

PSC TERRE D'ACQUA

PIANO STRUTTURALE COMUNALE

COMUNI DI: ANZOLA DELL'EMILIA, CALDERARA DI RENO, SALA BOLOGNESE
CREVALCORE, SANT'AGATA BOLOGNESE, SAN GIOVANNI IN PERSICETO

QUADRO CONOSCITIVO

SUOLO - SOTTOSUOLO - ACQUE

QC.6/R

Ufficio di Piano dell'Associazione Terre d'Acqua: responsabile: arch. Gabriella Maria Covezzi
collaboratori: dott. urb. Mario Scarpari di Prà Alto, dott. urb. Alida Spuches

responsabile di progetto: arch. Carla Ferrari

consulenti e collaboratori:

per le analisi socio-economiche e gli scenari demografici: CDS soc.coop e arch. Rudi Fallaci

per le analisi delle persistenze storiche e dei tessuti urbani: arch. Enrico Guaitoli Panini

per analisi dei siti archeologici: Museo Archeologico Ambientale di San Giovanni in Persiceto

per le analisi sugli aspetti geologici, geomorfologici, sismici ed idraulici:

dott. geol. Valeriano Franchi, dott. geol. Stefania Asti, dott. Fausto Melotti, ing. Adelio Pagotto

per le analisi della mobilità e del traffico: ing. Fabio Cerino, ing. Francesco Mazza (Airis srl)

per le analisi sul rumore e sulla qualità dell'aria: dott.sa Francesca Rametta, ing. Irene Bugamelli, ing. Gildo Tomassetti (Airis srl)

per le analisi sul territorio rurale: dott. Salvatore Giordano, arch. Camilla Alessi (Airis srl), dott. Michele Sacchetti

per gli aspetti di valorizzazione del paesaggio: dott. Giancarlo Malavasi

Comitato tecnico Associazione Terre d'Acqua

Comune di Anzola Emilia: arch. Romolo Sozzi ; Comune di Calderara di Reno: ing. Mauro Lomai, dott. urb. Emanuela Bison

Comune di Crevalcore: ing. Domenico Grispio, geom. Mirna Quaglieri;

Comune di Sala Bolognese: geom. Giovanni Tagliaferro, geom. Roberto Pupilli

Comune di San Giovanni in Persiceto: ing. Valerio Bonfiglioli, arch. Elena Lazzari, arch. Giovanni Panzieri

Comune di Sant'Agata Bolognese: arch. Davide Baraldi, geom. Davide Scacchetti



ASSOCIAZIONE INTERCOMUNALE TERRE D'ACQUA

P.S.C.

QUADRO CONOSCITIVO

QC.6/R

SUOLO - SOTTOSUOLO - ACQUE: RELAZIONE

INDICE

| | |
|--|---------|
| 6.1 SUOLO E SOTTOSUOLO | Pag. 3 |
| 6.1.1 EVOLUZIONE GEOLOGICA E PALEOGEOGRAFICA | Pag. 3 |
| 6.1.1.1 Lineamenti geologici generali | Pag. 3 |
| 6.1.1.2 La stratigrafia della Pianura | Pag. 5 |
| 6.1.1.3 L'evoluzione paleogeografica | Pag. 8 |
| 6.1.1.4 Il fenomeno della subsidenza | Pag. 11 |
| 6.1.1.5 Un fenomeno peculiare: gli sprofondamenti del terreno | Pag. 27 |
| 6.1.2 LITOLOGIA DI SUPERFICIE | Pag. 31 |
| 6.1.3 GEOMORFOLOGIA | Pag. 34 |
| 6.1.3.1 Microrilievo | Pag. 36 |
| 6.1.3.2 Esondabilità del territorio | Pag. 38 |
| 6.1.4 RESISTENZA MECCANICA DEI TERRENI | Pag. 44 |
| 6.1.4.1 Indagini geognostiche | Pag. 44 |
| 6.1.4.2 Resistenza meccanica dei terreni | Pag. 45 |
| 6.1.5 NEOTETTONICA E SISMICITÀ | Pag. 55 |
| 6.1.5.1 Pericolosità sismica locale - effetti di sito | Pag. 62 |
| 6.1.6 LIMITI E CONDIZIONI ALLA TRASFORMAZIONE DEL TERRITORIO | Pag. 70 |
| 6.2 ACQUE | Pag. 74 |
| 6.2.1 ACQUE SUPERFICIALI | Pag. 74 |
| 6.2.1.1 Il sistema idrografico principale | Pag. 75 |
| 6.2.1.2 Il sistema idrografico principale - considerazioni idrologiche e criticità | Pag. 80 |

| | |
|--|----------|
| 6.2.1.3 Reticolo idrografico minore e bacini idrografici | Pag. 92 |
| 6.2.1.4 Officiosità idraulica del reticolo idrografico minore | Pag. 108 |
| 6.2.1.5 Aspetti qualitativi | Pag. 164 |
| 6.2.1.6 Criticità idraulica del territorio: fattori di pericolosità ed ambiti interessati | Pag. 177 |
| 6.2.2 ACQUE SOTTERRANEE | Pag. 182 |
| 6.2.2.1 Struttura idrogeologica | Pag. 182 |
| 6.2.2.2 Censimento pozzi e piezometria | Pag. 188 |
| 6.2.2.3 Idrochimica | Pag. 194 |
| 6.2.2.4 Vulnerabilità dell'acquifero | Pag. 201 |
| 6.2.2.5 Elementi di potenziale inquinamento delle acque sotterranee | Pag. 208 |
| 6.2.3 LIMITI E CONDIZIONI ALLA TRASFORMAZIONE DEL TERRITORIO | Pag. 216 |
| 6.3 SUOLO - SOTTOSUOLO - ACQUE : VINCOLI E TUTELE AMBIENTALI ESISTENTI | Pag. 221 |
| 6.4 VALUTAZIONE DELLE CRITICITÀ E DELLE EMERGENZE GEOLOGICO-AMBIENTALI | Pag. 251 |
| APPENDICE 1 - ELABORAZIONE PROVE PENETROMETRICHE | Pag. 252 |
| APPENDICE 2 - CARATTERIZZAZIONE DEL CENTRO ACQUEDOTTISTICO SAN VITALE (dati forniti da Ato 5) | Pag. 269 |
| APPENDICE 3 - ESITI DELLE SIMULAZIONI IDRAULICHE SUL SISTEMA FOGNARIO | Pag. 274 |
| APPENDICE 4 - CRITICITÀ IDRAULICA DEI BACINI URBANI | Pag. 299 |
| CARTOGRAFIA DI ANALISI RIDOTTA IN FORMATO A4 | |

6.1 SUOLO E SOTTOSUOLO

6.1.1 EVOLUZIONE GEOLOGICA E PALEOGEOGRAFICA

6.1.1.1 Lineamenti geologici generali

Il territorio dell'Associazione Comunale Terre d'Acqua si sviluppa nell'area di media e bassa pianura bolognese, in un settore deposizionalmente influenzato dalle alluvioni del Fiume Reno, dei suoi affluenti Samoggia e Lavino e, marginalmente del fiume Panaro e Po.

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 delinarsi 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 Quaternario), 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.

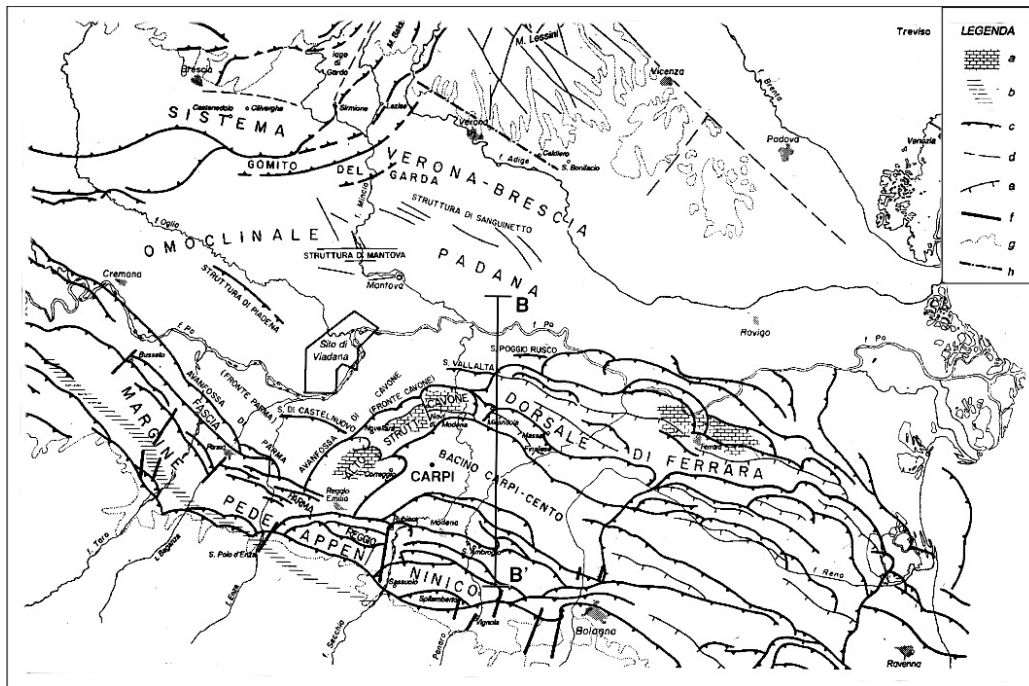
L'assetto geologico strutturale profondo della Pianura Padana è noto soprattutto grazie ai dati emersi dalle perforazioni profonde e dalle prospezioni geofisiche effettuate per le ricerche petrolifere esposti nelle pubblicazioni di PIERI & GROPPi (1981)¹ e CASSANO *ed altri* (1986)², nelle quali viene 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. 6.2)

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 torbiditica 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.

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.

6.1.1.2 La stratigrafia della pianura

Per la ricostruzione stratigrafica del sottosuolo della pianura bolognese si è fatto riferimento ai dati della stati forniti Regione Emilia Romagna - Agip [1998] e da 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. 6.2) 3 sequenze deposizionali (denominate supersintemi secondo la terminologia U.B.S.U):

- 1) Supersintema del Pliocene medio-superiore;
- 2) Supersintema del Quaternario Marino (che in realtà incomincia già dal Pliocene superiore);
- 3) Supersintema 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.

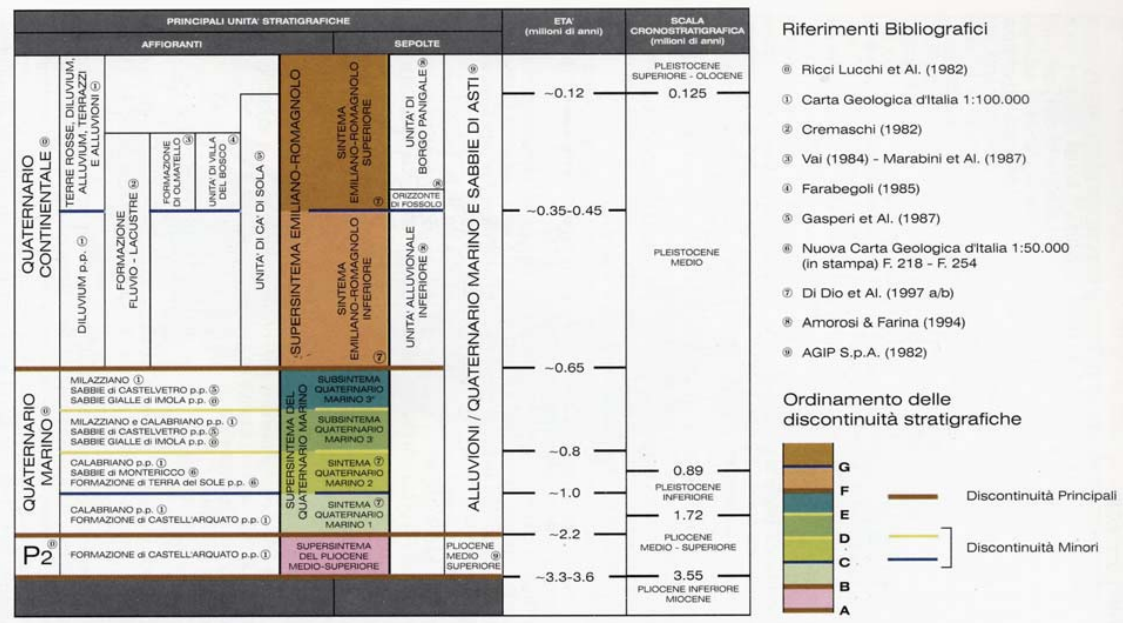


Fig. 6.2 - Inquadramento geologico-stratigrafico dell'Emilia-Romagna

Il Supersistema del Quaternario marino viene suddiviso a sua volta in 4 subsistemi. In Fig. 6.3 si riporta il profilo sismico interpretato della pianura Bolognese e Ferrarese desunto da Regione Emilia Romagna - Agip, 1998, nel quale ben si evidenziano le unità stratigrafiche definite. Nel profilo il sistema Qm2 è stato accorpato al Qm1.

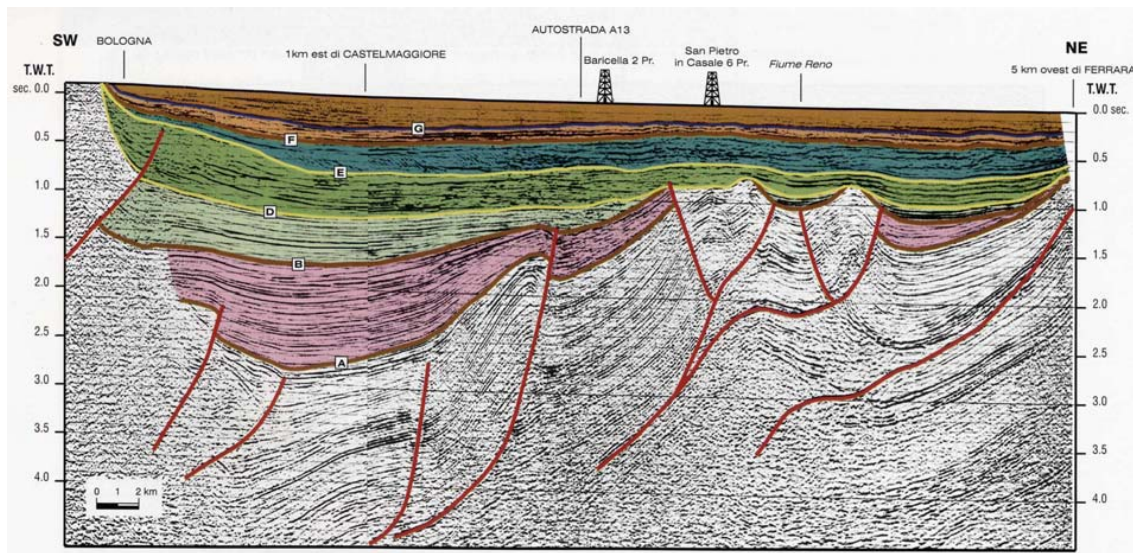


Fig. 6.3 - Profilo sismico interpretato della pianura bolognese

Lo spessore del ciclo Quaternario continentale, supera, nell'area bolognese, i 300 m [Francavilla et al., 1980; Ori, 1979], e va diminuendo procedendo verso Nord, in direzione di Ferrara, (Fig. 6.3), 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.

Il Quaternario continentale viene suddiviso, secondo la definizione proposta da Regione Emilia Romagna - Agip, 1998 (Fig. 6.4), 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.

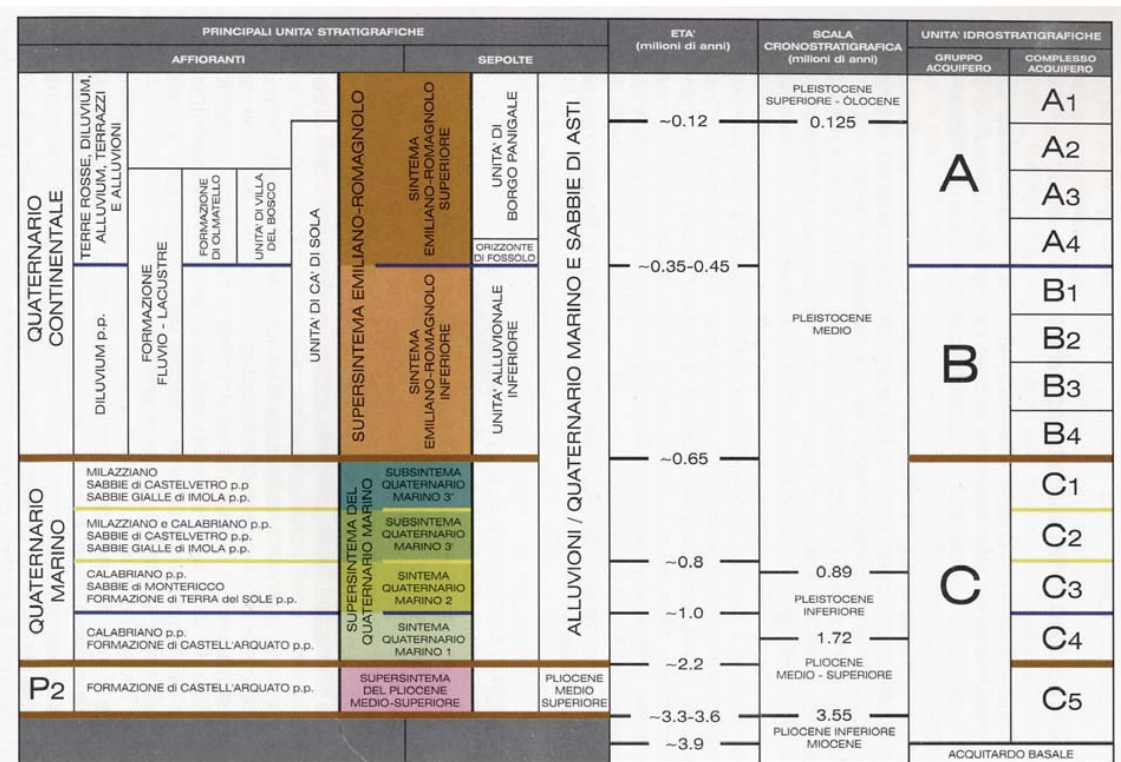


Fig. 6.4 - Quadro geologico-stratigrafico e idrostratigrafico Regione Emilia Romagna

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. Le ghiaie risultano dominanti nell'area del Fiume Reno.

Studi recenti sulla pianura bolognese⁵ hanno permesso una ricostruzione dettagliata delle successioni sedimentarie a livello provinciale; procedendo dall'alto verso il basso si distinguono

- una Unità Alluvionale Superiore o Unità di Borgo Panigale [UBP, da Amorosi et al., 1996 o Ciclo A da Regione Emilia Romagna, 1998] separata da una Unità Alluvionale Inferiore [Ciclo B], da un'unità denominato Unità di Fossolo [base del Ciclo A], che definisce un intervallo prevalentemente fine di significativa continuità stratigrafica, costituendo un marker stratigrafico, e, dal punto di vista idrogeologico, un acquitardo di importanza regionale. Tale orizzonte pelitico, che si colloca ad una profondità pari a circa 120 - 150 metri dal piano campagna ed ha uno spessore di circa 20-25 metri, è costituito da materiale prevalentemente siltoso ed argilloso, con intercalazioni di corpi sabbiosi e localmente ghiaiosi caratterizzati da un valore di G/P sempre inferiore a 1/3. All'interno

⁵ AMOROSI A., FARINA M., (1995) - "Large-scale architecture of a thrust-related alluvial complex from subsurface data: the Quaternary succession of the Po Basin in the Bologna area (northern Italy)" - Rivista di geologia sedimentaria e geologia marina, Serie 3a, Vol 57 n. 1-2, 1995

dell'Unità Alluvionale Superiore si riconoscono quattro cicli a base ghiaiosa dello spessore di circa 30-40 metri delimitati a tetto da intervalli prevalentemente fini di minore potenza, pari a circa 5-10 metri. Queste unità, denominate dall'alto come A1, A2, A3, A4 [Regione Emilia Romagna, o BP4, BP3, BP2, BP1 secondo Amorosi e Farina, 1996, si caratterizzano come corpi acquiferi parzialmente amalgamati tra loro, in particolare nelle zone apicali e in presenza di isolati corpi grossolani all'interno degli spessori pelitici. Gli orizzonti descritti presentano un elevato grado di correlabilità nell'area del Reno.

- un'Unità Alluvionale inferiore [o Ciclo B], che si colloca a profondità comprese fra 120-150 m (tetto) e 270-320 m (base) e presenta spessori superiori ai 200 metri nell'area del fiume Reno. Risulta di difficile caratterizzazione litologica e stratigrafica nella sua porzione inferiore, mentre la sua parte sommitale è costituita da una megasequenza di spessore variabile tra 100 e 120 metri che presenta una espressione fortemente ghiaiosa nel settore del Reno [$G/P = 3/1$],

Lateralmente rispetto alle aree di conoide si distinguono settori caratterizzati dalla presenza di litofacies di piana alluvionale, riferibili sia a fenomeni di esondazione dei corsi d'acqua principali, sia a deposizione di materiale pelitico proveniente dalla sedimentazione del reticolo minore.

6.1.1.3 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.

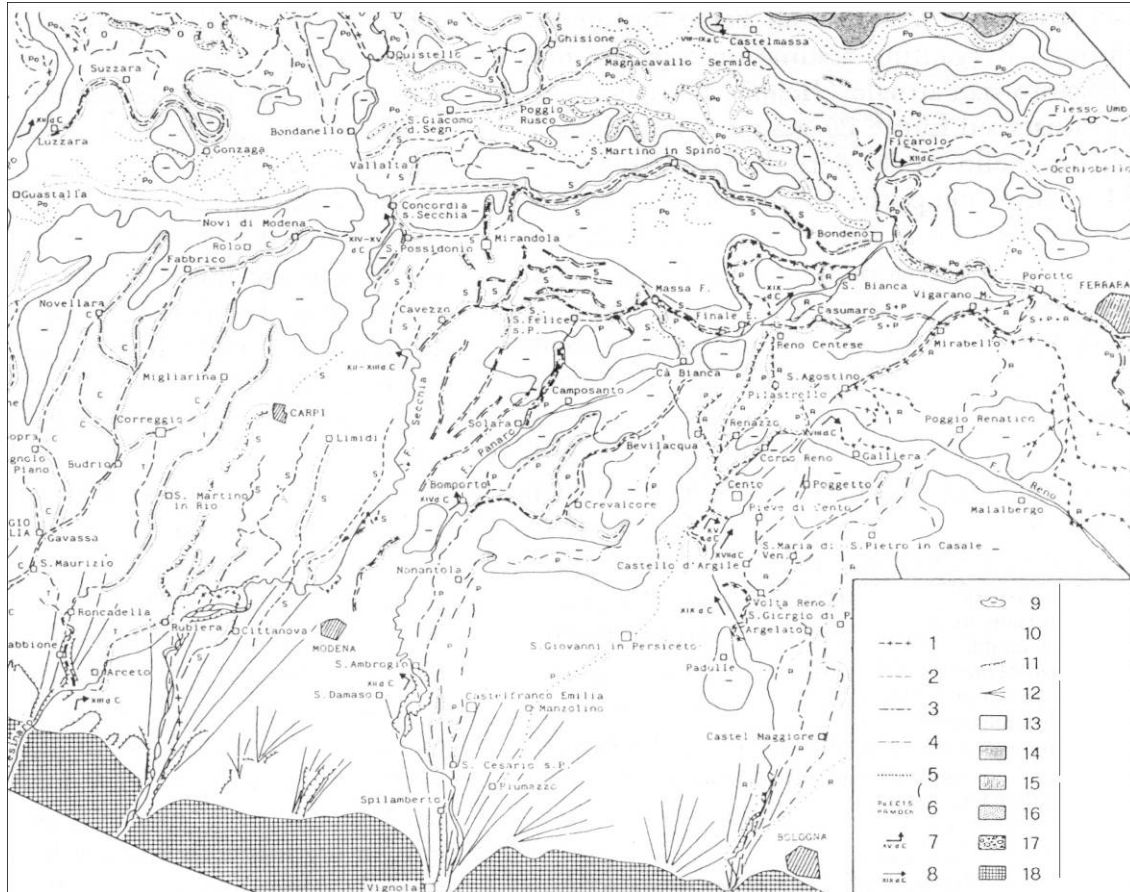
Parallelamente a ciò vanno considerati anche i parametri climatici, che hanno certamente avuto un ruolo rilevante nel condizionare l'entità e la distribuzione temporale degli eventi determinanti la dinamica fluviale fino a tempi a noi vicini.

Da fonti bibliografiche, principalmente CREMASCHI *ed altri* (1988)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. 6.5).

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 I 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, influenzando anche l'area di San Felice. 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

⁶CREMASCHI M., MARCHETTI G., DALL'AGLIO P.L. (1988) - *Direttrici di traffico. I. Il settore emiliano* - in: Studi e documenti di archeologia. Numero speciale dedicato alla IX Biennale d'arte antica, IV 1988, Nuova Alfa Editoriale

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.



Legenda: 1) paleovalve di età moderna; 2) paleovalve di età basso medioevale; 3) paleovalve di età alto medioevale; 4) paleovalve di età romana ed a luoghi del ferro; 5) paleovalve di età del bronzo; 6) sigle dei paleovalvei: Po = Po, E = Enza, C = Crostolo, T = Tresinaro; S = Secchia, P = Panaro, R = Reno, M = Mincio, O = Oglio, Ch = Chiese, senza sigla: paleovalve di secondaria importanza o non sicuramente riferibile; 7) principali deviazioni fluviali con indicazione dell'età; 8) principali tagli fluviali con indicazione dell'età; 9) valle; 10) dosso; 11) scarpata; 12) conoide.

Fig. 6.5 - Carta dei paleovalvei

Per quanto riguarda l'evoluzione degli affluenti appenninici del Po, sembra ormai certo che il Fiume Panaro durante l'età del bronzo scorresse nel suo tratto più meridionale secondo la direttrice Piumazzo-Manzolino-San Giovanni in Persiceto e nel suo tratto più a valle, prima di confluire in Secchia a Finale Emilia, corrispondeva agli alvei del centese che saranno occupati dal Fiume Reno a partire dal XII sec. d.c.. In età romana scorreva presumibilmente nel tratto più a monte lungo la direttrice S. Cesario sul Panaro-Nonantola, ad est dell'alveo attuale, per poi svilupparsi nelle valli di Crevalcore e confluire in Secchia nella zona di Finale Emilia. Nell'alto medioevo il fiume tende ad avvicinarsi, nel suo tratto a monte, al corso attuale, mentre tra Crevalcore e Finale Emilia occupa l'alveo dell'attuale Scolo Panarazzo, alveo che rimarrà attivo fino al XII sec. d.c.. Nel basso medioevo viene immesso nel corso praticamente attuale da S. Ambrogio, quindi fino a Bomporto non vi sono più state mutazioni di rilievo; da Bomporto il fiume fletteva invece verso E, e con uno o più corsi arrivava nelle valli a nord di Crevalcore, quindi a Finale Emilia ed infine a Bondeno, seguendo il "Ramo della Lunga". É intorno al 1347 (o poco più tardi, secondo alcune testimonianze) che viene immesso nel Naviglio presso Bomporto, assumendo praticamente

la configurazione attuale. 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 il fiume Reno, si ritiene⁸ che in origine, uscendo da Casalecchio e dopo aver costeggiato Bologna, scorresse più verso est, dalla zona di Pescarola-Corticella alle terre più basse di Minerbio e Baricella per innestarsi in un alveo antico del Po a sud di Ferrara (detto poi Primaro).

In una seconda fase, l'alveo di pianura si sarebbe spostato più ad occidente e quindi dalle anse del Trebbo, o da Corticella, doveva scorrere verso Santa Maria in Dunno, San Giorgio di Piano, San Pietro in Casale e Poggio Renatico, raggiungendo il Po a sud di Ferrara, se e quando riusciva ad arrivarci, poiché di frequente e a lungo nei secoli le sue acque hanno ristagnato in una vasta area valliva tra bolognese e ferrarese. Successivamente, avrebbe trovato un altro percorso, dal Trebbo a Malacappa a ovest di Argelato e Funo, passando poi tra Argelato, Venezzano e San Giorgio, e tra San Pietro in Casale e Galliera per immettersi ancora nel Po di Primaro.

Intorno al 1100 (anno più anno meno), una probabile rottura di argini con una nuova inalveazione spontanea sostenuta poi dalle opere degli uomini, fecero deviare il Reno dalla sua originaria direzione, imponendo una ampia svolta verso ovest e l'area persicetana chiamata Morafosca, scorrendo tra Bagno e Argile. Il nuovo alveo riprendeva poi il cammino verso nord, passando a ovest di Cento e incanalandosi per vari rami, in tempi diversi, compresa una temporanea congiunzione col Panaro; paleoalvei testimoniati dalla persistenza di toponimi come Volta Reno, Reno Vecchio, Dosso, Corporeno, Renazzo e Reno Centese.

Le variazioni successive avvenute nel corso del II millennio sono abbastanza documentate e possono essere così sintetizzate:

1451-1460 - Spostamento dell'alveo che da tre quattro secoli costeggiava il territorio allora più vasto del comune di Castello d'Argile (alveo riconoscibile nella via di Cento ancora oggi detta "Reno vecchio") su un corso scavato qualche chilometro più ad est, in seguito alle "rotte" di Bagnetto e Bisana. Il nuovo alveo passava poi tra Pieve e Cento e proseguiva verso nord e il Po di Primaro. Questa nuova inalveazione determinò la riduzione del territorio del comune di Castello d'Argile con la separazione della comunità di Bagnetto, rimasta a ovest del Reno nuovo, raggiungibile solo con la barca ai "passi" dei Cappellani e in fondo alla via del "Postrino".

1604 - Chiusura dell'imbocco di Reno nel Po e lungo periodo di spagliamento delle acque di Reno nelle Valli tra Galliera e Malalbergo.

1614 - Taglio della ansa detta "botta di Cola" tra Cento e Pieve.

1630-1690 - Vari tagli di anse e raddrizzamenti del fiume tra Malacappa, Savignano e Volta Reno, fino all'altezza del Palazzo Sampieri. Modifica dell'immissione del Samoggia in Reno, con il taglio di una ansa del Reno presso il "Malcantone" di Argile, che isolò un altro frammento di territorio argilese (detto "le tre case di Bagnetto").

1767-1795 - Inalveazione definitiva del Reno tra S. Agostino (FE) ad il Mar Adriatico, utilizzando il "cavo benedettino" (fatto scavare da Papa Benedetto XIV e poi interrotto) e una parte del Po di Primaro.

1884-1887 - Taglio della "Volta" del Reno tra Bagno, Volta Reno e Argile, con un nuovo "drizzagno" su cui fu costruito un ponte in muratura (da qualche anno in disuso e sostituito da uno nuovo).

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)

⁸ Tratto da: "Brevi note storico-geografiche sul Reno", in BARBIERI Magda (a cura di), *Reno, campi e uomini*, *Rivista periodica della pianura*, Anno I, n. 1, giugno-dicembre 2003, www.pianuraren.org

Il corso attuale, con immissione (o foce) autonoma nell'Adriatico, ha avuto quindi la sua collocazione definitiva tra il 1767 e il 1795 con poderosi lavori di scavo e arginatura deliberati e attuati dalle Legazioni Pontificie di Bologna e Ferrara, in accordo con il Ducato di Venezia, dopo secoli di controversie e tentativi falliti, e sempre segnati dal dilemma sulla convenienza o meno della immissione del Reno in Po, "grande" o di "Primario".

La storia del Reno e' dunque molto lunga e complessa, e si è svolta su un'area di pianura più vasta e anche diversa da quella toccata attualmente.

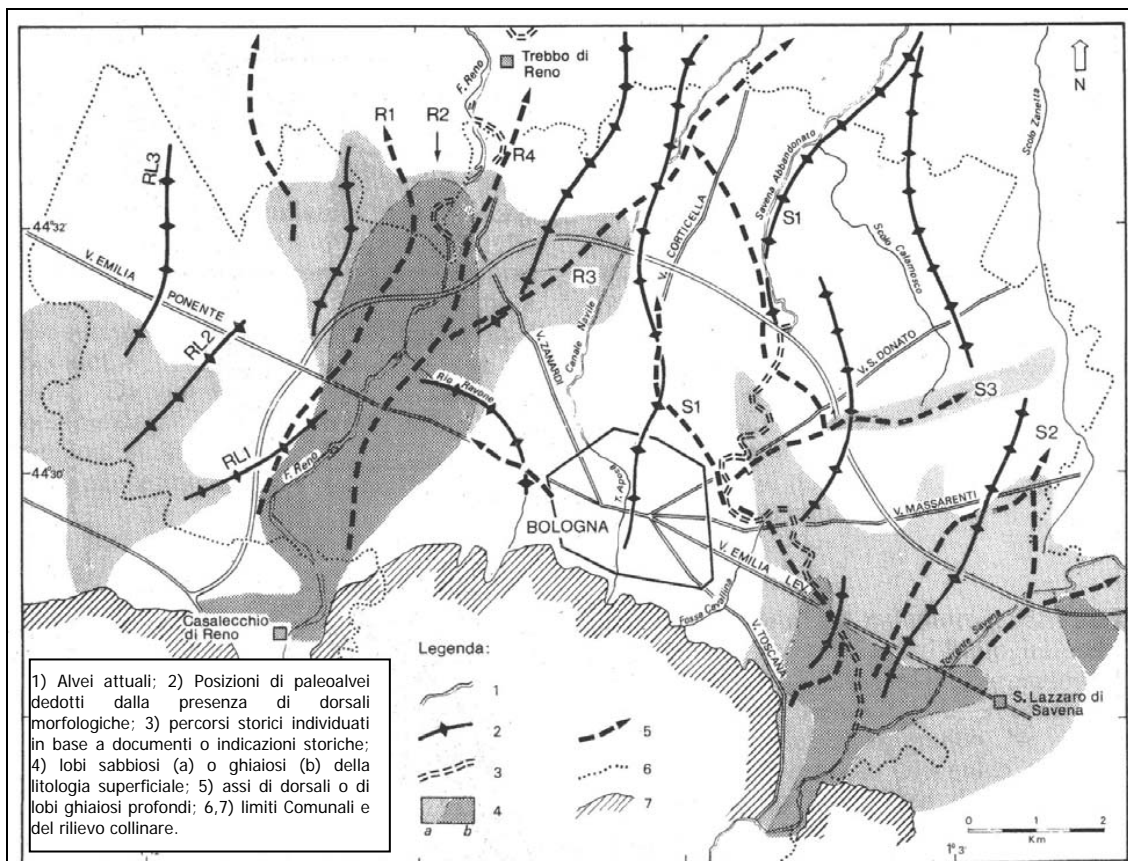


Fig. 6.6 - Reticolo idrografico attuale e ricostruzione del reticolo idrografico antico.

La fig. 6.6 riporta una ricostruzione degli assi dei principali paleoalvei individuati nella zona di conoide (C. Elmi et Altri, 1984) dalle quale si evince come il percorso più antico del Reno risultava spostato verso E (R1) rispetto all'attuale, in diretta prosecuzione dell'asta valliva, mentre successivamente raggiunse la posizione R2, coincidente con quella attuale. Un terzo asse deposizionale successivo in ordine temporale è collocato a E (R3) in direzione del corso del Navile, che fu successivamente abbandonato per raggiungere la posizione R4 parallela a quella attuale.

6.1.1.4 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 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 sul sito web della Regione Emilia Romagna⁹, dal sito web della Provincia di Bologna, oltre che dell'ARPA - Dipartimento d'Ingegneria Ambientale nell'ambito delle recenti pubblicazioni:

- "Rilievo della subsidenza nella pianura emiliano-romagnola - II stralcio di attività finalizzato alla misura di una rete di livellazione a supporto dell'analisi interferometrica¹⁰";

- "Rilievo della subsidenza nella pianura emiliano-romagnola - analisi interferometrica¹¹"

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 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.

⁹ http://www.regione.emilia-romagna.it/wcm/geologia/canali/subsidenza/supporto_sgss/Intro.htm

¹⁰ "Rilievo della subsidenza nella pianura emiliano-romagnola - II stralcio di attività finalizzato alla misura di una rete di livellazione a supporto dell'analisi interferometrica" - responsabile del progetto F. Bonsignore per Arpa - Struttura di Ingegneria Ambientale (Bologna, marzo 2006)

¹¹ "Rilievo della subsidenza nella pianura emiliano-romagnola - analisi interferometrica" - responsabile del progetto F. Bonsignore per Arpa - Struttura di Ingegneria Ambientale (Bologna, maggio 2007)

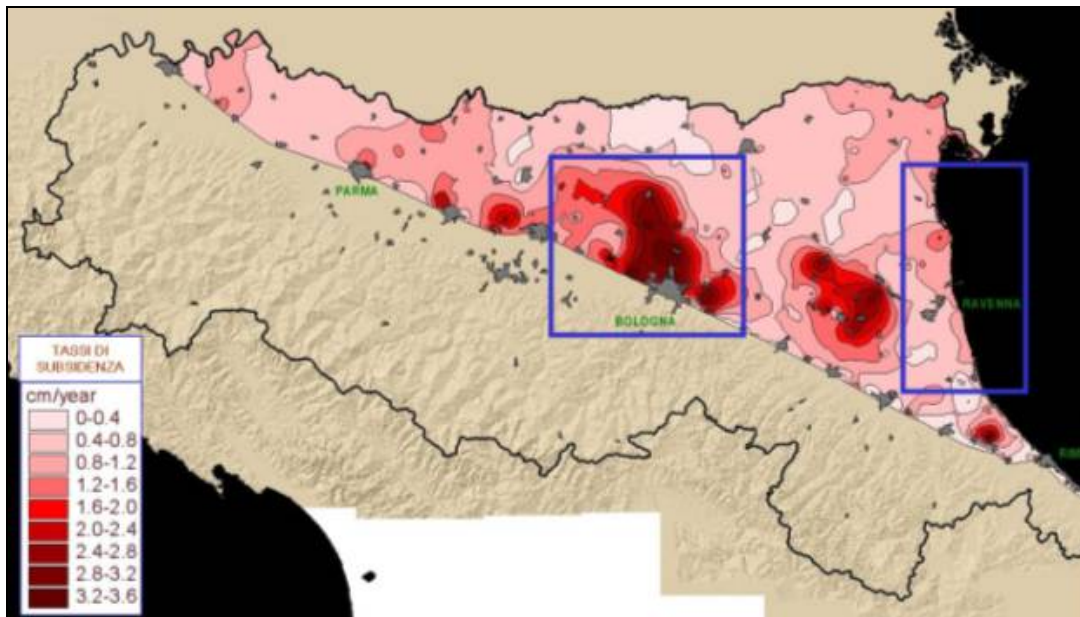


Fig. 6.7 - Distribuzione della subsidenza nella pianura emiliano romagnola nel periodo 1973/93-1999 e delimitazione di due aree critiche oggetto di studi specifici¹²

La fascia in cui ricade il territorio dell'Associazione è da sempre assoggettata ad un più o meno rapido abbassamento del suolo, sia per azioni tettoniche, quali l'affossamento del bacino sedimentario, sia per motivi legati alla natura ed alla stratigrafia dei sedimenti, ivi depositati nelle recenti ere geologiche ed in progressiva compattazione a causa del loro stesso peso.

All'abbassamento del suolo per cause naturali, nel periodo tra gli anni '60 e '70, si è andata a sovrapporre, sino a divenire causa dominante, una componente "artificiale" di tipo antropico imputabile principalmente all'estrazione di fluidi dal sottosuolo ed in particolare al forte prelievo idrico dalle falde, in seguito all'industrializzazione dei principali centri abitati; fenomeno questo che accelera il normale processo di costipamento dei terreni presenti nel sottosuolo.

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; partendo da queste condizioni, l'allontanamento dell'acqua determina una diminuzione della pressione neutra, con conseguente depressurizzazione del terreno ed aumento della tensione effettiva, quella cioè collegata al "peso" dei granuli che formano i terreni, con conseguente compattazione e deformazione del mezzo.

Analogo meccanismo si innesta nei casi di estrazione di idrocarburi dal sottosuolo, sia liquidi che gassosi, e lo sfruttamento di giacimenti di queste sostanze ha determinato l'abbassamento del suolo in molti casi, compreso situazioni verificatesi in altri siti della Pianura Padana. Tuttavia in tal caso i terreni "serbatoio" degli idrocarburi estratti subiscono un abbassamento pressoché immediato che è inoltre limitato anche nello spazio, essendo tali giacimenti solitamente confinati arealmente.

Gli effetti di un corposo emungimento idrico invece si risente su tutto il sistema di acquiferi ed acquitardi essendo l'acqua presente in tutti i mezzi permeabili, e inoltre il fenomeno assume ritmi più lenti con effetti notevolmente ritardati nel tempo. I meccanismi di compattazione e deformazione sono legati in modo molto stretto alla granulometria dei mezzi. I terreni a granulometria più grossolana risentono in misura

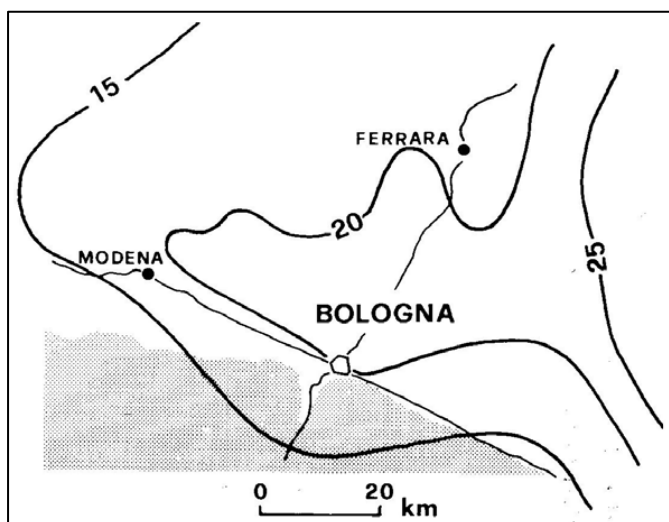
¹² Fonte: Dati ARPA Ingegneria Ambientale, Bologna

notevolmente inferiore dell'azione del costipamento in quanto sono meno influenzati dalla pressione "neutra" di natura idrostatica. I terreni fini viceversa reagiscono in modo molto deciso avviando l'azione del costipamento.

Come detto gli effetti più rilevanti di un fenomeno che andava via via accentuandosi di sono manifestati a partire dalla seconda metà degli anni '70, ed è a quel periodo che risalgono i primi progetti e le prime iniziative volte a monitorare e contenere i movimenti verticali del suolo.

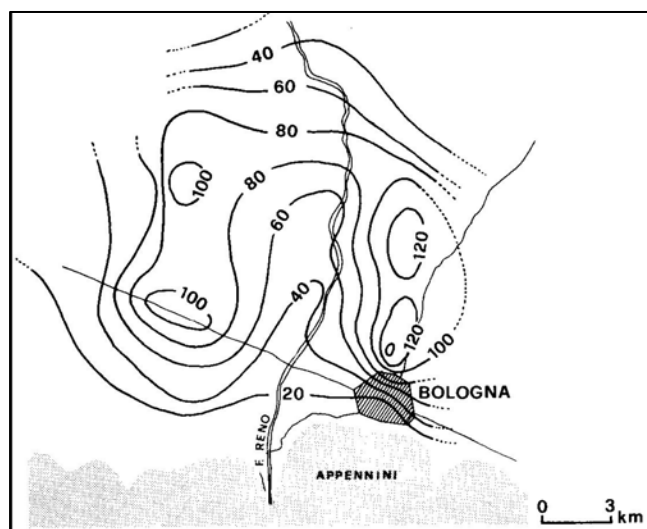
Di seguito viene fornita una breve cronistoria, tratta dagli elaborati del Quadro Conoscitivo del Comune di Bologna, delle ricostruzioni relative ai movimenti di abbassamento del suolo bolognese effettuate nel corso degli anni.

- 1887 - 1943 (Pieri L., Russo P., 1985): La quota assoluta del livello del mare (l.m.) viene registrata da mareografi, strumenti di precisione atti allo scopo, che registrano la propria misura per un periodo minimo di 18,6 anni. Il mareografo fondamentale italiano è installato a Genova dal 1883. I dati riferiti a questo caposaldo assoluto sono stati registrati ed integrati, nel corso della costruzione di una rete di livellazione geografica di precisione, fino al 1902. Dal 1941 fu avviato un programma di ammodernamento e integrazione della rete così creata il quale fu portato a termine nel 1957. Con riguardo all'area bolognese, la prima campagna di misurazione fu effettuata nel 1887, mentre la seconda campagna nel 1943. Il confronto tra i due dati ha consentito di allineare il comportamento della pianura bolognese con quello della Pianura Padana in generale. Le registrazioni rilevano in tale periodo un abbassamento del suolo totale compreso tra i 15 e i 25 cm corrispondenti ad un ritmo annuo compreso tra i 0,2 e i 0,4 cm, che rappresenta quindi la quantificazione della subsidenza naturale dell'area bolognese (in figura sono riportate le linee di uguale abbassamento, espresse in cm, relative al periodo 1900-1950).



Le registrazioni rilevano in tale periodo un abbassamento del suolo totale compreso tra i 15 e i 25 cm corrispondenti ad un ritmo annuo compreso tra i 0,2 e i 0,4 cm, che rappresenta quindi la quantificazione della subsidenza naturale dell'area bolognese (in figura sono riportate le linee di uguale abbassamento, espresse in cm, relative al periodo 1900-1950).

- 1943 - 1972 (Pieri L., Russo P., 1985): i dati riferiti a questo periodo di tempo provengono dalle misurazioni effettuate dall'Istituto Geografico Militare Italiano (IGMI) nel 1943-50 prima e nel 1970- 1973 poi, a queste si aggiungono, quale verifica della tendenza generale, le livellazioni eseguite dal Catasto negli anni dal 1974 al 1976. L'esame di questi dati ha consentito l'elaborazione di una prima carta delle linee di

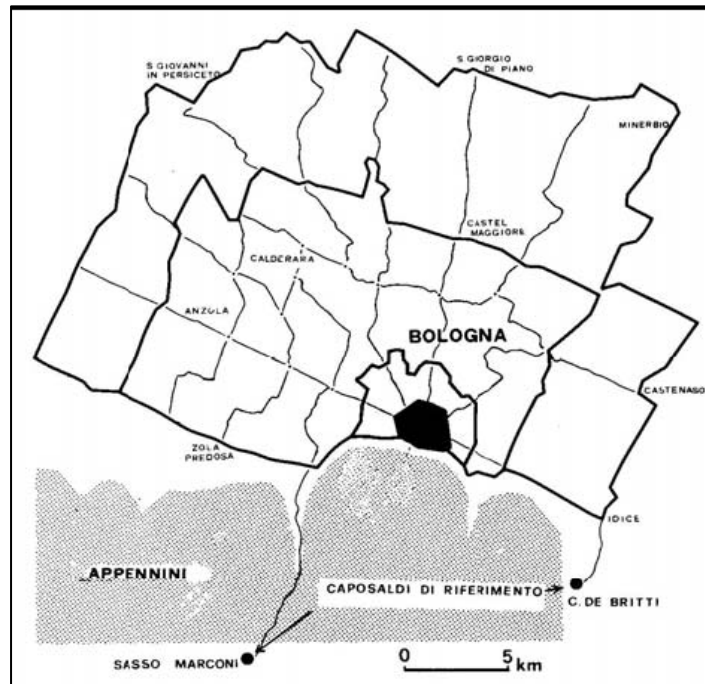


uguale abbassamento del suolo espresse i cm. Si rileva una brusca accelerazione del fenomeno che in questo periodo ha registrato valori assoluti variabili dai 20 cm in prossimità del margine collinare, sino ad arrivare ad oltre 120 cm nella parte più settentrionale del territorio bolognese, con il raggiungimento del metro di abbassamento nel settore nord-occidentale. La velocità di subsidenza con riferimento annuale è incrementata raggiungendo valori compresi tra il 0,6 cm/anno e i 4,1 cm/anno.

- 1973 - 1983 (Pieri L., Russo P., 1985): in questo periodo la ricostruzione del fenomeno deriva dall'analisi di più livellazioni e misure effettuati da diversi Enti ed in contesti differenti. Dal 1973 al 1978

il Catasto ha realizzato una campagna di misure; al 1973 risalgono livellazioni effettuate dall'IGM; tra il 1977 ed il 1978 il Comune di Bologna in collaborazione con l'Istituto di Topografia ha implementato le misure in tutto il centro storico con particolare attenzione alla zona della Torre degli Asinelli. La complessa e

difficoltosa omogeneizzazione di tutti questi dati ha condotto a concludere che il processo in atto ha subito un ulteriore incremento. Per



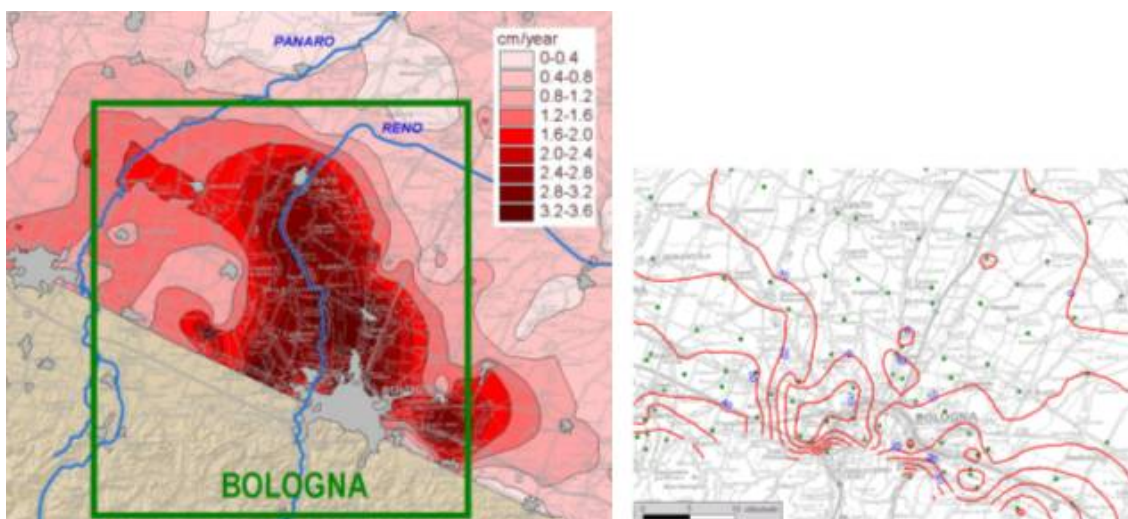
altro, proprio in questo lasso di tempo, si sono risentiti in maniera palese e preoccupante gli effetti del moto verticale sugli edifici del centro storico di Bologna. La situazione così evolutasi ha spinto l'Amministrazione comunale a commissionare uno studio specifico ad una commissione di esperti. Obiettivo dello studio era il monitoraggio sistematico dei moti verticali del suolo attraverso l'installazione di una rete di controllo altimetrico, oltre che un approfondimento delle conoscenze relative alle cause dell'incremento del fenomeno ed a tutte le correlazioni possibili tra geologia, geomorfologia, stratigrafia, idrologia, idrogeologia e, naturalmente, uso del territorio. Lo studio è stato avviato nel 1980 e la prima misurazione di questa nuova rete di controllo, che ha esteso ed integrato quella esistente limitata essenzialmente al centro storico, è stata effettuata nel 1983. Il progetto di questa rete (riportata in figura), ritenendo inopportuno collegarsi al caposaldo del mareografo di Genova a causa dell'elevata distanza, è stato condotto riferendosi a due capisaldi ritenuti sufficientemente stabili localizzati a Sasso Marconi ed a Castel dei Britti. L'installazione dei complessivi 475 nuovi capisaldi è stata pensata prevedendo un infittimento della rete del centro storico, dove si è incrementata la densità delle misure, e una correlazione con le aree più distanti della pianura bolognese. La scelta delle ubicazione dei capisaldi ha privilegiato edifici storici che escludessero movimenti di assestamento del terreno di sottofondazione.

- 1983 - 1987: questo quinquennio racchiude il risultato del progetto appena illustrato. Ne deriva un quadro con abbassamenti registrati tra il cm e i 32 cm. Le zone maggiormente interessate sono localizzate ad Ovest - Nord/Ovest in un quadrante che va da Lavino di Mezzo a Sala Bolognese con un abbassamento di 28 - 32 cm; a Nord della città in posizione prossima alla sponda destra del Fiume Reno con il massimo registrato a

Buonconvento proprio sull'asta del Fiume (32 cm); all'interno della cintura della tangenziale all'altezza di via M. Polo anche qui con valori che superano i 30 cm; infine a Nord - Est della città, appena all'esterno dalla tangenziale in loc. S. Nicolò di Villola con punte di 26 cm. Le velocità registrate indicano valori massimi compresi tra i 6.5 e gli 8 cm/anno. Il confronto con i dati disponibili del passato, consente di concludere la disamina relativa a tale periodo registrando un moto verticale ampiamente in atto ma con una tendenza evolutiva di attenuazione del fenomeno. Le misure su alcuni capisaldi preesistenti ha rivelato una velocità di abbassamento nel periodo compreso tra il 1970 ed il 1983 stimata in valori che hanno raggiunto anche i 15 cm/anno. Il periodo 1983 - 1987 presenta valori massimi nell'ordine degli 8 cm/anno.

- 1987 - 1993: i risultati interessanti derivati dalle prime due campagne di misurazione hanno spinto l'Amministrazione comunale di Bologna a proseguire la strada intrapresa. A partire dal 1990 è partita una nuova iniziativa che ha coinvolto il Comune e l'Istituto di Topografia, Geodesia, Geofisica Mineraria dell'Università di Bologna che hanno dato vita alla cosiddetta Rete di raffittimento che rappresenta appunto una implementazione delle stazioni di misurazione altimetriche rispetto alla rete realizzata tra il 1983 e il 1987 battezzata Rete Grande. La realizzazione della rete di raffittimento è stata ultimata nel 1991 e la campagna di misurazioni, effettuate sia sulla Rete grande che su quella nuova, è stata condotta nel 1992.

Complessivamente si registrano sul territorio provinciale dal 1983 valori massimi di abbassamento che superano di poco il metro, testimoniando una continuazione del fenomeno della subsidenza. Le punte massime si rilevano lateralmente alla conoide del Fiume Reno, in prossimità dei centri abitati di Tavernelle/Sala ed Argelato nonché nel Comune di Bologna immediatamente a Nord del centro storico. Nella figura che segue sono riportate gli abbassamenti medi annui in cm della zona bolognese.



Nell'area occupata dall'Associazione Comuni Terre d'Acqua la subsidenza è nota da tempo, ed è fonte di problemi di una certa gravità. In un'area di pianura poco acclive, anche deboli variazioni nella forma del piano campagna rischiano di sconvolgere il funzionamento della rete scolante; questo inconveniente è già oggi segnalato dal Consorzio di Bonifica Reno Palata, che si scontra con frequenti difficoltà nel garantire il funzionamento di alcuni importanti canali della zona.

Vista l'importanza del fenomeno, gli Enti preposti hanno promosso la realizzazione di reti di misura volte a sorvegliare l'effettiva entità degli abbassamenti del terreno, perlomeno nelle aree ritenute più sensibili al problema. Di grande rilevanza, ai fini del presente studio,

si è rivelata essere la rete di livellazione realizzata a partire dai primi anni '80 grazie all'intervento del Comune di Bologna, interessato a studiare il fenomeno per le sue ricadute sulle strutture edili, sulle reti fognarie e sulla rete di scolo delle acque meteoriche.

La rete di 475 capisaldi realizzata in tale contesto, ha permesso di svolgere più campagne di misura negli anni 1983, 1987, 1992 e 1999. E' proprio basandosi su questi dati che sono state costruite le carte allegate - "Subsidenza", Tav. QC.6/t3 - riportanti il valore complessivo degli abbassamenti nel periodo 1983 - 1999, assieme alle velocità di abbassamento stimate per l'ultimo intervallo di misura, negli anni 1992 - 1999.

Si noti che la copertura fornita è limitata alla sola parte meridionale del territorio dell'Associazione; per le superfici rimanenti, ci si è affidati ai dati puntuali forniti da Arpa, riferiti a recenti campagne di misura estese all'intera Regione Emilia Romagna. In particolare, le carte allegate mostrano la presenza, all'interno del territorio dell'Associazione, di circa 80 dei punti di misura istituiti dal Comune di Bologna; questi punti, distribuiti in maniera relativamente uniforme, hanno permesso di eseguire le interpolazioni rappresentate in carta. Si noti anche che non tutti i punti di misura riportavano dati per ogni campagna di misurazione; le interpolazioni eseguite hanno naturalmente escluso, di volta in volta, i (pochi) capisaldi privi di dati adeguati.

Le carte allegate evidenziano la gravità del fenomeno, con abbassamenti, nel periodo 1983 - 1999 anche prossimi al metro nei terreni posti a nord ovest di Sala Bolognese, il tutto in un arco di tempo di circa 16 anni. Notevole anche il fatto che, durante il periodo indagato, in quasi tutte le aree esaminate si siano avuti abbassamenti generalmente non inferiori ai 200 mm, con la sola eccezione dei terreni posti al margine sud occidentale dell'Associazione.

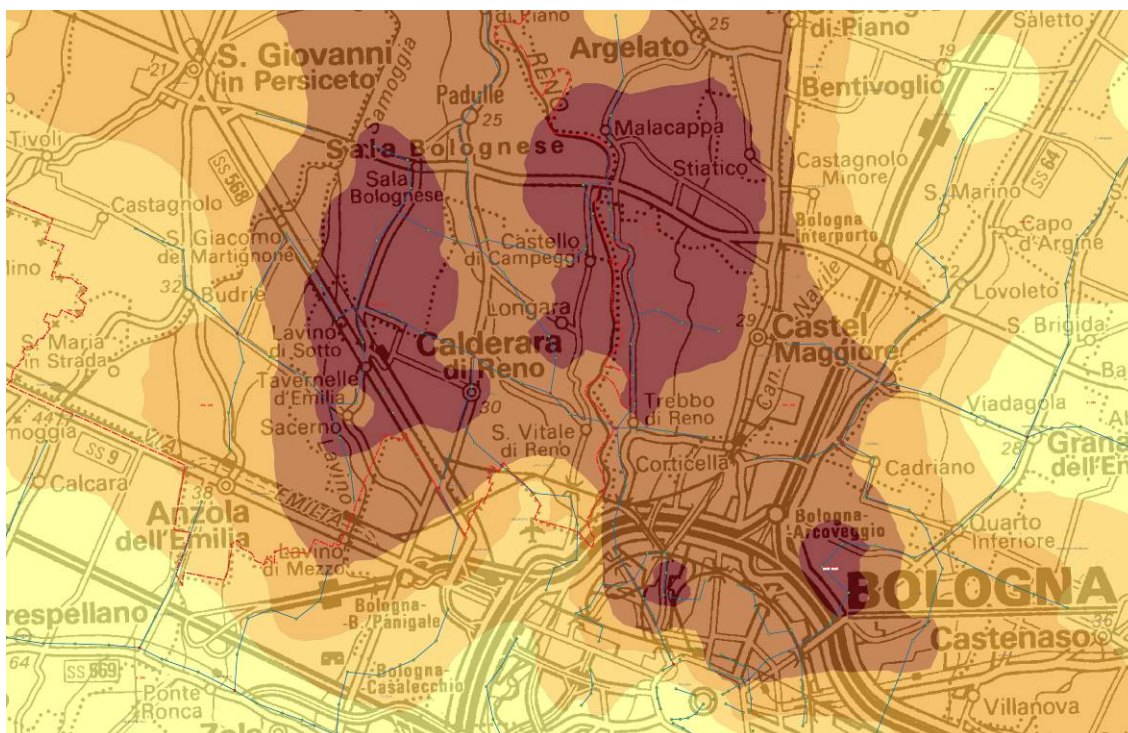


Fig. 6.8 - Estratto dell'elaborazione eseguita con i valori assoluti di subsidenza registrati tra il 1983-1999, dove a colorazione più intensa corrisponde un maggiore valore dell'abbassamento del suolo (il colore più scuro corrisponde ad un abbassamento di 100-120 cm).

Più in generale, i dati messi a disposizione da Arpa indicano che, nel periodo 1983 -1999, le aree maggiormente soggette a fenomeni di abbassamento si concentrano lungo il corso del Fiume Reno; la zona che, nelle carte allegate, mostra i maggiori abbassamenti (compresa grossomodo tra l'asse Lavino di Mezzo - Sala Bolognese ed il corso d'acqua citato) prosegue

quindi idealmente verso nord, in aree in cui le misurazioni eseguite sono decisamente più rade. Abbassamenti di notevole entità si registrano, in particolare, ad est di San Giovanni in Persiceto e San Matteo della Decima, sempre in vicinanza del Fiume Reno, con velocità di abbassamento anche superiori ai 3 cm/anno. Il fenomeno mostra entità non trascurabili, anche se più modeste, anche nell'area dell'abitato di Crevalcore, con velocità di circa 1,5 - 2,0 cm/anno. In generale, sia nelle aree coperte dalle elaborazioni allegate che in quelle per le quali esistono solo i dati Arpa citati, l'entità del fenomeno tende a diminuire spostandoci verso ovest; i valori maggiori si riscontrano nelle vicinanze del Fiume Reno, al confine orientale dell'Associazione.

Al fine di pervenire ad un quadro organico del fenomeno della subsidenza, viste le differenti reti di livellazioni istituite in epoche diverse dai vari enti impegnati nello studio del fenomeno, ARPA, su incarico della Regione Emilia Romagna ed 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 trattava, 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 web¹³, 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.

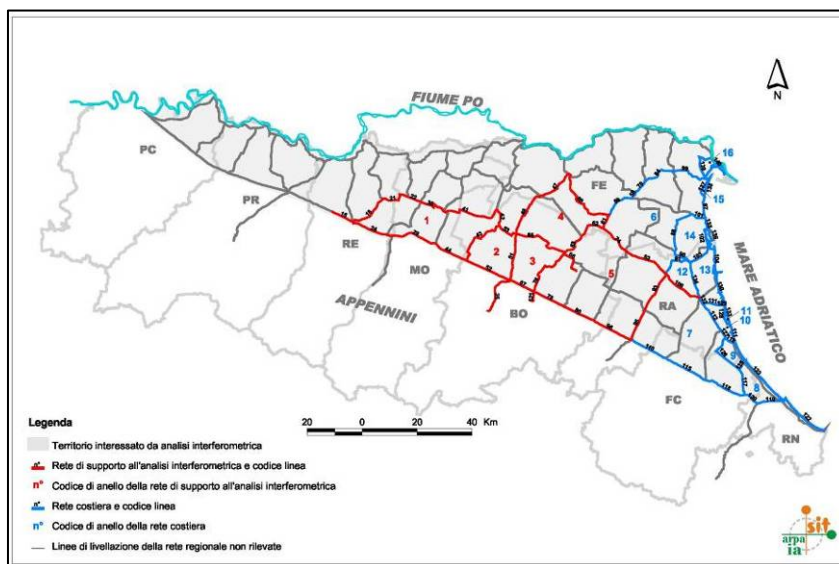
Nel 2001-02 è stata anche effettuata una ricognizione generale su tutta la rete al fine di provvedere sia alla sua manutenzione, attraverso il ripristino dei capisaldi scomparsi, sia all'aggiornamento del sistema informativo. In tale occasione la rete è stata ampliata procedendo ad un raffittimento nell'area litoranea con l'inserimento di oltre 200 capisaldi già appartenenti ad altre reti e già oggetto di misura durante la campagna del 1999.

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 - con oltre 1000 capisaldi; tale rete è costituita da 76 linee per complessivi 1021 km, con 16 poligoni chiusi. Una linea aperta collega la rete al caposaldo 025010 (ubicato a Castel del Vescovo presso

Sasso Marconi) assunto come origine delle quote già nel 1999. Al fine di poter effettuare un controllo incrociato sulla stabilità di tale caposaldo, utilizzando anche dati di altra natura acquisiti per finalità scientifiche, è stata introdotta nella campagna 2005, su richiesta del DISTART, anche una breve linea che collegasse la rete all'Osservatorio

¹³ <http://rete-subsidenza-er.arpa.emr.it>

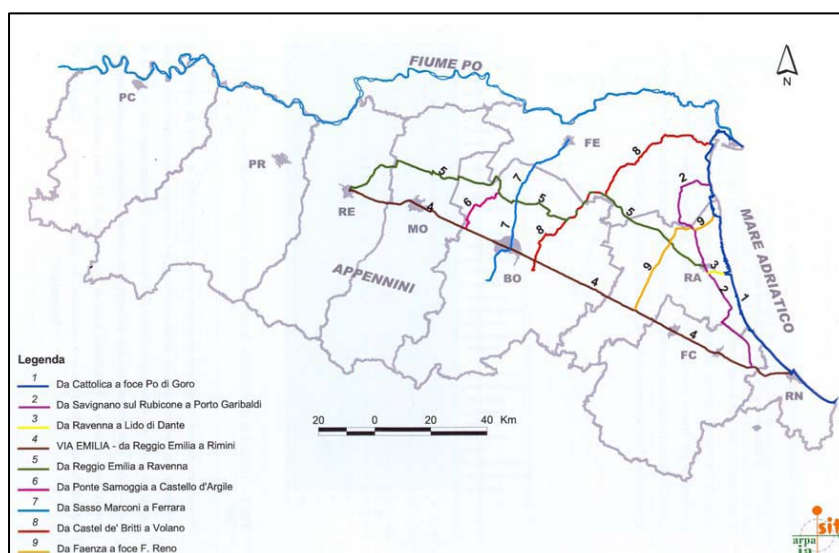
Radioastronomico di Medicina, dove è da tempo attiva una stazione VLBI (Very Long Baseline Interferometry) di fondamentale importanza negli studi geodinamici a livello continentale e globale.

Nell'immagine sopra riportata con tratto grigio vengono indicate le linee della rete regionale rilevate nel 1999 e non ripetute nel 2005.

L'analisi dei movimenti è stata effettuata sulla base del confronto fra le quote del 1999 e le quote del 2005. Si vuole sottolineare tuttavia che la livellazione del 2005 è stata condotta su una rete a maglie molto più larghe rispetto alla rete rilevata nel 1999 - proprio perché finalizzata soprattutto a supportare l'analisi interferometrica - i confronti, quindi, andrebbero osservati come risultati "preliminari" che andranno verificati e integrati con i dati interferometrici. Cionondimeno è stato possibile, già in questa fase, osservare l'andamento della subsidenza lungo le linee rilevate, con l'avvertenza di leggere tali risultati parallelamente all'errore ad essi associato.

Al fine di rendere immediatamente leggibile il confronto fra le due campagne sono stati realizzati tre tipi di elaborazioni:

- * **9 profili** costruiti lungo direttrici che comprendono la quasi totalità delle linee di livellazione misurate (riportati nell'immagine a fianco). I profili riportano le velocità di movimento (mm/anno) relative al periodo 1999-2005;



- * **16 diagrammi** relativi ad altrettanti capisaldi storici. Su tali diagrammi è possibile leggere l'abbassamento (m) del caposaldo, relativamente al suo primo rilievo, in corrispondenza delle diverse misure effettuate nel tempo;

- * **1 carta** dei capisaldi suddivisi per classi di velocità di abbassamento.

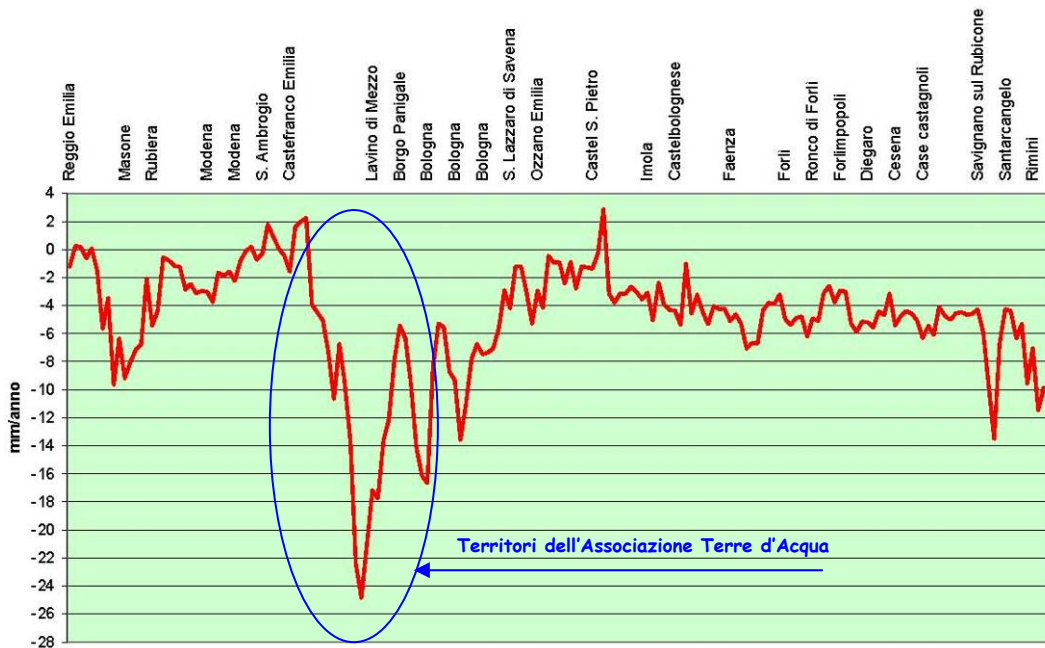
La rete di livellazione interessa il territorio dell'Associazione Terre d'Acqua con tre direttrici:

- 1) da Reggio Emilia a Ravenna (profilo 5);
- 2) Via Emilia - da Reggio Emilia a Rimini (profilo 4);
- 3) Da Ponte Samoggia a Castello d'Argile (profilo 6)

Si riportano di seguito i profili relativi alle tre direttrici suddette.

Profilo 4 - La Via Emilia - da Reggio Emilia a Rimini

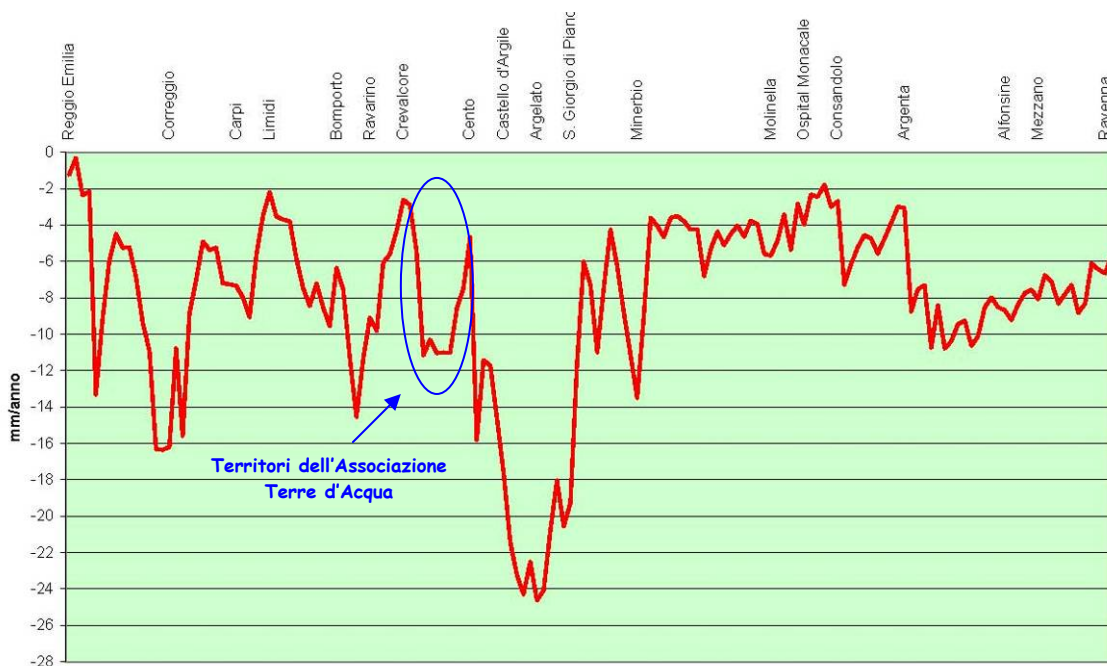
(Velocità di abbassamento lungo la Via Emilia da Reggio Emilia a Rimini nel periodo 1999-2005)



Nell'area dell'Associazione, storicamente l'area più critica dal punto di vista della subsidenza, troviamo gli ormai noti coni di depressione, con massimi in corrispondenza di Lavino di Mezzo (25 mm/anno). Rispetto al precedente periodo 1992-1999 nel tratto bolognese della via Emilia si evidenzia un forte ridimensionamento del fenomeno che presenta ora una diminuzione degli abbassamenti mediamente intorno al 40%

Profilo 5 - da Reggio Emilia a Ravenna

(Velocità di abbassamento lungo la linea da Reggio Emilia a Ravenna nel periodo 1999-2005)

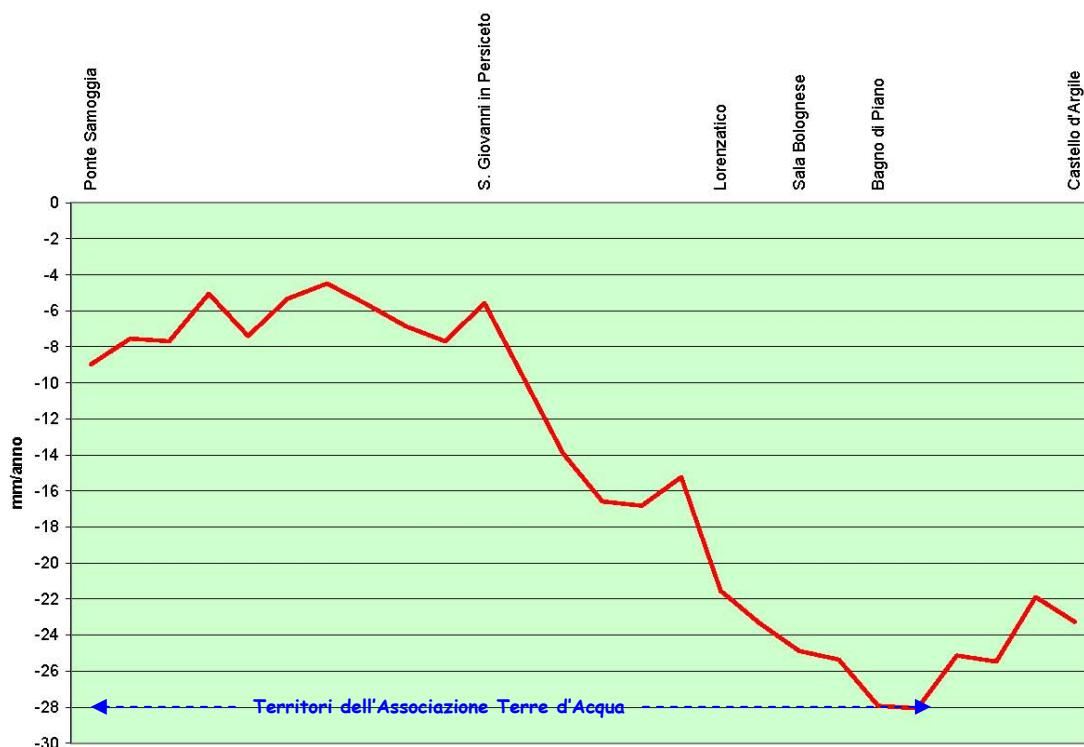


Il profilo 5 interessa i territori dell'Associazione nella parte settentrionale, intercettando dapprima la zona di Crevalcore, dove lo sprofondamento si attesta, subito ad est di

quest'ultima località, su valori di circa 3 mm/anno, mostrando una forte attenuazione rispetto alle aree poste ad ovest (Ravarino e Bomporto); segue poi un'area, centrata su S. Matteo della Decima, con abbassamenti di oltre 10 mm/anno.

Profilo 6 - da ponte Samoggia a Castello d'Argile

(Velocità di abbassamento lungo la linea da Ponte Samoggia a Castello d'Argile nel periodo 1999-2005)



Il profilo 6 attraversa i territori dell'Associazione con andamento N-S; lungo tale linea è possibile verificare le variazioni dei movimenti che intervengono allontanandosi dalla via Emilia in direzione nord, nord-est sino ad intercettare il profilo 5. Dopo una zona di abbassamenti medi intorno a 7 mm/anno fino a S. Giovanni in Persiceto, si nota un graduale approfondimento sino ad un massimo di 28 mm/anno a Bagno di Piano. Rispetto al periodo precedente 1992-1999 si evidenzia soprattutto la scomparsa del cono di depressione subito a nord di Ponte Samoggia che aveva un massimo di oltre 30 mm/anno, mentre permane la forte depressione di Bagno di Piano, anche se attenuata di circa il 20%.

Nel 2006 è stata realizzata infine l'analisi interferometrica¹⁴ 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. 6.9) e la seconda relativa al periodo 2002-2006 (Fig. 6.9b).

¹⁴ in collaborazione con: TRE-Telerilevamento Europa, spin-off del Politecnico di Milano

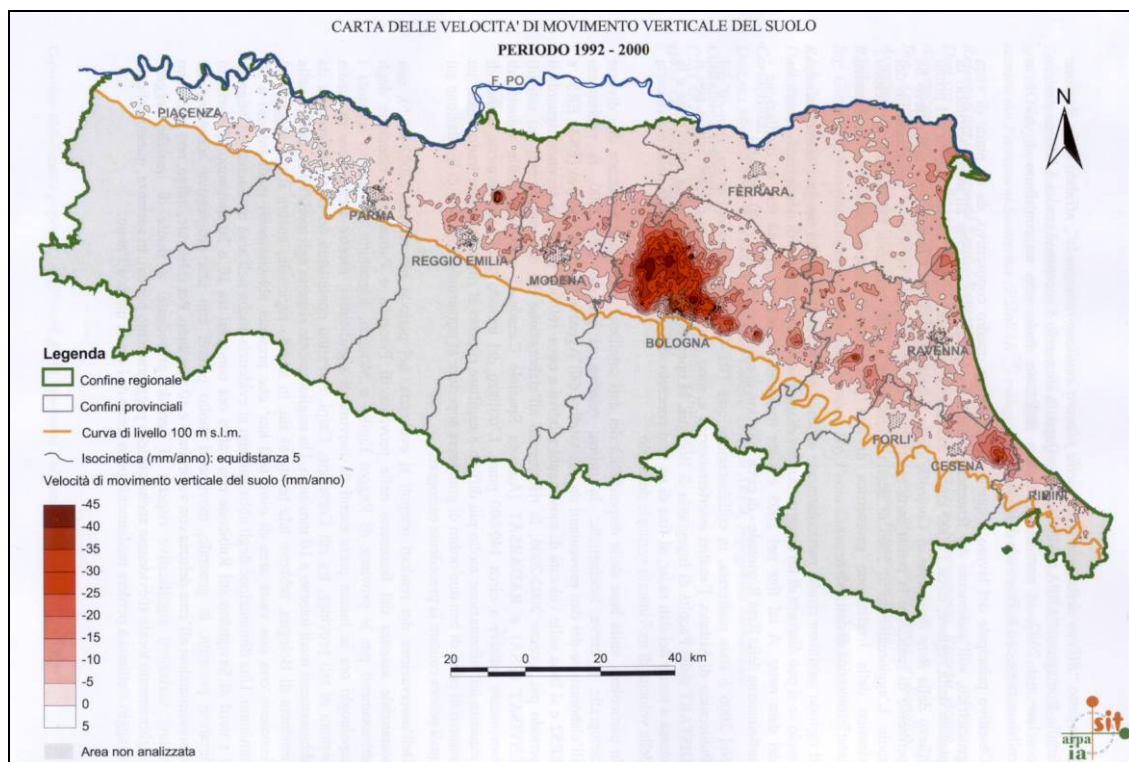


Fig. 6.9 - Carta delle velocità di abbassamento verticale del suolo - periodo 1992-2000 (ARPA Ingegneria Ambientale, Bologna 2007)

Come si evince dalle cartografie riportate, nella provincia di Bologna ed in particolare nei territori dell'Associazione, il fenomeno si presentava nel periodo 1992-2000 particolarmente accentuato sia per i valori massimi, oltre 40 mm/anno, sia per l'estensione della superficie interessata; i valori massimi di abbassamento si registravano nell'area in destra Samoggia, tra Lavino di Sotto e Sala Bolognese e poco più ad est, in sinistra Reno, a cavallo della Via Emilia, anche se tutto l'areale compreso tra Lavino di Mezzo, Tavernelle, Lavino di Sotto, San Giacomo di Martignone, Sala Bolognese, Padulle, Bagno di Piano, Castello di Campegine, risultava essere particolarmente critico.

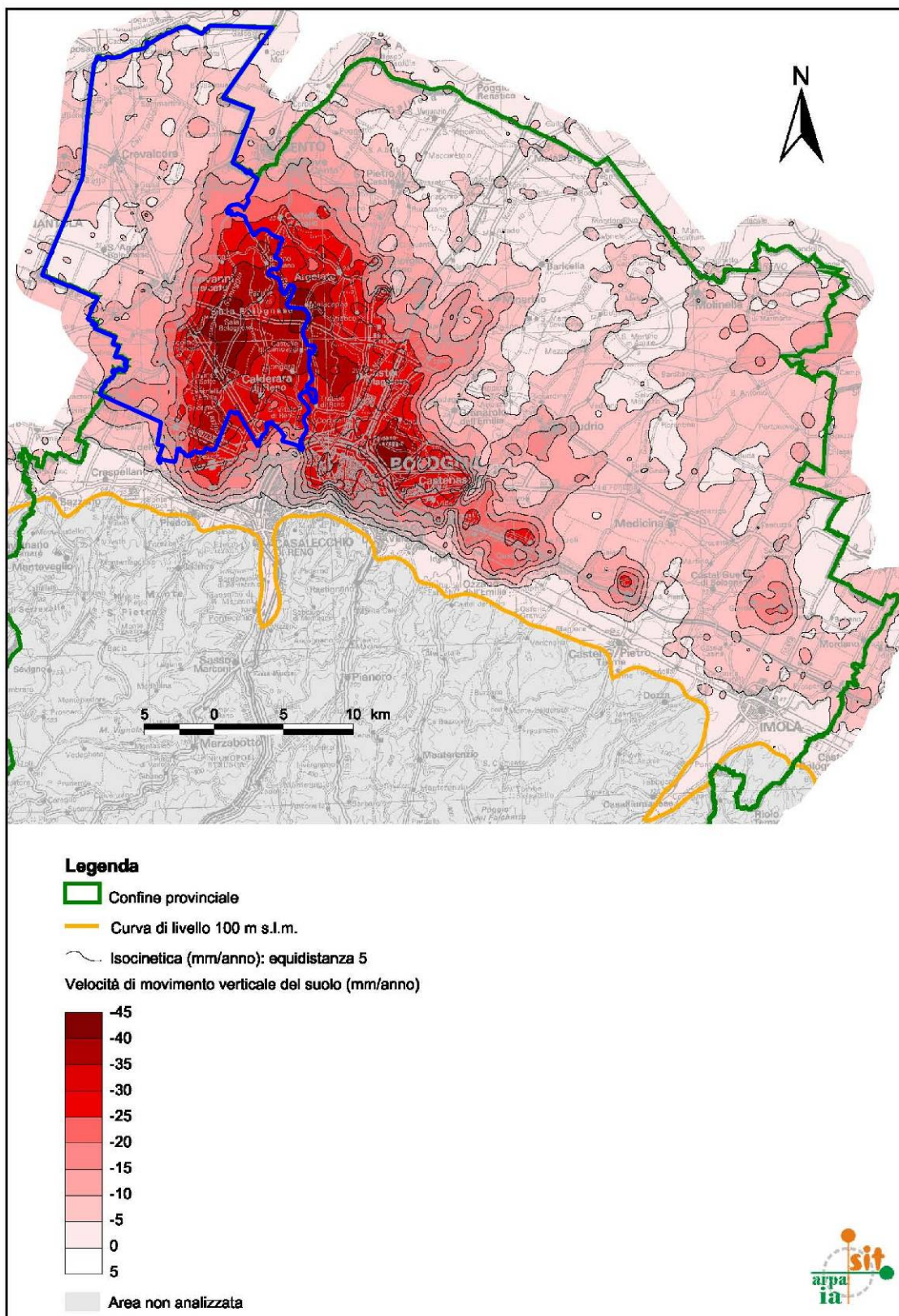


Fig. 6.9a - Carta delle velocità di abbassamento verticale del suolo - periodo 1992-2000 provincia di Bologna - (ARPA Ingegneria Ambientale, Bologna 2007)

Con riferimento al periodo 2002-2006, nella provincia di Bologna si evidenziano abbassamenti generalmente in accentuata riduzione rispetto al periodo precedente. In particolare, tale riduzione risulta evidente in corrispondenza dell'ampia area già descritta in precedenza, con valori ora mediamente compresi tra 15 e 20 mm/anno. All'interno di tale

area sono tuttavia ancora presenti alcuni picchi localizzati nei pressi di Sala Bolognese e Anzola dell'Emilia con circa 30 mm/anno.

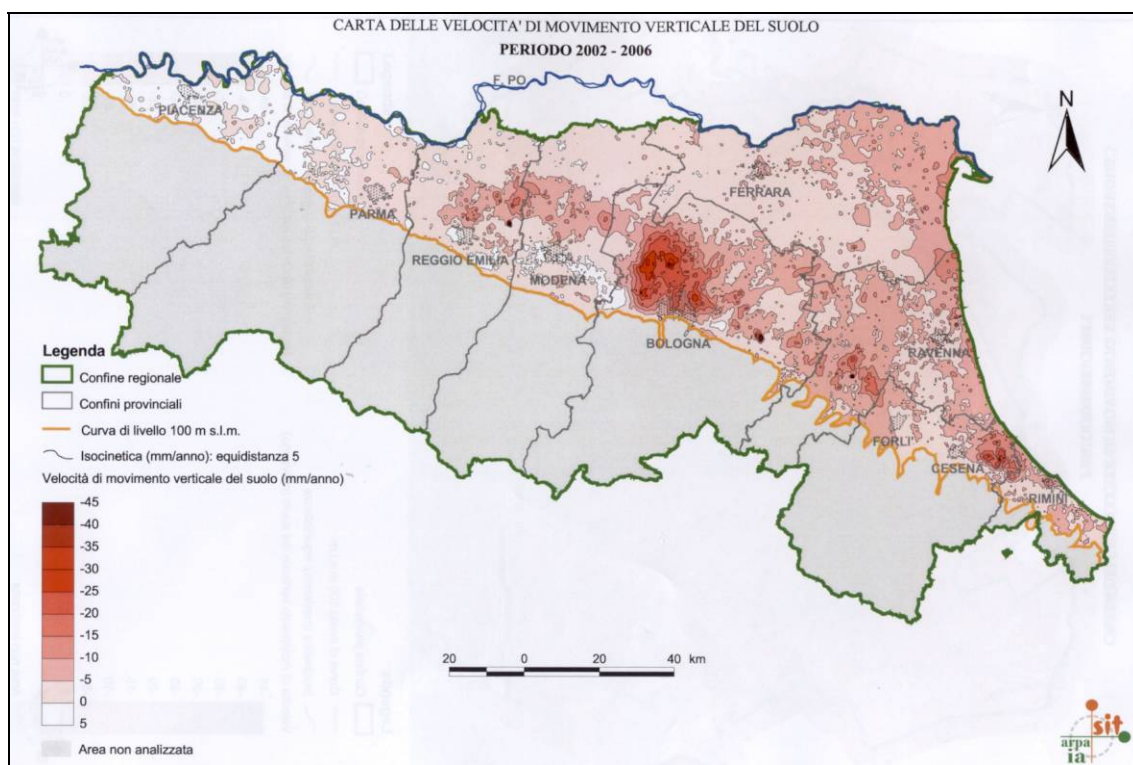


Fig. 6.9b - Carta delle velocità di abbassamento verticale del suolo - periodo 2002-2006 (ARPA Ingegneria Ambientale, Bologna 2007)

Con riferimento al territorio dell'Associazione Terre D'Acqua si riporta di seguito (Fig. 6.9c) particolare della "Carta della velocità di abbassamento verticale del suolo - periodo 2002 -2006 elaborata da ARPA Ingegneria Ambientale, Bologna (2007)¹⁵.

Per il periodo 2002-2006, si registrano valori di velocità di movimento relativamente bassi (tra 0 e 10 mm/anno) per i territorio comunali di Crevalcore, Sant'Agata Bolognese, l'estremità occidentale del territorio comunale di Anzola Emilia e la parte centro-orientale del territorio comunale di San Giovanni in Persiceto.

I valori maggiori (20 - 30 mm/anno) si rilevano nella parte orientale dei territori comunali di San Giovanni e Sant'Agata, oltre che su buona parte dei territori di Sala Bolognese e Calderara.

Le situazioni maggiormente critiche rimangono comunque sempre quelle a cavallo della Via Emilia nella zona di Sala Bolognese, con valori di abbassamento dell'ordine di 30-35 mm/anno ed in sinistra Reno, con abbassamenti puntuali che raggiungono valori di oltre 30-40 mm/anno.

¹⁵ *Rilievo della subsidenza nella pianura emiliano-romagnola* -Arpa Dipartimento di Ingegneria Ambientale - a cura di F. Monsignore - (Bologna 2007).

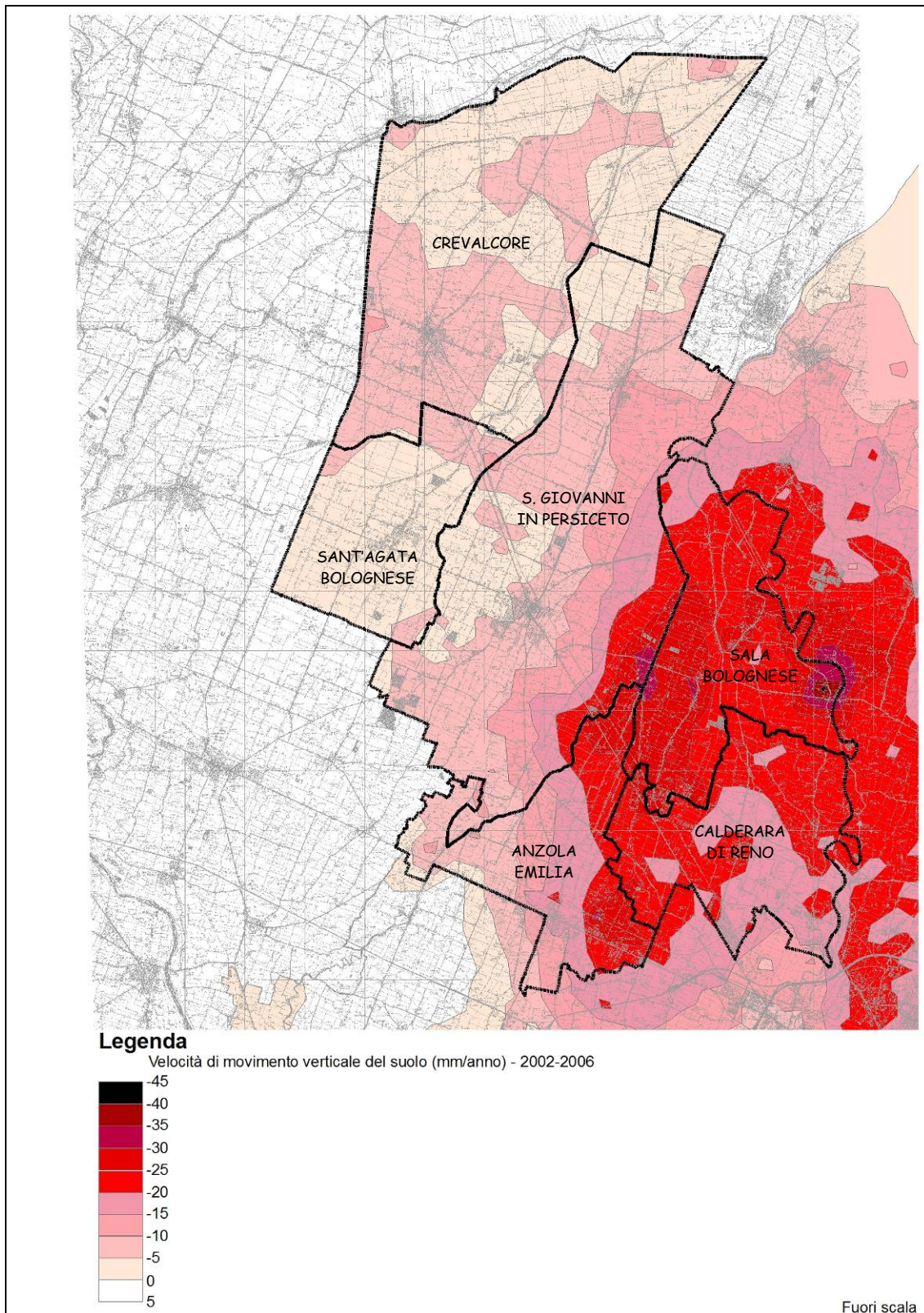


Fig. 6.9c - Carta delle velocità di abbassamento verticale del suolo - periodo 2002-2006 particolare Associazione Terre d'Acqua - (ARPA Ingegneria Ambientale, Bologna 2007)

L'evidenza, riscontrata sul terreno, di peggiorate condizioni di deflusso nel reticolo idrografico della porzione settentrionale del territorio dell'Associazione (alcuni scoli del Consorzio di Bonifica presentano tratti in leggera controtendenza), consiglia una sollecita estensione territoriale degli studi e monitoraggi sul fenomeno, che se nel passato si è

manifestato nella sua gravità nelle porzioni di pianura più meridionali, ora sembra interessare anche territori inizialmente poco considerati.

6.1.1.5 Un fenomeno peculiare: gli sprofondamenti del terreno

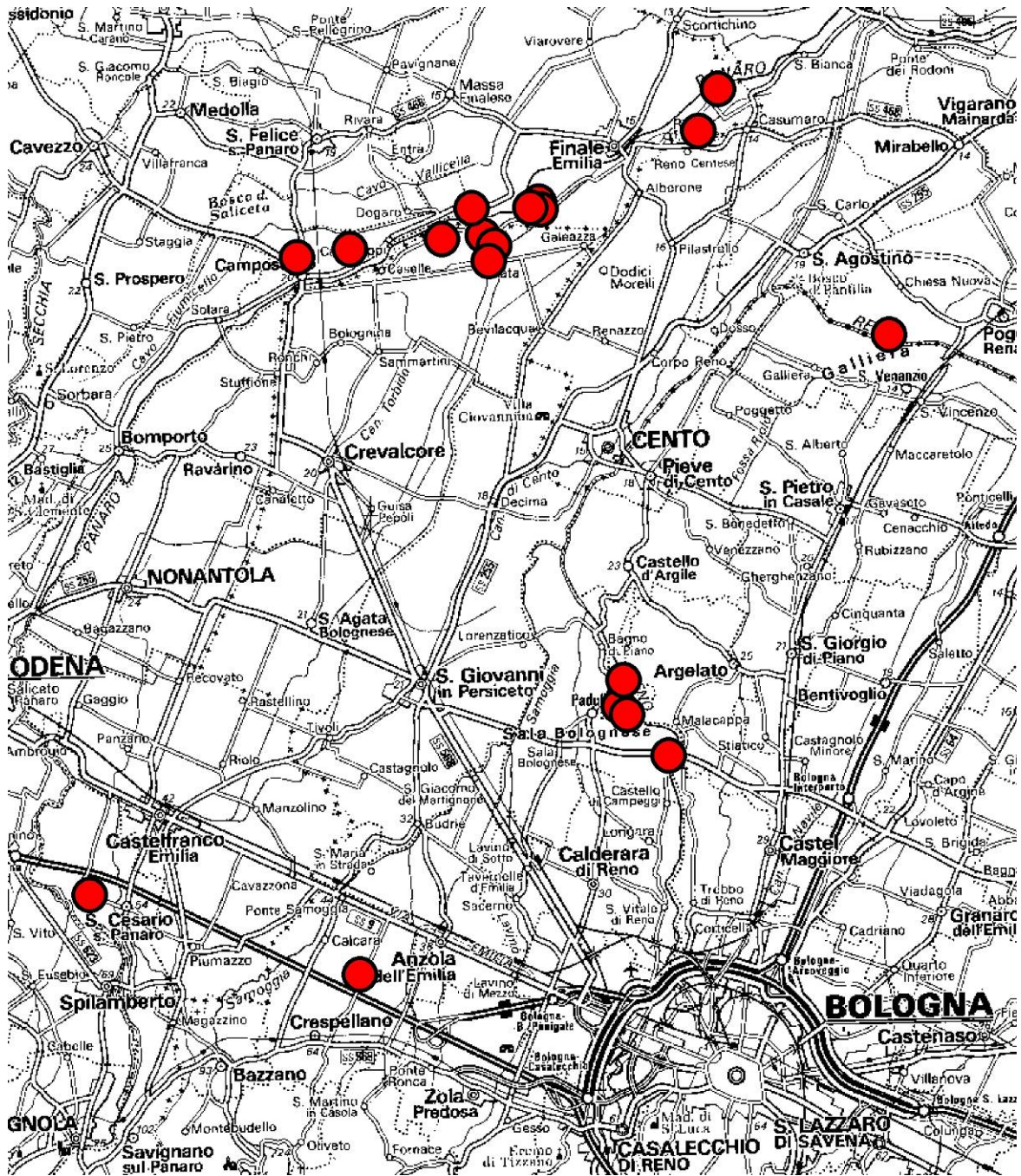
Negli ultimi due decenni, una serie di particolari strutture morfologiche, di taglia mesoscopica (da metriche a decametriche), si è sviluppata in vari luoghi nella pianura dell'Emilia Romagna ed in particolar modo nella pianura bolognese (Comuni di Bologna, Crespellano, Crevalcore, Galliera, Sala Bolognese) e modenese (Comuni di Camposanto, San Felice sul Panaro, Finale Emilia, San Cesario sul Panaro, Castelfranco Emilia).



Tali strutture, che sembrano manifestarsi in superficie in tempi rapidi e si presentano come "buchi" di varie dimensioni e forma, vengono comunemente denominate "sprofondamenti e/o scavarnamenti del piano di campagna" SPD, oppure nella letteratura scientifica (da A. Castellarin et alii, 2006) "meso-pseudo-dolines" (Mpd, doline) e collassi o "meso-pseudo-sinkholes" (Mps, inghiottitoi), così come proposto da Martelli (2005). Fenomeni noti col nome di "Earth-fissure" (Carpenter, 1999) sono stati invece identificati solamente in un caso, vicino a Bologna, con la produzione di una piccola struttura connessa ad una normale depressione (Mpd).



In generale i Mps si presentano come piccole depressioni (da decametriche a metriche) nel terreno, svelando l'esistenza di una camera sotterranea vuota che si era già sviluppata sotto il terreno agrario. Questa cavità sembra aumentare il proprio volume per mezzo di reiterati crolli dalle pareti che si sviluppano a partire da sistemi di fratture esistenti all'interno dello strato superficiale di terreno: a volte le camere sotterranee assomigliano ad ampie fratture lineari. È probabile che oltre un determinato valore del volume, il tetto della cavità collassi.



Le cavità non mostrano alcuna traccia di attività di animali; contengono esclusivamente sedimenti di origine gravitativa e non sembrano ospitare flussi d'acqua attivi. Più camere sotterranee sembrano spesso essere allineate lungo brevi segmenti di diversa direzione. I Mps possono essere associati ad un Mpd subcircolare, ellittico o poligonale, avendo un diametro principale massimo di 40 m., una profondità centrale massima di circa 10 - 20 cm ed un tasso di abbassamento al centro non superiore a 100 mm annui (Bonori et alii, 2000). Sono stati registrati spesso in frutteti, in cui il suolo non è disturbato stagionalmente dalle lavorazioni agricole.

È stato anche possibile vederli assorbire rapidamente grandi quantitativi di acqua piovana accumulatasi nei fossi di scolo. Su un periodo d'osservazione almeno decennale, i casi di Mps interessano le stesse aree, senza una regolare distribuzione nello spazio interessato; oltre a ciò, continuano a svilupparsi lentamente (col progressivo inerbimento del terreno interessato) se non vengono colmati artificialmente.



È interessante notare che, almeno in un caso, erano già conosciuti durante l'ultima guerra mondiale, cioè prima dell'inizio del forte abbassamento dei livelli di falda e dei grandi fenomeni erosivi di origine antropica che si sono manifestati a partire dagli anni '50 (Cremonini, 2004).

La maggior parte dei Mps si trova ad una certa distanza dai letti dei corsi d'acqua (fino a 200-750 m) in terreni argillosi, limoso-argillosi o sabbioso-limosi: a volte essi si sviluppano anche nella parte centrale delle aree caratterizzate da depositi fluviali fini, ove non è possibile ipotizzare alcun legame con gli attuali thalweg dei corsi d'acqua. Inoltre, quando i Mps si trovano vicino agli argini dei fiumi (quali Reno, Panaro, Po), non hanno mai rivelato una connessione idraulica diretta con le aste fluviali. Inoltre, sono presenti in terreni affetti da tassi di subsidenza artificiale sia deboli che elevati (ARPA, 2001).



La varietà dei caratteri morfologici, assieme all'impossibilità di definire una vera rete di drenaggio sotterranea, ci autorizza a supporre un prevalente meccanismo di controllo verticale per le cavità in oggetto. Un tale sistema può essere confrontato con i crateri continentali, prodotti da emissioni di gas. Strutture fossili simili sono conosciute lungo il margine Appenninico (Curzi et alii, 1987).

Tra le varie possibili genesi di tali fenomeni sono state prese in considerazione da vari ricercatori, poi scartate, le seguenti ipotesi:

- la dissoluzione chimica delle rocce o dei sedimenti (carsismo) indotta dalla circolazione dell'acqua nel sottosuolo.
- I processi carsici non possono essere invocati per spiegare simili fenomeni, poiché le sottili successioni neogeniche sepolte della zona non contengono alcuna specie di roccia carbonatica (calcare ed affini) o evaporitica (gesso o anidridi in particolare). Inoltre, in queste zone di pianura pressoché pianeggiante i gradienti idraulici e la permeabilità dei sedimenti permettono solamente circolazioni sotterranee d'acqua lente e modeste;
- l'erosione meccanica sotterranea dell'acqua (soffusion), a creare condotti e cavità, prodotta dall'infiltrazione verticale delle acque meteoriche. La stessa "soffusion" orizzontale può a sua volta essere esclusa per motivi analoghi, a causa della scarsa energia qui osservabile nel moto delle acque sotterranee, incompatibile con fenomeni di erosione e trasporto dei sedimenti. Inoltre, sarebbe estremamente difficile spiegare

l'esistenza e la generazione di spazi vuoti in profondità, aventi la funzione di accogliere al proprio interno i sedimenti asportati. Oltre a ciò, questi meccanismi sembrano poco consistenti con lo stato dei terreni coinvolti nei fenomeni in studio, i quali sono affetti da sprofondamenti molto marcati.

- il transito diretto di acqua in condotti sotterranei (cioè il sifonamento degli argini, correlato alla risalita dell'acqua sotto pressione durante eventi di piena, con la produzione dei cosiddetti "fontanazzi"), generate ai lati dei corsi d'acqua principali nei loro tratti di pianura. Il sifonamento degli argini non può essere invocato per giustificare gli sprofondamenti perché i Mps non hanno mai permesso risalite di acqua durante o dopo le fasi di piena dei fiumi della zona (Febo, 1999; Martelli, 2005), ed inoltre i Mps sono stati registrati anche in aree molto lontane dagli alvei dei fiumi.
- la decomposizione di gas idrati (clatrati), che coinvolge rilevanti perdite di volume in profondità (10-13%) ed il rilascio di miscele di metano ed acqua. Perdite nel volume ed abbassamento del suolo non si possono attribuire dalla scissione di clatrati esistenti in profondità, dato che la loro esistenza può essere ammessa solo durante il passato remoto (pleistocene); attualmente tali composti devono essere considerati completamente scomparsi nei sedimenti coinvolti.
- I collassi dei suoli (Mps) della pianura emiliana, fin qui descritti, si possono mettere in relazione solo parzialmente con i fenomeni di subsidenza regionale; in effetti, la subsidenza può causare solo cedimenti del suolo diffusi e regolari, come è stato documentato nell'intera Pianura Padana (Pieri e Groppi, 1981 e successivi; Carminati e Di Donato, 1999; Carminati e Martinelli, 2002). Le forme superficiali riportate necessitano, per la propria genesi, di perdite di volume localizzate totalmente indipendenti da fattori di controllo regionali.
- Risalita di acque salate profonde. Ipotesi scartata per l'assenza di evidenti segni di tale risalita.
- È stata considerata anche la possibile attività fossoria faunistica (escavazione di tane da parte di vertebrati di varie dimensioni), l'ipotesi è però stata scartata dall'esperienza e dalla ragionevolezza che induce a ritenere non imputabili all'attività animale, per i taxa animali qui rappresentati, manifestazioni con le dimensioni di quelle rilevate.

Tra le ipotesi più accreditate per la genesi dei collassi dei suoli vi sono (Castellarin et alii - 1996):

1. Volumi di gas in sovrappressione, ospitati in cavità superficiali e capaci di sostenere il sovrastante strato di terreno agrario.
Questa interpretazione può trovare riscontro con i forti volumi di metano rilasciati dal terreno, ma sembra essere contraddetta dall'assenza di eventi importanti di rilascio di gas nei periodi precedenti gli sprofondamenti. In effetti sulla superficie mancano completamente depositi ascrivibili alla risalita di fluidi verso la superficie solitamente associati a risalite di gas; oltre a ciò, le cavità riempite di gas dovrebbero essere messe in risalto da strutture positive quali rilievi o domi. Nelle zone studiate, non sono mai stati osservati simili fenomeni nonostante l'origine recente di molti sprofondamenti, alcuni dei quali sono stati studiati anche durante la loro rapida fase di sviluppo. Si deve osservare che una cavità, riempita di gas e successivamente svuotata, non potrebbe produrre alcuna depressione del suolo visibile in superficie, se non avesse un volume di almeno alcuni metri cubi; per contro, in superficie si osservano frequentemente fori e cavità.
2. Distacchi ciechi della copertura in superficie, con l'apertura di fenditure al di sotto del terreno che si trova sospeso sulle camere vuote.
L'equilibrio statico è definito dalla consistenza del suolo sospeso sulla cavità.

Questa proposta è coerente con le circostanze riscontrate in diverse manifestazioni. Infatti, se la zona sorgente dei collassi (Mps, Mpd), prodottasi da perdite di volume, dovesse essere collocata da alcune decine ad alcune centinaia di metri di profondità, le buche in superficie dovrebbero essere molto blande e difficilmente individuabili, a causa della tensione di confinamento prodotta dal forte carico della colonna litostatica interessata. Al contrario, i fori sono molto marcati al livello del suolo. Di conseguenza, la zona sorgente degli sprofondamenti deve essere posta in prossimità della superficie (ad alcuni metri di profondità); inoltre, la perdita di volume ed i collassi si devono essere sviluppati alla superficie in un ristretto lasso di tempo, come documentato dalla loro rapida evoluzione. In questa sede si suppone che simili processi siano stati innescati in profondità a causa della consolidazione di sedimenti sciolti (all'interno di depositi limosi ed argillosi, o anche di terreni ricchi in materia organica). A causa delle disomogeneità e del loro comportamento non uniforme, la parte superiore della successione sedimentaria si deve essere distaccata dai materiali sottostanti, generando cavità instabili prossime al piano campagna. Le loro caratteristiche di stabilità hanno dato luogo al collasso del suolo sospeso al di sopra di esse, con la creazione di buche e fori (Mps, Mpd) alla superficie, così come precedentemente esposto. Questa evoluzione finale del fenomeno produce una intensa fessurazione del suolo, incrementi nella porosità e permeabilità, e mobilitazione di liquidi e gas verso l'alto.

Da quanto esposto appare evidente quanto incerta sia ancora la spiegazione di tali fenomeni, che preoccupano per la loro difficile collocazione spazio temporale.

E' infatti riconosciuto il ripetersi del fenomeno nel medesimo sito, anche se non si può stabilire con certezza la sua durata e frequenza, e non è ancora possibile stabilire le condizioni al contorno che caratterizzano la possibilità del suo manifestarsi.

Va però anche ricordato che, sino ad oggi, non si sono verificati danni a strutture antropiche (edifici o infrastrutture) causati da tali fenomeni, anche se non è possibile escludere che questo possa avvenire in futuro.

Qualora la fenomenologia si sviluppasse con i criteri prima esposti, un sito di prossimo interessamento (ovvero di trasferimento verso la superficie dei vuoti generati in profondità) potrebbe essere riconosciuto attraverso l'esecuzione delle comuni prove penetrometriche, sempre che le "camere" abbiano volumi consistenti, ma è facilmente comprensibile come le comuni indagini eseguite per la caratterizzazione meccanica e sismica dei terreni, non siano in grado di evidenziare la possibile manifestazione del fenomeno quando questo si sta strutturando in profondità

Da qui la necessità di continuare con la ricerca scientifica ed il monitoraggio dei fenomeni per comprendere le cause che lo generano e le modalità con cui si sviluppa, al fine di individuare metodiche speditive di rilevamento che consentano di gestire il territorio avendo a riferimento anche tale eventualità.

In tal senso la Provincia di Bologna ha attivato un canale comunicativo per il censimento e la raccolta di dati riguardanti i fenomeni, con la predisposizione di una apposita scheda di rilevamento scaricabile dal sito www.provincia.bologna.it.

6.1.2 LITOLOGIA DI SUPERFICIE

Con litologia di superficie s'intende la litologia che caratterizza il terreno alla profondità di circa un metro dal piano campagna, escludendo il suolo ed il terreno vegetale superficiale.

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

- "Carta geomorfologica della Pianura Padana"¹⁶, 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.
- "Tavole delle litologie superficiali" redatte nel contesto del Piano Strutturale Comunale dell'Associazione Comunale Terre di Pianura
- "Carta della Litologia e dei Paleoalvei" allegata al P.R.G. comunale vigente (1986) in scala 1:25.000

Sono inoltre state reperite le cartografie disponibili tra i documenti di pianificazione appartenenti al Comune di Bologna (utili al margine meridionale dell'area).

I documenti disponibili, per l'area in esame, tendono a ricostruire in maniera abbastanza simile la distribuzione delle varie classi litologiche.

Sulla base dei dati esistenti si è elaborata la carta della "Litologia di superficie" (tavola QC.6/t1), la quale, oltre che per una conoscenza litostratigrafica complessiva del territorio, è stata impiegata, assieme ad elaborati cartografici relativi ad altri elementi ambientali, nella validazione della carta della "Vulnerabilità naturale dell'acquifero" (tavola QC.5/t10).

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

- Ghiaie e terreni prevalentemente ghiaiosi;
- 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 nella parte centrale settentrionale del territorio.

| | mq | % |
|---|-----------|------|
| Ghiaie e terreni prevalentemente ghiaiosi | 608324 | 0,2 |
| Sabbie e terreni prevalentemente sabbiosi | 99597220 | 26,6 |
| Limi e terreni prevalentemente limosi | 131782374 | 35,1 |
| Argille e terreni prevalentemente argillosi | 142869373 | 38,1 |
| TERRITORIO ASSOCIAZIONE COMUNALE | 374857289 | 100 |

¹⁶ AUTORI VARI - *Carta geomorfologica della Pianura Padana* - ed. Selc.

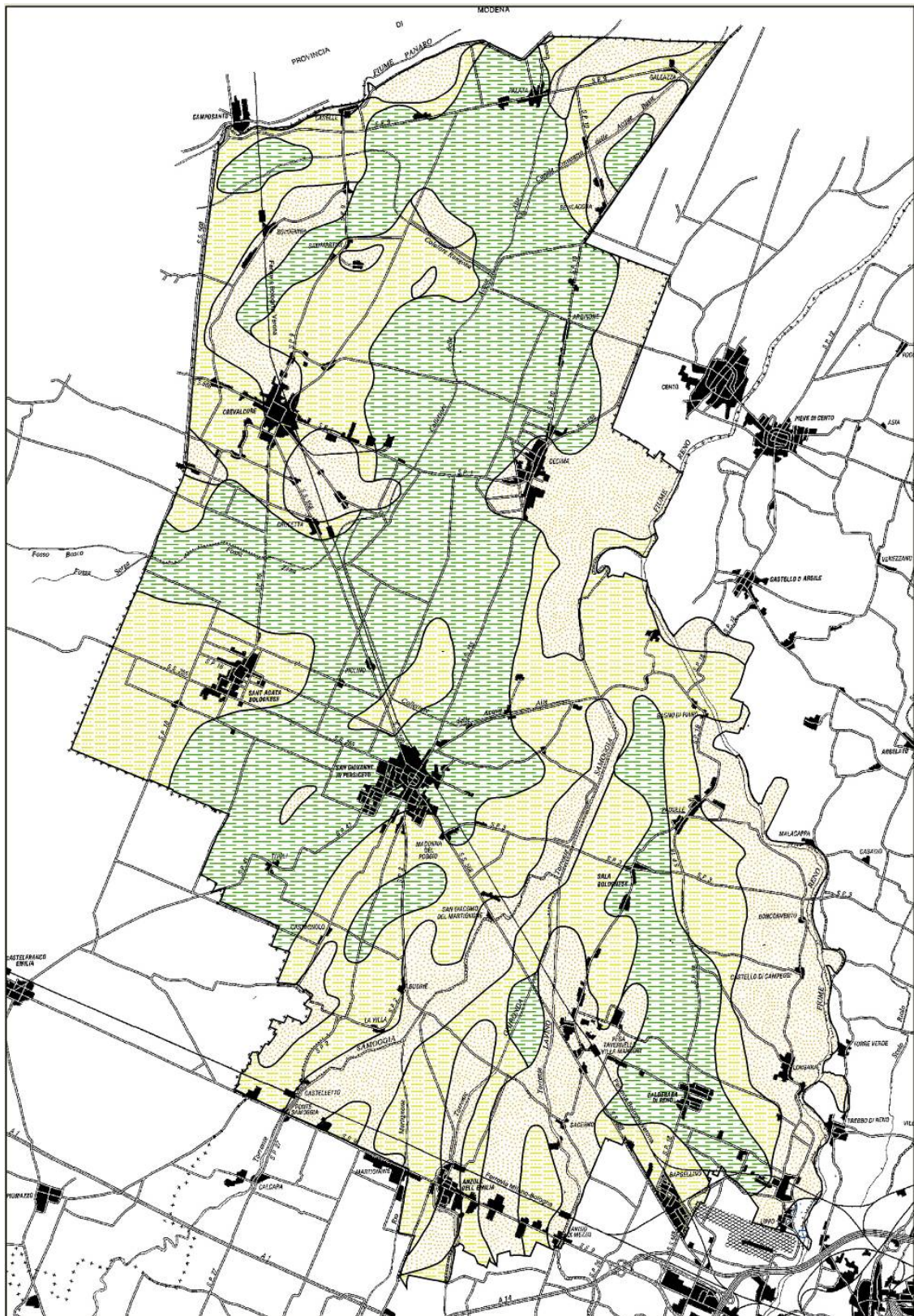


Fig. 6.10 - Carta della litologia di superficie su base semplificata

Lungo le aste dei corsi d'acqua, compresi gli alvei relitti, sono presenti litologie più grossolane, generalmente sabbiose; i materiali ghiaiosi sono molto rari, e si concentrano al margine meridionale del territorio dell'Associazione, in una modestissima area appartenente all'alveo del Fiume Reno.

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.

6.1.3 GEOMORFOLOGIA

La caratterizzazione geomorfologia del territorio dell'Associazione Comunale Terre d'Acqua 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 del territorio sono rappresentati dalle forme e depositi fluviali ed, in epoca più recente dall'intervento dell'uomo;

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

- "Geomorfologia ed evoluzione recente della Pianura Padana"¹⁷;
- "Carta Geomorfologia della Pianura Padana", AAVV;
- "Carta geomorfologica", Bergonzoni A. & Elmi C.;
- "Geologia del territorio di pianura del Comune di Bologna;

I contenuti emersi sono stati verificati con la cartografia aerea e poi quindi 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 6.1.3.1 Microrilievo).

Tutte le forme del paesaggio, sia naturali che d'intervento antropico, riconosciute sul territorio in esame, sono state rappresentate nella tavola QC.6/t2 "Geomorfologia".

L'area in esame è caratterizzata dalla presenza di strisce rilevate, dette "dossi", corrispondenti ad alvei antichi od attuali pensili sulla pianura circostante e da zone morfologicamente depresse, dette "valli", 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 a nord, in territorio di Crevalcore, con sviluppo in direzione N-S parallelamente al confine comunale, a sud, lungo il corso del fiume Reno e del torrente Samoggia e Lavino.

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.

¹⁷CASTALDINI D. (1987) - *F° 75 Mirandola: un esempio di cartografia geomorfologica* - Atti della Riunione dei Ricercatori di Geologia, Milano

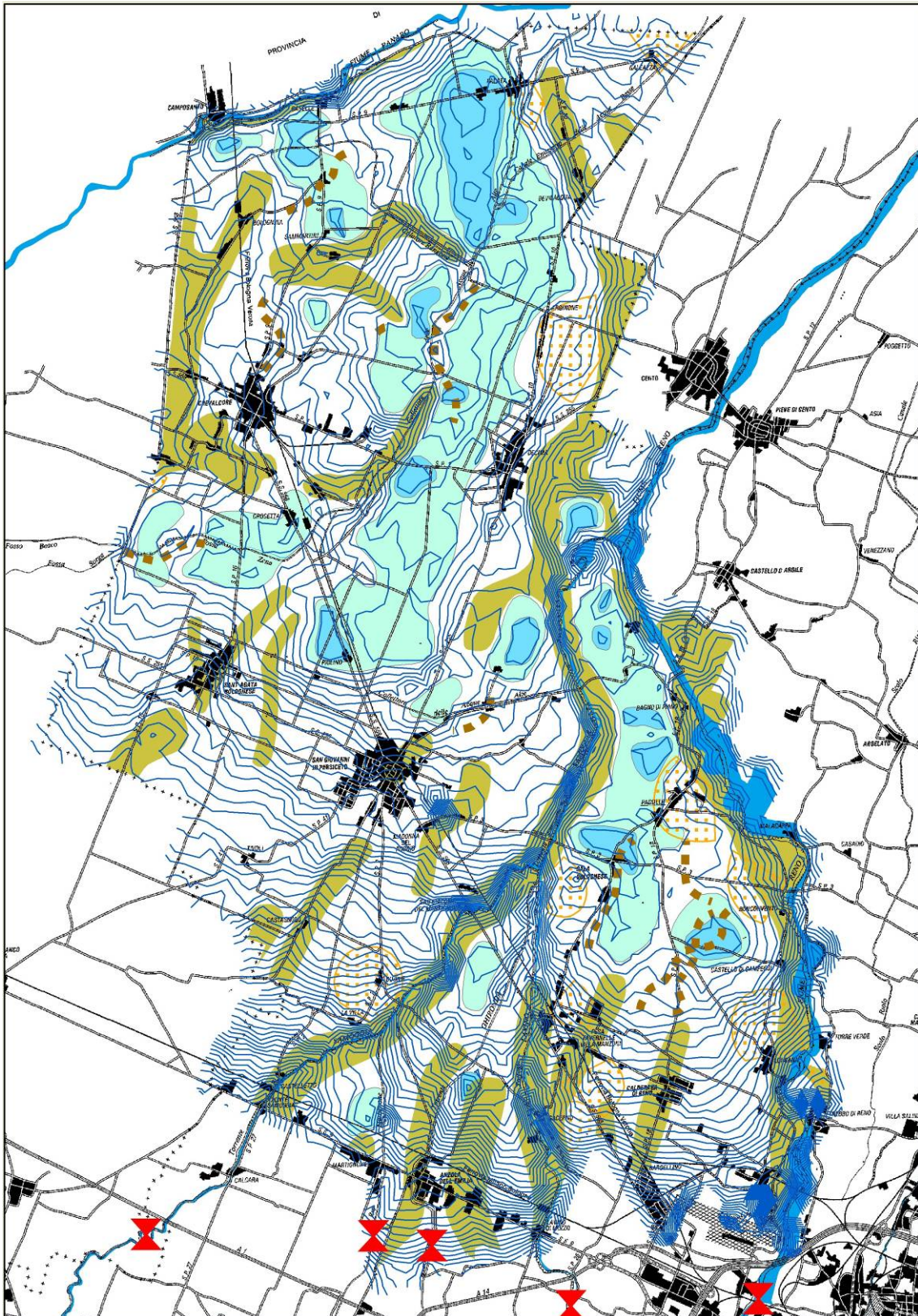


Fig. 6.11 - Carta geomorfologica su base semplificata

Accanto alle zone morfologicamente rilevate sono state perimetrate le aree morfologicamente depresse, distinguendo le vere e proprie depressioni chiuse "Aree morfologicamente depresse a deflusso idrico difficoltoso", dalle superfici, poste al contorno, che hanno semplicemente problemi di scolo dovuti alla scarsa acclività, definite "Aree morfologicamente depresse e/o a debolissima pendenza".

Tali conche morfologiche rappresentano ancora 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.

Queste forme del terreno, responsabili di gravi problematiche evidenziate anche dalla Bonifica Reno Palata (come riportato nella tavola QC.6/t5 - "Criticità idrauliche"), sono diffuse nella parte centro - settentrionale del territorio comunale; i fenomeni di subsidenza degli anni recenti hanno ulteriormente aggravato queste problematiche, mettendo in seria difficoltà la rete dei canali consortili della zona.

Si segnala anche la presenza di alcuni alvei relitti riportati in carta, non chiaramente marcati da dossi evidenziabili a livello altimetrico, ma comunque segnalati in letteratura o ben visibili dalla fotografia aerea.

Sono state riportate anche le conoidi di rotta fluviale, ascrivibili ad episodi di esondazione dei principali corsi d'acqua e concentrate principalmente lungo il corso del Reno e del Samoggia.

Nelle cartografia 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.

Si sottolinea infine che l'apparto di conoide maggiore per l'area in esame, appartenente al Fiume Reno, si deve considerare sostanzialmente esaurito già a monte della Via Emilia ad est di Lavino di Mezzo; questa forma del terreno, sebbene importante in sé, risulta essere totalmente esterna al territorio dell'Associazione, e per questo motivo non è stata riportata in carta.

6.1.3.1 Microrilievo

Per l'area in esame, grazie alla disponibilità della Regione Emilia Romagna - Servizio Sistemi Informativi Geografici, è stato possibile realizzare una ricostruzione altimetrica di forte accuratezza; il risultato di questa operazione è rappresentato, assieme ad altri elementi, nella tavola QC.6/t2 "Geomorfologia", che reca la rappresentazione delle curve di livello ottenute, con equidistanza di 50 cm.

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, devono avere alterato in maniera non trascurabile l'elevazione del piano campagna, specialmente nella parte meridionale del territorio dell'Associazione. Nonostante questo, la ricostruzione del rilievo si è rivelata uno strumento importante nella definizione delle forme del terreno dell'area in esame.

Si rammenta che le elaborazioni finalizzate alla realizzazione delle isolinee disponibili in carta hanno coinvolto all'incirca 43.800 punti quotati, dei quali almeno i tre quarti ricadenti all'interno del territorio dell'Associazione; l'utilizzo di una certa quantità di punti esterni aggiuntivi si è rivelato utile nella definizione del dato in prossimità dei confini del territorio in esame. L'elaborazione effettuata è consistita in una semplice interpolazione sul modello "distanza inversa", comunemente utilizzata in operazioni simili. L'aderenza delle curve di livello al dato fornito dai punti, in tal modo, è elevata; per contro, le stesse curve presentano un andamento spigoloso ed irregolare.

L'analisi del microrilievo, condotta a partire dai dati numerici forniti dalla Regione, ha permesso una ricostruzione di dettaglio dell'assetto topografico territoriale, oltre che di affinare le rappresentazioni dei maggiori elementi morfologici.

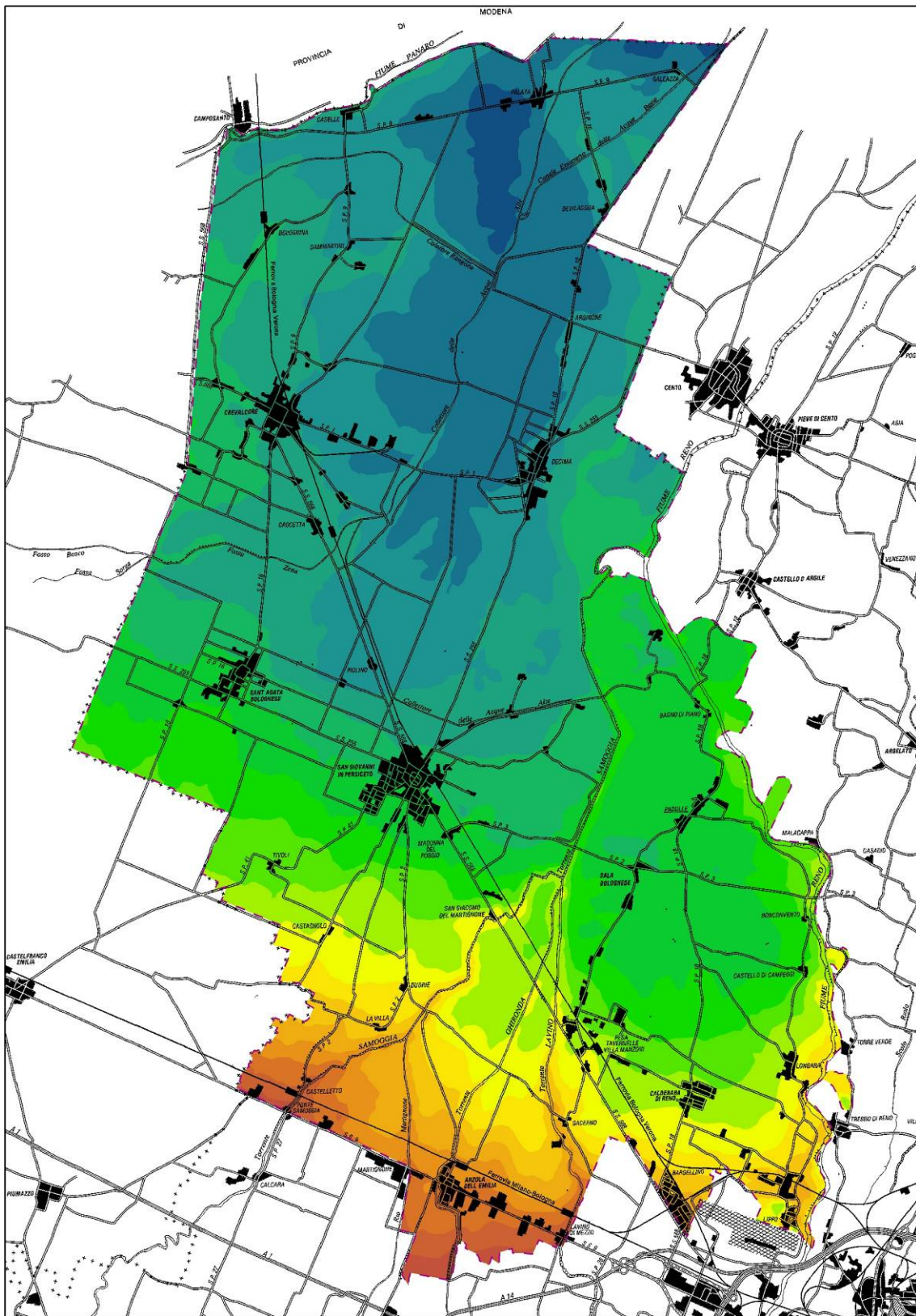


Fig. 6.12 - Microrilievo ottenuto dall'elaborazione dai dati numerici del terreno forniti dalla RER

Dal punto di vista topografico l'area comunale presenta una morfologia insospettabilmente varia se si tiene conto che si colloca nella bassa pianura; le quote variano all'interno del territorio tra i 20.0 - 20.5 m s.l.m. dell'estremità occidentale (zona a ovest di San Biagio), ai 9.5 - 10.0 m s.l.m. della zona nord-orientale (loc. "Il Cristo delle Valli), con graduale decremento spostandosi da ovest verso est.

In senso nord-sud, si riconosce una fascia, posta lungo l'allineamento San Biagio-Rivara, dove le quote del terreno risultano più rilevata e due fasce marginali, poste a sud e nord, dove le quote del terreno presentano valori nettamente inferiori, con differenze anche di 4.0 - 5.0 m.

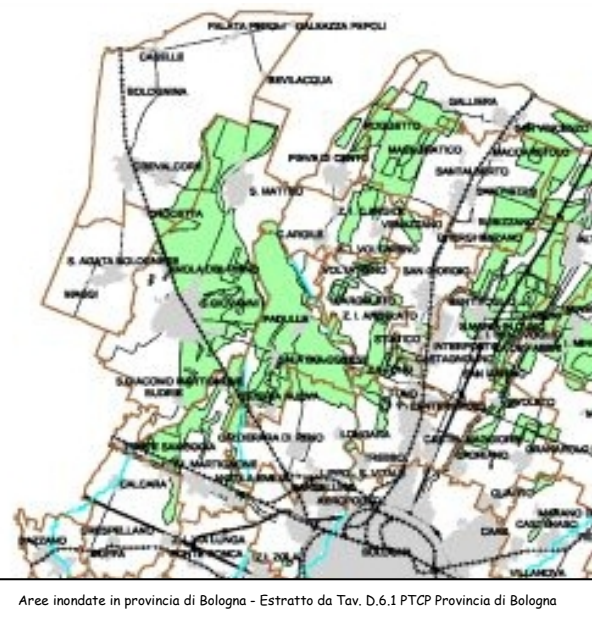
Accanto alla ricostruzione topografica è stata anche possibile una ricostruzione morfologica di dettaglio delle principali forme presenti sul territorio; se è infatti vero che a grandi linee le forme del terreno proposte dai precedenti Autori hanno trovato una discreta conferma, va però sottolineato che le isolinee elaborate nella presente cartografia hanno permesso di rappresentare in maniera più dettagliata queste stesse morfologie.

Nello specifico, è stato possibile, in questa sede, ridefinire i perimetri di alcuni dossi di origine fluviale, chiaramente evidenziati dall'andamento altimetrico dell'area in esame, specialmente nella parte centrale del territorio dell'Associazione.

Anche le aree depresse, o affette da difficoltà di scolo delle acque meteoriche, sono state perimetrare con maggiore precisione; l'altimetria di dettaglio utilizzata in questa sede ha permesso di distinguere le depressioni in due categorie, con caratteristiche di criticità idrauliche differenti, le "Aree morfologicamente depresse a deflusso idrico difficoltoso" e le "Aree morfologicamente depresse e/o a debolissima pendenza", caratterizzate da semplici problemi di scolo dovuti alla scarsa acclività.

6.1.3.2 Esondabilità del territorio

Il territorio in esame è stato interessato da numerosi eventi di piena dei corsi d'acqua e da alluvioni dovute a rotture o sormonto degli argini costruiti nelle varie epoche storiche a cura, prima dei proprietari privati frontisti e poi, dal 1800 in avanti, dagli Uffici delle varie Amministrazioni statali succedutesi. I corsi d'acqua le cui alluvioni hanno creato maggiori danni nel territorio sono il Fiume Reno per le fuoriuscite avvenute dall'argine sinistro, il torrente Lavino, il Torrente Ghironda ed il Torrente Samoggia che ha interessato in alcune alluvioni anche il territorio del Persicetano in sponda sinistra.



Diverse sono le alluvioni di questi corsi d'acqua, di cui storicamente si ha notizia sul territorio in esame, alcune delle quali con esiti disastrosi per la popolazione. Per quanto riguarda il fiume Reno, si ricordano le già menzionate rotte che hanno portato a successivi spostamenti del corso d'acqua, già nel 1100, con probabile rottura di argini e una

nuova inalveazione spontanea e nel 1451-1460 con spostamento dell'alveo, che da tre quattro secoli costeggiava il territorio allora più vasto del comune di Castello d'Argile (alveo riconoscibile nella via di Cento ancora oggi detta "Reno vecchio"), su un corso scavato qualche chilometro più ad est, in seguito alle "rotte" di Bagnetto e Bisana

Per quanto riguarda il torrente Samoggia, lungo tutto l'Ottocento si succedono svariate rotte del Samoggia¹⁸ nonostante l'opera intensa di rinforzo e, in diversi casi, anche di sopraelevazione degli argini: 1800, 1807, 1815, 1827, 1842, 1854, 1884, 1896, sono tutti anni nei quali l'esondazione delle acque hanno pesanti effetti nei Circondari Casamento Palata e Dosolo.

La rotta del 1854 fu descritta dall'ing. Luigi Franceschini: *Ad onta di tali sezioni in seguito della straordinaria piena dell'8 dicembre 1854, le acque non lasciarono di franco che un cinquanta centimetri circa nei punti più vantaggiosi, mentre alla Botta Landuzzi vicino alla Forcelli vi correvano a livello, ed alla Botta Monari posta fra S. Giacomo e la suddetta Botta, sormontarono l'argine a modo da produrre dal lato di campagna ampie corrisioni e se non s'aprivano il varco al mezzodì nei beni dei signori Marchesi Malvezzi sarebbe avvenuta la rotta immancabilmente alla suddetta Botta. Questo grande cumulo di acque si riproduce ogni volta che la Samoggia trova elevato il Reno in cui si scarica*⁶⁵...

Vent'anni più tardi l'ing. Icilio Tornani¹⁹ calcolava che dal 1827 al 1877 si erano verificate 11 rotte degli argini del Samoggia di cui 9 da "sormonti" delle acque, una da corrosione degli argini e un'altra da "sifone", praticamente una rotta ogni quattro anni e mezzo, un dato che da solo esprime la precarietà della tenuta idraulica del sistema Lavino-Samoggia con conseguenze pesanti sulle terre di pianura.

Nel 1868 si verificò quella che a memoria d'uomo è la più disastrosa piena del Lavino a sud della via Emilia. Nella notte fra il 21 e il 22 settembre, dopo giorni di intense piogge, il fiume ruppe gli argini sul lato destro all'altezza della villa Zanchini, con l'acqua che trasformò la via Cava in un fiume, per poi uscire dall'alveo anche a sinistra, allagando nella notte tutto il borgo di Lavino di Sopra. In pochi minuti annegarono diverse persone mentre altre vennero tratte fortunatamente in salvo anche grazie al coraggio di diversi giovani, le cui azioni vennero in seguito riconosciute in una pubblica cerimonia indetta dal Comune. Oltre ai morti, diverse decine di famiglie rimasero senza casa e il Comune chiese l'intervento del Genio Civile per riparare gli argini e crearne di nuovi, in mattoni, in gran parte ancora oggi visibili a monte e a valle dell'abitato²⁰.

Per quanto riguarda gli eventi storici più significativi del fiume Reno degli ultimi 100 anni, si è fatto riferimento allo studio "Le piene più significative del fiume Reno nel XX secolo" a cura di Enrico Cerioni²¹.

Si riportano di seguito gli eventi significativi per il territorio in esame.

1 - La piena del marzo 1934 ha prodotto alti livelli nel tronco vallivo per la saldatura di quattro colmi in una unica onda al Gallo e per la concomitanza del colmo di Reno alla Bastia con quello degli affluenti;

4 - La piena del novembre 1940 ha prodotto alti livelli nel bacino montano e lungo l'asta arginata fin quasi alla Bastia (superiori a quelli precedentemente registrati), scarso l'apporto del Samoggia; il bacino di Suviana ha avuto la funzione di contenimento con un volume trattenuto pari al 7,7% di quello defluito a Casalecchio. Nel tratto compreso fra

¹⁸ POLUZZI L. - Cronologia delle rotte del Samoggia e del Reno, in ' *Tra Reno e Samoggia: soluzioni per due fiumi*'.

¹⁹ TORNANI I. - *Notizie e dati statistici sul Reno e suoi influenti*, Milano, 1877

²⁰ BELLETTI A. - *Zola Predosa. Preistoria, storia ed arte*, Bologna, 1987, (pag. 201-202).

²¹ ENRICO CERIONI - *Le piene più significative del fiume Reno nel XX secolo* - Autorità di Bacino del Reno. (Bologna, aprile 2001).

Bologna e la confluenza del Samoggia si verificarono *tracimazioni e rotte al Boschetto ed al Ponte di Bagno con conseguenti allagamenti nei territori della bonifica:*

9 - La piena del novembre 1966 ha avuto la peculiarità della persistenza del livello idrometrico, alla Chiusa di Casalecchio, sopra 2,50 per quasi 5 ore (circa 27.000.000 di m³); questo volume d'acqua notevolissimo ha prodotto il sormonto delle arginature nelle zone delle grandi golene con conseguenti rotte; in tutti i corsi d'acqua del bacino si sono registrate situazioni di pericolo; sul Reno esondazione a seguito di sormonto e successiva rotta in argine sinistro a Castel Campeggi con allagamento di circa 3800 ettari ed in argine destro al Boschetto con allagamento di ulteriori 1600 ettari ; nel Samoggia si sono verificate due rotte arginali una in sinistra in località Forcelli ed una in destra in località Lorenzatico con conseguenti allagamenti di circa 3000 ettari; primo reale utilizzo del Cavo Napoleonico come scolmatore di piena del Reno. Rotte di Reno a Castel Campeggi ed al Boschetto; rotte di Samoggia ai Forcelli e a Lorenzatico;

12 - La piena del settembre 1994 ha avuto deflussi regolari per il Reno fino quasi alla confluenza del Samoggia, ma a Cento, il livello è risultato di soli 4 cm inferiore a quello raggiunto nella precedente piena del novembre 1990, senz'altro per l'effetto del maggior contributo di Samoggia; la manovra sul Cavo, con scolmo in Po di circa 15 milioni di metri cubi effettuata in 15 ore, ha prodotto una eccessiva riduzione del franco allo sfioratore del Gallo, 2,00 metri circa; e alla Bastia, per effetto della scarsa portata d'Idice e di Sillaro nonché di quella di Reno, decisamente scolmata in Cavo, ha fatto registrare un livello di tutta tranquillità.

Di seguito vengono riportate informazioni relative ad alluvioni, dal 1937 ad oggi, desunte dalla pubblicazione " *Tra Reno e Samoggia: soluzioni per due fiumi*²² che hanno interessato i territori in esame ed avvenute per rottura o sormonto delle arginature dei corsi d'acqua nel territorio di pianura.

| Rotte ed alluvioni di Reno, Samoggia e Lavino | | | |
|--|----------|--|--|
| 30/08/1937 | Samoggia | Rotta argine sinistro a Ponte Loreto | Allagamento di circa 1.800 ha nel territorio del Consorzio Cavamento Palata |
| 02/09/1937 | Samoggia | Nuova rotta in destra a Bagno | Allagamento nel territorio di Bagno di Sala Bolognese (*1) |
| 17-18/11/1940 | Reno | Rotta argine sinistro a Boschetto e Ponte di Bagno | Allagamento di circa 1.500 ha nella zona di Bagno di Piano, Padulle, Sala Bolognese e Bonconvento (portata stimata a Casalecchio 1.810mc/s) |
| 29-30/04/1956 | Samoggia | Sormonto argine sinistro a S. Giacomo del Martignone | Allagamento del territorio compreso tra S. Giacomo e S. Giovanni in Persiceto per 2.500 ha (*2) |
| 29-30/04/1956 | Samoggia | Rotta argine destro alla confluenza con il Lavino | Allagamento di una zona di 420 ha compresa tra Samoggia e Lavino (*2) |
| 29-30/04/1956 | Lavino | Rotta argine destro a Forcelli | Allagamento di una zona di 500 ha compresa tra Samoggia e scolo Dosolo |
| 04/11/1966 | Reno | Rotta argine sinistro a Castel Campeggi | Allagamento di 5.000 ha del territorio di Sala Bolognese, praticamente tutta l'area compresa tra gli argini del Reno e del Samoggia (portata stimata a Casalecchio 1.600mc/s) (*2) |
| 04/11/1966 | Samoggia | Rotta in sponda sinistra in località Zenerigolo | Allagamento del territorio di S. Giovanni in Persiceto da Forcelli fino alla località Tassinara per circa 4.000 ha (*2) |

²² FUOCO M., PIZZOLI P., SOLA S., - Evoluzione paleoidrografica della pianura compresa tra Samoggia e Reno, in " *Tra Reno e Samoggia: soluzioni per due fiumi, San Giovanni in Persiceto*", 1999

| | | | |
|---------------|----------|--|--|
| 04-05/12/1966 | Samoggia | Nuova rotta in sinistra per sormonto della coronella a Zenerigolo e rotta in destra presso Bagno | Nuovo allagamento del territorio di S. Giovanni in Persiceto con scarico nelle valli di Decima delle acque del Reno che stagnavano nella zona di Padulle e Bagno dopo la rotta del 4 novembre (*2) |
| Aprile 1978 | Lavino | Rotta in sponda destra a valle ponte SS n. 568 | Allagamento di 5 ha nella zona di Sala Bolognese |
| Febbraio 1979 | Lavino | Rotta in sinistra a valle SS n. 568 e tracimazione in destra | Allagamento di 10 ha nei comuni di Calderara e Sala Bolognese |

Gli eventi di piena registrati nei corsi d'acqua sono catalogati, dal 1981 ad oggi, presso l'Ufficio Idrografico e Mareografico di Bologna attraverso la rete di telerilevamento in tempo reale.

I dati relativi ad eventi di piena degli anni precedenti al 1981 sono disponibili, su base cartacea, nei registri del Servizio di Piena dell'ex Ufficio Speciale del Genio Civile per il Reno, ora presso gli archivi della Regione Emilia-Romagna.

- (*1) 2 settembre 1937 - pochi anni dopo il collaudo della cassa di espansione di Dosolo e dello stabilimento idrovoro di Bagnetto, a seguito di una piena, gli argini cedettero in destra a Bagno di Piano e a sinistra in territorio persicetano. Subito dopo gli argini del Samoggia cedettero anche quelli del Lavino e del Ghironda, inondando i terreni di alcuni fondi in comune di Sala. Sono gli anni nei quali viene realizzata anche la chiavica Paltrone, un'opera posta allo sbocco del Martignone in Samoggia, dotata di "porte Vinciane" e che raccoglie le acque alte dei comuni di Crespellano, Monte S. Pietro e Monteveglio.
- (*2) 29-30 aprile 1956 - l'argine del Samoggia ruppe, nella notte, sul lato destro a sud della Persicetana e in sinistra all'altezza delle Budrie. In quell'occasione, per evitare l'allagamento di San Giovanni Persiceto, si dovette procedere ad alcuni tagli al terrapieno della ferrovia Bologna-Verona per favorire il deflusso delle acque a valle. Nella stessa notte il Samoggia ruppe anche in destra poco a monte della borgata Forcelli. L'acqua si sparge fra Samoggia, Lavino e Ghironda. Cedono poi anche gli argini in destra del Lavino e del Martignone. Un altro squarcio si apre anche in sinistra Samoggia. Questi eventi misero in evidenza la precarietà dell'equilibrio idraulico per cui in pochi anni (fra il 1954 e il 1956) venne progettato e realizzato, in comune di Anzola dell'Emilia alla confluenza di Lavino e Ghironda in Samoggia, l'impianto idrovoro di Forcelli che svolge il compito, in caso di piena del Ghironda e "rigurgito di piena" di Lavino e Samoggia, di "sollevare" le acque basse ed immetterle nell'ultimo tratto di Samoggia grazie all'utilizzo di tre gruppi idrovori e di porte "vinciane".
- (*3) 4 novembre e il 5 dicembre 1966 - è considerata la peggiore alluvione dell'ultimo secolo nell'area del Samoggia, passata alla storia come l'alluvione di Firenze, ma con gravi conseguenze sulla pianura occidentale di Bologna a causa di due successive ondate di piena, avvenute il 4 novembre e il 5 dicembre 1966, quando alla rotta in sinistra Reno a Castel Campeggi di Calderara di Reno, seguì il cedimento dell'argine in sinistra Samoggia verso Forcelli. A tale alluvione in questi comuni ne seguirono altre, quella del Lavino nell'aprile del 1978 (con l'allagamento di 5 ettari a Sala Bolognese) e la seguente del febbraio 1979, che vide invasi oltre 10 ettari di terreno posto fra Sala e Calderara.

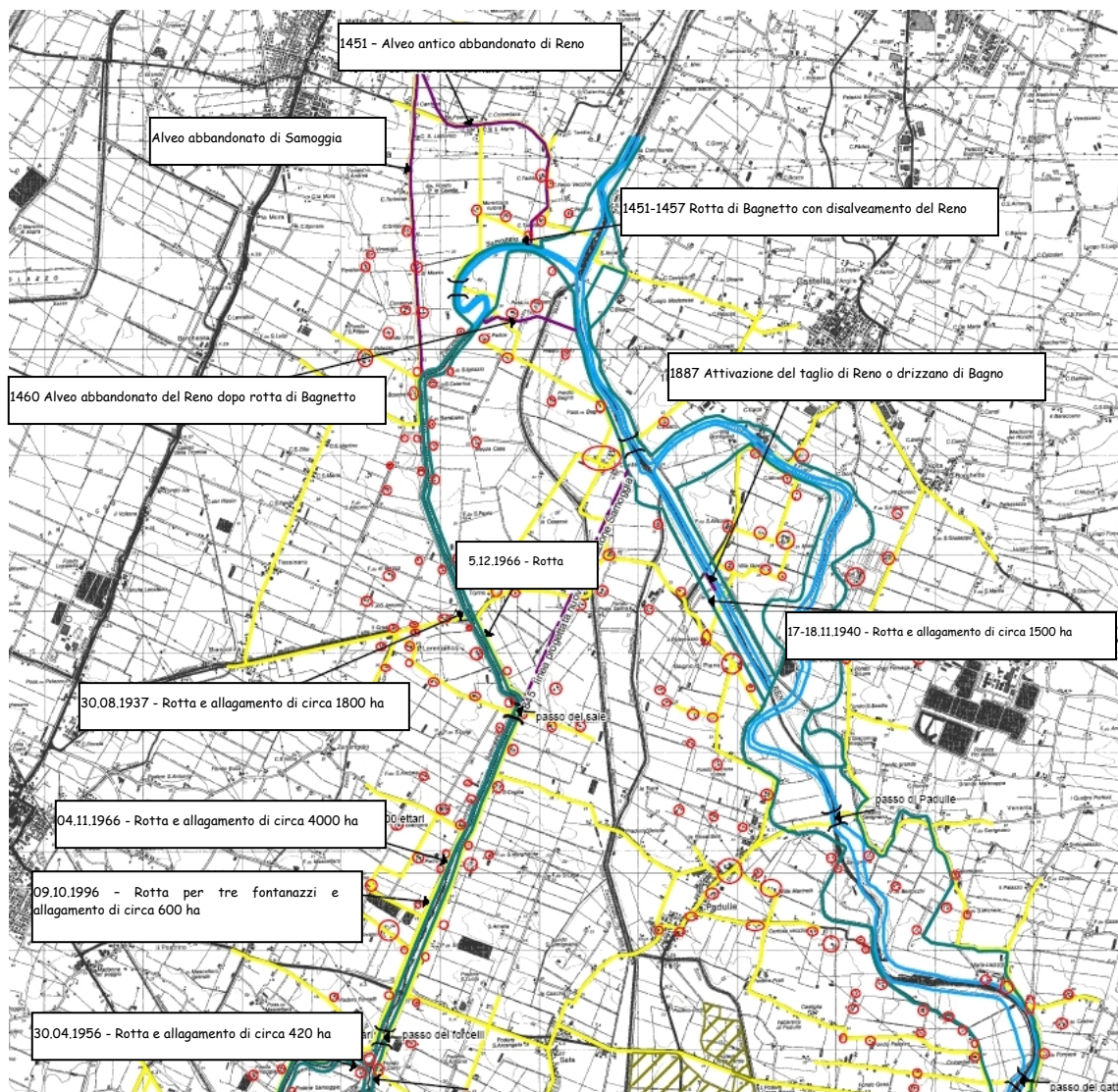


Fig. 6.13 - Carta degli elementi storici - eventi alluvionali²³

²³ Tratta da: *Carta degli elementi storici* - in Allegati Tecnici al "Piano Stralcio per il Bacino del torrente Samoggia" - AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME RENO - a cura di STEFANO RAMAZZA

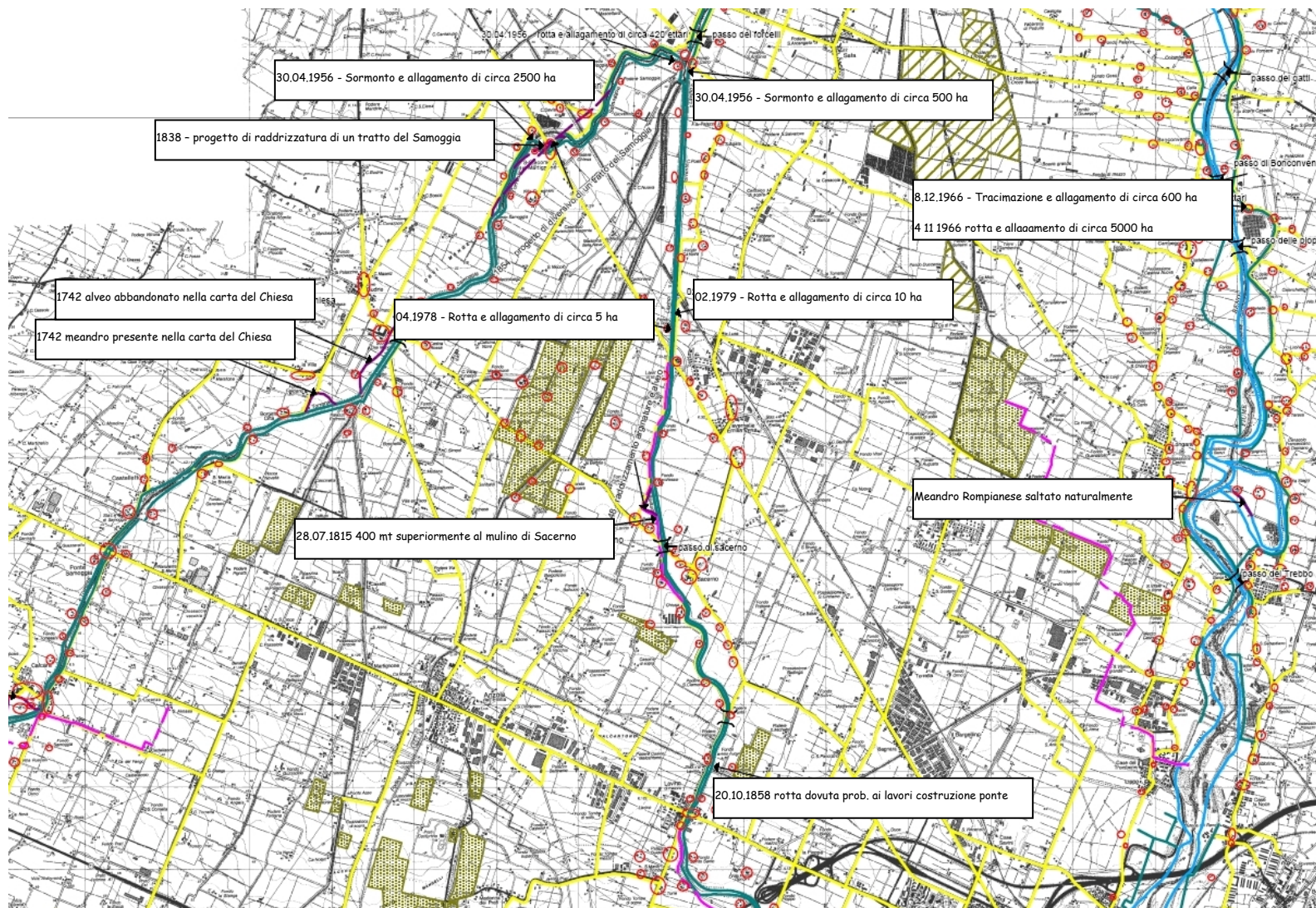


Fig. 6.13 - Carta degli elementi storici - eventi alluvionali

Eventi recenti sono infine collegati anche alla rete scolante minore, interessata, negli ultimi decenni sempre più frequentemente da situazioni di emergenza a causa della crescente impermeabilizzazione, che ha determinando situazioni di "sovraccarico" della rete idraulica naturale e artificiale tali da diminuirne significativamente i margini di sicurezza.

In particolare nel 1994 sono stati il Martignone, a causa del rigurgito del Samoggia, e in minor misura il Ghironda, a determinare allagamenti nelle campagne di Anzola dell'Emilia. Nel 1996 la concomitanza delle piogge in montagna e in pianura ha fatto registrare in modo diffuso il superamento dei livelli di guardia in tutta la rete; nell'occasione il Samoggia ha subito una rotta in sinistra idraulica dovuta al cedimento della parte superiore, in tre punti, dell'argine sinistro appena a valle del ponte della strada provinciale n° 3 "Trasversale di Pianura " in località Forcelli, causando l'allagamento di vaste aree del persicetano.

6.1.4 RESISTENZA MECCANICA DEI TERRENI

6.1.4.1 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 dagli Uffici Tecnici dei comuni dell'associazione "Terre d'Acqua", e tratte dalle relazioni geologiche e geotecniche allegate ai progetti urbanistici ed edilizi realizzate nei territori comunali dagli anni '90 al 2006.

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 n. 1220 prove penetrometriche che, considerando le granulometrie dei terreni presenti nel sottosuolo, sono tutte ad infissione statica.

Nella seguente tabella è riportato il numero di prove analizzate suddivise per territorio comunale.

| LOCALITÀ | NUMERO PROVE PENETROMETRICHE STATICHE |
|---------------------------|--|
| ANZOLA EMILIA | 99 |
| CALDERARA DI RENO | 187 |
| CREVALCORE | 204 |
| SALA BOLOGNESE | 238 |
| SAN GIOVANNI IN PERSICETO | 372 |
| SANT. AGATA BOLOGNESE | 120 |
| TOTALE | 1220 |

L'ubicazione delle prove penetrometriche è riportata nella tavola QC.6/t6 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 geognostica (nel nostro caso è riportata sempre la lettera C corrispondente alle prove penetrometriche statiche);
- numero dell'indagine geognostica (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*).

6.1.4.2 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/t6;
- "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/t6.

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 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.

Nella Appendice 1, inserita in coda alla presente relazione, sono riportati i valori elaborati per ciascuna prova, relativi ai tre intervalli individuati suddivisi per comune.

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/t6 a,b,c) 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 sua 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 una 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.

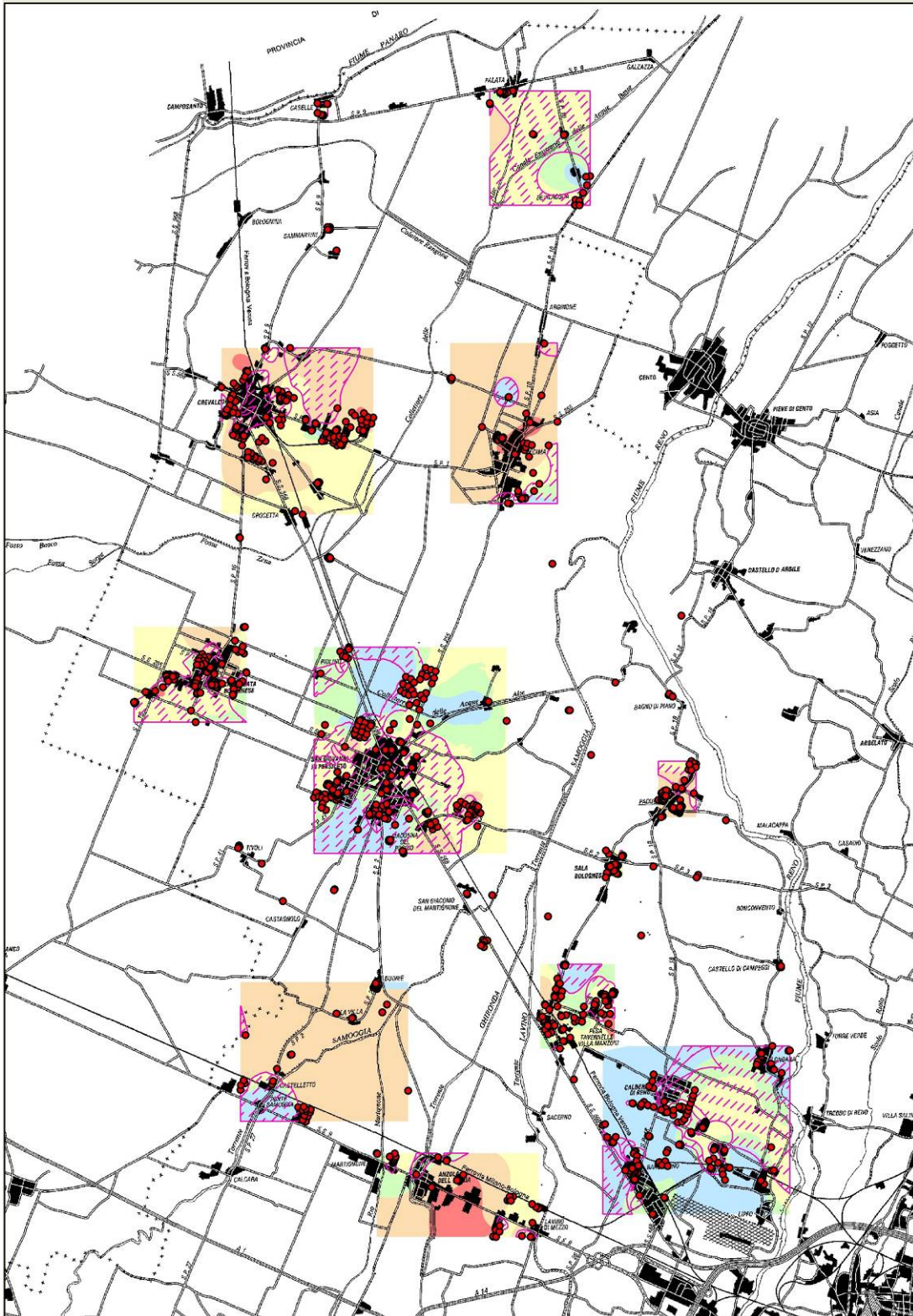


Fig. 6.14 - Rappresentazione delle aree in cui è stato possibile eseguire valutazioni circa la resistenza meccanica dei terreni

Nei paragrafi successivi verranno commentati i risultati delle aree indagate suddivise per territorio comunale.

- Resistenza meccanica dei terreni nel territorio comunale di Anzola Emilia

Nel territorio comunale di Anzola Emilia sono state raccolte ed elaborate un totale di 99 prove che risultano così distribuite:

- Anzola Emilia capoluogo n. 64 prove: la maggior parte delle prove è concentrata in corrispondenza del centro abitato del capoluogo;
 - Zona occidentale n. 29 prove: alcune prove sono distribuite nei pressi della zona industriale posta a nord-ovest della località Osteria Nuova, mentre un modesto numero di prove sono ubicate a nord della Stazione di Samoggia;
 - Zona settentrionale n. 6 prove: un modesto numero di prove si colloca nei pressi del Caseificio Aziendale Magenta.
- Anzola Emilia capoluogo - la maggior parte delle prove a disposizione ricadono nella zona di Anzola Emilia Capoluogo, sono state infatti elaborate 64 prove penetrometriche statiche, ubicate principalmente in corrispondenza delle aree di recente lottizzazione attigue al centro abitato e prevalentemente nelle zone poste a nord della Via Emilia e nella zona del Polo Industriale posta ad est e compresa tra il centro abitato di Anzola Emilia e la frazione di Lavino di Mezzo.

La zona presenta una generale disomogeneità per quanto concerne le resistenze meccaniche dei terreni del 1° strato compreso tra -1.0 m e -4.0 m di profondità, come si evince dalla QC.6/t6.c si possono distinguere tre zone:

- una zona centrale posta nei pressi del centro di Anzola Emilia caratterizzata da una prevalenza di terreni con parametri di resistenza da scarsa a mediocre (Classe 1 e 2);
- una zona posta in corrispondenza della periferia occidentale di Anzola Emilia caratterizzata da una prevalenza di terreni con parametri di resistenza buoni, con valori di R_p medio compresi tra 16 kg/cm^2 e 20 kg/cm^2 (Classe 4);
- una zona posta nei pressi della località Martignone, situata ad ovest del capoluogo, caratterizzata da terreni con resistenza meccanica discreta con valori di R_p medio compresi tra 12 kg/cm^2 e 16 kg/cm^2 (Classe 3), localmente sono presenti anche aree limitate con terreni che presentano valori di resistenza meccanica molto buoni (Classe 5);
- una zona posta all'estremità orientale del settore indagato, in corrispondenza della "Zona Artigianale 2 Giugno" nella quale sono presenti terreni con valori di R_p medio discreti (Classe 3) con zone di limitata estensione caratterizzate da valori di resistenza mediocri.

Per quanto riguarda gli intervalli sottostanti al 1° strato si individuano due zone per le quali è necessario prestare attenzione, una posta nei pressi della zona industriale della località Martignone, e l'altra posta invece nei pressi della "Zona Artigianale 2 Giugno" e Lavino di Mezzo; in entrambe le zone individuate i valori di R_p medio del 2° strato (4.0 - 7.0 m) e del 3° strato (7.0 - 10.0 m) sono inferiori ai valori di R_p medio dello strato superficiale.

- Zona occidentale - per quanto riguarda la zona occidentale del territorio comunale, sono state reperite ed elaborate 29 prove penetrometriche, la cui ubicazione è concentrata in prevalenza nei pressi della zona industriale posta a nord-ovest della località Osteria Nuova. In questa zona sono presenti terreni caratterizzati da valori di resistenza meccanica da discreti a molto buoni. I valori di R_p medio prevalenti sono compresi nella classe a resistenza discreta (Classe 3).

Per quanto riguarda gli strati di terreno sottostanti al 1° intervallo, si registra sia per il 2° che per il 3° strato la presenza di terreni caratterizzati da valori di resistenza meccanica inferiori a quelli dello strato superficiale localizzati in prevalenza nella zona della Stazione di Samoggia.

- Zona settentrionale - per quanto riguarda la zona settentrionale del territorio comunale di Anzola Emilia, la disponibilità di prove è risultata particolarmente scarsa, 6 prove ubicate all'interno dell'area del Caseificio Aziendale Magenta. Per quanto riguarda il 1° intervallo nella zona le prove hanno evidenziato la presenza di terreni caratterizzati da resistenza meccanica discreta, con valori di Rpm compresi tra 12 Kg/cm² e 16 Kg/cm². Per quanto riguarda gli strati sottostanti, tenendo conto anche della scarsità dei dati a disposizione, non sono state individuate zone per le quali i valori di Rp medio del 2° e 3° strato fossero inferiori a quelle del 1° strato.

- **Resistenza meccanica dei terreni nel territorio comunale di *Calderara di Reno***

Nel territorio comunale di Calderara di Reno sono state raccolte ed elaborate un totale di 187 prove che risultano così distribuite:

- Calderara di Reno capoluogo n. 153 prove: la maggior parte delle prove sono distribuite in corrispondenza della zona residenziale del capoluogo, della Zona Industriale denominata "il Bargellino" e della Zona Industriale denominata "Il Lippo", poste rispettivamente a sud ed a ovest del centro abitato di Calderara di Reno;
- Longara n. 19 prove: alcune prove sono distribuite nei pressi della località Longara, frazione posta a nord ovest del capoluogo;
- Castelli di Campeggi n. 5 prove: uno scarso numero di prove sono dislocate nella porzione settentrionale del territorio comunale, nei pressi della località Castelli di Campeggi;
- Tavernelle n. 10 prove: uno scarso numero di prove è distribuito in corrispondenza della periferia meridionale della località Tavernelle, frazione la cui estremità meridionale è compresa nel territorio comunale di Calderara di Reno, mentre la restante parte è compresa nei limiti amministrativi del comune di Sala Bolognese;
- Calderara di Reno - come precedentemente accennato la maggior parte delle prove elaborate per tutto il territorio comunale sono ubicate nei pressi del capoluogo. Sono state infatti elaborate 153 prove penetrometriche statiche, ubicate principalmente in corrispondenza delle aree di recente lottizzazione attigue al centro abitato e nelle zone industriali del Bargellino e del Lippo.

La zona è caratterizzata dalla presenza di terreni con valori di resistenza meccanica abbastanza omogenei e nel complesso buoni, con valori compresi tra le classe a resistenza meccanica discreta (Classe 3) e la classe a resistenza meccanica molto buona (Classe 5). E' possibile affermare che, per quanto riguarda il 1° strato, la maggior parte della zona in esame è compresa nella classe a resistenza meccanica molto buona, con valori di Rp medio >20 kg/cm².

Per quanto riguarda gli intervalli sottostanti al 1° strato è possibile affermare che solamente nella porzione occidentale del centro abitato di Calderara di Reno il 2° ed il 3° intervallo presentano valori di resistenza maggiori o uguali a quelli del 1° strato, le restanti zone presentano invece valori di resistenza meccanica inferiori rispetto a quelle dello strato superficiale.

In dettaglio le zone che presentano valori di resistenza meccanica del 2° e 3° strato inferiori rispetto a quelle del 1° strato risultano le seguenti:

- zona industriale "Il Bargellino";
- zona centro-orientale del centro abitato di Calderara di Reno;
- zona nord-occidentale dell'area industriale "Il Lippo";
- zone agricole poste ad est del centro abitato di Calderara di Reno.

- Longara - per quanto riguarda la zona di Longara , la disponibilità di prove è risultata sufficiente, n. 19 prove, rispetto all'estensione dell'area considerata. Nella zona del centro abitato di Longara le prove hanno evidenziato la presenza di terreni relativi al 1° strato, con caratteristiche di resistenza meccanica da buone a molto buone (Classi 4 e 5), solo localmente sono state individuate zone con valori di resistenza meccanica discreti (Classe 3).
Nell'area considerata lo strato superficiale presenta sempre valori elevati e superiori rispetto a quelle degli strati sottostanti, ed in particolare rispetto ai valori del 2° strato; è tuttavia necessario sottolineare che i valori di resistenza meccanica del secondo strato ricadono in genere nella classe a resistenza mediocre e solo localmente sono state individuate aree, di ridotta estensione, caratterizzate da valori di Rpm scadenti.
- Castelli di Campeggi - nei pressi della località Castelli di Campeggi la disponibilità di prove è risultata particolarmente scarsa, sono state infatti reperite ed elaborate 5 prove penetrometriche, ubicazione in corrispondenza di una lottizzazione posta tra Via Fornace e Via Longarola. Le prove elaborate hanno fornito risultati omogenei dal punto di vista geotecnico, con valori di resistenza meccanica dei terreni del 1° strato mediocri (Classe 2), mentre per quanto riguarda gli strati sottostanti è risultato, in alcune prove, che il 2° strato presenta valori di Rpm leggermente inferiori a quelle del 1° strato.
- Tavernelle - nella porzione della località Tavernelle compresa nel territorio comunale di Calderara di Reno sono state reperite ed elaborate 10 prove penetrometriche. Le prove elaborate hanno fornito risultati omogenei dal punto di vista geotecnico, con valori di resistenza meccanica dei terreni del 1° strato da discreti a molto buoni.
Per quanto riguarda gli strati sottostanti al 1° sono state individuate localmente zone con terreni caratterizzati da valori di resistenza del 2° o del 3° strato inferiori rispetto a quelle del 1° strato, valori di Rpm comunque sempre mediocri con Rp mai inferiori a 8 kg/cm².

- Resistenza meccanica dei terreni nel territorio comunale di Crevalcore

Nel territorio comunale di Crevalcore sono state raccolte ed elaborate un totale di 204 prove che risultano così distribuite:

- Crevalcore capoluogo n. 161 prove: la maggior parte delle prove è concentrata in corrispondenza della zona del capoluogo alla quale sono state accorpate nell'elaborazione la zona di Beni Comunali sita ad est del capoluogo, le località Crocette e Guisa Pepoli poste rispettivamente a sud ed a sud est del capoluogo;
- Bevilacqua - Palata Pepoli n. 25 prove: uno modesto numero di prove sono collocate presso le frazioni di Bevilacqua e Palata Pepoli, due località poste nella porzione nord-orientale del territorio comunale di Crevalcore;
- Caselle n. 9 prove: alcune prove sono distribuite nei pressi della frazione di Caselle, località posta nella porzione settentrionale del territorio comunale di Crevalcore;

Inoltre sono state reperite alte 10 prove dislocate in corrispondenza di nuclei edificati sparsi per il territorio comunale.

- Crevalcore - come precedentemente accennato la maggior parte delle prove elaborate per tutto il territorio comunale sono ubicate nei pressi del capoluogo, sono state infatti elaborate 161 prove penetrometriche statiche, ubicate principalmente in corrispondenza delle aree di recente lottizzazione attigue al centro abitato e nelle zone attigue distribuite in prossimità della località Beni Comunali.

La quasi totalità del territorio considerato presenta valori di resistenza meccanica del 1° intervallo da mediocri a discreti con aree di ridotta estensione a resistenza superiore da buona a molto buona. Si segnala inoltre la presenza di zone, seppur di modesta

estensione, caratterizzate da valori scadenti di Rp medio, tali aree sono poste a nord ovest del centro abitato di Crevalcore ed a est di Beni Comunali.

Per quanto riguarda gli strati sottostanti, le zone che presentano valori di resistenza del 2° e 3° strato inferiori rispetto a quelli del 1° strato sono distribuite prevalentemente in corrispondenza del centro abitato di Crevalcore e riguardano in particolare il 2° intervallo che presenta valori di Rp scadenti. Anche nella porzione di territorio compresa tra Crevalcore e Beni Comunali è presente una zona che si protrae verso nord, caratterizzata da valori di resistenza meccanica del 2° strato inferiori rispetto a quelli del 1°, con valori di Rp medio in prevalenza scadenti.

- Bevilacqua - Palata Pepoli - per quanto riguarda la porzione settentrionale del territorio comunale sono state raccolte ed elaborate un numero di 25 prove, distribuite per la maggior parte nella periferia dei centri abitati esistenti, e solo alcune risultano ubicate nelle campagne comprese tra le due frazioni.

La quasi totalità dei terreni presenti nel 1° intervallo di profondità del territorio considerato rientra nella classe di resistenza 3. Nello specifico si segnala la presenza di una zona, posta a nord della località Bevilacqua, caratterizzata da terreni con valori di Rpm superiori e che rientrano in parte nella classe 4 ed in parte nella classe 5. Invece a sud della località Palata Pepoli è presente un'area di estensione limitata, caratterizzata dalla presenza di terreni a resistenza meccanica mediocre che rientra nella classe di resistenza 2.

Per quanto riguarda gli strati sottostanti al 1° intervallo considerato, sulla base delle elaborazioni eseguite è possibile affermare che la maggior parte dei terreni relativi al 2° e 3° intervallo rientrano in classe 2, e per buona parte del territorio considerato i valori di Rp medio del 2° e 3° strato sono inferiori rispetto a quelli del 1° strato. Solo localmente sono state individuate zone per le quali i valori di Rp del 2° e 3° strato rientrano nella classe 1, con caratteristiche di resistenza scadenti.

- Caselle - in corrispondenza della località Caselle sono state reperite ed elaborate n. 9 prove penetrometriche. Le prove elaborate hanno fornito risultati omogenei dal punto di vista geotecnico, con valori di resistenza meccanica dei terreni del 1° strato in prevalenza discreti, con locali zone a resistenza mediocre, ma con valori di Rpm prossimi alla classe a resistenza superiore.

Anche per quanto riguarda gli strati sottostanti al 1° si è rilevata una generale omogeneità, i valori di Rp medio del 2° e 3° strato sono sempre inferiori a quelli del 1° strato, ma rientrano comunque nella classe 2 di resistenza meccanica.

- Resistenza meccanica dei terreni nel territorio comunale di Sala Bolognese

Nel territorio comunale di Sala Bolognese sono state raccolte ed elaborate un totale di 238 prove che risultano così distribuite:

- Padulle capoluogo n. 88 prove: buona parte delle 88 prove raccolte è collocata nella parte nord-occidentale e sud-orientale del capoluogo, mentre un modesto numero di prove si colloca nella zona artigianale posta a nord ovest del centro abitato.
- Tavernelle n. 100 prove: la maggior parte di prove risultano distribuite nei pressi della località Tavernelle e nelle zone adiacenti al centro abitato, la maggior parte di queste indagini si colloca nelle aree di recente espansione sia residenziale che artigianale.
- Sala n. 32 prove: la maggior parte delle prove reperite nei pressi di Sala sono distribuite in corrispondenza delle zone periferiche di recente espansione residenziale al centro abitato esistente.

Oltre a queste zone dove è distribuita la maggior concentrazione di prove, sono state reperite ed elaborate altre 18 prove penetrometriche ubicate in corrispondenza di aree agricole sparse nel territorio comunale.

- Padulle - in corrispondenza del capoluogo sono state raccolte ed elaborate n. 88 prove penetrometriche statiche, distribuite in prevalenza nelle zone nord-occidentali e sud-orientali del centro abitato, mentre alcune prove sono ubicate nei pressi della zona artigianale posta a nord-ovest del territorio comunale.

La porzione di territorio compresa nell'elaborazione è caratterizzata da un 1° strato superficiale appartenente in prevalenza alla classe di resistenza 2, con Rp medi compresi tra 8 kg/cm² e 12 kg/cm², mentre localmente sono presenti aree con resistenza meccanica superiore appartenenti principalmente alla classe 3.

Per quanto riguarda gli intervalli 2 e 3 è possibile affermare che le zone, nelle quali gli strati sottostanti al 1° intervallo presentano parametri di resistenza inferiori, sono concentrate nella porzione nord-orientale del territorio indagato; questi valori inferiori sono stati rilevati per entrambi gli intervalli, sebbene siano state individuate zone con perimetri differenti.
- Tavernelle - in corrispondenza della zona di Tavernelle sono state raccolte ed elaborate il maggior numero di prove, n. 100 prove, alle quali si aggiungono altre 10 prove ubicate in territorio comunale di Calderara, in cui ricade il centro abitato nella sua porzione più meridionale.

Per quanto riguarda la resistenza meccanica dei terreni relativi al 1° intervallo di profondità considerato, dalle elaborazioni eseguite, è emerso che la zona su cui si colloca il centro abitato di Tavernelle è compresa nella Classe 2 di resistenza, mentre verso ovest, ed in particolare verso est, i terreni del 1° strato sono caratterizzati da valori di resistenza meccanica superiori che variano dalla classe 3 alla classe 5, con una prevalenza di terreni compresi nella classe 4. Anche ad ovest localmente sono presenti terreni a resistenza meccanica mediocre, comunque limitati ad aree di estensione abbastanza limitata.

Per quanto riguarda gli strati sottostanti sono state individuate 2 zone per le quali i valori di Rp medio del 2° e 3° intervallo risultano inferiori a quelle del 1° strato: la prima posta nella parte settentrionale del territorio considerato, dove i valori di Rp medio sono inferiori, ma comunque caratterizzati da valori di resistenza buoni sia per quanto riguarda il 2° che il 3° intervallo. La seconda posta ad est nella quale i valori di Rp medio ricadono per la maggior parte nella Classe 2, in questa zona i valori minori di resistenza sono stati registrati localmente in corrispondenza dello strato 3 per il quale i valori di Rpm sono talvolta scadenti.
- Sala - in corrispondenza della località Sala state reperite ed elaborate n. 32 prove penetrometriche, che, come precedentemente accennato, sono per lo più distribuite nelle zone periferiche del centro abitato. Le prove elaborate hanno fornito risultati omogenei dal punto di vista geotecnico, con valori di resistenza meccanica dei terreni del 1° strato in prevalenza discreti (Classe 3), con locali zone a resistenza da buona a molto buona.

Anche per quanto riguarda gli strati sottostanti al 1° si è rilevata una generale omogeneità, i valori di Rp medio del 2° e 3° strato solo localmente questi sono inferiori a quelli del 1° strato, e comunque presentano valori di resistenza da mediocri a discreti.

- Resistenza meccanica dei terreni nel territorio comunale di San Giovanni in Persiceto

Nel territorio comunale di San Giovanni in Persiceto sono state raccolte ed elaborate un totale di 372 prove che risultano così distribuite:

- San Giovanni in Persiceto capoluogo n. 285 prove: la maggior parte delle prove raccolte nel territorio comunale sono distribuite nei pressi di San Giovanni in Persiceto capoluogo e nelle zone limitrofe; nell'elaborazione delle prove sono state accorpate al capoluogo le prove ubicate nei nuclei urbani distribuiti nelle campagne attorno al centro abitato, tra questi citiamo per importanza le località Due Santi, Biancolina e Madonna del Poggio.

- San Matteo della Decima n. 54 prove: le prove raccolte disponibili risultano per lo più distribuite nelle zone periferiche del centro abitato di San Matteo della Decima, mentre un numero molto modesto di prove è ubicato a sud di Arginone, località posta a nord del centro abitato di San Matteo d/D.
- Budrie n. 18 prove: un modesto numero di prove disponibili sono distribuite nella, nella porzione più meridionale del territorio comunale, ubicate nella parte sud della località Budrie.

Oltre a queste zone dove è distribuita la maggior concentrazione di prove, sono state reperite ed elaborate altre 15 prove penetrometriche ubicate in corrispondenza di aree agricole sparse nel territorio comunale.

- San Giovanni in Persiceto capoluogo - in corrispondenza del capoluogo sono state raccolte ed elaborate il maggior numero di prove penetrometriche statiche, distribuite in prevalenza nelle zone periferiche di recente espansione sia residenziale che artigianale.

I terreni presenti nel 1° intervallo di profondità considerato presentano valori discreti di resistenza meccanica, infatti la maggior parte delle aree rientrano nella 2° classe di resistenza. A nord ed a sud del territorio comunale sono presenti aree caratterizzate da parametri di resistenza superiori con valori che variano dalla classe 4 alla classe 5. Localmente sono state individuate aree di modesta estensione caratterizzate da valori di resistenza mediocri, tra queste aree citiamo la Zona Peep posta ad ovest del centro abitato di San Giovanni, un'area posta nei pressi della località Madonna del Poggio e la zona circostante la località Il Postino, frazione posta ad est del capoluogo.

Per quanto riguarda gli strati sottostanti al 1° intervallo di profondità è necessario sottolineare che considerati i valori in generale buoni dello strato più superficiale, dal confronto di questi con gli strati sottostanti sono risultate numerose le aree che presentano valori del 2° e 3° strato inferiori a quelle del 1°. La maggior parte delle zone individuate è comunque caratterizzata da terreni del 2° e 3° strato caratterizzati da valori di resistenza da mediocri a discreti, le aree che presentano valori di resistenza scadenti sono molto ridotte e riferite a prove singole ed isolate.

- San Matteo della Decima - la maggior parte delle 54 prove disponibili sono ubicate nelle zone periferiche del centro abitato di San Matteo della Decima, i corrispondenza delle aree di recente edificazione.

Per quanto riguarda la resistenza meccanica dei terreni relativi al 1° intervallo di profondità considerato, dalle elaborazioni eseguite, è emerso che la maggior parte del territorio considerato è caratterizzato dalla presenza di terreni con valori di resistenza meccanica discreti. Nella zona settentrionale del centro abitato di San Matteo della Decima è presente una zona di modesta estensione caratterizzata da parametri di resistenza scadenti, mentre la porzione sud-occidentale del centro abitato è compresa in un'area caratterizzata da parametri di resistenza da discreti a buoni.

Per quanto riguarda gli strati sottostanti sono state individuate alcune zone poste a sud ovest di San Matteo per le quali i valori di R_p medio del 2° e 3° intervallo risultano inferiori a quelle del 1° strato. In tali zone i valori di R_{pm} degli strati sottostanti sono caratterizzati da valori di resistenza comunque mediocri e solo raramente rientrano nella classe a resistenza scadente.

- Budrie - la maggior parte delle 18 prove disponibili sono ubicate in corrispondenza della località Budrie, altre si collocano nei pressi dell'abitato di La Villa, mentre in minima parte risultano distribuite in corrispondenza dei nuclei abitati sparsi nelle zone di campagna.

Per quanto riguarda i terreni presenti in corrispondenza del 1° intervallo di profondità è possibile affermare che la quasi totalità del territorio considerato appartiene alla classe di resistenza mediocre (Classe 2), mentre localmente sono presenti aree caratterizzate da resistenza meccanica discreta.

Per quanto riguarda gli strati sottostanti i parametri di resistenza del 2° e 3° strato risultano sempre uguali o superiori rispetto a quelli del 1° strato.

- Resistenza meccanica dei terreni nel territorio comunale di *Sant'Agata Bolognese*

Nel territorio comunale di Sant'Agata Bolognese sono state raccolte ed elaborate un totale di 120 prove che risultano distribuite in prevalenza nella zona del capoluogo e nelle aree limitrofe. Sono inoltre presenti alcune prove nelle zone agricole, ubicate in corrispondenza di aziende agricole e o di nuclei urbani sparsi.

Per quanto riguarda la resistenza del terreno del 1° strato è possibile osservare che il centro abitato del capoluogo si sviluppa quasi interamente su terreni appartenenti alla classe 2, cioè caratterizzati da parametri di resistenza mediocre, mentre nelle aree agricole che circondano il centro urbano prevalgono terreni caratterizzati da valori discreti di resistenza. Si segnala inoltre la presenza di una zona di modesta estensione, localizzata nei pressi di Maggi frazione posta a sud est del centro abitato di Sant'Agata, caratterizzata dalla presenza di terreni con valori di resistenza meccanica scadenti.

Per quanto riguarda gli strati sottostanti al 1° intervallo considerato, sulla base delle elaborazioni eseguite è possibile affermare che la maggior parte dei terreni relativi al 2° e 3° intervallo presentano valori di resistenza inferiori a quelli del 1° strato, tali terreni rientrano in classe 2 a resistenza mediocre. Sono inoltre presenti limitate aree di modesta estensione caratterizzati da valori scadenti di resistenza, queste aree sono localizzate nella parte settentrionale del centro abitato del capoluogo e nella zona posta a sud della località Maggi.

6.1.5 NEOTETTONICA E SISMICITA'

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 dai Comuni dell'Associazione. In particolare, il territorio della Provincia di Bologna in esame si sviluppa sostanzialmente a cavallo di una zona in sollevamento, rappresentata dalla catena appenninica (margine pedeappenninico poco a sud di Anzola 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 in esame.

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 Bologna, si sono verificati sismi con intensità massima, in tempi storici, del VIII grado della scala MCS (Mercalli-Cancani-Sieberg).

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 Bologna, nel "Catalogo dei Terremoti" del CNR, che raccoglie informazioni sui terremoti verificatisi dall'anno 1.000 ad oggi, vengono riportati diversi sismi, di cui solo uno (quello del 20/04/1929) è classificato con un'intensità pari al VIII grado della Scala Mercalli.

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

| Anno | Mese | Giorno | Area massimi effetti | Intensità massima (MCS) | Intensità epicentrale (MCS) | Latitudine epicentrale | Longitudine epicentrale |
|------|------|--------|----------------------|-------------------------|-----------------------------|------------------------|-------------------------|
| 1323 | 2 | 25 | Bologna | 65 | 55 | 44.5 | 11.33 |
| 1365 | 7 | 25 | Bologna | 75 | 65 | 44.5 | 11.33 |
| 1399 | 7 | 20 | Modenese | 70 | 70 | 44.47 | 11.07 |
| 1433 | 5 | 4 | Bologna | 70 | 60 | 44.5 | 11.33 |
| 1455 | 2 | 6 | Bolognese | | 75 | 44.4 | 11.25 |
| 1455 | 12 | 20 | Media valle del Reno | 75 | 70 | 44.42 | 11.27 |
| 1505 | 1 | 3 | Bologna | 70 | 70 | 44.48 | 11.25 |
| 1505 | 5 | 15 | Bolognese | 55 | 55 | 44.498 | 11.34 |
| 1574 | 3 | 17 | Finale Emilia | 70 | 70 | 44.833 | 11.294 |
| 1666 | 4 | 14 | Bologna | | 60 | 44.5 | 11.333 |
| 1780 | 2 | 6 | Bolognese | 65 | 55 | 44.62 | 11.32 |
| 1801 | 10 | 8 | Bologna | 55 | 55 | 44.498 | 11.34 |
| 1834 | 10 | 4 | Bologna | 60 | 55 | 44.6 | 11.37 |
| 1889 | 3 | 8 | Bologna | 60 | 60 | 44.518 | 11.237 |
| 1908 | 6 | 28 | Finale Emilia sud | | 60 | 44.8 | 11.3 |
| 1929 | 4 | 20 | Bolognese | 80 | 70 | 44.47 | 11.13 |
| 1966 | 5 | 26 | Monteveglia | | 60 | 44.5 | 11.2 |
| 1986 | 12 | 6 | Bondeno | 60 | 60 | 44.879 | 11.334 |

tab. 6.1 - Terremoti localizzati nel raggio di 40 Km dal territorio dell'Associazione

| Anno | Mese | Giorno | Area massimi effetti | Intensità massima (MCS) | Intensità epicentrale (MCS) | Latitudine epicentrale | Longitudine epicentrale |
|------|------|--------|----------------------|-------------------------|-----------------------------|------------------------|-------------------------|
| 1346 | 2 | 22 | Ferrara | 75 | 75 | 44.92 | 11.02 |
| 1365 | 7 | 25 | Bologna | 75 | 65 | 44.5 | 11.33 |
| 1399 | 7 | 20 | Modenese | 70 | 70 | 44.47 | 11.07 |
| 1433 | 5 | 4 | Bologna | 70 | 60 | 44.5 | 11.33 |
| 1455 | 2 | 6 | Bolognese | | 75 | 44.4 | 11.25 |
| 1455 | 12 | 20 | Media valle del Reno | 75 | 70 | 44.42 | 11.27 |
| 1505 | 1 | 3 | Bologna | 70 | 70 | 44.48 | 11.25 |
| 1574 | 3 | 17 | Finale Emilia | 70 | 70 | 44.833 | 11.294 |
| 1586 | 1 | 12 | Spilamberto | | 60 | 44.583 | 11 |
| 1666 | 4 | 14 | Bologna | | 60 | 44.5 | 11.333 |
| 1850 | 9 | 18 | Modena | 60 | 60 | 44.614 | 10.965 |
| 1864 | 3 | 15 | Zocca | 65 | 65 | 44.337 | 11.059 |
| 1869 | 6 | 25 | Vergato | 75 | 75 | 44.314 | 11.116 |
| 1881 | 1 | 24 | Bolognese | 70 | 65 | 44.32 | 11.35 |
| 1889 | 3 | 8 | Bologna | 60 | 60 | 44.518 | 11.237 |
| 1901 | 1 | 20 | Poggio Rusco | | 60 | 45 | 11.1 |
| 1908 | 6 | 28 | Finale Emilia sud | | 60 | 44.8 | 11.3 |
| 1929 | 4 | 20 | Bolognese | 80 | 70 | 44.47 | 11.13 |
| 1951 | 10 | 29 | Valle del Panaro | 50 | 50 | 44.458 | 10.989 |
| 1957 | 8 | 27 | Zocca | 60 | 60 | 44.394 | 10.994 |
| 1966 | 5 | 26 | Monteveglia | | 60 | 44.5 | 11.2 |
| 1967 | 10 | 1 | Formigine | | 50 | 44.567 | 10.95 |
| 1986 | 12 | 6 | Bondeno | 60 | 60 | 44.879 | 11.334 |
| 1999 | 7 | 7 | Frignano | 55 | 50 | 44.308 | 10.944 |

tab. 6.2 - Forti terremoti localizzati nel raggio di 60 Km dal territorio dell'Associazione

Nelle tabelle 6.1 e 6.2 sono riportati gli elenchi degli eventi sismici più significativi per l'area dell'Associazione di Terre d'Acqua rispettivamente in un raggio di 40 Km (tutti) ed in un raggio di 60 Km (quelli superiori al VI grado della scala Mercalli).

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. 6.15).

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

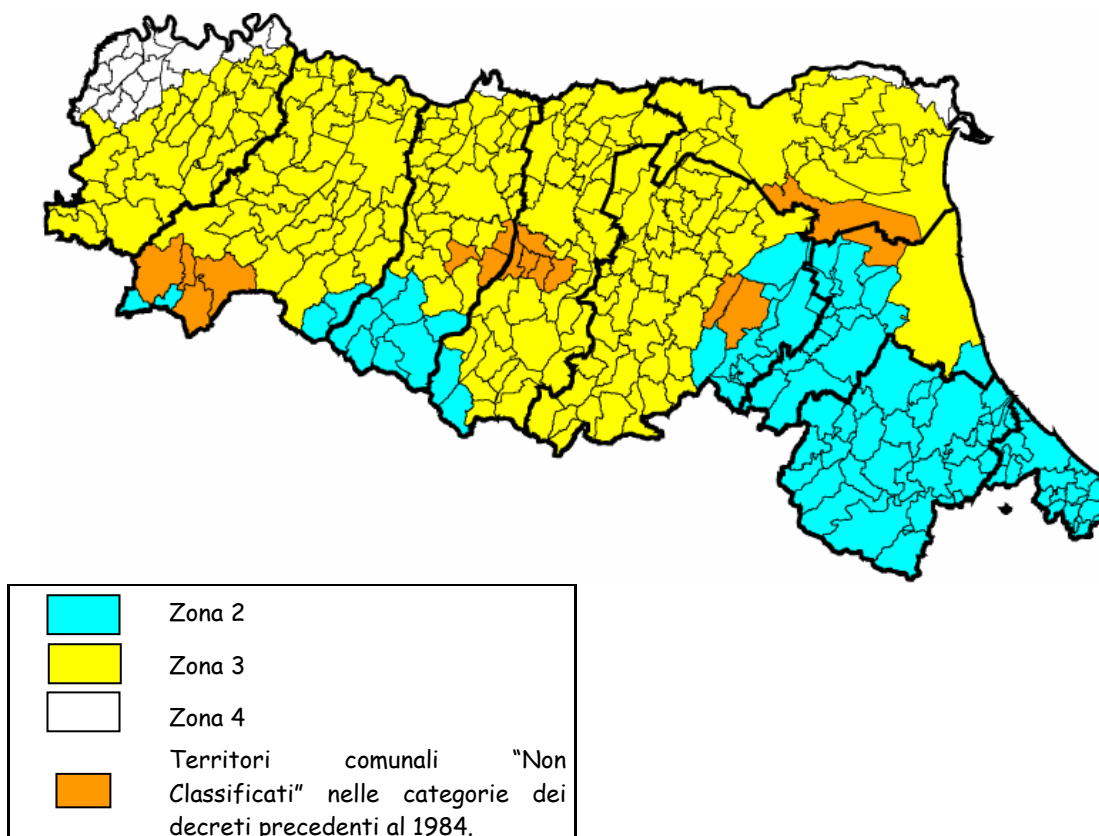


Fig. 6.15 - Nuova Classificazione Sismica dei Comuni della Regione Emilia Romagna

Il territorio dei comuni dell'Associazione Terre D'Acqua, viene classificato in zona 3, quindi a bassa sismicità.

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.

Il Piano Strutturale Comunale (PSC), attuando gli indirizzi previsti dalla pianificazione sovraordinata, approfondisce ed integra, ad una scala di maggior dettaglio, la cartografia provinciale; pertanto, nella cartografia di livello comunale sono perimetrare, con maggior dettaglio, le parti del territorio caratterizzate da differenti scenari di pericolosità sismica locale.

Tale approfondimento ha la finalità di fornire informazioni utili per la definizione delle politiche insediative.

Le previsioni del PSC in merito agli ambiti suscettibili di urbanizzazione e per gli interventi sul territorio urbanizzato dovranno essere coerenti con le risultanze del quadro conoscitivo e, di conseguenza, nella VALSAT del piano dovrà essere contenuta una esplicita valutazione della potenziale ammissibilità degli interventi di trasformazione ipotizzati, in considerazione anche delle altre criticità ambientali, in modo tale da valutare in maniera integrata tutte le interazioni potenzialmente negative.

La medesima carta comunale, inoltre, fornisce, per le parti del territorio (suscettibili di urbanizzazione e per gli interventi sul territorio urbanizzato) maggiormente esposti a pericolosità sismica, indirizzi e prescrizioni necessari alla progettazione attuativa/operativa assegnata al RUE e al POC.

A tale riguardo nei comuni in zona 3, come nel caso specifico dei comuni dell'Associazione, la pianificazione territoriale ed urbanistica è chiamata ad effettuare la ricognizione e la valutazione dello stato di fatto e dei processi evolutivi, e valutare il territorio (risorse, opportunità, fattori di criticità), al fine di formulare un quadro dei limiti alle trasformazioni e al suo utilizzo e garantire la coerenza tra le caratteristiche e lo stato del territorio e le previsioni degli strumenti di pianificazione operando una valutazione preventiva.

Le finalità del PSC come degli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica sovraordinati sono anche di riduzione del rischio sismico - così come specificato nell'art. A-2, comma 4, dell'Allegato alla LR 20/2000 "Nei territori regionali individuati come zone sismiche, ai sensi dell'art. 145 della L.R. n. 3 del 1999, gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica concorrono alla riduzione ed alla prevenzione del rischio sismico, sulla base delle analisi di pericolosità, vulnerabilità ed esposizione." - orientando le proprie scelte localizzative, i possibili processi di trasformazione urbana e la realizzazione delle opere pubbliche e di interesse pubblico.

Pertanto, il quadro conoscitivo deve essere formato sin dalle prime fasi dell'elaborazione del piano per evidenziare le criticità del territorio preso a riferimento e rapportandosi al contesto territoriale del Piano al fine di avere gli opportuni riferimenti per la definizione degli obiettivi e dei contenuti del piano in coerenza con la valutazione del rischio sismico, i cui esiti vanno riportati nel documento di Valsat.

Le analisi di pericolosità, vulnerabilità ed esposizione sono fondamentali per la riduzione del rischio sismico.

In particolare con riferimento alla componente della pericolosità, 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 i territori comunali dell'Associazione si collocano dal punto di vista geografico nella media e bassa pianura bolognese, gli effetti di sito riguarderanno esclusivamente problemi relativi a cedimenti per liquefazione ed addensamenti causati da un evento sismico.

Si tratterà quindi di definire la pericolosità sismica locale e gli effetti di sito, per la valutazione della risposta sismica locale, facendo riferimento alle indagini geognostiche esistenti, che hanno permesso di effettuare verifiche sugli effetti locali del rischio sismico di cui si tratterà ampiamente nel paragrafo successivo.

In questa sede viene 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 N_{SPT} (Numero colpi Standard Penetration Test).

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 in tabella 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 di un sufficiente numero di punti (griglia non inferiore a 0,05°), 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 Fig. 6.16, buona parte dei comuni della Provincia di Bologna sarebbero compresi in zona 2.



Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale

(riferimento: Ordinanza PCM del 20 marzo 2003 n.3274, All.1)
espressa in termini di accelerazione massima del suolo (a_{max})
con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni
riferita a suoli molto rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat.A, All.2, 3.1)

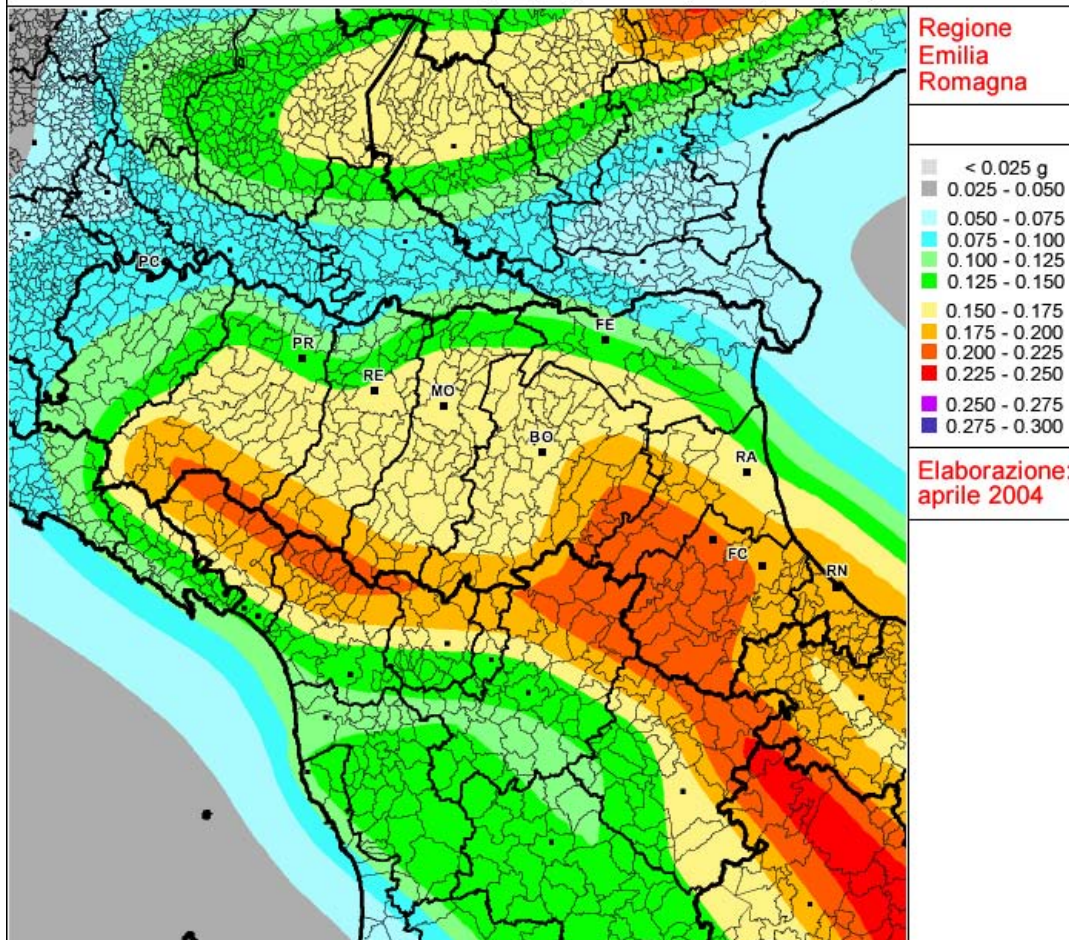


Fig. 6.16 Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale - Fonte: I.N.G.V.

6.1.5.1 Pericolosità sismica locale - effetti di sito

La classificazione in zone suscettibili al fenomeno della liquefazione dei terreni del primo sottosuolo del territorio dell' "Unione dei Comuni di Terre d'Acqua", è stata condotta attraverso l'analisi dei dati relativi alle prove penetrometriche a disposizione, delle quali si è ampiamente trattato nel paragrafo relativo alla resistenza meccanica dei terreni.

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 una regione.

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

- 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:

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

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 $\varphi = 0$ 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 è 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 dilatazione) 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 u 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 u di segno positivo (diminuisce il valore di $(\sigma_v - u)$). In conclusione si possono ritenere potenzialmente liquefacibili quei depositi sciolti che presentano le seguenti caratteristiche:

- con granulometrie sabbiose da fini a medie con contenuto in fine variabile generalmente dallo 0 al 25%;
- che si trovano sotto falda;
- che sono da poco a mediamente addensati.
- che 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 dei territori comunali dell'unione di "Terre d'acqua" sono stati utilizzati i dati delle prove penetrometriche statiche.

Nell'elaborazione dei dati sono stati considerati i terreni compresi tra il piano campagna e - 15.0 m di profondità, in corrispondenza di ciascun punto di prova si è discretizzato il terreno indagato in livelli caratterizzati da valori di R_p (Resistenza alla punta) e R_l (Resistenza laterale) 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). Per quanto riguarda la potenza di tali livelli sono stati considerati i seguenti spessori diversificati in funzione della profondità:

- per i livelli compresi tra 1 m e 5 m di profondità dal piano campagna lo spessore minimo considerato sul quale sono state eseguite le verifiche a liquefazione è pari a 0,4 m;
- per i livelli compresi tra 5 m e 15 m di profondità dal piano campagna lo spessore minimo considerato sul quale sono state eseguite le verifiche a liquefazione è pari a 1,0 m.

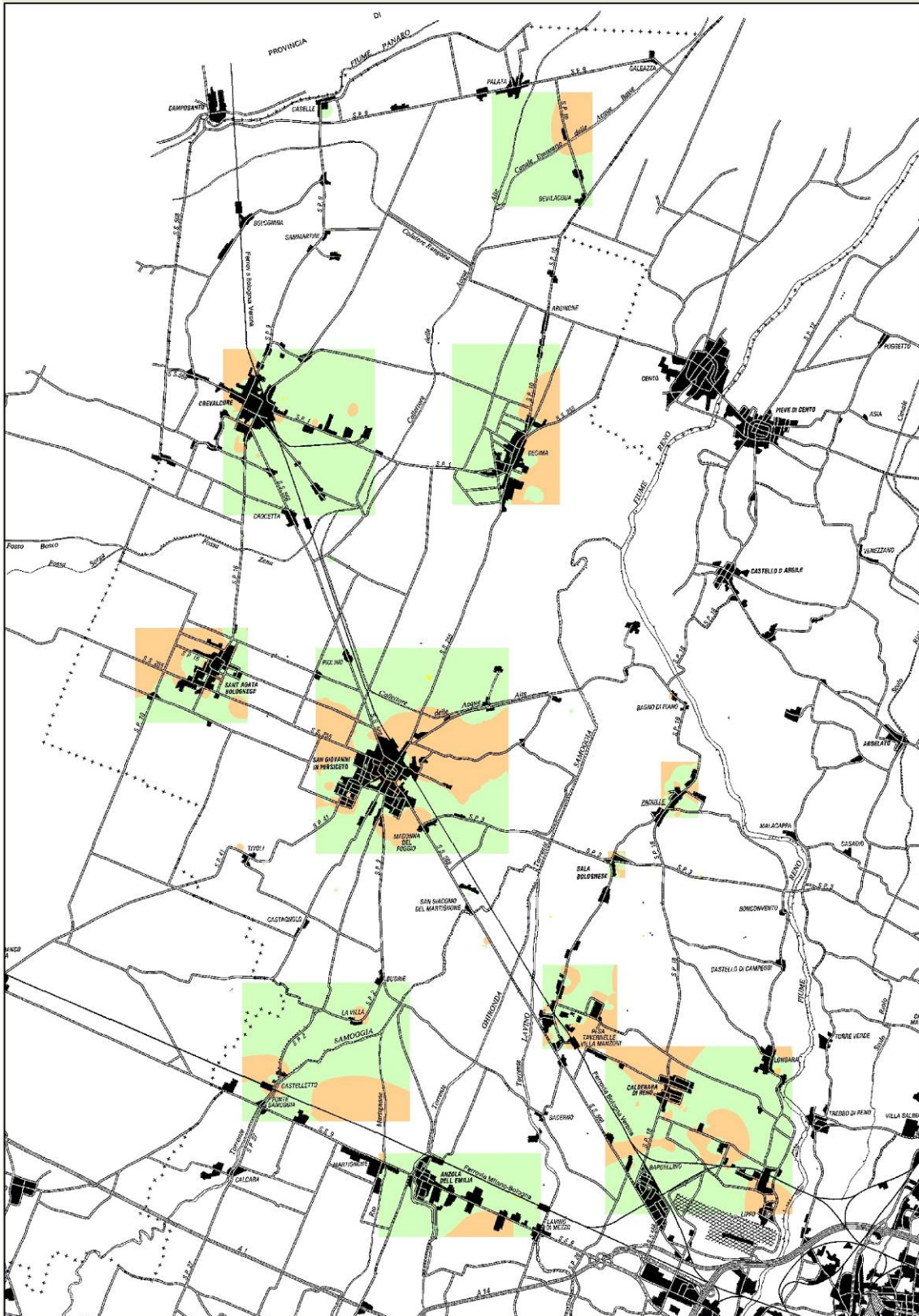


Fig. 6.17 Carta del rischio di liquefazione dei terreni in caso di sisma (in colore arancio le aree in cui la liquefazione è molto probabile)

Questa differenziazione è stata eseguita in modo da selezionare solo gli strati di spessore rilevante e tali da rendere significative le verifiche eseguite. In questo modo sono stati scartati tutti quegli innumerevoli straterelli di modesto spessore e soprattutto costituiti

per lo più da terreni misti coesivi ed incoerenti per i quali l'attendibilità delle verifiche è quanto mai sommaria.

Come descritto nel paragrafo precedente relativo agli aspetti sismici, i comuni in oggetto sono compresi 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 |

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.6/t7 a,b,c), vista la rilevante disomogenea distribuzione delle prove sulle aree urbanizzate, 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 possibile fenomeno.

Con riferimento alla carta della "Pericolosità sismica locale - effetti di sito", di seguito verranno brevemente presi in esame i risultati ottenuti nei singoli territori comunali.

Comune di Anzola Emilia

Il territorio comunale di Anzola Emilia è caratterizzato dalla presenza, in generale, di terreni poco suscettibili a liquefazione; la maggior parte del territorio è compresa nella classe a liquefazione assente, anche se sono presenti alcune zone, di ridotta estensione, per le quali il fenomeno della liquefazione è molto probabile.

In particolare queste zone a liquefazione molto probabile sono distribuite in parte nella zona industriale posta a sud-est del centro abitato di Anzola E., ed in parte nella zona occidentale del territorio comunale, in prossimità della Stazione di Samoggia e di Osteria Nuova. Si sottolinea tuttavia il valore puramente indicativo dei risultati ottenuti per la zona occidentale del territorio comunale, infatti, a causa del basso numero di prove a disposizione, le perimetrazioni delle aree a diverso rischio di liquefazione sono in prevalenza il risultato delle interpolazioni definite dal programma di elaborazione e non sempre sono il risultato diretto dei dati di campagna.

Il coefficiente di liquefazione è stato definito utilizzando il Metodo di Robertson e Wride (1997 - C.N.R. - GNDT).

| CLASSI DEL COEFFICIENTE DI LIQUEFAZIONE | SUPERFICIE (m ²) | % SU TERRITORIO INDAGATO | % SU TERRITORIO COMUNALE |
|---|------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| molto probabile | 4.229.314 | 23,81 | 11,56 |
| possibile | 5.460 | 0,03 | 0,02 |
| assente | 1.352.461 | 76,16 | 36,96 |
| TERRITORIO INDAGATO | 17.759.384 | | 48,5 |
| TERRITORIO COMUNALE | 36.591.336 | | |

tab. 6.3 - Superfici del territorio comunale di Anzola Emilia caratterizzate da diverse classi del coefficiente di liquefazione

Comune di Calderara di Reno

Per quanto riguarda il territorio comunale di Calderara di Reno la percentuale di terreni suscettibili a liquefazione è leggermente superiore, anche se prevalgono per estensione le zone a liquefazione assente.

Nel territorio esaminato sono state individuate alcune zone per le quali il rischio di liquefazione è molto probabile:

- zona centro settentrionale del centro abitato di Calderara di Reno;
- aree a nord ed a sud-est della zona artigianale il "Lippo";
- area a nord della zona artigianale "Il Bargellino";
- alcune aree di limitata estensione poste presso le località di Longara e di Tavernelle.

Come si evince dalla carta della "Pericolosità sismica locale" è stata individuata a sud-est di Tavernelle un'area di discreta estensione classificata ad alto rischio di liquefazione, anche in questo caso si sottolinea il valore puramente indicativo dei risultati ottenuti, sempre a causa del basso numero di prove a disposizione.

| CLASSI DEL COEFFICIENTE DI LIQUEFAZIONE | SUPERFICIE (m ²) | % SU TERRITORIO INDAGATO | % SU TERRITORIO COMUNALE |
|---|------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| molto probabile | 6.146.527 | 33,62 | 15,07 |
| possibile | 8.235 | 0,05 | 0,02 |
| assente | 12.126.917 | 66,33 | 29,74 |
| TERRITORIO INDAGATO | 18.281.679 | | 44,83 |
| TERRITORIO COMUNALE | 40.778.250 | | |

tab. 6.4 - Superfici del territorio comunale di Calderara di Reno caratterizzate da diverse classi del coefficiente di liquefazione

Comune di Crevalcore

Per quanto riguarda il Comune di Crevalcore la maggior parte dei terreni del territorio in esame è risultato non suscettibile a liquefazione in caso di sisma, anche se sono presenti zone, di modesta estensione, per le quali la liquefazione è molto probabile. Tali zone sono distribuite per la maggior parte nel settore occidentale del centro abitato di Crevalcore, ed in parte nella zona artigianale posta ad ovest del capoluogo. Sono inoltre presenti altre zone ad alto rischio di liquefazione individuate in corrispondenza di indagini puntuali ubicate in corrispondenza di alcuni nuclei di case sparse in territorio agricolo.

| CLASSI DEL COEFFICIENTE DI LIQUEFAZIONE | SUPERFICIE (m ²) | % SU TERRITORIO INDAGATO | % SU TERRITORIO COMUNALE |
|---|------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| molto probabile | 2.878.490 | 12,63 | 2,80 |
| possibile | 5.132 | 0,02 | 0,01 |
| assente | 19.907.679 | 87,35 | 19,39 |
| TERRITORIO INDAGATO | 22.791.301 | | 22,19 |
| TERRITORIO COMUNALE | 102.692.425 | | |

tab. 6.5 - Superfici del territorio comunale di Crevalcore caratterizzate da diverse classi del coefficiente di liquefazione

Comune di Sala Bolognese

Per quanto riguarda il territorio comunale di Sala Bolognese sono presenti numerose aree che, sulla base delle verifiche eseguite, sono suscettibili al fenomeno della liquefazione in caso di sisma, anche se prevalgono per estensione le zone a liquefazione assente.

Nel territorio esaminato sono state individuate alcune zone per le quali il rischio di liquefazione è molto probabile:

- zona nord, nord-occidentale e sud-orientale del centro abitato di Padulle, in corrispondenza di tali aree si è verificato in alcune prove che in caso di sisma la liquefazione è molto probabile;
- zona ovest ed in parte zona nord del centro abitato di Tavernelle;
- parte settentrionale della zona artigianale posta ad est di Tavernelle;
- zona settentrionale e sud-orientale di Sala.

Per queste zone è possibile affermare che il numero di prove per le quali è stata eseguita la verifica a liquefazione è sufficiente a ritenere accettabili i risultati ottenuti, i quali, pur avendo una valenza puramente ricognitiva, hanno la finalità di fornire indicazioni alle successive fasi di progettazione territoriale che dovrà prevedere la programmazione di accurate e specifiche indagini per la corretta definizione del rischio di liquefazione.

| CLASSI DEL COEFFICIENTE DI LIQUEFAZIONE | SUPERFICIE (m ²) | % SU TERRITORIO INDAGATO | % SU TERRITORIO COMUNALE |
|---|------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| molto probabile | 1.564.288 | 33,80 | 3,43 |
| possibile | 4.255 | 0,09 | 0,01 |
| assente | 3.046.818 | 66,02 | 6,68 |
| TERRITORIO INDAGATO | 4.615.361 | | 10,11 |
| TERRITORIO COMUNALE | 45.626.785 | | |

tab. 6.6 - Superfici del territorio comunale di Sala Bolognese caratterizzate da diverse classi del coefficiente di liquefazione

Comune di San Giovanni in Persiceto

Nel territorio comunale di San Giovanni in Persiceto l'estensione delle zone suscettibile a liquefazione è risultata abbastanza rilevante, sia per quanto riguarda la zona del capoluogo che per la zona di San Matteo della Decima. Sulla base delle elaborazioni eseguite è possibile affermare che il numero di prove elaborate è risultato soddisfacente e tale da rendere attendibili i risultati riportati nella carta; tuttavia è necessario mettere in evidenza che laddove sono state individuate ampie zone ad elevato rischio di liquefazione, ma caratterizzate da prove dislocate a notevole distanza le une dalle altre, le perimetrazioni desunte sono il risultato di correlazioni empiriche, coerenti con il metodo utilizzato, ma puramente indicative.

Anche se le zone individuate come ad alto rischio di liquefazione in caso di sisma presentano notevole estensione, prevalgono comunque le zone a liquefazione assente.

Nel territorio esaminato sono state individuate alcune zone per le quali il rischio di liquefazione è molto probabile:

- numerose aree poste in corrispondenza del capoluogo e nelle zone attigue;
- porzione orientale del centro abitato di San Matteo della Decima;
- nuclei edificati sparsi in zone agricole.

| CLASSI DEL COEFFICIENTE DI LIQUEFAZIONE | SUPERFICIE (m ²) | % SU TERRITORIO INDAGATO | % SU TERRITORIO COMUNALE |
|---|------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| molto probabile | 11.584.198 | 29,15 | 10,13 |
| possibile | 10.485 | 0,03 | 0,01 |
| assente | 28.142.436 | 70,82 | 24,60 |
| TERRITORIO INDAGATO | 39.737.119 | | 34,73 |
| TERRITORIO COMUNALE | 114.408.250 | | |

tab. 6.7 - Superfici del territorio comunale di San Giovanni in Persiceto caratterizzate da diverse classi del coefficiente di liquefazione

Comune di Sant'Agata Bolognese

Come accennato nel paragrafo relativo alla resistenza meccanica dei terreni le prove disponibili nel territorio comunale di Sant'Agata sono dislocate per lo più nelle zone di recente espansione edilizia poste alla periferia del centro abitato del capoluogo, per cui le verifiche interessano la zona del capoluogo e le aree immediatamente adiacenti.

In corrispondenza del capoluogo sono risultate numerose aree suscettibili a liquefazione; la distribuzione delle zone a liquefazione molto probabile risulta poco omogenea e senza un andamento prevalente, ad eccezione della parte nord-occidentale del territorio esaminato, per il quale però, considerata la scarsa disponibilità di prove, si ritiene del tutto indicativa la perimetrazione proposta.

| CLASSI DEL COEFFICIENTE DI LIQUEFAZIONE | SUPERFICIE (m ²) | % SU TERRITORIO INDAGATO | % SU TERRITORIO COMUNALE |
|---|------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| molto probabile | 3.071.014 | 42,09 | 8,83 |
| possibile | / | / | / |
| assente | 4.226.039 | 57,91 | 12,16 |
| TERRITORIO INDAGATO | 7.297.053 | | 20,99 |
| TERRITORIO COMUNALE | 34.760.241 | | |

tab. 6.8 - Superfici del territorio comunale di Sant'Agata Bolognese caratterizzate da diverse classi del coefficiente di liquefazione

Si ribadisce che la carta della "Pericolosità sismica locale - effetti di sito" ha un uso puramente descrittivo e fornisce delle indicazioni di massima della situazione presente nei territori comunali indagati, 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.

6.1.6 LIMITI E CONDIZIONI ALLA TRASFORMAZIONE

L'analisi geologica e geomorfologica del territorio dell'Associazione comunale Terre d'Acqua 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.

Tra i fenomeni o processi in atto di un certo significato vanno ricordati la subsidenza e gli sprofondamenti; la prima per le implicazioni che ha nei confronti del drenaggio naturale o antropico delle acque, il secondo per le preoccupazioni che genera, ad oggi le uniche non essendosi ancora dimostrato per territori come quello in esame il coinvolgimento di strutture antropiche.

La subsidenza, come detto, è un fenomeno naturale esteso a tutta la pianura padana che vede però particolarmente interessata la zona bolognese per gli elevati valori di abbassamento del suolo; questi ultimi non più imputabili a processi naturali ma collegati agli ingenti prelievi di acque sotterranee operati negli ultimi decenni.

Ad una subsidenza monitorata e conosciuta numericamente della zona immediatamente a nord-ovest della città di Bologna, si aggiunge probabilmente la subsidenza che va interessando la bassa pianura del territorio dell'Associazione, in cui non vi sono dati storici del fenomeno ma evidenze sul territorio portano a ritenere il fenomeno quale responsabile di anomalie del profilo idraulico di alcuni corsi d'acqua.

È questo un fenomeno che non può certamente essere controllato e gestito alla scala comunale; la pianificazione del territorio non può però non tenerne conto, soprattutto

laddove il fenomeno è maggiormente manifesto; ovvero le trasformazioni del territorio dovranno essere pianificate avendo a riferimento anche questa variabile che può compromettere anche nel breve periodo l'officiosità degli scoli siano essi fognari, irrigui o naturali.

Gli scavernanti possono essere considerati ad oggi fenomeni puntuali di bassissima densità territoriale e, soprattutto, imprevedibili; pertanto come tali non possono essere presi in considerazione quali elementi discriminanti o condizionanti le trasformazioni del territorio, salvo quelle porzioni oggi direttamente interessate.

Tra gli elementi morfologici individuati dalle analisi condotte vengono invece segnalati i dossi/paleodossi e le aree morfologicamente depresse, entrambe forme che, per quanto poco appariscenti, rappresentano comunque importanti testimonianze della storia geologica del paesaggio, oltre che elementi di controllo di componenti ambientali, in stretta correlazione con le attività antropiche.

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, attraverso limitazioni, orientamenti e tendenze che l'evoluzione del territorio dovrà necessariamente rispettare.

In particolare si ritiene che nelle aree interessate da dossi/paleodossi siano comunque ammissibili nuove previsioni urbanistiche di tipo residenziale, mentre nuove previsioni di tipo produttivo sono ammissibili purché compatibili con la struttura idraulica dei dossi stessi. Nella realizzazione di fabbricati ed infrastrutture, andranno comunque 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.

Per quanto riguarda le aree morfologicamente depresse, 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.

Particolare attenzione dovrà essere posta a quelle aree che nell'elaborazione cartografica vengono individuate a deflusso difficoltoso; all'interno di tali aree 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, 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, la condizione 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 morfologicamente depresse caratterizzate da debole pendenza e quindi con difficoltà allo scolo, 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 (1220 prove penetrometriche) presso gli uffici tecnici dei Comuni dell'Associazione, 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 10m 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 sono 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. **I comuni dell'Associazione Terre d'Acqua**, ricadono tutti in **zona 3**.

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 ai territori comunali dell'Associazione 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

L'acqua costituisce per il territorio in esame, allo stesso tempo, elemento di pregio e criticità; i corsi d'acqua e le aree ad essi adiacenti e connesse rappresentano uno degli ecosistemi più complessi del territorio in esame, in cui, le acque superficiali, definiscono senza dubbio, uno degli elementi di maggior peculiarità.

Le acque sotterranee rappresentano la più importante risorsa rinnovabile di qualunque territorio e come tale la tutela delle risorse idriche sotterranee (RIS) assume in questo contesto un carattere prioritario e si concretizza nella individuazione, protezione e gestione delle aree vulnerabili attraverso gli strumenti di pianificazione urbanistico-territoriale e settoriale.

Nel presente capitolo, le acque saranno quindi analizzate rispetto a due aspetti principali: il rischio idraulico, connesso essenzialmente con le acque superficiali e la qualità e gestione della risorsa idrica superficiale e sotterranea.

6.2.1 ACQUE SUPERFICIALI

Il territorio comunale dell'associazione Terre d'Acqua appartiene, in parte, al bacino idrografico del fiume Po - sottobacino del fiume Panaro (territori comunali di Crevalcore,

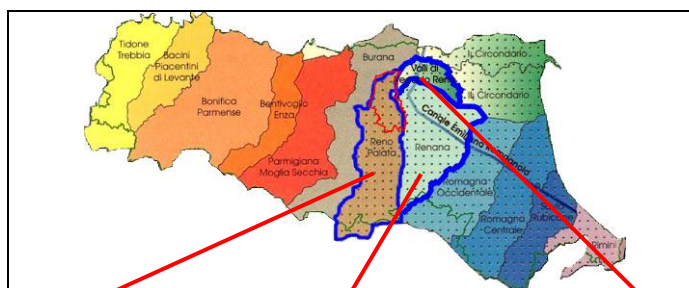


Sant'Agata e San Giovanni in Persiceto) per un'estensione complessiva di circa 254,39 Km² e per la restante parte, al bacino idrografico del fiume Reno (territori comunali di Calderara di Reno, Sala Bolognese e Anzola), per un'estensione di circa 129,47 Km².

La competenza territoriale è quindi dell'Autorità di Bacino del fiume Po, per le aree che ricadono entro il bacino del

Panaro e dell'Autorità di Bacino del fiume Reno per le aree comprese entro il bacino del fiume stesso o suoi sottobacini; in particolare buona parte dei territori di competenza, rientrano nel sottobacino del torrente Samoggia.

Da un punto di vista gestionale, la maggior parte dei corsi d'acqua presenti sul territorio dell'associazione sono gestiti dal Consorzio della Bonifica Reno Palata; sono esclusi il fiume Panaro, il fiume Reno, il torrente Samoggia ed il torrente Lavino (di competenza delle Autorità di Bacino Regionali). Dalla gestione del Consorzio di Bonifica Reno-Palata restano escluse anche alcune aree limitrofe al corso del fiume Reno, comprese nei territori comunali di Calderara di Reno (55 ha) e Sala Bolognese (377 ha) di competenza del Consorzio della Bonifica Renana ed un'area, in comune di San Giovanni in Persiceto, nella frazione di San Matteo della Decima (924 ha), gestita dal consorzio di Bonifica Valli di Vecchio Reno.



| COMUNE | BONIFICA RENO-PALATA | BONIFICA RENANA | BONIFICA VALLI DI VECCHIO RENO |
|----------------------|----------------------|-----------------|--------------------------------|
| ANZOLA DELL'EMILIA | 3.624 ha | | |
| CALDERARA DI RENO | 4.068 ha | 58 ha | |
| CREVALCORE | 10.265 ha | | |
| SALA BOLOGNESE | 4.140 ha | 377 ha | |
| SAN GIOVANNI IN P. | 10.516 ha | | 924 ha |
| SANT'AGATA BOLOGNESE | 3.477 ha | | |

I dati riportati sono stati tratti dal sito dell'Unione Regionale delle Bonifiche dell'Emilia Romagna

Nella Tavola QC.6/t4 "Idrografia" vengono individuati tutti i corsi d'acqua presenti sui territori dell'Associazione, distinguendo tra i corsi d'acqua del reticolo idrografico principale (Fiume Panaro, Fiume Reno, Torrente Samoggia e Torrente Lavino) ed i corsi d'acqua del reticolo idrografico minore, distinti per destinazione d'uso prevalente (irriguo, scolo, promiscuo).

Vengono inoltre individuati i bacini di I° grado e le principali opere idrauliche.

6.2.1.1 Il sistema idrografico principale

- Il fiume Panaro

Il Fiume Panaro lambisce il territorio dell'Associazione in posizione marginale, definendo il confine nord-occidentale tra il comune di Camposanto ed il comunale di Crevalcore per un tratto di 4,7 km.

Il corso d'acqua, che nasce 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, 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 Panaro risulta connesso idraulicamente al fiume Reno attraverso il Cavo Napoleonico o Scolmatore del Reno (che non interessa il territorio in esame), un importantissimo canale artificiale multifunzione della pianura emiliana lungo soltanto 18 Km, che partendo dal Reno poco a valle di Cento, arriva nel Po presso Salvatonica (poco a valle della confluenza del Panaro); il corso d'acqua, a sezione generalmente trapezoidale di tale grandezza da essere in grado di far defluire anche 1.000 mc/sec, è caratterizzato da un ampio alveo praticamente orizzontale, sì da consentire, nella maggior parte del suo corso il

deflusso idrico bidirezionale (funzione iniqua) fra i due maggiori fiumi della pianura emiliana. La sua funzione, infatti, è duplice. Quella principale (se riferita all'entità delle portate d'acqua), ma sfruttata solo occasionalmente, in concomitanza con le maggiori piene del fiume Reno, è di Scolmatore del Reno (questo è il suo secondo nome). Quella secondaria, idraulicamente iniqua (cioè avversa) rispetto alla prima, ma sfruttata nella stagione secca, è quella di alimentare, principalmente a scopo irriguo, mediante una sorta di by-pass che sottopassa lo stesso, il Canale Emiliano Romagnolo (C.E.R.), quando tutti i corsi d'acqua romagnoli hanno portate insufficienti ai fabbisogni estivi dell'agricoltura intensiva della ricchissima pianura emiliano-romagnola.

- Il fiume Reno

Il Reno (esattamente 211,8 km di lunghezza dalla sorgente più lontana alla foce) è il decimo fiume italiano per lunghezza e per superficie di bacino, ma sesto sia per lunghezza, sia per estensione del bacino fra quelli che sfociano direttamente in mare. Se considerato per l'intera lunghezza è di gran lunga il più importante corso d'acqua dell'Emilia-Romagna, nonché l'unico rilevante della Regione che non sia un affluente del Po.

Per il territorio dell'Associazione Terre D'acqua il Reno costituisce senza dubbio l'elemento idrografico di maggior rilievo, interessando i territori comunali di Calderara di Reno, Sala Bolognese e San Giovanni in Persiceto per una lunghezza complessiva di circa 23 Km (considerando il tratto in affaccio), definendone il confine orientale; lungo il proprio tracciato si presenta completamente arginato con alveo incassato che si allarga a tratti a formare casse di espansione.

Il suo bacino idrografico (5.040 km² complessivi, di cui 2.540 di bacino montano), che si sviluppa nelle province di Pistoia, Prato, Firenze, Bologna (quasi l'intera Provincia vi rientra, salvo piccole porzioni montane, collinari e, soprattutto, parte del Persicetano e del Crevalcorese che tributano al Panaro e, quindi, al Po), Modena, Ferrara, Ravenna, è abitato da quasi 2 milioni di persone e comprende anche zone ad elevatissima concentrazione industriale (ad esempio l'area metropolitana bolognese) e assai sviluppate ed evolute dal punto di vista agricolo; storicamente ha sempre costituito un'insostituibile cerniera fra Nord e Sud dell'Italia e, specialmente la sua valle, eccettuato il tratto iniziale più alpestre (sostanzialmente inaccessibile fino alla metà del secolo XIX), è sempre stato un comodo passaggio fra la Pianura Padana e il bacino dell'Arno.

Il tratto montano termina convenzionalmente alla Chiesa di Casalecchio di Reno, a circa 60 m/s.l.m, posta poco a monte del territorio in esame.

A valle di questo punto, peraltro, il Reno ha cambiato più volte il proprio corso, durante i secoli recenti (anche per opera dell'uomo), ma anche in ere geologiche remote, trovandosi ad essere sia affluente del Po (da solo o unitamente al Panaro), sia a sfociante in mare, sia terminando in paludi nel ferrarese, fino ad essere, come ora e dalla metà del secolo XVIII, il maggior collettore, fino al mare, della pianura emiliano-romagnola.

Nel tratto di pianura riceve da sinistra, a valle di Cento, soltanto il Samoggia (col suo affluente Lavino), mentre i maggiori tributari gli vengono dai quattro affluenti più lunghi, tutti da destra.

Allo sbocco in pianura (Chiesa di Casalecchio di Reno), con un bacino sotteso di 1.061 Km², la portata media annua è di 26,5 m³/sec, mentre, verso la foce, la portata media annua è di 95 m³/sec.

Le massime portate registrate a Casalecchio di Reno sfiorano i 2.300 m³/sec (2.290 nelle piene con tempo di ritorno di 200 anni e 1.547 nelle piene con tempo di ritorno di 30 anni), ma nelle piene ordinarie si superano di poco i 1.000. Nel tratto di pianura tali valori restano sostanzialmente immutati (anzi, si decrementano, per le massime piene, a circa la metà), sia per l'intervento, appunto nelle massime piene, dello Scolmatore del Reno, sia per la ridistribuzione dei colmi di piena che avviene nell'alveo, anche se le durate dei colmi si

allungano per l'immissione dei numerosi affluenti e per l'intervento dei sistemi di pompaggio dei Consorzi di Bonifica Reno-Palata e Bonifica Renana, alcuni dei quali (ad esempio quello di Saiarino, con pompe in grado di erogare 26 m³/sec) sono di tale portata da poter effettivamente influenzare gli afflussi, specie nei periodi di magra.

La portata minima assoluta alla foce è di circa 4 m³/sec, mentre a Casalecchio è di 0,6 m³/sec, ma circa un secolo fa non scendeva mai sotto i 5 o 6 m³/sec. Le massime piene si sono storicamente registrate in novembre, ma il mese in cui le portate medie sono più elevate è marzo (52 m³/sec a Casalecchio, circa 200 verso la foce), mentre il mese con portate medie più scarse è agosto (2,4 m³/sec a Casalecchio, circa 8 verso la foce). A Casalecchio la portata media non scende mai sotto i 20 m³/sec da ottobre a maggio, mentre in luglio, agosto e settembre i valori sono inferiori a 10 m³/sec e, ordinariamente, vengono fatti affluire nel Canale di Reno (poi Canale Navile), lasciando, in tal modo, asciutto o quasi l'alveo in estate almeno fino a Cento.

L'analisi di questi valori conferma innanzitutto il carattere torrentizio del fiume il cui bacino è impostato quasi interamente su rocce e terreni impermeabili (tranne qualche porzione montana dell'alto corso del fiume, delle due Limentra e del Santerno) che ne caratterizzano notevoli escursioni del regime idraulico.

Da un punto di vista delle opere idrauliche attualmente in esercizio nella tratta di competenza del territorio dell'Associazione Terre d'Acqua il tratto del Reno a valle della Chiusa di Casalecchio si suddivide in un'asta con opere idrauliche classificate di 3^a categoria (Casalecchio - ponte della Via Emilia) lungo 5.5 km ed in un'asta con opere idrauliche classificate di 2^a categoria che si sviluppa per circa 124 km dal ponte FF.SS. della linea Milano-Bologna allo sfocio in mare.

- Asta con opere idrauliche classificate di 3^a categoria

Essa si sviluppa per un dislivello di 15 m circa e rappresenta il tratto pedecollinare del corso del Reno, come tale riveste particolare importanza idraulica dovendo assolvere alla delicata funzione di raccordo fra il regime torrentizio del bacino montano e il regime fluviale del corso arginato di valle. A definire l'importanza del tratto considerato contribuisce anche il fatto che esso si sviluppa all'interno della zona urbana di Bologna e Casalecchio di Reno.

- Asta con opere idrauliche classificate di 2^a categoria

Essa si snoda attraverso i territori di pianura delle province di Bologna, Ferrara e Ravenna; vi si immettono, in sinistra, il torrente Samoggia, ed in destra il canale Navile, i torrenti Savena Abbandonato, Idice, Sillaro, Santerno, Senio. Le caratteristiche morfologiche dell'asta in esame sono estremamente variabili risentendo delle diverse vicende idrauliche che, nel tempo, hanno determinato l'attuale assetto del fiume Reno. Alle origini, il bacino naturale del Reno si chiudeva alla confluenza con il torrente Samoggia divenendo a valle affluente di destra del fiume Po. A seguito di grandi lavori di riassetto idraulico tesi al recupero ed alla bonifica dei territori vallivi della bassa pianura bolognese, ferrarese e ravennate, il Reno venne inalveato, secondo la proposta di Padre Lecchi formulata nel 1767 e definita "di valle in valle", attraverso il Cavo Benedettino ed il tratto terminale del Po di Primaro giungendo, con successive opere di sistemazione e drizzagni, fino ad assumere l'attuale configurazione che si può così schematizzare:

- primo tratto (circa 19 km da 30 a 14 m di quota) sino a Ponte Bagno, con andamento tortuoso ed ampie estensioni golenali, aventi una funzione modulatrice delle portate di piena, alternate a localizzate strettoie arginali;
- secondo tratto (circa 18 km con quota finale di 13 m circa) sino allo scolmatore di Reno in Po denominato Cavo Napoleonico, con andamento abbastanza regolare e geometria del cavo fluviale significativamente ristretta;

- terzo tratto (circa 47 km) sino alla Bastia, con alveo canalizzato avente argini ravvicinati e molto alti rispetto al piano di campagna; all'interno di tale tratto, è presente uno sfioratore libero in corrispondenza di Gallo di Poggio Renatico - ove si verificarono nel 1949, 1950 e 1951 le rotte dell'argine sinistro - che garantisce la decapitazione naturale delle massime piene con recapito delle acque di esubero nel latistante canale di bonifica "Cembalina";
- quarto tratto (circa 40 km) sino al mare, con alveo arginato relativamente ampio.

Il sistema idraulico Reno-Samoggia negli ultimi dieci anni ha evidenziato situazioni di crisi in caso di piene straordinarie, dando luogo a rotte e allagamenti. È stato pertanto avviato, da parte dell'autorità di bacino, un programma di riassetto idraulico di questi corsi d'acqua, basato sugli studi condotti dall'Università di Bologna. Le opere, progettate per far fronte a piene con frequenza bisecolare, riguardano il rialzo e rinforzo degli argini del Reno per circa 20 km, del Samoggia per un tratto 6-7 km e soprattutto la realizzazione di un sistema di casse di espansione sul Reno a Bagnetto (Sala Bolognese), Trebo (Castelmaggiore) e nelle aree golenali di ex-cava, sul Samoggia già in località Le Budrie (San Giovanni in Persiceto) e sul Lavino a Rivabella (Zola Predosa).

Si rimanda al successivo paragrafo 6.2.1.4 "Criticità idraulica del territorio. Fattori di pericolosità ed ambiti interessati" per approfondimenti relativi agli interventi di riassetto idraulico del sistema Reno-Samoggia.

- Il torrente Samoggia

Il torrente Samoggia nasce presso Montetortore, frazione di Zocca, in Provincia di Modena, ma entra quasi subito nella Provincia di Bologna nella quale sviluppa il restante corso, tranne un breve tratto di pianura ancora in Provincia di Modena; a regime fortemente torrentizio, è il più lungo affluente di sinistra del Reno (44 Km), immette le proprie acque in sponda sinistra Reno in località Bagnetto.

La portata è mediamente pari a 5 m³/sec alla confluenza nel Reno, mentre le portate minime sono dell'ordine di 0,5 m³/sec nel periodo estivo (con minimi assoluti di 0,1 m³/sec); il modulo medio primaverile è circa il triplo di quello annuo, mentre le portate massime ordinarie superano i 100 m³/sec, ma possono superare largamente i 500 m³/sec nelle piene centennali (già a Calcara, ben prima di ricevere il Lavino, fu misurata una portata massima di 452 m³/sec), nel qual caso esonda nelle zone di pianura.

Nel tratto di pianura, a partire da Calcara di Crespellano, scorre incassato fra possenti arginature, che si sviluppano verso valle per una lunghezza di circa 31 chilometri; in località Forcelli, fra San Giovanni in Persiceto e Sala Bolognese, riceve da destra, il suo maggior affluente, il torrente Lavino che gli reca circa 1/3 della portata d'acqua complessiva. Termina nel Reno fra Castello d'Argile e la frazione San Matteo della Decima di San Giovanni in Persiceto.

All'interno dei territori dell'Associazione si sviluppa complessivamente per una lunghezza di circa 21,5 Km, segna il confine comunale tra San Giovanni in Persiceto ad ovest (che rientra per altro nel territorio di pianura scolante nel Fiume Panaro) ed i comuni di Anzola dell'Emilia prima e Sala Bolognese più a valle.

Il bacino del Torrente Samoggia è parte del bacino interregionale del Fiume Reno ed è posizionato all'estremità Ovest dello stesso; il territorio del bacino confina ad Ovest con il bacino del Panaro, mentre a sud, est e a nord, con il bacino del Reno e dei suoi affluenti montani.

Storicamente ha sempre rappresentato l'area di transizione fra il bolognese ed il modenese, area assai ricca di storia da ben oltre un millennio; oggi, il bacino idrografico è caratterizzato da un'intensa industrializzazione (non solo nel settore agricolo) ed

urbanizzazione (la parte centrale e orientale è ricompresa nell'area metropolitana bolognese).

Procedendo verso monte dalla confluenza del Torrente Samoggia in Reno, il bacino del Samoggia si suddivide nel bacino del Torrente Samoggia e nel bacino del Torrente Lavino, suo maggior affluente in sponda destra, che confluisce nel Samoggia nel tratto arginato in località Forcelli; nella medesima località si immettono in Samoggia, il Torrente Ghironda ed il Collettore Consorziabile Acque Basse Forcelli, entrambi regolati da chiaviche con porte vinciane e paratoie che impediscono lo scolo naturale delle acque in presenza di eventi di piena nei Torrenti Samoggia e Lavino.

In località Paltrone sfociano in Samoggia, mediante chiaviche regolatrici, il Rio Martignone e l'Emissario Acque Alte Marciapesce, mentre procedendo verso monte, lungo il tratto arginato, s'immette il Rio Stradellazzo, con deflusso regolato da chiavica con portoni vinciani.

Il **torrente Lavino**, principale affluente, da destra, del Torrente Samoggia, nasce a circa 680 m/s.l.m. sull'Altopiano di Croce delle Pradole (687 m/s.l.m.), subito a monte della frazione del comune sparso di Monte San Pietro denominata Montepastore. Scende, con corso di modesta larghezza, per una valle abbastanza stretta, bagnando Calderino (sede del Comune di Monte San Pietro) che, insieme al altre frazioni, s'allunga per quasi 8 Km sulla sua riva sinistra. Riceve da destra e da sinistra piccoli affluenti (Landa, Amola, Olivetta, ecc.). Sbocca in pianura a Zola Predosa, dando il suo nome a tre località (Lavino di Sopra, località di Zola Predosa sulla ex via Bazzanese; Lavino di Mezzo, frazione di Anzola dell'Emilia e Bologna, sulla Via Emilia; e Lavino di Sotto, località di Calderara di Reno, sulla Via Persicetana) tutte nell'area metropolitana bolognese. Dallo sbocco in pianura sino alla sua confluenza in Samoggia il corso d'acqua è arginato. Poco prima della confluenza nel Samoggia, in località Forcelli, riceve da sinistra il torrente Ghironda (lungo 18 Km, con bacino idrografico di 31,47 Km²) che, nasce nelle colline alle spalle di Zola Predosa e bagna Anzola dell'Emilia.

All'interno dei territori dell'Associazione Comunale Terre d'Acqua si sviluppa complessivamente per una lunghezza di circa 9.8 Km,

Come il suo affluente Ghironda, ha regime marcatamente torrentizio con portate medie annue di 1,5 m³/sec, ma che oscillano da minimi assoluti di 0,05 m³/sec, a massimi che nelle piene ordinarie arrivano a 40 m³/sec, ma nelle piene centennali, possono superare i 100 m³/sec. Nella zona a valle della Via Bazzanese scorre profondamente incassato fra alte arginature. Come il suo affluente Ghironda, è assai pericoloso durante le piene disastrose cui va soggetto e non raramente può esondare in pianura.

6.2.1.2 Il sistema idrografico principale: considerazioni idrologiche e criticità

Visto il progressivo processo di urbanizzazione che ha interessato le aree a valle del margine pedecollinare dei bacini dei fiumi Reno 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 dei fiumi Po e Reno 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.

Per quanto riguarda il bacino idrografico del Fiume Reno tali studi, come precedentemente accennato, sono stati commissionati dalla Autorità di Bacino del Reno al Dipartimento DISTART della Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Bologna e si sono conclusi nel 1997 con la seguente pubblicazione "*Studio idraulico del Fiume Reno dalla Chiusa di Casalecchio a Ponte del Gallo e dei Torrenti Samoggia da Bazzano a sfocio in Reno e Lavino da Ponte Rivabella a sfocio in Samoggia: verifica delle condizioni di deflusso in piena e proposte di intervento*"; il DISTART, nell'ambito dell'incarico ricevuto dall'autorità di bacino ha realizzato sia gli studi idrologici sui bacini montani per la valutazione delle portate massime in ingresso nei tratti indicati e cioè alle sezioni di:

- Casalecchio per il Reno;
 - Zola Predosa per il Lavino ;
 - di Bazzano per il Samoggia,
- sia la verifica idraulica dei tratti arginati indicati.

Per quanto riguarda il bacino idrografico del Fiume Panaro, si fa appello 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).

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.

Nella valutazione dei risultati di studi idrologici e idraulici basati sull'utilizzo di modelli matematici è importante tenere presente la scala alla quale sono stati eseguiti, ossia il *dettaglio* con cui il sistema fisico che si vuole riprodurre è stato descritto. Il valore dei risultati è strettamente legato a tale scala, quindi studi a scala maggiore possono fornire risultati ai quali è associato un minor grado di incertezza e che possono essere localmente diversi. Tale affermazione risulta evidente se si considera la frequenza di rilievo delle sezioni trasversali dei corsi d'acqua.

All'accuratezza del dato contribuisce naturalmente anche la *precisione* del modello, cioè il grado di approssimazione con cui la formulazione matematica riproduce il fenomeno reale, ma questa è generalmente, del tutto trascurabile rispetto al dettaglio utilizzato.

Ad essa può essere associato una qualche rilevanza solo nella riproduzione delle condizioni idrauliche appena a monte ed a valle di strutture quali ponti, traverse e briglie nelle aste montane.

Generalmente in mancanza di sezioni rilevate la superficie esaminata è suddivisa in celle, generalmente quadrate; ad ogni cella è assegnata la quota media del territorio che ricopre; detta suddivisione sta alla base della creazione di un Modello digitale del terreno o modello delle altitudini (DEM).

1) Sintesi delle risultanze studi idrologici ed idraulici delle tratte vallive del fiume Panaro.

Lo studio delle problematiche idrauliche legate al Fiume Panaro in corrispondenza di Terre d'Acqua 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 Camposanto.

Infatti l'ulteriore apporto del Naviglio (circa 60 mc/s) viene compensato dalla riduzione del colmo di piena che si osserva per effetto della traslazione dell'onda lungo l'alveo nella tratta Bomporto Camposanto, talché i valori di portata in uscita dalla Cassa sono gli stessi che si ritrovano alle sezioni di interesse oggetto delle presenti valutazioni.

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 f. 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 flusso della corrente, il corso d'acqua si sviluppa con andamento meandriforme; in corrispondenza di tale passaggio il f. 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 Km² | 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 secca 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 curca relativo ad un determinato t_R

n = parametro curca 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 $t = 24 \text{ h}$ e $H = 227.7 \text{ mm}$)

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

a cui corrisponde una portata al colmo di piena di egual tempo di ritorno pari $Q = 1683 \text{ mc/sec}$ 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 :

| | Tr = 1000 | Tr=500 | Tr=100 | Tr=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 curca relativo ad un determinato t_R

$n =$ parametro curca relativo ad un determinato t_R

$Qc =$ 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.

Recentemente l'autorità di Bacino ha 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:

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

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 :

Battente Hu = 10 - 11 m Qpiena = 900 - 980 mc/s (c=15)

mentre in condizioni migliori potrebbero avere le seguenti potenzialità:

Battente Hu = 10 - 11 m Qpiena = 1100 - 1200 mc/s (c=20)

- Sintesi dello studio idraulico: aree per la realizzazione degli interventi strutturali

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.

2) Sintesi delle risultanze degli studi idrologici ed idraulici delle tratte vallive del sistema idrografico Reno-Samoggia.

- Sintesi dello studio idrologico: le onde di piena significative

Nell'ambito dello studio preso a riferimento, coordinato dall'Autorità di Bacino del Reno sono state ricostruite le onde di piena corrispondenti a precipitazioni di intensità costante e tempo di ritorno $T_r = 25$ e 100 anni, uniformemente distribuite sulle aree scolanti ed in presenza di un grado di saturazione iniziale del suolo cautelativo pari al 90%.

Dallo studio risulterebbe come il modello implementato è stato tarato in base ai dati di livello rilevati lungo gli alvei durante gli eventi di piena del 1990, del 1994 e del 1996 e tenendo conto delle portate scolmate dal Reno al Po attraverso il Cavo Napoleonico.

Gli ingressi utilizzati risultano essere:

1. alla Chiusa di Casalecchio l'onda di portata desunta dall'idrogramma osservato per mezzo di una scala di deflusso validata,
2. a Forcelli in testa al Samoggia, l'onda di livello misurata,
3. l'apporto del Lavino è stato trascurato.

È stato imposto al sistema anche un'uscita: l'onda di portata registrata in ingresso al Cavo Napoleonico, ovvero lo scolmo del Cavo Napoleonico è rappresentato come uscita a legge imposta di portata.

L'idrogramma registrato dal teleidrometro del Gallo è stato imposto come condizione di valle.

Per ognuno dei tempi di ritorno considerati (25 e 100 anni) sono stati simulati eventi con diversa distribuzione delle piogge, i livelli massimi sono stati ottenuti:

- per la piena di solo Reno dalla Chiusa a Bonconvento;
- per la condizione di piena contemporanea sul Reno e sul Samoggia nel tratto di Reno a valle di Bonconvento;

Fra i dati idrologici più significativi che caratterizzano il sistema indagato, si può citare a titolo esemplificativo che un evento pluviometrico distribuito sui bacini montani del Reno e con tempi di ritorno (i.e. frequenza media di accadimento dell'evento) rispettivamente pari a 25 e 100 anni e durata della pioggia pari a 12 ore dà luogo ad onde di piena con portate al picco stimabili in:

- **1477 m³/sec** alla sezione della chiusa di Casalecchio TR=25 anni
- **1981 m³/sec** alla sezione della chiusa di Casalecchio TR=100 anni

- Sintesi dello studio idraulico: aree ad alta probabilità di inondazione

Per giungere all'individuazione delle situazioni a rischio idraulico elevato e molto elevato e delle altre situazioni a rischio e per definire, in relazione a tempi di ritorno di 25-50 anni, la dimensione fluviale nei tratti non arginati e le aree soggette a inondazione con effetti idrodinamici rilevanti nei tratti arginati, si sono individuate le "Aree ad alta probabilità di inondazione".

La definizione delle aree ad alta probabilità di inondazione si basa sulla determinazione delle condizioni idrauliche (portata, livelli idrici, velocità) con le quali avviene il moto nel corso d'acqua, imponendo una sollecitazione (onda di piena) con le caratteristiche di ricorrenza (probabilità di accadimento) imposte.

Valutati i livelli idrici che si verificano per la piena con tempo di ritorno 25-50 anni, nelle aree montane fino all'inizio degli argini continui (ponte FS MI-BO) si è delimitata la porzione di territorio che può essere inondata dalle acque utilizzando rilievi topografici diretti e le carte tecniche regionali a scala 1:5000 e nel Reno arginato, dal ponte FS fino alla foce, si sono individuati i tratti arginali passibili di sormonto e si è definita come area ad alta probabilità di inondazione una fascia esterna all'argine di larghezza pari a 250-300 metri circa.

Si sottolinea che i metodi di calcolo adottati si basano su modelli monodimensionali di propagazione dell'onda di piena e quindi non sono in grado di valutare la propagazione dei deflussi dopo l'esondazione, valutazione possibile con modelli idraulici a schema bidimensionale.

Per la perimetrazione delle aree passibili di inondazione è stato applicato il criterio della distanza dall'argine soggetto a sormonto, considerando lecita l'assunzione che il maggiore impatto della piena esondata è a carico del territorio e dei beni più prossimi al fiume. Evidentemente il fenomeno dell'allagamento investe porzioni di territorio più estese che possono essere invase dalle acque con tiranti intorno a 0.5 metri o inferiori e velocità idriche inferiori ad 1 m/s, nelle fasce adiacenti al corso d'acqua, invece, all'allagamento con tiranti anche superiori al metro si associa l'azione distruttiva della corrente determinata da velocità dell'acqua molto elevate.

È importante ricordare che il campo di validità dei risultati ottenuti è strettamente legato al livello di dettaglio utilizzato nella rappresentazione del fiume, mediante modello idraulico, e nel tracciamento delle linee di perimetrazione. In particolare, il modello si basa su sezioni trasversali rilevate mediamente ogni 500-800 metri e le perimetrazioni sulle informazioni fornite dalle Carte Tecniche Regionali a scala 1:5000 integrate dai rilievi topografici disponibili.

- Sintesi dello studio idraulico: aree per la realizzazione degli interventi strutturali

Le aree per la realizzazione degli interventi strutturali di riduzione del rischio idraulico si suddividono in aree di intervento, aree di localizzazione interventi e aree di potenziale localizzazione degli interventi.

Tali aree sono individuate nel primo caso sulla base di un progetto preliminare già approvato, nel secondo tramite una verifica preliminare di fattibilità e nel terzo in base alla predisposizione ad accogliere interventi non pianificati ma che si potrebbero rendere necessari a causa dell'insufficienza, o della riscontrata non idoneità, delle aree già programmate per gli interventi.

L'obiettivo assunto nella pianificazione degli interventi è stato quello di raggiungere condizioni di sicurezza idraulica nei territori insediati per tempi di ritorno fino a 200 anni.

La prima fase degli studi idraulici ha consentito l'individuazione delle situazioni di rischio dovute a esondazioni o sormonti arginali per piene con tempo di ritorno di 25-50 anni e di 100-200 anni, mentre nella seconda fase si è provveduto a valutare gli interventi da attuare per il raggiungimento degli obiettivi di sicurezza idraulica.

Gli interventi strutturali individuati per il fiume Reno, presentati nel "Programma degli Interventi", sono un sistema di cinque casse di espansione di cui tre golenali e due laterali, posizionate in un tratto di Reno da Trebbo alla confluenza del Samoggia in Reno.

La prima cassa di espansione laterale si trova in località Trebbo nel Comune di Castel Maggiore e Calderara di Reno, la seconda si trova in località Bagnetto (nei Comuni di Sala Bolognese e Castello d'Argile), le tre casse golenali, due in destra ed una in sinistra, si trovano a valle di Trebbo nelle località di Barleda, Bonconvento e Boschetto, nei Comuni di Castel Maggiore, Argelato e Sala Bolognese.

Le casse fanno parte di un unico intervento studiato per garantire condizioni di sicurezza per piene con TR fino a 200 anni nei territori di pianura esposti a potenziali esondazioni di Reno fino all'Opera di scolmo nel "Cavo Napoleonico".

3) Sintesi delle risultanze degli studi idrologici ed idraulici delle tratte vallive del sistema idrografico Lavino-Samoggia.

- Sintesi dello studio idrologico: le onde di piena significative.

Nell'ambito dello studio preso a riferimento, commissionato dall'Autorità di Bacino del Reno sono state ricostruite le onde di piena corrispondenti a precipitazioni di intensità costante e tempo di ritorno $T_r = 25$ e 100 anni, uniformemente distribuite sulle aree scolanti ed in presenza di un grado di saturazione iniziale del suolo cautelativo pari al 90%.

Fra i dati idrologici più significativi che caratterizzano il sistema indagato, si può citare a titolo esemplificativo che un evento pluviometrico distribuito sui bacini montani di Samoggia e Lavino con tempo di ritorno (i.e. frequenza media di accadimento dell'evento) pari a 100 anni e durata della pioggia pari a 12 ore dà luogo ad onde di piena con portate al picco stimabili in:

- **350 m³/sec** alla sezione di Bazzano per il Samoggia
- **200 m³/sec** alla sezione di Zola Predosa per il Lavino
- **500 m³/sec** alla sezione di Forcelli alla confluenza Samoggia - Lavino

N.B.: In realtà, per piogge aventi durata inferiore ($T_p = 6-9$ ore) ma intensità più elevate si ottengono valori al picco leggermente superiori, ma le onde di piena da esse generate sono da ritenersi di difficile contemporaneità nei due bacini idrografici ed inoltre i conseguenti volumi d'acqua transitanti in alveo ed ivi invasi risultano notevolmente inferiori al caso considerato con $T_p = 12$ ore.

Tali volumi di piena, qualora molto elevati, rappresentano storicamente, vista la scarsa capacità di svuotarsi in tempi brevi, il "tallone d'Achille" dei tratti vallivi dei torrenti esaminati ed in particolare del Torrente Samoggia.

- Sintesi dello studio idraulico: aree ad alta probabilità di inondazione.

Le verifiche del comportamento idraulico del t. Lavino denunciano una situazione di grave sofferenza idraulica, presentandosi rischi di sormonto degli argini anche per piene fluviali conseguenti ad eventi meteorici a ricorrenza inferiore alla venticinquennale.

Ai rischi di sormonto degli argini si devono sommare quelli - di più difficile previsione - attribuibili a fenomeni di sifonamento, sfiancamento od erosione dei paramenti verso fiume.

Nel seguito, vengono sintetizzati i risultati ottenuti dai calcoli idraulici e viene analizzata la condizione di rischio di sormonto arginale nel t. Lavino. Queste indicazioni, inoltre, hanno un importante riflesso sulle ipotesi di calcolo fatte in occasione del recente studio sul sistema Reno-Samoggia e conseguentemente sulle proposte progettuali avanzate in quella sede.

- Torrente Lavino

Nel primo tratto compreso tra l'abitato di Ponte Rivabella (progr. 8.8 km) ed il ponte della Autostrada del Sole (progr. 16.5 km), l'alveo ha conduttanza idraulica sufficiente a garantire il deflusso senza rischi di esondazioni per eventi di piena centenari anche se, in corrispondenza di alcuni punti localizzati del torrente, il franco arginale scende ben al di sotto del metro.

Proseguendo verso valle, il franco arriva ad annullarsi presso il ponte ferroviario della linea Milano-Bologna (progr. 19 km) - poco a valle dell'attuale ponte della Via Emilia -, oltre il quale si manifesta una graduale e progressiva insufficienza dei corpi arginali fino alla confluenza nel Torrente Samoggia (progr. 27.7 km); il tratto contraddistinto dal più elevato scarto fra le attuali sommità arginali ed i colmi di livello ottenuti nelle simulazioni (vedere tavole E-1, E-3) è localizzato a ridosso degli attraversamenti del ponte della Via Persicetana (progr. 24.5 km) e del ponte ferroviario della linea Verona-Bologna (progr. 25.3 km) ove, per contenere interamente l'intumescenza in alveo, si renderebbero necessari rialzi dell'ordine di 3, 3.5 metri.

Con gli eventi di progetto a ricorrenza venticinquennale si ottiene ancora una situazione d'insufficienza del sistema, con deficienza dei corpi arginali meno evidente ma comunque estesa e tale, quindi, da considerare a rischio di esondazione un tratto molto lungo (dalla progr. 19 km alla progr. 26.5 km) dell'asta del t. Lavino.

Dall'analisi modellistica si evince come la portata al picco in ingresso a Ponte Rivabella si mantiene praticamente invariata fino allo sbocco in Samoggia.

Per quanto concerne l'influenza dello stato contestuale del t. Samoggia sulle condizioni di deflusso nel Lavino, si può affermare che essa è sensibile solamente fino a 2.5, 3 km a monte della confluenza grazie alla discreta pendenza di fondo del tratto terminale dell'affluente stesso che limita notevolmente nello spazio gli eventuali effetti di richiamo o di rigurgito determinati dalla contemporanea condizione del recettore.

L'analisi comparata dei risultati ottenuti simulando la risposta del sistema, nello stato di fatto attuale e di quelli prodotti in fase di calibrazione dei coefficienti di scabrezza, mette in evidenza un fatto molto importante: la notevole differenza riscontrata per il valore del coefficiente di scabrezza c^* fra il medio corso (L1, $c^* = 15$) ed il basso corso (L2, $c^* = 5$) del t. Lavino è la principale causa - oltre alla graduale diminuzione verso valle della pendenza di fondo dell'alveo - del brusco calo di conduttanza idraulica che si verifica a partire dalla progressiva 16, 17 km e conseguentemente dello stato di grave sofferenza caratterizzante gli ultimi 10 km del torrente.

Per assicurare un metro di franco rispetto al coronamento degli argini esistenti, infatti, occorrerebbe limitare le portate in transito attraverso i diversi tratti dell'alveo del Torrente Lavino sotto i valori nel seguito indicati:

- 130, 140 m³/s fino alla progressiva 16.5 km;
- decrescenti gradualmente da 130 m³/s a 100 m³/s fra la progressiva 16.5 km e la progressiva 21, 21.5 km (in corrispondenza della briglia di Sacerno);
- inferiori a 100 m³/s per il tratto terminale fra la briglia di Sacerno e la confluenza in Samoggia (progr. 27.7 km), con minimo di officiosità idraulica localizzato nel tronco in corrispondenza delle infrastrutture viarie (ponte Via Persicetana) e ferroviarie (ponte FF.SS. Verona-Bologna) ricordate in precedenza.

Da queste considerazioni, dunque, si ricava una prima indicazione progettuale sugli interventi necessari alla messa in sicurezza del Lavino e cioè che tutto il tratto terminale del torrente - almeno fino all'attuale ponte della Via Emilia - deve diventare oggetto di una manutenzione morfologico-vegetazionale costante nel tempo, mediante ripristino e mantenimento di un'adeguata sezione di deflusso e, soprattutto, pulizia sistematica dell'alveo dalla vegetazione infestante mediante operazioni programmate di sfalcio.

- Torrente Samoggia

Per quanto riguarda il Torrente Samoggia, i risultati ottenuti durante lo studio del sistema Reno-Samoggia possono considerarsi ancora validi poiché le ipotesi fatte sul contributo laterale del t. Lavino (puro trasferimento cinematico dell'onda di piena in ingresso a Ponte Rivabella fino allo sbocco in Samoggia) sono, in linea di massima, confermate in questa sede; ciò è anche dovuto, in realtà, alla già citata prerogativa del programma di calcolo di contenere fittiziamente l'intera intumescenza in alveo anche in caso di manifesta insufficienza arginale. Tale constatazione induce a fare alcune considerazioni:

- a) la verifica del comportamento del basso corso del t. Samoggia nello stato di fatto attuale, presentata all'interno dello studio sul sistema Reno-Samoggia, è effettivamente un poco cautelativa in quanto l'affluente Lavino non è al momento in grado di convogliare integralmente alla confluenza (presso Forcelli) le onde di piena assunte in fase di simulazione;
- b) a causa dell'elevato grado di insufficienza idraulica rilevato specialmente per il suo basso corso (L2), il Torrente Lavino potrebbe dimostrarsi inadeguato per il trasferimento delle onde di piena di progetto alla confluenza in Samoggia anche dopo l'attuazione di interventi finalizzati alla manutenzione e all'aumento dell'officiosità idraulica dell'alveo.

In tal caso, comunque si pensi di porre rimedio a questa carenza (ad esempio, lasciando esondare "naturalmente" i volumi di piena esuberanti la conduttanza idraulica dell'alveo oppure introducendo soluzioni progettuali per la moderazione delle portate al colmo), il Lavino continuerebbe a recapitare nel Samoggia un contributo ai deflussi inferiore a quello assunto in fase di simulazione nello studio del sistema Reno-Samoggia e ciò permetterebbe di rivedere il dimensionamento e le modalità di funzionamento idraulico della cassa di espansione "ORSI MANGELLI" sul t. Samoggia, dovendo assicurare essa una decapitazione dell'onda di piena transitante (funzionale alla messa in sicurezza del tratto terminale del Samoggia) meno drastica.

- Sintesi dello studio idraulico: aree per la realizzazione degli interventi strutturali.

Le analisi idrologiche e le verifiche idrauliche hanno permesso di individuare i tratti critici dell'alveo di pianura del torrente Lavino e suggeriscono gli interventi di sistemazione idraulica che, come già si è precisato per il fiume Reno e per il torrente Samoggia, sono riconducibili a due categorie principali.

- La prima comprende gli interventi rivolti a migliorare la officiosità idraulica dei diversi tronchi fluviali, rendendola adeguata al transito con franchi convenienti alle portate di piena in arrivo.
- La seconda si riferisce agli interventi miranti a moderare le portate al colmo trasferite verso valle.

- Interventi proponibili per migliorare la officiosità idraulica degli alvei

Le verifiche idrauliche eseguite dimostrano che il tratto più critico è quello terminale, a valle della Briglia di Sacerno, ove il deflusso delle piene è fortemente ostacolato dalla vegetazione fluviale.

Appare quindi necessario garantire la attuazione di programmi di manutenzione ordinaria per conservare nel tempo valori convenienti della scabrezza delle pareti, secondo gli orientamenti già suggeriti anche per il fiume Reno e per il torrente Samoggia.

Poiché tali interventi manutentivi non basteranno ad assicurare il contenimento delle portate di piena entro gli argini, essi dovranno essere accompagnati anche da interventi di sistemazione idraulica di tipo tradizionale.

Nel caso specifico, non sono applicabili né la riduzione dello sviluppo longitudinale mediante drizzagni (essendo il tratto di pianura interamente canalizzato e privo di meandri significativi), né l'incremento delle sezioni di passaggio dell'acqua mediante svassi golenali, dragaggi del fondo e simili.

E' invece possibile rimuovere ostacoli localizzati, con particolare riguardo al ponte sulla via Emilia, secondo un progetto in corso di elaborazione; per altri ponti le cui luci sono destinate ad entrare in pressione anche con portate di piena non eccezionali, si dovranno studiare soluzioni che prevengano il rischio di parziale occlusione delle luci stesse e di rigurgiti non prevedibili e valutabili in seguito a trattenuta di materiale galleggiante contro le travi.

Restano infine da considerare i rialzi e i ringrossi arginali, che possono essere realizzati solo in misura limitata, a causa dei vincoli esistenti (fabbricati, strade, ponti a ridosso degli argini).

Le verifiche idrauliche eseguite assumendo valori di scabrezza corrispondenti a buone condizioni di manutenzione degli alvei, ipotizzando l'eliminazione del ponte sulla via Emilia e la realizzazione di modesti rialzi arginali mostrano che l'alveo del torrente Lavino sarebbe in grado di trasferire verso valle con franchi accettabili non più di 150 mc/s.

- Interventi proponibili per la moderazione delle portate al colmo

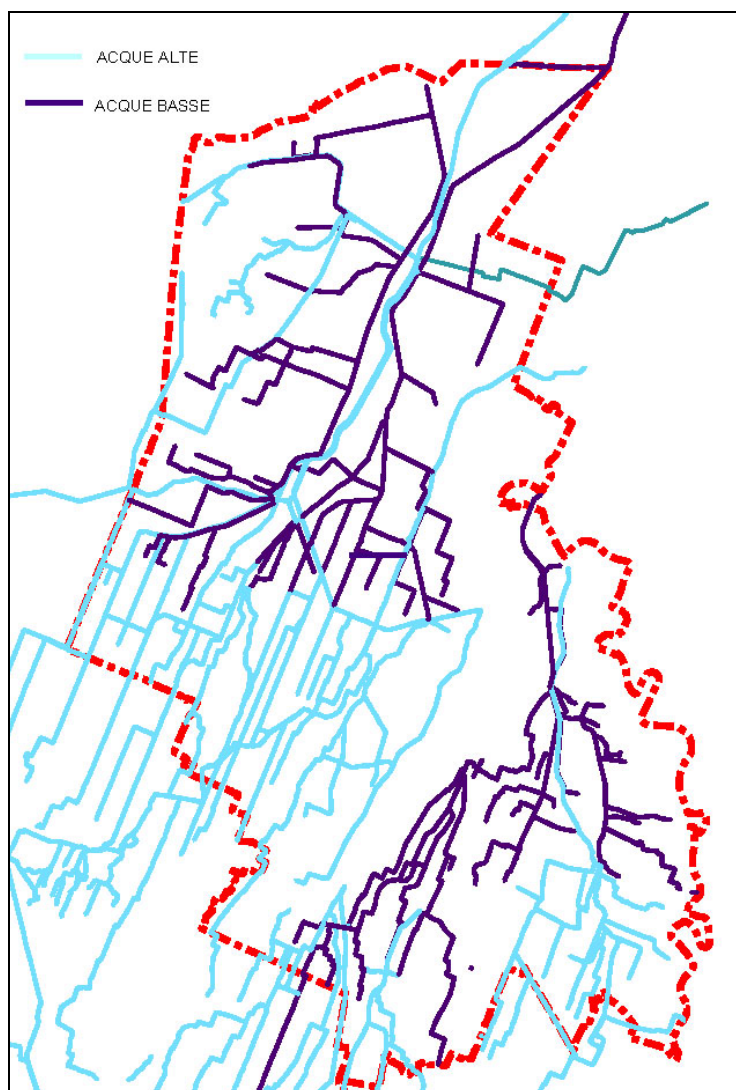
Poiché i modesti sovralti degli argini del torrente Lavino che si ritengono fattibili non consentono di prevenire i rischi di sormonto in occasione di piene di elevato tempo di ricorrenza, è necessario associare agli stessi sovralti anche interventi di moderazione delle portate al colmo provenienti dal bacino collinare e montano, che limitino a non più di 150 m³/s la portata trasferita al tratto di pianura.

Le indagini finora effettuate per la localizzazione di invasi di piena da porre in serie e/o in parallelo al torrente, a monte del tratto più critico (da Zola Predosa alla confluenza nel torrente Samoggia) e le consultazioni avviate dall'Autorità di Bacino per sondare la possibilità di utilizzo di aree potenzialmente idonee in relazione alla loro morfologia ed alla posizione rispetto al torrente non hanno ancora consentito di avanzare proposte sicuramente fattibili.

6.2.1.3 Reticolo idrografico minore e bacini idrografici

L'idrografia secondaria è rappresentata da canali artificiali ad uso scolante, irriguo e promiscuo atti al drenaggio delle acque di circolazione superficiale verso i corsi d'acqua principali.

Nel distretto di pianura, collocato fra la sinistra del fiume Reno e la destra del fiume Panaro, in cui è collocato il territorio dell'Associazione, la gestione del acque è per buona parte in carico al Consorzio di Bonifica Reno -Palata, che ha contribuito alla formazione dei presenti elaborati di Piano, fornendo un preziosissimo contributo attraverso dati ed informazioni sui canali consortili, il sistema gestionale, le criticità del territorio.



Le opere di bonifica che gestiscono le acque del territorio di pianura sono impostate sul principio della separazione tra le acque dei terreni alti e le acque dei terreni depressi. Queste ultime sono immesse nei fiumi riceventi attraverso stabilimenti idrovori; le acque alte sono regolate da chiaviche emissarie e da casse di espansione. In particolare, i collettori di acque alte, in condizioni normali, sono in grado di scaricare le proprie acque direttamente nei torrenti riceventi attraverso le cosiddette chiaviche; si ricordano al riguardo la chiavica che consente l'immissione del torrente Martignone nel Samoggia (denominata chiavica Paltrone), la chiavica di immissione del canale Marciapesce nel Martignone e la chiavica di immissione dello scolo Stradellazzo nel Samoggia.

In condizioni di sovraccarico idraulico tali acque, attraverso manufatti definiti scaricatori o scolmatori, sono immesse nel sistema dei "canali bassi" e afferiscono agli impianti idrovori, ai quali affluiscono normalmente tutte le acque del territorio più depresso (acque basse). Sono in gestione al Consorzio di Bonifica Renana una piccola porzione del territorio comunale di Calderara di Reno (area golenale di Trebbo) e due aree in comune di Sala Bolognese, l'una nei pressi del toponimo Malaceppa e l'altra più a nord, nei pressi della località Volta Reno. Un unico corso d'acqua di modestissime dimensioni risulta interessare i territori suddetti; si tratta della Canaletta di Bagno.

Al consorzio della Bonifica Valli di Vecchio Reno compete infine la gestione di una porzione di territorio in comune di San Giovanni in Persiceto, corrispondente alla zona orientale di



*Es. Canale Acque Alte
Il canale scorre sopra il piano culturale*



San Matteo della Decima; in quest'area, il cui confine occidentale è segnata dal Canale di Cento, s'individuano lo Scolo Reno Vecchio ed il Fosso Scolatore, che confluiscono nel Canale di Cento poco a valle dell'abitato di Cento e lo Scolo Tombetta e lo Scolo Bagnetto, il primo confluisce nel secondo, che si dirige, con andamento parallelo a quello del fiume Reno, verso Cento.

Es. Canale Acque Basse - Il canale scorre dentro il piano culturale

Nella Tavola QC.6/t4 "Idrografia" viene individuato il reticolo idrografico minore consortile e delimitati i bacini idrografici principali, distinti per ente gestore; nella tavola viene riportato anche il reticolo idrografico di competenza del consorzio di Bonifica Burana - Leo - Scotenna sebbene non vi siano, entro il territorio dell'unione aree gestite da tale consorzio.

Per quanto riguarda il reticolo idrografico gestito dalla Bonifica Reno Palata, i corsi d'acqua sono stati distinti in base all'uso prevalente (dato fornito dal Consorzio della Bonifica Reno Palata); di seguito si riporta un elenco dei corsi d'acqua presenti sul territorio di cui si specifica anche la lunghezza relativa.

| | CORSO D'ACQUA | | USO | LUNGHEZZA (m) | GESTIONE |
|---------------|-----------------------|----------------------------|-----------|------------------|-----------------|
| ACQUE ALTE | CONDOTTA | DEPURATORE ANZOLA | IRRIGUO | 1279 | PRIVATO |
| | CONDOTTA | DI VIA IMPERIALE | IRRIGUO | 3497 | PRIVATO |
| | SCOLO | FOSSETTA DEI MENDICANTI | SCOLO | 1114 | PRIVATO |
| | ALLACCIANTE | STRADELLAZZO-CCAB FORCELLI | IRRIGUO | 59 | PRIVATO |
| | SCOLO | MUZZA VECCHIA | SCOLO | 5142 | FUTURA |
| | RIO | CARPINETA | PROMISCUO | 440 | ACQUE PUBBLICHE |
| | CANALE | CHIARO DI VALBONA | PROMISCUO | 7829 | ACQUE PUBBLICHE |
| | CANALE | COLLETTORE AA | PROMISCUO | 5929 | ACQUE PUBBLICHE |
| | CANALE | DI CENTO | SCOLO | 3765 | ACQUE PUBBLICHE |
| | TORRENTE | MARTIGNONE | SCOLO | 3659 | ACQUE PUBBLICHE |
| | SCOLO | MUZZA ABBANDONATA | PROMISCUO | 1155 | ACQUE PUBBLICHE |
| | CANALE | SAN GIOVANNI | PROMISCUO | 942 | ACQUE PUBBLICHE |
| | CANALE | SAN GIOVANNI RAMO DX | SCOLO | 386 | ACQUE PUBBLICHE |
| | CANALE | SAN GIOVANNI RAMO SX | SCOLO | 419 | ACQUE PUBBLICHE |
| | CANALE | TORBIDO | IRRIGUO | 202 | ACQUE PUBBLICHE |
| | EMISSARIO | AA MARCIAPESCE | PROMISCUO | 16 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | BERGNANA SUPERIORE | PROMISCUO | 2842 | CONSORZIALE |
| | ALLACCIANTE | BERGNANA-PIOLINO | PROMISCUO | 733 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | BISENTOLO | SCOLO | 643 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | CALDERARA | SCOLO | 690 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | CALDERARA INFERIORE | SCOLO | 135 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | CALDERARA SUPERIORE | SCOLO | 299 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | CANOCCHIA SUPERIORE | SCOLO | 491 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | CANOCCHIETTA INFERIORE | SCOLO | 880 | CONSORZIALE |
| | DIVERSIVO | CANTALUPO | SCOLO | 679 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | CARLETTO | SCOLO | 3125 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | CAVA | SCOLO | 3966 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | CAVAMENTO-AMOLA SUPERIORE | SCOLO | 2876 | CONSORZIALE |
| ALLACCIANTE | CER-CHIARO DI VALBONA | IRRIGUO | 339 | CONSORZIALE | |

| | CORSO D'ACQUA | | USO | LUNGHEZZA (m) | GESTIONE |
|---------------|---------------|------------------------------------|-----------|------------------|-------------|
| ACQUE ALTE | CHIAVICA | DI DERIV. CCAB FORCELLI PADERGNANA | IRRIGUO | 79 | CONSORZIALE |
| | CHIAVICA | DI DERIVAZIONE IN DX LAVINO | IRRIGUO | 26 | CONSORZIALE |
| | CANALE | DI RIOLO | PROMISCUO | 7699 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | DOSOLO | PROMISCUO | 8801 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | FIUMAZZO | PROMISCUO | 739 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | FOLICELLO | SCOLO | 2141 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | FONTANA | SCOLO | 3304 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | FOSSA NUOVA | PROMISCUO | 780 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | FOSSETTA | PROMISCUO | 3416 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | FOSSETTA DEI MENDICANTI NORD | SCOLO | 1185 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | FOSSETTA DEI MENDICANTI SUD | SCOLO | 1708 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | GALLEGHETTO | PROMISCUO | 2183 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | GALLEGO | PROMISCUO | 4515 | CONSORZIALE |
| | ALLACCIANTE | GALLEGO-FIUMAZZO | PROMISCUO | 224 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | GAROFALO | SCOLO | 680 | CONSORZIALE |
| | FOSSO | GAZZOLO | PROMISCUO | 2199 | CONSORZIALE |
| | FOSSO | GAZZOLO RAMO EST | SCOLO | 513 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | GHIARONE | PROMISCUO | 4528 | CONSORZIALE |
| | DERIVAZIONE | GHIRONDA-STANGA | IRRIGUO | 29 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | GRASSELLO SUPERIORE | SCOLO | 869 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | GUARDATELLO | SCOLO | 2092 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | LAMETTA | SCOLO | 1080 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | MALMENAGO | PROMISCUO | 2864 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | MARCIAPESCE | SCOLO | 531 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | MARISCOTTI | SCOLO | 1131 | CONSORZIALE |
| | ALLACCIANTE | MARSIGLI-LUPPI | IRRIGUO | 105 | CONSORZIALE |
| | SCOLMATORE | MARTIGNONE-CCAB FORCELLI | SCOLO | 29 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | MUCINELLO | SCOLO | 486 | CONSORZIALE |
| | SCARICATORE | MUCINELLO | SCOLO | 187 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | MUZZONCHIO | PROMISCUO | 1343 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | MUZZONE | SCOLO | 3924 | CONSORZIALE |

| | CORSO D'ACQUA | | USO | LUNGHEZZA (m) | GESTIONE |
|---------------|----------------|------------------------------------|-----------|------------------|-------------|
| | SCOLO | NAVEGATO | PROMISCUO | 1480 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | ORGANE | PROMISCUO | 2823 | CONSORZIALE |
| ACQUE ALTE | SCOLO | PANARAZZETTO | SCOLO | 345 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | PANAROLO | PROMISCUO | 917 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | PANAROLO II | PROMISCUO | 832 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | PELOSO | SCOLO | 405 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | PETTARELLA SUPERIORE | PROMISCUO | 1874 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | PIOLINO SUPERIORE | SCOLO | 3547 | CONSORZIALE |
| | RIO | PODICE | SCOLO | 2417 | CONSORZIALE |
| | FOSSO | PUGLIA | SCOLO | 145 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | RANGONA | PROMISCUO | 5519 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | ROMITA SUPERIORE | SCOLO | 8864 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | RONCHETTO | SCOLO | 1732 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | SANT'ALMASO VECCHIO | SCOLO | 293 | CONSORZIALE |
| | CANALE | SCARICATORE CHIARO DI VALBONA | PROMISCUO | 594 | CONSORZIALE |
| | FOSSO | SCARICATORE DI CANAL CHIARO | PROMISCUO | 108 | CONSORZIALE |
| | CANALE | SCOLMATORE DELLA ROMITA | SCOLO | 69 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | STELLONI | SCOLO | 2448 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | STERPATE | PROMISCUO | 1505 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | STERPATE | PROMISCUO | 573 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | STRADELLAZZO | PROMISCUO | 3646 | CONSORZIALE |
| | FOSSO SCARIC. | STRADELLAZZO-GAROFALO | SCOLO | 429 | CONSORZIALE |
| | MANUF. SCARIC. | STRADELLAZZO-GAROFALO | SCOLO | 117 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | VACCAREZZA SUPERIORE | SCOLO | 536 | CONSORZIALE |
| | ALLACCIANTE | VACCAREZZA-PETTARELLA | SCOLO | 1580 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | VALTIERA | SCOLO | 801 | CONSORZIALE |
| | FOSSA | ZUCCA | PROMISCUO | 3892 | CONSORZIALE |
| | COLATORE | ZENA | PROMISCUO | 6206 | BURANA |
| | ACQUE BASSE | SCOLO | CINGHIONE | SCOLO | 1539 |
| CONDOTTA | | ALIMENTAZIONE FOSSO DI VIA SALETTA | IRRIGUO | 292 | CONSORZIALE |
| CONDOTTA | | ALIMENTAZIONE SCOLO FOSSADONE | IRRIGUO | 370 | CONSORZIALE |

| | CORSO D'ACQUA | | USO | LUNGHEZZA (m) | GESTIONE |
|-----------|----------------|--|---------------------------------|------------------|-------------|
| | ACQUE BASSE | CONDOTTA | ALIMENTAZIONE SCOLO SANT'AGNESE | IRRIGUO | 297 |
| SCOLO | | BASSONE | PROMISCUO | 1650 | CONSORZIALE |
| SCOLO | | BERGNANA INFERIORE | SCOLO | 1313 | CONSORZIALE |
| SCOLO | | BUSI | PROMISCUO | 834 | CONSORZIALE |
| SCOLO | | CANALAZZO SX SAMOGGIA | PROMISCUO | 2012 | CONSORZIALE |
| SCOLO | | CANOCCHIETTA ABBANDONATA | SCOLO | 566 | CONSORZIALE |
| DIVERSIVO | | CAPRARA | SCOLO | 961 | CONSORZIALE |
| SCOLO | | CAPRARA VECCHIA | SCOLO | 292 | CONSORZIALE |
| SCOLO | | CAPRARA VECCHIA RAMO SX | SCOLO | 153 | CONSORZIALE |
| SCOLO | | CARAMASCO | PROMISCUO | 4408 | CONSORZIALE |
| FOSSO | | CASELLE | SCOLO | 1110 | CONSORZIALE |
| RIO | | CASSOLETTA | PROMISCUO | 6886 | CONSORZIALE |
| RIO | | CASSOLETTA RAMO EST | PROMISCUO | 951 | CONSORZIALE |
| SCOLO | | CAVAMENTO-AMOLA INFERIORE | PROMISCUO | 1838 | CONSORZIALE |
| CANALE | | COLLETTORE AB BAGNETTO | SCOLO | 1906 | CONSORZIALE |
| CANALE | | COLLETTORE AB DX | PROMISCUO | 48 | CONSORZIALE |
| CANALE | | COLLETTORE AB FORCELLI | PROMISCUO | 334 | CONSORZIALE |
| CANALE | | COLLETTORE AB SX | PROMISCUO | 268 | CONSORZIALE |
| SCOLO | | CROCETTA | SCOLO | 571 | CONSORZIALE |
| SCOLO | | DESTRA DEL FIUMAZZO | PROMISCUO | 40 | CONSORZIALE |
| SCOLO | | DESTRA FOSSA NUOVA | PROMISCUO | 1454 | CONSORZIALE |
| SCOLO | | DESTRA RANGONA | PROMISCUO | 1386 | CONSORZIALE |
| SCOLO | | DI BAGNO | SCOLO | 2180 | CONSORZIALE |
| CHIAVICA | | DI DERIV. CCAB FORCELLI-MARTIGNONCELLO | IRRIGUO | 304 | CONSORZIALE |
| CHIAVICA | | DI DERIVAZIONE IN SX LAVINO | IRRIGUO | 33 | CONSORZIALE |
| FOSSO | | DI GA' | PROMISCUO | 2421 | CONSORZIALE |
| SCOLO | | DONELLI | SCOLO | 578 | CONSORZIALE |
| SCOLO | | DOSOLETTO DI BAGNO | SCOLO | 2319 | CONSORZIALE |
| SCOLO | | DOSOLETTO DI LONGARA | PROMISCUO | 635 | CONSORZIALE |
| SCOLO | | EDOARDO NUOVO | PROMISCUO | 5072 | CONSORZIALE |
| SCOLO | | EDOARDO PALATA | SCOLO | 896 | CONSORZIALE |

| | CORSO D'ACQUA | | USO | LUNGHEZZA (m) | GESTIONE |
|----------------|------------------|------------------------------|-----------|------------------|-------------|
| ACQUE BASSE | SCOLO | EDOARDO VECCHIO | PROMISCUO | 4299 | CONSORZIALE |
| | CANALE | EMISSARIO AB | PROMISCUO | 6642 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | FILIPPINA | PROMISCUO | 1729 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | FOSSADONE | PROMISCUO | 1745 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | FOSSETTA DELLE ARMI | SCOLO | 740 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | GALLEGO ABBANDONATO | IRRIGUO | 2765 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | GALLEGO IRRIGUO | IRRIGUO | 4042 | CONSORZIALE |
| | FOSSA | GIOVANNA | PROMISCUO | 2076 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | GUISA | SCOLO | 1797 | CONSORZIALE |
| | DERIVAZIONE | IN LOCALITA' LONGARA | IRRIGUO | 168 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | LAVINELLO | SCOLO | 299 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | LIMITE NUOVO | PROMISCUO | 1878 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | LIMITE VECCHIO | PROMISCUO | 2838 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | LONGARA | SCOLO | 2075 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | MARCHESI | PROMISCUO | 3823 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | MARTIGNONCELLO | PROMISCUO | 2582 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | MASCELLARO INFERIORE | PROMISCUO | 1138 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | MONTPENSIER | PROMISCUO | 1837 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | NAVILE | PROMISCUO | 1056 | CONSORZIALE |
| | CANALE | NUOVO COLLETTORE AB BAGNETTO | PROMISCUO | 677 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | OLMA | SCOLO | 1096 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | PADERGNANA | PROMISCUO | 1629 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | PADULLE | SCOLO | 1286 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | PIOLINO INFERIORE | PROMISCUO | 2383 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | POZZOROTTO | PROMISCUO | 1361 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | PUPILLA-GALEAZZA | PROMISCUO | 2988 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | RADICCHI | SCOLO | 2135 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | RAVANELLO | PROMISCUO | 3382 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | RINALDI | SCOLO | 803 | CONSORZIALE |
| | DIVERSIVO | ROMITA | PROMISCUO | 1125 | CONSORZIALE |
| SCOLO | ROMITA INFERIORE | PROMISCUO | 1614 | CONSORZIALE | |

| ACQUE BASSE | CORSO D'ACQUA | | USO | LUNGHEZZA (m) | GESTIONE |
|-------------|---------------|---------------------------------|-----------|---------------|-------------|
| | SCOLO | ROMITA VECCHIA | PROMISCUO | 1463 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | SACERNO | SCOLO | 152 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | SAMPIERI | PROMISCUO | 3243 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | SAN FRANCESCO | SCOLO | 1055 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | SANGUINETOLA ALTA | PROMISCUO | 414 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | SANGUINETOLA BASSA | PROMISCUO | 4747 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | SANT'AGNESE | SCOLO | 1316 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | SINISTRA PIOLINO | SCOLO | 684 | CONSORZIALE |
| | FOSSO | SORGA | SCOLO | 923 | CONSORZIALE |
| | FOSSO | STANGA | PROMISCUO | 2193 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | SVERZINESCA | SCOLO | 1355 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | TASSINARA | IRRIGUO | 576 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | TRENTATRE | SCOLO | 974 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | TROMBINA | PROMISCUO | 1536 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | TROMBINA ALTA | PROMISCUO | 117 | CONSORZIALE |
| | CANALE | VARIANTE DOSOLETTO DI LONGARA | PROMISCUO | 257 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | VIA NUOVA | PROMISCUO | 1496 | CONSORZIALE |
| | SCOLO | VIAGGIA | PROMISCUO | 2679 | CONSORZIALE |
| CER | CANALINA | C.E.R. | IRRIGUO | 11375 | CER |
| | TORRENTE | GHIRONDA | SCOLO | 67 | FUTURA |
| PRIVATO | FOSSO | 135 | IRRIGUO | 1439 | PRIVATO |
| | FOSSO | 190 | IRRIGUO | 2980 | PRIVATO |
| | FOSSO | ALIMENTAZIONE SCOLO MARCHESI | PROMISCUO | 369 | PRIVATO |
| | FOSSO | ALIMENTAZIONE SCOLO SANT'AGNESE | PROMISCUO | 1055 | PRIVATO |
| | FOSSO | BEVILACQUA | IRRIGUO | 1711 | PRIVATO |
| | ALLACCIANTE | BUIONA | IRRIGUO | 169 | PRIVATO |
| | FOSSO | CANALAZZO | IRRIGUO | 1061 | PRIVATO |
| | FOSSO | CASTELVECCHIO | IRRIGUO | 1484 | PRIVATO |
| | FOSSO | DONDI | IRRIGUO | 1068 | PRIVATO |
| | ALLACCIANTE | DOSOLO-BUSI | PROMISCUO | 127 | PRIVATO |
| | SCOLO | FOSETTA PARTECIPANZA | IRRIGUO | 4877 | PRIVATO |

| PRIVATO | CORSO D'ACQUA | | USO | LUNGHEZZA (m) | GESTIONE |
|-------------|------------------------|-----------|---------|------------------|----------|
| | FOSSO | GRIMANDI | IRRIGUO | 1026 | PRIVATO |
| DERIVAZIONE | IN SX LAVINO | PROMISCUO | 1244 | PRIVATO | |
| ALLACCIANTE | LIMITE VECCHIO-TORBIDO | IRRIGUO | 197 | PRIVATO | |
| FOSSO | LONGHINI | IRRIGUO | 1941 | PRIVATO | |
| FOSSO | LUPPI | IRRIGUO | 1179 | PRIVATO | |
| FOSSO | MARSIGLI | IRRIGUO | 931 | PRIVATO | |
| FOSSO | SAMMARTINI | IRRIGUO | 997 | PRIVATO | |
| ALLACCIANTE | STERPATE | IRRIGUO | 2277 | PRIVATO | |
| FOSSO | VIA DEI MARI | IRRIGUO | 876 | PRIVATO | |

tab. 6.9 - Elenco corsi d'acqua presenti sul territorio comunale dell'Associazione Terre d'Acqua in gestione al consorzio Bonifica Reno-Palata

Tra i corsi d'acqua di maggior importanza, sia idraulica che paesaggistica, si segnalano:

- Canale Collettore delle Acque Alte: raccoglie le acque provenienti dai terreni di parte dei comuni di Savignano sul Panaro, San Cesario e Castelfranco Emilia (provincia di Modena) e s'immette nel fiume Panaro in comune di Finale Emilia, in località Fosaglia;
- Canal Torbido - è un canale irriguo, le cui acque vengono derivate dal fiume Panaro presso Savignano sul Panaro, in località Doccia; attraversa gli abitati di Magazzino e San Cesario, il territorio del comune di Castelfranco Emilia (ove scorre nei pressi del capoluogo), la zona urbana di Nonantola e prosegue nel territorio della provincia di Bologna, per confluire poi nel canale Cavamento e quindi nel Canale Collettore delle Acque Alte. Già citato nel XII secolo, fu scavato per iniziativa del monastero di Nonantola, anche se il vanto dell'esecuzione spettò al Podestà di Savignano. Il suo bacino di scolo ha un'estensione di soli 7.55 Kq ed è ubicato in una stretta fascia che si allunga da Savignano fino a San Cesario, mentre a valle di questo abitato e quindi anche all'interno del territorio in esame, il suo corso risulta pensile. Ha un alveo con sassi e ciottoli sino a S. Cesario, per poi presentare verso valle un substrato limoso. Il consorzio della Bonifica Reno-Palata, attuale gestore del canale, provvede alla distribuzione di acque per l'irrigazione nei territori dei comprensori di S. Cesario, Castelfranco E., Nonantola e parte del territorio di Ravarino (provincia di Modena). Benché la funzione originaria del corso d'acqua fosse irrigua, nel tempo ha subito sostanziali modificazioni rispetto la sua vocazione iniziale.
- Canal Chiaro di Valbona - l'origine e l'evoluzione nel tempo del corso d'acqua sono incerte, per la frammentarietà delle notizie storiche anche se pare che l'origine possa essere collocata in un gruppo numerosissimo di sorgive e fontanili situati in località La Graziosa, nell'odierno comune di San Cesario sul Panaro; la sua ricchezza era tanto rilevante da ottenere grandissimo risalto in tutte le carte topografiche più antiche. Attualmente la sua rilevanza paesaggistica sembra più legata al suo tratto di monte, a nord della via Emilia, che non a quello di valle, dove si presenta spesso tombato, artificializzato nel proprio corso ed inglobato all'interno di zone industriali. Il canale è caratterizzato da due rami principali: il canal Chiaro vero e proprio ed il canale di Riolo, che traggono origine entrambi da due distinte zone di fontanili. Per quanto riguarda le origini storiche del canale, il corso d'acqua era già noto, secondo il Tiraboschi, con il nome di "Zena o Gena", nei documenti nonantolani del VIII e IX secolo; successivamente, verso il secolo XI si ha notizia documentata, sempre dal Tiraboschi, di una Gena Nuova e di una Gena Vecchia. Secondo le ricostruzioni delle mappe storiche, si può pensare che il tracciato del canale Gena Nuovo corrisponda all'originario canal Torbido, mentre per il canale Gena Vecchia, vi sarebbe una corrispondenza con gli attuali canal Chiaro e fossa Sonata. Per quanto riguarda infine l'altro ramo del canale, il "Riolo-Malmenago", nasce dai fontanili della zona nord di Castelfranco Emilia, scorre per buona parte del proprio tracciato lungo il tracciato della centuriazione romana, per immettersi poi nella fossa Nuova situata a nord dell'abitato di Sant'Agata Bolognese. Il Canal Chiaro di Valbona, in prossimità della località Crocetta, in comune di San Giovanni in Persiceto, si affianca al canale Collettore Acque Alte per poi confluire nella canalina C.E.R.
- Canale di San Giovanni (Canale di Cento) - nasce dai fontanili e dal drenaggio del suolo agrario a sud dell'abitato di Castelfranco Emilia, scorre poi verso N-NE attraversando i territori comunali di S. Giovanni, Cento e Ferrara, immettendosi, dopo aver attraversato il comprensorio, nel Po di Volano. La denominazione di canale attribuita al corso d'acqua non è etimologicamente esatta, trattandosi infatti di un corso d'acqua naturale. Le origini del canale risalgono al 391 a.c. e le prime notizie storiche riguardanti le sue acque sono riportate dal Tiraboschi. Prima di giungere a San Giovanni in Persiceto, il canale raccoglie le acque del canale Finaletto, attraverso il quale si possono immettere anche le

acque del torrente Samoggia. Nel tratto che scorre in territorio bolognese il canale di San Giovanni assume anche funzione irrigua. A tale proposito, oltre che per ridurre il rischio idraulico per il territorio persicetano, sul finire degli anni '70 venne realizzata una cassa di espansione, divenuta poi oasi naturalistica intorno al 1985. La cassa di espansione di Manzolino, posta in territorio comunale di Castelfranco Emilia, al confine con il comune di San Giovanni in Persiceto, dell'estensione di oltre 32 ha, viene quindi utilizzata sia per funzioni propriamente idrauliche, sia, nel periodo estivo, come bacino di accumulo (circa 500.000 mc), per soddisfare le necessità irrigue ed igienico sanitarie del territorio persicetano. Prende il nome di Canale di San Giovanni, sino a poco a sud della frazione di San Matteo della Decima, per poi diventare il Canale di Cento.

- Dosolo - Il Dosolo è il canale delle acque alte che riceve soprattutto le acque di Calderara di Reno, compreso l'aeroporto di Bologna. La sua immissione in Reno non è sempre garantita, quindi è stata realizzata una Cassa di espansione che, con la sua capacità di circa 1.000.000 di m³, mette in sicurezza il territorio.

- I bacini di scolo

Nella Tav. QC.6/t4 "Idrografia" sono stati riportati i bacini II° ordine, forniti dal forniti dal Consorzio della Bonifica Reno-Palata, tralasciando i sottobacini di I° ordine. Con riferimento al territorio dell'Associazione, si possono distinguere tre principali aree di scolo e precisamente:

- Territorio in destra Samoggia e Reno e sinistra Panaro

Comprende i bacini del Canale emissario Acque Basse, Canale Emissario Acque Alte e del Canale di San Giovanni; quest'area occupa buona parte del territorio in esame, con una superficie complessiva di 245.57 Km², di cui 81.4 Km² appartengono al bacino del Canale emissario Acque Basse, 157.55 Km² al bacino del Canale emissario Acque Alte e 6.62 Km² al bacino del Canale di San Giovanni.

- Territorio in sinistra Lavino e destra Samoggia

Comprende essenzialmente il bacino del Canale Consorziale acque basse Forcelli, che entro il territorio in esame, ha un'estensione di 31.45 km² ed il bacino del torrente Ghironda, che interessa solamente il territorio comunale di Anzola dell'Emilia per un'estensione di circa 4.1 km² nella parte di chiusura del bacino, che si sviluppa invece complessivamente nella zona posta a valle. Porzioni terminali di chiusura sono anche quelle dei bacini dell'Emissario Acque Alte Marciapesce (0.53 km²) e Rio Stradellazzo (0.65 km²).

- Bacini del territorio in sinistra Reno e in destra Lavino e Samoggia

Procedendo da valle verso monte il territorio è stato suddiviso nei bacini scolanti dei canali di Bonifica Acque basse Bagnetto, che si sviluppa per una superficie complessiva di circa 50.6 km² e Acque alte Dosolo (22.7 km²) che si immettono in Reno in sponda sinistra, con deflusso regolato da chiaviche incorporate nelle arginature, con porte vinciane e paratoie. Poco a valle dell'inizio delle arginature si ha infine, per una porzione esigua, il bacino dello Scolo Canocchia (0.65 km²) che s'immette in Reno con deflusso regolato da chiavica con porte vinciane.

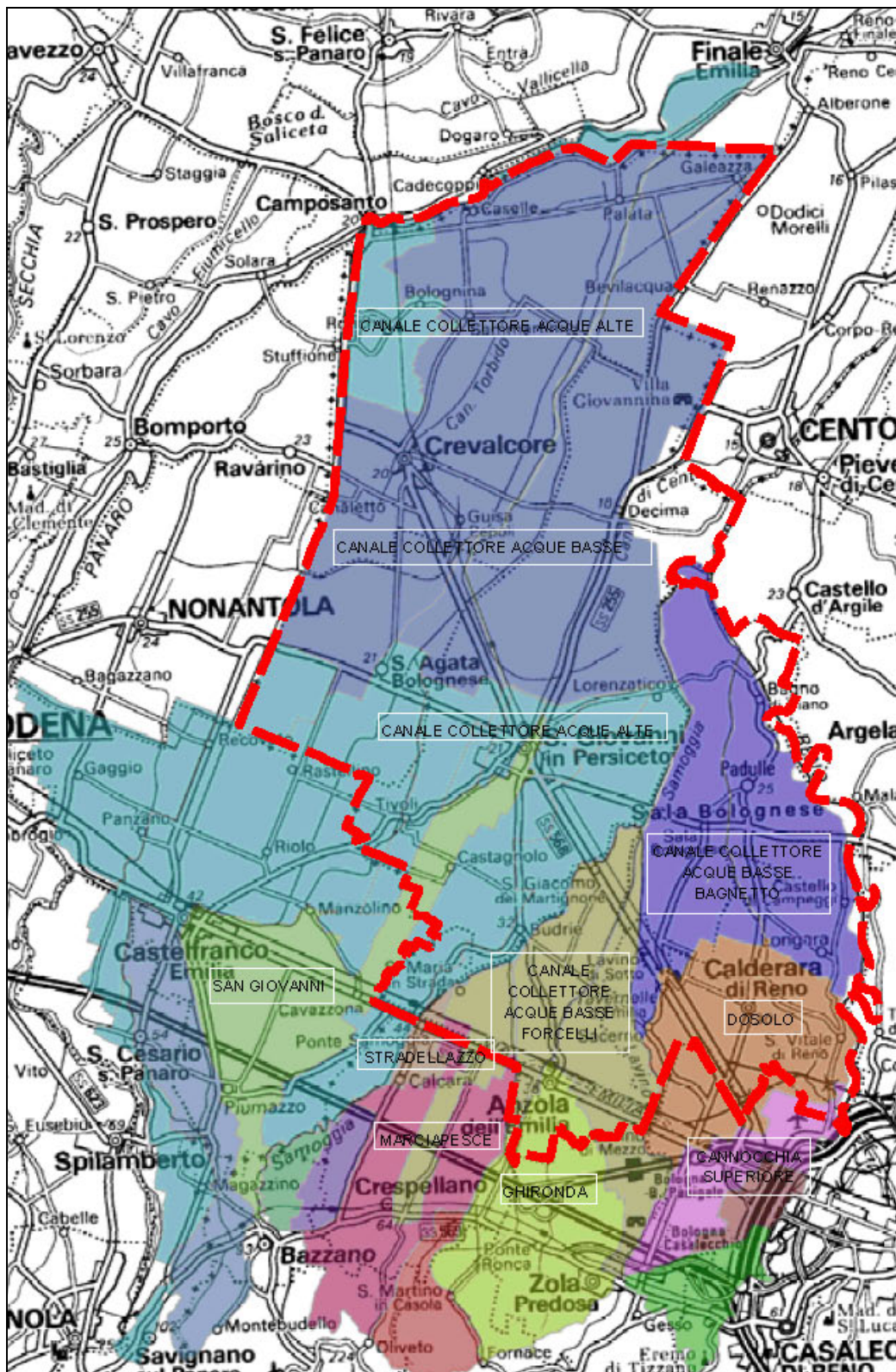


Fig. 6.18 - Bacini di II° grado

- Gli impianti idrovori

Gli impianti idrovori presenti sul territorio dell'Associazione sono tre:

- *Impianto idrovoro Forcelli* - ubicato alla confluenza del torrente Ghironda con il torrente Samoggia è un impianto costituito da 5 pompe in grado di sollevare complessivamente 15 metri cubi di acqua ogni secondo;



- *Stabilimento idrovoro di Bagnetto* - solleva, mediante pompe idrauliche, le acque del Collettore delle Acque Basse del territorio compreso tra Lavino, Samoggia e Reno (5.000 ettari) quando il livello del fiume Reno non consente il normale deflusso per gravità. Costruito intorno al 1925, è dotato di tre gruppi idrovori "Riva" da 248 kW, aventi una portata di 3,45 metri cubi/secondo ciascuno.

Nuove necessità idrauliche imposero nel 1984 il potenziamento dell'impianto,

attraverso un'elettropompa sommersibile, collocata all'esterno, da 300 kW e una portata di 3,5 metri cubi/secondo.

All'esterno della costruzione principale e a valle di essa, è collocata la chiavica emissaria, dotata di due paratoie di difesa e due coppie di porte vinciane.

Caratteristico è il fabbricato dell'epoca che, oltre ad alloggiare l'impianto di pompaggio, presenta un'elevata cubatura contenente vani e saloni adattabili a vari scopi.

È attualmente in progetto la costruzione di un nuovo impianto idrovoro "Bagnetto 2", che si è reso necessario per sopperire agli sconvolgimenti delle quote causati dalla subsidenza.

- *Impianto idrovoro Dosoleto* - è un impianto volante realizzato per alleggerire nei momenti di emergenza la portata del sistema delle "acque basse" compreso fra Lavino, Samoggia e Reno.

- **Le Chiaviche**

Sono impianti di regolamentazione delle portate e dei livelli delle acque; sul territorio in esame ve ne sono

Chiavica di Sostegno (Sala Bolognese)

- regola l'afflusso dell'acqua del Canale Dosolo, proveniente dall'alta pianura dei Comuni di Calderara, Bologna, Casalecchio, Zola Predosa e Sala Bolognese, in Reno;



Chiavica Paltrone (Sant'Agata Bolognese) - consente l'immissione del torrente Martignone nel Samoggia.

Sul territorio sono inoltre presenti chiaviche minori, di regolamentazione di corsi d'acqua secondari.

- Le Casse d'espansione

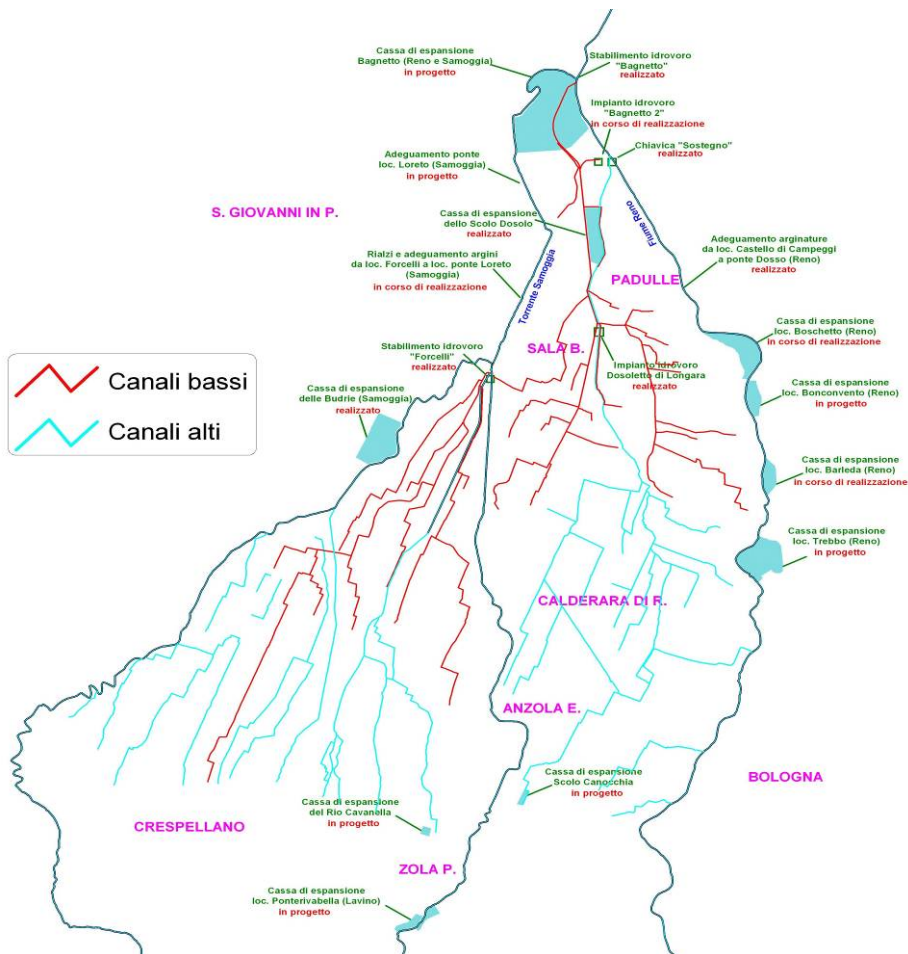
Le casse di espansione sono aree di stoccaggio, temporaneo, delle acque che i fiumi in piena non riescono a ricevere; evitano le rotture degli argini e le conseguenti alluvioni.



Sul territorio dell'Associazione sono attualmente presenti una cassa d'espansione sul Dosolo, della capacità d'invaso di circa 1.000.000 di m³ ed una cassa d'espansione sul torrente Samoggia (Le Budrie) della capacità d'invaso di circa 6.000.000 di m³.

Sono in fase di esecuzione o di progettazione quattro Casse di espansione per la laminazione delle piene del fiume Reno, precisamente in località Boschetto, Bonconvento, Barleda e Trebbo ed una Cassa di espansione per il fiume Reno ed il torrente Samoggia, alla confluenza dei due corsi d'acqua, in località Bagnetto.

Nella Tavola QC.6/t4 "Idrografia" sono state perimetrare le casse d'espansione esistenti e quelle in fase di realizzazione e/o in progetto.



- Casse d'espansioni esistenti

- Cassa di espansione Dosolo

Costruita nel 1921 per accogliere le acque dello Scolo Dosolo in caso di piena, ha attualmente una superficie di 50 ettari e una capacità di invaso di circa 1 milione di metri cubi, essendo delimitata da alte arginature. Quando il livello del Reno non è più in grado di ricevere per gravità le acque del canale queste sfiorano nella Cassa evitando allagamenti della campagna circostante e rischi per i vicini insediamenti. I terreni sono stati coltivati fino al 1991, quando il



Consorzio della Bonifica Reno Palata e il Comune di Sala Bolognese hanno destinato l'area ad usi di maggior significato ambientale e più consoni alla primaria funzione idraulica della cassa. Oggi è anche un importante ecosistema naturale.

- Casse d'espansioni in fase di realizzazione e/o progettazione

- Cassa di espansione Budrie

La cassa occupa un'area di poco più di 100 ha in sinistra del Samoggia, circa 1 km a valle del ponte delle Budrie, nel comune di San Giovanni in Persiceto, con una capacità d'invaso di circa 6.300.000 m³.

È costituita da un invaso di profondità variabile scavato nella campagna e circondato da argini di nuova costruzione. Una soglia a quota più bassa nelle arginature del Samoggia consentirà alle acque di piena di tracimare ed alimentare il bacino. Nella zona più a valle della cassa, un manufatto costituito da due condotte scatolari munite di valvole automatiche e paratoie di chiusura consentirà di scaricare le acque invase nello stesso Samoggia, una volta passata l'onda di piena.

La portata di piena monosecolare di progetto nel tratto in corrispondenza della cassa è stimata in 350-400 mc/s; le caratteristiche dell'alveo del Samoggia nella zona di Forcelli ed il contributo fornito dalle piene del torrente Lavino, obbligano a limitare la portata a valle della cassa a non più di 180 mc/s. Questo significa che una portata quasi equivalente, dell'ordine di 180-200 mc/s deve essere deviata nell'invaso.

Per ottenere questo effetto è stato costruito uno sbarramento nell'alveo del Samoggia dotato di una apertura centrale tarata per la portata massima di 180 mc/s nelle condizioni di piena monosecolare; la portata in eccedenza tracimerà lateralmente nella cassa. Lo sbarramento avrà comunque l'effetto di innalzare il livello delle acque a monte anche per portate notevolmente inferiori a quella monosecolare e di dare luogo, di conseguenza, ad invasi limitati nella cassa con una relativa frequenza; lo sfioro laterale entrerà in funzione ogni volta che si verificheranno portate superiori a 140-150 mc/s, prevedibili mediamente ogni tre o quattro anni. Per evitare rischi nel caso eccezionale in cui si dovesse raggiungere il completo riempimento della cassa, in prossimità del manufatto di scarico è previsto anche uno sfioratore di emergenza, che consentirà alle acque di rientrare comunque nel Samoggia una volta raggiunto il massimo livello di invaso nella cassa.

Cassa di espansione di Baqnetto tra Reno e Samoggia

La cassa di espansione di Bagnetto, nei territori dei Comuni di Sala Bolognese e Castel d'Argile, è attualmente in fase di realizzazione. Occuperà complessivamente un'area di circa 273 ha, compresa tra l'arginatura sinistra del Reno e quella destra del Samoggia alla confluenza tra i due fiumi. Il volume d'invaso massimo sarà di 17,5 milioni di m³, mentre il volume di invaso allo sfioro: 12,55 milioni di m³.

Il funzionamento della cassa avverrà in modo naturale, senza la necessità di alcun intervento o decisione esterna, nel momento in cui un evento di piena nel sistema Reno - Samoggia dovesse far raggiungere alle acque invasate in prossimità della confluenza dei due fiumi la quota della soglia di sfioro.

L'area prescelta risulta particolarmente idonea in quanto costituisce una porzione di territorio naturalmente destinata a raccogliere le acque provenienti da una eventuale rotta in destra del Samoggia o in sinistra del Reno, come si è verificato in passato (vedi le rotte del 1966); essa è infatti collocata alla quota più depressa dell'intero comprensorio di pianura tra Samoggia e Reno ed è già racchiusa su tre lati da arginature di altezza variabile da m 8,00-9,00 sul piano campagna, nella parte di monte del Samoggia e sul Reno, a m 6,00-7,00, nella zona di confluenza del Samoggia. L'invaso sarà ottenuto mantenendo il fondo alla quota del piano campagna e racchiudendo l'area con la costruzione di un nuovo argine sul lato sud, dell'altezza di circa m 8,00-9,00 sulla campagna, fino alla quota assoluta di 29,00 m s.l.m., collegato a quelli esistenti opportunamente adeguati e rinforzati.

Una soglia posta ad una quota di circa 26,00 m s.l.m. nell'argine destro del Samoggia, nel punto di confluenza col Reno, consentirà alle acque di piena di tracimare ed alimentare il bacino. A fianco di tale soglia, un manufatto costituito da 3 condotte scatolari di sezione m 3,00x2,50, munite di valvole automatiche e paratoie di chiusura, consentirà di scaricare le acque invasate, una volta passata l'onda di piena.

Cassa di espansione di Trebbo

La cassa di espansione di Trebbo, nei territori dei Comuni Castel Maggiore e Calderara di Reno, è attualmente in fase di progettazione. L'area che sarà destinata a cassa di espansione e che occuperà un'area di circa 60 ha, è inserita nel PIAE provinciale come polo estrattivo.

Cassa di espansione golenale Passo dei Gatti - loc. Boschetto

La cassa di espansione in località Boschetto, nel territorio del Comune di Sala Bolognese, è attualmente in fase di realizzazione. L'area che occupa una superficie di circa 50 ha, è inserita nel PIAE provinciale come polo estrattivo e nel PAE di Sala Bolognese.



6.2.1.4. Officiosità idraulica del reticolo idrografico minore

- Rappresentazione dello stato di fatto del territorio e dei processi evolutivi che lo connotano.

Per ciò che riguarda la valutazione del carico idraulico sui bacini extraurbani, che costituiscono il reticolo idrografico superficiale, si sono acquisite le segnalazioni del Consorzio di Bonifica Reno-Palata, considerata la capillare presenza sul territorio e gli approfondimenti già condotti dallo stesso sul territorio di competenza.

Il reticolo idrografico irriguo è molto esteso e complesso, è composto da un sistema "alto" e da un sistema "basso" entrambe interconnessi secondo una struttura ad albero che dalla collina scende convergendo verso i recapiti finali (reticolo naturale principale).

Per ciò che attiene invece la valutazione del carico idraulico sui bacini urbani, costituiti dalle reti fognarie (mista e non) appartenenti ai 6 comuni del Consorzio Terre d'Acqua 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 dei comuni di Terre d'Acqua 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.

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 (ovvero con PRG vigente completamente realizzato), che permette 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 da quello 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. Quanto non verrà esplicitamente spiegato nella presente scheda potrà essere chiarito con la nota metodologica allegata.

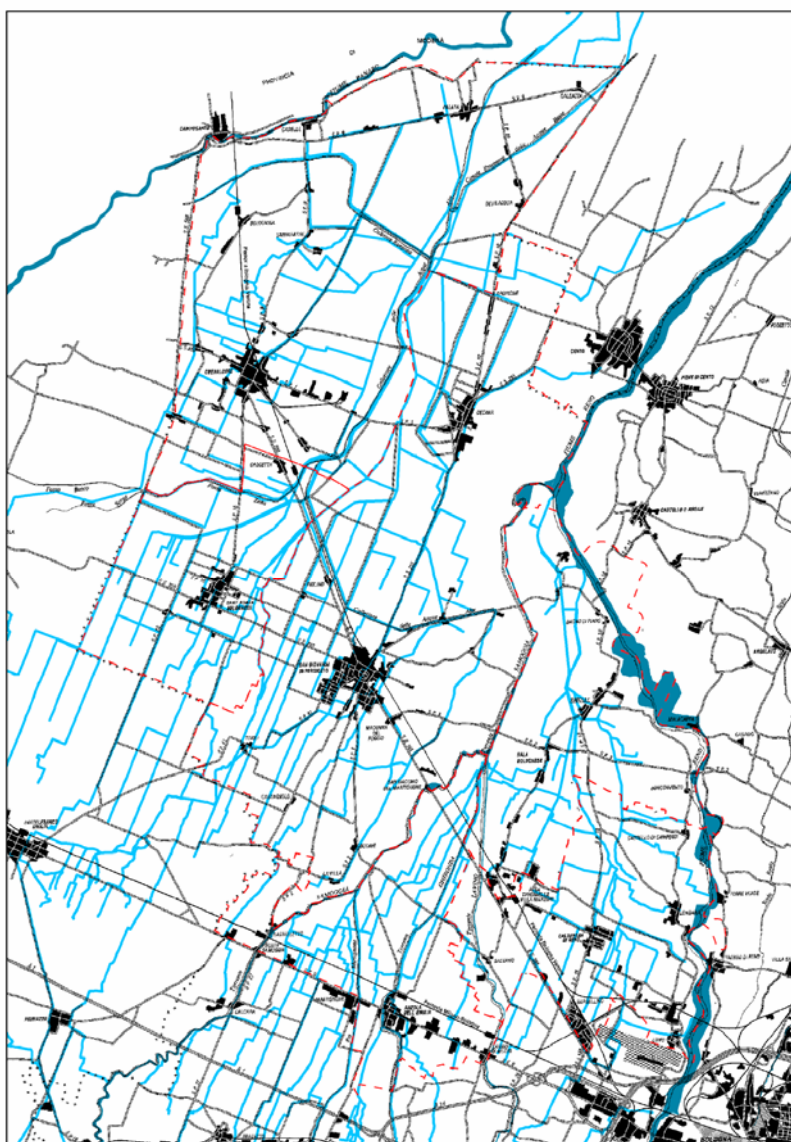
1. Bacini extraurbani (Reticolo naturale ed irriguo).

Il territorio delle Terre d'acqua si colloca in destra idrografica al Fiume Panaro e in sinistra rispetto al Reno.

Il reticolo idrografico naturale, avendo direzione prevalente da Sud-Ovest a Nord-Est, prende di fatto origine dalla fascia pedecollinare.

Per quanto concerne le caratteristiche e l'officiosità di questo reticolo si rimanda come riferimento alla schede descrittive dei corsi d'acqua superficiali secondari presentate in un altro paragrafo dello studio e riportanti valutazioni di tipo paesistico, funzionale e qualitativo.

Nell'ambito delle informazioni fornite dal Consorzio Palata - Reno, dove sono trattate anche valutazioni ed elementi di criticità, è stata posta particolare attenzione alla



capacità idraulica di smaltimento delle portate di piena che si producono sul territorio di pertinenza di Terre d'Acqua e che influenzano l'officiosità di queste aste.

A tal riguardo si è fatta una selezione tra tutte le sezioni caratteristiche, evidenziate nell'approfondimento paesistico ambientale relativo all'idrografia superficiale, per individuare quelle più rappresentative della situazione e del funzionamento idraulico territoriale.

Dall'analisi effettuata sul territorio di pianura e in relazione alla disposizione morfologica e planimetrica del reticolo idrografico e, nonché ai dati di base forniti dal consorzio irriguo, si possono stimare le portate decennali prodotte su quattro bacini tipo, mediamente antropizzati, afferenti alle sezioni di chiusura, le cui caratteristiche sono riportate nella seguente tabella:

| Sezione tipo | Estensione (ha) | Ia | D=Tc (min) | CN | Ca | Qbacino (m ³ /s) | Coeff. Udometrico (l/s x Ha) |
|--------------|-----------------|----|------------|----|------|-----------------------------|------------------------------|
| 1 | 100 | 2 | 60 | 65 | 0,22 | 1,5 | 15 |
| 2 | 200 | 2 | 90 | 60 | 0,22 | 2,9 | 14 |
| 3 | 300 | 2 | 120 | 58 | 0,20 | 4,0 | 13 |
| 4 | 500 | 2 | 180 | 55 | 0,18 | 5,5 | 11 |

tab. 6.10 Valutazione della Portata decennale per 4 bacini irrigui tipo di diversa e progressiva estensione

Si precisa che si intende per:

- Estensione (ha): l'estensione in ettari sottesa dalla sezione di chiusura;
- Ia: è un coefficiente che tiene conto dell'effetto immagazzinamento superficiale delle depressioni superficiali e del suolo all'inizio dell'evento meteorico, viene valutato in mm;
- D: durata dell'evento piovoso espressa in minuti;
- Tc: tempo di corrvazione, rappresenta il tempo che ipoteticamente un goccia di pioggia caduta, all'interno del bacino, nel punto più lontano dalla sezione di chiusura, impiega per arrivare alla sezione di chiusura stessa, viene espresso in minuti e calcolato in base alla velocità media della corrente (0.8 - 1.0 m/s);
- CN: curve number, è un coefficiente che serve per valutare la pioggia netta, è ricavato dalle tabelle del Soil Conservation Service - USA;
- Ca: rappresenta il coefficiente di afflusso valutato con il metodo percentuale;
- Q: è la portata ottenuta per un tempo di ritorno pari a 10 anni;
- Coeff. Udometrico: portata per unità di superficie.

Per il calcolo delle portate di riferimento è stata impiegata la metodologia illustrata nella nota metodologica allegata alla presente scheda.

In particolare si è applicato il modello di NASH a 3 serbatoi lineari in serie che ha fornito per ognuno dei bacini considerati le rispettive portate di piena prodotte da piogge aventi tempi di ritorno di 10 anni, ovvero che vengono mediamente superate (da un punto di vista statistico) una volta ogni 10 anni.

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 di Terre d'Acqua. Detta curva nella forma $h = aT^n$ presenta i seguenti parametri medi:

| TEMPO di RITORNO | a | n |
|------------------|----|-----|
| 10 anni | 35 | 0.3 |

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).

Nella fattispecie si è optato cautelativamente per valori sovradimensionati per tener conto delle incertezze legate alla gestione dei canali da parte dei Consorzi di bonifica ed irrigui (per es. presenza d'acqua di origine irrigua all'interno degli alvei in concomitanza con gli eventi meteorici).

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.

2. 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 dei Comuni di Terre d'Acqua denotano un accrescimento che ha seguito 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, sviluppi planimetrici contrari alle pendenze morfologiche del terreno.

Fatto salvo il Comune di San Giovanni in Persiceto (dove il 90% delle reti fognarie sono di tipo separato) nei restanti comuni e segnatamente nei capoluoghi 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 più importanti appartenenti ai 6 comuni di cui si tratta:

- Sant' Agata Bolognese;
- Anzola Emilia;
- Sala Bolognese;
- Crevalcore;
- Calderara di Reno;
- San Giovanni in Persiceto.

Complessivamente i Comuni di Terre d'Acqua dispongono di reti fognarie il cui sviluppo supera i 240 km lineari con pendenze che generalmente si mantengono intorno all'1 per mille, concordemente con la morfologia pianeggiante del territorio.

Le parti urbanizzate servite da fognatura sono state suddivise complessivamente in n° 129 microbacini al fine di valutarne le condizioni allo stato di fatto e le eventuali potenzialità ad accogliere ulteriori contributi di portata derivanti da espansioni.

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 200mm) in rete.

| | Abitanti 2006 | Stima Portata Nera in l/s |
|---------------------------|------------------|------------------------------|
| Anzola dell'Emilia | 11.337 | 50 |
| Calderara di Reno | 12.700 | 60 |
| Crevalcore | 12.665 | 60 |
| Sala Bolognese | 7.283 | 30 |
| San Giovanni in Persiceto | 25.221 | 120 |
| Sant'Agata Bolognese | 6.558 | 30 |
| Associaz. Terre d'acqua | 75.764 | 350 |

Dei 129 microbacini individuati, undici (286, 254a, 254b, 191, 207, 205, 186, 324, 6, 95, 291) appartengono a Sant'Agata Bolognese, un'altro (18) a Crocetta frazione di Sant'Agata Bolognese. Ventinove (553, 532, 233, 2a, 2b, 2c, 4, 554, 557a, 557b, 559, 17, 10, 568, 44, 566, 570, 567, 151, 167, 94, 72, 87, 54a, 54b, 54c, 19, 86, 88) appartengono a Anzola Emilia. Dodici (18, 72, 362, 22a, 22b, 21, 363, 361, 359, 66, 358, 330) appartengono a Sala Bolognese. Tre (12, 17a, 17b) appartengono a Galeazza Pepoli frazione di Crevalcore, cinque (8, 39, 25, 36, 33) appartengono a Bevilacqua frazione di Crevalcore, quattro (35, 62, 30, 57) appartengono a Caselle frazione di Crevalcore, due (11, 4) appartengono a Bolognina frazione di Crevalcore e diciannove (34, 31, 506, 429, 403, 328, 301b, 301a, 295, 376, 167, 508, 374, 364, 338, 154, 99, 447, 446) appartengono al capoluogo Crevalcore. Diciannove (328, 31, 95, 271, 269, 267, 266, 265, 262, 276, 278, 26, 20, 249, 223, 440, 250, 278, 61) appartengono a Calderara di Reno. Undici (345, 218, 346a, 346b, 26, 61a, 61b, 287, 77, 19, 33) appartengono a San Giovanni in Persiceto, due (8, 4) appartengono alle Budrie frazione di San Giovanni in Persiceto, e undici (150, 36b, 36a, 4, 15, 73,8b, 125, 8a, 33a, 33b) appartengono a San Matteo della Decima frazione di San Giovanni in Persiceto

Le tipologie geometriche dei collettori esistenti e costituenti la reti fognarie esaminate nell'ambito dei Comuni di Terre d'Acqua sono essenzialmente circolari e scatolari.

In particolare il diametro minimo presente è il DN 200 mm in PVC il massimo è il DN 2000 mm in cls, le scatolari sono presenti con dimensioni 0.6x1.00 m e con dimensioni 0.6x1.20 m. 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 dell'Associazione Terre d'Acqua, 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 corrivazione 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.

NB: in relazione alle informazioni approssimative fornite dai differenti Gestori che detengono la quasi totalità di informazioni relative alle reti gestite 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 nei diversi comuni di pertinenza del territorio "Terre d'acqua" 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:

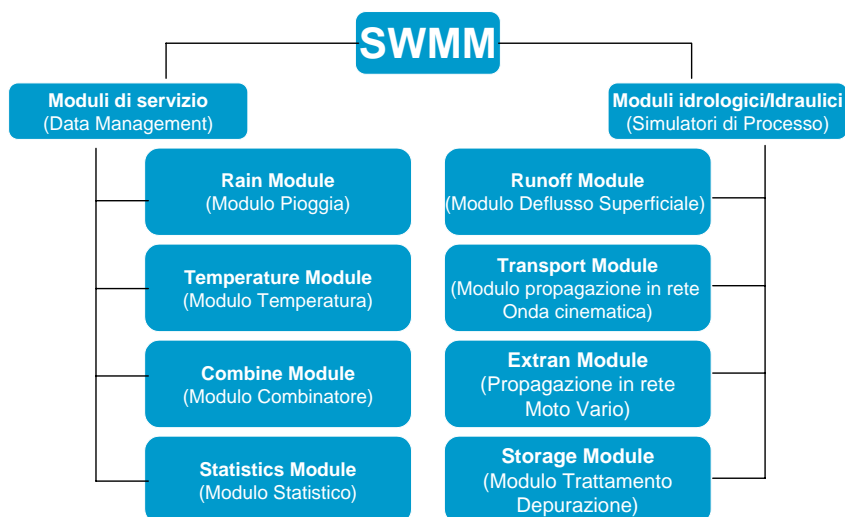
- *Runoff*
- *Transport*
- *Extran*
- *Storage/Treatment*

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:



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. 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 seguente, tratta dal materiale originale di supporto a *SWMM*.

| Block | Capability | | | Flow Routing Characteristics | | 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. 6.11- Caratteristiche principali dei quattro blocchi computazionali dello 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 statuintense) 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).

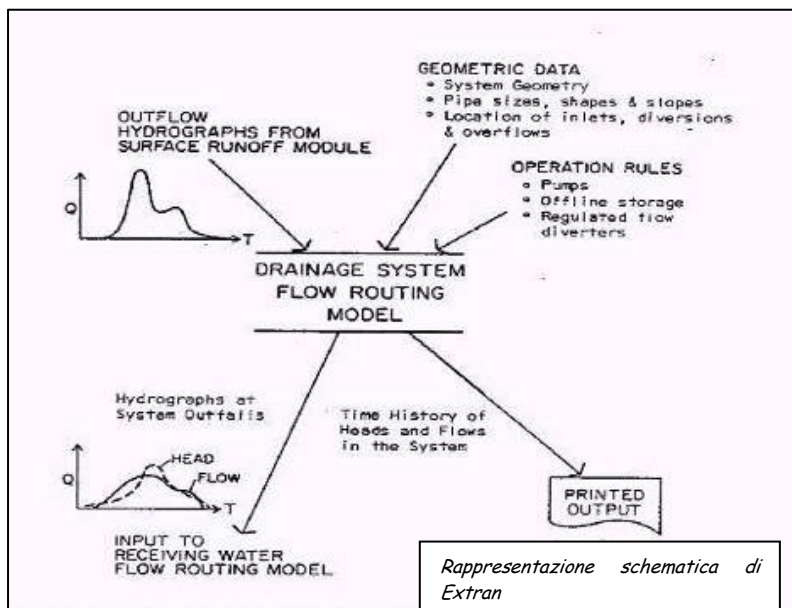
Extran è il modulo di calcolo più completo per la simulazione di reti ad albero o magliate; vengono modellati anche fenomeni di rigurgito, moti a pelo libero e in pressione, inversioni del flusso nei rami. Gli elementi modellabili vanno dalle pompe (viene richiesta una curva caratteristica a tre punti) 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 input al modello ovvero quelli implementati nell'ambito della simulazione stessa.

Una rappresentazione schematica del blocco Extran è mostrata in figura.

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.



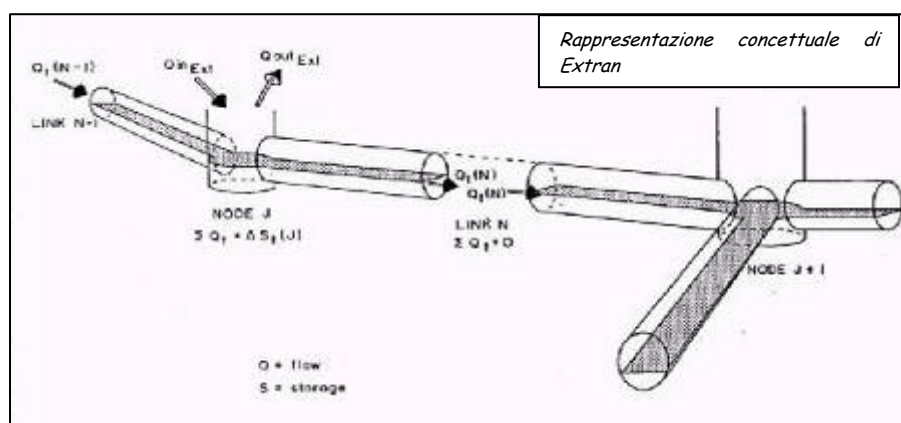
D'altra parte, la simulazione dei canali e delle piccole condotte delle regioni più a monte del sistema, dove reggono le assunzioni di serbatoi in cascata non lineari e moto uniforme, meglio si addice alle caratteristiche dei moduli Runoff-Transport, più semplici, che consentono un notevole risparmio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

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.

Come mostrato in figura 3, 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.

Di seguito si riportano le planimetrie delle reti fognarie di appartenenza dei 6 comuni costituenti il territorio di Terre d'Acqua.

- Consistenza e caratteristiche delle reti analizzate.

Per ogni comune vengono riportate le planimetrie delle reti fognarie e in tabella vengono riassunte le caratteristiche salienti dei microbacini urbani individuati

In ogni tabella nelle colonne sono rappresentati:

- C_a : coefficiente di afflusso che dipende sia dall'utilizzo del territorio in esame che dalla sua estensione;
- C_r : coefficiente di ritardo, dipende dall'estensione del bacino,
- h , con h si intende l'altezza di pioggia in mm.
- Q : è la portata ottenuta per un tempo di ritorno pari a 10 anni.

Tali parametri sono quelli caratteristici utilizzati nella formula di De Martino per definire le portate di verifica.

Sant'Agata Bolognese

Nel Comune di Sant'Agata Bolognese risultano presenti due agglomerati principali denominati:

1. Capoluogo;
2. Crocetta

Per il Comune di S.Agata non è stata possibile effettuare alcuna simulazione numerica della rete dell'Agglomerato "Crocetta", per la quale sono necessari alcuni chiarimenti in merito alla funzionalità della rete da parte del gestore del SII.

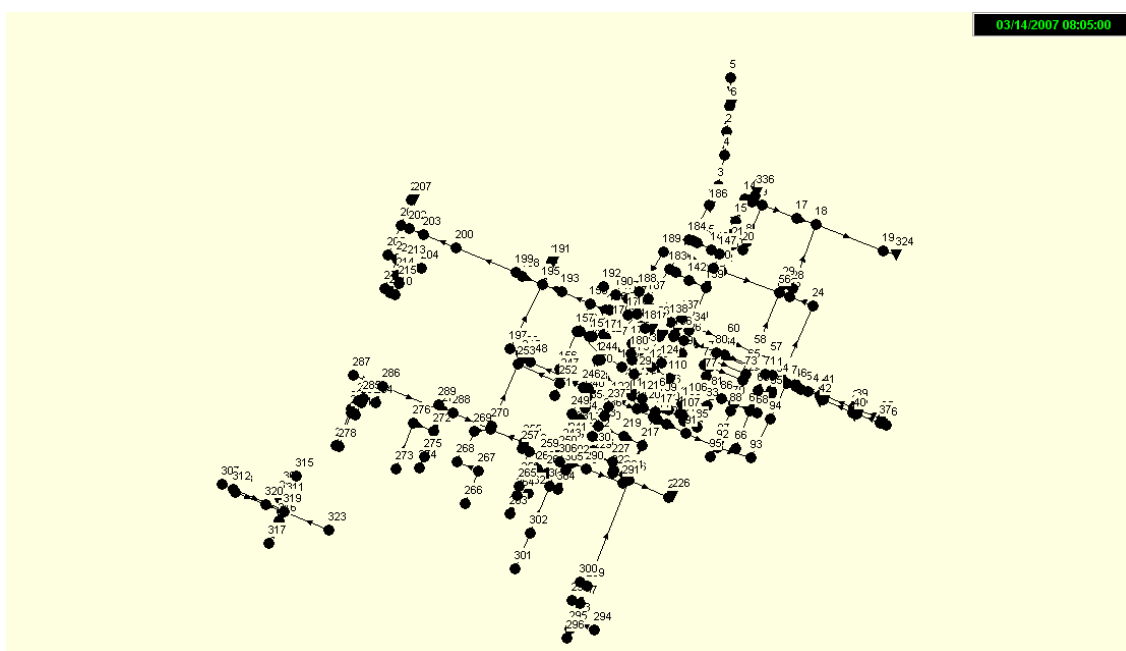


Fig. 6.19 - Planimetria rete fognaria S. Agata Bolognese - Capoluogo

Di seguito si riportano le caratteristiche salienti dei microbacini urbani individuati:

| BACINO | AREA (ha) | Ca | Cr | h | Q(l/s) | Q(m ³ /s) |
|--------|-----------|------|-----|----|--------|----------------------|
| 286 | 7.4 | 0.5 | 0.4 | 20 | 300 | 0.300 |
| 254a | 23.0 | 0.55 | 0.4 | 20 | 200 | 0.200 |
| 254b | 12.6 | 0.5 | 0.4 | 20 | 600 | 0.600 |
| 191 | 38.5 | 0.65 | 0.5 | 20 | 2200 | 2.200 |
| 207 | 10.2 | 0.7 | 0.6 | 20 | 500 | 0.500 |
| 205 | 4.0 | 0.55 | 0.4 | 20 | 100 | 0.100 |
| 186 | 39.0 | 0.5 | 0.4 | 20 | 1600 | 1.600 |
| 324 | 36.0 | 0.7 | 0.6 | 20 | 1900 | 1.900 |
| 6 | 5.0 | 0.6 | 0.5 | 20 | 300 | 0.300 |
| 95 | 43.8 | 0.5 | 0.4 | 20 | 200 | 0.200 |
| 291 | 14.4 | 0.6 | 0.5 | 20 | 300 | 0.300 |

tab. 6.12 - Caratteristiche microbacini urbani di Sant'Agata Bolognese

Anzola dell'Emilia

Nel Comune di Anzola risultano presenti tre agglomerati principali denominati:

1. Capoluogo;
2. Ponte Samoggia;
3. Fondo Busa



Fig. 6.20 - Planimetria rete fognaria di Anzola Emilia - Capoluogo

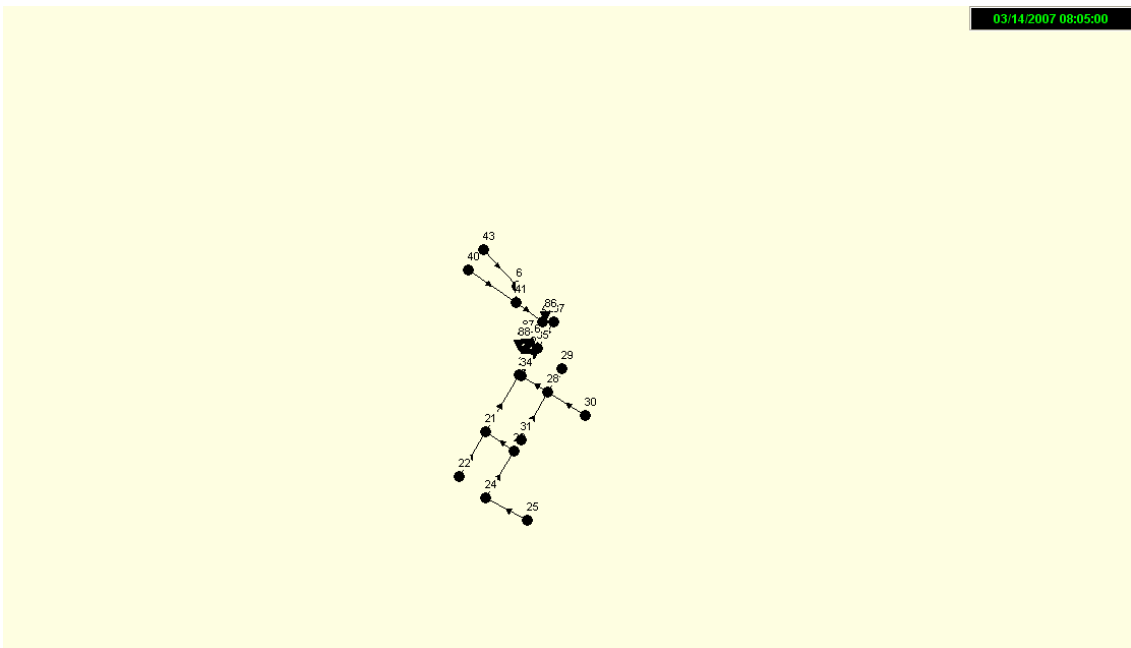


Fig. 6.21 - Planimetria rete fognaria di Anzola Emilia - Fondo Busa



Fig. 6.22 - Planimetria rete fognaria di Anzola Emilia - Ponte Samoggia

Di seguito si riportano le caratteristiche salienti dei microbacini urbani individuati:

| BACINO | AREA (ha) | Ca | Cr | h | Q(l/s) | Q(m ³ /s) |
|--------|--------------|------|-----|----|--------|----------------------|
| 553 | 37.6 | 0.5 | 0.4 | 20 | 500 | 0.500 |
| 532 | 39.0 | 0.65 | 0.5 | 20 | 100 | 0.100 |
| 233 | 15.9 | 0.6 | 0.5 | 20 | 1900 | 1.900 |
| 2a | 27.0 | 0.5 | 0.4 | 20 | 100 | 0.100 |
| 2b | 20.0 | 0.6 | 0.5 | 20 | 100 | 0.100 |
| 2c | 15.8 | 0.55 | 0.4 | 20 | 100 | 0.100 |
| 4 | 7.6 | 0.6 | 0.5 | 20 | 10 | 0.010 |
| 554 | 19.2 | 0.65 | 0.5 | 20 | 600 | 0.600 |
| 557a | 8.0 | 0.7 | 0.6 | 20 | 300 | 0.300 |
| 557b | 1.5 | 0.5 | 0.4 | 20 | 400 | 0.400 |
| 559 | 23.8 | 0.6 | 0.5 | 20 | 800 | 0.800 |
| 17 | 39.3 | 0.6 | 0.5 | 20 | 2500 | 2.500 |
| 10 | 15.3 | 0.5 | 0.4 | 20 | 1400 | 1.400 |
| 568 | 53.0 | 0.55 | 0.4 | 20 | 800 | 0.800 |
| 44 | 22.6 | 0.55 | 0.4 | 20 | 300 | 0.300 |
| 566 | 22.9 | 0.6 | 0.5 | 20 | 800 | 0.800 |
| 570 | 16.7 | 0.6 | 0.5 | 20 | 1000 | 1.000 |
| 567 | 10.6 | 0.5 | 0.4 | 20 | 3000 | 3.000 |
| 151 | 47.8 | 0.7 | 0.6 | 20 | 1800 | 1.800 |
| 167 | 11.8 | 0.7 | 0.6 | 20 | 900 | 0.900 |
| 94 | 54.0 | 0.5 | 0.4 | 20 | 3600 | 3.600 |
| 72 | 19.5 | 0.5 | 0.4 | 20 | 10 | 0.010 |
| 87 | 5.0 | 0.65 | 0.5 | 20 | 10 | 0.010 |
| 54a | 19.7 | 0.65 | 0.5 | 20 | 10 | 0.010 |
| 54b | 19.6 | 0.6 | 0.5 | 20 | 10 | 0.010 |
| 55c | 17.0 | 0.55 | 0.4 | 20 | 10 | 0.010 |
| 19 | 14.8 | 0.5 | 0.4 | 20 | 100 | 0.100 |
| 86 | 1.3 | 0.6 | 0.5 | 20 | 40 | 0.040 |
| 88 | 5.9 | 0.6 | 0.5 | 20 | 200 | 0.200 |

tab. 6.13 - Caratteristiche microbacini urbani di Anzola Emilia

Sala Bolognese

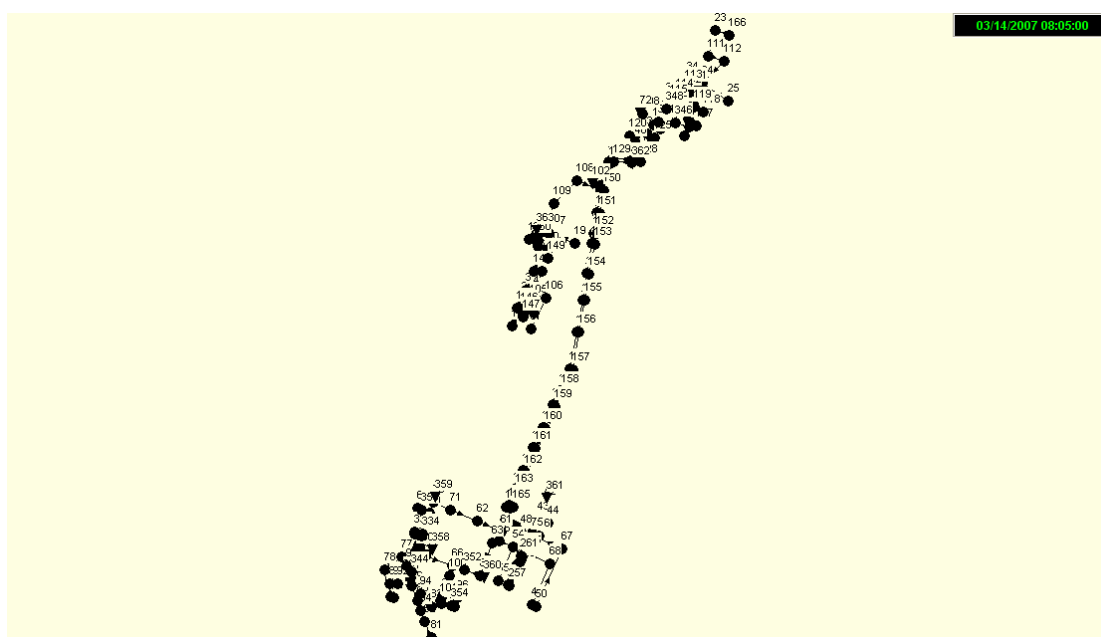


Fig. 6.23 - Planimetria rete fognaria di Sala Bolognese - Padulle - Tavernelle

Di seguito si riportano le caratteristiche salienti dei microbacini urbani individuati:

| BACINO | AREA (ha) | Ca | Cr | h | Q(l/s) | Q(m ³ /s) |
|--------|--------------|------|-----|----|--------|----------------------|
| 18 | 28.9 | 0.6 | 0.5 | 20 | 2500 | 2.500 |
| 72 | 28.8 | 0.5 | 0.4 | 20 | 700 | 0.700 |
| 362 | 16.0 | 0.55 | 0.4 | 20 | 1400 | 1.400 |
| 22a | 4.4 | 0.5 | 0.4 | 20 | 600 | 0.600 |
| 22b | 77.0 | 0.5 | 0.4 | 20 | 300 | 0.300 |
| 21 | 15.0 | 0.6 | 0.5 | 20 | 100 | 0.100 |
| 363 | 64.0 | 0.7 | 0.6 | 20 | 3000 | 3.000 |
| 361 | 88.0 | 0.7 | 0.6 | 20 | 1500 | 1.500 |
| 359 | 22.5 | 0.65 | 0.5 | 20 | 1400 | 1.400 |
| 66 | 24.5 | 0.5 | 0.4 | 20 | 100 | 0.100 |
| 358 | 31.0 | 0.55 | 0.4 | 20 | 1800 | 1.800 |
| 330 | 15.0 | 0.65 | 0.5 | 20 | 1800 | 1.800 |

tab. 6.14 - Caratteristiche microbacini urbani di Sala Bolognese

Crevalcore

Nel Comune di Crevalcore risultano presenti cinque agglomerati principali denominati:

1. Capoluogo
2. Bevilacqua
3. Bolognina
4. Caselle
5. Galeazza Pepoli
6. Palata Pepoli

Non si è potuto disporre in tempo utile di materiale per effettuare considerazioni sulla rete dell'Agglomerato di Palata-Pepoli.

- Galeazza Pepoli

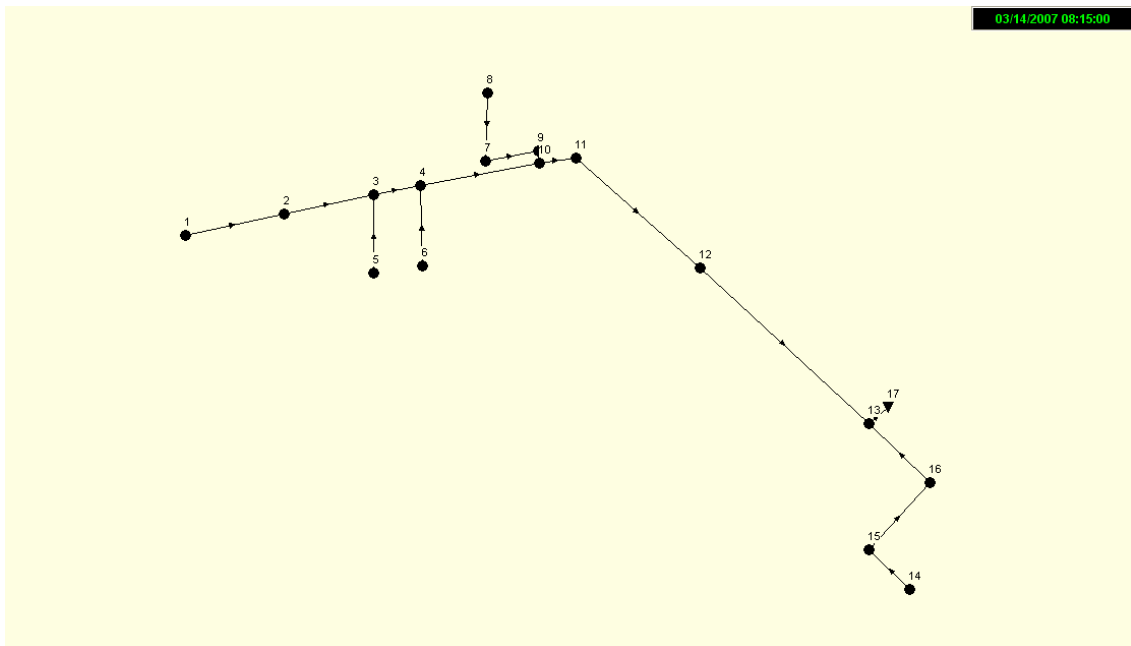


Fig. 6.24 - Planimetria rete fognaria di Galeazza Pepoli frazione di Crevalcore

Di seguito si riportano le caratteristiche salienti dei microbacini urbani individuati:

| BACINO | AREA (ha) | Ca | Cr | h | Q(l/s) | Q(m ³ /s) |
|--------|-----------|-----|-----|----|--------|----------------------|
| 12 | 11.3 | 0.5 | 0.4 | 20 | 300 | 0.300 |
| 17a | 2.7 | 0.5 | 0.4 | 20 | 250 | 0.250 |
| 17b | 3.0 | 0.5 | 0.4 | 20 | 250 | 0.250 |

tab. 6.15 - Caratteristiche microbacini urbani di Galeazza Pepoli frazione di Crevalcore

- Bevilacqua

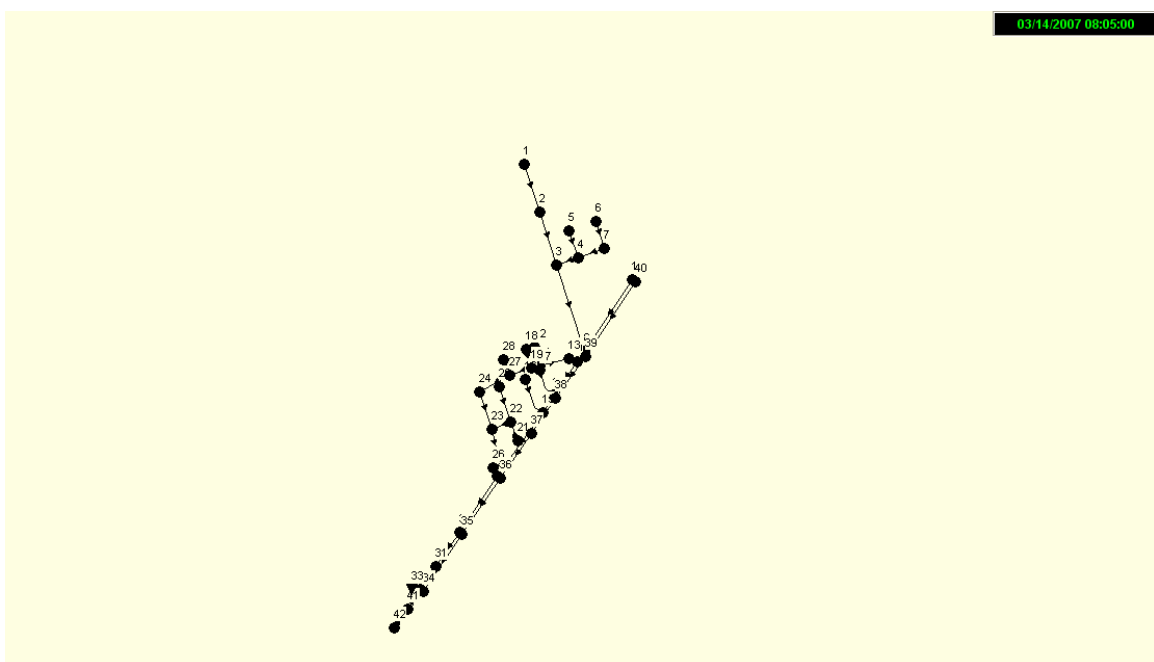


Fig. 6.25 - Planimetria rete fognaria di Bevilacqua frazione di Crevalcore

Di seguito si riportano le caratteristiche salienti dei microbacini urbani individuati:

| BACINO | AREA (ha) | Ca | Cr | h | Q(l/s) | Q(m ³ /s) |
|--------|-----------|------|-----|----|--------|----------------------|
| 8 | 13.8 | 0.5 | 0.4 | 20 | 200 | 0.200 |
| 39 | 4.0 | 0.5 | 0.4 | 20 | 50 | 0.050 |
| 25 | 7.6 | 0.6 | 0.5 | 20 | 0.020 | |
| 36 | 3.8 | 0.5 | 0.4 | 20 | 200 | 0.200 |
| 33 | 4.5 | 0.65 | 0.5 | 20 | 1200 | 1.200 |

tab. 6.16 - Caratteristiche microbacini urbani di Bevilacqua frazione di Crevalcore

- Caselle

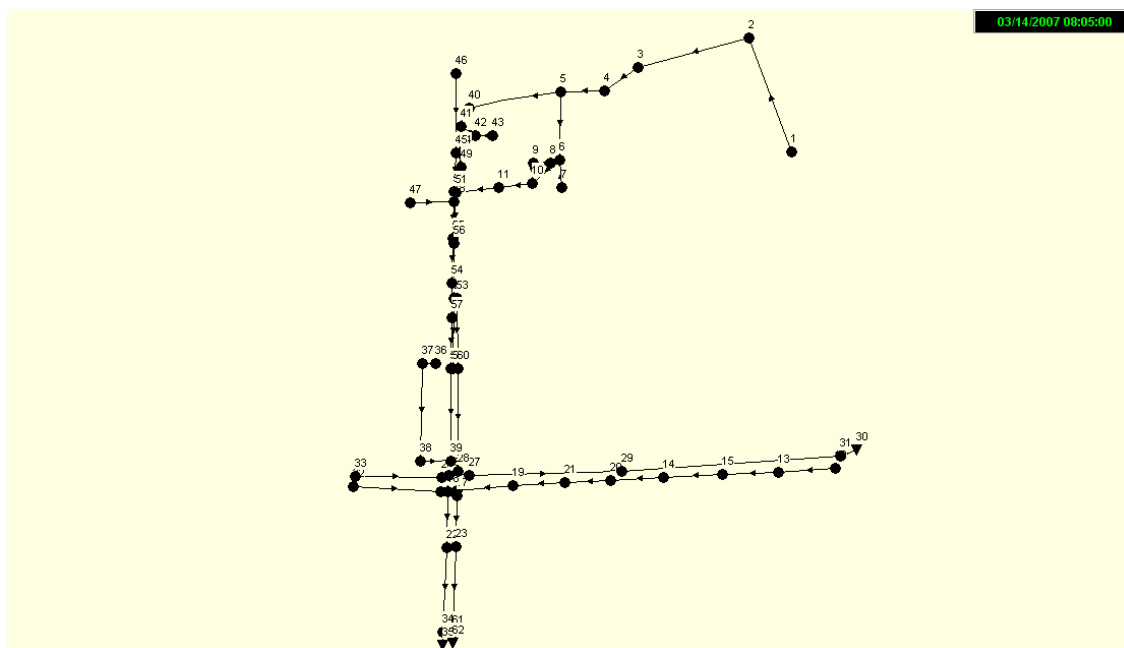


Fig. 6.26 - Planimetria rete fognaria di Caselle frazione di Crevalcore

Di seguito si riportano le caratteristiche salienti dei microbacini urbani individuati:

| BACINO | AREA (ha) | Ca | Cr | h | Q(l/s) | Q(m ³ /s) |
|--------|-----------|------|-----|----|--------|----------------------|
| 35 | 2.5 | 0.55 | 0.4 | 20 | 300 | 0.300 |
| 62 | 4.8 | 0.55 | 0.4 | 20 | 300 | 0.300 |
| 30 | 6.6 | 0.55 | 0.4 | 20 | 200 | 0.200 |
| 57 | 15.5 | 0.55 | 0.4 | 20 | 200 | 0.200 |

tab. 6.17 - Caratteristiche microbacini urbani di Caselle frazione di Crevalcore

- Bolognina

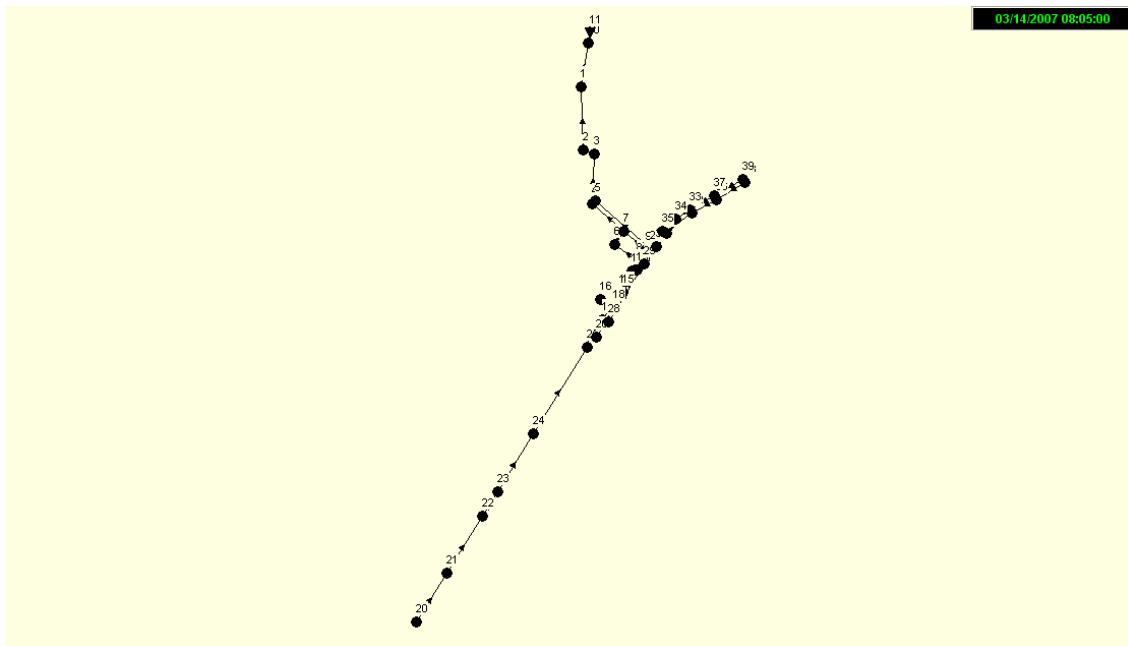


Fig. 6.27 - Planimetria rete fognaria di Bolognina frazione di Crevalcore

Di seguito si riportano le caratteristiche salienti dei microbacini urbani individuati:

| BACINO | AREA (ha) | Ca | Cr | h | Q(l/s) | Q(m ³ /s) |
|--------|--------------|-----|-----|----|--------|----------------------|
| 11 | 5.0 | 0.5 | 0.4 | 20 | 600 | 0.600 |
| 4 | 34.5 | 0.5 | 0.4 | 20 | 500 | 0.500 |

tab. 6.18 - Caratteristiche microbacini urbani di Bolognina frazione di Crevalcore

- Capoluogo

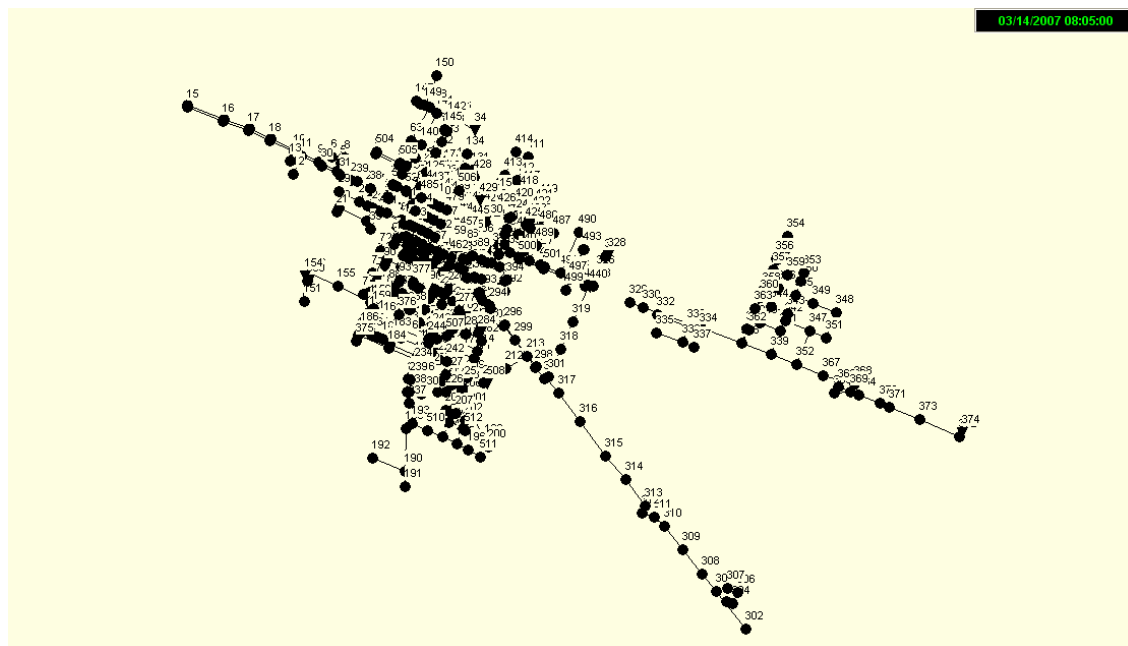


Fig. 6.28 - Planimetria rete fognaria di Crevalcore

Di seguito si riportano le caratteristiche salienti dei microbacini urbani individuati:

| BACINO | AREA (ha) | Ca | Cr | h | Q(l/s) | Q(m ³ /s) |
|--------|-----------|------|-----|----|--------|----------------------|
| 34 | 25.9 | 0.55 | 0.4 | 20 | 1100 | 1.100 |
| 31 | 33.2 | 0.65 | 0.5 | 20 | 200 | 0.200 |
| 506 | 25.5 | 0.6 | 0.5 | 20 | 300 | 0.300 |
| 429 | 10.5 | 0.7 | 0.6 | 20 | 250 | 0.250 |
| 403 | 24.8 | 0.7 | 0.6 | 20 | 300 | 0.300 |
| 328 | 34.8 | 0.7 | 0.6 | 20 | 200 | 0.200 |
| 301b | 34.0 | 0.7 | 0.6 | 20 | 500 | 0.500 |
| 301a | 13.8 | 0.7 | 0.6 | 20 | 30 | 0.030 |
| 295 | 16.7 | 0.7 | 0.6 | 20 | 300 | 0.300 |
| 376 | 10.0 | 0.7 | 0.6 | 20 | 60 | 0.060 |
| 167 | 26.7 | 0.65 | 0.5 | 20 | 700 | 0.700 |
| 508 | 31.3 | 0.6 | 0.5 | 20 | 600 | 0.600 |
| 374 | 10.3 | 0.7 | 0.6 | 20 | 300 | 0.300 |
| 364 | 55.0 | 0.7 | 0.6 | 20 | 100 | 0.100 |
| 338 | 18.7 | 0.7 | 0.6 | 20 | 100 | 0.100 |
| 154 | 7.5 | 0.55 | 0.4 | 20 | 300 | 0.300 |
| 99 | 13.6 | 0.6 | 0.5 | 20 | 200 | 0.200 |
| 447 | 6.3 | 0.65 | 0.5 | 20 | 20 | 0.020 |
| 446 | 6.8 | 0.6 | 0.5 | 20 | 40 | 0.040 |

tab. 6.19 - Caratteristiche microbacini urbani di Crevalcore

Calderara di Reno



Fig. 6.29 - Planimetria rete fognaria di Calderara di Reno

Di seguito si riportano le caratteristiche salienti dei microbacini urbani individuati:

| BACINO | AREA (ha) | Ca | Cr | h | Q(l/s) | Q(m ³ /s) |
|--------|-----------|------|-----|----|--------|----------------------|
| 328 | 10.2 | 0.65 | 0.5 | 20 | 300 | 0.300 |
| 31 | 56.2 | 0.6 | 0.5 | 20 | 400 | 0.400 |
| 95 | 25.4 | 0.6 | 0.5 | 20 | 100 | 0.100 |
| 271 | 18.5 | 0.6 | 0.5 | 20 | 500 | 0.500 |
| 269 | 6.6 | 0.6 | 0.5 | 20 | 900 | 0.900 |
| 267 | 5.6 | 0.55 | 0.4 | 20 | 900 | 0.900 |
| 266 | 96.0 | 0.65 | 0.5 | 20 | 1000 | 1.000 |
| 265 | 18.5 | 0.65 | 0.5 | 20 | 500 | 0.500 |
| 262 | 12.3 | 0.5 | 0.4 | 20 | 800 | 0.800 |
| 276 | 34.0 | 0.5 | 0.4 | 20 | 1200 | 1.200 |
| 278 | 62.4 | 0.7 | 0.6 | 20 | 900 | 0.900 |
| 26 | 82.5 | 0.7 | 0.6 | 20 | 200 | 0.200 |
| 20 | 63.0 | 0.65 | 0.5 | 20 | 1300 | 1.300 |
| 249 | 5.9 | 0.55 | 0.4 | 20 | 100 | 0.100 |
| 223 | 19.2 | 0.55 | 0.4 | 20 | 2200 | 2.200 |
| 440 | 92.0 | 0.65 | 0.5 | 20 | 1000 | 1.000 |
| 250 | 75.4 | 0.6 | 0.5 | 20 | 2100 | 2.100 |
| 278 | 62.4 | 0.65 | 0.5 | 20 | 900 | 0.900 |
| 61 | 47.2 | 0.65 | 0.5 | 20 | 1400 | 1.400 |

tab. 6.20 - Caratteristiche microbacini urbani di Calderara di Reno

San Giovanni in Persiceto

Nel Comune di S. Giovanni In Persiceto si enumerano tre agglomerati principali denominati:

1. Capoluogo;
2. S. Matteo della Decima;
3. Budrie

- Capoluogo



Fig. 6.30 - Planimetria rete fognaria di San Giovanni in Persiceto - Capoluogo

Di seguito si riportano le caratteristiche salienti dei microbacini urbani individuati:

| BACINO | AREA (ha) | Ca | Cr | h | Q(l/s) | Q(m ³ /s) |
|--------|-----------|------|-----|----|--------|----------------------|
| 345 | 21.0 | 0.5 | 0.4 | 20 | 10 | 0.010 |
| 218 | 38.6 | 0.65 | 0.5 | 20 | 1100 | 1.100 |
| 346a | 33.3 | 0.7 | 0.6 | 20 | 100 | 0.100 |
| 346b | 73.3 | 0.7 | 0.6 | 20 | 200 | 0.200 |
| 26 | 52.0 | 0.6 | 0.5 | 20 | 1100 | 1.100 |
| 61a | 100.6 | 0.5 | 0.4 | 20 | 600 | 0.600 |
| 61b | 44.7 | 0.5 | 0.4 | 20 | 700 | 0.700 |
| 287 | 71.2 | 0.6 | 0.5 | 20 | 100 | 0.100 |
| 77 | 118.0 | 0.7 | 0.6 | 20 | 100 | 0.100 |
| 19 | 64.0 | 0.55 | 0.4 | 20 | 900 | 0.900 |
| 33 | 56.5 | 0.65 | 0.5 | 20 | 700 | 0.700 |

tab. 6.21 - Caratteristiche microbacini urbani di San Giovanni in Persiceto

- Le Budrie

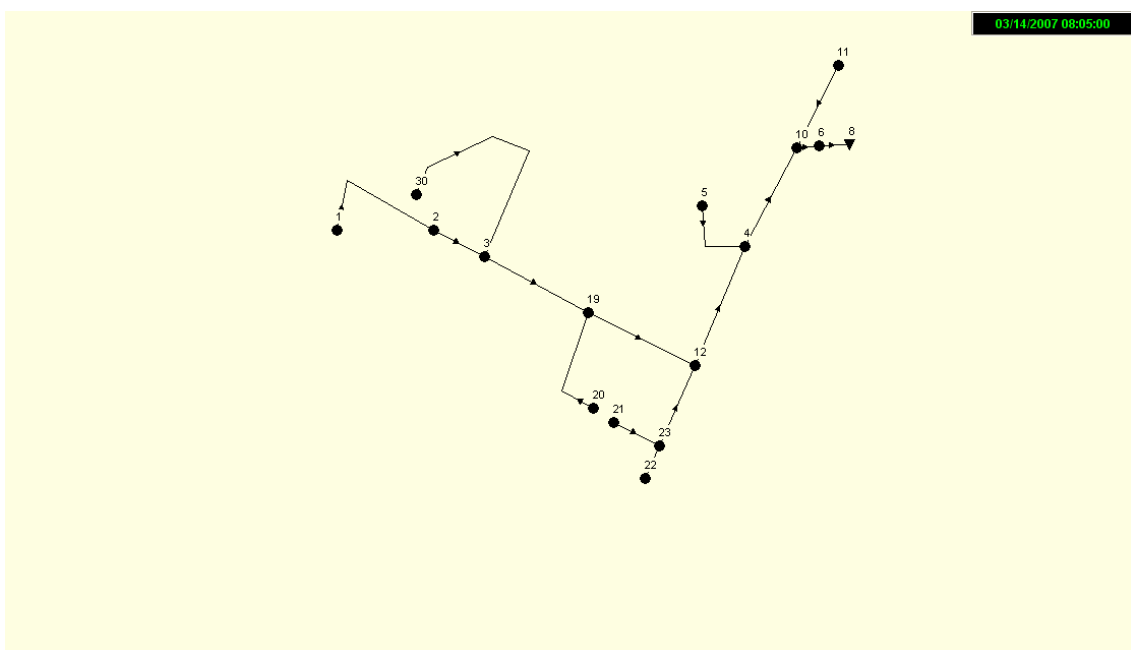


Fig. 6.31 - Planimetria rete fognaria delle Budrie frazione di San Giovanni in Persiceto

Di seguito si riportano le caratteristiche salienti dei microbacini urbani individuati:

| BACINO | AREA (ha) | Ca | Cr | h | Q(l/s) | Q(m ³ /s) |
|--------|-----------|------|-----|----|--------|----------------------|
| 8 | 0.9 | 0.5 | 0.4 | 20 | 700 | 0.700 |
| 4 | 4.0 | 0.65 | 0.5 | 20 | 400 | 0.400 |

tab. 6.22 - Caratteristiche microbacini urbani delle Budrie frazione di San Giovanni in Persiceto

- San Matteo della Decima

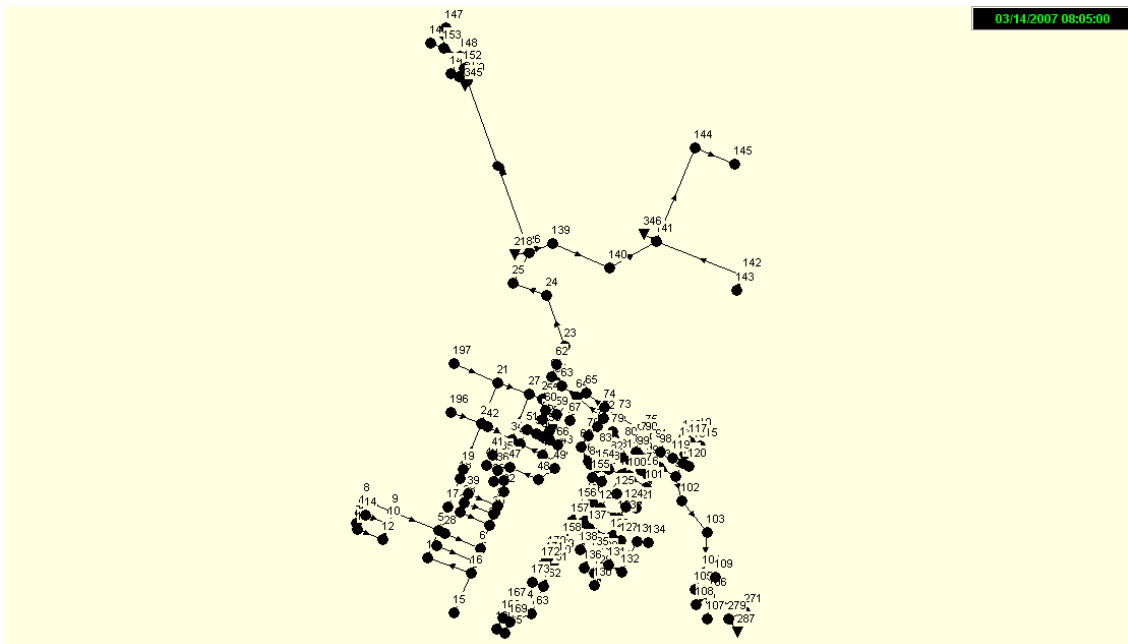


Fig. 6.32 - Planimetria rete fognaria di San Matteo della Decima frazione di San Giovanni in Persiceto

Di seguito si riportano le caratteristiche salienti dei microbacini urbani individuati:

| BACINO | AREA (ha) | Ca | Cr | h | Q(l/s) | Q(m ³ /s) |
|--------|--------------|------|-----|----|--------|----------------------|
| 150 | 11.5 | 0.5 | 0.4 | 20 | 1300 | 1.300 |
| 36b | 23.2 | 0.65 | 0.5 | 20 | 500 | 0.500 |
| 36a | 18.6 | 0.7 | 0.6 | 20 | 100 | 0.100 |
| 4 | 34.2 | 0.7 | 0.6 | 20 | 100 | 0.100 |
| 15 | 9.8 | 0.6 | 0.5 | 20 | 10 | 0.010 |
| 73 | 26.8 | 0.5 | 0.4 | 20 | 200 | 0.200 |
| 8b | 11.3 | 0.5 | 0.4 | 20 | 800 | 0.800 |
| 125 | 2.9 | 0.6 | 0.5 | 20 | 1500 | 1.500 |
| 8a | 3.7 | 0.7 | 0.6 | 20 | 600 | 0.600 |
| 33a | 24.0 | 0.55 | 0.4 | 20 | 100 | 0.100 |
| 33b | 31.8 | 0.65 | 0.5 | 20 | 400 | 0.400 |

tab. 6.23 - Caratteristiche microbacini urbani di San Matteo della Decima frazione di San Giovanni in Persiceto

- 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 extraurbani

Per questa parte si rimanda alle valutazioni già svolte dal Consorzio di Bonifica della Palata - Reno e sinteticamente riportate nei paragrafi precedenti.

La situazione idraulica rilevata ad una primo analisi presenta condizioni difficoltose per quanto concerne l'efficienza del reticolo idrografico superficiale; segnatamente per le parti vallive in corrispondenza dei centri abitati e delle confluenze sia con il reticolo secondario che con quello principale.

A questa situazione si è e si sta in parte intervenendo con l'adozione di opere (per es. vasche di laminazione naturali e artificiali) e con regolamenti (vedi per es. applicazione del principio dell'Invarianza Idraulica).

- 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.

Sant' Agata Bolognese

1 - Criticità dei bacini

| SEZ. BACINO | Dim. rettangolare | | Circ | VALORI AMMISSIBILI | | | | Q VERIF. |
|-------------|-------------------|-------|-------|--------------------|-------|---------|---------|----------|
| | b (m) | h (m) | r (m) | c | i | Q RETT. | Q CIRC. | |
| 286 | - | - | 0,3 | 70 | 0,001 | - | 0.188 | 0.300 |
| 254a | - | - | 0,4 | 70 | 0,001 | - | 0.406 | 0.200 |
| 254b | - | - | 0,5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.600 |
| 191 | - | - | 0,5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 2.200 |
| 207 | - | - | 0,5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.500 |
| 205 | - | - | 0,1 | 70 | 0,001 | - | 0.010 | 0.100 |
| 186 | - | - | 0,3 | 70 | 0,001 | - | 0.188 | 1.600 |
| 324 | - | - | 0,2 | 70 | 0,001 | - | 0.064 | 1.900 |
| 6 | - | - | 0,5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.300 |
| 95 | - | - | 0,125 | 70 | 0,001 | - | 0.018 | 0.200 |
| 291 | - | - | 0,25 | 70 | 0,001 | - | 0.116 | 0.300 |
| 18 | - | - | 0,5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.100 |

N.B.: sono evidenziati i bacini in condizioni critiche

Nella precedente tabella sono riportate anche le dimensioni geometriche delle sezioni ("b" e "h" per le rettangolari, "r" raggio delle circolari) alla chiusura dei bacini individuati. Il parametro "c" rappresenta il coefficiente di scabrezza mentre la colonna "i" contiene il valore della pendenza media del collettore.

I risultati ottenuti in termini di portate decennali di piena permettono di individuare, per ciascun bacino, le seguenti classi di carico idraulico così come definite più sopra:

| SEZ. BACINO | CLASSE | DEFLUSSO |
|-------------|--------|--------------|
| 286 | V | iper critico |
| 254a | II | buono |
| 254b | IV | critico |
| 191 | V | iper critico |
| 207 | III | accettabile |
| 205 | V | iper critico |
| 186 | V | iper critico |
| 324 | V | iper critico |
| 6 | II | buono |
| 95 | V | iper critico |
| 291 | V | iper critico |
| 18 | I | ottimo |

N.B.: sono evidenziati i bacini in condizioni critiche

La situazione idraulica rilevata è critica, poiché il carico idraulico si trova in 1 caso su 12 in classe I, in 2 casi in classe II, in 1 caso in classe III, in 1 caso in classe IV e in ben 7 casi in classe V.

In pratica più del 50% ricade in condizioni di deflusso ipercritico.

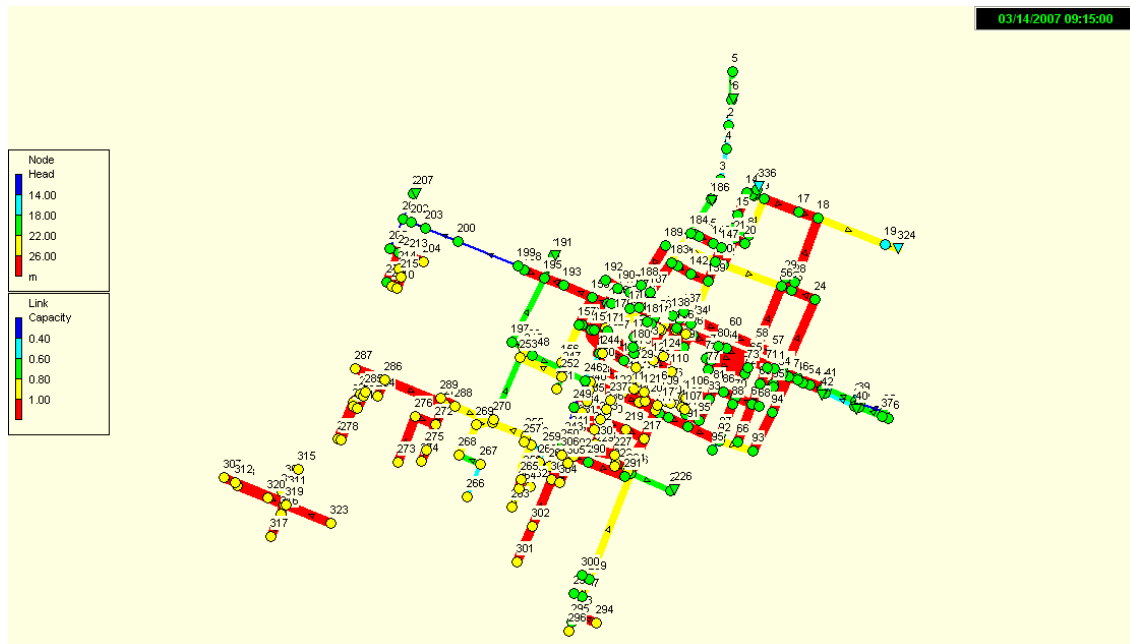


Fig. 6.33 - Classi di carico idraulico sui bacini urbani

I bacini in condizioni ipercritiche sono localizzati nella zona dell'allevamento suinicolo su Via Borgo, nella zona ad ovest del Caseificio S. Anselmo sulla SS. di S. Matteo Decima e in tutto il nucleo abitato di Sant'Agata. La situazione risulta accettabile o comunque migliore solamente in periferia.

Si ritiene quindi che vi sia dal punto di vista idraulico una situazione sostanzialmente critica.

Sono state inoltre eseguite le verifiche e la classificazione per i macrobacini urbani così come precedentemente individuati:

| MACRO BACINO URBANO | MICRO BACINO URBANO | PORTATA MACROBACINO | PORTATA AMMISSIBILE | CLASSE | DEFLUSSO |
|---------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|--------|-------------|
| I | 6 | 0,300 m ³ /s | 0,735 m ³ /s | I | ottimo |
| II | 191 | 2,200 m ³ /s | 0,735 m ³ /s | V | ipercritico |
| III | 207 | 0,500 m ³ /s | 0,735 m ³ /s | III | accettabile |
| IV | 324 | 1,900 m ³ /s | 0,735 m ³ /s | V | ipercritico |

La situazione idraulica generale rilevata è APPENA accettabile, poiché il carico idraulico si trova in un caso su 4 in classe I (ovvero capacità di smaltimento ottimo), in un caso in classe III e, infine in 2 casi in classe V.

Il macrobacino più in crisi si trova nella zona ad Ovest Del Comune di Sant'Agata Bolognese. Si ritiene doveroso sottolineare che, laddove sono stati raggruppati più bacini per formare un macrobacino, le sezioni, che prima erano in grado di smaltire agevolmente le singole portate afferenti, entrano in crisi.

Per una visione della criticità dei bacini si veda la tavola allegata 1.1 riportata nell'Appendice 4.

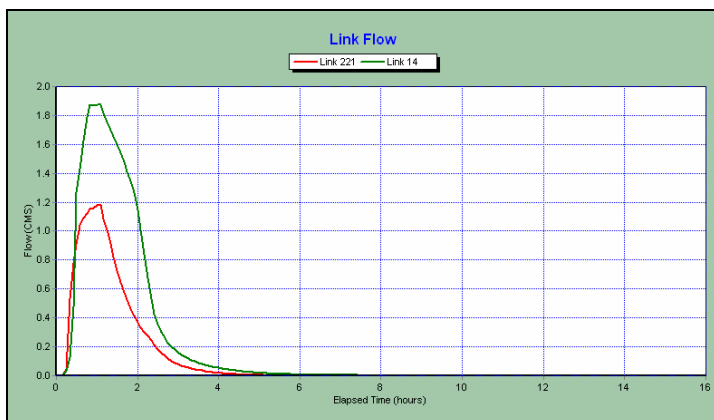
2 - Officiosità idraulica delle reti analizzate

Nell'Agglomerato urbano di S.Agata capoluogo sussistono differenti recapiti in acque superficiali dalla cui officiosità dipende, altresì, la capacità di deflusso del sistema di drenaggio urbano.

Tra i principali recapiti si annovera:

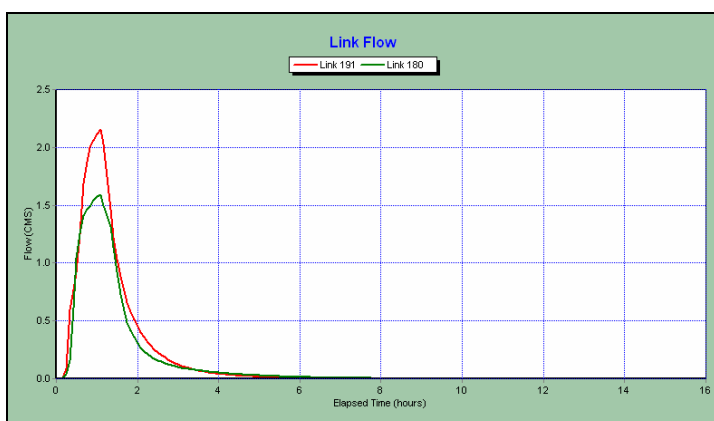
- Lo scolo Fiumazzo
- Il Canale Valbona
- Il Canale Ghiarone

In particolare nello scolo Fiumazzo scolmano le acque bianche secondo quanto illustrato dal seguente idrogramma:



Idrogramma caratteristico delle portate scolmate nel "Fiumazzo"

Nel Canale Valbona scolmano le acque bianche secondo quanto illustrato dal seguente idrogramma:



Idrogramma caratteristico delle portate scolmate nel Canale Valbona

Il "sistema" idrico S.Agata presenta, in definitiva, 4 immissioni principali nel reticolo idrografico ricevente con portate totali prossime a valori di 5-6 mc/s e tempi di corrivazione caratteristici dell'ordine di 50-70 minuti a seconda del bacino di riferimento.

Nell' appendice 3 alla presente relazione vengono riportati gli esiti delle simulazioni fin qui implementate, sulla base degli elementi conoscitivi effettivamente acquisibili dai diversi detentori delle informazioni relative alle pubbliche fognature.

Con specifico riferimento alla rete del Capoluogo, sollecitata da una pioggia di 20 mm/h per una durata di circa 1 ora, si evidenziano alcune problematiche di rigurgito, specie in corrispondenza delle sezioni prossime ai recapiti per le quali si verificano rigurgiti e funzionamenti in leggera pressione in corrispondenza del transito istantaneo del colmo di piena.

Come per le altre situazioni analizzate, la mancanza di dati sistematici sui reali piani di scorrimento delle fognature destinate al collettamento delle acque meteoriche di

dilavamento, rende problematica una valutazione precisa dell'effettiva esondazione sul piano stradale

Anche in questo caso eventuali incrementi del carico idraulico dovrebbero essere evitati o per quanto possibile limitati agli attuali valori di "invarianza" caratteristici dei bacini agricoli attualmente posti al margine dell'agglomerato urbano effettivamente insediato.

In relazione al fenomeno dell'usura delle condotte, non si verificano condizioni tali da destare preoccupazione, essendo le velocità di deflusso abbondantemente al di sotto dei 3 m/s -minime pendenze di esercizio dei collettori-.

Anzola Emilia

1 - Criticità dei bacini

| SEZ. BACINO | Dim. rettangolare | | Circ | VALORI AMMISSIBILI | | | | Q VERIF. |
|-------------|-------------------|-------|-------|--------------------|-------|---------|---------|----------|
| | b (m) | h (m) | r (m) | c | i | Q RETT. | Q CIRC. | |
| 553 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.500 |
| 532 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.100 |
| 233 | - | - | 0.2 | 70 | 0,001 | - | 0.064 | 1.900 |
| 2a | - | - | 0.157 | 70 | 0,001 | - | 0.034 | 0.100 |
| 2b | - | - | 0.157 | 70 | 0,001 | - | 0.034 | 0.100 |
| 4 | - | - | 0.157 | 70 | 0,001 | - | 0.034 | 0.010 |
| 554 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.600 |
| 557a | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.300 |
| 557b | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.400 |
| 559 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.800 |
| 17 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 2.500 |
| 10 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 1.400 |
| 568 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.800 |
| 44 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.300 |
| 566 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.800 |
| 570 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 1.000 |
| 567 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 3.000 |
| 151 | - | - | 0.2 | 70 | 0,001 | - | 0.064 | 1.800 |
| 167 | - | - | 0.2 | 70 | 0,001 | - | 0.064 | 0.900 |
| 94 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 3.600 |
| 72 | - | - | 0.2 | 70 | 0,001 | - | 0.064 | 0.010 |
| 87 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.010 |
| 54a | - | - | 0.2 | 70 | 0,001 | - | 0.064 | 0.010 |
| 54b | - | - | 0.2 | 70 | 0,001 | - | 0.064 | 0.010 |
| 55c | - | - | 0.2 | 70 | 0,001 | - | 0.064 | 0.010 |
| 19 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.100 |
| 86 | - | - | 0.25 | 70 | 0,001 | - | 0.116 | 0.040 |
| 88 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.200 |

N.B.: sono evidenziati i bacini in condizioni critiche

Nella precedente tabella sono riportate anche le dimensioni geometriche delle sezioni ("b" e "h" per le rettangolari, "r" raggio delle circolari) alla chiusura dei bacini individuati. Il parametro "c" rappresenta il coefficiente di scabrezza mentre la colonna "i" contiene il valore della pendenza media del collettore.

I risultati ottenuti in termini di portate decennali di piena permettono di individuare, per ciascun bacino, le seguenti classi di carico idraulico così come definite più sopra:

| SEZ. BACINO | CLASSE | DEFLUSSO |
|-------------|--------|--------------|
| 553 | III | accettabile |
| 532 | II | buono |
| 233 | V | iper critico |
| 2a | V | iper critico |
| 2b | V | iper critico |
| 4 | II | buono |
| 554 | IV | critico |
| 557a | II | buono |
| 557b | II | buono |
| 559 | V | iper critico |
| 17 | V | iper critico |
| 10 | V | iper critico |
| 568 | V | iper critico |
| 44 | II | buono |
| 566 | V | iper critico |
| 570 | V | iper critico |
| 567 | V | iper critico |
| 151 | V | iper critico |
| 167 | V | iper critico |
| 94 | V | iper critico |
| 72 | I | ottimo |
| 87 | I | ottimo |
| 54a | I | ottimo |
| 54b | I | ottimo |
| 55c | I | ottimo |
| 19 | I | ottimo |
| 86 | I | ottimo |
| 88 | I | ottimo |

N.B.: sono evidenziati i bacini in condizioni critiche

Anche in questo caso la situazione idraulica rilevata è critica, poiché il carico idraulico si trova in 8 casi su 28 in classe I, in 5 casi in classe II, in 1 caso in classe III, in 1 caso in classe IV e in ben 14 casi in classe V.

In pratica più del 50% ricade in condizioni di deflusso ipercritico.

- Ponte Samoggia

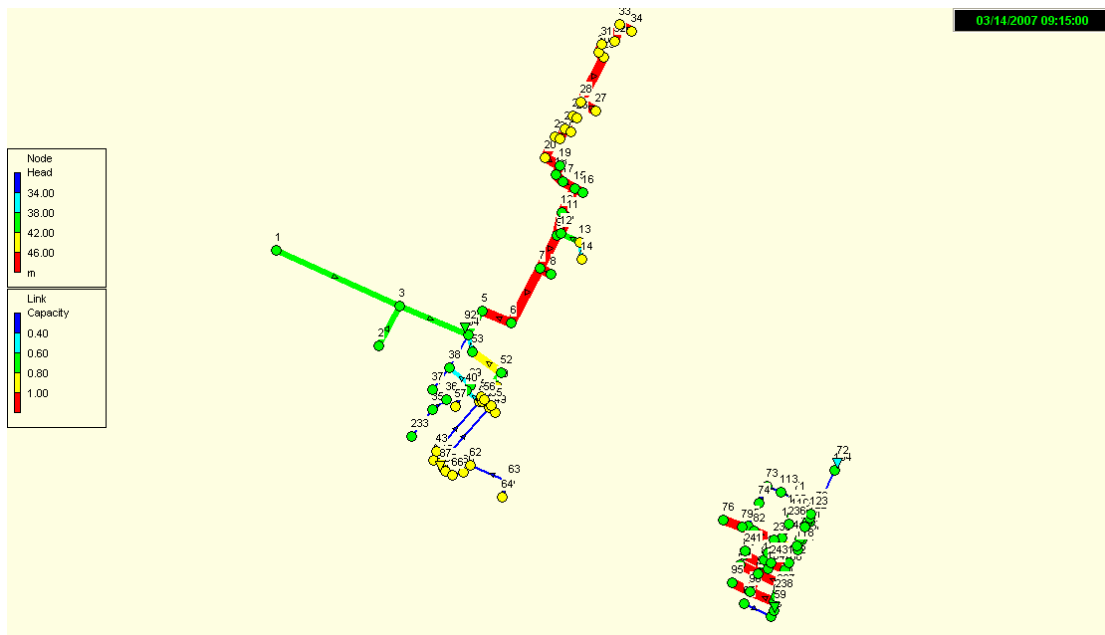


Fig. 6.34 - Classi di carico idraulico sui bacini urbani - Ponte Samoggia

- Fondo Busa

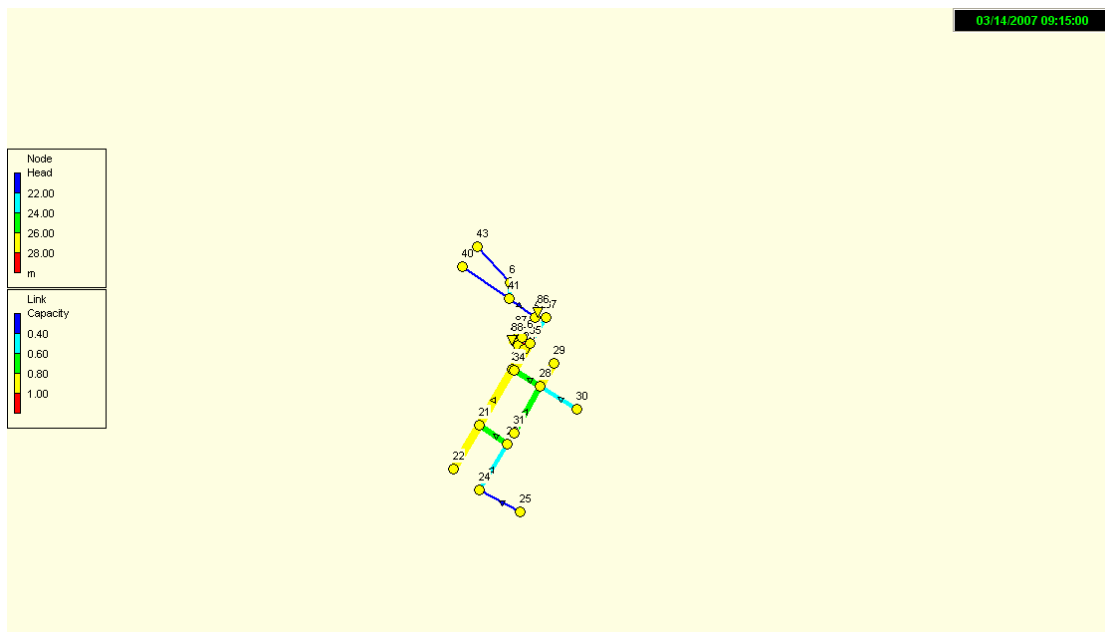


Fig. 6.35 - Classi di carico idraulico sui bacini urbani - Fondo Busa

- Capoluogo

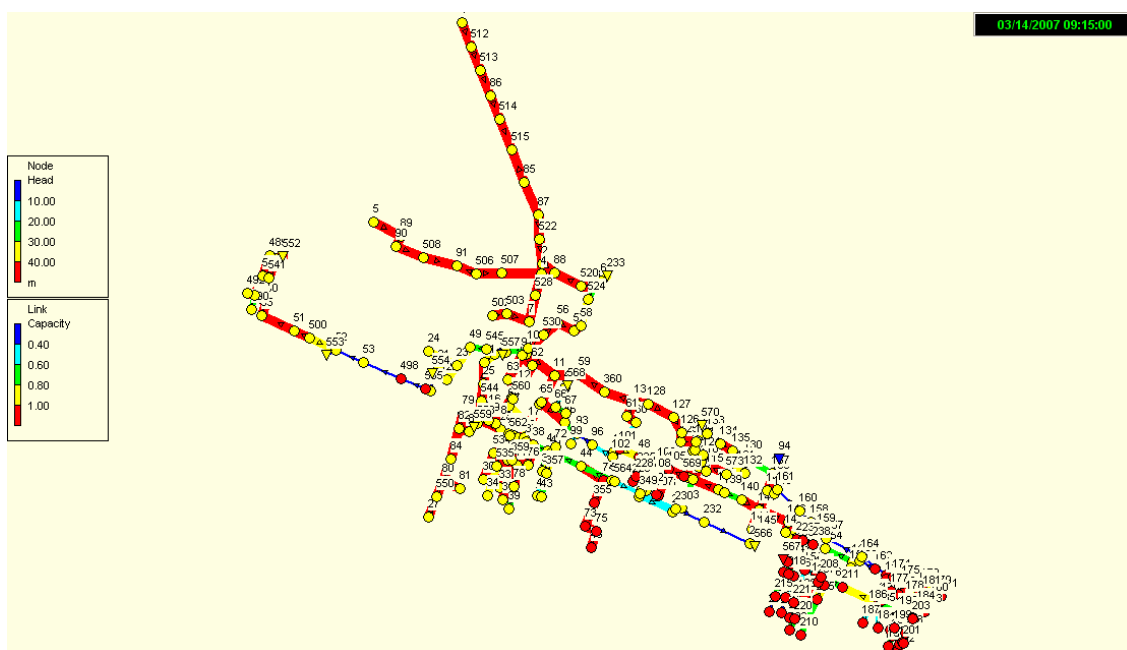


Fig. 6.36 - Classi di carico idraulico sui bacini urbani - Capoluogo

I bacini in condizioni critiche sono localizzati nel settore che costeggia Via Mazzoni e in tutta la zona del centro abitato compresa tra il torrente Ghironda e il Torrente Lavino. Si ritiene quindi che vi sia dal punto di vista idraulico una situazione sostanzialmente critica.

Sono state inoltre eseguite le verifiche e la classificazione per i macrobacini urbani così come precedentemente individuati:

| MACRO BACINO URBANO | MICRO BACINO URBANO | PORTATA MACROBACINO | PORTATA AMMISSIBILE | CLASSE | DEFLUSSO |
|---------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|--------|--------------|
| I | 233 | 1,900 m ³ /s | 0,406 m ³ /s | V | iper critico |
| II | 552 | 0,100 m ³ /s | 0,040 m ³ /s | V | iper critico |
| III | 553 | 0,500 m ³ /s | 0,406 m ³ /s | V | iper critico |
| IV | 554 | 0,600 m ³ /s | 0,188 m ³ /s | V | iper critico |
| V | 557 | 0,700 m ³ /s | 0,116 m ³ /s | V | iper critico |
| VI | 559 | 0,800 m ³ /s | 0,406 m ³ /s | V | iper critico |
| VII | 566 | 0,800 m ³ /s | 0,406 m ³ /s | V | iper critico |
| VIII | 567 | 3,000 m ³ /s | 1,804 m ³ /s | V | iper critico |
| IX | 568 | 0,800 m ³ /s | 0,735 m ³ /s | V | iper critico |
| X | 570 | 1,000 m ³ /s | 0,735 m ³ /s | V | iper critico |
| XI | 94 | 3,600 m ³ /s | 2,575 m ³ /s | V | iper critico |

La situazione idraulica generale rilevata non è accettabile, poiché il carico idraulico si trova in tutti i casi in classe V (ovvero capacità di smaltimento ipercritico).

Il macrobacini sono generalmente tutti in stato ipercritico.

Per una visione della criticità dei bacini si vedano le tavole 1.2.a e 1.2.b riportate in Appendice 4.

2 - Officiosità idraulica delle reti analizzate

La rete del Capoluogo presenta numerosi recapiti in acque superficiali la cui gestione dipende in gran parte dalla diversificazione dei deflussi operata dal consorzio di Bonifica Palata-Reno;

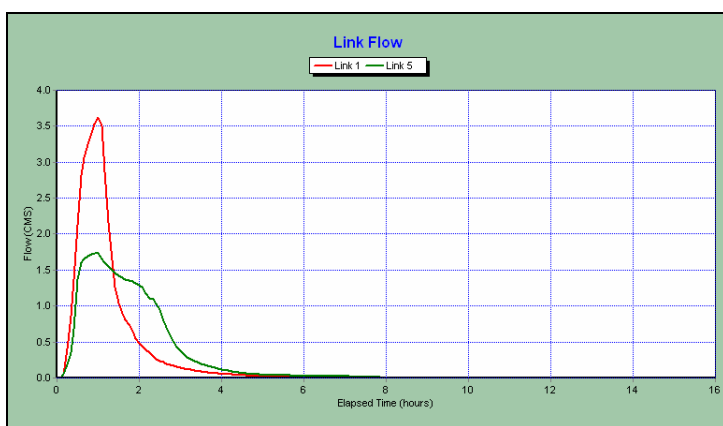
Tra i principali recapiti si annoverano:

Il Torrente Samoggia

Il Torrente Ghironda

Il Torrente Lavino

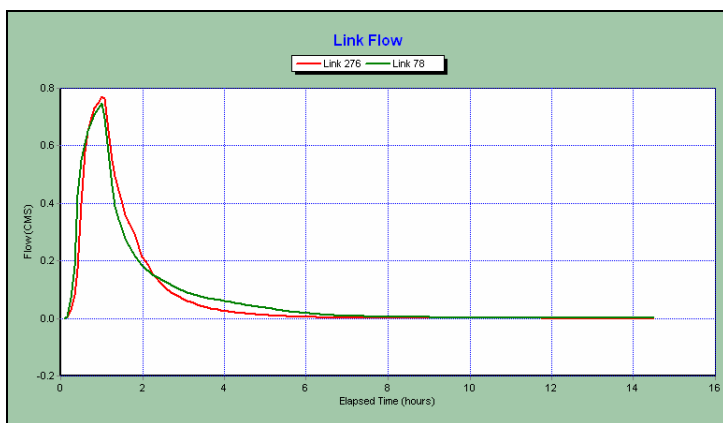
Nella seguente figura sono rappresentati gli idrogrammi significativi delle due principali immissioni del sistema fognario adibito alla raccolta e al collettamento delle acque di origine meteorica, verso i principali ricettori posti a Nord dell'agglomerato del Capoluogo:



Idrogramma delle portate afferenti ai ricettori superficiali dal sistema fognario.

Nel caso del Torrente Lavino -curva red- dell'agglomerato si evince una buona officiosità di smaltimento delle acque meteoriche; il collettore rappresentato dalla curva green presenta il tipico funzionamento da sovraccarico.

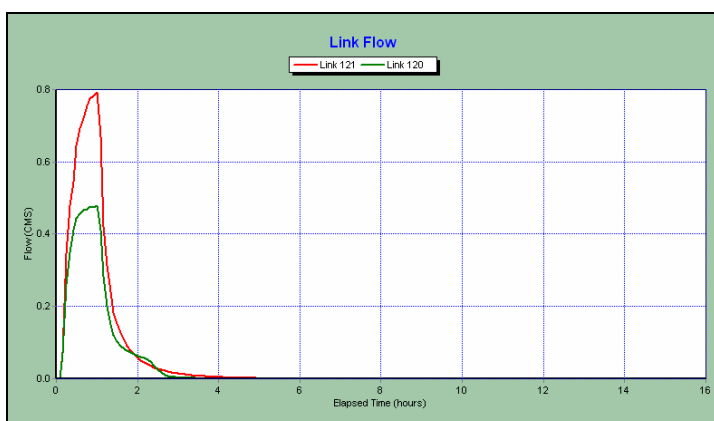
Nell'idrogramma successivo vengono riportate le portate calcolate dal modello, relative a sezioni di immissione nel reticolo ricevente di minor importanza rispetto a quelle precedentemente illustrate.



Idrogramma delle portate afferenti dagli scolmatori sulla rete al reticolo superficiale

La rete di drenaggio delle acque meteoriche dell'agglomerato di Ponte Samoggia risulta essere organizzata su due sistemi di collettamento indipendenti che risultano in esercizio in sinistra e in destra idraulica rispetto allo scorrimento del torrente Samoggia; nel

seguente idrogramma si riportano le portate significative dei due sistemi di collettamento in sinistra -curva red- e in destra idraulica -green-:

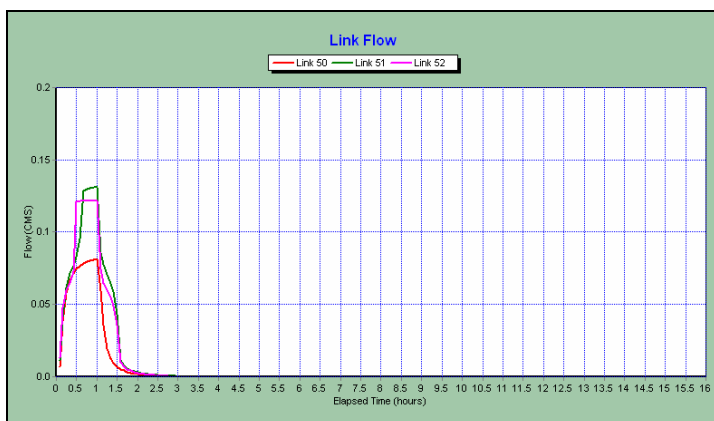


Idrogrammi caratteristici Ponte Samoggia: sinistra idraulica -red- destra idraulica -green-

Come si evince dall'idrogramma i bacini drenati sembrano caratterizzato da tempi di corrivazione prossimi all'ora con portate caratteristiche verso i rispettivi ricettori che possono raggiungere complessivamente quasi 1.2 mc/s.

Il piccolo Agglomerato della località Fondo Busa di Anzola presenta tratti fognari che con ogni probabilità discendono dal tombinamento di vecchi fossi di scolo in esercizio a tergo delle carreggiate; sono presenti diversi punti di immissione della pubblica fognatura nel medesimo scolo che prosegue a valle dell'Agglomerato verso Nord per poi congiungersi al sistema idrografico superficiale in gestione al Consorzio di Bonifica Reno-Palata.

Il tempo di corrivazione dell'Agglomerato risulta essere dell'ordine dei 10-15 minuti con portate massime relative ad una pioggia di 20 mm/h pari a poco più di 250 l/s, così come illustrato dall'idrogramma sotto riportato calcolato dal modello relativamente alle principali sezioni di immissione nel recapito finale.



Idrogramma caratteristico Fondo Busa

Nell' Appendice 3 alla presente relazione vengono riportati gli esiti delle simulazioni fin qui implementate, sulla base degli elementi conoscitivi effettivamente acquisibili.

Relativamente alle reti degli agglomerati urbani Fondo Busa e Ponte Samoggia si evince come i sistemi di drenaggio sottoposti ad una precipitazione di intensità pari a 20 mm/h - che nell'ora consegue un cumulo di circa 20 mm di pioggia (corrispondente ad un tempo di ritorno di circa 10 anni)-, mantengono una sostanziale officiosità complessiva nei confronti delle portate di piena.

La modellazione evidenzia tuttavia il verificarsi di alcuni sovraccarichi soprattutto in corrispondenza delle sezioni terminali già allo stato attuale di esercizio; detti sovraccarichi potrebbero esser tali da provocare alcune esondazioni seppur localizzate e lontane dalle sezioni apicali prossime alle caditoie di raccolta delle acque; in tal senso eventuali nuove urbanizzazioni recapitanti al sistema di drenaggio esistente dovrebbero essere concepite in "invarianza idraulica" complessiva, ovvero mantenendo inalterato l'apporto idrico al ricettore.

Con riferimento alla rete del Capoluogo, sottoposta alla stessa pioggia di 20 mm/h per una durata di circa 1 ora, sussistono alcune problematiche fenomenologiche di rigurgito, specie in corrispondenza delle sezioni prossime ad alcuni recapiti per le quali si verificano funzionamenti in pressione in corrispondenza del transito istantaneo del colmo di piena. Per una valutazione dell'effettiva esondazione sul piano stradale si dovrebbe disporre del reale piano di posa delle condotte di drenaggio.

L'eventuale sovraccarico della rete di drenaggio generato da nuove urbanizzazioni dovrebbe essere preceduto necessariamente da un vistoso adeguamento del sistema di drenaggio delle acque reflue urbane di origine meteorica, ovvero delle acque meteoriche che dilavano le superfici cittadine. In alternativa nuovi insediamenti potrebbero essere concepiti in completa "Invarianza Idraulica", ovvero lasciando inalterato lo "status quo" della corrivazione complessivamente recapitata ai ricettori.

In relazione al fenomeno dell'usura delle condotte, non si verificano condizioni tali da destare preoccupazione essendo, in tutti i casi analizzati, le velocità di deflusso abbondantemente al di sotto dei 3 m/s -minimi dislivelli altimetrici-.

Sala Bolognese

1 - Criticità dei bacini

| SEZ. BACINO | Dim. rettangolare | | Circ | VALORI AMMISSIBILI | | | | Q VERIF. |
|-------------|-------------------|-------|-------|--------------------|-------|---------|---------|----------|
| | b (m) | h (m) | r (m) | c | i | Q RETT. | Q CIRC. | |
| 18 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 2.500 |
| 72 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.700 |
| 362 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 1.400 |
| 22a | - | - | 0.1 | 70 | 0,001 | - | 0.01 | 0.600 |
| 22b | - | - | 0.2 | 70 | 0,001 | - | 0.064 | 0.300 |
| 21 | - | - | 0.3 | 70 | 0,001 | - | 0.188 | 0.100 |
| 363 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 3.000 |
| 361 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 1.500 |
| 359 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 1.400 |
| 66 | - | - | 0.4 | 70 | 0,001 | - | 0.406 | 0.100 |
| 358 | - | - | 0.4 | 70 | 0,001 | - | 0.406 | 1.800 |
| 330 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 1.800 |

N.B.: sono evidenziati i bacini in condizioni critiche

Nella precedente tabella sono riportate anche le dimensioni geometriche delle sezioni ("b" e "h" per le rettangolari, "r" raggio delle circolari) alla chiusura dei bacini individuati. Il parametro "c" rappresenta il coefficiente di scabrezza mentre la colonna "i" contiene il valore della pendenza media del collettore.

I risultati ottenuti in termini di portate decennali di piena permettono di individuare, per ciascun bacino, le seguenti classi di carico idraulico così come definite più sopra:

| SEZ. BACINO | CLASSE | DEFLUSSO |
|-------------|--------|--------------|
| 18 | V | iper critico |
| 72 | IV | critico |
| 362 | V | iper critico |
| 22a | V | iper critico |
| 22b | V | iper critico |
| 21 | II | buono |
| 363 | V | iper critico |
| 361 | V | iper critico |
| 359 | V | iper critico |
| 66 | I | ottimo |
| 358 | V | iper critico |
| 330 | V | iper critico |

N.B.: sono evidenziati i bacini in condizioni critiche

In questo caso la situazione idraulica rilevata è insoddisfacente, poiché il carico idraulico si trova in 1 caso su 12 in classe I, in 1 caso in classe II, in 1 caso in classe IV e in ben 9 casi in classe V.

In pratica il 75% ricade in condizioni di deflusso ipercritico.

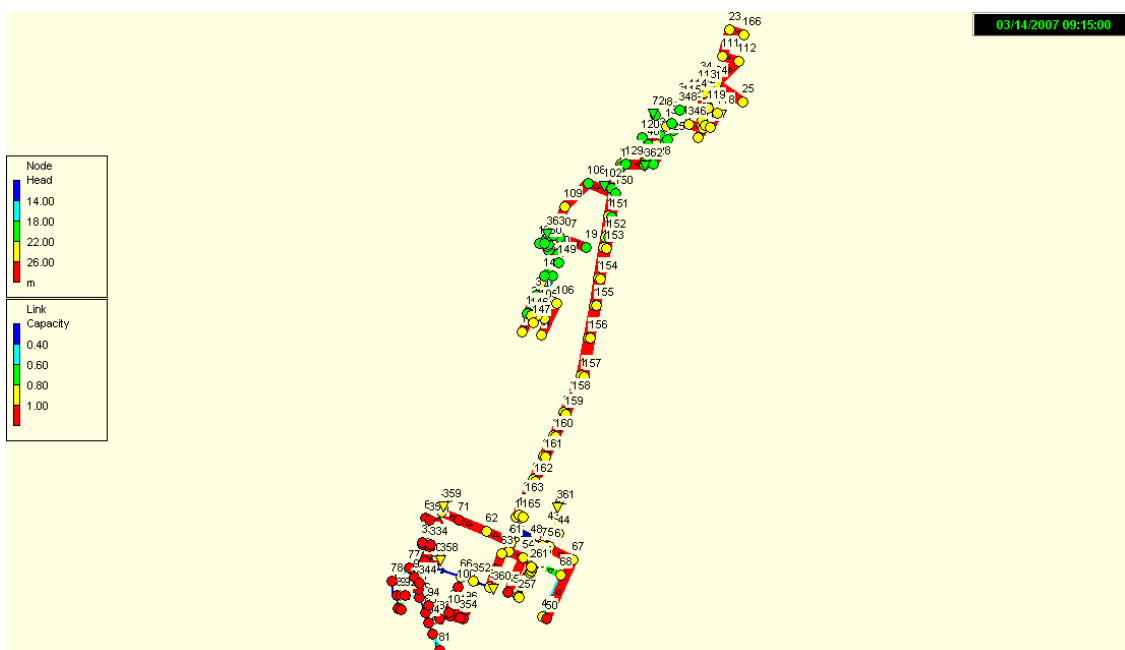


Fig. 6.37 - Classi di carico idraulico sui bacini urbani

I bacini in condizioni critiche sono localizzati nel settore a Nord di Via Longarola, nella zona compresa tra Via Forlai e lo Scolo Dosoletto, in tutto il centro abitato della zona Certosa a sud della Via Trasversale di Pianura, in tutto il centro abitato della frazione Tavernelle, e in tutta la zona abitata a nord di Tavernelle sopra la Ferrovia.

In questo caso si ritiene quindi che vi sia dal punto di vista idraulico una situazione assolutamente critica e insoddisfacente.

Sono state inoltre eseguite le verifiche e la classificazione per i macrobacini urbani così come precedentemente individuati:

| MACRO BACINO URBANO | MICRO BACINO URBANO | PORTATA MACROBACINO | PORTATA AMMISSIBILE | CLASSE | DEFLUSSO |
|---------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|--------|--------------|
| I | 362 | 1,400 m ³ /s | 1,250 m ³ /s | V | iper critico |
| II | 358 | 1,800 m ³ /s | 1,250 m ³ /s | V | iper critico |
| III | 363 | 3,000 m ³ /s | 1,250 m ³ /s | V | iper critico |
| IV | 72 | 0,700 m ³ /s | 0,735 m ³ /s | IV | critico |

La situazione idraulica generale rilevata non è accettabile, poiché il carico idraulico si trova in 3 casi su 4 in classe V (ovvero capacità di smaltimento appena ipercritica), in un caso in classe IV.

La maggioranza dei macrobacini risulta in crisi in modo diffuso nel territorio del Comune medesimo.

Si ritiene doveroso sottolineare che, laddove sono stati raggruppati più bacini per formare un macrobacino, le sezioni, che prima erano in grado di smaltire agevolmente le singole portate afferenti, in questo caso potrebbero evidenziare dei punti di ipercriticità.

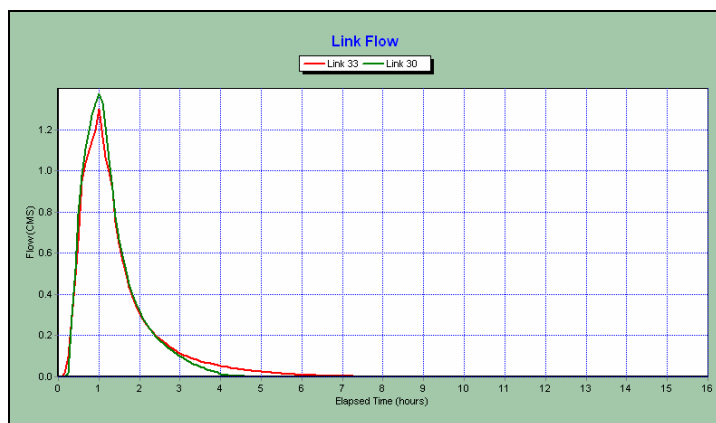
Per una visione della criticità dei bacini si veda la tavola allegata 1.3 riportata nell'Appendice 4.

2 - Officiosità idraulica delle reti analizzate

Il Comune di Sala Bolognese presenta uno sviluppo allungato del sistema fognario principale con un apparato di depurazione pressoché baricentrico e numerosi punti di immissione delle acque di dilavamento nel reticolo idrografico recettore.

Si evincono tre agglomerati principali:

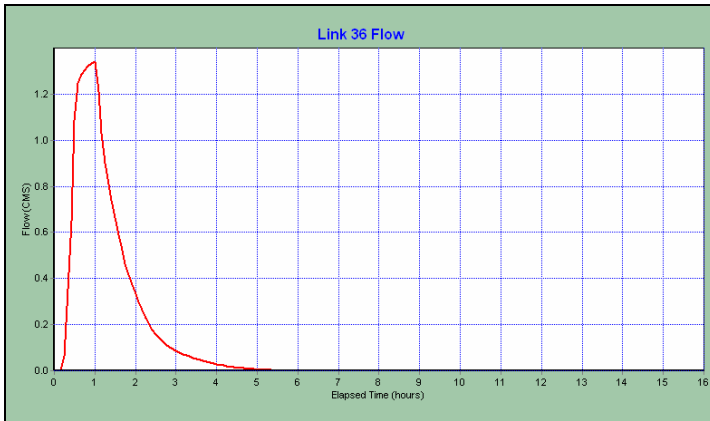
- L'agglomerato di Tavernelle, posto a sud del sistema complessivo, presenta due interconnessioni principali con il reticolo idrografico esistente nel quale in occasione di eventi di ricorrenza decennale il sistema di drenaggio riversa portate che complessivamente possono raggiungere i 2.5 mc/s così come illustrato nel seguente idrogramma



Idrogramma caratteristico delle portate scolmate dall'agglomerato di Tavernelle, Sala Bolognese

I tempi di corrivazione caratteristici sembrano attestarsi attorno all'ora dall'inizio dell'evento meteorico di riferimento.

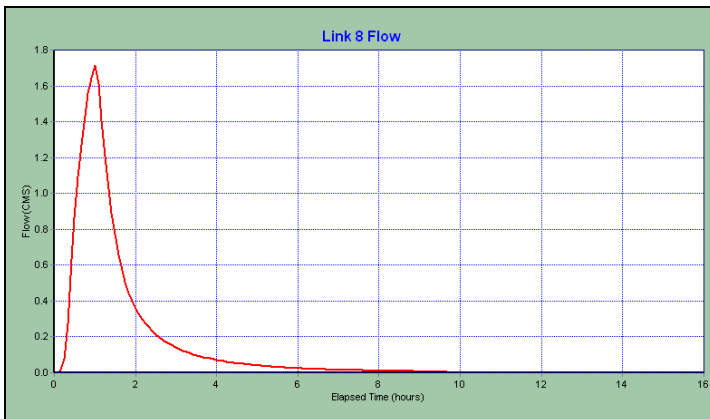
- L'agglomerato di Padulle, posto a nord del sistema complessivo, presenta una interconnessione principale con il reticolo idrografico esistente nel quale, in occasione di eventi di ricorrenza decennale, il sistema di drenaggio riversa portate che superano di poco 1.2 mc/s così come illustrato nel seguente ideogramma.



Idrogramma caratteristico delle portate scolmate dall'agglomerato di Padulle, Sala Bolognese

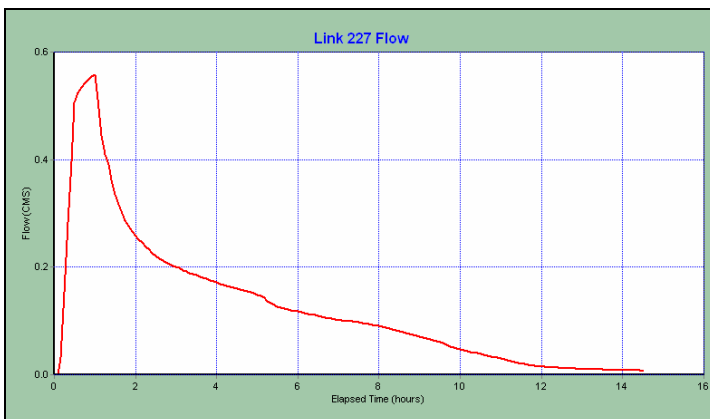
I tempi di corrivazione caratteristici sembrano attestarsi attorno ai 35-40 minuti dall'inizio dell'evento meteorico di riferimento.

- L'agglomerato posto a ovest del sistema complessivo, e costituito dagli abitati di "La Cascina", "Sala" e "la Certosa" presenta una interconnessione principale con il reticolo idrografico esistente nel quale, in occasione di eventi di ricorrenza decennale, il sistema di drenaggio riversa portate che superano di poco 1.2 mc/s così come illustrato nel seguente idrogramma.



Idrogramma caratteristico delle portate scolmate dall'agglomerato ovest di Sala Bolognese, costituito dagli abitati di "La Cascina", "Sala" e "la Certosa"

I tempi di corrivazione caratteristici sembrano attestarsi attorno ai 60 minuti dall'inizio dell'evento meteorico di riferimento. Le portate che complessivamente raggiungono le sezioni poste nei pressi del depuratore vengono illustrate nel seguente idrogramma:



Idrogramma caratteristico delle portate scolmate nelle sezioni prossime all'impianto di depurazione

Di queste subiranno congrua depurazione solo le portate compatibili col massimo carico idraulico dell'impianto di depurazione.

Nell' Appendice 3 alla presente relazione vengono riportati gli esiti delle simulazioni fin qui implementate, sulla base degli elementi conoscitivi effettivamente acquisibili dai diversi detentori delle informazioni relative alle pubbliche fognature.

Con specifico riferimento alla rete analizzata, sollecitata da una pioggia di 20 mm/h per una durata di circa 1 ora, si evidenziano alcune problematiche di rigurgito, specie in corrispondenza delle sezioni prossime ai recapiti per le quali si verificano funzionamenti in leggera pressione in corrispondenza del transito istantaneo del colmo di piena.

La mancanza di dati sistematici sui reali piani di scorrimento delle fognature destinate al collettamento delle acque meteoriche di dilavamento, rende problematica una valutazione precisa dell'effettiva probabilità di esondazione sul piano stradale.

Dall'analisi condotta si può sostenere con una certa approssimazione che, in assenza di consistenti operazioni di adeguamento degli specchi fognari, eventuali incrementi del carico idraulico dovrebbero essere evitati o, per quanto possibile, limitati agli attuali valori di "invarianza" caratteristici dei bacini agricoli attualmente posti al margine dell'agglomerato urbano effettivamente insediato.

In relazione al fenomeno dell'usura delle condotte, non si verificano condizioni tali da destare preoccupazione, essendo le velocità di deflusso abbondantemente al di sotto dei 3 m/s -minime pendenze di esercizio dei collettori-.

Crevalcore

1 - Criticità dei bacini

- Galeazza Pepoli

| SEZ. BACINO | Dim. rettangolare | | Circ | VALORI AMMISSIBILI | | | | |
|-------------|-------------------|-------|-------|--------------------|-------|---------|---------|----------|
| | b (m) | h (m) | r (m) | c | i | Q RETT. | Q CIRC. | Q VERIF. |
| 12 | - | - | 0.25 | 70 | 0,001 | - | 0.116 | 0.300 |
| 17a | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.250 |
| 17b | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.250 |

N.B.: sono evidenziati i bacini in condizioni critiche

Nella precedente tabella sono riportate anche le dimensioni geometriche delle sezioni ("b" e "h" per le rettangolari, "r" raggio delle circolari) alla chiusura dei bacini individuati. Il parametro "c" rappresenta il coefficiente di scabrezza mentre la colonna "i" contiene il valore della pendenza media del collettore.

I risultati ottenuti in termini di portate decennali di piena permettono di individuare, per ciascun bacino, le seguenti classi di carico idraulico così come definite più sopra:

| SEZ. BACINO | CLASSE | DEFLUSSO |
|-------------|--------|--------------|
| 12 | V | iper critico |
| 17a | I | ottimo |
| 17b | I | ottimo |

N.B.: sono evidenziati i bacini in condizioni critiche

La situazione idraulica rilevata è mediamente soddisfacente, poiché il carico idraulico si trova in 2 casi su 3 in classe I, in 1 caso in classe V.

In pratica solo il 33% ricade in condizioni di deflusso ipercritico.

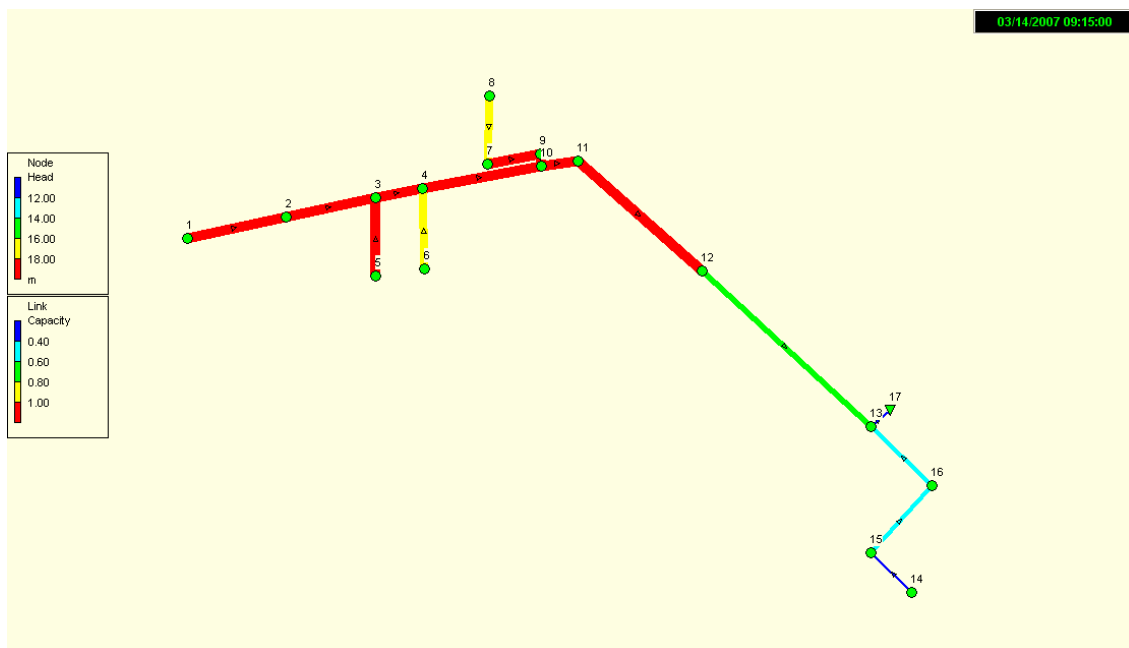


Fig. 6.38 - Classi di carico idraulico sui bacini urbani

I bacini in condizioni critiche sono localizzati nel settore a Nord.

Tutto sommato si ritiene comunque che vi sia dal punto di vista idraulico una situazione sostanzialmente equilibrata.

Sono state inoltre eseguite le verifiche e la classificazione per i macrobacini urbani così come precedentemente individuati:

| MACRO BACINO URBANO | MICRO BACINO URBANO | PORTATA MACROBACINO | PORTATA AMMISSIBILE | CLASSE | DEFUSSO |
|---------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|--------|-------------|
| I | 17 | 0,500 m ³ /s | 0,735 m ³ /s | III | accettabile |

La situazione idraulica generale rilevata è APPENA accettabile, poiché il carico idraulico si trova in classe III (ovvero capacità di smaltimento appena sufficiente).

Il macrobacino Galeazza Pepoli non si trova in crisi.

- Bevilacqua

| SEZ. BACINO | Dim. rettangolare | | Circ | VALORI AMMISSIBILI | | | | |
|-------------|-------------------|-------|-------|--------------------|-------|---------|---------|----------|
| | b (m) | h (m) | r (m) | c | i | Q RETT. | Q CIRC. | Q VERIF. |
| 8 | - | - | 0.25 | 70 | 0,001 | - | 0.116 | 0.200 |
| 39 | - | - | 0.4 | 70 | 0,001 | - | 0.406 | 0.050 |
| 25 | - | - | 0.4 | 70 | 0,001 | - | 0.406 | 0.020 |
| 36 | - | - | 0.4 | 70 | 0,001 | - | 0.406 | 0.200 |
| 33 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 1.200 |

N.B.: sono evidenziati i bacini in condizioni critiche

Nella precedente tabella sono riportate anche le dimensioni geometriche delle sezioni ("b" e "h" per le rettangolari, "r" raggio delle circolari) alla chiusura dei bacini individuati. Il parametro "c" rappresenta il coefficiente di scabrezza mentre la colonna "i" contiene il valore della pendenza media del collettore.

I risultati ottenuti in termini di portate decennali di piena permettono di individuare, per ciascun bacino, le seguenti classi di carico idraulico così come definite più sopra:

| SEZ. BACINO | CLASSE | DEFLUSSO |
|-------------|--------|--------------|
| 8 | V | iper critico |
| 39 | I | ottimo |
| 25 | I | ottimo |
| 36 | II | buono |
| 33 | V | iper critico |

N.B.: sono evidenziati i bacini in condizioni critiche

La situazione idraulica rilevata è soddisfacente, poiché il carico idraulico si trova in 2 casi su 5 in classe I, in 1 caso in classe II, in 2 casi in classe V.

In pratica il 40% ricade in condizioni di deflusso ipercritico, ma comunque il restante 60% è in ottime o buone condizioni.

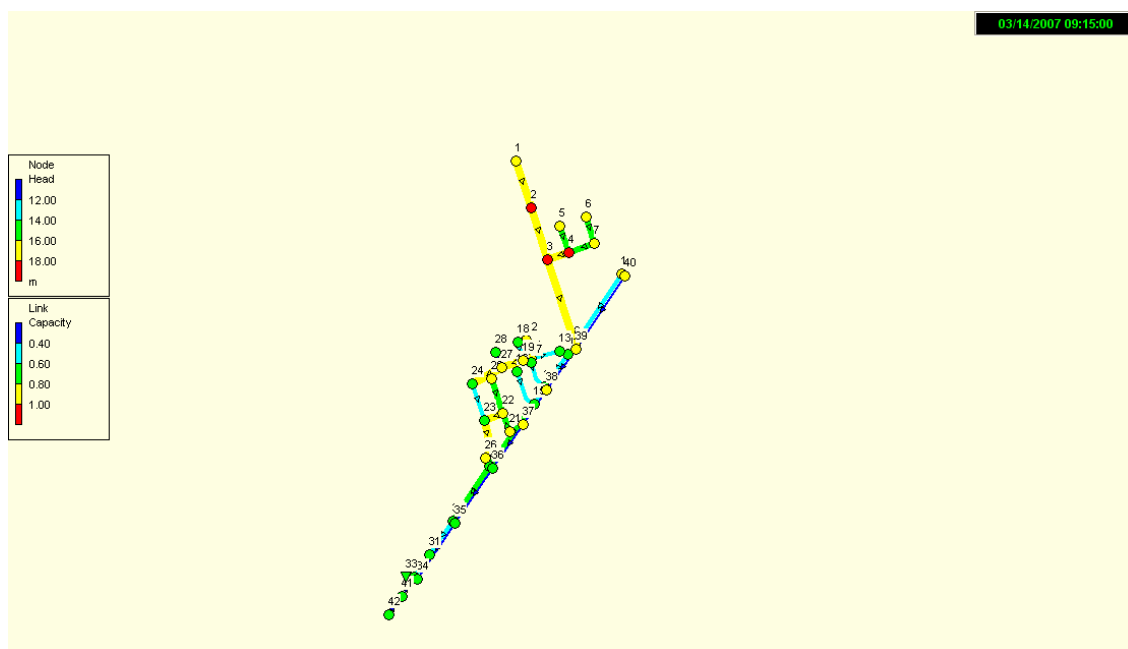


Fig. 6.39 - Classi di carico idraulico sui bacini urbani

I bacini in condizioni critiche sono localizzati nel settore a Nord della frazione Bevilacqua di Crevalcore.

Tutto sommato si ritiene comunque che vi sia dal punto di vista idraulico una situazione sostanzialmente equilibrata.

Sono state inoltre eseguite le verifiche e la classificazione per i macrobacini urbani così come precedentemente individuati:

| MACRO BACINO URBANO | MICRO BACINO URBANO | PORTATA MACROBACINO | PORTATA AMMISSIBILE | CLASSE | DEFLUSSO |
|---------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|--------|--------------|
| I | 33 | 1,200 m ³ /s | 0,735 m ³ /s | V | iper critico |

La situazione idraulica generale rilevata è diventata non accettabile, poiché il carico idraulico si trova in classe V.

Il macrobacino considerato, come unico elemento di scolo dei reflui, è entrato in una situazione di ipercriticità, mentre considerando i singoli bacini, come in precedenza, si evinceva una situazione migliore.

Si ritiene doveroso sottolineare che, laddove sono stati raggruppati più bacini per formare un macrobacino, le sezioni, che prima erano in grado di smaltire agevolmente le singole portate afferenti, entrano in crisi.

- Caselle

| SEZ. BACINO | Dim. rettangolare | | Circ | VALORI AMMISSIBILI | | | | |
|-------------|-------------------|-------|-------|--------------------|-------|---------|---------|----------|
| | b (m) | h (m) | r (m) | c | i | Q RETT. | Q CIRC. | Q VERIF. |
| 35 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.300 |
| 62 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.300 |
| 30 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.200 |
| 57 | - | - | 0.2 | 70 | 0,001 | - | 0.064 | 0.200 |

N.B.: sono evidenziati i bacini in condizioni critiche

Nella precedente tabella sono riportate anche le dimensioni geometriche delle sezioni ("b" e "h" per le rettangolari, "r" raggio delle circolari) alla chiusura dei bacini individuati. Il parametro "c" rappresenta il coefficiente di scabrezza mentre la colonna "i" contiene il valore della pendenza media del collettore.

I risultati ottenuti in termini di portate decennali di piena permettono di individuare, per ciascun bacino, le seguenti classi di carico idraulico così come definite più sopra:

| SEZ. BACINO | CLASSE | DEFLUSSO |
|-------------|--------|-------------|
| 35 | II | buono |
| 62 | II | buono |
| 30 | I | ottimo |
| 57 | V | ipercritico |

N.B.: sono evidenziati i bacini in condizioni critiche

La situazione idraulica rilevata è soddisfacente, poiché il carico idraulico si trova in 1 caso su 4 in classe I, in 2 casi in classe II, in 1 caso in classe V.

In pratica solo il 25% ricade in condizioni di deflusso ipercritico, mentre la restante parte è in buone o in ottime condizioni.

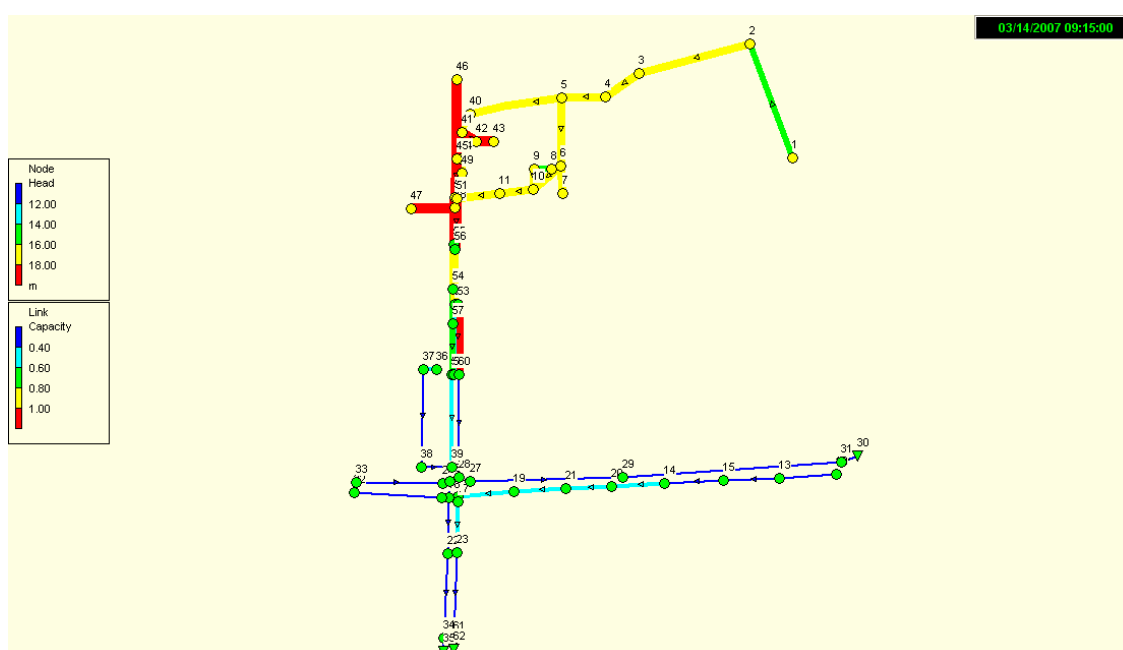


Fig. 6.40 - Classi di carico idraulico sui bacini urbani

I bacini in condizioni critiche sono localizzati nel settore a Nord Ovest della frazione Caselle di Crevalcore.

Tutto sommato si ritiene comunque che vi sia dal punto di vista idraulico una situazione sostanzialmente equilibrata non incrementabile.

Sono state inoltre eseguite le verifiche e la classificazione per i macrobacini urbani così come precedentemente individuati:

| MACRO BACINO URBANO | MICRO BACINO URBANO | PORTATA MACROBACINO | PORTATA AMMISSIBILE | CLASSE | DEFLUSSO |
|---------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|--------|----------|
| I | 30 | 0,200 m ³ /s | 0,735 m ³ /s | I | ottimo |
| II | 64 | 0,300 m ³ /s | 0,735 m ³ /s | II | buono |

La situazione idraulica generale rilevata è accettabile, poiché il carico idraulico si trova in un caso su 2 in classe I (ovvero capacità di smaltimento appena ottimo), in un caso in classe II con capacità di smaltimento buono.

Il macrobacino non entra in crisi.

- Bolognina

| SEZ. BACINO | Dim. rettangolare | | Circ | VALORI AMMISSIBILI | | | | |
|-------------|-------------------|-------|-------|--------------------|-------|---------|---------|----------|
| | b (m) | h (m) | r (m) | c | i | Q RETT. | Q CIRC. | Q VERIF. |
| 11 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.600 |
| 4 | - | - | 0.15 | 70 | 0,001 | - | 0.040 | 0.500 |

N.B.: sono evidenziati i bacini in condizioni critiche

Nella precedente tabella sono riportate anche le dimensioni geometriche delle sezioni ("b" e "h" per le rettangolari, "r" raggio delle circolari) alla chiusura dei bacini individuati. Il parametro "c" rappresenta il coefficiente di scabrezza mentre la colonna "i" contiene il valore della pendenza media del collettore.

I risultati ottenuti in termini di portate decennali di piena permettono di individuare, per ciascun bacino, le seguenti classi di carico idraulico così come definite più sopra:

| SEZ. BACINO | CLASSE | DEFLUSSO |
|-------------|--------|-------------|
| 11 | IV | critico |
| 4 | V | ipercritico |

N.B.: sono evidenziati i bacini in condizioni critiche

La situazione idraulica rilevata è totalmente insoddisfacente, poiché il carico idraulico si trova in 1 caso su 2 in classe IV, in 1 caso in classe V.

In pratica tutta la zona ricade in condizioni di deflusso ipercritico.

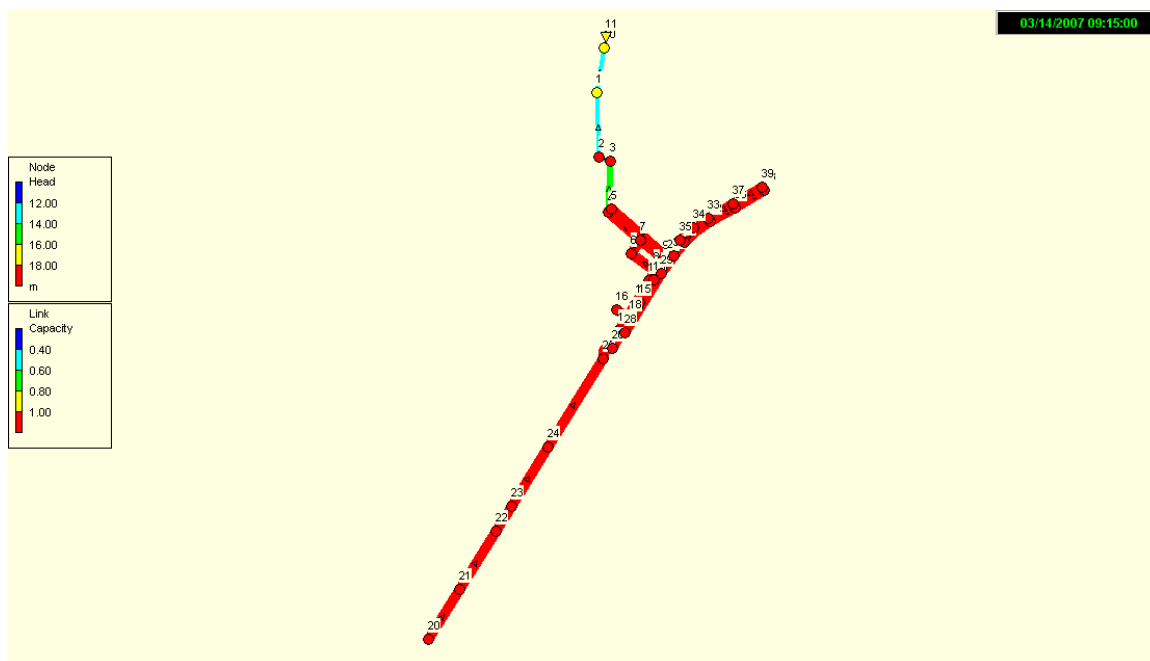


Fig. 6.41 - Classi di carico idraulico sui bacini urbani

I bacini in condizioni critiche sono localizzati in tutta la zona della frazione di Bolognina di Crevalcore.

Sono state inoltre eseguite le verifiche e la classificazione per i macrobacini urbani così come precedentemente individuati:

| MACRO BACINO URBANO | MICRO BACINO URBANO | PORTATA MACROBACINO | PORTATA AMMISSIBILE | CLASSE | DEFLUSSO |
|---------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|--------|--------------|
| I | 11 | 1,100 m ³ /s | 0,735 m ³ /s | V | iper critico |

La situazione idraulica generale rilevata è NON accettabile, poiché il carico idraulico si trova in caso di ipercritico.

Il macrobacino esaminato si trova completamente in caso ipercritico.

Si ritiene doveroso sottolineare che, laddove sono stati raggruppati più bacini per formare un macrobacino, le sezioni, che prima erano in grado di smaltire agevolmente le singole portate afferenti, entrano in crisi.

- Crevalcore

| SEZ. BACINO | Dim. rettangolare | | Circ | VALORI AMMISSIBILI | | | | Q VERIF. |
|-------------|-------------------|-------|-------|--------------------|-------|---------|---------|----------|
| | b (m) | h (m) | r (m) | c | i | Q RETT. | Q CIRC. | |
| 34 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 1.100 |
| 31 | - | - | 0.3 | 70 | 0,001 | - | 0.188 | 0.200 |
| 506 | - | - | 0.6 | 70 | 0,001 | - | 1.196 | 0.300 |
| 429 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.250 |
| 403 | - | - | 0.2 | 70 | 0,001 | - | 0.064 | 0.300 |
| 328 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.0079 | 0.200 |
| 301b | - | - | 0.4 | 70 | 0,001 | - | 0.406 | 0.500 |
| 301a | - | - | 0.1 | 70 | 0,001 | - | 0.010 | 0.030 |
| 295 | - | - | 0.3 | 70 | 0,001 | - | 0.188 | 0.300 |
| 376 | - | - | 0.6 | 70 | 0,001 | - | 1.196 | 0.060 |
| 167 | - | - | 0.25 | 70 | 0,001 | - | 0.116 | 0.700 |
| 508 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.600 |
| 374 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.300 |

| | | | | | | | | |
|------------|---|---|--------|----|-------|---|-------|-------|
| 364 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.100 |
| 338 | - | - | 0.3 | 70 | 0,001 | - | 0.188 | 0.100 |
| 154 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.300 |
| 99 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.200 |
| 447 | - | - | 0.6 | 70 | 0,001 | - | 1.196 | 0.020 |
| 446 | - | - | 0.1575 | 70 | 0,001 | - | 0.315 | 0.040 |

N.B.: sono evidenziati i bacini in condizioni critiche

Nella precedente tabella sono riportate anche le dimensioni geometriche delle sezioni ("b" e "h" per le rettangolari, "r" raggio delle circolari) alla chiusura dei bacini individuati. Il parametro "c" rappresenta il coefficiente di scabrezza mentre la colonna "i" contiene il valore della pendenza media del collettore.

I risultati ottenuti in termini di portate decennali di piena permettono di individuare, per ciascun bacino, le seguenti classi di carico idraulico così come definite più sopra:

| SEZ. BACINO | CLASSE | DEFLUSSO |
|-------------|--------|--------------|
| 34 | V | iper critico |
| 31 | V | iper critico |
| 506 | I | ottimo |
| 429 | I | ottimo |
| 403 | V | iper critico |
| 328 | V | iper critico |
| 301b | V | iper critico |
| 301a | V | iper critico |
| 295 | V | iper critico |
| 376 | I | ottimo |
| 167 | V | iper critico |
| 508 | IV | critico |
| 374 | II | buono |
| 364 | I | ottimo |
| 338 | II | buono |
| 154 | II | buono |
| 99 | II | buono |
| 447 | II | buono |
| 446 | II | buono |

N.B.: sono evidenziati i bacini in condizioni critiche

La situazione idraulica rilevata è poco soddisfacente, poiché il carico idraulico si trova in 4 casi su 19 in classe I, in 6 casi in classe II, in 1 caso in classe IV e in soli 8 casi in classe V.

In pratica il 42% ricade in condizioni di deflusso iper critico.

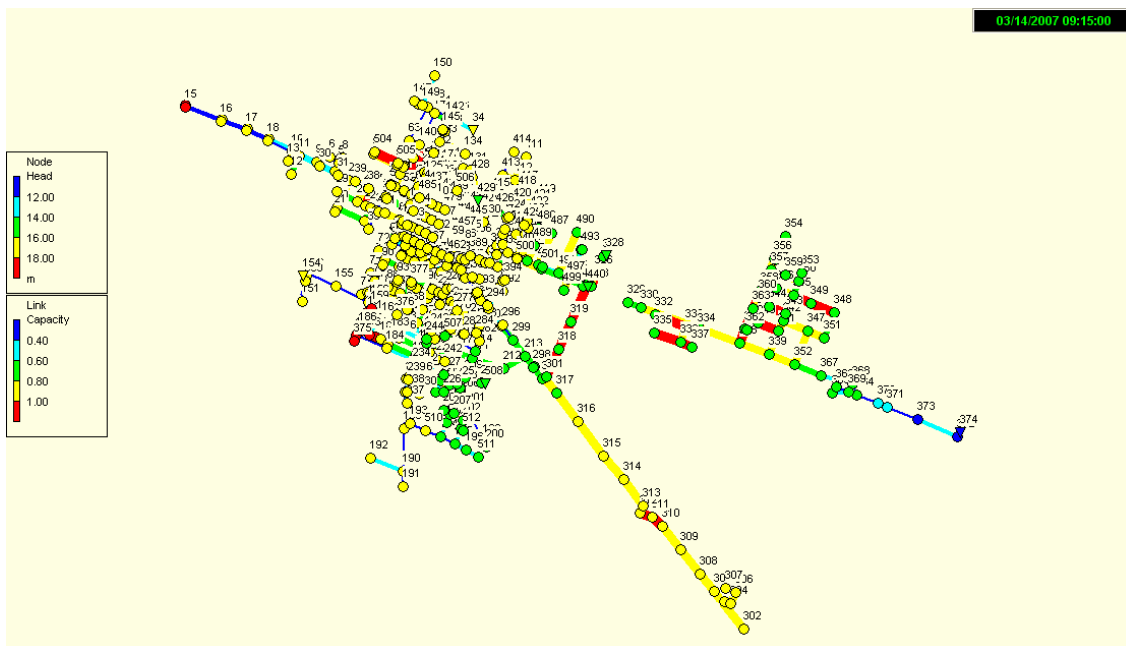


Fig. 6.42 - Classi di carico idraulico sui bacini urbani

I bacini in condizioni critiche sono localizzati in modo sparso nel territorio del Comune di Crevalcore.

Tutto sommato si ritiene comunque che vi sia dal punto di vista idraulico una situazione sostanzialmente non equilibrata, in quanto si evidenziano delle criticità concentrate puntualmente nel reticolo fognario urbano.

Sono state inoltre eseguite le verifiche e la classificazione per i macrobacini urbani così come precedentemente individuati:

| MACRO BACINO URBANO | MICRO BACINO URBANO | PORTATA MACROBACINO | PORTATA AMMISSIBILE | CLASSE | DEFLUSSO |
|---------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|--------|--------------|
| I | 34 | 1,100 m ³ /s | 1,804 m ³ /s | III | accettabile |
| II | 154 | 0,300 m ³ /s | 0,064 m ³ /s | V | iper critico |
| III | 328 | 0,200 m ³ /s | 0,064 m ³ /s | V | iper critico |
| IV | 374 | 0,300 m ³ /s | 0,735 m ³ /s | II | buono |

La situazione idraulica generale rilevata è APPENA accettabile, poiché il carico idraulico si trova in un caso su 4 in classe III (ovvero capacità di smaltimento appena sufficiente), in due casi in classe V e, infine in un SOLO caso in classe II.

Il macrobacino in crisi si trova nel settore a Nord Ovest del Comune di Crevalcore e anche nel settore Est del Comune medesimo.

Per una visione della criticità dei bacini si vedano le tavole 1.4.a, 1.4.b, 1.4.c, 1.4.d, 1.4.e riportate in Appendice 4.

2 - Officiosità idraulica delle reti analizzate

La rete del Capoluogo presenta numerosi recapiti in acque superficiali la cui gestione dipende in gran parte da movimentazioni di paratoie in capo al consorzio di Bonifica Palata-Reno;

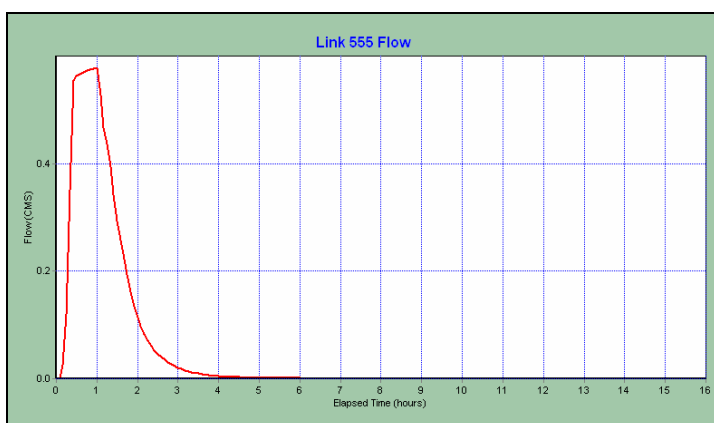
Tra i principali recapiti si annoverano:

- Il canal Torbido
- Il collettore Limite -che conferisce nel Torbido-
- Il Cavo Colatore
- Il Fosso Bisentolo

- Il collettore delle acque basse
- Il fosso di Gà

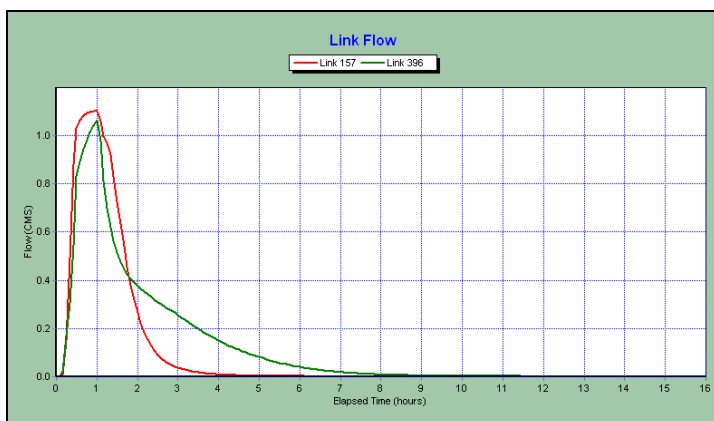
Il depuratore principale insiste su di un collettore con manufatti in grado di suddividere i deflussi indirizzando in tal modo le acque maggiormente contaminate a congruo trattamento, e con la possibilità di scolare l'eccesso nel fosso Bisentolo.

Dall'idrogramma sotto riportato si evince come il tempo di corrivazione dei reflui afferenti alle sezioni prossime al depuratore cittadino si attesti intorno ai 30 minuti. In occasione di una precipitazione che solleci il sistema con una intensità di circa 20 mm/h, dei 500 l/s afferenti alla sezione di scolmo solo la portata di magra - pari alla massima capacità idraulica del depuratore - potrà effettivamente conseguire il processo depurativo. La restante parte proseguirà verso il ricettore.



Idrogramma delle portate afferenti al Bisentolo

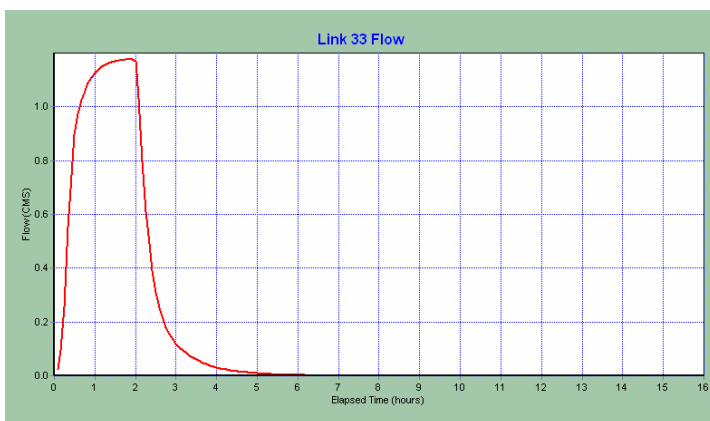
Nell'idrogramma successivo vengono riportate le portate calcolate dal modello rispettivamente recapitate al canal Torbido -curva red- e al collettore delle acque basse - curva green-:



Idrogramma delle portate afferenti al Torbido -red- e al collettore acque basse-green-

La rete di drenaggio dell'Agglomerato di Bevilacqua presenta uno sviluppo caratteristico Nord-sud con recapito in prossimità delle sezioni poste al margine sud ovest dell'Agglomerato dove, tra l'altro risulta in esercizio l'impianto di depurazione.

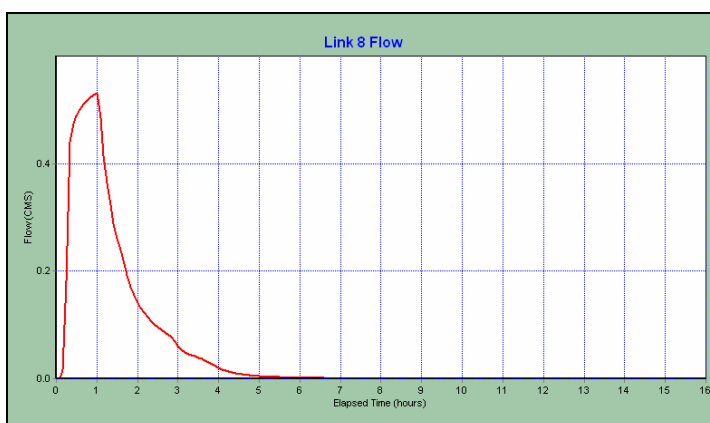
Come si evince dal seguente idrogramma, il bacino drenato dal sistema di drenaggio dell'agglomerato di Bevilacqua sembra caratterizzato da tempi di corrivazione prossimi all'ora con portate caratteristiche verso il ricettore che può raggiungere complessivamente quasi 1.2 mc/s.



Idrogramma caratteristico Bevilacqua

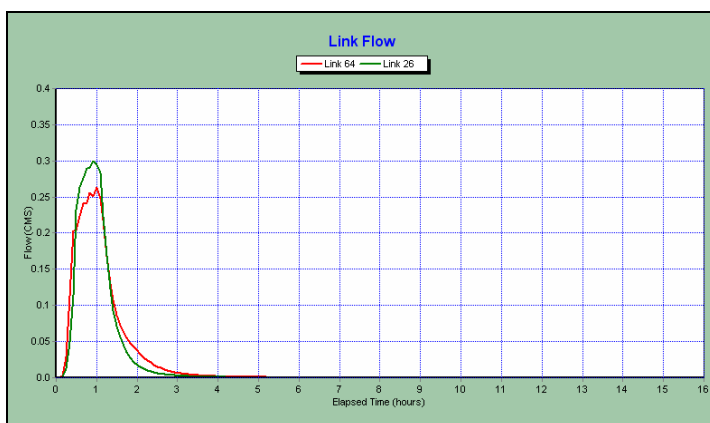
Il piccolo agglomerato della località Bolognina presenta uno sviluppo allungato del sistema fognario sud-nord con recapito nella zona a Nord ovest dell'Agglomerato.

Il tempo di corrivazione dell'Agglomerato Bolognina risulta essere dell'ordine dei 15-20 minuti con portate massime relative ad una pioggia di 20 mm/h pari a poco più di 400 l/s, così come illustrato dall'idrogramma sotto riportato calcolato dal modello relativamente ad una sezione prossima alla sezione di immissione del recapito finale.



Idrogramma caratteristico Bolognina

Il sistema di drenaggio dell'agglomerato di Caselle risulta fondamentalmente costituito da tombinature di antichi fossi posti a guardia delle carreggiate stradali; nei seguenti idrogrammi vengono illustrate le onde caratteristiche in uscita dai collettori in prossimità delle sezioni di immissione nel reticolo idrografico ricevente:

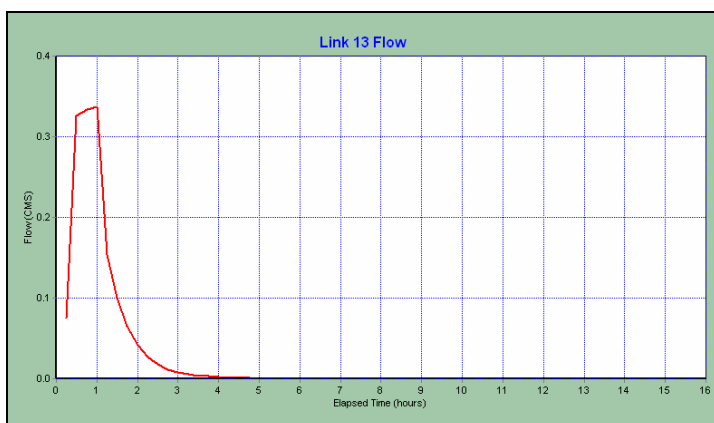


Idrogrammi onde di piena caratteristiche agglomerato Caselle

In uscita dall'agglomerato risulta lecito attendersi portate dell'ordine dei 450-500 l/s in concomitanza di piogge di intensità 20 mm/h; il tempo di corrivazione dell'agglomerato è di circa 20-25 minuti.

La rete dell'agglomerato di Caselle non presenta particolari problematiche di sovraccarico idraulico.

Galeazza Pepoli presenta un unico recapito nel fosso di acque basse in gestione al consorzio di Bonifica Palata-Reno, al quale recapita circa 300 l/s in corrispondenza di una pioggia di intensità 20 mm/h; il tempo di corrivazione del bacino non supera i 15 minuti, così come illustrato dal seguente idrogramma.



Idrogramma caratteristico Galeazza Pepoli

Nell' Appendice 3 alla presente relazione vengono riportati gli esiti delle simulazioni fin qui implementate, sulla base degli elementi conoscitivi effettivamente acquisibili.

Relativamente alle reti degli agglomerati urbani Galeazza Pepoli e Bolognina si evince come i sistemi di drenaggio sottoposti ad una precipitazione di intensità 20 mm/h - che nell'ora consegue un cumulo di circa 20 mm di pioggia (corrispondente ad un tempo di ritorno di circa 10 anni) -, mantengono una sostanziale officiosità complessiva nei confronti delle portate di piena.

Si evincono tuttavia alcuni sovraccarichi, soprattutto in corrispondenza delle sezioni terminali già allo stato attuale di esercizio; detti sovraccarichi potrebbero esser tali da provocare alcune esondazioni seppur localizzate e lontane dalle sezioni apicali prossime alle caditoie di raccolta delle acque; in tal senso eventuali nuove urbanizzazioni recapitanti al sistema di drenaggio esistente dovrebbero essere concepite in "invarianza idraulica" complessiva, ovvero mantenendo inalterato l'apporto idrico al ricettore.

Con riferimento alla rete dell'agglomerato "Bolognina", in attesa di un approfondimento successivo dell'effettiva conformazione delle reti di drenaggio attualmente in esercizio valgono grossomodo le considerazioni che verranno di seguito effettuate per la rete del Capoluogo.

Con riferimento alla rete del Capoluogo, sottoposta alla stessa pioggia di 20 mm/h per una durata di circa 1 ora, si evincono alcune problematiche fenomenologie di rigurgito, soprattutto in corrispondenza delle sezioni prossime ai recapiti per le quali si verificano funzionamenti in pressione in corrispondenza del transito istantaneo del colmo di piena. Per una valutazione dell'effettiva esondazione sul piano stradale si dovrebbe disporre del reale piano di posa delle condotte di drenaggio.

L'eventuale sovraccarico della rete di drenaggio generato da nuove urbanizzazioni dovrebbe essere preceduto necessariamente da un vistoso adeguamento del sistema di drenaggio delle acque reflue urbane di origine meteorica, ovvero delle acque meteoriche che dilavano le superfici cittadine. In alternativa nuovi insediamenti potrebbero essere concepiti in

completa "Invarianza Idraulica", ovvero lasciando inalterato lo "status quo" della corrivazione complessivamente recapitata ai ricettori.

In relazione al fenomeno dell'usura delle condotte, non si verificano condizioni tali da destare preoccupazione essendo, in tutti i casi analizzati, le velocità di deflusso abbondantemente al di sotto dei 3 m/s -minimi dislivelli altimetrici-.

Calderara di Reno

1 - Criticità dei bacini

| SEZ. BACINO | Dim. rettangolare | | Circ | VALORI AMMISSIBILI | | | | |
|-------------|-------------------|-------|--------|--------------------|-------|---------|---------|----------|
| | b (m) | h (m) | r (m) | c | i | Q RETT. | Q CIRC. | Q VERIF. |
| 328 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.300 |
| 31 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.400 |
| 95 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.100 |
| 271 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.500 |
| 269 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.900 |
| 267 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.900 |
| 266 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 1.000 |
| 265 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.500 |
| 262 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.800 |
| 276 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 1.200 |
| 278 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.900 |
| 26 | - | - | 0.1575 | 70 | 0,001 | - | 0.034 | 0.200 |
| 20 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 1.300 |
| 249 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.100 |
| 223 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 2.200 |
| 440 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 1.000 |
| 250 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 2.100 |
| 278 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.900 |
| 61 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 1.400 |

N.B.: sono evidenziati i bacini in condizioni critiche

Nella precedente tabella sono riportate anche le dimensioni geometriche delle sezioni ("b" e "h" per le rettangolari, "r" raggio delle circolari) alla chiusura dei bacini individuati. Il parametro "c" rappresenta il coefficiente di scabrezza mentre la colonna "i" contiene il valore della pendenza media del collettore.

I risultati ottenuti in termini di portate decennali di piena permettono di individuare, per ciascun bacino, le seguenti classi di carico idraulico così come definite più sopra:

| SEZ. BACINO | CLASSE | DEFLUSSO |
|-------------|--------|--------------|
| 34 | II | buono |
| 328 | II | buono |
| 31 | I | ottimo |
| 95 | III | accettabile |
| 271 | III | accettabile |
| 269 | V | iper critico |
| 267 | V | iper critico |
| 266 | V | iper critico |
| 265 | IV | critico |
| 262 | V | iper critico |
| 276 | V | iper critico |

| | | |
|-----|---|--------------|
| 278 | V | iper critico |
| 26 | V | iper critico |
| 20 | V | iper critico |
| 249 | I | ottimo |
| 223 | V | iper critico |
| 440 | V | iper critico |
| 250 | V | iper critico |
| 278 | V | iper critico |
| 61 | V | iper critico |

N.B.: sono evidenziati i bacini in condizioni critiche

La situazione idraulica rilevata è mediamente soddisfacente, poiché il carico idraulico si trova in 2 casi su 20 in classe I, in 2 casi in classe II, in 2 casi in classe III, in 1 caso in classe IV e in soli 13 casi in classe V.

In pratica il 65% ricade in condizioni di deflusso ipercritico.

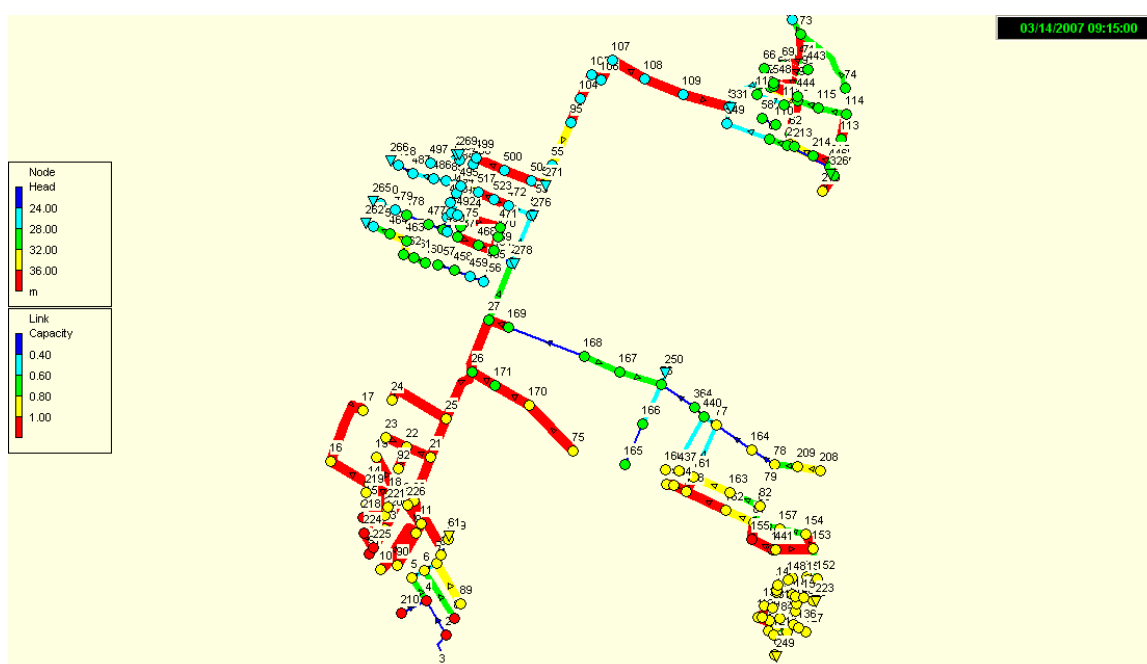


Fig. 6.43 - Classi di carico idraulico sui bacini urbani

I bacini in condizioni critiche sono localizzati in tutte e tre le piccole frazioni di Calderara e anche in Calderara di Reno si evidenziano localmente dei punti di criticità.

In genere si ritiene comunque che vi sia dal punto di vista idraulico una situazione sostanzialmente non equilibrata in ogni zona di questa porzione di territorio.

Sono state inoltre eseguite le verifiche e la classificazione per i macrobacini urbani così come precedentemente individuati:

| MACRO BACINO URBANO | MICRO BACINO URBANO | PORTATA MACROBACINO | PORTATA AMMISSIBILE | CLASSE | DEFLUSSO |
|---------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|--------|--------------|
| I | 266 | 1,000 m ³ /s | 0,735 m ³ /s | V | iper critico |
| II | 249 | 0,400 m ³ /s | 0,735 m ³ /s | II | buono |
| III | 61 | 1,400 m ³ /s | 0,735 m ³ /s | V | iper critico |
| IV | 328 | 0,500 m ³ /s | 0,735 m ³ /s | III | accettabile |

La situazione idraulica generale rilevata è APPENA accettabile, poiché il carico idraulico si trova in un caso su 4 in classe II (ovvero capacità di smaltimento appena buono), in un caso in classe III e, infine in due casi in classe V.

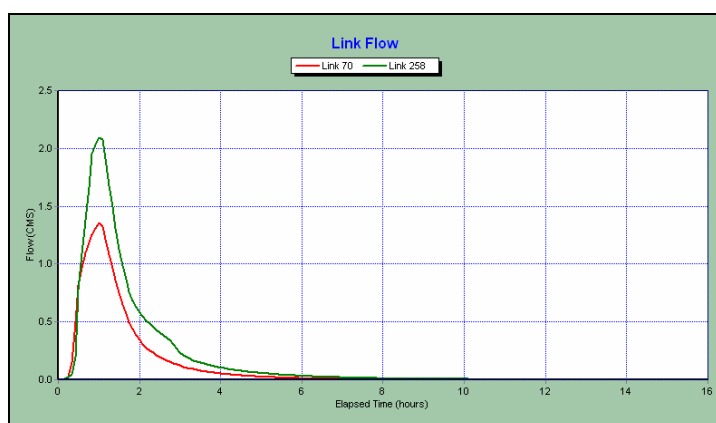
I macrobacini in crisi si trovano nei settori a Nord e a Sud Ovest di Calderara .

Si ritiene doveroso sottolineare che, laddove sono stati raggruppati più bacini per formare un macrobacino, le sezioni, che prima erano in grado di smaltire agevolmente le singole portate afferenti, entrano in crisi.

Per una visione della criticità dei bacini si veda la tavola allegata 1.5

2 - Officiosità idraulica delle reti analizzate

Nell'Agglomerato urbano del Comune di Calderara di Reno sussistono differenti recapiti in acque superficiali delle pubbliche fognature adibite al trasporto delle acque di dilavamento. Tra i principali recapiti si annoverano il canale Guardello e il Dosolo in cui scolmano le acque bianche in carico nella pubblica fognatura secondo quanto illustrato dal seguente idrogramma:



Idrogramma caratteristico delle portate scolmate nel Dosolo -red- e nel Guardello -green-

I tempi di corrivazione caratteristici sembrano attestarsi attorno all'ora dall'inizio dell'evento meteorico di riferimento.

Nell' allegato 2 alla presente relazione vengono riportati gli esiti delle simulazioni fin qui implementate, sulla base degli elementi conoscitivi effettivamente acquisibili dai diversi detentori delle informazioni relative alle pubbliche fognature.

Con specifico riferimento alla rete analizzata, sollecitata da una pioggia di 20 mm/h per una durata di circa 1 ora, si evidenziano alcune problematiche di rigurgito, specie in corrispondenza delle sezioni prossime ai recapiti per le quali si verificano funzionamenti in leggera pressione in corrispondenza del transito istantaneo del colmo di piena.

La mancanza di dati sistematici sui reali piani di scorrimento delle fognature destinate al collettamento delle acque meteoriche di dilavamento, rende problematica una valutazione precisa dell'effettiva esondazione sul piano stradale.

Dall'analisi condotta si può sostenere con una certa approssimazione che, in assenza di consistenti operazioni di adeguamento degli spechi fognari, eventuali incrementi del carico idraulico dovrebbero essere evitati o, per quanto possibile, limitati agli attuali valori di "invarianza" caratteristici dei bacini agricoli attualmente posti al margine dell'agglomerato urbano effettivamente insediato.

In relazione al fenomeno dell'usura delle condotte, non si verificano condizioni tali da destare preoccupazione, essendo le velocità di deflusso abbondantemente al di sotto dei 3 m/s -minime pendenze di esercizio dei collettori-.

San Giovanni in Persiceto

1 - Criticità dei bacini

| SEZ. BACINO | Dim. rettangolare | | Circ | VALORI AMMISSIBILI | | | | Q VERIF. |
|-------------|-------------------|-------|-------|--------------------|-------|---------|---------|----------|
| | b (m) | h (m) | r (m) | c | i | Q RETT. | Q CIRC. | |
| 345 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.010 |
| 218 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 1.100 |
| 346a | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.100 |
| 346b | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.200 |
| 26 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 1.100 |
| 61a | - | - | 0.3 | 70 | 0,001 | - | 0.188 | 0.600 |
| 61b | - | - | 0.4 | 70 | 0,001 | - | 0.406 | 0.700 |
| 287 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.100 |
| 77 | - | - | 0.2 | 70 | 0,001 | - | 0.064 | 0.100 |
| 19 | - | - | 0.4 | 70 | 0,001 | - | 0.406 | 0.900 |
| 33 | - | - | 0.3 | 70 | 0,001 | - | 0.188 | 0.700 |

N.B.: sono evidenziati i bacini in condizioni critiche

Nella precedente tabella sono riportate anche le dimensioni geometriche delle sezioni ("b" e "h" per le rettangolari, "r" raggio delle circolari) alla chiusura dei bacini individuati. Il parametro "c" rappresenta il coefficiente di scabrezza mentre la colonna "i" contiene il valore della pendenza media del collettore.

I risultati ottenuti in termini di portate decennali di piena permettono di individuare, per ciascun bacino, le seguenti classi di carico idraulico così come definite più sopra:

| SEZ. BACINO | CLASSE | DEFLUSSO |
|-------------|--------|--------------|
| 345 | I | ottimo |
| 218 | V | iper critico |
| 346a | I | ottimo |
| 346b | I | ottimo |
| 26 | V | iper critico |
| 61a | V | iper critico |
| 61b | V | iper critico |
| 287 | I | ottimo |
| 77 | V | iper critico |
| 19 | V | iper critico |
| 33 | V | iper critico |

N.B.: sono evidenziati i bacini in condizioni critiche

La situazione idraulica rilevata è insoddisfacente, poiché il carico idraulico si trova in 4 casi su 11 in classe I, in 7 casi in classe V.

In pratica il 63% ricade in condizioni di deflusso ipercritico.

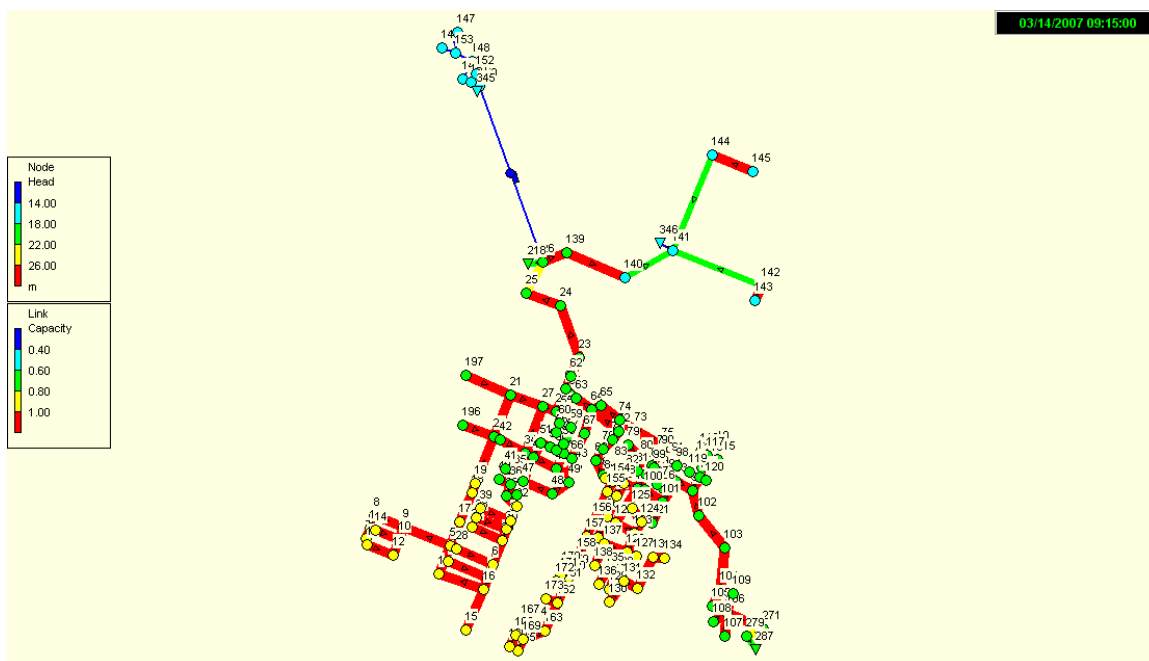


Fig. 6.44 - Classi di carico idraulico sui bacini urbani

I bacini in condizioni critiche sono generalmente sparsi sul 70% delle condotte e quindi in tutte le aree servite dalla rete fognaria.

Dal punto di vista idraulico si riscontra una situazione non equilibrata.

Sono state inoltre eseguite le verifiche e la classificazione per i macrobacini urbani così come precedentemente individuati:

| MACRO BACINO URBANO | MICRO BACINO URBANO | PORTATA MACROBACINO | PORTATA AMMISSIBILE | CLASSE | DEFLUSSO |
|---------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|--------|-------------|
| I | 218 | 1,100 m ³ /s | 0,735 m ³ /s | V | ipercritico |
| II | 287 | 0,400 m ³ /s | 0,735 m ³ /s | II | buono |
| III | 346 | 0,300 m ³ /s | 0,735 m ³ /s | II | buono |
| IV | 346 | 0,500 m ³ /s | 0,735 m ³ /s | III | accettabile |

La situazione idraulica generale rilevata è ACCETTABILE, poiché il carico idraulico si trova in due casi su 4 in classe II (ovvero capacità di smaltimento appena buono), in un caso in classe III e, infine in un SOLO caso in classe V.

Il macrobacino in crisi si trova nel settore a Sud Ovest del Comune di San Giovanni in Persiceto.

Si ritiene doveroso sottolineare che, laddove sono stati raggruppati più bacini per formare un macrobacino, le sezioni, che prima erano in grado di smaltire agevolmente le singole portate afferenti, entrano in crisi.

- Budrie

| SEZ. BACINO | Dim. rettangolare | | Circ | VALORI AMMISSIBILI | | | | Q VERIF. |
|-------------|-------------------|-------|-------|--------------------|-------|---------|---------|----------|
| | b (m) | h (m) | r (m) | c | i | Q RETT. | Q CIRC. | |
| 8 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 0.700 |
| 4 | - | - | 0.25 | 70 | 0,001 | - | 0.166 | 0.400 |

N.B.: sono evidenziati i bacini in condizioni critiche

Nella precedente tabella sono riportate anche le dimensioni geometriche delle sezioni ("b" e "h" per le rettangolari, "r" raggio delle circolari) alla chiusura dei bacini individuati. Il

parametro "c" rappresenta il coefficiente di scabrezza mentre la colonna "i" contiene il valore della pendenza media del collettore.

I risultati ottenuti in termini di portate decennali di piena permettono di individuare, per ciascun bacino, le seguenti classi di carico idraulico così come definite più sopra:

| SEZ. BACINO | CLASSE | DEFLUSSO |
|-------------|--------|--------------|
| 8 | IV | critico |
| 4 | V | iper critico |

N.B.: sono evidenziati i bacini in condizioni critiche

La situazione idraulica rilevata è totalmente insoddisfacente, poiché il carico idraulico si trova in 1 caso su 2 in classe IV, in 1 caso in classe V.

In pratica solo il 50% ricade in condizioni di deflusso ipercritico.

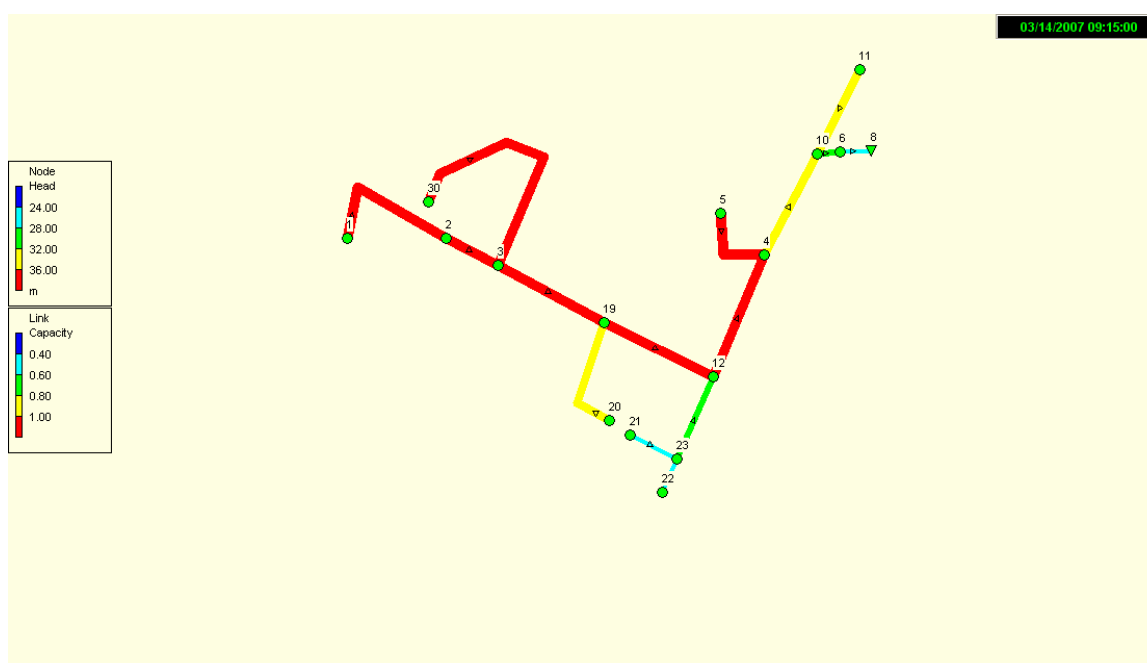


Fig. 6.45 - Classi di carico idraulico sui bacini urbani

I bacini in condizioni critiche sono localizzati nel settore a Nord Ovest della frazione Budrie di San Giovanni in Persiceto.

Si ritiene che vi sia dal punto di vista idraulico una situazione sostanzialmente non equilibrata.

Sono state inoltre eseguite le verifiche e la classificazione per i macrobacini urbani così come precedentemente individuati:

| MACRO BACINO URBANO | MICRO BACINO URBANO | PORTATA MACROBACINO | PORTATA AMMISSIBILE | CLASSE | DEFLUSSO |
|---------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|--------|--------------|
| I | 8 | 1,100 m ³ /s | 0,116 m ³ /s | V | iper critico |

La situazione idraulica generale rilevata è NON accettabile, poiché il carico idraulico si trova in classe V.

Tutto il macrobacino si trova in situazione di crisi.

Si ritiene doveroso sottolineare che, laddove sono stati raggruppati più bacini per formare un macrobacino, le sezioni, che prima erano in grado di smaltire agevolmente le singole portate afferenti, entrano in crisi.

San Matteo della Decima

| SEZ. BACINO | Dim. rettangolare | | Circ | VALORI AMMISSIBILI | | | | Q VERIF. |
|-------------|-------------------|-------|-------|--------------------|-------|---------|---------|----------|
| | b (m) | h (m) | r (m) | c | i | Q RETT. | Q CIRC. | |
| 150 | - | - | 0.5 | 70 | 0,001 | - | 0.735 | 1.300 |
| 36b | - | - | 0.3 | 70 | 0,001 | - | 0.188 | 0.500 |
| 36a | - | - | 0.3 | 70 | 0,001 | - | 0.188 | 0.100 |
| 4 | - | - | 0.4 | 70 | 0,001 | - | 0.064 | 0.100 |
| 15 | - | - | 0.1 | 70 | 0,001 | - | 0.010 | 0.010 |
| 73 | - | - | 0.25 | 70 | 0,001 | - | 0.116 | 0.200 |
| 8b | - | - | 0.4 | 70 | 0,001 | - | 0.406 | 0.800 |
| 125 | - | - | 0.6 | 70 | 0,001 | - | 1.196 | 1.500 |
| 8a | - | - | 0.3 | 70 | 0,001 | - | 0.188 | 0.600 |
| 33a | - | - | 0.25 | 70 | 0,001 | - | 0.116 | 0.100 |
| 33b | - | - | 0.3 | 70 | 0,001 | - | 0.188 | 0.400 |

N.B.: sono evidenziati i bacini in condizioni critiche

Nella precedente tabella sono riportate anche le dimensioni geometriche delle sezioni ("b" e "h" per le rettangolari, "r" raggio delle circolari) alla chiusura dei bacini individuati. Il parametro "c" rappresenta il coefficiente di scabrezza mentre la colonna "i" contiene il valore della pendenza media del collettore.

I risultati ottenuti in termini di portate decennali di piena permettono di individuare, per ciascun bacino, le seguenti classi di carico idraulico così come definite più sopra:

| SEZ. BACINO | CLASSE | DEFLUSSO |
|-------------|--------|--------------|
| 150 | V | iper critico |
| 36b | V | iper critico |
| 36a | II | buono |
| 4 | V | iper critico |
| 15 | IV | critico |
| 73 | V | iper critico |
| 8b | V | iper critico |
| 125 | V | iper critico |
| 8a | IV | critico |
| 33a | IV | critico |
| 33b | V | iper critico |

N.B.: sono evidenziati i bacini in condizioni critiche

La situazione idraulica rilevata è totalmente insoddisfacente, poiché il carico idraulico si trova in 1 caso su 11 in classe II, in 3 casi in classe IV, in 7 casi in classe V. In pratica il 63% ricade in condizioni di deflusso ipercritico.

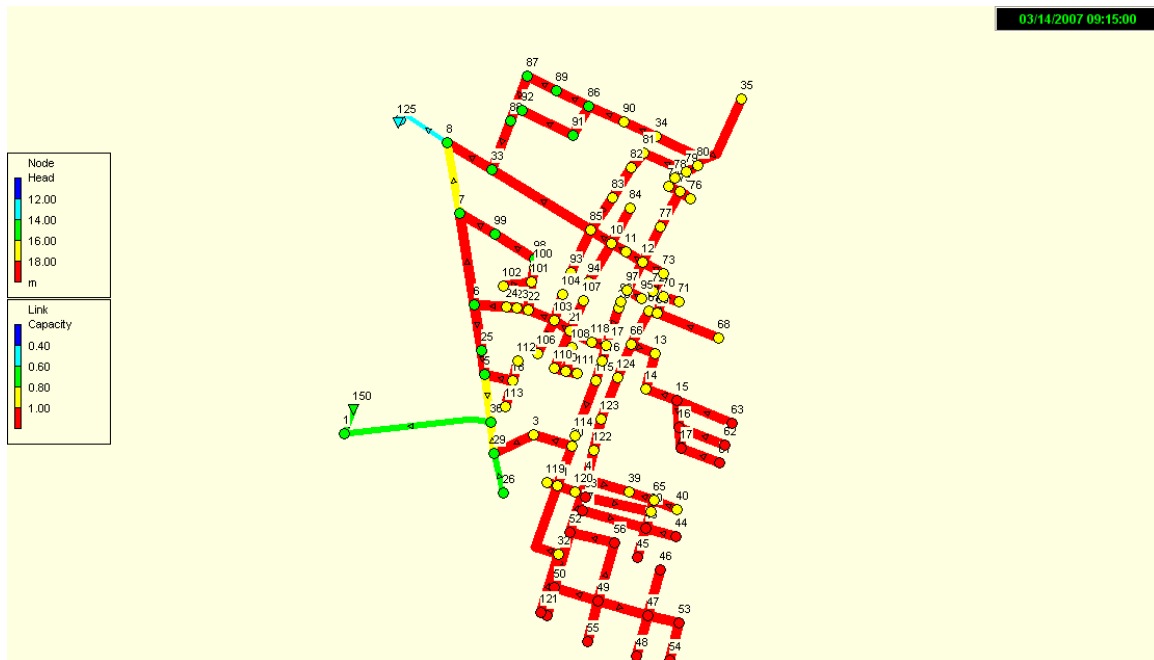


Fig. 6.46 - Classi di carico idraulico sui bacini urbani

I bacini in condizioni critiche sono completamente distribuite su tutta la Frazione San Matteo della Decima.

Si ritiene che vi sia dal punto di vista idraulico una situazione sostanzialmente non equilibrata.

Sono state inoltre eseguite le verifiche e la classificazione per i macrobacini urbani così come precedentemente individuati:

| MACRO BACINO URBANO | MICRO BACINO URBANO | PORTATA MACROBACINO | PORTATA AMMISSIBILE | CLASSE | DEFUSSO |
|---------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|--------|--------------|
| I | 150 | 2,100 m ³ /s | 0.735 m ³ /s | V | iper critico |
| II | 125 | 2,600 m ³ /s | 0.735 m ³ /s | V | iper critico |

La situazione idraulica generale rilevata è NON accettabile, poiché il carico idraulico si trova in 2 casi su 2 in classe V.

Tutto il macrobacino si trova in situazione di crisi.

Si ritiene doveroso sottolineare che, laddove sono stati raggruppati più bacini per formare un macrobacino, le sezioni, che prima erano in grado di smaltire agevolmente le singole portate afferenti, entrano in crisi.

Per una visione della criticità dei bacini si veda la tavola allegata 1.6

2 - Officiosità idraulica delle reti analizzate

Nel Comune di S. Giovanni In Persiceto si enumerano tre agglomerati principali denominati:

1. Capoluogo
2. S. Matteo della Decima
3. Budrie

La rete del Capoluogo presenta differenti recapiti in acque superficiali dalla cui officiosità dipende in definitiva la capacità di deflusso del sistema di drenaggio urbano.

Tra i principali recapiti si annovera:

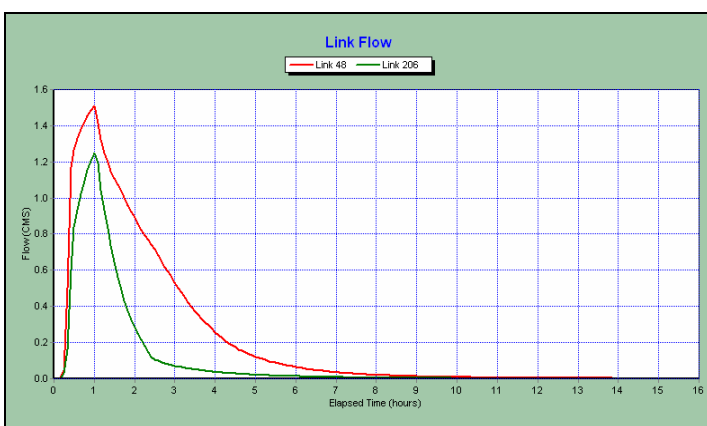
- Il canale di S. Giovanni
- Il collettore delle acque alte

- Il cavo Cavamento
- Il cavo Bergnana

In particolare in quartultimo scolmano le acque bianche della località "due Santi" posta a nord-est dell'agglomerato principale di S. Giovanni Capoluogo.

La rete di drenaggio di S. Matteo della Decima presenta una dorsale sud-nord in fregio alla zona ovest dell'Agglomerato urbano alla quale vengono in definitiva collettate la maggior parte delle acque drenate in ambito urbano. Detto collettore scolma in definitiva le proprie acque nello Scolo Fossetta, anch'esso interconnesso al sistema idrografico che afferisce al reticolo in gestione al consorzio Palata-Reno.

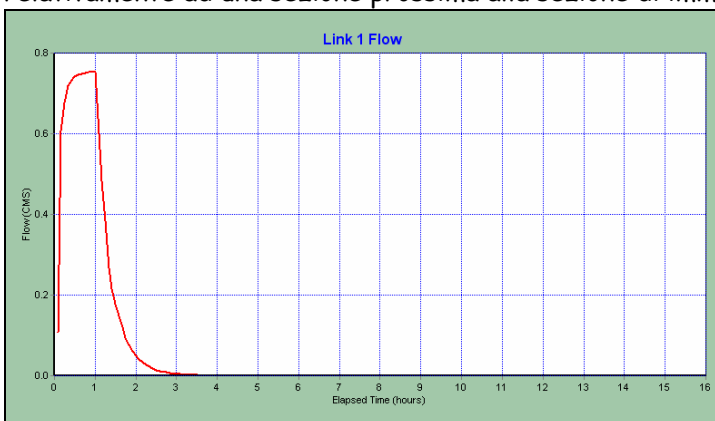
Come si evince dal seguente idrogramma il bacino di S. Matteo della Decima è caratterizzato da tempi di corrivazione prossimi all'ora con portate caratteristiche verso i ricettori che possono raggiungere complessivamente i 2.5 mc/s



Idrogrammi caratteristici S. Matteo della Decima

Il piccolo agglomerato della località "Le Budrie" presenta un recapito principale nello scolo a Nord-Est dell'Agglomerato caratterizzato da un deflusso sud-nord tipico del reticolo idrografico superficiale della zona.

Il tempo di corrivazione dell'Agglomerato "Le Budrie" risulta essere dell'ordine dei 15-20 minuti così come illustrato dall'idrogramma sotto riportato calcolato dal modello relativamente ad una sezione prossima alla sezione di immissione del recapito finale.



Idrogramma caratteristico "Le Budrie"

Negli allegati alla presente relazione vengono riportati gli esiti delle simulazioni fin qui implementate, sulla base degli elementi conoscitivi effettivamente acquisibili.

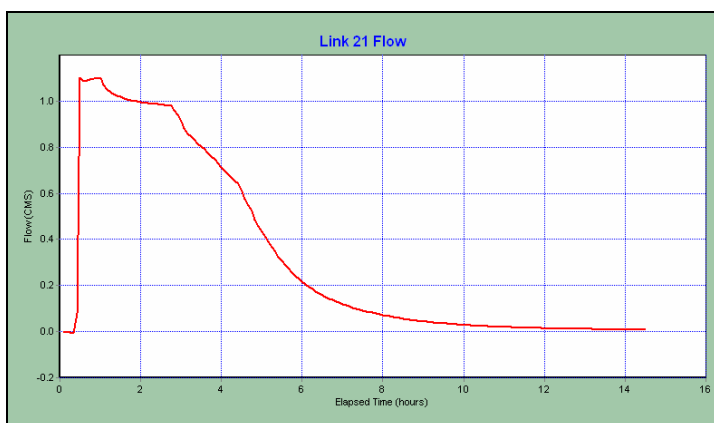
Relativamente alle reti delle Budrie e di S. Matteo della Decima si evince come i sistemi di drenaggio sottoposti ad una precipitazione di intensità pari a 20 mm/h -che nell'ora consegue un cumulo di circa 20 mm di pioggia (corrispondente ad un tempo di ritorno di

circa 10 anni)-, mantengano una sostanziale officiosità complessiva nei confronti delle portate di piena, non lasciando tuttavia supporre ulteriori incrementi del carico idraulico. In effetti i sovraccarichi evidenziati dal modello in corrispondenza delle sezioni terminali, già allo stato attuale sono tali da provocare alcune esondazioni seppur localizzate e lontane dalle sezioni apicali prossime alle caditoie di raccolta delle acque.

Con riferimento alla rete del Capoluogo, sottoposta alla stessa pioggia di 20 mm/h per una durata di circa 1 ora si evincono alcune problematiche fenomenologie di rigurgito, specialmente nelle sezioni prossime ai recapiti per le quali si verificano funzionamenti in leggera pressione in corrispondenza del transito istantaneo del colmo di piena. Per una valutazione dell'effettiva esondazione sul piano stradale si dovrebbe disporre del reale piano di posa delle condotte di drenaggio.

Dall'idrogramma sotto riportato, calcolato dal modello relativamente ad una sezione prossima al ricettore, si evince come il bacino a monte della sezione osservata funzioni quasi da "bacino di accumulo", ovvero la sezione in prossimità del ricettore presenta un funzionamento quasi da "bocca tarata" indipendente dall'evento meteorico che sollecita il sistema.

Ciò è monito di un sostanziale sottodimensionamento del sistema di valle specie in prossimità dei punti di immissione nel ricettore.



Idrogramma caratteristico S. Giovanni Capoluogo

Dall'analisi effettuata sembrerebbe che il sistema di drenaggio delle acque meteoriche al servizio del Capoluogo necessiti di un adeguamento, ovvero risulti in condizione di non sopportare ulteriori carichi idraulici eventualmente dovuti a nuove urbanizzazioni che gravano sul reticolo di drenaggio esistente.

In relazione al fenomeno dell'usura delle condotte, non si verificano condizioni tali da destare preoccupazione essendo, in tutti i casi analizzati, le velocità di deflusso abbondantemente al di sotto dei 3 m/s -minime pendenze di esercizio dei collettori-

6.2.1.5 Aspetti qualitativi

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

- ai dati presentati nel rapporto sulla "Qualità delle acque superficiali della Provincia di Bologna nel biennio 2004-2005", frutto della collaborazione tra Provincia, Autorità di Bacino del fiume Reno e ARPA. Il rapporto contiene i dati relativi alle analisi e ai monitoraggi effettuati nel corso del biennio 2004-2005 sulla qualità delle acque, fornendo informazioni aggiornate sulle precipitazioni e gli eventi alluvionali particolari e i livelli di inquinamento rilevati ad ogni stazione di monitoraggio lungo i principali corsi d'acqua;
- ai dati di aggiornamento del report 2005-2006 relativi alla "Qualità dei corsi d'acqua della provincia di Bologna - monitoraggio 2006 " a cura di Arpa.
- 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, per quanto riguarda la rete di monitoraggio del Canal Torbido;
- ai dati presenti nel "Rapporto sulla qualità delle acque superficiali e sotterranee della provincia di Modena - anni 2005-2006" a cura della Provincia di Modena e dell'Arpa - sezione di Modena, per i dati relativi alla rete di monitoraggio del fiume Panaro;

Per la determinazione della qualità dei corpi idrici superficiali, il D.Lgs. 152/99 e ss.mm.ii., individua e definisce diversi indicatori ed indici: il L.I.M., l'I.B.E., il S.E.C.A. e il S.A.C.A.

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 (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. 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 (S.A.C.A.)*.

Per il calcolo di questi indici, si rendono necessarie indagini qualitative delle acque di tipo chimico, microbiologico e biologico.

Il Decreto prevede la classificazione dei corsi d'acqua sia eseguita, durante la fase conoscitiva, su un periodo complessivo di 24 mesi e successivamente su base annuale. Il periodo conoscitivo definito dalla Regione Emilia-Romagna, come riportato all'interno del Piano Regionale di Tutela delle Acque, è relativo al biennio 2001-2002.

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*

Per i corsi d'acqua presenti nel territorio dell'Associazione le stazioni di monitoraggio cui si può fare riferimento sono:

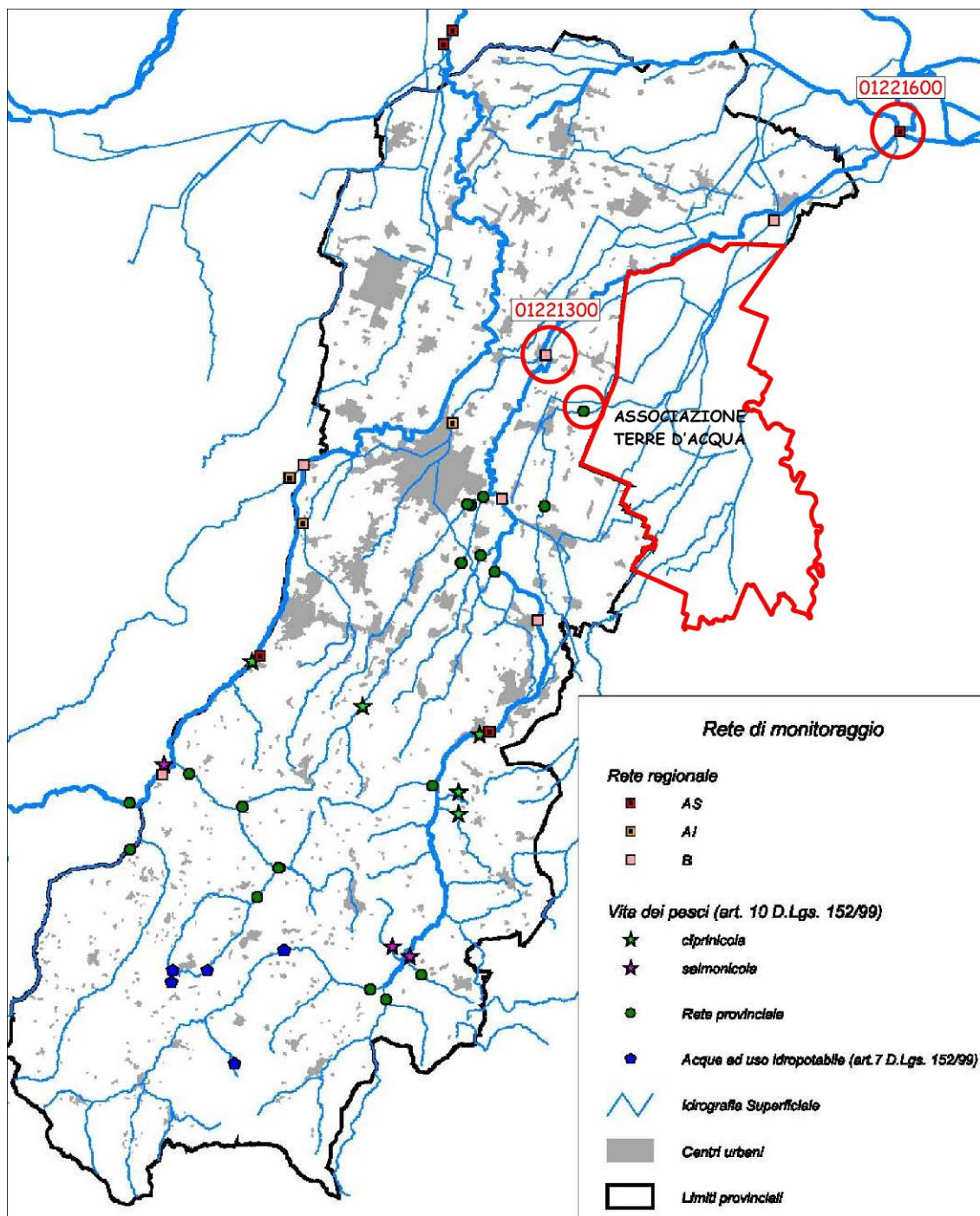
| BACINO | CORPO IDRICO | CODICE | DENOMINAZIONE | T IPO |
|--------|--------------------------------|---------|--|------------|
| PANARO | Fiume Panaro (01221300) | P8 | Ponte S.P. 1 - Bomporto | B |
| | Fiume Panaro (01221600) | P 10 | Ponte Bondeno | AS |
| | Canal Torbido | Staz. 6 | Ponte Torrazzuolo | Rete Torb. |
| | Fosso Bosca (poi Colat. Zena) | Staz. 7 | 500 m dal P.te Torrazzuolo | Rete Torb. |
| | Fosso Sorga (poi Colat. Zena) | Staz. 8 | 500 m dal P.te Torrazzuolo | Rete Torb. |
| RENO | Fiume Reno | 4 | Casalecchio chiusura bacino | AS |
| | Fiume Reno | 8 | Pieve di Cento | C |
| | Torrente Samoggia | 5 | Calcara | C |
| | Samoggia | 7 | P.te S.P. traversa di pianura - Forcelli | AI |
| | Lavino | 6 | Lavino di Sotto | C |

- Bacino Panaro

Per il bacino del fiume Panaro si hanno due stazioni sul fiume Panaro appartenenti alla rete di monitoraggio regionale, una a valle ed una a monte rispetto al tratto d'interesse (Crevalcore):

- Stazione P8 - S.P.1 Bomporto - Posta a monte dell'immissione del canale Naviglio. Risente dell'immissione del torrente Tiepido, che a sua volta riceve le acque dei torrenti Grizzaga e Gherbella e le acque del depuratore di Maranello (14.000 AE).
- Stazione P 10 - Ponte Bondeno - Chiusura di bacino. Riceve i contributi dal canale collettore Acque Alte in località Finale Emilia, che riceve a sua volta quelli del canal Torbido, del canale collettore Acque Basse nei pressi di Bondeno e del canale Diversivo di Burana che si immette nel Panaro nei pressi di Santa Bianca.

Si hanno inoltre i dati, fino al periodo 2003 - 2004, relativi a tre stazioni, della Rete provinciale di monitoraggio del canal Torbido, poste in località Torrazzuolo, in comune di Nonantola, al confine con il territorio comunale di Sant'Agata Bolognese. Il canal Torbido entra in territorio dell'Associazione, poco a valle, in comune di Crevalcore, mentre le altre due stazioni sono relative ai fossi Bosca e Sorga, che subito a valle entrano in territorio di Sant'Agata, confluendo e dando origine al Colatore Zena.



1) Fiume Panaro - rete di monitoraggio regionale

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 - 2004 nelle stazioni:

- 01221300 - fiume Panaro - ponte sulla strada provinciale S.P. 1 - Bomporto - (P8);
- 01221600 - fiume Panaro - ponte Bondeno - Bondeno - (P10).

| Parametri | Fiume Panaro - Bomporto | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Media | Media | Media | Media | Media | Media | Media | Media | Media | Media | Media | Media | Media | Media | |
| | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 94-06 | |
| 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 | 12.4 | 12.6 | 13.3 |
| pH | | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.1 | 8.1 | 7.9 | 8.0 | 7.9 | 7.9 | 8.1 | 8.0 | 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 | 25.4 | 19.7 | 20.1 |
| Conducibilità | uS/cm | 395 | 415 | 456 | 462 | 416 | 457 | 384 | 403 | 409 | 598 | 395 | 478 | 395 | 436 |
| Mat. in Sosp. | mg/l | 60 | 67 | 164 | 30 | 23 | 64 | 42 | 31 | 74 | 55 | 139 | 67 | 47 | 66 |
| Ossigeno (%sat.) | | 65 | 89 | 102 | 102 | 80 | 88 | 85 | 71 | 91 | 99 | 95 | 92 | 88 | 88 |
| B.O.D. | mg/l | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 | 2* | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| C.O.D. | mg/l | 8 | 6 | 11 | 8 | 12 | 14 | 10 | 10 | 10 | 10 | 8 | 12 | 8 | 10 |
| 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 | 0.15 | 0.11 | 0.22 |
| 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 | 0.09 | 0.06 | 0.10 |
| 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 | 0.10 | 0.17 | 0.22 |
| 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 | 0.03 | 0.04 | 0.07 |
| 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 | 1.5 | 1.0 | 1.3 |
| Solfati (SO4) | mg/l | 39.3 | 41.6 | 48.4 | 49.9 | 43.3 | 47.1 | 36.8 | 37.9 | 33.7 | 70.4 | 46.6 | 50.5 | 40.3 | 45.1 |
| 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 | 25.5 | 23.7 | 26.4 |
| Boro | µg/l | 200* | 200* | 200* | 164 | 103 | | 146 | 106 | 87 | 143 | 60 | 105 | 79 | 133 |
| Escherichia coli | U.F.C. | 14122 | 18338 | 17888 | 9293 | 9686 | 5022 | 4949 | 1087 | 1150 | 3399 | 1332 | 1577 | 1177 | 6848 |
| Streptococchi f. | U.F.C. | 674 | 500 | 2070 | 363 | 813 | 290 | 138 | 316 | 1175 | 3343 | 1650 | 1095 | 446 | 990 |

* Coincidente al limite di rilevabilità

| Parametri | Fiume Panaro - Ponte Bondeno | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|------------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|
| | Media | Media | Media | Media | Media | Media | Media | Media | Media | Media | Media | Media | Media | Media | |
| | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 94-06 | |
| Portata | mc/sec | 11.869 | 14.698 | 26.418 | 7.563 | 7.922 | 16.778 | 10.603 | | 20.300 | 50.637 | 32.840 | 15.1 | 12.390 | 18.928 |
| Temperatura | °C | 15.5 | 15.2 | 14.2 | 15.7 | 14.9 | 15.1 | 14.8 | 12.4 | 13.9 | 15.3 | 14.2 | 12.7 | 13.6 | 14.4 |
| pH | | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.1 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 7.8 | 8.0 | 7.9 | 8.0 | 8.0 | 8.0 |
| Durezza | °F | 21.9 | 23.9 | 25.9 | 26.7 | 22.4 | 22.2 | 18.3 | 21.8 | 21.1 | 27.5 | 26.4 | 30.2 | 26.8 | 24.2 |
| Conducibilità | uS/cm | 521 | 563 | 600 | 687 | 550 | 552 | 488 | 536 | 531 | 702 | 553 | 671 | 662 | 586 |
| Mat. in Sosp. | mg/l | 76 | 145 | 117 | 74 | 44 | 129 | 50 | 53 | 66 | 55 | 293 | 92 | 56 | 96 |
| Ossigeno (%sat.) | | 82 | 91 | 88 | 82 | 78 | 78 | 75 | 63 | 86 | 96 | 92 | 87 | 93 | 84 |
| B.O.D. | mg/l | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 |
| C.O.D. | mg/l | 14 | 13 | 15 | 14 | 13 | 14 | 15 | 14 | 15 | 16 | 19 | 18 | 13 | 15 |
| Fosforo tot. (P) | mg/l | 0.35 | 0.43 | 0.48 | 0.46 | 0.36 | 0.40 | 0.35 | 0.37 | 0.34 | 0.42 | 0.40 | 0.34 | 0.37 | 0.39 |
| 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 | 0.22 | 0.26 | 0.22 |
| 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 | 0.19 | 0.27 | 0.34 |
| Azoto nitroso (N) | mg/l | 0.03* | 0.18 | 0.03* | 0.09 | 0.08 | 0.08 | 0.12 | 0.12 | 0.03 | 0.10 | 0.03 | 0.06 | 0.06 | 0.08 |
| 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 | 2.9 | 1.8 | 2.2 |
| 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 | 86.6 | 79.1 | 69.7 |
| 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 | 51.3 | 69.5 | 51.6 |
| Boro | µg/l | 224 | 355 | 226 | 325 | 194 | | 200 | 215 | 159 | 198 | 121 | 177 | 148 | 212 |
| Escherichia coli | U.F.C. | 5569 | 6660 | 15120 | 5625 | 3848 | 7874 | 2099 | 633 | 1593 | 1459 | 2122 | 2709 | 795 | 4316 |
| Streptococchi f. | U.F.C. | 885 | 405 | 985 | 330 | 245 | 1322 | 164 | 348 | 713 | 424 | 2090 | 1790 | 438 | 780 |

* Coincidente al limite di rilevabilità

ANDAMENTI MENSILI DEI PRINCIPALI PARAMETRI PER SINGOLA STAZIONE

Bomporto – stazione 8: le analisi effettuate nel corso degli anni non mostrano particolari criticità. I bassi livelli di Conducibilità (500 DS/cm) e durezza (20°F) evidenziano acque con un basso contenuto ionico e di sali, ad eccezione del mese di luglio 2006 in cui la Conducibilità ha raggiunto i 1.685 DS/cm e la durezza 46,6 °F, la cui causa è probabilmente da ricercare nella siccità estiva (l'acqua ha raggiunto i 28°C), che ha reso difficoltosa la diluizione degli inquinanti, come sottolineato dai picchi raggiunti nello stesso periodo anche da Azoto nitrico e Fosforo totale, che hanno fatto registrare punte rispettivamente di 8,4 mg/l e di 1,58 mg/l. L'andamento del pH non mostra particolari oscillazioni così come quello dell'Ossigeno disciolto, che rimane sempre ai di sopra del 90%, ad esclusione dei mesi estivi che scende fino al 70%. La domanda biologica di Ossigeno (B.O.D.5) mostra bassi livelli di concentrazione, soprattutto nell'ultimo biennio, in cui il valore rimane inferiore ai 3 mg/l, valore posto come limite per i corsi d'acqua non inquinati, ad eccezione del mese di agosto. Per quanto riguarda il C.O.D. invece, si rileva un andamento oscillatorio, raggiungendo anche picchi di 30 mg/l nel marzo 2005, per poi rientrare sotto i 25 mg/l nel 2006.

Nonostante questa stazione risenta dell'immissione del torrente Tiepido, che riceve le acque dei torrenti Grizzaga e Gherbella e le acque del depuratore di Maranello (14.000 AE), l'Azoto nitrico e il Fosforo totale presentano basse concentrazioni (<2mg/l e <0,5mg/l rispettivamente), ad eccezione del mese di agosto del 2006. Anche l'Azoto ammoniacale presenta valori inferiori ai 2 mg/l, raggiunti solo nel periodo 1994-2000. L'Escherichia coli, seppur presente ad elevate concentrazioni, mostra una

leggera inflessione nel corso degli anni, partendo da 10.000 U.F.C. del periodo 1994-2000, per arrivare ad un valore <4.000 U.F.C. nel 2006.

Ponte di Bondeno — stazione 10: stazione posta in chiusura di bacino. Riceve i contributi dal canale collettore Acque Alte, che riceve a sua volta quelli del canal Torbido, del canale collettore Acque Basse e del canale Diversivo di Burana, che contribuiscono ad un sensibile peggioramento della qualità dell'acqua, traducibile in un incremento delle concentrazioni degli inquinanti, favorita da un lieve calo della portata degli ultimi anni che si attesta mediamente al di sotto i 15 mc/sec. La temperatura non presenta brusche oscillazioni, il valore più elevato (30°C) è stato raggiunto nel luglio 2006, stesso periodo in cui si è registrato anche il picco più alto dell'Ossigeno disciolto (118%), segno di una probabile eutrofizzazione del corpo idrico, confermata anche dall'elevato valore del pH (8,4), come reazione all'attività fotosintetica. Conducibilità e durezza presentano valori leggermente più elevati nell'ultimo biennio, rimanendo comunque in linea con la tipologia della stazione, che essendo in chiusura di bacino risente sia della progressiva mineralizzazione delle acque dovuta al drenaggio superficiale del bacino imbrifero, che del carico di inquinanti veicolati corpi idrici immissari. Dall'analisi dei grafici di B.O.D.5 e C.O.D, si rileva come negli anni 2005-2006 i valori di concentrazione siano rimasti in linea con le precedenti rilevazioni, ad eccezione del C.O.D. che nei mesi invernali del 2005, ha mostrato alcuni tra i valori più elevati (35 mg/l), ritornando comunque a concentrazioni inferiori ai 23 mg/l nel 2006. Visto l'elevato tenore di Ossigeno presente nell'acqua (80%-100%), l'Azoto ammoniacale è presente in tracce (<1mg/l), venendo velocemente ossidato ad Azoto nitrico, che si rinviene a concentrazioni più elevate (2-6 mg/l), con punte di 13 mg/l (biennio 2001-2002), 9 mg/l (anno 2005) e 7,3 mg/l nel 2006. Il Fosforo totale, i cui livelli più alti li ritroviamo nell'ultimo biennio, si mantiene ai di sotto di 1 mg/l; l'Escherichia coli, per la quale i picchi più elevati sono stati rinvenuti nel periodo 1994-2000 sfiorando le 100.000 U.F.C., nel 2006 ha fatto registrare alcuni dei valori più bassi mai rinvenuti (40 U.F.C. nel mese di luglio), ad eccezione del mese di novembre in cui la concentrazione batterica ha raggiunto i 39.000 U.F.C.

DESCRIZIONE DEI PRINCIPALI PARAMETRI IDROCHIMICI E MICROBIOLOGICI

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. Un ulteriore incremento, evidente nelle stazioni, risulta parzialmente ascrivibile allo sversamento in alveo di acque di falda dell'area di bassa pianura marcatamente saline.

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. Queste ultime, a contatto con materiale organico e acidi umici, attivano dei processi di mobilizzazione ionica favorendo l'acquisizione di protoni e di ioni monovalenti quali Sodio e Potassio, liberando nel contempo gli ioni bivalenti Calcio e Magnesio. Un ulteriore contributo al naturale e progressivo incremento degli ioni Calcio e Magnesio, è attribuibile all'immissione di acque ad elevato grado di durezza (45,4° F) da parte del canale Naviglio, in questo caso essenzialmente dovuto all'alimentazione acquedottistica della Città di Modena prevalentemente riconducibile alle acque captate dalla conoide del fiume Secchia. La durezza delle acque provenienti dal collettore Acque Alte, risulta avere valori inferiori ai 32° F, superiori a quanto riscontrato nella stazione di Bondeno, in chiusura di bacino (26,8° F).

pH, O₂% - Sia la concentrazione idrogenionica che il pH, presentano valori analoghi nelle due stazioni di misura. L'ossigeno disciolto presenta valori medi intorno all' 84 - 88%, 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 la stazione più a monte e 15 mg/l per quella più a valle.

Sostanze Azotate NH₄, NO₃, NO₂, e Fosfati - La forma azotata ridotta (NH₄⁺), pressoché assente nelle prime stazioni fino a P.te S. Ambrogio subisce dalla stazione di Bomporto un incremento sensibile a seguito del contributo del canale Naviglio (1,00 mg/l), più a valle, significativo è anche l'apporto di Azoto ammoniacale del collettore Acque Alte (1,29 mg/l). E' opportuno sottolineare che per quanto attiene la tossicità dell'Azoto ammoniacale nei confronti delle specie ittiche questa sia da mettere in relazione alla presenza della forma non ionizzata dell'ammoniaca. Pertanto nella valutazione complessiva di tossicità occorre considerare sia la temperatura che il pH delle acque che condizionano la dissociazione dell'ammoniaca. Il fiume Panaro riesce a recuperare solo parzialmente al carico sversato dal canale Naviglio recapitando di conseguenza le sue acque in Po con valori superiori a 0,20 mg/l di Azoto ammoniacale. Si evidenzia una sensibile diminuzione delle concentrazioni di Azoto ammoniacale rilevate nel 2005-2006 rispetto agli anni precedenti, per le stazioni poste sull'asta principale. L'Azoto nitrico, che presenta concentrazioni medie di 1,3 mg/l nella stazione di Bomporto (1,5 mg/l nel 2005, 1,0 nel 2006 mg/l), si incrementa alla foce fino a valori medi di 2,2 mg/l (2,9 mg/l nel 2005, 1,8 nel 2006 mg/l), essenzialmente a causa degli elevati apporti del canale Naviglio (pari a 9,8 mg/l). Speculare risulta l'andamento dell'Azoto nitroso che, praticamente assente fino alla stazione di P.te S. Ambrogio, risulta presente con concentrazioni medie prossime a 0,07 mg/l fino alla stazione di Bomporto (0,03 mg/l nel 2005, 0,04 mg/l nel 2006), mentre a Bondeno incrementa fino a valori medi di 0,08 mg/l (0,06 mg/l nel 2005 e 2006). 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 (2,25 mg/l).

Indicatori 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. 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. Dall'andamento dei dati medi lungo l'asta fluviale (Allegato 2) si conferma, anche per il biennio in esame, un tendenziale decremento delle contaminazioni batteriche in tutte le stazioni del bacino del Panaro. Tale tendenza andrà meglio valutata con i prossimi monitoraggi.

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 dal D.Lgs. 152/99, essendo l'attuale normativa vigente ancora carente di indicazioni metodologiche specifiche.

Il "Livello di inquinamento espresso dai macrodescrittori (L.I.M.)", si ottiene sommando i punteggi ottenuti dai 7 parametri chimici e microbiologici definiti "macrodescrittori", considerando il 75° percentile della serie delle misure considerate.

| Parametro | Livello 1 | Livello 2 | Livello 3 | Livello 4 | Livello 5 |
|---|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 100-OD (% sat.)* | ≤ 10 (#) | ≤ 20 | ≤ 30 | ≤ 50 | > 50 |
| 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) | < 0,3 | ≤ 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 |
| Colore relativo | Azzurro | Verde | Giallo | Arancione | Rosso |

(*) 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 due stazioni di misura sopra riportate, per il periodo 1994 - 2006.

| Corpo idrico | Stazione | Codice | Rete | Tipo | | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |
|------------------|---|----------|------|------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| FIUME PANARO | S.P. 1 Bomporto | 01221300 | RR | B | Punti | 120 | 205 | 160 | 160 | 120 | 80 | 160 | 170 | 220 | 240 | 260 | 250 | 200 |
| | | | | | Livello | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| CANALE NAVIGLIO | Ponticello loc. Bertola | 01221400 | RR | AI | Punti | 40 | 35 | 45 | 60 | 50 | 40 | 40 | 40 | 55 | 60 | 65 | 55 | 60 |
| | | | | | Livello | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4 | |
| COLL. ACQUE ALTE | Chiusura di bacino Collettore Acque Alte Modenesi | 01221500 | RR | B | Punti | - | - | - | - | - | - | - | - | 60 | 65 | 55 | 60 | 110 |
| | | | | | Livello | - | - | - | - | - | - | - | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | |
| FIUME PANARO | Ponte Bondeno | 01221600 | RR | AS | Punti | 130 | 120 | 120 | 100 | 110 | 100 | 140 | 100 | 160 | 140 | 160 | 160 | 160 |
| | | | | | Livello | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | |

Se nel triennio 2003-2005 la stazione P8, mantiene il livello 2, conservando un sostanziale miglioramento rispetto al I periodo 1994-2002, nel 2006 si ha di nuovo un peggioramento al livello 3; la stazione P10 resta al livello 3 anche nel biennio 2005 -2006.

La qualità biologica:

L'analisi del biota è stata eseguita utilizzando il metodo I.B.E. (Indice Biotico Esteso), basato sul calcolo delle abbondanze delle specie bentoniche riscontrate. Per il

| CLASSI DI QUALITA' | VALORE D'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  |

calcolo del valore di IBE, il decreto prevede di effettuare la media dei singoli valori rilevati durante l'anno nelle campagne di misura che, come buona prassi, possono essere distribuite stagionalmente o rapportate ai regimi idrologici più appropriati per il corso d'acqua indagato.

Il valore di **Indice Biotico Esteso (I.B.E.)** è il risultato derivante dalla media dei singoli valori rilevati durante l'anno nelle campagne di misura che, come buona prassi, possono essere distribuite stagionalmente o rapportate ai regimi idrologici più appropriati per il corso d'acqua indagato. L'analisi biologica delle acque correnti, basata sull'analisi delle comunità di macroinvertebrati, rappresenta una indagine complementare alle indagini chimico-fisiche e microbiologiche, in grado di fornire un giudizio sintetico sulla qualità dell'ambiente acquatico. Gli indici biotici ottenuti sono trasformati in cinque classi di qualità ciascuna delle quali viene espressa con un colore ed un giudizio, mediante le quali è

possibile tradurre graficamente, in modo molto semplice e chiaro i risultati. L'utilizzo di questa metodologia ecologico-faunistica, è comunque da considerarsi complementare alle ricerche chimiche, chimico-fisiche e microbiologiche, poiché non fornisce alcuna indicazione sulla natura e sulla concentrazione dei contaminanti, quantificabili esclusivamente da queste ultime.

Di seguito si riportano i valori dell'indice I.B.E. relativi alle due stazioni di misura sopra riportate, per il periodo 2000 - 2006.

| Corpo idrico | Stazione | Codice | Rete | Tipo | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | |
|--------------|-----------------|----------|------|------|--------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| FIUME PANARO | S.P. 1 Bomporto | 01221300 | RR | B | I.B.E. | 8 | 5/6 | 5 | 7 | 7 | 6 | n.d. | n.d. | 5/6 | 7 | 7 | 7 | n.d. |
| | | | | | C.Q. | II | IV- | III | IV | III | III | III | n.d. | n.d. | IV- | III | III | III |
| FIUME PANARO | Ponte Bondeno | 01221600 | RR | AS | I.B.E. | 5/6 | 5 | 4/5 | 5 | 5/6 | 5 | 5 | 3 | 4/3 | 6 | 6 | 6 | n.d. |
| | | | | | C.Q. | IV-III | IV | IV | IV | IV- | III | IV | IV | III | IV | III | III | III |

n.d. Dato non disponibile

Nel triennio 2003-2005 entrambe le stazioni rientrano in classe III - ambiente inquinato, facendo registrare una sostanziale continuità, per quanto riguarda la stazione P8 ed un evidente miglioramento nella stazione di valle, rispetto al decennio precedente. Nel 2006 il dato non risulta disponibile.

Stato ecologico dei corsi d'acqua (S.E.C.A.)

L'integrazione fra le caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche dei corsi d'acqua in forma aggregata, è data dalla classificazione ecologica, utilizzando la metodologia descritta dal D.Lgs. 152/99, che attribuisce il risultato peggiore tra quelli derivanti dall'I.B.E. e dal macrodescrittore.

Lo **stato ecologico** di un corpo idrico superficiale, 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. Nella stazione di Bondeno, in cui non viene eseguito il mappaggio biologico, la classificazione ecologica viene definita riferendosi alle sole analisi chimico-microbiologiche.

Di seguito si riporta la qualità ecologica relativa alle stazioni di misura considerate, che denota un ambiente inquinato, anche per il biennio 2005-2006, per entrambe le stazioni.

| Corpo idrico | Stazione | Codice | Rete | Tipo | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | |
|------------------|-------------------------|----------|------|------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| FIUME PANARO | S.P. 1 Bomporto | 01221300 | RR | B | Classe | III | IV | IV | III | III | IV | III* | III* | III | III | III | III* | |
| CANALE NAVIGLIO | Ponticello loc. Bertola | 01221400 | RR | AI | Classe | V | V | V | IV | V | V | V* | V* | V* | IV* | IV* | V* | IV* |
| COLL. ACQUE ALTE | Chiusura di bacino | 01221500 | RR | B | Classe | - | - | - | - | - | - | - | IV* | IV* | IV* | IV* | IV* | |
| FIUME PANARO | Ponte Bondeno | 01221600 | RR | AS | Classe | IV | IV | IV | IV | IV | IV | IV | V | IV | III | III | III | III* |

*Classe derivante da L.I.M.

Nel biennio 2005-2006 entrambe le stazioni rientrano in classe III, facendo registrare, una sostanziale stazionarietà.

Lo stato ambientale dei corsi d'acqua (S.A.C.A.)

L'integrazione dello stato ecologico con i parametri chimici elencati in tabella 1, Allegato 1 legislativo vigente definisce lo stato ambientale.

Lo **Stato ambientale** dei corsi d'acqua 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.

| Stato Ecologico ⇔ | Classe 1 | Classe 2 | Classe 3 | Classe 4 | Classe 5 |
|---|----------|----------|-------------|----------|----------|
| Concentrazione inquinanti di cui alla Tabella 1 ↓ | | | | | |
| ≤ Valore Soglia | ELEVATO | BUONO | SUFFICIENTE | SCADENTE | PESSIMO |
| > Valore Soglia | SCADENTE | SCADENTE | SCADENTE | SCADENTE | PESSIMO |

| | |
|-------------|---|
| ELEVATO | Non si rilevano alterazioni dei valori di qualità degli elementi chimico-fisici ed idromorfologici per quel dato tipo di corpo idrico in dipendenza degli impatti antropici, o sono minime rispetto ai valori normalmente associati allo stesso ecotipo in condizioni indisturbate. La qualità biologica sarà caratterizzata da una composizione e un'abbondanza di specie corrispondente totalmente o quasi alle condizioni normalmente associate allo stesso ecotipo La presenza di microinquinanti, di sintesi e non di sintesi, è paragonabile alle concentrazioni di fondo rilevabili nei corpi idrici non influenzati da alcuna pressione antropica. |
| BUONO | I valori degli elementi della qualità biologica per quel tipo di corpo idrico mostrano bassi livelli di alterazione derivanti dall'attività umana e si discostano solo leggermente da quelli normalmente associati allo stesso ecotipo in condizioni non disturbate. La presenza di microinquinanti, di sintesi e non di sintesi, è in concentrazioni da non comportare effetti a breve e lungo termine sulle comunità biologiche associate al corpo idrico di riferimento. |
| SUFFICIENTE | I valori degli elementi della qualità biologica per quel tipo di corpo idrico si discostano moderatamente da quelli di norma associati allo stesso ecotipo in condizioni non disturbate. I valori mostrano segni di alterazione derivanti dall'attività umana e sono sensibilmente più disturbati che nella condizione di "buono stato". La presenza di microinquinanti, di sintesi e non di sintesi, è in concentrazioni da non comportare effetti a breve e lungo termine sulle comunità biologiche associate al corpo idrico di riferimento. |
| SCADENTE | Si rilevano alterazioni considerevoli dei valori degli elementi di qualità biologica del tipo di corpo idrico superficiale, e le comunità biologiche interessate si discostano sostanzialmente da quelle di norma associate al tipo di corpo idrico superficiale inalterato. La presenza di microinquinanti, di sintesi e non di sintesi, è in concentrazioni da comportare effetti a medio e lungo termine sulle comunità biologiche associate al corpo idrico di riferimento. |
| PESSIMO | I valori degli elementi di qualità biologica del tipo di corpo idrico superficiale presentano alterazioni gravi e mancano ampie porzioni delle comunità biologiche di norma associate al tipo di corpo idrico superficiale inalterato. La presenza di microinquinanti, di sintesi e non di sintesi, è in concentrazioni da gravi effetti a breve e lungo termine sulle comunità biologiche associate al corpo idrico di riferimento. |

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 nell'allegato 2 sezione B al D.Lgs. 152/99; nel caso per gli stessi parametri siano riportati valori diversi, deve essere considerato il più restrittivo.

| INORGANICI (disciolti) (1) | ORGANICI (sul tal quale) |
|----------------------------|---------------------------|
| Cadmio | aldrin |
| Cromo totale | dieldrin |
| Mercurio | endrin |
| Nichel | isodrin |
| Piombo | DDT |
| Rame | esaclorobenzene |
| Zinco | esaclorocicloesano |
| | esaclorobutadiene |
| | 1,2 dicloroetano |
| | tricloroetilene |
| | triclorobenzene |
| | cloroformio |
| | tetracloruro di carbonio |
| | percloroetilene |
| | pentaclorofenolo |

Ad oggi, i risultati del monitoraggio confermano l'assenza di sostanze pericolose in concentrazioni al di sopra del valore soglia, individuando una coincidenza fra classificazione ecologica e la classificazione ambientale.

| CORPO IDRICO | STAZIONI | CODICE | TIPO | SECA 2001-2002 | SACA 2001-2002 | SECA 2003 | SACA 2003 | SECA 2004 | SACA 2004 | SECA 2005 | SACA 2005 | SECA 2006 | SACA 2006 |
|-----------------|----------------------------------|----------|------|----------------|----------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| Fiume PANARO | Briglia Marano - Marano | 01220900 | AS | Classe 3 | SUFFICIENTE | Classe 2 | BUONO | Classe 2 | BUONO | CLASSE 2 | BUONO | Classe 2 | BUONO |
| CANALE NAVIGLIO | Ponticello loc. Bertola Albareto | 01221400 | AI | Classe 5 | PESSIMO | Classe 4 | SCADENTE | Classe 4 | SCADENTE | Classe 5 | PESSIMO | Classe 4 | SCADENTE |
| Fiume PANARO | Ponte Bondeno (FE) | 01221600 | AS | Classe 4 | SCADENTE | Classe 3 | SUFFICIENTE | Classe 3 | SUFFICIENTE | CLASSE 3 | SUFFICIENTE | Classe 3 | SUFFICIENTE |

I dati relativi allo stato ambientale del fiume Panaro nella stazione P10 di Bondeno indicano uno stato ambientale sufficiente a partire dal 2003.

2) Rete di monitoraggio provinciale Canal Torbido

Per quanto riguarda il Canal Torbido i dati raccolti fanno riferimento ai campionamenti eseguiti nell'ambito dell'accordo di programma tra Regione, Province, Comuni e Consorzio di Bonifica per il risanamento del canal Torbido.

Per il 2004, considerato lo scadere dei termini di tale accordo di programma si è ritenuto opportuno ottimizzare la rete di monitoraggio, riducendola a sole due stazioni ritenute maggiormente significative: Ponte di Panzano a valle dei Comuni di S. Cesario e Castelfranco e Torrazzuolo in chiusura di bacino modenese. Ai fini della presente analisi resta quindi attiva la sola stazione di Torrazzuolo.

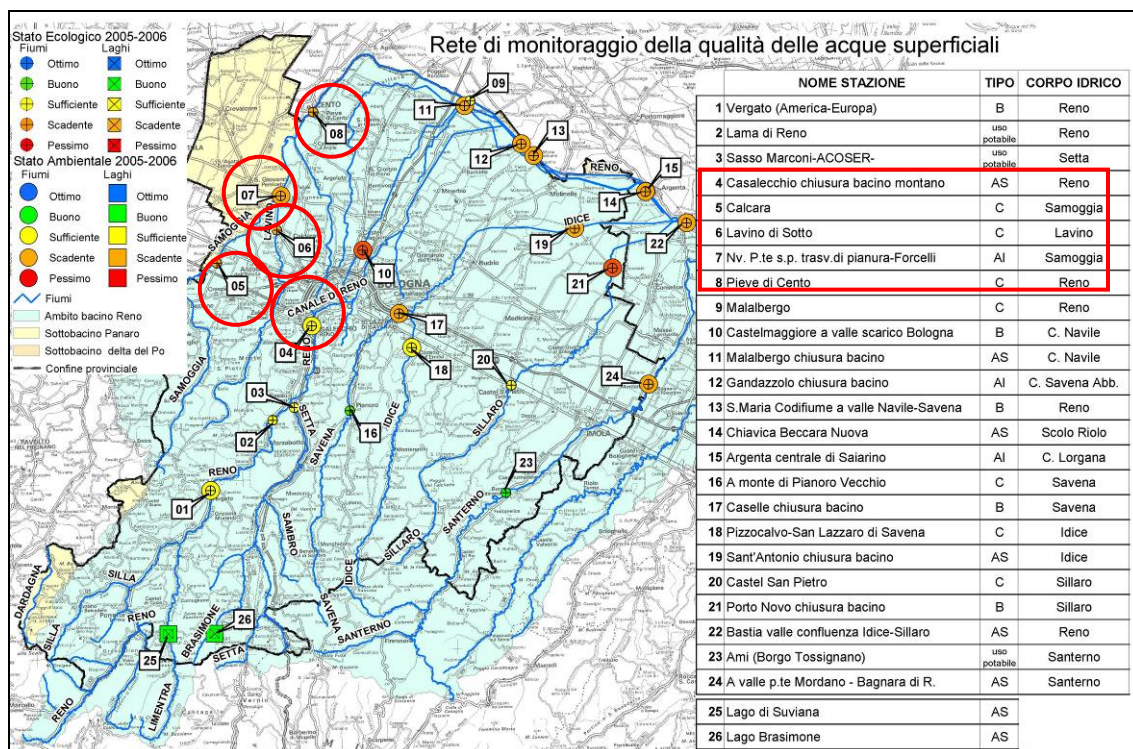
| Stazioni | | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|-------------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <u>Stazione 6</u> | Punti | 110 | 110 | 125 | 120 | 80 | 90 | 80 | 120 | 65 | 155 |
| Ponte Torrazzuolo | Livello | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 |
| <u>Stazione 7</u> | Punti | | 45 | 80 | 75 | 70 | 70 | 75 | 40 | 50 | |
| Fossa Bosca | Livello | - | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | - |
| <u>Stazione 8</u> | Punti | | 45 | 45 | 50 | 50 | 55 | 60 | 45 | 70 | |
| Fossa Sorga | Livello | - | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | - |

Dai dati chimico-microbiologici si rileva uno scadimento qualitativo nell'anno 2003, da un livello 3 a un livello 4 in tutto il tratto del corso d'acqua che va dal punto a valle di S. Cesario fino al ponte Torrazzuolo e il mantenimento del livello 5 per il fossa Bosca. I dati analitici risultano significativamente più scadenti nel campionamento effettuato nel mese di maggio soprattutto per quanto attiene ai parametri microbiologici. Nel 2004 si rileva di nuovo un miglioramento ad un livello 3 nella stazione 6 Ponte Torrazzuolo.

La situazione costantemente scadente per il Fossa Sorga e il Fossa Bosca, caratterizzata da evidenti fenomeni di deossigenazione, provoca fenomeni di anaerobiosi tali da rendere l'ambiente acquatico inidoneo per la fauna bentonica.

- Bacino Reno

Per il bacino del fiume Reno si hanno due stazioni sul fiume Reno, una a valle ed una a monte rispetto al tratto di attraversamento del territorio d'interesse; si hanno inoltre due stazioni sul torrente Samoggia, una in località Calcara, poco a Valle dell'immissione del corso d'acqua in territorio di Anzola Emilia e l'altra in località Forcelli. Una stazione infine si ha anche sul torrente Lavino nella località Lavino di Sotto.



Livello di inquinamento dei macrodescrittori

Il **Livello di Inquinamento dei Macrodescrittori (LIM)** si ottiene sommando i punteggi ottenuti da 7 parametri chimici e microbiologici "macrodescrittori", considerando il 75° percentile della serie delle misure. Il risultato viene quindi fatto rientrare in una scala con livelli di qualità decrescente da uno a cinque.

| Parametro | Livello 1 | Livello 2 | Livello 3 | Livello 4 | Livello 5 |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 100-OD (% sat.) | ≤ 10 | ≤ 20 | ≤ 30 | ≤ 50 | > 50 |
| BOD ₅ (O ₂ mg/L) | < 2,5 | ≤ 4 | ≤ 8 | ≤ 15 | > 15 |
| COD (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) | < 0,3 | ≤ 1,5 | ≤ 5,0 | ≤ 10,0 | > 10,0 |
| Fosforo t. (P mg/L) | < 0,07 | ≤ 0,15 | ≤ 0,30 | ≤ 0,60 | > 0,60 |
| <i>E.coli</i> (UFC/100 mL) | < 100 | ≤ 1.000 | ≤ 5.000 | ≤ 20.000 | > 20.000 |
| Punteggio | 80 | 40 | 20 | 10 | 5 |
| L.I.M. | 480 – 560 | 240 – 475 | 120 – 235 | 60 – 115 | < 60 |

| Classi di qualità | Valore E.B.I. | Giudizio | Colore di riferimento |
|-------------------|---------------|---|-----------------------|
| Classe I | 10-11-12 | Ambiente non alterato in modo sensibile | Azzurro |
| Classe II | 8-9 | Ambiente moderatamente alterato | Verde |
| Classe III | 6-7 | Ambiente alterato | Giallo |
| Classe IV | 4-5 | Ambiente molto alterato | Arancione |
| Classe V | 1-2-3 | Ambiente fortemente degradato | Rosso |

Indice biotico esteso

Il controllo biologico degli ambienti di acque correnti, basato sull'analisi delle comunità di macroinvertebrati, rappresenta un approccio complementare al controllo chimico-fisico, per giungere ad un giudizio sintetico sulla qualità complessiva dell'ambiente e stimare l'impatto che le diverse cause di alterazione determinano sulle comunità che colonizzano i corsi d'acqua. Con l'indice I.B.E si classifica la qualità di un corso d'acqua su di una scala che va da 12 (qualità ottimale) a 1 (massimo degrado), suddivisa in 5 classi di qualità.

Il valore IBE da utilizzare corrisponde alla media dei singoli valori rilevati durante l'anno nelle campagne di misura distribuite stagionalmente o rapportate ai regimi idrologici più appropriati per il corso d'acqua indagato.

Stato Ecologico dei Corsi d'Acqua

Per definire lo Stato Ecologico di un corpo idrico superficiale (SECA) si adotta l'intersezione

riportata in tabella, dove il risultato peggiore tra quelli di LIM e

| | CLASSE 1 | CLASSE 2 | CLASSE 3 | CLASSE 4 | CLASSE 5 |
|--------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|
| I.B.E. | ≥10 | 8-9 | 6-7 | 4-5 | 1, 2, 3 |
| L.I.M. | 480 – 560 | 240 – 475 | 120 – 235 | 60 – 115 | < 60 |

di IBE determina la classe di appartenenza.

Stato Chimico dei Corsi d'Acqua

La verifica della presenza di inquinanti è stata condotta su tutte le stazioni di tipo A significative, ovvero quelle stazioni che presentano un obiettivo vincolante ai sensi di legge, e sulle stazioni di tipo A ritenute di interesse. Anche per la valutazione dello stato di qualità chimica si deve applicare lo stesso parametro statistico del 75° percentile.

Stato Ambientale dei Corsi d'Acqua

Al fine dell'attribuzione dello Stato Ambientale del corso d'acqua (SACA), i dati relativi allo Stato

Ecologico

vanno

rapportati

con i dati

| Stato Ecologico ⇒ | Classe 1 | Classe 2 | Classe 3 | Classe 4 | Classe 5 |
|-------------------------------------|----------|----------|-------------|----------|----------|
| Concentrazione inquinanti Tab. 1 | | | | | |
| ≤ Valore Soglia | ELEVATO | BUONO | SUFFICIENTE | SCADENTE | PESSIMO |
| > Valore Soglia | SCADENTE | SCADENTE | SCADENTE | SCADENTE | PESSIMO |

relativi alla presenza degli inquinanti chimici indicati nella tabella 1 dell'Allegato 1 del decreto legislativo vigente, secondo lo schema riportato in tabella.

Nelle tabelle seguenti si riportano i dati relativi ai livelli di inquinamento espressi dai Macrodescrittori (LIM) e degli Indici Biotici Estesi (IBE), i dati relativi alla presenza di inquinanti chimici (per le sole stazioni 4 e 7) ed i dati complessivi relativi al raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale.

Con riferimento alla tab. 6.24 il Livello d'inquinamento espresso dai macrodescrittori (LIM) mette in luce, anche per il periodo 2005-2006, situazioni complessivamente inquinate o comunque alterate, in tutte le stazioni di valle, mentre l'unica stazione che rientra nel Livello 2 è quella in chiusura del bacino montano del fiume Reno a Casalecchio di Reno. Entrambe le stazioni sul Samoggia presentano livello 4, mentre quella sul Lavino livello 3. Per la stazione di Pieve di Cento sul fiume Reno si segnala un peggioramento con passaggio da un precedente livello 3 sino al 2005, ad un livello 4 nel 2006.

Con riferimento agli Indici Biotici Estesi (IBE), la sola stazione di Casalecchio per il Reno rientra in classe III, definendo una qualità scadente con "ambiente alterato"; la situazione qualitativa risulta invece peggiore sia per le due stazioni sul Samoggia che per quella sul Lavino, dove nel biennio 2005-2006 si registra un ambiente molto alterato. Non si hanno invece dati relativi alla stazione di Pieve di Cento sul fiume Reno.

Per quanto riguarda lo stato ecologico (SECA) dei corsi d'acqua, sia il Samoggia che il Lavino sono classificati in Classe 4, mentre il Reno, rientra in classe 3 nella stazione di monte (Casalecchio), ed in classe 4 per quella di valle (Pieve di Cento), facendo registrare un peggioramento rispetto al biennio precedente (tab. 6.26).

Con riferimento alla tab. 6.25, la verifica degli inquinanti chimici è stata effettuata per le sole due stazioni di tipo A e quindi in chiusura del bacino montano, per il Reno e a Forcelli, per il Samoggia; lo Stato dell'Ambiente 2005-2006 (SACA) fa registrare un complessivo peggioramento su entrambe le stazioni, con qualità ambientale scadente per il Reno, a fronte di uno stato sufficiente registrato nel biennio precedente e pessimo per il Samoggia, a fronte di uno stato ambientale scadente del biennio 2004-2005.

| LIM | | | | | | | | | | | IBE | | | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------|---|------|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------|
| 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2005-2006 | NOME STAZIONE | TIPO | CORPO IDRICO | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2005-2006 |
| 230 | 220 | 190 | 210 | 210 | 260 | 250 | 270 | 260 | 250 | 250 | Casalecchio chiusura bacino montano | AS | Reno | 7,0 | 7,5 | 6,0 | 6,0 | 6,5 | 6,7 | 6,9 | 7,0 | 6,6 | 6,6 | 6,6 |
| 185 | 100 | 175 | 115 | | 115 | 120 | 110 | 110 | 135 | 105 | Calcara | C | Samoggia | | | | | | 6,8 | | 7,0 | 5,0 | | 5,0 |
| 135 | 195 | 190 | 165 | 50 | 170 | 220 | 225 | 170 | 160 | 160 | Lavino di Sotto | C | Lavino | | | | | | 5,6 | 4,8 | 5,0 | | 5,0 | 5,0 |
| 65 | 60 | 70 | 75 | 85 | 80 | 90 | 85 | 95 | 95 | 85 | Nv. P.te s.p. trasv.di pianura-Forcelli | AI | Samoggia | | | | | | 4,2 | 4,2 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 |
| | | | | 110 | 160 | 150 | 120 | 120 | 160 | 110 | Pieve di Cento | C | Reno | | | | | | | | | | | |

tab.6.24 - Tabella dei Livelli di Inquinamento espresso dai Macrodescripttori e degli Indici Biotici Estesi

| CORPO IDRICO | STAZIONE | TIPO STAZ. | TIPO CORPO IDRICO | LIM 2005-2006 | IBE 2005-2006 | SECA 2005-2006 | Sostanze pericolose (Tab.1) | SACA 2005-2006 | Note |
|--------------|--|------------|-------------------|---------------|---------------|----------------|-----------------------------|----------------|------|
| T. SAMOGGIA | Nv. P.te s.p. trasv. di pianura-Forcelli | AI | C.i. naturali | 85 | 4,0 | Classe 4 | NO | SCADENTE | |
| C.le NAVILE | Castelmaggiore a valle scarico Bologna | B | C.i. artificiali | 55 | - | Classe 5 | NO | PESSIMO | |

tab. 6.25 - Verifica della presenza degli inquinanti chimici

| Macro descripttori (2004-2005) | | | | | | | LIM | | IBE | NOME STAZIONE | TIPO | CORPO IDRICO | STATO ECOLOGICO | STATO AMBIENTALE | OBIETTIVO 2008 | DEFICIT PUNTI | OBIETTIVO 2016 | DEFICIT PUNTI |
|--------------------------------|------------------|-----|-----------------|-----------------|-------|--------|-----------|-----------|-----------|---|------|--------------|-----------------|------------------|----------------|--------------------|----------------|--------------------|
| O ₂ | BOD ₅ | COD | NH ₄ | NO ₃ | P_TOT | E.Coli | 2005-2006 | 2005-2006 | 2005-2006 | | | | 2005-2006 | | | | | |
| 10 | 80 | 40 | 20 | 40 | 40 | 20 | 250 | 6,6 | 6,6 | Casalecchio chiusura bacino montano | AS | Reno | Classe 3 | Sufficiente | Sufficiente | Raggiunto | Buono | 1 livello IBE |
| 10 | 20 | 5 | 20 | 20 | 20 | 10 | 105 | 5,0 | 5,0 | Calcara | C | Samoggia | Classe 4 | | --- | | --- | |
| 10 | 40 | 20 | 20 | 20 | 40 | 10 | 160 | 5,0 | 5,0 | Lavino di Sotto | C | Lavino | Classe 4 | | --- | | --- | |
| 10 | 20 | 5 | 10 | 20 | 10 | 10 | 85 | 4,0 | 4,0 | Nv. P.te s.p. trasv.di pianura-Forcelli | AI | Samoggia | Classe 4 | Scadente | Sufficiente | 35 + 1 livello IBE | Sufficiente | 35 + 1 livello IBE |
| 10 | 20 | 10 | 20 | 20 | 20 | 10 | 110 | | | Pieve di Cento | C | Reno | Classe 4 | | --- | | --- | |

tab. 6.26 - Tabella dei Livelli di Inquinamento espresso dai Macrodescripttori, degli Indici Biotici Estesi e relativo raggiungimento degli Obiettivi

6.2.1.6 Criticità idraulica del territorio: fattori di pericolosità ed ambiti interessati

Le analisi topografiche, idrologiche, idrauliche e storiche condotte, a più riprese, a supporto della pianificazione d'area, hanno messo in luce come il territorio compreso tra il torrente Samoggia ed il fiume Reno, sia caratterizzato da problematiche di rischio idraulico diffuso: l'officiosità dei corsi d'acqua, soprattutto quelli minori, è in lunghi tratti ridotta, inferiore rispetto alla sollecitazione idrologica degli eventi di piena. Frequenti sono le alluvioni documentate nel territorio, dovute a sormonti e rotture degli argini costruiti nelle varie epoche storiche.

Sono eventi ancora vivi nella memoria la rotta del Samoggia dell'ottobre 1996 in comune di San Giovanni in Persiceto, la piena del Samoggia e del Lavino che provocò l'interruzione della linea ferroviaria Bologna-Milano nel novembre 1999 e la recente piena del Reno del novembre 2000.

Per quanto riguarda il rischio idraulico del sistema fluviale, si fa riferimento, per il fiume Reno, a quanto elaborato dall'Autorità di bacino del Reno.

Con riferimento alla cartografia elaborata nel Piano stralcio per l'assetto idrogeologico, è stata indicata nella tavola QC.6/t5 "Criticità Idrauliche", il "Limite di possibile sormonto arginale per piene con tempi di ritorno 100 anni".

Per quanto riguarda il reticolo idrografico minore, al fine di identificare le emergenze che interessano i territori dei comuni ricompresi entro l'Associazione Terre d'Acqua, si riportano nella Tav. QC.6/t5 "Criticità Idrauliche", le più importanti criticità presenti sul territorio in esame come indicate dal Consorzio della Bonifica Reno-Palata, suddivise per comune.

Comune di Anzola dell'Emilia

1. Scolo Sanguinettola Alta a monte della ferrovia BO-MI - la criticità deriva dall'impatto idraulico delle aree urbanizzate di Lavino di Mezzo e di tutta l'area Artigianale "1° Maggio" e "2 Giugno" - al fine di mitigare tale impatto è previsto il completamento delle vasche di laminazione sul corso d'acqua;
2. Scolo Lavinello a monte della ferrovia BO-MI - la criticità deriva dall'impatto idraulico delle aree urbanizzate esistenti e future a monte e valle della Via Emilia, fra il Capoluogo ed il Torrente Martignone - al fine di mitigare tale impatto è prevista la realizzazione di una vasca di laminazione a servizio del corso d'acqua;
3. Scolo Cavanella - la criticità deriva dall'immissione acque fognarie dei comparti D1 e D4 - Fabbri 1905 S.p.A. - Tale comparto che, per la parte artigianale è già in corso di esecuzione, prevede la realizzazione di una vasca di laminazione delle fognature prima dell'immissione nello scolo stesso. La valutazione idraulica definitiva è stata rinviata alla predisposizione del Piano Particolareggiato relativo al completamento del comparto D1 e del comparto C1.

Comune di Calderara di Reno

4. Scolo Dosolo - la criticità è legata all'immissione di pubbliche fognature all'origine dello scolo stesso - è prevista la realizzazione di una vasca di laminazione a servizio dello scolo, al fine di evitare le frequenti esondazioni derivanti dall'immissione delle pubbliche fognature (già progettata preliminarmente dal Comune di Calderara di Reno);
5. Scolo Peloso - la criticità è legata all'immissione di pubbliche fognature della zona Artigianale "Commenda" all'origine dello scolo stesso - è prevista la realizzazione di una vasca di laminazione a servizio dello scolo, al fine di evitare le possibili esondazioni derivanti dall'immissione delle pubbliche fognature (già progettata preliminarmente dal Comune di Calderara di Reno);

6. Scolo Peloso - la criticità è legata all'immissione di pubbliche fognature del Capoluogo - è previsto il completamento della vasca di laminazione a servizio dello scolo, al fine di evitare le possibili esondazioni derivanti dall'immissione delle pubbliche fognature, in parte già realizzata tra l'abitato e la Tangenziale (è in corso, a cura del Comune di Calderara, l'iter procedurale per autorizzare ai lottizzanti l'esecuzione delle opere di completamento);
7. Scolo Calderara Superiore - la criticità è legata all'immissione di pubbliche fognature all'origine dello scolo stesso a monte della ferrovia BO-VR - è prevista la realizzazione di una vasca di laminazione a servizio dello scolo, al fine di evitare le frequenti esondazioni derivanti dall'immissione delle pubbliche fognature (in corso di progettazione a cura del Comune di Calderara di Reno).

Comune di Crevalcore

8. Fosso di Gà - la criticità è legata all'immissione di pubbliche fognature relative alla zona EST del Capoluogo - è prevista la realizzazione di vasca di laminazione a servizio del corso d'acqua, al fine di evitare le frequenti esondazioni derivanti dall'immissione delle pubbliche fognature (già progettata preliminarmente da SORGEA);
9. Scolo Limite - la criticità è legata all'immissione di pubbliche fognature relative alla zona OVEST del Capoluogo - E' prevista la realizzazione di una vasca di laminazione a servizio dello scolo, al fine di evitare le possibili esondazioni derivanti dall'immissione delle pubbliche fognature;
10. Probabile fenomeno di "subsidenza", sul quale occorre indagare in modo specifico, che influisce sul territorio limitrofo al Capoluogo e riduce la pendenza motrice naturale dei corsi d'acqua superficiali deputati a garantire il deflusso delle acque meteoriche verso lo Stabilimento Idrovoro di Bondeno. Se tale fenomeno sarà confermato, in relazione alle dimensioni dello stesso, potrebbe essere necessario intervenire in maniera sostanziale sui canali di bonifica, e/o addirittura, realizzare impianti idrovori intermedi sugli stessi canali;
11. Canale Collettore delle Acque Alte - criticità legata alla sicurezza il territorio della Frazione di Palata Pepoli - è prevista la realizzazione di Cassa di Espansione del Canale Collettore.

Comune di Sala Bolognese

12. Fiumi Reno e Samoggia - Impianto idrovoro di "Bagnetto" - Completamento dei lavori di realizzazione del Nuovo Impianto Idrovoro "Il Conte", in sostituzione di quello esistente. L'opera, di cui è stato realizzato il 1° Stralcio, è finanziata dalla Regione Emilia Romagna e vedrà la realizzazione del 2° stralcio fra il 2007 ed il 2009. Il 3° Stralcio, che renderà l'Impianto Idrovoro realmente operativo, deve a tutt'oggi trovare ancora finanziamento specifico da parte della Regione stessa;
13. Canali di bonifica Scolo Fossadone, Scolo 33, Scolo Dosoletto di Bagno - criticità derivante dagli effetti negativi dei fenomeni di subsidenza presenti nella zona (in questo caso già studiata e verificata nelle dimensioni) - per la riduzione degli effetti negativi sono previsti interventi specifici nel territorio del Capoluogo e nella Frazione di Sala sui canali di bonifica suddetti;
14. Scolo Dosolo - criticità connessa con gli effetti della subsidenza - Da effettuare uno studio e valutazione sul regime idraulico dello scolo, in funzione degli effetti connessi con i fenomeni di subsidenza (tale studio potrebbe identificare la necessità di sovralzare le arginature del canale stesso o, in alternativa, aumentare le dimensioni della Cassa di Laminazione già esistente);

15. Rete delle pubbliche fognature della frazione di Osteria Nuova - Completamento degli interventi strutturali alla rete e completamento del sistema di laminazione già parzialmente realizzato (già progettato preliminarmente dall'Ing. Puppini).

Comune di S. Giovanni in Persiceto

16. Scoli Muccinello, Romita e Grassello - criticità derivante dagli interventi di urbanizzazione nell'abitato del Capoluogo dove i corsi d'acqua sono ormai vincolati in maniera pressante dalle abitazioni e dai giardini delle stesse. Tale situazione è vissuta in maniera negativa dagli abitanti che colgono esclusivamente il disturbo derivante dai canali anche perché il Consorzio, per mancanza di piste di transito, non è in grado di eseguire la corretta manutenzione degli stessi - è previsto il ripristino della funzionalità idraulica e/o valorizzazione ambientale degli scoli;
17. Probabile fenomeno di "subsidenza", sul quale occorre indagare in modo specifico, che influisce sul territorio ad OVEST della Frazione di Decima e riduce la pendenza motrice naturale dei corsi d'acqua superficiali deputati a garantire il deflusso delle acque meteoriche verso lo Stabilimento Idrovoro di Bondeno. Se tale fenomeno sarà confermato, in relazione alle dimensioni dello stesso, potrebbe essere necessario intervenire in maniera sostanziale sui canali di bonifica, e/o addirittura, realizzare impianti idrovori intermedi sugli stessi canali
18. Rete delle pubbliche fognature della frazione di Decima - Studio e valutazione della situazione fognaria della frazione relativamente allo smaltimento delle acque meteoriche. Gli eventi del Settembre 2005 hanno portato alla luce gli effetti di disfunzioni idrauliche che, ancorché relative soprattutto alla rete fognaria, possono trovare soluzione anche attraverso interventi specifici e diversificati sul territorio posto ad OVEST della frazione.

Comune di Sant'Agata

19. Scolo Cerchia, ad OVEST del Capoluogo e dello Scolo Lametta ad EST del Capoluogo - criticità connessa con le probabili esondazioni derivanti dall'immissione delle pubbliche fognature relative all'incremento di urbanizzazioni del Capoluogo - è prevista la realizzazione dei sistemi di laminazione a servizio dei corsi d'acqua (già progettati preliminarmente dal Comune);
20. Ripristino funzionalità idraulica e/o valorizzazione ambientale del Canal Chiaro, nel tratto a monte della Via Persiceto (S.P. 255) ed a valle dell'abitato del Capoluogo, ormai vincolato in maniera pressante dalle abitazioni e dai giardini delle stesse. Tale situazione è vissuta in maniera negativa dagli abitanti che colgono esclusivamente il disturbo derivante dal canale anche perché il Consorzio, per mancanza di piste di transito, non è in grado di eseguire la corretta manutenzione degli stessi.

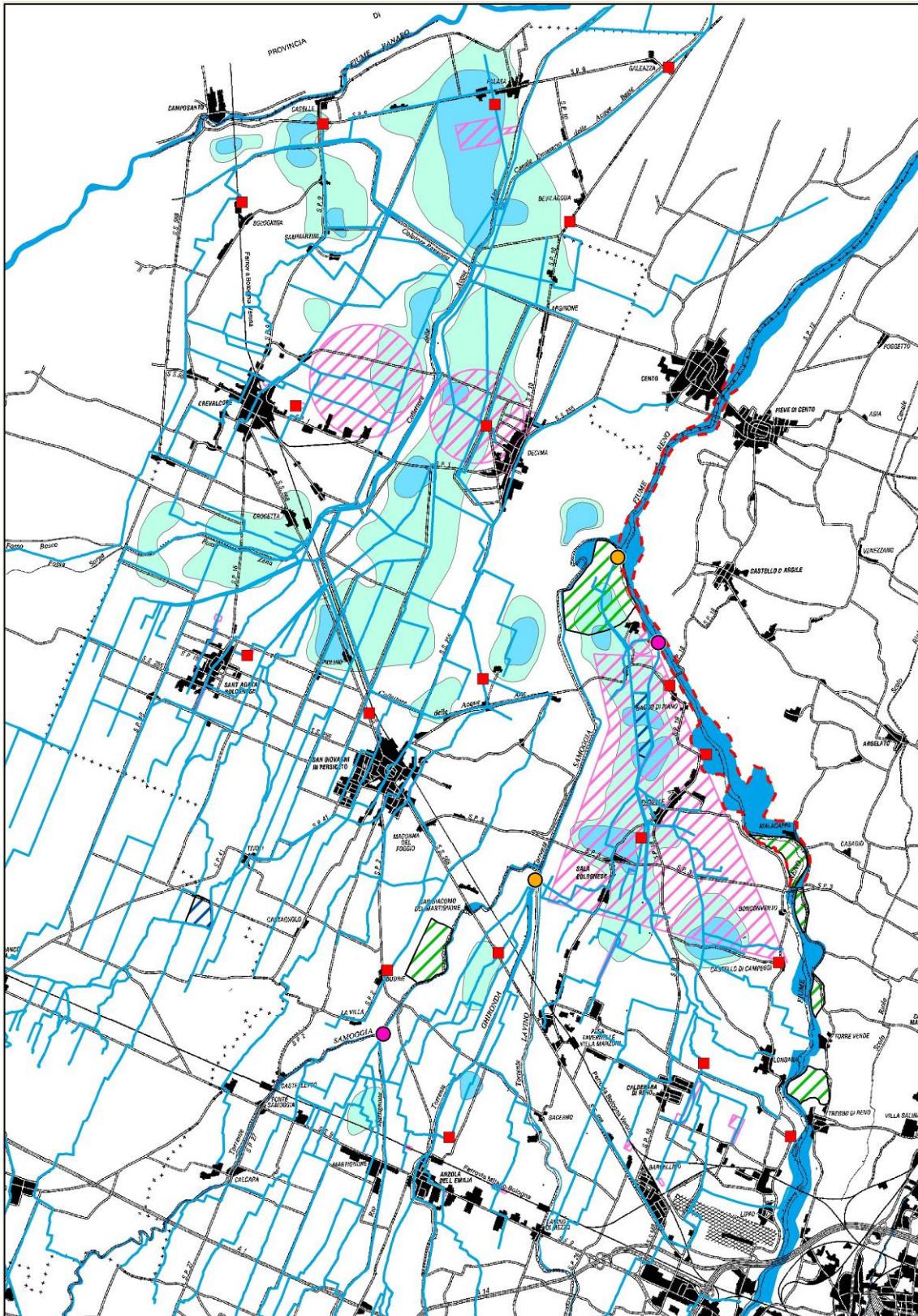


Fig. 6.47 - Criticità idrauliche su base semplificata

Oltre alle situazioni puntuali sopra riportate il Consorzio della Bonifica segnala anche alcune situazioni di criticità diffusa relativamente a:

- Le reti fognarie di acque miste delle aree urbanizzate, sia residenziali che produttive dei comuni interessati, sono tali da determinare con una certa frequenza il

funzionamento degli scaricatori di piena sui canali di bonifica. Ciò determina una situazione critica in relazione alla qualità delle acque che, nel periodo estivo, vengono utilizzate a fini irrigui. Inoltre, la possibilità di disservizi dei sollevamenti meccanici nell'ambito di tali sistemi fognari, può determinare fenomeni di grave inquinamento puntuale.

- La morfologia naturale del comprensorio, sul quale defluiscono i reflui provenienti dai territori dei comuni di Bologna, Zola Predosa, Crespellano, Castelfranco Emilia, Ravarino e Nonantola, aggrava le problematiche qualitative delle acque presenti nei canali di bonifica.
- L'accumulo di sostanze "inquinanti" nei sedimenti presenti sul fondo dei canali determina situazioni di criticità legate alle periodiche operazioni di espurgo, necessarie al ripristino dell'efficienza idraulica dei canali stessi. In particolare, il materiale asportato dal fondo è frequentemente non idoneo ad essere trattato secondo le consuete procedure attuate dal consorzio; infatti, le normative vigenti ne prevedono lo smaltimento in discariche speciali i cui costi non possono essere imputati alla contribuzione consortile.
- Considerato che la totalità dei depuratori scaricano nei canali di bonifica, utilizzati anche a scopo irriguo, è fondamentale la loro costante efficienza per non inficiare la qualità delle acque utilizzate per l'agricoltura, L'esperienza di questi anni ha evidenziato che le maggiori criticità riguardano i depuratori di S. Giovanni in Persiceto (capoluogo e Decima), Crevalcore (tutti), Sant'Agata Bolognese capoluogo.

Nella cartografia sono state riportate, quali elementi di criticità, anche le aree morfologicamente depresse, distinte in "aree morfologicamente depresse a deflusso idrico difficoltoso" e "Aree morfologicamente depresse e/o a debolissima pendenza".

6.2.2 ACQUE SOTTERRANEE

Nel corso degli ultimi decenni, sono stati promossi vari studi che hanno portato ad una conoscenza sempre più dettagliata circa la definizione della struttura generale degli acquiferi presenti nel territorio regionale (Regione Emilia Romagna, 1998), la caratterizzazione idrogeologica degli acquiferi più superficiali e le loro relazioni con gli acquiferi profondi (Farina et al., 1997), le caratteristiche di vulnerabilità degli acquiferi (Acoser, 1996).

6.2.2.1 Struttura idrogeologica

Per la comprensione del modello idrogeologico della pianura, è necessario fare riferimento a quanto illustrato nel paragrafo relativo all'evoluzione geologica e paleogeografica della presente relazione (paragrafi 6.1.1.1 e 6.1.1.2), 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 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 fiume Po, con un acquifero a sabbie prevalenti, idrogeologicamente connesso con il fiume stesso.

| UNITÀ IDROSTRATIGRAFICHE | | | | ETÀ (milioni di anni) | SCALA CRONO- STRATIGRAFICA (milioni di anni) | | |
|--------------------------|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------------|--|-------------------|-------------------------------|
| GRUPPO ACQUIFERO | COMPLESSO ACQUIFERO | SISTEMA ACQUIFERO | SISTEMA ACQUITARDO | | | | |
| A | A1 | | | ~ 0.12 | PLEISTOCENE SUPERIORE 0.125 | | |
| | A2 | | | | | | |
| | A3 | | | | | | |
| | A4 | | | | | | |
| B | B1 | | | ~ 0.35-0.45 | | PLEISTOCENE MEDIO | |
| | B2 | | | | | | |
| | B3 | | | | | | |
| | B4 | | | | | | |
| C | C1 | | | ~ 0.65 | | | PLEISTOCENE INFERIORE 0.89 |
| | C2 | | | | | | |
| | C3 | | | | | | |
| | C4 | | | | | | |
| | C5 | | | | | | |
| ACQUITARDO BASALE | | | | ~ 3.9 | PLIOCENE SUPERIORE 1.72 PLIOCENE MEDIO-SUPERIORE 3.55 PLIOCENE INF. MIOCENE | | |

Secondo le recenti ricerche condotte negli ultimi anni dall'Ufficio Geologico della RER²⁴, 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.

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

²⁴ REGIONE EMILIA ROMAGNA & AGIP - Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia Romagna - 1998

immagazzinato (maggiore nel primo), oltre che sullo spessore e sulla continuità areale dei livelli impermeabili delle diverse unità.

- 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*.

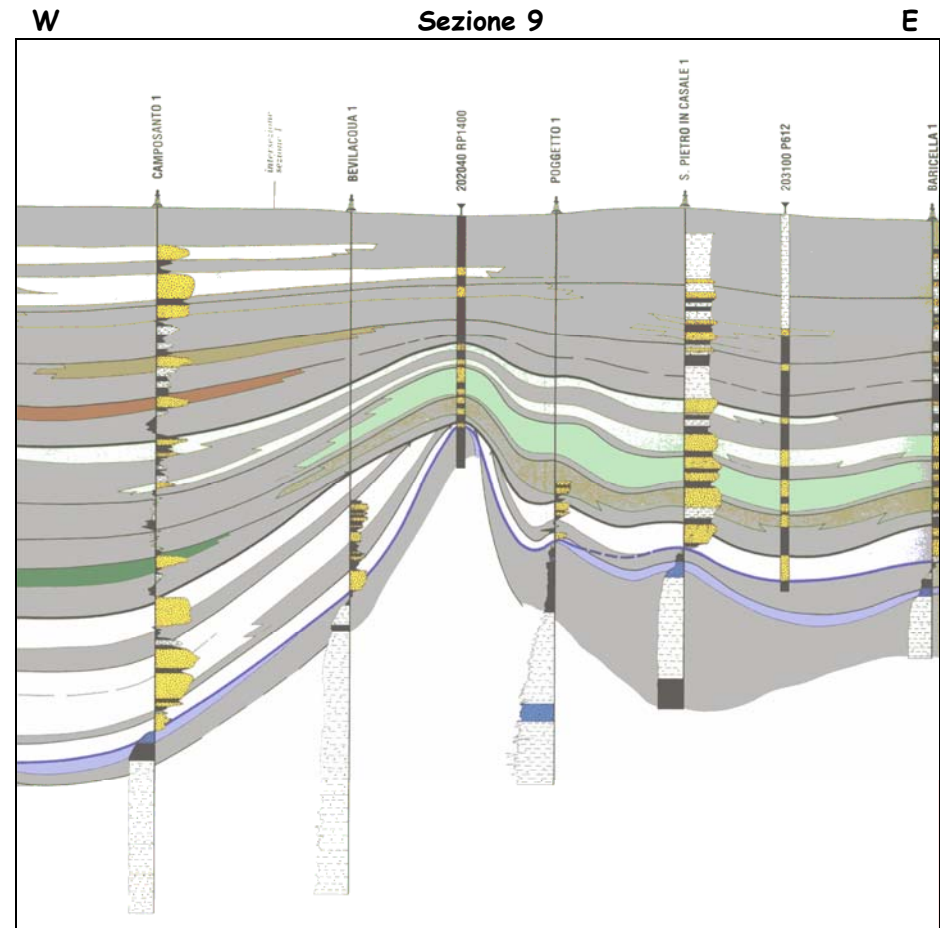
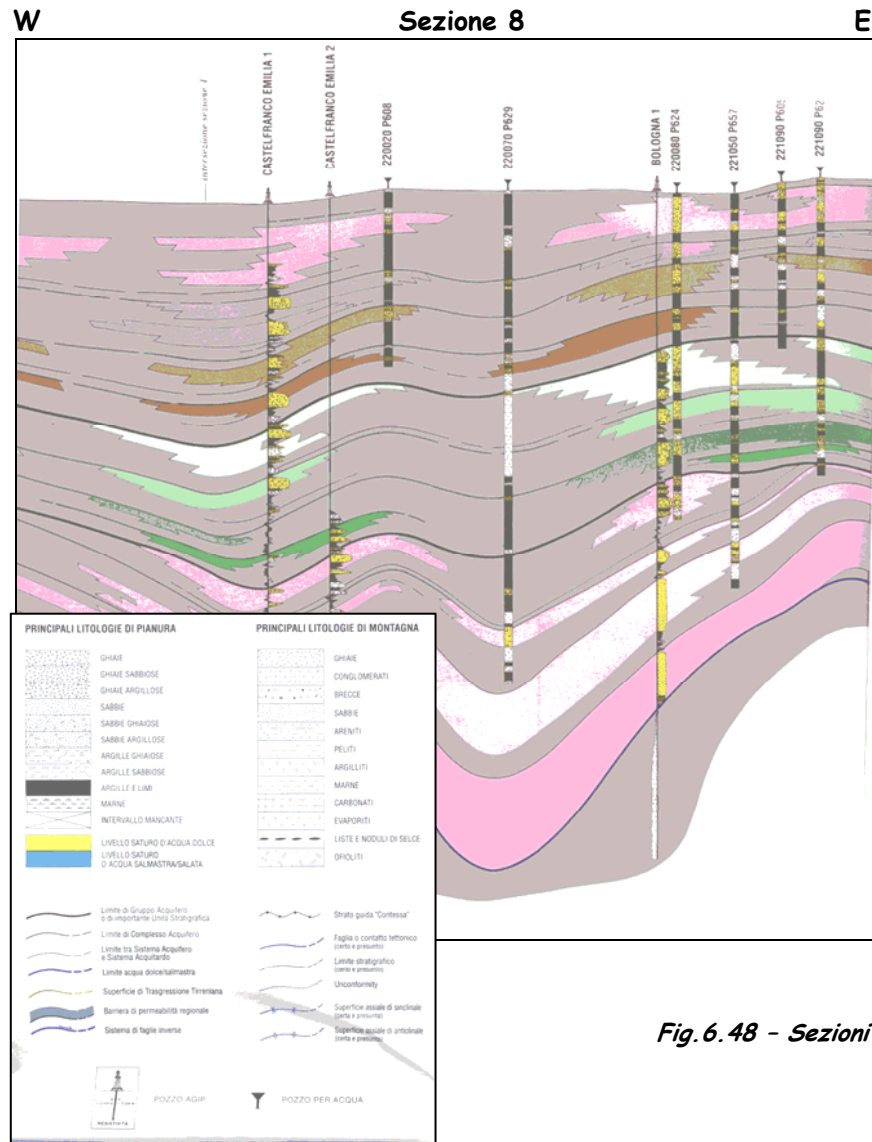


Fig.6.48 - Sezioni idrostratigrafiche n.8 e n.9⁹

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.

La superficie di separazione fra le acque "dolci" e quelle "salate" ha un andamento paragonabile a quello della base del Pliocene, ma con una profondità compresa tra circa 100-150 m, nella zona meridionale e settentrionale, per poi scendere nella parte centrale del territorio, sino a circa 300 m nella zona di Sant'Agata Bolognese - San Giovanni in Persiceto.

In generale il Coefficiente di Immagazzinamento Specifico (S_{sm}) assume valori con variabilità sempre più ridotta passando dal Gruppo Acquifero A al Gruppo Acquifero C in cui tende a stabilizzarsi intorno al valore di $10^{-6} m^{-1}$; questo trend è in accordo con l'entità della compattazione che cresce dal Gruppo Acquifero A al Gruppo Acquifero C.

Uno studio approfondito sulla struttura geologica ed idrogeologica della conoide del fiume Reno è stato condotto nell'ambito del progetto denominato Stochastic Analysis of Well Head Protection and Risk Assessment (W-SAHARA) finanziato dalla Comunità Europea, finalizzato alla analisi di applicazioni di metodologie stocastiche per la perimetrazione della zona di cattura di pozzi idrici, nel quale sono attualmente impegnati il Comune di Bologna e Seabo S.p.A. Gli approfondimenti condotti nell'ambito del citato progetto di ricerca W-Sahara consentono una descrizione dettagliata della struttura geologica della conoide del Fiume Reno; sulla base di tale studio, riportato nella Relazione Geologica a corredo del quadro Conoscitivo del PSC del Comune di Bologna a cura del Dott. Fiori Alberto, al quale di seguito si fa riferimento, sono state identificate le seguenti unità idrogeologiche:

- Acquifero A1
- Acquitardo Alfa
- Acquifero A2, A3, A4 (unità acquifere accorpate in una singola unità denominata A234)
- Acquitardo Delta
- Acquifero B
- Acquitardo Epsilon
- Acquifero C

La figura 6.49 fornisce uno schema di comparazione fra la nomenclatura utilizzata in letteratura nell'ambito della definizione delle unità geologiche riconosciute, cui si è fatto riferimento in precedenza, e la denominazione delle unità idrogeologiche proposta più recentemente.

| Sistema Acquifero | | | Acquitardi | Falde |
|-------------------|----|-----|------------|-----------|
| A | A1 | A1a | | SUP3-SUP4 |
| | | A1b | | SUP2 |
| | | A1c | | SUP1 |
| | | | Alfa | Profondo |
| | A2 | | | |
| | A3 | | | |
| | A4 | | | |
| | | | Delta | |
| B | | | | |
| | | | Epsilon | |
| C | | | | |

Fig. 6.49 - Quadro riassuntivo delle unità geologiche ed idrogeologiche riconosciute

Vengono di seguito descritte le principali caratteristiche delle unità idrogeologiche identificate.

Acquifero A1

Rappresenta l'acquifero più superficiale. È stato descritto tramite 53 log di sondaggi geognostici e 232 log di pozzi. Di geometria cuneiforme, presenta spessori variabili da 24-28 m in prossimità del margine collinare a 65-70 m nelle zone più distali. Il rapporto $[(gh+sb)/tot]$ fra spessore cumulato delle ghiaie (gh) e lo spessore totale (tot) varia da 0.6 a 0.8 in corrispondenza del conoide del Fiume Reno. Lateralmente ad esso raggiunge rapidamente valori inferiori a 0.2. L'Acquifero A1 ospita un articolato complesso di falde superficiali.

Acquitardo Alfa

Questo acquitardo costituisce un importante elemento di suddivisione all'interno del Gruppo Acquifero A, separando il complesso delle falde superficiali dal complesso delle falde profonde. È caratterizzato da spessori variabili da 1-3 m in corrispondenza delle zone più prossime all'apice di conoide a 8-12 m in corrispondenza dei campi pozzo "Borgo Panigale" e "Tiro a Segno" gestiti da Seabo. Spessori maggiori, pari a 15-20 m, si riscontrano nei settori più settentrionali.

È stato descritto tramite 39 log di sondaggi geognostici e 183 log di pozzi. I depositi che lo costituiscono sono prevalentemente di tipo limoso-argilloso, con locali intercalazioni grossolane. Il rapporto $[gh+sb]/tot$ fra lo spessore cumulato di ghiaie (gh) e sabbie (sb) sullo spessore totale è generalmente pari a 0-0.2 mostrando, tuttavia, locali picchi superiori a 0.8. L'esistenza di settori di interessati dalla presenza di elevate percentuali di sedimenti a granulometria grossolana e, quindi, ad elevata permeabilità, evidenzia la presenza di discontinuità dell'acquitardo (Guadagnini et al., 2002) e, conseguentemente, la possibilità di comunicazione fra le falde superficiali, localmente interessate da fenomeni di contaminazione, e profonde, utilizzate a scopo idropotabile.

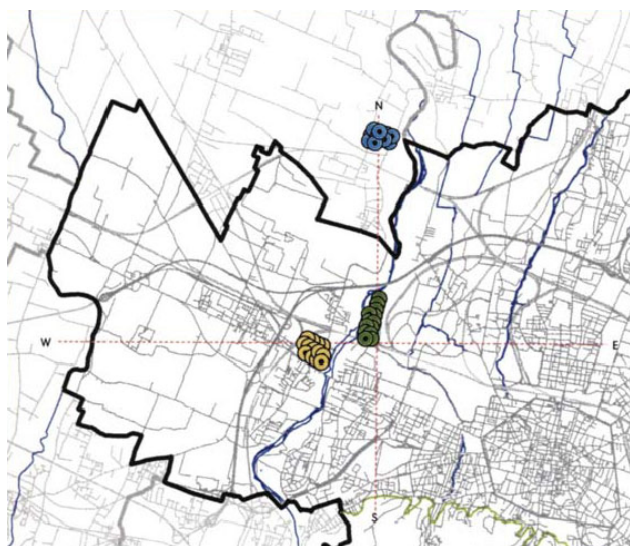


Fig. 6.50 - Ubicazione sezioni idrogeologiche

| Acquiferi | Acquitrardi | Falde |
|---|-------------|------------|
| A1 | ALFA | Sup4-Sup3 |
| A234 | BETA | — Sup2 |
| B | GAMMA | — Sup1 |
| C | DELTA | — Profonda |
| Epsilon | | |
| Unità collinari argillose, limose, sabbiose | | |

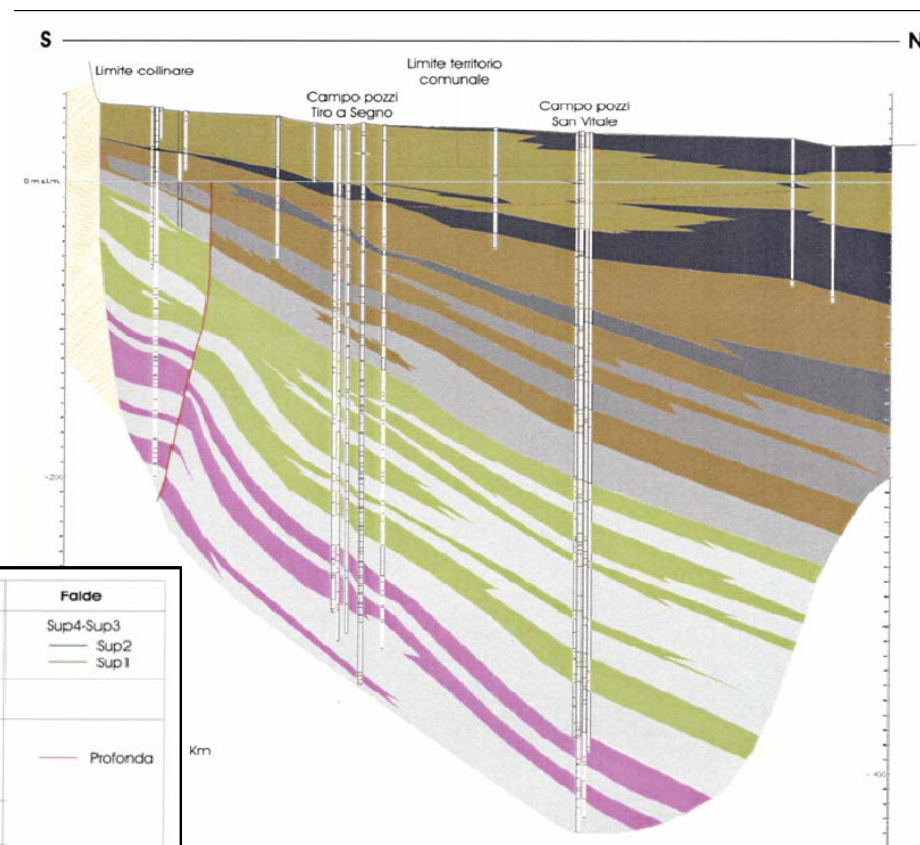


Fig. 6.51 - Sezioni idrogeologiche

La struttura geologica dell'area in esame è stata definita attraverso l'analisi di sondaggi e stratigrafie di pozzi idrici e tramite la ricostruzione di appropriate sezioni idrogeologiche riportate dall'Atlante Ambientale del Comune di Bologna allegato al 2° rapporto sullo stato dell'ambiente 2002.

Acquifero A2+A3+ A4 (A234)

La porzione dell'acquifero A sottostante l'Acquitardo Alfa è costituita dalle sottounità denominate A2, A3 e A4 separate da due acquitardi di rango analogo all'Acquitardo Alfa. Il corpo acquifero è noto in base a 192 pozzi ed a n. 6 sondaggi geognostici. Le conoscenze sono concentrate intorno ai principali centri di pompaggio. Non consentendo i dati disponibili al momento della analisi una dettagliata descrizione delle singole sottounità, esse sono state accorpate all'interno di una singola Unità geologica, denominata A234 il cui spessore complessivo varia da 40 a 160 m, aumentando in direzione Sud-Nord. Il rapporto $[(g+s)/tot]$ presenta valori pari a 0.8-1 in corrispondenza della conoide alluvionale. L'Acquifero A234 è sede di una falda profonda confinata caratterizzata, come verrà successivamente descritto, da livelli piezometrici differenziati.

Acquitardo Delta

L'Acquitardo Delta si localizza tra gli acquiferi A e B. La geometria di base e tetto dell'orizzonte acquitardo è stata determinata sulla base di 105 dati log.

Lo spessore è compreso tra 20 e 25 m (23 in corrispondenza dei campi pozzo "Borgo Panigale" e "Tiro a Segno"). I depositi sono prevalentemente limoso-argillosi, con locali intercalazioni grossolane. Il rapporto $[(gh+sb)/tot]$ è generalmente pari a 0-0.15.

Acquifero B

È stato descritto tramite 2 log di sondaggi geognostici e 73 log di pozzi. Le conoscenze sono concentrate quasi esclusivamente intorno ai principali centri di pompaggio. Lo spessore complessivo varia da 15 a 150 m, aumentando in direzione Nord. Una sensibile riduzione dello spessore totale dell'acquifero (riconosciuta in corrispondenza del centro storico di Bologna) è connessa a motivi di attività tettonica. Il contenuto in depositi permeabili, calcolati in base al rapporto $[(gh+sb)/tot]$ presenta valori pari a 0.6-0.7. Il gruppo acquifero B è sede di una falda profonda confinata.

Acquitardo Epsilon

L'Acquitardo Epsilon separa gli acquiferi B e C. Nell'ambito dell'area in esame lo spessore varia da 15 a 25 m. È stato descritto tramite 74 log di pozzi, localizzati principalmente in corrispondenza dei centri di prelievo Seabo. I depositi che lo costituiscono sono essenzialmente siltoso-argillosi, con locali intercalazioni di sedimenti a granulometria grossolana. Il rapporto $[(gh+sb)/tot]$ è generalmente pari a 0-0.2.

Acquifero C

La scarsità dei dati attualmente disponibili (72 log) non consentono una dettagliata descrizione dell'Acquifero C, sede di un acquifero profondo confinato.

6.2.2.2 Censimento pozzi e piezometria

Nella fase preliminare sono stati raccolti tutti i dati esistenti sui pozzi presenti all'interno del territorio dell'Associazione, 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 Reno per il territorio del bacino del Samoggia e presso il Servizio Tecnico di Bacino Panaro e Destra Secchia per il territorio del bacino del Panaro.

I dati raccolti presso il STB Panaro e Destra Secchia, qualora già non lo fossero, sono stati informatizzati attraverso l'ubicazione georeferenziata dei pozzi e la creazione di un data base associato (distinto per comune di appartenenza), 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).

Per quanto riguarda il territorio di competenza dell'Autorità di Bacino del fiume Reno, i dati sono stati forniti dal servizio di Bacino che dispone di un data base informatizzato interno.

Per i pozzi ad uso extra-domestico il data base associato è sostanzialmente analogo a quello relativo ai pozzi del bacino Panaro, vengono quindi specificati:

- 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, comune di appartenenza ed individuazione catastale;
- il riferimento, relativo al tipo di pratica presentata;
- l'uso, distinto in irriguo (I), zootecnico (Z), industriale (IN), igienico ed assimilabili (IG);
- la data di perforazione, quando nota;
- il diametro;
- la profondità;
- la portata massima di emungimento;
- i m³ annui;

Per i pozzi domestici si dispone solamente dell'ubicazione.

Un cenno a parte va fatto per il campo acquifero San Vitale in cui trovano collocazione 12 pozzi ad uso acquedottistici, la cui ubicazione è riportata nella figura seguente.

Il campo pozzi di San Vitale dispone di una batteria di dodici pozzi profondi da 400 m a 450 m che intercettano diversi livelli dell'acquifero della conoide del fiume Reno a partire da circa 95 m di profondità. In questo caso l'acquifero *alfa* risulta di potenza pari a 15 m, con profondità media della superficie di base pari a circa 85 m dal p.c., mentre *delta* 30 m di potenza con base a 235 m da p.c.; conseguentemente tutti i filtri dei pozzi risulta posti al di sotto di *alfa* e al di sopra di *delta*.

Per una migliore caratterizzazione del campo pozzi si rimanda alla scheda fornita da ATO5 e riportata in Appendice 2.

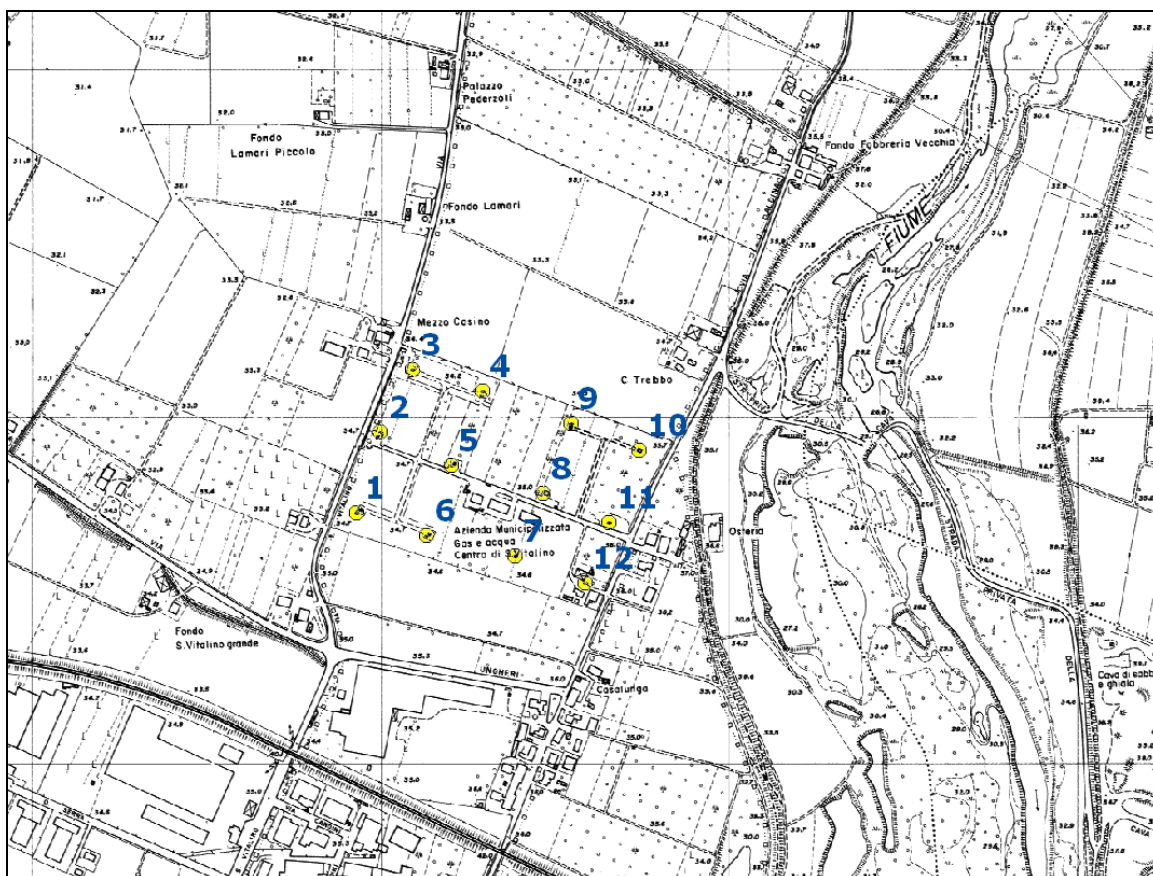


Fig. 6.52 - Ubicazione pozzi acquedottistici San Vitale

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., si è tuttavia spostato alla misurazione dei pozzi ad uso domestico, verificata l'impossibilità ad 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 dell'Associazione. Ove possibile oltre alla misura dei pozzi superficiali (domestici) sono state effettuate anche alcune misure di pozzi profondi (extradomestici).

Nella tabella 6.27 sono riportati i dati rilevati in campagna relativi alla piezometria e soggiacenza di ciascun pozzo misurato.

Nelle tavole della "Piezometria della falda acquifera superficiale" (tav. QC6/t8) e della "Soggiacenza della falda acquifera superficiale" (tav. QC6/t9), l'andamento della piezometria e della soggiacenza è stato rappresentato tramite curve isopiezometriche principali, aventi equidistanza di 0,5 m.

Nel territorio comunale la falda acquifera presenta soggiacenza abbastanza regolare, con valori mediamente compresi tra 1,00 m e 3,00 m di profondità dal piano di campagna.

Per quanto riguarda l'acquifero profondo, dalle misure effettuate in alcuni pozzi extradomestici, che considerata la scarsità dei dati a disposizione non sono stati riportati, è stato rilevato che il livello statico si attesta a profondità variabili mediamente comprese tra 15,00 m ed i 30,00 m dal piano campagna. Le curve isopiezometriche presentano andamento decrescente da sud verso nord, con valori massimi nella zona di Anzola Emilia (40,0 m s.l.m.) e valori minimi nella zona nord del territorio comunale di Crevalcore (11,0 m s.l.m.).

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.

| Id Pozzo | Soggiacenza (m da p.d.c.) | Quota pozzo (m s.l.m.) | Piezometria (m s.l.m.) |
|----------|---------------------------|------------------------|------------------------|
| 1 | -2,90 | 19,40 | 16,50 |
| 2 | -1,60 | 18,50 | 16,90 |
| 3 | -3,00 | 17,40 | 14,40 |
| 4 | -3,00 | 15,70 | 12,70 |
| 5 | -3,30 | 15,30 | 12,00 |
| 6 | -3,10 | 13,60 | 10,50 |
| 7 | -3,30 | 17,90 | 14,60 |
| 8 | -5,50 | 18,40 | 12,90 |
| 9 | -1,50 | 17,30 | 15,80 |
| 10 | -1,20 | 17,00 | 15,80 |
| 11 | -2,80 | 17,50 | 14,70 |
| 12 | -3,10 | 18,20 | 15,10 |
| 13 | -3,50 | 20,20 | 16,70 |
| 14 | -3,30 | 20,50 | 17,20 |
| 15 | -3,30 | 21,00 | 17,70 |
| 16 | -2,80 | 20,80 | 18,00 |
| 17 | -3,90 | 21,50 | 17,60 |
| 18 | -3,40 | 19,30 | 15,90 |
| 19 | -2,10 | 17,50 | 15,40 |
| 20 | -3,10 | 19,00 | 15,90 |
| 21 | -3,50 | 17,40 | 13,90 |
| 22 | -2,60 | 15,70 | 13,10 |
| 23 | -2,80 | 17,80 | 15,00 |
| 24 | -1,40 | 20,60 | 19,20 |
| 25 | -2,90 | 21,40 | 18,50 |
| 26 | -2,40 | 18,10 | 15,70 |
| 27 | -2,80 | 19,00 | 16,20 |
| 28 | -2,10 | 18,00 | 15,90 |
| 29 | -2,80 | 18,00 | 15,20 |
| 30 | -1,60 | 16,60 | 15,00 |
| 31 | -2,60 | 17,00 | 14,40 |
| 32 | -2,80 | 17,00 | 14,20 |
| 33 | -2,50 | 17,40 | 14,90 |
| 34 | -3,20 | 19,50 | 16,30 |
| 35 | -3,30 | 19,70 | 16,40 |
| 36 | -2,70 | 16,20 | 13,50 |
| 37 | -3,70 | 16,10 | 12,40 |
| 38 | -5,70 | 19,10 | 13,40 |
| 39 | -4,50 | 21,00 | 16,50 |
| 40 | -4,40 | 20,50 | 16,10 |
| 41 | -3,00 | 21,10 | 18,10 |
| 42 | -2,40 | 18,20 | 15,80 |
| 43 | -1,90 | 20,40 | 18,50 |
| 44 | -2,80 | 18,30 | 15,50 |
| 45 | -3,00 | 17,90 | 14,90 |
| 46 | -3,70 | 19,90 | 16,20 |
| 47 | -4,90 | 21,20 | 16,30 |
| 48 | -1,50 | 20,70 | 19,20 |
| 49 | -4,10 | 23,30 | 19,20 |
| 50 | -4,50 | 22,40 | 17,90 |

| Id Pozzo | Soggiacenza (m da p.d.c.) | Quota pozzo (m s.l.m.) | Piezometria (m s.l.m.) |
|----------|---------------------------|------------------------|------------------------|
| 51 | -2,60 | 23,30 | 20,70 |
| 52 | -1,00 | 33,30 | 32,30 |
| 53 | -0,80 | 30,30 | 29,50 |
| 54 | -2,80 | 27,70 | 24,90 |
| 55 | -0,90 | 31,30 | 30,40 |
| 56 | -3,20 | 23,60 | 20,40 |
| 57 | -1,15 | 22,60 | 21,45 |
| 58 | -2,00 | 23,30 | 21,30 |
| 59 | -2,45 | 24,40 | 21,95 |
| 60 | -2,45 | 24,20 | 21,75 |
| 61 | -2,80 | 26,90 | 24,10 |
| 62 | -2,60 | 28,80 | 26,20 |
| 63 | -2,40 | 26,30 | 23,90 |
| 64 | -3,05 | 22,80 | 19,75 |
| 65 | -3,60 | 23,50 | 19,90 |
| 66 | -3,00 | 23,40 | 20,40 |
| 67 | -1,90 | 23,40 | 21,50 |
| 68 | -3,90 | 22,50 | 18,60 |
| 69 | -3,80 | 24,50 | 20,70 |
| 70 | -3,00 | 23,60 | 20,60 |
| 71 | -5,00 | 27,70 | 22,70 |
| 72 | -1,10 | 23,80 | 22,70 |
| 73 | -1,10 | 25,50 | 24,40 |
| 74 | -2,30 | 15,30 | 13,00 |
| 75 | -2,20 | 17,40 | 15,20 |
| 76 | -2,30 | 16,20 | 13,90 |
| 77 | -2,70 | 17,20 | 14,50 |
| 78 | -6,30 | 17,10 | 10,80 |
| 79 | -3,40 | 15,90 | 12,50 |
| 80 | -2,90 | 17,30 | 14,40 |
| 81 | -2,10 | 18,80 | 16,70 |
| 82 | -3,30 | 17,10 | 13,80 |
| 83 | -1,80 | 20,10 | 18,30 |
| 84 | -1,00 | 21,00 | 20,00 |
| 85 | -3,20 | 21,20 | 18,00 |
| 86 | -3,00 | 21,70 | 18,70 |
| 87 | -3,00 | 23,10 | 20,10 |
| 88 | -2,80 | 24,30 | 21,50 |
| 89 | -0,90 | 28,00 | 27,10 |
| 90 | -4,20 | 27,50 | 23,30 |
| 91 | -1,40 | 23,00 | 21,60 |
| 92 | -2,40 | 26,80 | 24,40 |
| 93 | -2,20 | 20,70 | 18,50 |
| 94 | -1,70 | 20,50 | 18,80 |
| 95 | -2,70 | 19,80 | 17,10 |
| 96 | -2,90 | 19,60 | 16,70 |
| 97 | -2,90 | 18,60 | 15,70 |
| 98 | -3,30 | 16,30 | 13,00 |
| 99 | -2,30 | 18,30 | 16,00 |
| 100 | -2,80 | 18,90 | 16,10 |
| 101 | -2,40 | 18,90 | 16,50 |
| 102 | -3,30 | 18,50 | 15,20 |
| 103 | -3,70 | 19,60 | 15,90 |
| 104 | -2,90 | 20,10 | 17,20 |
| 105 | -4,20 | 20,30 | 16,10 |

| Id Pozzo | Soggiacenza (m da p.d.c.) | Quota pozzo (m s.l.m.) | Piezometria (m s.l.m.) |
|----------|---------------------------|------------------------|------------------------|
| 106 | -2,90 | 21,10 | 18,20 |
| 107 | -3,10 | 21,60 | 18,50 |
| 108 | -4,70 | 21,40 | 16,70 |
| 109 | -0,40 | 24,80 | 24,40 |
| 110 | -5,10 | 25,00 | 19,90 |
| 111 | -2,20 | 26,80 | 24,60 |
| 112 | -2,90 | 28,10 | 25,20 |
| 113 | -3,70 | 22,30 | 18,60 |
| 114 | -6,60 | 22,30 | 15,70 |
| 115 | -2,90 | 21,30 | 18,40 |
| 116 | -2,50 | 21,90 | 19,40 |
| 117 | -2,90 | 21,50 | 18,60 |
| 118 | -3,40 | 21,60 | 18,20 |
| 119 | -2,40 | 21,40 | 19,00 |
| 120 | -3,50 | 20,30 | 16,80 |
| 121 | -5,30 | 22,50 | 17,20 |
| 122 | -3,40 | 19,20 | 15,80 |
| 123 | -1,30 | 18,10 | 16,80 |
| 124 | -1,90 | 17,80 | 15,90 |
| 125 | -2,20 | 23,50 | 21,30 |
| 126 | -4,00 | 21,50 | 17,50 |
| 127 | -3,20 | 22,00 | 18,80 |
| 128 | -1,00 | 22,00 | 21,00 |
| 129 | -2,70 | 22,80 | 20,10 |
| 130 | -2,40 | 24,30 | 21,90 |
| 131 | -4,00 | 24,10 | 20,10 |
| 132 | -3,10 | 23,90 | 20,80 |
| 133 | -4,00 | 20,60 | 16,60 |
| 134 | -5,80 | 39,10 | 33,30 |
| 135 | -5,00 | 35,00 | 30,00 |
| 136 | -6,30 | 36,30 | 30,00 |
| 137 | -3,40 | 33,00 | 29,60 |
| 138 | -3,90 | 32,80 | 28,90 |
| 139 | -1,40 | 35,70 | 34,30 |
| 140 | -3,40 | 36,60 | 33,20 |
| 141 | -3,00 | 38,20 | 35,20 |
| 142 | -2,40 | 41,70 | 39,30 |
| 143 | -0,50 | 39,30 | 38,80 |
| 144 | 0,00 | 37,80 | 37,80 |
| 145 | 0,00 | 38,10 | 38,10 |
| 146 | 0,00 | 39,60 | 39,60 |
| 147 | -1,50 | 38,70 | 37,20 |
| 148 | -2,00 | 42,50 | 40,50 |
| 149 | -1,70 | 34,70 | 33,00 |
| 150 | -2,40 | 37,20 | 34,80 |
| 151 | -3,80 | 32,00 | 28,20 |
| 152 | -3,30 | 33,60 | 30,30 |
| 153 | -7,30 | 29,20 | 21,90 |
| 154 | 0,00 | 23,40 | 23,40 |
| 155 | -2,00 | 22,30 | 20,30 |
| 156 | -1,50 | 24,50 | 23,00 |
| 157 | -3,80 | 24,50 | 20,70 |
| 158 | -4,70 | 32,90 | 28,20 |

| | | | |
|-----|-------|-------|-------|
| 159 | -4,90 | 32,00 | 27,10 |
| 160 | -2,50 | 30,10 | 27,60 |

tab. 6.27 - Misure piezometriche eseguite sui pozzi nei mesi di marzo ed aprile 2007

6.2.2.3 Idrochimica

Per la caratterizzazione quali-quantitativa delle acque sotterranee, si è fatto riferimento ai dati riportati nel report relativo al "Monitoraggio delle acque sotterranee della Provincia di Bologna - monitoraggio anni 2002-2006" a cura di Arpa, scaricabile dal sito di Arpa²⁵, oltre che ai dati associati relativi ai risultati del monitoraggio sulla rete provinciale al periodo 2002-2005 e all'anno 2006.

Si precisa che la classificazione delle acque sotterranee è stata effettuata sulla base delle indicazioni del D.lgs 152/99 e non del successivo D.lgs 152/06.

La classificazione delle acque sotterranee, secondo il D.Lgs. 152/99 e s.m.i., prevede la determinazione di uno stato chimico o qualitativo, di uno stato quantitativo o di equilibrio idrogeologico e di uno stato ambientale o quali-quantitativo che rappresenta una lettura congiunta delle due classificazioni precedenti.

La classificazione qualitativa: per la Classificazione qualitativa, il D.Lgs. 152/99 e s.m.i. definisce 5 classi qualitative (vedi tabella a fianco) individuate in funzione dei valori di concentrazione di sette parametri chimici di base.

La classificazione è determinata dal valore peggiore di concentrazione riscontrato nelle analisi dei diversi parametri di base. La

| | |
|---------------------|--|
| 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.

classe attribuita deve però essere corretta in relazione ai valori di concentrazione rilevati nel monitoraggio di altri parametri addizionali.

In particolare il superamento della soglia riportata per ogni singolo inquinante, sia inorganico che 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.

In realtà la situazione si presenta a volte complessa soprattutto quando si verificano casi in cui un parametro indirizza la classificazione verso la classe 0 (ad esempio il ferro), mentre all'opposto un altro parametro la indirizza verso la classe 4 (ad esempio i nitrati). In questi casi si opera come di seguito indicato:

- quando i nitrati superano i valori di 50 mg/l, l'attribuzione è di classe 4, così come superando la soglia di 25 mg/l, la classe da attribuire alle acque sotterranee è la classe 3, anche se si presentano uno o più parametri indicatori di classe 0; analogamente, per quanto attiene i metalli (se è appurata un'origine antropica) e i composti organici, in caso di superamento dei valori soglia indicati nella tabella 9, si attribuisce alle acque sotterranee la classe 4, anche se sono presenti uno o più parametri indicatori di classe 0.

Nella norma non sono contenute informazioni precise in merito all'orizzonte temporale di riferimento per l'utilizzo dei dati lasciando una certa libertà nella scelta del periodo temporale stesso, da cui trarre le determinazioni analitiche.

²⁵ www.arpa.emr.it/Bologna

In Fig. 6.53 si riporta l'ubicazione delle stazioni di monitoraggio della rete regionale di monitoraggio delle acque sotterranee in Provincia di Bologna ed in particolare entro il territorio dell'Associazione Terre D'Acqua.

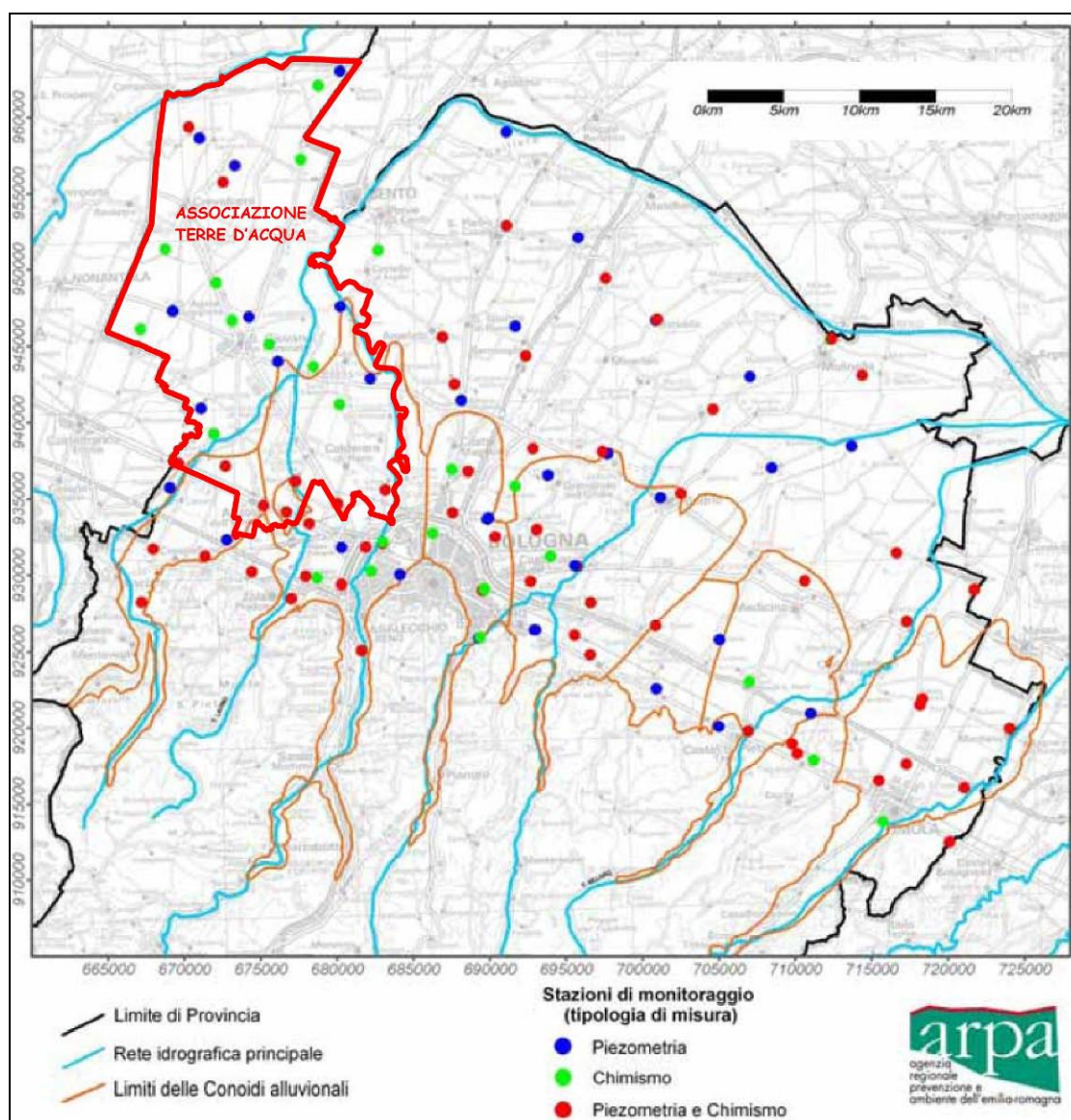


Fig. 6.53 - Ubicazione stazioni di monitoraggio della rete regionale di monitoraggio delle acque sotterranee in Provincia di Bologna

Coerentemente con la rete di monitoraggio provinciale, anche all'interno del territorio dell'Associazione si ha una distribuzione volutamente disomogenea, della distribuzione dei punti di prelievo degli acquiferi profondi, con una maggiore densità nelle zone di conoide alluvionale rispetto alla piana alluvionale appenninica e deltizia padana.

Il report relativo al "Monitoraggio delle acque sotterranee della Provincia di Bologna - monitoraggio anni 2002-2006" a cura di Arpa non definisce una cartografia di riferimento per i parametri significativi che concorrono alla definizione dello stato qualitativo, definisce invece una distribuzione generale in classi per l'intero territorio provinciale, per il quinquennio in esame. Associati al report sono stati pubblicati i dati qualitativi relativi al periodo 2002-2005 e all'anno 2006; per scelta dell'ente, non vengono fornite le coordinate dei punti di misura trattandosi spesso di pozzi ad uso privato.

Sono tuttavia stati fornite le indicazioni che hanno permesso di associare ad ogni comune i pozzi della rete di monitoraggio corrispondenti, permettendo quindi di effettuare valutazioni qualitative sui principali parametri.

Di seguito vengono commentati i principali parametri rilevati nei pozzi della rete per il periodo 1996-2000 (dati PTCP Provincia di Bologna), per il periodo 2002-2005 e per l'anno 2006 (report "Il monitoraggio delle acque sotterranee della Provincia di Bologna - monitoraggio anni 2002 - 2006").

Si precisa che i dati relativi al 2002-2005 e all'anno 2006 sono dati puntuali relativi ai singoli punti di misura e non si hanno invece rappresentazioni dell'andamento temporale dei parametri significativi; la lettura dei dati sotto riportati deve quindi essere effettuata in tale ottica.

Temperatura

La variazione termica rilevata nel periodo 2002-2005 fa registrare un valore minimo di 13.4° C nel territorio comunale di Anzola e massimi termici di 18.6° C a Crevalcore; nel 2006 la variazione termica oscilla da un minimo di 11.9 °C a Crevalcore, ad un massimo di 19.2 °C nel territorio di Sala Bolognese. Tali valori risultano completamente in linea con quanto rilevato negli anni passati. Questo sottolinea una contenuta escursione termica, indice di un buon equilibrio dinamico degli acquiferi profondi.

Conducibilità elettrica specifica

Questo parametro, correlato al contenuto salino delle acque, risulta relativamente omogeneo sul territorio dell'Associazione; nel periodo 1996-2000, presentava valori mediamente inferiori a 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ su la quasi totalità del territorio dell'associazione comunale Terre d'Acqua, con valori mediamente maggiori (tra 1000 e 1400 $\mu\text{S}/\text{cm}$) solamente nella zona settentrionale di Crevalcore. Nel periodo 2002-2005 si sono registrati valori minimi di conducibilità nel territorio di Sala Bolognese (251 $\mu\text{S}/\text{cm}$) e massimi nel territorio di Calderara, con valori di circa 869 $\mu\text{S}/\text{cm}$; nel corso del 2006 entrambi i valori massimi e minimi sono stati registrati nel territorio comunale di Crevalcore, con minimo pari a 519 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e massimi pari a 1249 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Durezza

Nel periodo 2002-2005, sui territori comunali la durezza si attestava mediamente su valori compresi tra 21.5 $\text{CaCO}_3\text{mg}/\text{l}$ a Crevalcore e 590 $\text{CaCO}_3\text{mg}/\text{l}$ a Calderara. Nel 2006 i valori risultavano invece compresi tra 203 $\text{CaCO}_3\text{mg}/\text{l}$ a Crevalcore e 560 $\text{CaCO}_3\text{mg}/\text{l}$ a Calderara.

Solfati e Cloruri

Questi due parametri presentano un andamento analogo: nell'areale della provincia di Bologna si osservano valori contenuti, ascrivibili alle Classi 1 e 2 della Classificazione dei parametri di base. I valori più elevati dei Solfati sono concentrati nelle conoidi Savena e Reno-Lavino in relazione alla presenza a monte di substrati gessosi. *Solfati*: nel periodo 1996-2000 la quasi totalità del territorio dell'Associazione presentava concentrazioni medie dei solfati inferiori a 25 mg/l ; solamente nella zona sud-orientale di Calderara di Reno i valori medi risultavano un po' più elevati, compresi tra 25 e 75 mg/l . Nel periodo 2002-2005 l'andamento dei solfati ha fatto registrare valori massimi a Crevalcore (104 mg/l); nel 2006 il massimo, pari a 83 mg/l è stato registrato nel territorio comunale di Calderara di Reno. *Cloruri*: la concentrazione media dei cloruri nel periodo 1996-2000 presentava valori minimi (<10 mg/l) nella parte centrale del territorio dell'Associazione (comuni di Sala Bolognese e San Giovanni in Persiceto), progressivamente crescenti sia verso sud che verso nord; a Calderara, Sant'Agata Bolognese ed Anzola Emilia i valori di concentrazione erano compresi tra 10-25 mg/l , mentre a Crevalcore le concentrazioni presentavano un progressivo aumento dalla zona sud-orientale (conc. 10-25 mg/l) alla zona nord-occidentale, dove si registravano valori massimi di oltre 100 mg/l . Nel periodo 2002-2005 si registravano valori minimi di 5,9 mg/l e massimi di 164 mg/l , entrambi nel territorio comunale di Crevalcore; nel 2006 i valori oscillano tra un minimo di 2.4 mg/l nel territorio di Sala Bolognese e massimi di 129,4 mg/l a Crevalcore.

Composti azotati

Le procedure di classificazione delle acque sotterranee, in base al D. Lgs. 152/99, assegnano una particolare importanza al parametro nitrati al fine della valutazione dello "stato ambientale" delle acque. I nitrati sono responsabili, in buona parte del territorio della Regione Emilia Romagna ed in particolare nell'area occidentale, dello scadimento della classificazione qualitativa delle acque sotterranee. Nel territorio dell'Associazione le concentrazioni di nitrati nelle falde profonde sono generalmente basse: nell'anno 2000 il valore di concentrazione dei *nitrati* si manteneva complessivamente basso su tutto il territorio dell'Associazione comunale Terre d'Acqua, con valori

ovunque inferiori a 10 mg/l; si segnala tuttavia un complessivo aumento di concentrazione nel periodo 1987-2000, con valori comunque inferiori ai 4 mg/l/anno, su buona parte del territorio. Nel periodo 2002-2005 si segnala nel territorio di San Giovanni in Persiceto, concentrazione dei nitrati in leggero aumento con valori di pari a 18.2 mg/l; nel 2006 la concentrazione massima, pari a 17.2 mg/l è stata registrata nel territorio comunale di Anzola Emilia. La presenza di *Azoto ammoniacale*, di origine non antropica, è tipica della bassa pianura dove gli acquiferi sono confinati e caratterizzati da condizioni riducenti. Le concentrazioni a volte sono piuttosto elevate, fino a 10 mg/l. La concentrazione media dell'ammoniaca nel 2000 era complessivamente inferiore a 5 mg/l su tutto il territorio, con valori decrescenti da nord a sud, con massimi (2-5 mg/l) nella parte settentrionale (Crevalcore e zona nord di San Giovanni) e minimi nella parte meridionale di Calderara di Reno. Nel periodo 1987-2000 si registra inoltre una complessiva diminuzione di concentrazione su buona parte del territorio dell'Associazione. Nel periodo 2002-2005 si segnalano valori massimi di concentrazione, pari a 13.0 mg/l, registrati nel territorio comunale di Calderara di Reno. *Ione ammonio* la concentrazione media dello ione ammonio nel periodo 1996 - 2000 presentava una distribuzione progressivamente crescente da sud verso nord; a Calderara si registravano i valori minimi di concentrazione < 0.06 mg/l, mentre i valori massimi, con concentrazioni comprese tra 2-5 mg/l si registravano nella zona settentrionale, che comprendeva la quasi totalità del territorio comunale di Crevalcore e la parte più settentrionale di San Giovanni in Persiceto. La parte centrale del territorio (buona parte di San Giovanni, Sala e Sant'Agata Bolognese) presentava valori compresi tra 1-2 mg/l. Nel 2006 i valori si mantengono complessivamente inferiori 4 mg/l.

Ferro e Manganese

La presenza di entrambi gli elementi è correlata alle condizioni di basso potenziale redox: livelli significativi di questi metalli sono tipici della media e bassa pianura ricomprendendo anche la porzione di conoide distale, spesso in associazione all'ammoniaca. *Ferro Totale*: nel periodo 1996-2000, i valori minimi di concentrazione di ferro totale (< 20 µg/l) si registravano nelle acque sotterranee della zona meridionale di Calderara di Reno, mentre la maggior parte dei territori comunali presentava concentrazioni medie comprese tra 500 e 5000 µg/l; due aree a concentrazione maggiore (compresa tra 5000 e 15000 µg/l) si riconoscevano a cavallo tra San Giovanni in Persiceto e Sala Bolognese e nella parte nord-occidentale di Crevalcore. Nel periodo 2002-2005 la concentrazione minima, registrata nel territorio comunale di Calderara di Reno, è risultata pari a 30 µg/l, mentre la concentrazione massima, pari a 20.741 µg/l è stata riscontrata a Sala Bolognese; nel 2006 l'andamento dei valori minimi e massimi ricalca, grosso modo quanto visto nel periodo precedente, con minimi a Calderara (70 µg/l) e massimi a Sala Bolognese (22.250 µg/l).

Manganese: valori massimi di concentrazione di manganese (compresi tra 500 e 1000 µg/l) si registravano nella zona meridionale del territorio, a cavallo tra i comuni di Calderara di Reno e Anzola Emilia; la parte restante di questi due comuni, così come buona parte del territorio comunale di Sala Bolognese, presentava concentrazioni medie di manganese comunque elevate (250-500 µg/l), mentre il resto del territorio si assestava su valori medi di concentrazione compresi tra 100-250 µg/l. Nel periodo 2002-2005 il valore minimo (30 µg/l) è stato registrato a San Giovanni in Persiceto, mentre il valore massimo (1930 µg/l) nel territorio di Calderara di Reno; nel 2006 il valore minimo (30 µg/l) è stato registrato nel territorio di Sala Bolognese, mentre il valore massimo (127730 µg/l) a Calderara di Reno.

Arsenico

La presenza di Arsenico, di origine naturale e quindi non antropica, si riscontra in concentrazioni fino a 90 µg/l in aree della pianura alluvionale appenninica e padana, ma anche, con concentrazioni minori, nelle porzioni distali delle conoidi del Samoggia e del Panaro in associazione a Fe, Mn e ione ammonio.

Composti organo-alogenati volatili.

La presenza di queste sostanze è correlata alle attività antropiche industriali-artigianali. L'areale di distribuzione è tipicamente pedecollinare. Dai dati 2006 si riscontrano le concentrazioni più significative nelle conoidi alluvionali del Reno-Lavino e di Savena-Idice. In particolare si segnala la presenza di trielina e tetracloroetilene.

Fitofarmaci

Della settantina di principi attivi ricercati nelle stazioni a screening completo non sono mai state rilevate concentrazioni superiori al limite di soglia strumentale, compreso tra 0.01 e 0.05 µg/l.

Metalli pesanti

La ricerca di metalli quali Cadmio, Cromo, Cobalto, e Mercurio non ha mai concentrazioni superiori al valore soglia della tabella 21 dell'allegato 1 del D.Lgs. 152/99. Dette soglie si collocano ben al di sopra dei livelli di attenzione sia ambientale che sanitaria. Per quanto attiene a Piombo e Nichel normalmente si osservano nella quasi totalità dei prelievi concentrazioni inferiori al limite di rilevabilità analitica. Basse concentrazioni si riscontrano invece in zona di area pedemontana industrializzata.

Con riferimento alla classificazione qualitativa, in base ai risultati emersi dallo studio di Arpa, tutto il territorio dell'Associazione rientra in Classe O, che rappresenta acque classificate in classe 4, ma la cui qualità non è dovuta a fattori antropici ma a condizioni naturali dell'acquifero.

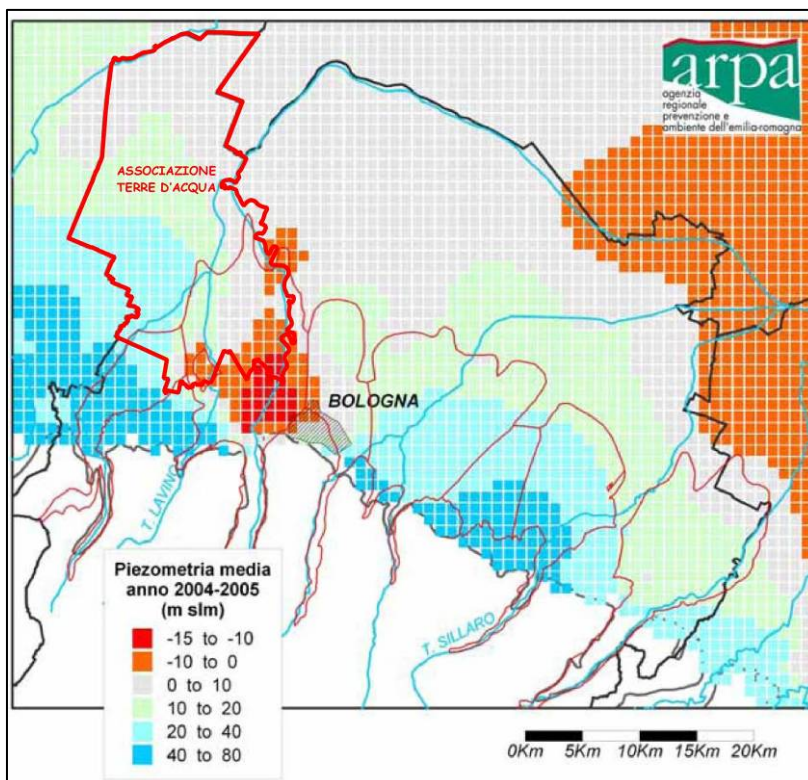
La classificazione quantitativa: la classificazione quantitativa deve essere basata sulle alterazioni misurate o previste delle condizioni di equilibrio idrogeologico e individua 3 classi (vedi tabella).

Dalle definizioni risulta evidente l'importanza che riveste, per il mantenimento delle condizioni di sostenibilità

| | |
|-----------------|--|
| 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. |

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.

Per la classificazione quantitativa viene fatto riferimento alle serie storiche di dati piezometrici

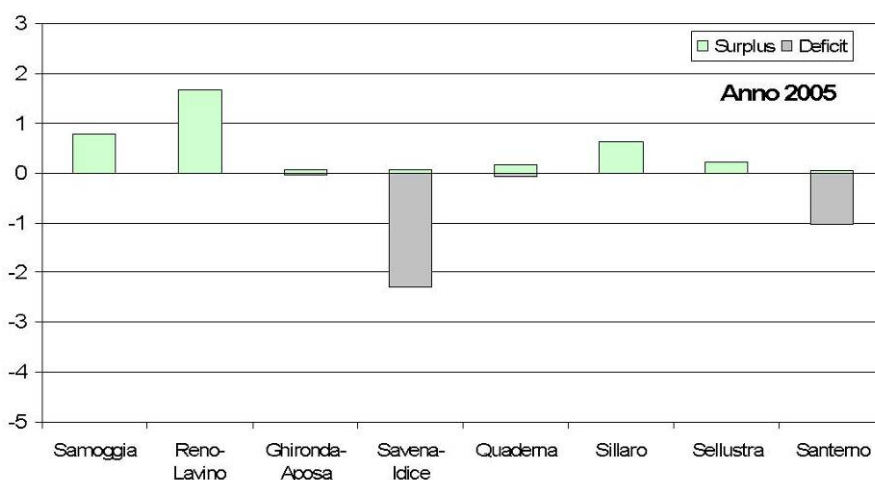
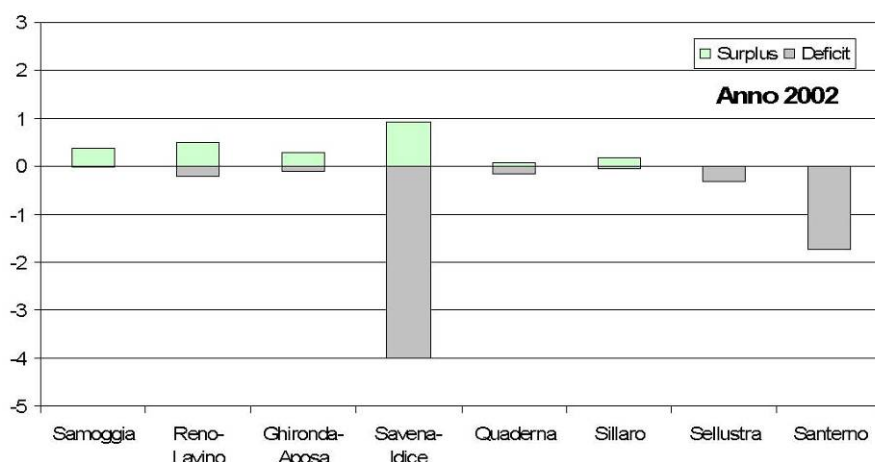


relative alla rete regionale di monitoraggio delle acque sotterranee, che insiste sul territorio regionale dal 1976. Attraverso le serie storiche è stato possibile calcolare il trend della piezometria e successivamente attraverso il coefficiente di immagazzinamento è stato calcolato il deficit idrico o il surplus idrico di una porzione di territorio di 1 Km² all'interno del quale ricade il pozzo. Lo studio di Arpa sulla ricostruzione della piezometria nel territorio provinciale di Bologna evidenzia nell'area della conoide del Fiume Reno i minimi valori, addirittura inferiori al livello medio del mare per una consistente porzione della

conoide stessa, valori di piezometria che solo nella zona di bassa pianura possono essere considerati come naturali. Ciò fa sì che la falda si trovi in condizioni fortemente disturbate ed è il risultato dei prelievi che insistono nella conoide da diversi decenni. Tale fenomeno di abbassamento non trova tuttavia riscontro nel trend della piezometria calcolato dal 1976 al 2002, testimoniando sostanzialmente che l'abbassamento piezometrico è avvenuto prima degli anni '70, ovvero prima dell'istituzione della rete di monitoraggio.

Con riferimento ai territori dell'Associazione Terre d'Acqua si evidenzia un abbassamento progressivo dalla zona sud-occidentale a quella settentrionale; una nota a parte richiede certamente la zona sud-orientale (territorio di Calderara di Reno) in cui in cui si segnalano abbassamenti evidenti riconducibili alle cause sopra descritte.

Di seguito si riporta il grafico relativo al surplus e deficit idrico delle conoidi alluvionali della Provincia di Bologna espressi in milioni di metri cubi all'anno contenuta contenuto nello studio di Arpa.



Il calcolo del deficit idrico, tenendo conto del trend piezometrico e dell'immagazzinamento degli acquiferi, evidenzia al 2002 valori debolmente deficitari per le conoidi del Samoggia, Reno-Lavino e Ghironda-Aposa, che interessano i territori in esame. L'aggiornamento del bilancio idrico al 2005 evidenzia un miglioramento che si traduce in un aumento del surplus sia per la conoide del Samoggia che per quella del Reno-Lavino.

Lo stato ambientale: Lo stato ambientale delle acque sotterranee è definito dalle cinque classi riportate nella tabella seguente; esse vengono determinate attraverso la sovrapposizione delle cinque classi di qualità con le quattro classi di quantità.

| | |
|-----------------------------|--|
| ELVATO | 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 |

Nella tabella si nota l'incidenza della classificazione qualitativa Classe 0 nei confronti dello stato ambientale in quanto, indipendentemente dalle condizioni di sfruttamento quantitativo, questa origina lo stato naturale particolare. Inoltre la differenziazione tra le Classi 2 e 3, basata sul solo valore di concentrazione dei nitrati, determina, nel caso di non eccessivo sfruttamento della risorsa (classi quantitative A e B), il passaggio tra lo stato di buono e quello di sufficiente. Lo stato ambientale scadente può essere il risultato di una combinazione solo parzialmente negativa, come ad esempio la sovrapposizione della Classe qualitativa 4 con la Classe quantitativa A oppure della Classe qualitativa 2 con la Classe quantitativa C. L'attribuzione dello stato ambientale per i singoli corpi idrici sotterranei viene spesso rappresentata con istogrammi che riportano in percentuale, le numerosità per ogni data classe rispetto al totale.

Come evidenziato dall'immagine riportata in fig. 6.54, estratta della cartografia allegata al report relativo al "Monitoraggio delle acque sotterranee della Provincia di Bologna - monitoraggio anni 2002-2006" a cura di Arpa, lo Stato Ambientale delle acque sotterranee nei territori dell'Associazione Terre d'Acqua è definito "Particolare", ovvero si riscontrano *"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 qualitativo"*.

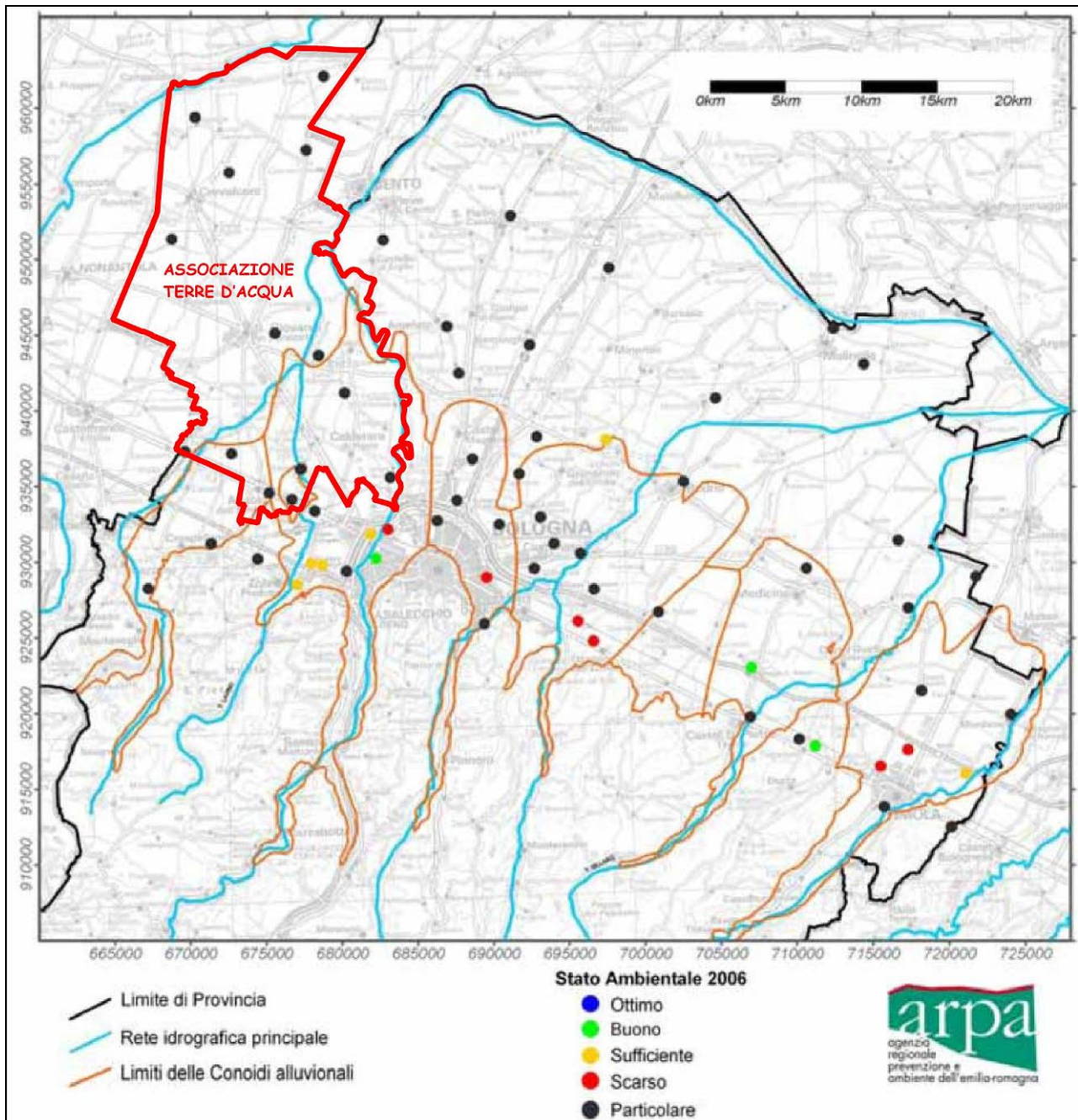


Fig. 6.54 - Stato ambientale delle acque sotterranee riferito all'anno 2006.

6.2.2.4 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 l'elaborazione della Carta della Vulnerabilità dell'acquifero all'inquinamento (tavola QC.6/t10) si è partiti dall'analisi delle cartografie esistenti, per il territorio in esame, a scala regionale e provinciale; gli elaborati prodotti presentano una certa disomogeneità, in relazione principalmente alle differenti metodologie utilizzate.

- La carta della vulnerabilità della Regione

Le prime elaborazioni della vulnerabilità a livello regionale furono eseguite dal CNR, secondo la stessa metodologia proposta da Civita (1990); la metodologia utilizzata prendeva in considerazione tre parametri di base, ovvero: litologia di superficie, profondità del tetto del primo livello acquifero significativo e caratteristiche dell'acquifero.

Sulla base di tale metodologia, è stata elaborata, da ARPA e CNR, una "Carta di Vulnerabilità all'inquinamento dell'acquifero principale" per le unità idrogeologiche della pianura romagnola, ferrarese e bolognese, nella quale il grado di vulnerabilità scaturiva dall'incrocio dei parametri di base suddetti, secondo la matrice a fianco riportata.

Nel 2002 la RER, con la collaborazione di ARPA Emilia Romagna, ha elaborato una nuova cartografia di vulnerabilità regionale, in scala 1:250.000; tale carta (Fig. 6.55), che tiene conto delle nuove conoscenze strutturali degli acquiferi acquisite nel corso degli ultimi anni, ha adottato un criterio metodologico che, sulla base di quanto previsto dall'Allegato 7 del D.Lgs 152/99 per le zone vulnerabili da nitrati, introduce alcuni nuovi fattori nella matrice di calcolo della vulnerabilità.

In particolare viene individuata una componente suolo-clima-coltura, nella quale viene considerato il contributo di tale componente derivante dalla tipologia colturale, dalla capacità di attenuazione dei suoli e dalle condizioni climatiche; il contributo del sistema suolo-clima-coltura viene poi incrociato con la profondità dei depositi grossolani, andando a definire le classi di vulnerabilità.

Nella stesura della cartografia sono state escluse la litologia di superficie e le caratteristiche dell'acquifero, invece presenti nel metodo base CNR -GNDCI .

| *GRADO DI VULNERABILITÀ | | | | | | LITOLOGIA SUPERFICIE | PROFONDITÀ TETTO GHIAIE E SABBIE | CARATTERISTICHE ACQUIFERO |
|-------------------------|---|---|---|---|----------------|---|--|--|
| E _e | E | A | M | B | B ₀ | | | |
| | | | | | * | Zona di MEDIA PIANURA: Area caratterizzata da assenza di acquiferi significativi, nella quale sono presenti livelli di ghiaia solamente al di sotto dei 100 m di profondità e di sabbia al di sotto dei 25 m di profondità. (*) Paleoalvei recenti e depositi di rotta, sede di acquiferi sospesi. | | |
| | | | | | | Argilla Limo | > 10 m > 10 m | confinata/libera confinata |
| | | | | | | Argilla Limo Limo Sabbia/ghiaia Sabbie costiere | < 10 m < 10 m > 10 m > 10 m ≥ 10 m | confinata/libera confinata libera confinata confinata/libera |
| | | | | | | Situazioni variabili fra condizioni di vulnerabilità media e alta, localmente bassa. | | |
| | | | | | | Limo Sabbia Sabbia Ghiaia | < 10 m > 10 m < 10 m < 10 m | libera libera confinata confinata |
| | | | | | | Sabbia Ghiaia | < 10 m ≥ 10 m | libera libera |
| | | | | | | Ghiaia degli alvei fluviali | ≥ 10 m | libera |

*E_e = Estremamente elevato E = Elevato A = Alto M = Medio B = Basso B₀ = Molto basso
Per la zona di "ALTA PIANURA" si prende in considerazione il tetto delle ghiaie. Per la zona di "BASSA PIANURA" si prende in considerazione il tetto delle sabbie.

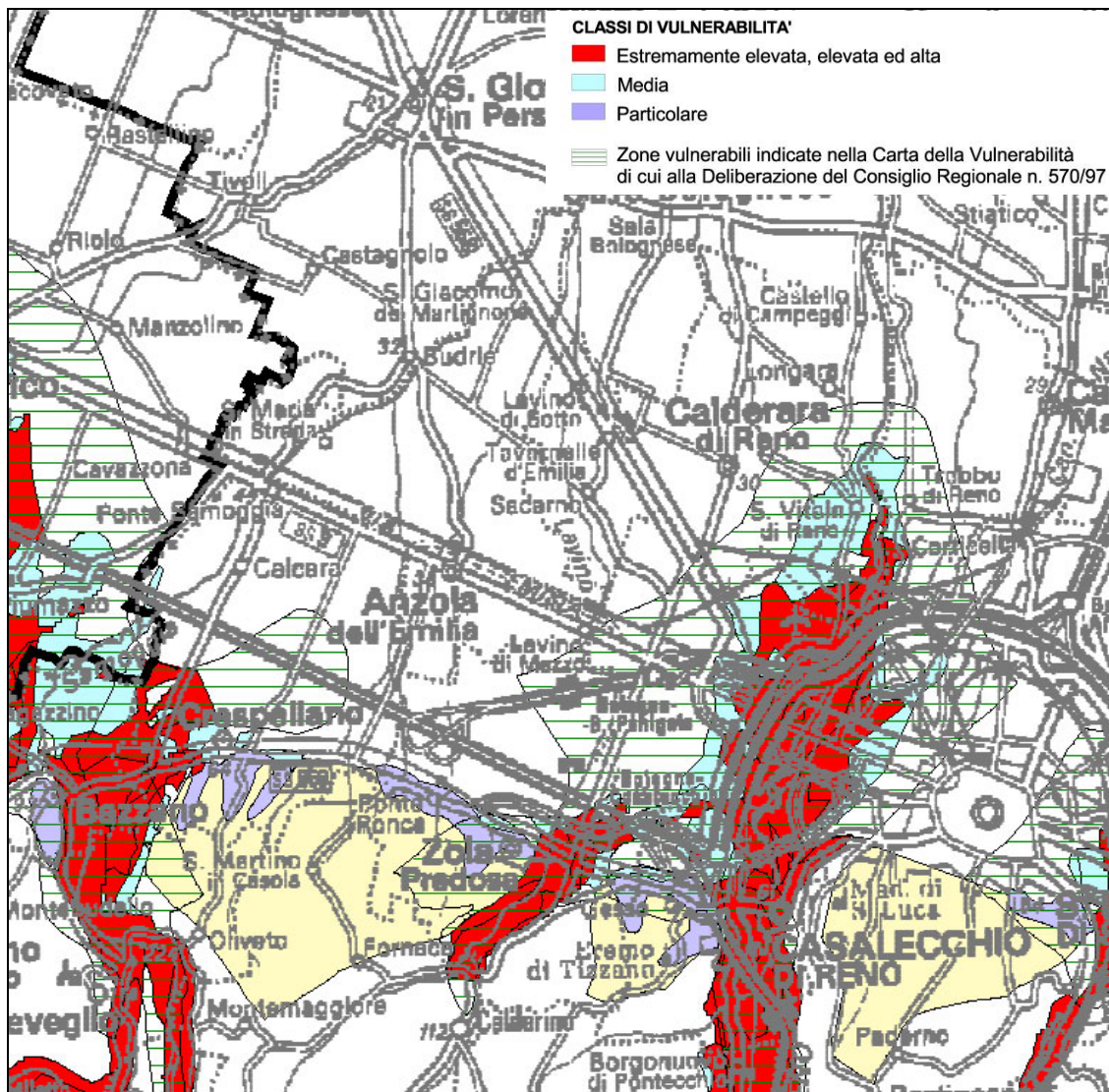


Fig. 6.55 - Carta Regionale della Vulnerabilità (RER luglio 2002)

- La carta della vulnerabilità della Provincia

Nel PTCP la definizione della vulnerabilità degli acquiferi della provincia bolognese è stata acquisita dalla "Carta della Vulnerabilità intrinseca" (tav. B.2.3 degli allegati tematici), redatta per il "Rapporto sulle condizioni di sostenibilità delle previsioni urbanistiche dell'area vasta Bolognese".

Le informazioni sulla vulnerabilità intrinseca sono riferite alle falde acquifere profonde, utilizzabili a fini idropotabili, e sono state acquisite in scala 1: 25.000.

I parametri presi in considerazione per la costruzione della carta sono essenzialmente:

- il tipo di acquifero (se libero o confinato);
- la profondità del tetto delle ghiaie dal piano campagna;
- la presenza di litologie permeabili nei primi 30 mt e fra 30 e 100 mt;
- la piezometria della falda profonda.

La legenda della carta prevede cinque gradi, cui corrispondono crescenti livelli di vulnerabilità intrinseca delle falde acquifere: basso, medio, alto, elevato ed estremamente elevato.

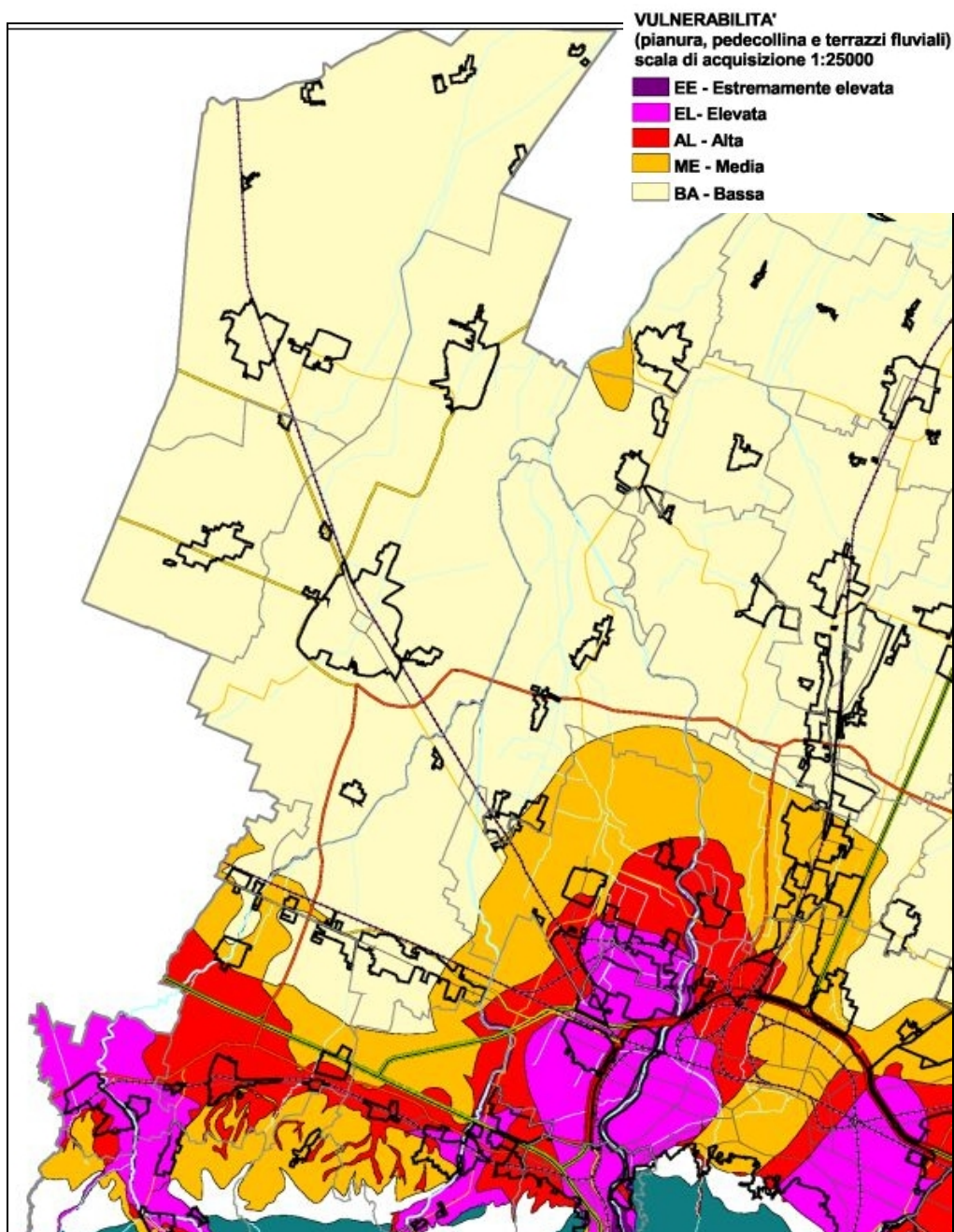


Fig. 6.56 - Estratto Tav. B.2.2 PTCP Bologna "Vulnerabilità intrinseca delle falde acquifere"

Dall'elaborato della Provincia buona parte del territorio dell'Associazione comunale ricade in classe di vulnerabilità bassa, solamente il territorio di Calderara di Reno rientra in classe di vulnerabilità elevata e alta.

- L'elaborazione della Carta delle Vulnerabilità - metodologia

La scelta della metodologia adottata per la redazione della Carta della Vulnerabilità dell'acquifero all'inquinamento (tavola QC.6/t10), di seguito detta carta della Vulnerabilità, ha tenuto conto delle diverse elaborazioni presenti sul territorio, oltre che della disponibilità di dati a scala comunale.

Si è scelto quindi, in questa sede, di proporre una metodologia che partendo dalla quella utilizzata dalla RER nella redazione della carta della vulnerabilità 2002, introduce alcune semplificazioni legate alla scala dell'elaborato.

Rispetto ai parametri proposti dalla RER, si sono assunte le seguenti valutazioni:

- sistema suolo-clima-coltura: si considera solamente la capacità di attenuazione dei suoli, quale elemento di attenuazione rispetto alla diffusione di un possibile inquinante sversato; l'areale

climatico risulta lo stesso per tutto il territorio (S. Pietro Capofiume - 700 mm/anno); si è infine scelto di non utilizzare la copertura vegetale, in quanto poco stabile temporalmente e ritenendone il contributo più specificatamente indicato nella valutazione del grado di vulnerabilità rispetto alla componente "nitrati", alla cui definizione, la carta regionale, è stata funzionale;

- si è reintrodotta la componente legata alla litologia di superficie;
- si sono considerate le caratteristiche intrinseche dell'acquifero.

I parametri presi quindi in considerazione nell'elaborazione sono:

- litologia di superficie;
- capacità di attenuazione dei suoli;
- profondità del tetto del primo livello acquifero significativo;
- caratteristiche dell'acquifero.

Per quanto riguarda la litologia di superficie, si è fatto riferimento alla carta appositamente predisposta (Litologie superficiali - tavola QC.6/t1), in cui sono state distinte quattro classi granulometriche (terreni prevalentemente argillosi, terreni prevalentemente limosi, terreni prevalentemente sabbiosi e terreni prevalentemente ghiaiosi).

La profondità del primo livello ghiaioso è emersa dall'analisi e dalla correlazione di stratigrafie di pozzi per acqua, reperite presso vari catasti e di prove penetrometriche, di cui si è detto al paragrafo 6.1.4.1 "Resistenza meccanica dei terreni - Indagini geognostiche".

Per quanto riguarda invece i parametri idrogeologici necessari alla costruzione della carta, si è fatto riferimento al modello del sottosuolo schematizzato dai dati bibliografici ed in particolare dalla RER.

Per capacità di attenuazione del suolo si deve infine intendere la potenzialità di un suolo di assorbire, diluire, ritardare, trasformare gli inquinanti, mediante una serie di processi fisici, chimici e biologici; in tal senso la capacità di attenuazione del suolo è stata introdotta, nella valutazione della vulnerabilità, in riferimento alla grande capacità che il suolo possiede di elaborazione degli inquinanti, che possono subire profonde modificazioni, attraverso processi fisici, chimico-fisici e microbiologici, la cui intensità è massima nell'orizzonte superficiale.

È altresì ovvio che l'efficienza dell'attenuazione è anche funzione del tipo di suolo e del tipo di inquinante.

Per definire la capacità di attenuazione dei suoli presenti all'interno del territorio, si è fatto riferimento ad un sistema di punteggi ed ad una classificazione proposta e collaudata in altre elaborazioni della vulnerabilità (Provincia di Modena, Reggio Emilia, Parma).

MATRICE

| GRADO DI VULNERABILITÀ | | | | | | LITOLOGIA SUPERFICIE | PROFONDITÀ TETTO DELLE GHIAIE | CARATTERIST. ACQUIFERO | CAPACITÀ ATTENUAZIONE SUOLO |
|------------------------|---|---|---|---|----|----------------------|-------------------------------|------------------------|-----------------------------|
| EE | E | A | M | B | BB | | | | |
| | | | | | | argilla | > 10 | libero/confinato | AM |
| | | | | | | limo | > 10 | libero/confinato | A |
| | | | | | | argilla e/o limo | < 10 | confinato | A |
| | | | | | | argilla | > 10 | libero/confinato | B |
| | | | | | | argilla e/o limo | < 10 | libero | AM |
| | | | | | | limo | > 10 | libero/confinato | MB |
| | | | | | | argilla e/o limo | < 10 | confinato | MB |
| | | | | | | sabbia e/o ghiaia | > 10 | confinato | A |
| | | | | | | argilla e/o limo | < 10 | libero | B |
| | | | | | | sabbia e/o ghiaia | > 10 | libero | AM |
| | | | | | | sabbia e/o ghiaia | > 10 | confinato | MB |
| | | | | | | sabbia e/o ghiaia | < 10 | confinato | AM |
| | | | | | | sabbia e/o ghiaia | < 10 | libero | AM |
| | | | | | | sabbia e/o ghiaia | < 10 | confinato | B |
| | | | | | | sabbia e/o ghiaia | > 10 | libero | B |
| | | | | | | sabbia e/o ghiaia | < 10 | libero | B |

EE = Estremamente Elevato; E = Elevato; A = Alto; M = Medio; B = Basso; BB = Molto Basso

All'interno del territorio comunale sono stati individuati, prevalentemente suoli con capacità di attenuazione Alta e Media, mentre i suoli con Bassa capacità di attenuazione sono minoritari.

Si è scelto inoltre di assegnare un grado di attenuazione alto alle aree urbanizzate, ancorché dotate di elementi di pericolo, che si ritiene concorrano tuttavia alla definizione del rischio e non della vulnerabilità naturale ed intrinseca degli acquiferi.

L'incrocio dei quattro parametri considerati, secondo lo schema riportato, ha infine consentito di definire il grado di vulnerabilità per l'intero territorio.

- I risultati emersi

La carta della Vulnerabilità, così elaborata, (Fig. 6.57) costituisce un prezioso riferimento per la pianificazione territoriale, soprattutto in relazione alla programmazione delle attività antropiche, che dovrà necessariamente tener conto della presenza di tale fragilità territoriale.

Sul territorio dell'Associazione s'individuano cinque classi di vulnerabilità:

- Vulnerabilità Bassa: è la classe maggiormente rappresentata, caratterizza più della metà del territorio dell'Associazione comunale Terre d'Acqua, occupando il 53,7% dell'intero territorio, dove risultano predominanti litologie superficiali prevalentemente fini, l'acquifero è confinato ed il tetto delle ghiaie si approfondisce oltre i 10 m; prevale nella parte centrale e settentrionale del territorio, ma risulta presente anche nella zona meridionale; caratterizza gli abitati di San Giovanni, Sant'Agata Bolognese, Calderara di Reno, Sala Bolognese,;
- Vulnerabilità Media: seconda come importanza di estensione, questa classe di vulnerabilità è equamente distribuita su tutto il territorio dell'Associazione, occupandone il 24.4%; caratterizza gli abitati di Crevalcore e San Matteo della Decima;
- Vulnerabilità Alta: occupa circa il 20% del territorio dell'Associazione, distribuita principalmente nella parte centrale e meridionale, ma anche, in minor misura, in quella settentrionale, laddove si rinvencono litologie più grossolane e suoli con capacità di attenuazione medio-bassa; caratterizza gli abitati di Longara e buona parte di Anzola Emilia;
- Vulnerabilità Elevata: presenta un'estensione molto limitata, rappresentando lo 0,5% del territorio dell'Associazione; caratterizza alcune aree ad est del corso del fiume Reno, parte dell'abitato di Longara e buona parte dell'Abitato di Lippo-San Vitale;
- Vulnerabilità Estremamente Elevata: caratterizza la fascia a ridosso del fiume Reno, dove le ghiaie si trovano a bassa profondità dal piano campagna e l'acquifero è libero; rappresenta circa l' 1% del territorio comunale.

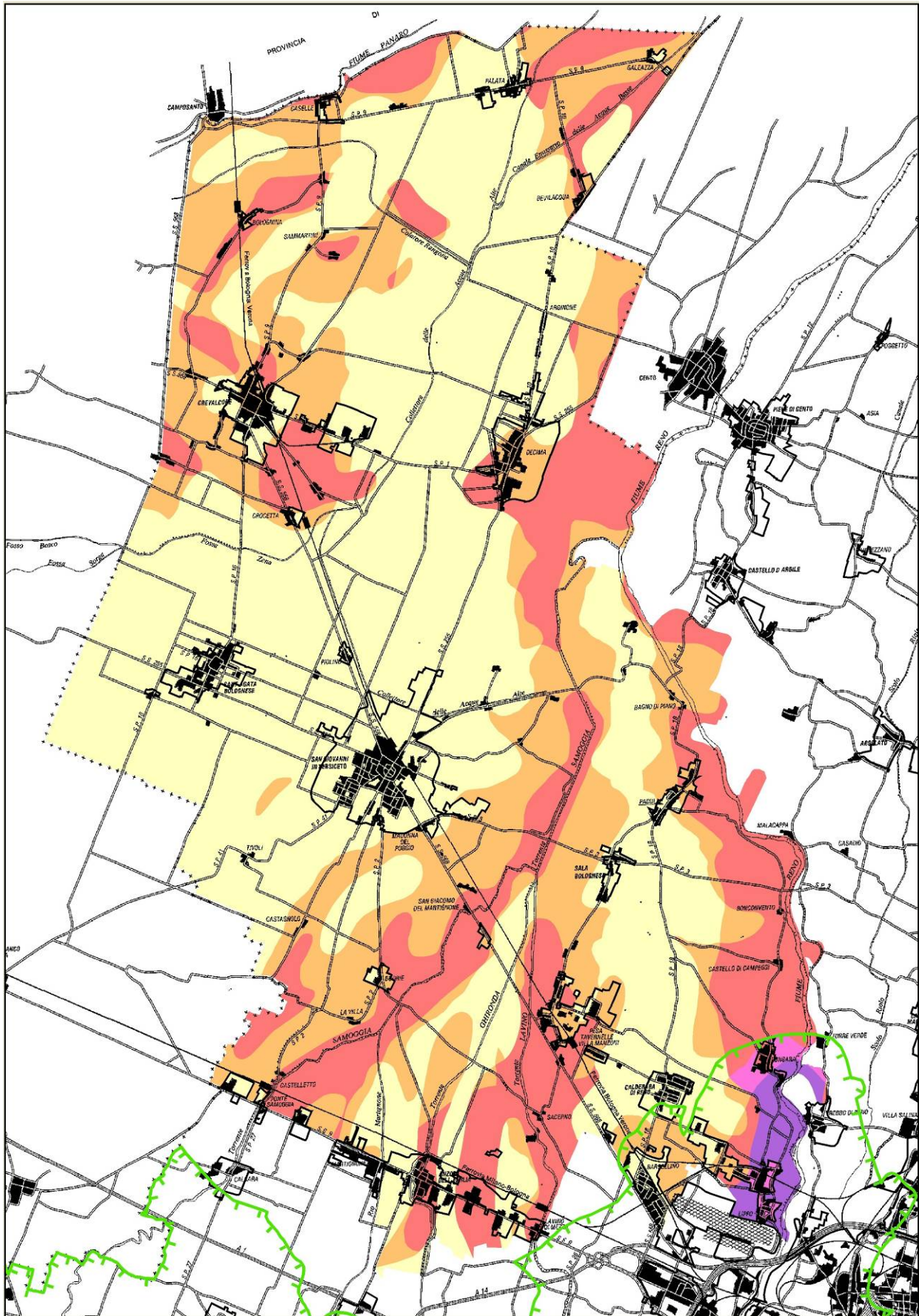


Fig. 6.57 - Carta della Vulnerabilità Naturale dell'Acquifero su base semplificata

- Il Confronto tra la cartografia di piano e la cartografia provinciale

La principale difformità che emerge tra la cartografia prodotta e quella provinciale è legata alla distribuzione delle classi di vulnerabilità sul territorio considerato; mentre nella cartografia provinciale ("Vulnerabilità intrinseca delle falde acquifere" estratto Tav. B.2.2 PTCP Bologna), i territori dell'Associazione erano compresi entro quattro classi di vulnerabilità (da bassa ad elevata), non comparando di fatto la classe Estremamente Elevata, nella cartografia di PSC, sono rappresentate tutte le classi di vulnerabilità. La differenza è sostanzialmente legata alle due diverse metodologie cui si è fatto riferimento nell'elaborazione delle cartografie, che hanno preso in considerazione parametri differenti (si veda quanto detto in precedenza).

Nella cartografia provinciale la maggior parte del territorio era caratterizzato da Basso grado di Vulnerabilità, con la sola eccezione della parte sud-orientale, dove si avevano anche gradi di vulnerabilità maggiori (abitati di Lippo-San Vitale e Longara); nella cartografia di piano, le classi di vulnerabilità sono invece maggiormente differenziate, in ragione dei parametri utilizzati per il calcolo della vulnerabilità, che tengono conto anche delle componenti litologia e capacità di attenuazione del suolo, non valutate dalla cartografia provinciale.

Nella Tav. QC.6/t10 della Vulnerabilità naturale dell'acquifero sono state rappresentate le diverse classi di vulnerabilità emerse dall'elaborazione proposta e, per confronto, è stato riportato il limite delle "Aree dei conoidi e dei terrazzi ad alta o elevata vulnerabilità dell'acquifero" relativo alla Tav. 3 del PTCP della Provincia di Bologna "Assetto evolutivo degli insediamenti, delle reti ambientali, delle reti per la mobilità".

6.2.2.5 Elementi di potenziale 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 qualsiasi attività, insediamento o manufatto in grado di costituire direttamente o indirettamente, fattore certo o potenziale di degrado della qualità delle acque superficiali e sotterranee.

Il PTA definisce un "elenco²⁶ dei centri di pericolo e delle attività che possono incidere sulla qualità della risorsa idrica" rispetto al quale la Provincia è tenuta ad effettuare il censimento dei cosiddetti "centri di pericolo" e disporre per gli stessi le misure di messa in sicurezza o di riduzione del rischio.

Nell'ambito del presente studio, in mancanza di indicazioni provenienti dal Piano Provinciale, si è comunque proceduto, all'individuazione di tutti gli elementi di potenziale inquinamento, ovvero centri di pericolo, presenti sul territorio dell'Associazione; il censimento risultata comunque conforme alle indicazioni riportate nell'allegato suddetto.

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.

Nella Tav. QC.6/t11 "Elementi di potenziale inquinamento delle acque sotterranee", sono state rappresentate tutte le fonti ritenute potenzialmente inquinanti per le acque sotterranee e superficiali.

²⁶ Allegato 1 Cap.7

delle NTA del Piano Tutela Acque della Regione Emilia Romagna

In particolare sono stati presi in considerazione i seguenti elementi:

| | Fonti puntuali | Fonti diffuse |
|---------------------|--|--|
| In aree urbane | <ul style="list-style-type: none"> • Depuratori (u) • Fosse IMHOFF (u) • Insediamenti produttivi con scarico in acque superficiali (n) • Insediamenti produttivi a rischio d'inquinamento (b, j, q) • Ospedali e case di cura (i) • Distributori di carburante (v) • Cimiteri (e) • Pozzi per acqua (g) • Isole ecologiche (h) • Aeroporti (x) | <ul style="list-style-type: none"> • Dorsali principali collettori fognari (u) • Viabilità (x) |
| In aree extraurbane | <ul style="list-style-type: none"> • Allevamenti zootecnici (i) • Attività estrattiva (f) • Pozzi per acqua (g) • Cimiteri (e) • Distributori di carburante (v) | <ul style="list-style-type: none"> • Aree autorizzate allo spandimento dei liquami zootecnici (p) • Viabilità (x) • |

N.B. La lettera riportata tra parentesi a fianco di ogni fonte inquinante è riferita alla categoria nella quale l'elemento ricade nell'"Elenco dei centri di pericolo e delle attività che possono incidere sulla qualità della risorsa idrica" - Allegato 1 cap.7 delle NTA del PTA.

Allevamenti zootecnici

I dati relativi agli allevamenti zootecnici sono tratti dal catasto della Provincia di Bologna, Servizio Agricoltura, aggiornato al 2006.

La tipologia di allevamento maggiormente rappresentativa della realtà locale è costituita dall'allevamento bovino e solo marginalmente dall'allevamento suinicolo (solamente 2 aziende).

Nel territorio dell'Associazione Comune, al 2006 erano presenti 44 allevamenti di bovini, per un totale di 7.330 capi allevati, di cui poco più della metà (57%) era costituita da bovini da latte e il restante 43% da carne e linea vacca-vitello.

Volendo dare una distribuzione per comune, gli allevamenti si distribuiscono nella maniera seguente:

| | | ANZOLA DELL'EMILIA | CALDERARA DI RENO | CREVALCORE | SALA BOLOGNESE | SANT'AGATA BOLOGNESE | SAN GIOVANNI IN PERSICETO |
|--------|-------------|--------------------|-------------------|------------|----------------|----------------------|---------------------------|
| Bovini | Allevamenti | 7 | 5 | no | 6 | 6 | 18 |
| | Capi | | | | | | |
| Suini | Allevamenti | no | 1 | no | no | no | 1 |
| | Capi | | | | | | |

Nella redazione della carta degli elementi di potenziale pericolo, sono stati considerati:

- tutti gli allevamenti suinicoli;
- gli allevamenti di bovini con numero di capi superiori a 10.

L'elemento di pericolo connesso all'attività di allevamento, è costituito dallo stoccaggio dei reflui zootecnici; i contenitori per lo stoccaggio, sia dei liquami che dei letami, devono corrispondere a precisi requisiti tecnici di idoneità, come stabilito dalla normativa vigente.

Nel territorio dell'Associazione risultavano inoltre presenti altre tipologie di allevamenti quali allevamenti equini, pollame, conigli, per un totale di 18 allevamenti, che presentano caratteristiche tali da essere esclusi dagli elenchi delle potenziali sorgenti di contaminazione.

Spandimenti

I dati relativi alle aree autorizzate allo spandimento di liquami sono stati forniti dalla Provincia di Bologna (autorizzazioni allo spandimento).

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 odorigene (volatilizzazione ammoniacale).

Nella cartografia sono riportate tutte le aree autorizzate allo spandimento di liquami, che occupano circa 8578,15 ha di terreno, pari a circa il 60 % della superficie dell'Associazione Comunale.

In particolare le aree idonee allo spandimento sono così ripartite:

| | | ANZOLA DELL'EMILIA | CALDERARA DI RENO | CREVALCORE | SALA BOLOGNESE | SANTAGATA BOLOGNESE | SAN GIOVANNI IN PERSICETO |
|-----------------------------------|------|--------------------|-------------------|------------|----------------|---------------------|---------------------------|
| Aree autorizzate allo spandimento | (mq) | 4813034 | 1754476 | 8198432 | 1950947 | 6797954 | 15138602 |
| | % | 13,15 | 4,30 | 7,98 | 4,28 | 19,56 | 13,23 |

La percentuale indicata (%) è riferita al singola superficie comunale.

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 collettare 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 ed agli scarichi di acque nere e di acque bianche, sono stati forniti da ATO5.

Complessivamente, si osserva che, sul territorio sono presenti oltre 300 Km lineari di rete fognaria, che vi sono 66 scarichi e sono inoltre presenti 18 depuratori comunali.

| | ANZOLA DELL'EMILIA | CALDERARA DI RENO | CREVALCORE | SALA BOLOGNESE | SANTAGATA BOLOGNESE | SAN GIOVANNI IN PERSICETO |
|--|--------------------|-------------------|------------|----------------|---------------------|---------------------------|
| Scarichi | 13 | 45 | | 8 | | 0 |
| Depuratori | 2 | 3 | 5 | 3 | 1 | 4 |
| Insedimenti produttivi con scarico in acque sup. | 8 | 13 | 7 | 4 | 3 | 19 |

Sul territorio in esame sono inoltre presenti 54 insediamenti produttivi autorizzati, con scarico in acque superficiali.

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, 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 dell'Associazione Comunale vi sono 25 cimiteri e 25 distributori, e precisamente:

| | ANZOLA DELL'EMILIA | CALDERARA DI RENO | CREVALCORE | SALA BOLOGNESE | SANTAGATA BOLOGNESE | SAN GIOVANNI IN PERSICETO |
|--------------|--------------------|-------------------|------------|----------------|---------------------|---------------------------|
| Cimiteri | 2 | 2 | 6 | 4 | 3 | 8 |
| Distributori | 2 | 6 | 5 | 3 | 1 | 8 |

Attività estrattiva

L'attività estrattiva può alterare le condizioni di flusso idrogeologico e comportare fenomeni d'inquinamento delle acque, sia sotterranee che superficiali. Le acque di ruscellamento superficiali che hanno dilavato suoli agricoli possono agevolmente infiltrarsi nelle aree di cava e da qui, se le litologie lo consentono, raggiungere i livelli acquiferi sottostanti.

Sul territorio dell'Associazione sono attualmente presenti due cave attive e una cave pianificata dal PIAE Provinciale ed in attesa di essere attivata, previo approvazione del PAE comunale (a Calderara di Reno).

La superficie complessiva interessata da attività estrattiva è di 467877 m², in territorio comunale di Calderara di Reno e 651849 m², in territorio comunale di Sala Bolognese.

Viabilità

La rete delle infrastrutture per il traffico costituisce una potenziale sorgente di pericolo in quanto dà luogo ad una ricaduta laterale degli agenti inquinanti, con possibile infiltrazione dalla superficie topografica.

Il grado di pericolosità è variabile in relazione al grado di protezione naturale delle strade ed all'intensità del traffico.

I dati relativi alla rete viaria sono stati acquisiti dalla Tavola delle 3 del PTCP della Provincia di Bologna "Assetto evolutivo degli insediamenti delle reti ambientali e delle reti per la mobilità"; nella cartografia è stata riportata la viabilità principale, che si estende per un totale di 48.325 km lineari di ferrovia e 98.212 km lineari di viabilità stradale, risultando ripartita nel seguente modo:

| | ANZOLA DELL'EMILIA | CALDERARA DI RENO | CREVALCORE | SALA BOLOGNESE | SANTAGATA BOLOGNESE | SAN GIOVANNI IN PERSICETO |
|-------------------------|--------------------|-------------------|------------|----------------|---------------------|---------------------------|
| Ferrovie (Km) | 19,675 | 4,915 | 10,240 | 2,520 | 1,800 | 9,175 |
| Strade Statali (Km) | 5,530 | | | | | |
| Strade Provinciali (Km) | 3,100 | 9,815 | 32,035 | 15,278 | 7,510 | 24,944 |

Stazioni ecologiche

All'interno del territorio esistono 7 stazioni ecologiche; ogni comune è dotato di una stazione ecologica, tranne San Giovanni in Persiceto che ne ha due.

Pozzi per acqua

I pozzi per la captazione di acque sotterranee possono rappresentare fonti puntuali di potenziale 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 o ancora quando livelli acquiferi con differenti caratteristiche qualitative vengono messi in comunicazione dalla presenza di più livelli filtranti non adeguatamente sigillati.

Sul territorio la presenza di pozzi è così ripartita:

| | ANZOLA DELL'EMILIA | CALDERARA DI RENO | CREVALCORE | SALA BOLOGNESE | SANTAGATA BOLOGNESE | SAN GIOVANNI IN PERSICETO |
|----------------------|--------------------|-------------------|------------|----------------|---------------------|---------------------------|
| Pozzi domestici | 97 | 45 | 101 | 114 | 13 | 64 |
| Pozzi extradomestici | 83 | 62 | 405 | 45 | 106 | 419 |

Siti contaminati

Per ogni comune dell'Associazione sono stati individuati i siti di cui esiste procedura di bonifica attivata ai sensi del D.lgs 152/2006 o ai sensi del DM 471/99; gli UTC hanno inoltre segnalato i siti potenzialmente contaminati per i quali è in corso procedura di verifica e quelli che, seppur conosciuti, non sono ancora stati sottoposti a verifica di bonifica.

Di seguito si riporta per ogni comune la classificazione dei siti la cui ubicazione è stata riportata nella Tav. QC.6/+11.

| | ANZOLA EMILIA | | | CALDERARA DI RENO | | | CREVALCORE | | | SALA BOLOGNESE | | | SANT'AGATA BOLOGNESE | | | SAN GIOVANNI IN PERSICETO | | |
|---|---------------|---|---|-------------------|---|---|------------|---|---|----------------|---|---|----------------------|---|---|---------------------------|---|---|
| | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C |
| Siti contaminati con procedura attivata ai sensi del D.lgs 152/06 o DM 471/99 | | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | |
| Siti potenzialmente contaminati con procedura di verifica attivata | | | | | | 2 | | | 1 | | | 1 | | | | | 2 | |
| Siti potenzialmente contaminati senza procedura di verifica attivata | 1 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | |

A = Impianto distribuzione carburanti o area deposito prodotti petroliferi

B = Area recupero inerti o di demolizione

C = Altre attività

Sono inoltre stati segnalati due tratti di corsi d'acqua, l'uno nel territorio comunale di Calderara di Reno e l'altro nel territorio comunale di Crevalcore e precisamente:

1. Scolo Peloso (Comune di Calderara di Reno), nel tratto limitrofo alla rotonda Gandhi sito inquinato ai sensi dell'art. 17 comma 10 D.Lgs. 22/97
2. Tratto inquinato (di lunghezza totale pari a circa 2 km) del fondo del Canale Collettore Acque Basse in sinistra nel tratto che costeggia le vasche dell'ex zuccherificio e che va dal ponte di via Bandita fino al Ponte di via Scagliarossa - Sul tratto del corso d'acqua è stato eseguito, e positivamente concluso, l'intervento di messa in sicurezza d'emergenza di circa 800 mt del tratto del Canale posto in prossimità delle vasche dell'ex zuccherificio; per la restante parte inquinata del Canale, la conferenza dei servizi sta ancora valutando le determinazioni da assumere

Attività produttive

Le attività produttive, in ragione della tipologia di lavorazione eseguita, possono costituire 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 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, come rilevate dall'ultimo censimento ISTAT. Tra tutte quelle operanti,

sulla base del codice d'attività, sono state selezionate 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.

Sono state selezionate 622 attività, di cui una di tipo sanitario (ospedale si san Giovanni in Persiceto); le restanti comprendono le seguenti tipologie, riportate per comune:

| ATTIVITÀ PRODUTTIVE | Codice ATECORI 2002 | PERICOLOSITA' | ANZOLA DELL'EMILIA | CALDERARA DI RENO | CREVALCORE | SALA BOLOGNESE | SANT'AGATA BOLOGNESE | SAN GIOVANNI IN PERSICETO |
|---|---------------------|---------------|--------------------|-------------------|------------|----------------|----------------------|---------------------------|
| Industrie alimentari e delle bevande | 15 | A | 6 | 4 | 1 | | 3 | 8 |
| Industrie tessili | 17 | A | | | | 1 | | 1 |
| Confezione di articoli di abbigliamento | 18 | A | | | | | | 2 |
| Industria del legno | 20 | A | | 1 | | | 1 | 2 |
| Fabbricazione carta e cartone | 21 | E | 1 | | | | | |
| Editoria, stampa e riproduzione di supporti | 22 | A | 8 | 7 | 1 | | | 6 |
| Fabbricazione di prodotti chimici e fibre sintetiche ed artificiali | 24 | E | 3 | 28 | | 9 | 12 | |
| Fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche | 25 | A | 4 | 5 | | | | |
| Fabbricazione di prodotti della lavorazione di minerali | 26 | E | | | | | | 2 |
| Metallurgia | 27 | E | 2 | 16 | 1 | 4 | 2 | 13 |
| Fabbricazione e lavorazione dei prodotti in metallo | 28 | E | 8 | 23 | 1 | 14 | | 12 |
| Fabbricazione macchine ed apparecchi metallici | 29 | A | 21 | 34 | 9 | 23 | 11 | 26 |
| Fabbricazione autoveicoli e loro motori, rimorchi e semirimorchi | 34 | E | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 2 |
| Recupero e preparazione per il riciclaggio | 37 | A | 2 | 2 | 4 | 1 | | |
| Manutenzione e riparazione autoveicoli e motocicli | 50 | A | 30 | 30 | 16 | 17 | 13 | 55 |
| Benzinai | 50 | A | 5 | 9 | 9 | 9 | 1 | 10 |
| Servizi - lavanderie, tintorie di articoli tessili e pellicce | 9301 | A | 4 | 7 | 16 | 3 | 4 | 24 |
| | | | 97 | 170 | 59 | 83 | 50 | 163 |

NOTE

| | | |
|--|---|--|
| <p>Industrie alimentari e delle bevande</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Produzione e lavorazione carni e prodotti della macellazione ◦ Produzione dei derivati del latte ◦ Produzione di prodotti per l'alimentazione degli animali ◦ Produzione di altri prodotti alimentari ◦ Industria delle bevande <p>Industrie tessili</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Preparazione e filatura di fibre tipo cotone <p>Confezione di articoli di abbigliamento</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Preparazione e tintura di pellicce <p>Industria del legno</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Altre lavorazioni del legno <p>Fabbricazione carta e cartone</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Fabbricazione carta e cartone destinati ad ulteriore lavorazione <p>Fabbricazione carta e cartone</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Altre stampe di arti grafiche ◦ Lavorazioni preliminari alla stampa | <p>Fabbricazione di prodotti chimici e fibre sintetiche ed artificiali</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Fabbricazione di prodotti chimici di base ◦ Fabbricazione di gas industriali ◦ Fabbricazione di materie plastiche in forme primarie ◦ Fabbricazione di pitture, vernici e smalti ◦ Fabbricazione di prodotti farmaceutici e chimici ◦ Fabbricazione id saponi, detersivi, detergenti per la pulizia <p>Fabbricazione di altri prodotti chimici</p> <p>Fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Fabbricazione di articoli in gomma ◦ Rigenerazione e ricostruzione di pneumatici ◦ Fabbricazione di altri prodotti in gomma <p>Fabbricazione di prodotti della lavorazione di minerali</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Fabbricazione di prodotti ceramici compresa la smaltatura ◦ Produzione di calcestruzzo e conglomerati bituminosi <p>Fabbricazione e lavorazione dei prodotti in metallo</p> <p>Trattamento e rivestimento di metalli; lavorazioni di meccanica</p> | <p>Metallurgia</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Siderurgia ◦ Fabbricazione di tubi e raccordi di ghisa, acciaio colato e acciaio ◦ Altre attività di prima trasformazione ◦ Produzione di metalli di base non ferrosi ◦ Fonderie <p>Fabbricazione, manutenzione e riparazione macchine</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Fabbricazione, manutenzione e riparazione di macchine per la produzione e l'utilizzazione dell'energia meccanica ◦ Fabbricazione, manutenzione e riparazione di altre macchine ◦ Fabbricazione, manutenzione e riparazione di macchine per l'agricoltura e la silvicoltura <p>Fabbricazione autoveicoli e loro motori, rimorchi e semirimorchi</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Fabbricazione di autoveicoli e loro motori ◦ Fabbricazione di carrozzerie per autoveicoli <p>Manutenzione e riparazione autoveicoli e motocicli</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Manutenzione e riparazione autoveicoli e motocicli |
|--|---|--|

6.2.3 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 dell'Associazione, 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; definito 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.

A onor del vero va però ricordato che il Consorzio di Bonifica Reno Palata si è dimostrato particolarmente sensibile non solo alle problematiche idrauliche della propria rete, ma anche allo sviluppo di progetti ambientali che consolidano e sviluppano le valenze paesaggistiche ed ecologiche dei corsi d'acqua e delle loro pertinenze.

Spesso però progetti di valorizzazione ambientale di particolare rilievo, o anche semplicemente la valenza ecologica potenziale di un corso d'acqua, si scontra con la qualità delle acque fluenti, non di rado in pessime condizioni a causa del contributo dei sistemi fognari con disfunzioni dei depuratori o degli sfioratori.

Il ripetersi con una certa frequenza di tali disfunzioni comporta l'accumulo accelerato di materiale sul fondo dei canali che ne diminuirebbe l'efficienza idraulica se non si intervenisse con pulizie periodiche.

A tale proposito è bene rimarcare la segnalazione pervenuta dal Consorzio Reno Palata circa l'impossibilità di smaltire il materiale asportato dal fondo dei canali, attraverso il sistema consolidato di accumulo ai lati del canale, qualora sul canale oggetto dell'intervento insistono scarichi di pubbliche fognature o scarichi industriali.

Il fango asportato dal fondo risulta infatti essere variamente contaminato e deve essere conferito in discarica, con evidenti notevoli maggiori costi.

Allo scadimento qualitativo delle acque presenti nei corsi d'acqua di bonifica 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, e art. 15 e 18 del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del fiume Reno

Dalle analisi svolte riguardo il carico idraulico gravante sui bacini urbani si evidenzia nel complesso una situazione critica 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 possibilità 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.

Condizioni più favorevoli si presentano a Calderara di Reno, nel centro urbano di Crevalcore, a Caselle e Bevilacqua frazioni di Crevalcore e in un piccolo agglomerato urbano a Nord di Sant'Agata Bolognese che si trovano in classe di carico idraulico I , II e III.

Nel dettaglio:

S. Agata Bolognese.

Per quanto riguarda bacini urbani intesi come macro aree non vi sono zone in condizioni Ipercritiche, mentre zone giudicate Critiche sono localizzate nella parte centrale del Comune e nella zona periferica in direzione della frazione dei Maggi. La situazione risulta Accettabile o comunque migliore solamente nella periferia a Nord e a Sud-Est del territorio comunale.

A livello di singoli rami esaminati, il centro comunale risulta in parte gravato da un giudizio di Ipercriticità, anche nella zona dei Maggi, mentre in tutte le altre zone periferiche il carico idraulico ha ottenuto da modello un giudizio fra il Buono e l'Accettabile.

Anzola Emilia

I bacini in condizioni Critiche sono localizzati nel settore che costeggia Via Mazzoni e in tutta la zona del centro abitato compresa tra il torrente Ghironda e il Torrente Lavino. In questa zona inoltre si individuano due microzone in condizioni di Ipercriticità grave. Del tutto irrilevanti rispetto alle dimensioni di criticità sono le due microzone con giudizio sui deflussi di tipo Accettabile.

A livello di singoli rami e di singoli nodi l' Ipercriticità è ancora più diffusa e va ad interagire con le zone a livello di bacino di tipo Accettabile.

Si ritiene quindi che vi sia dal punto di vista idraulico una situazione sostanzialmente Critica.

Per quanto riguarda la frazione di Fondo Busa la situazione dei bacini e dei nodi si presenta Critica, mentre quella dei rami si presenta Accettabile ad eccezione del ramo che costeggia Via Magenta e che si trova in condizioni Critiche.

Sala Bolognese

I bacini in condizioni Critiche sono localizzati nel settore a Nord di Via Longarola, nella zona compresa tra Via Forlai e lo Scolo Dosoletto, in tutto il centro abitato della zona Certosa a sud della Via Trasversale di Pianura, in tutto il centro abitato della frazione Tavernelle, e in tutta la zona abitata a nord di Tavernelle sopra la Ferrovia.

Un bacino, di tipo Accettabile si trova nella periferia Nord-Ovest della zona oggetto di studio.

A livello di singoli rami e di singoli nodi, la situazione rispecchia abbastanza fedelmente la situazione descritta a livello dei bacini.

Si ritiene quindi che vi sia dal punto di vista idraulico una situazione sostanzialmente Critica.

Crevalcore

Nel Comune di Crevalcore la situazione è notevolmente migliore rispetto agli altri Comuni di Terre d'Acqua con la zona del centro e alcune zone di periferia in condizioni Accettabili e qualche altra zona, in particolare a Nord Est del Comune Capoluogo in condizioni Critiche. In prossimità della Valle Orsetta ad Ovest di Crevalcore troviamo una zona con giudizio Buono.

Anche a livello di singoli rami e singoli nodi abbiamo una situazione decisamente migliore rispetto agli altri Comuni di terre d'Acqua con solo il 5% dei rami in situazione Ipercritica, mentre la restante parte presenta un carico idraulico fra il Buono e l'Accettabile con punti sparsi e limitati di carico idraulico Critico.

Nella frazione di Galeazza Pepoli, il bacino più a ovest si presenta in condizioni Critiche, mentre i due bacini restanti si presentano in condizioni Accettabili. La stessa situazione dei bacini si verifica per i rami, mentre i nodi si trovano tutti in condizioni Accettabili.

Non si verificano condizioni Ipercritiche, perciò si ritiene che la situazione idraulica rilevata sia soddisfacente.

Nella frazione di Bevilacqua metà dei bacini si presenta in condizioni Critiche e metà in condizioni Accettabili. La situazione dei nodi si presenta sostanzialmente identica, tranne per quanto riguarda tre nodi situati a nord-ovest che si presentano in condizioni di carico idraulico Ipercritico. Tutto sommato si ritiene che vi sia comunque una situazione sostanzialmente equilibrata.

Nella frazione di Caselle i bacini e i nodi in condizioni Critiche sono localizzati nel settore a nord-ovest, oltre ad un numero limitato di rami in condizioni Ipercritiche. Nel resto della frazione i rami e i nodi si trovano in una situazione soddisfacente. La situazione generale rilevata è quindi Accettabile.

Per quanto riguarda la frazione Bolognina, la situazione dei nodi, dei rami e dei bacini risulta Ipercritica ovunque, tranne nella zona più a nord-ovest, che si presenta in condizioni Critiche sia per quanto riguarda i nodi sia per quanto riguarda i bacini, in quest'ultima parte la situazione dei rami è Buona. In sostanza la situazione idraulica rilevata è poco accettabile.

Calderara

Anche nel Comune di Calderara la situazione è sufficientemente equilibrata rispetto agli altri Comuni di Terre d'Acqua, la zona centrale risulta essere nel suo complesso in condizioni Critiche, mentre la parte settentrionale risulta complessivamente Accettabile. Vi è inoltre una piccola zona situata ad est fra Via Bazzane e Fondo Fertile che presenta una situazione Buona.

È importante sottolineare che non vi sono bacini in condizioni Ipercritiche.

Anche a livello dei rami e dei nodi abbiamo una situazione decisamente migliore rispetto agli altri Comuni di Terre d'Acqua; essa rispecchia abbastanza fedelmente la situazione descritta a livello dei bacini. Nella parte meridionale vi sono nodi in condizioni Critiche, con un numero limitato di essi con carico idraulico Ipercritico; la parte settentrionale presenta invece nodi in condizioni Buone e Accettabili.

San Giovanni in Persiceto

A livello di bacini, nel Comune di San Giovanni in Persiceto si presenta la seguente situazione: la parte meridionale si trova in condizioni Critiche mentre la parte settentrionale si trova in condizioni Accettabili, ad eccezione di una fascia a nord est, alla sinistra del collettore delle Acque Alte, che si presenta in condizioni Buone.

Anche in questo caso non vi sono bacini in condizioni Ipercritiche.

A livello dei nodi la situazione rispecchia fedelmente quanto appena detto, per quanto riguarda i rami invece essi si trovano spesso in condizioni Ipercritiche. Dal punto di vista idraulico si presenta quindi una situazione localmente non equilibrata ma complessivamente accettabile tenuto conto delle laminazioni effettuate a monte dell'abitato

Per quanto riguarda la frazione Le Budrie, la situazione si presenta Accettabile ovunque, sia a livello di bacini, che di nodi. Per quanto riguarda i rami invece una buona parte di essi si trova in condizioni Ipercritiche.

Per quanto riguarda San Matteo della Decima invece la situazione che si presenta è la seguente: i bacini si trovano tutti in condizioni Critiche a parte un bacino all'estremo nord-ovest che si trova in condizioni Buone, uno all'estremità ovest (attorno a Via Calcina Vecchia) che si trova in condizioni Accettabili e due bacini all'estremità sud-est che si trovano in condizioni Ipercritiche.

Anche a livello di nodi la situazione si presenta nelle stesse condizioni, mentre per quanto riguarda i rami essi si trovano quasi ovunque in condizioni Ipercritiche.

In base a quanto appena detto si ritiene che dal punto di vista idraulico vi sia una situazione sostanzialmente poco equilibrata.

Dal punto di vista dei bacini extra urbani si rileva che l'unico vero elemento di criticità è costituito dal reticolo della bonifica ricettore di tutti i sistemi fognari urbani.

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.

È per questo motivo che nel caso di Terre d'Acqua 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 in altro corso d'acqua.

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 come avviene già ora per San Giovanni in Persiceto o come avverrà a opere terminate in altre realtà dell'Associazione. 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.

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 udometrico in modo tale da non determinare situazioni di crisi con possibili fenomenologie di esondazione localizzata sul piano stradale.

Come anticipato precedentemente, in alternativa al risonamento 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 e art 20 del PAI del fiume Reno), 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 in occasione della predisposizione dei Piani successivi

(POC) il Consorzio 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 (attualmente avviene il confronto sulle problematiche idrauliche con il Consorzio di Bonifica Reno-Palata da parte dei progettisti incaricati dai lottizzanti, ma manca il coinvolgimento comunale rispetto alla destinazione ambientale della vasche nonché alle problematiche legate alla manutenzione di dette aree).

Con riferimento alla vulnerabilità del territorio, si ritiene indispensabile, laddove ad un grado di vulnerabilità alto o elevato si associa la presenza consistente di attività antropiche potenzialmente a rischio, sia valutata, con la massima attenzione, la possibilità d'insediamento di nuove attività produttive, che possano comportare ulteriore rischio di compromissione per la falda, intendendo in tal senso sia attività industriali che attività agronomiche.

Si ritiene inoltre necessario prevedere eventuali misure di prevenzione dei rischi e mitigazione degli impatti, al fine di non aggravare ulteriormente una situazione a vulnerabilità già potenzialmente elevata. Si valuta quindi necessario che nelle aree contraddistinte da valori di vulnerabilità maggiori (elevato ed estremamente elevato) sia impedito l'insediamento di nuove attività produttive o allevamenti intensivi ad alto rischio d'inquinamento della falda sotterranea, sia incentivata la ricollocazione di quelle attività già presenti - che definiscono un rischio potenzialmente elevato - siano rivisti e contenuti i programmati piani di spandimento agronomico, anche in ragione della presenza del campo acquifero di San Vitale, che insiste proprio in tali aree.

6.3 SUOLO - SOTTOSUOLO - ACQUE: VINCOLI E TUTELE ESISTENTI

Nel presente capitolo sono stati 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 trasformazione del territorio, da cui nessun strumento di pianificazione comunale può prescindere.

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 sui territori comunali dell'Associazione Terre d'Acqua e la relativa fascia di rispetto, pari a 150 m per sponda; rientrano negli elenchi di acque pubbliche, oltre ai fiume Reno e Panaro i seguenti corsi d'acqua:

| DENOMINAZIONE | COMUNI DELL'UNIONE TOCCATI O ATTRAVERSATI | NOTE |
|---|---|------|
| 1° Elenco approvato con decreto Luogotenenziale del 29/09/1918 | | |
| Fiume Reno | San Giovanni in Persiceto, Sala Bolognese, Calderara di Reno | |
| Fiume Panaro | Crevalcore | |
| Torrente Samoggia | Sala Bolognese, San Giovanni in Persiceto, Anzola dell'Emilia | |
| Torrente Lavino | Sala Bolognese, Calderara di Reno, Anzola dell'Emilia | |

| | | |
|--|---|--|
| Torrente Ghironda, inf. N. 127 | Sala Bolognese, Anzola dell'Emilia | |
| Canale di Cento e di San Giovanni | San Giovanni in Persiceto | Prima Canale di San Giovanni poi di Cento |
| 1° Elenco suppletivo approvato con Regio Decreto del 04/07/1929 | | |
| Canal Torbido | Crevalcore | Passa in provincia di Modena dove ha origine |
| Scolo Muzza o Fiumana, inf. n. 3 bis | Sant'Agata Bolognese | Muzza Abbandonata |
| Fossa Signora, inf. n. 4 bis | Crevalcore, Sant'Agata Bolognese | Fossa Zena |
| Canale Casamento palata, inf. a 143 | Crevalcore | Collettore Acque Alte |
| 2° Elenco suppletivo approvato con D.M. del 29/09/1992 | | |
| Rio Carpaneda | Anzola dell'Emilia | Rio Carpineta |
| Corsi d'acqua iscritti negli elenchi di altra Provincia | | |
| Canal Chiaro di Valbona | Crevalcore, Sant'Agata Bolognese, San Giovanni in Persiceto | Inserito nell'elenco della Provincia di Modena, approvato con Decreto del presidente della Repubblica del 25 luglio 1958 |

tab. 6.27 - 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, 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), i territori comunali dell'Associazione Terre d'Acqua rientrano, in parte all'interno del "Distretto Idrografico Padano, comprendente il Bacino del Po ed in parte nel Distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale - bacino idrografico del Reno".

Sono inoltre presenti 12 captazioni ad uso acquedottistici (centrale di San Vitale), la cui ubicazione e relative fasce di salvaguardia, vengono riportati sulla Tav. QC.6/T1.



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 il 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, territori comunali dell'Associazione Terre d'Acqua, vengono classificati 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.



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.

Con riferimento alla zona in studio, ricade all'interno della perimetrazione della Tav. 1, solo parzialmente il territorio di Calderara di Reno, nella sua estremità orientale, risultando interessato dalla perimetrazione del "settore di ricarica di tipo B" e "settore di ricarica di tipo D".

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 falde* 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 discariche di rifiuti, pericolosi e non, mentre nei settori di ricarica di tipo B sono consentite discariche 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 "Obiettivi 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.



PIANO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO

Il territorio dell'Associazione Terre d'Acqua rientra parzialmente all'interno del bacino del fiume Po (territori comunali di Crevalcore, San Giovanni in Persiceto e Sant'Agata Bolognese) ed in parte all'interno del bacino del fiume Reno (territori comunali di Calderaia di Reno, Sala Bolognese, Anzola dell'Emilia); si riportano di seguito i principali riferimenti ai piani per l'assetto idrogeologico delle due differenti Autorità di Bacino

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, 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 (Crevalcore, San Giovanni in Persiceto e Sant'Agata Bolognese), 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 validato 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.

La perimetrazione delle fasce A e B interessa parte del territorio comunale di Crevalcore, mentre la perimetrazione della fascia C, interessa parte dei territori comunali di Crevalcore, San Giovanni in Persicelo e Sant'Agata Bolognese.

P.S.A.I. - AUTORITA' DI BACINO FIUME RENO

Per i territori dell'unione, compresi entro il bacino del fiume Reno (Calderara di Reno, Sala Bolognese, Anzola dell'Emilia) il piano di riferimento per l'assetto idrogeologico è costituito dal "Piano stralcio per il bacino del torrente Samoggia", che interessa la maggior parte dei territori comunali e solo marginalmente, nella fascia all'estremità orientale, interessata dal corso del fiume Reno, si entra nella competenza del "Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico".

Il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Reno è stato approvato, per il territorio di competenza, dalla Giunta Regionale Emilia-Romagna con deliberazione n. 567 del 07/04/2003 e successivamente modificato ai sensi dell'art. 20 comma 5 delle norme di piano ed approvato con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2/3 del 28/05/2004 e Comitato Istituzionale n. 2/9 del 25/07/2005.

Il Piano riguarda i sottobacini del fiume Reno e dei torrenti Idice, Sillaro, Santerno, essendo i restanti territori del bacino oggetto di già intervenuta pianificazione che, per il territorio in esame, riguarda il "Piano stralcio per il bacino del torrente Samoggia", approvato dalla Giunta della Regione Emilia-Romagna, competente per territorio, con delibera n. 1559 del 09.09.2002.

Per quanto riguarda il "rischio idraulico e l'assetto della rete idrografica" si prende invece soltanto in considerazione lo scolmatore del Reno; nel tratto che scorre da Casalecchio fino alla pianura si evidenziano gravi insufficienze degli alvei ed inammissibili situazioni di rischio idraulico, da moderato a molto elevato, che investono importanti centri abitati tra cui Sala Bolognese. L'obiettivo di sicurezza nella definizione degli interventi è la tutela dalle piene a tempo di ritorno di 200 anni. Per migliorare l'efficienza idraulica degli alvei si citano come interventi:

- la formazione ed il mantenimento di opportuni transetti vegetazionali lungo gli alvei, che assicurino la compatibilità fra la continuità dei corridoi fluviali verdi attraverso la pianura ed il contenimento della scabrezza delle pareti;
- la riduzione delle portate al colmo trasferite ai tratti critici arginati del fiume Reno mediante contenimento dei volumi d'acqua della piena bicentennale eccedenti la capienza dell'alveo arginato, in casse di espansione.

L'intervento sul Reno prevede la realizzazione di tre opere:

- in destra idraulica, in località Trebbo, una cassa adiacente ed esterna all'argine maestro, per un volume utile di circa 4 milioni di metri cubi (35 ettari di estensione per una altezza massima di invaso di 11 metri, dei quali 5-6 ricavabili mediante scavo);
- a monte e a valle del ponte di Bonconvento nelle ampie golene interne alle arginature, è già prevista l'attivazione di tre cave per la realizzazione di svassi golenali con un volume di acqua invasabile complessivo di 4.8 milioni di metri cubi;
- nell'area compresa tra la destra Samoggia e la sinistra Reno, una cassa alla confluenza dei due fiumi con un volume invasabile massimo di 17 milioni di metri cubi circa.

Il PSAI al Titolo II delle NTA detta norme relative al "rischio idraulico ed assetto della rete idrografica"; il sistema fluviale e il territorio sono stati suddivisi in ambiti distinti di applicazione di norme d'uso diverse, al fine di garantire la salvaguardia dei corsi d'acqua, un assetto fluviale e della rete idrografica che consenta un libero deflusso delle acque e la riduzione del rischio idraulico.

Gli ambiti individuati, d'interesse territoriale, sono i seguenti:

- Alveo Attivo e Reticolo Idrografico, come insieme degli alvei attivi, normati dall'art. 15 delle NTA; l'alveo attivo è l'ambito territoriale di maggiore tutela, è definito come l'insieme degli spazi normalmente occupati dalle acque per tempi di ritorno di 5-10 anni, del volume di terreno che circonda tali spazi e che interagisce con le masse d'acqua e di ogni elemento che partecipa alla determinazione del regime idraulico. Il reticolo idrografico è costituito dall'insieme degli alvei attivi ed è classificato in primario, secondario, minore e minuto a seconda dell'importanza del corso d'acqua;
- Aree ad Alta Probabilità di Inondazione, per il solo fiume Reno, normate dall'art. 16 delle NTA; la definizione delle aree ad alta probabilità di inondazione si basa sulla determinazione delle condizioni idrauliche (portata, livelli idrici, velocità) con le quali avviene il moto nel corso d'acqua, imponendo una sollecitazione (onda di piena) con le caratteristiche di ricorrenza (probabilità di accadimento) imposte. Valutati i livelli idrici che si verificano per la piena con tempo di ritorno 25-50 anni, si sono individuati i tratti arginali passibili di sormonto e si è definita come area ad alta probabilità di inondazione una fascia esterna all'argine di larghezza pari a 250-300 metri circa.
- Aree per la Realizzazione degli Interventi Strutturali, normate dall'art. 17 delle NTA; le aree per la realizzazione degli interventi strutturali di riduzione del rischio idraulico si suddividono in aree di intervento, aree di localizzazione interventi e aree di potenziale localizzazione degli interventi. Tali aree sono individuate nel primo caso sulla base di un progetto preliminare già approvato, nel secondo tramite una verifica preliminare di fattibilità e nel terzo in base alla predisposizione ad accogliere interventi non pianificati ma che si potrebbero rendere necessari a causa dell'insufficienza, o della

riscontrata non idoneità, delle aree già programmate per gli interventi. L'obiettivo assunto nella pianificazione degli interventi è stato quello di raggiungere condizioni di sicurezza idraulica nei territori insediati per tempi di ritorno fino a 200 anni. La prima fase degli studi idraulici ha consentito l'individuazione delle situazioni di rischio dovute a esondazioni o sormonti arginali per piene con tempo di ritorno di 25-50 anni e di 100-200 anni, mentre nella seconda fase si è provveduto a valutare gli interventi da attuare per il raggiungimento degli obiettivi di sicurezza idraulica.

- Fasce di Pertinenza Fluviale, normate dall'art. 18 delle NTA, sono le porzioni di territorio latitanti i corsi d'acqua, occupate solo saltuariamente dalle acque o mai occupate superficialmente ma soggette a scambi idrici sub superficiali o sotterranei con il corso d'acqua. In pianura dove la forte artificializzazione del territorio e degli ambienti fluviali ha ristretto i corsi d'acqua all'interno di argini anche molto elevati confinando così al loro interno anche il sistema fluviale, l'individuazione della pertinenza fluviale assume una forte connotazione pianificatoria, viene indicata come l'area da dedicare alle azioni di recupero dei sistemi fluviali nella loro funzione idraulica ed ecologica.

La normativa di Piano viene recepita ed integrata dalle NTA del PTCP della Provincia di Bologna e pertanto si rimanda al paragrafo relativo per i riferimenti normativi.

Le Aree per la realizzazione d'interventi strutturali ed in particolare aree di localizzazione d'interventi per il fiume Reno, sono un sistema di cinque casse di espansione di cui tre golenali e due laterali, posizionate in un tratto di Reno da Trebbo alla confluenza del Samoggia in Reno. Tre delle cinque casse interessano i territori comunali dell'unione Terre d'Acqua, ed in particolare, la prima cassa di espansione laterale si trova in località Trebbo nel Comune di Castel Maggiore e Calderara di Reno, la seconda si trova in località Bagnetto (nei Comuni di Sala Bolognese e Castello d'Argile), mentre delle tre casse golenali, due in destra ed una in sinistra, una si trova in località Boschetto, in Comune di Sala Bolognese. Le casse fanno parte di un unico intervento studiato per garantire condizioni di sicurezza per piene con TR fino a 200 anni nei territori di pianura esposti a potenziali esondazioni di Reno fino all'Opera di scolmo nel "Cavo Napoleonico";

PIANO STRALCIO PER IL BACINO DEL TORRENTE SAMOGGIA

Il Piano Stralcio per il Bacino del Torrente Samoggia, approvato dalla Giunta della Regione Emilia-Romagna con deliberazione n 1559 del 9 settembre 2000 e successive modificazioni, interessa il territorio dei bacini montani del Torrente Samoggia e del suo maggiore affluente Torrente Lavino, dei bacini collinari e dei comprensori di pianura, che versano le loro acque sia in Samoggia che in Reno, compresi tra l'argine destro del Torrente Samoggia e l'argine sinistro del Fiume Reno fino a tre chilometri a valle della loro unione in corrispondenza dello sbocco del Samoggia in Reno.

Le situazioni a rischio idraulico che vengono individuate e che ricadono nel territorio di Terre d'Acqua riguardano in particolare la possibilità di tracimazione del torrente, a questo proposito sono previsti i seguenti interventi:

- realizzazione di casse di espansione per il torrente Lavino nel tratto non arginato compreso tra il Ponte Rivabella S.P. 26 Valle del Lavino ed il centro abitato del Capoluogo di Zola Predona, che consentirebbero di laminare le piene, con tempo di ritorno superiore ai 30 anni, appena a monte dell'asta fluviale in sofferenza idraulica che risulta essere tutto il tratto arginato, con diverso grado di rischio crescente da valle verso monte, a valle del ponte Autostrada A1 fino alla confluenza in Samoggia;
- realizzazione di Cassa di espansione del Torrente Samoggia nel tratto arginato in sinistra a valle del ponte delle "Budrie" S.P. 2. Essa consente di ridurre le portate di piena in transito a quantità compatibili per il loro contenimento nelle arginature di valle;

- realizzazione di Cassa di Espansione per il fiume Reno ed il Torrente Samoggia alla confluenza dei due corsi d'acqua, ricompresa tra l'argine destro di Samoggia e l'argine sinistro di Reno per una estensione di circa 273 ettari ed un volume di 17,5 milioni di mc;
- rialzi arginali nel torrente Samoggia nel tratto compreso tra il ponte S.P. 3 "Trasversale di Pianura" ed il ponte in località Lorenzatico, per ricreare la livelletta delle sommità arginali depressa a causa della subsidenza del terreno;
- rialzi arginali nel tratto del Torrente Lavino compreso tra il Ponte FFSS Linea Bologna-Milano ed il Ponte della S.S. 568 Persicetana per ricreare la livelletta delle sommità arginali depressa a causa della subsidenza del terreno.
- modifica, previa verifica della funzionalità idraulica, delle sezioni di deflusso del Torrente Lavino in corrispondenza degli storici ponti ferroviari delle Linee Bologna-Milano e Bologna-Verona in quanto è stato verificato la loro criticità in condizioni di piene con tempo di ritorno inferiore ai 30 anni.
- rialzo della quota di sottotrave del Ponte della S.S. 9 Via Emilia sul torrente Lavino in località Lavino di Mezzo.

Il Piano al Titolo II delle NTA detta norme relative all' "Assetto della rete idrografica" ed in particolare vengono individuati i seguenti ambiti di applicazione di norme d'uso diverse, al fine di garantire la salvaguardia dei corsi d'acqua, un assetto fluviale e della rete idrografica che consenta un libero deflusso delle acque e la riduzione del rischio idraulico.

Gli ambiti individuati, d'interesse territoriale, sono i seguenti:

- Fasce di pertinenza del reticolo idrografico nel territorio di pianura, normate dall'art. 16 delle NTA, sono le fasce laterali dei corsi d'acqua, sviluppate per un'estensione di 10 metri dal ciglio più elevato della sponda o dal piede arginale; entro tali fasce non è ammessa l'edificazione di manufatti edilizi o di infrastrutture. Nei tratti compresi nel perimetro del territorio urbanizzato e nei tratti coperti, la fascia di pertinenza è ridotta a 5 metri rispettivamente dal ciglio di sponda e dal limite a campagna della infrastruttura. Fanno eccezione i tratti fluviali compresi entro i centri storici individuati dagli strumenti urbanistici, quando l'applicazione della norma non risulta compatibile con il tessuto urbano consolidato degli stessi. Al fine di consentire interventi di manutenzione con mezzi meccanici, lungo tutti gli scoli di bonifica va comunque mantenuta libera, da ogni elemento che ostacoli il passaggio, una zona della larghezza di 5 metri esterna ad ogni sponda;
- Alvei dei corsi d'acqua, normati dall'art. 17 delle NTA, sono le aree ad elevata probabilità di inondazione per piene ordinarie e per portate di piena con tempo di ritorno stimato in 25 anni. Entro tali aree non è ammessa la realizzazione di nuovi manufatti edilizi, mentre gli interventi ammessi sui fabbricati esistenti, devono comunque essere compatibili con il rischio idraulico presente sul fabbricato e sottoposti a preventiva autorizzazione dell'Autorità idraulica; sono ammessi interventi connessi alla gestione idraulica del corso d'acqua e alla manutenzione delle infrastrutture e dei relativi manufatti di servizio; è ammessa la realizzazione di infrastrutture e dei relativi manufatti di servizio riferiti a servizi essenziali e non diversamente localizzabili purché non concorrano ad incrementare il rischio e non precludano la possibilità di attenuare o eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio;
- Fasce di pertinenza fluviale, normate dall'art. 18 delle NTA, sono gli alvei fluviali e costituiscono aree preferenziali per lo svolgimento della attività agricola come previsto dalle misure per la "Produzione integrata" e per la "Produzione biologica" e per la conseguente concessione di incentivi per il sostegno delle stesse. All'interno di tali aree non è ammessa la realizzazione di nuovi fabbricati tranne alcune eccezioni; sono vietate le attività di smaltimento e recupero di rifiuti urbani, speciali e pericolosi ad eccezione delle attività di stoccaggio di rifiuti urbani e di rifiuti speciali di costruzioni e demolizioni. Sono ammesse la manutenzione, l'ampliamento o la ristrutturazione delle infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico riferiti a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture parimenti essenziali, purché non concorrano ad incrementare il rischio e non precludano la possibilità di attenuare o eliminare le

cause che determinano le condizioni di rischio, e risultino essere comunque coerenti con la pianificazione degli interventi d'emergenza di protezione civile;

- Aree di localizzazione interventi, normate dall'art. 19 delle NTA, sono le aree prescelte per la localizzazione di interventi strutturali a servizio della regione fluviale; anche queste aree costituiscono aree preferenziali per lo svolgimento delle attività agricole e sui manufatti edilizi esistenti non è ammessa alcuna opera o variazione di destinazione d'uso che incrementi il rischio dei manufatti medesimi;
- Aree di potenziale allagamento, normate dall'art. 21 delle NTA, comprende una piccolissima porzione di territorio in comune di Calderara di Reno.

La normativa di Piano viene recepita ed integrata dalle NTA del PTCP della Provincia di Bologna e pertanto si rimanda al paragrafo relativo per i riferimenti normativi.

Con Delibera del Comitato Istituzionale n. 1/1 del 26.07.07 è stato adottato il "Progetto di revisione generale del piano stralcio per il bacino del torrente Samoggia per l'aggiornamento e l'adeguamento al PSAI". In particolare gli elementi di novità rispetto al piano vigente sono, per quanto concerne la struttura del piano, la cartografia e la normativa, un allineamento pressoché totale al PSAI che, per quanto riguarda gli elaborati cartografici di piano, concretamente hanno portato a:

- introdurre alcune modifiche nei criteri di individuazione degli ambiti territoriali normati: la revisione degli "alvei" dei corsi d'acqua secondo la definizione di "alveo attivo" adottata nel PSAI; l'inserimento della zonizzazione delle "aree ad alta probabilità di inondazione"; l'affinamento delle "fasce di pertinenza fluviale" sulla base dell'inondazione per eventi di piena a moderata probabilità di accadimento e in base alla analisi di maggior dettaglio dell'estensione dei terrazzi alluvionali idrogeologicamente connessi ai corsi d'acqua; la riclassificazione del reticolo idrografico in principale, secondario, minore e minuto;
- individuare con una tavola apposita gli ambiti a rischio elevato e molto elevato;

Le aree di allagamento ("Aree di potenziale allagamento - art. 21 NTA dello PSAI vigente), dopo una revisione, sono state sottratte dagli ambiti sottoposti a Norme e inserite nelle tavole allegate alla relazione, in quanto si è ritenuto che, per una condizione di pericolosità così diffusa sul territorio di pianura, gli strumenti più adeguati possano essere solo gli interventi di limitazione delle piene.



PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PROVINCIALE (PTCP)

Il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale della Provincia di Bologna, adottato con la Delibera del Consiglio Provinciale n. 3 dell'11 febbraio 2003 e approvato con Delibera del Consiglio Provinciale n. 19 del 30 marzo 2004, è lo strumento di programmazione e pianificazione territoriale con il quale Provincia coordina, indirizza e pianifica il governo del territorio.

L'Amministrazione Provinciale di Bologna, con Determina n. 278270/2004 del 18 novembre 2004, ha recepito le modifiche ai piani di bacino secondo quanto previsto dall'art. 3 del Protocollo d'intesa tra la stessa amministrazione provinciale e l'Autorità di Bacino del Fiume Reno, sottoscritta in data giugno 2004.

Conformemente a quanto previsto dal D. Lgs. 152/99 e dalla Direttiva europea 2000/60 (Direttiva Quadro sulle Acque), la Regione ha approvato il Piano di Tutela delle Acque (Delibera n. 40 dell'Assemblea legislativa il 21 dicembre 2005). In attuazione al PTA, la Provincia è tenuta ad adeguare i propri strumenti (PTCP e PIAE) entro 12 mesi dall'approvazione del PTA. In particolare per i PTCP ed i PIAE l'adeguamento comporta

- la traduzione in scala operativa delle perimetrazioni espresse nella tavola 1 del PTA ("zone di protezione delle acque sotterranee nel territorio di pedecollina-pianura: aree di ricarica") e nella Fig. 1.18 del paragrafo 1.3.4.3.3. della Relazione Generale ("bacini imbriferi relativi ai punti di presa

delle acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile" costituenti le zone di protezione delle acque superficiali),

- il recepimento all'interno degli ambiti, dei dati conoscitivi e delle strategie territoriali predisposti dal PTA come elementi di riferimento per la regolamentazione degli usi e delle trasformazioni ammissibili.

Con particolare riferimento ai contenuti del Piano, "il PTCP disciplina il concorso della Provincia alla determinazione degli obiettivi, indirizzi e programmi d'intervento statali e regionali. In particolare provvede, in riferimento al proprio ambito di applicazione e di competenze, alla valutazione di coerenza territoriale e di sostenibilità ambientale, sociale ed economica delle proprie scelte strategiche, nonché alla specificazione ed all'attuazione dei piani e programmi dello Stato e della Regione".

Come stabilito dall'art. 2.3 delle N.T.A. del PTCP vigente, "il PTCP è strumento di indirizzo e coordinamento per la pianificazione urbanistica comunale e intercomunale. Costituisce il riferimento, insieme agli altri strumenti di pianificazione provinciali e regionali:

- per la verifica di conformità dei Piani Strutturali Comunali, anche in forma associata, ai sensi dell'art. 32 comma 7 della L.R. 20/2000;
- per l'espressione delle riserve, osservazioni e pareri previsti dalla legge riguardo agli strumenti di pianificazione comunali e agli atti di programmazione negoziata;
- per la promozione e sottoscrizione di accordi di pianificazione, di accordi territoriali e di accordi con i privati, ai sensi, rispettivamente, degli artt. 14, 15 e 18 della L.R. 20/2000.

Gli strumenti di pianificazione comunali generali e settoriali devono garantire la coerenza con la VALSAT del PTCP. L'entità del contributo al perseguimento degli obiettivi generali e specifici espressi dal PTCP costituisce elemento di valutazione della sostenibilità ambientale e territoriale (VALSAT) di ciascun PSC.

La Provincia promuove l'elaborazione dei Piani Strutturali Comunali in forma associata, nei termini di cui al successivo art. 15.3, anche quale approfondimento ed aggiornamento dei contenuti del PTCP. "

Con riferimento alla Tav. QC.6/t1 "Suolo - Sottosuolo - Acque: Vincoli e tutele esistenti", di seguito si riportano sinteticamente gli articoli delle N.T.A. del Piano che hanno interesse per l'area comunale.

Art. 4.2 - Alvei attivi e invasi dei bacini idrici (AA)

(questo titolo recepisce e integra gli artt. da 15 a 25 del PSAI, le corrispondenti norme degli altri Piani Stralcio di Assetto idrogeologico di cui all'art. 1.4 delle NTA del PTCP, nonché gli artt. 17, 18, 34 e l'Elaborato M del PTPR).

Gli alvei attivi sono definiti come "l'insieme degli spazi normalmente occupati, con riferimento ad eventi di pioggia con tempi di ritorno di 5-10 anni, da masse d'acqua in quiete od in movimento, delle superfici che li delimitano, del volume di terreno che circonda tali spazi e che interagisce meccanicamente od idraulicamente con le masse d'acqua contenute in essi e di ogni elemento che partecipa alla determinazione del regime idraulico delle masse d'acqua medesime".

Il reticolo idrografico, costituito dall'insieme degli alvei attivi, è individuato nella tav. 1 del PTCP come indicazione delle aree occupate dall'alveo attivo, oppure come asse del corso d'acqua. In questo secondo caso, quando le condizioni morfologiche non ne consentano l'individuazione in sede di PSC, la normativa di Piano si applica alle aree comprese entro una distanza planimetrica, in destra e in sinistra dall'asse del corso d'acqua, di 20 m per parte per il reticolo idrografico principale, di 15 m per parte per quello secondario, di 10 m per parte per quello minore e di 5 m per parte per quello minuto. Gli alvei attivi sono destinati al libero deflusso delle acque e alle opere di regimazione idraulica e di difesa del suolo da parte delle autorità competenti, queste ultime da realizzarsi preferibilmente con tecniche di ingegneria naturalistica, tendenti a ridurre il grado di artificialità del corso d'acqua e a favorire la contestuale funzione di corridoio ecologico.

Le disposizioni normative dell'articolo 4.2 del PTCP stabiliscono che negli alvei non è ammissibile qualunque attività che possa comportare un apprezzabile rischio idraulico per le persone e le cose o

rischio di inquinamento delle acque o di fenomeni franosi; l'utilizzazione agricola del suolo, compresi i rimboschimenti ad uso produttivo e gli impianti per l'arboricoltura da legno, deve essere superata al fine di favorire il riformarsi della vegetazione spontanea e l'efficacia della funzione di corridoio ecologico, nei limiti di compatibilità con l'efficiente deflusso delle acque.

Con riguardo alle infrastrutture e agli impianti tecnici per servizi essenziali di pubblica utilità, comprensivi dei relativi manufatti complementari e di servizio, quali: infrastrutture per la mobilità (strade, infrastrutture di trasporto in sede propria, approdi e opere per la navigazione interna), infrastrutture tecnologiche a rete per il trasporto di acqua, energia, materiali, e per la trasmissione di segnali e informazioni, invasi, impianti per la captazione e il trattamento e la distribuzione di acqua sono ammissibili interventi di:

- a) manutenzione di infrastrutture e impianti esistenti;
- b) ristrutturazione, ampliamento, potenziamento di infrastrutture e impianti esistenti non delocalizzabili;
- c) realizzazione ex-novo, quando non diversamente localizzabili, di attrezzature e impianti che siano previsti in strumenti di pianificazione provinciali, regionali o nazionali. La subordinazione alla eventuale previsione in uno di tali strumenti di pianificazione non si applica alle strade, agli impianti per l'approvvigionamento idrico e per le telecomunicazioni, agli impianti a rete per lo smaltimento dei reflui, ai sistemi tecnologici per il trasporto di energia che abbiano rilevanza meramente locale, in quanto al servizio della popolazione di non più di un comune ovvero di parti della popolazione di due comuni confinanti.

i progetti degli interventi di cui alle lettere b) e c) sono approvati da l'Ente competente, previa verifica della compatibilità. Per le infrastrutture lineari non completamente interrato deve essere previsto esclusivamente l'attraversamento, evitando che esse corrano parallelamente al corso d'acqua.

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 zona della larghezza di cinque metri esterna a ogni sponda o dal piede dell'argine.

Il progetto preliminare degli interventi di cui alle lettere b) e c) è sottoposto al parere vincolante, per quanto di sua competenza, dell'Autorità di Bacino.

Le costruzioni eventualmente esistenti all'interno delle aree in oggetto, ad esclusione di quelle connesse alla gestione idraulica del corso d'acqua, sono da considerarsi in condizioni di pericolosità idraulica molto elevata e pertanto la Regione e i Comuni possono adottare provvedimenti per favorire, anche mediante incentivi, la loro rilocalizzazione, salvo che si tratti di costruzioni di riconosciuto interesse storico-architettonico o di pregio storico-culturale e testimoniale. Sui manufatti ed edifici tutelati ai sensi del Titolo I del D.Lgs. 490/1999 e su quelli riconosciuti di interesse storico-architettonico o di pregio storico-culturale e testimoniale dagli strumenti urbanistici comunali sono consentiti gli interventi che siano definiti ammissibili dagli stessi strumenti, fermo restando che non sono ammissibili ampliamenti e che il cambio d'uso è ammissibile a condizione che non determini aumento di rischio idraulico.

Sugli altri manufatti ed edifici non tutelati sono consentiti soltanto:

- interventi di manutenzione,
- interventi finalizzati ad una sensibile riduzione della vulnerabilità rispetto al rischio idraulico, comunque, nel caso di edifici, senza aumenti di superficie e di volume.

La realizzazione delle opere suddette, escluse le opere di manutenzione, è comunque subordinata al parere favorevole dell'Autorità idraulica competente, anche sotto il profilo della congruenza con i propri strumenti di piano.

Ogni modificazione morfologica, compresi la copertura di tratti appartenenti al reticolo idrografico principale, secondario, minore, minuto e di bonifica, che non deve comunque alterare il regime idraulico delle acque, né alterare eventuali elementi naturali fisici e biologici che conferiscono tipicità o funzionalità all'ecosistema fluviale, è subordinata al parere favorevole dell'Autorità idraulica competente e la relativa documentazione deve essere trasmessa all'Autorità di Bacino.

All'interno delle aree in oggetto non può comunque essere consentito:

- l'impianto di nuove colture agricole, ad esclusione del prato permanente, nelle aree non coltivate da almeno due anni al 27 Giugno 2001;
- il taglio o la piantumazione di alberi o arbusti se non autorizzati dall'autorità idraulica competente;
- lo svolgimento delle attività di campeggio;
- il transito e la sosta di veicoli motorizzati se non per lo svolgimento delle attività di controllo e di manutenzione del reticolo idrografico o se non specificatamente autorizzate dall'autorità idraulica competente;
- l'ubicazione di impianti di stoccaggio provvisorio e definitivo di rifiuti nonché l'accumulo di qualsiasi tipo di rifiuto.

Art. 4.3 - Fasce di tutela fluviale (FTF)

(il presente articolo recepisce e integra i contenuti degli artt. 17 e 34 e dell'Elaborato M del PTPR, dell'art. 18 del PSAI, nonché le corrispondenti norme degli altri Piani Stralcio di Assetto idrogeologico di cui all'art. 1.4 delle NTA del PTCP).

Le fasce di tutela sono definite in relazione a connotati paesaggistici, ecologici e idrogeologici; esse comprendono le aree significative ai fini della tutela e valorizzazione dell'ambiente fluviale dal punto di vista vegetazionale e paesaggistico e ai fini del mantenimento e recupero della funzione di corridoio ecologico, o ancora ai fini della riduzione dei rischi di inquinamento dei corsi d'acqua e/o di innesco di fenomeni di instabilità dei versanti; comprendono inoltre le aree all'interno delle quali si possono realizzare interventi finalizzati a ridurre l'artificialità del corso d'acqua.

La finalità primaria delle fasce di tutela fluviale è quella di mantenere, recuperare e valorizzare le funzioni idrauliche, paesaggistiche ed ecologiche dei corsi d'acqua. In particolare le fasce di tutela fluviale assumono una valenza strategica per la realizzazione del progetto di "rete ecologica".

La normativa di Piano si applica anche alle aree latitanti al reticolo principale, secondario, minore e minuto, nei tratti in cui nella tav. 1 non siano graficamente individuate "fascia di tutela fluviale" o "fasce di pertinenza fluviale", per una larghezza planimetrica, sia in destra che in sinistra dal limite dell'alveo attivo, pari a:

- nei corsi d'acqua del "reticolo idrografico principale": 30 metri;
- nei corsi d'acqua del "reticolo idrografico secondario": 20 metri;
- nei corsi d'acqua del "reticolo idrografico minore": 10 metri;
- nella restante parte del reticolo idrografico: 5 metri dal limite del corso d'acqua.

La normativa si applica anche al reticolo minore di bonifica non facente parte del reticolo minore e minuto e non individuato nella cartografia di piano, nel quale la "fascia di tutela fluviale" viene individuata in una fascia laterale di 10 m dal ciglio più elevato della sponda o dal piede arginale esterno. Nei tratti compresi nel territorio urbanizzato e nei tratti coperti, la fascia di pertinenza è ridotta a 5 metri rispettivamente dal ciglio di sponda e dal limite a campagna della infrastruttura. Restano esclusi dall'applicazione normativa i centri storici individuati dagli strumenti urbanistici quando non la norma non risulti compatibile con il tessuto urbano consolidato degli stessi.

Gli strumenti urbanistici comunali od intercomunali, possono prevedere, ove opportuno: sistemazioni atte a ripristinare e favorire la funzione di corridoio ecologico; percorsi e spazi di sosta pedonali e per mezzi di trasporto non motorizzati; sistemazioni a verde per attività del tempo libero all'aria aperta e attrezzature sportive scoperte che non diano luogo a impermeabilizzazione del suolo; aree attrezzate per la balneazione; chioschi e attrezzature per la fruizione dell'ambiente fluviale e perifluviale, le attività ricreative e la balneazione.

Per quanto riguarda le attività agricole e forestali, nelle fasce di tutela fluviale, a distanza di 10 m. dal limite degli invasi ed alvei di piena ordinaria, è consentita l'ordinaria utilizzazione agricola del suolo e l'attività di allevamento, quest'ultima esclusivamente in forma non intensiva qualora di nuovo impianto. È ammessa la realizzazione di piste di esbosco e di servizio forestale di larghezza non superiore a 3,5 metri strettamente motivate dalla necessità di migliorare la gestione e la tutela dei beni forestali interessati.

Con riguardo alle infrastrutture e agli impianti tecnici per servizi essenziali di pubblica utilità, comprensivi dei relativi manufatti complementari e di servizio, quali: infrastrutture per la mobilità (strade, infrastrutture di trasporto in sede propria, approdi e opere per la navigazione interna), infrastrutture tecnologiche a rete per il trasporto di acqua, energia, materiali, e per la trasmissione di segnali e informazioni, invasi, impianti per la captazione e il trattamento e la distribuzione di acqua e per il trattamento di reflui, impianti per la trasmissione di segnali e informazioni via etere, opere per la protezione civile non diversamente localizzabili, impianti temporanei per attività di ricerca di risorse nel sottosuolo,

sono ammissibili interventi di:

- a) manutenzione di infrastrutture e impianti esistenti;
 - b) ristrutturazione, ampliamento, potenziamento di infrastrutture e impianti esistenti non delocalizzabili;
- c) realizzazione ex-novo, quando non diversamente localizzabili, di attrezzature e impianti che siano previsti in strumenti di pianificazione provinciali, regionali o nazionali, oppure che abbiano rilevanza meramente locale, in quanto al servizio della popolazione di non più di un comune ovvero di parti della popolazione di due comuni confinanti.

i progetti degli interventi di cui alle lettere b) e c) sono approvati da l'Ente competente, previa verifica della compatibilità. Per le infrastrutture lineari non completamente interrato deve evitarsi che corrano parallele al corso d'acqua.

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.

Il progetto preliminare degli interventi di cui alle lettere b) e c), salvo che si tratti di opere di rilevanza strettamente locale, è sottoposto al parere vincolante, per quanto di sua competenza, dell'Autorità di Bacino.

Con riferimento agli interventi edilizi, nelle fasce di tutela fluviale sono ammissibili, nei limiti in cui siano ammessi dagli strumenti urbanistici comunali: gli interventi di recupero di costruzioni legittimamente in essere, la realizzazione di nuove superfici accessorie pertinenziali ad edifici legittimamente in essere, ogni intervento edilizio sulle costruzioni legittimamente in essere qualora definito ammissibile dallo strumento urbanistico comunale e finalizzato al miglioramento della fruibilità e alla valorizzazione ambientale dell'ambito fluviale, impianti tecnici di modesta entità quali cabine elettriche, cabine di decompressione del gas, impianti di pompaggio e simili, la realizzazione, quando non diversamente localizzabili, di annessi rustici aziendali ed interaziendali e di altre strutture strettamente connesse alla conduzione del fondo agricolo e alle esigenze abitative di soggetti aventi i requisiti di imprenditore agricolo a titolo principale, ad una distanza minima di m. 10 dal limite dell'alveo attivo, nonché di strade poderali ed interpoderali di larghezza non superiore a 4 metri lineari; non è ammessa comunque la formazione di nuovi centri aziendali, gli interventi edilizi sulla base di titoli abilitativi già legittimamente rilasciati alla data del 11 febbraio 2003 (data di adozione delle norme di Piano). Sono altresì consentiti gli interventi edilizi all'interno del Territorio Urbanizzato (v.) alla data del 29 giugno 1989 (data di entrata in salvaguardia del PTPR) e all'interno delle aree che siano state urbanizzate in data successiva al 29 giugno 1989 e costituiscano Territorio Urbanizzato al 11 febbraio 2003 (data di adozione delle presenti norme) sulla base di provvedimenti urbanistici attuativi e titoli abilitativi rilasciati nel rispetto delle disposizioni dell'art. 17, commi 2, 3, 11 e 12, o dell'art. 37 del PTPR e l'attuazione delle previsioni di urbanizzazione e di edificazione contenute nei Piani Regolatori Generali vigenti alla data del 11 febbraio 2003, qualora non ricadenti nelle zone già assoggettate alle disposizioni dell'art. 17 del PTPR.

La realizzazione degli interventi edilizi di cui in precedenza è subordinata all'adozione di misure di riduzione dell'eventuale rischio idraulico, riguardo alle quali il Comune, nell'ambito del procedimento abilitativo, provvede a verificare l'adeguatezza e a introdurre le opportune prescrizioni. Per quanto riguarda gli edifici esistenti, in tutti i casi in cui sia dimostrata la presenza di situazioni di rischio

idraulico anche non evidenziate negli elaborati di piano, i Comuni dettano norme o emanano atti che consentano e/o promuovano, anche mediante incentivi, la realizzazione di interventi finalizzati alla riduzione della loro vulnerabilità.

Sui complessi industriali e sulle loro pertinenze funzionali, non ricompresi all'interno del perimetro del Territorio Urbanizzato di centri abitati, ove i detti complessi ricadano, anche parzialmente, nelle aree di cui al presente articolo e fossero già insediati in data antecedente al 29 giugno 1989, sono consentiti, quando non diversamente localizzabili, interventi di ammodernamento, di ampliamento, e/o di riassetto organico, sulla base di specifici programmi di qualificazione e sviluppo aziendale, riferiti ad una dimensione temporale di medio termine.

I Comuni, mediante i propri strumenti di pianificazione, individuano i complessi turistici all'aperto, insistenti entro le fasce di tutela ordinaria, che devono essere trasferiti in aree esterne a tali zone, definendo come tali quelli insistenti su aree ricadenti entro il perimetro della piena bicentenaria, o soggette a fenomeni erosivi; individuano inoltre le aree idonee per la loro nuova localizzazione, i complessi turistici che, in conseguenza dell'insussistenza di aree idonee alla loro rilocalizzazione, possono permanere dentro le predette zone, subordinatamente ad interventi di riassetto, le modalità di tali interventi, le caratteristiche dimensionali, morfologiche e tipologiche, sia dei complessi turistici all'aperto di nuova localizzazione, che di quelli sottoposti a riassetto ed i tempi entro i quali devono aver luogo le operazioni di trasferimento, ovvero quelle di riassetto.

Ogni modificazione morfologica del suolo suscettibile di determinare modifiche al regime idraulico delle acque superficiali e sotterranee, ivi comprese le opere per la difesa del suolo e di bonifica montana, va sottoposta al parere dell'Autorità di Bacino che si esprime in merito alla compatibilità e coerenza degli interventi con i propri strumenti di piano.

Nelle fasce di tutela fluviale relative alla porzione montana dei corsi d'acqua, e in quelle ricadenti nelle porzioni dei conoidi della pedecollina e alta pianura classificate con grado di vulnerabilità dell'acquifero alto, elevato o estremamente elevato, come individuate nella tav. 1 del PTCP si applicano le norme di tutela della qualità delle risorse idriche sotterranee di cui all'art. 5.3.

Inoltre, al fine di salvaguardare l'integrità del tetto dell'acquifero freatico e il mantenimento delle comunicazioni in essere tra acquifero e corso d'acqua, i RUE devono definire i limiti alla costruzione di vani interrati e la profondità massima dei piani di posa delle fondazioni che comunque non dovranno condizionare il flusso del livello freatico in regime di piena (escursione massima della falda).

Art. 4.4 - Fasce di pertinenza fluviale (FPF)

(il presente articolo recepisce e integra i contenuti dell'art. 18 del PSAI, nonché le corrispondenti norme degli altri Piani Stralcio di Assetto idrogeologico di cui all'art. 1.4 delle NTA del PTCP).

Le fasce di pertinenza sono definite come le ulteriori aree latitanti ai corsi d'acqua, non già comprese nelle fasce di tutela, che, anche in relazione alle condizioni di connessione idrologica dei terrazzi, possono concorrere alla riduzione dei rischi di inquinamento dei corsi d'acqua e/o di innesco di fenomeni di instabilità dei versanti, al deflusso delle acque sotterranee, nonché alle funzioni di corridoio ecologico e di qualificazione paesaggistica; comprendono inoltre le aree all'interno delle quali si possono realizzare interventi finalizzati a ridurre l'artificialità del corso d'acqua.

La finalità primaria delle fasce di pertinenza fluviale è quella di mantenere, recuperare e valorizzare le funzioni idrogeologiche, paesaggistiche ed ecologiche degli ambienti fluviali. Esse possono assumere una valenza strategica per l'attuazione del progetto di rete ecologica. A queste finalità primarie sono associabili altre funzioni compatibili con esse ed in particolare la fruizione dell'ambiente fluviale e perifluviale per attività ricreative e del tempo libero e la coltivazione agricola del suolo. Le fasce di pertinenza fluviale faranno pertanto parte di norma del territorio rurale e non dovranno di norma essere destinate ad insediamenti e infrastrutture, salvo che facciano già parte del Territorio Urbanizzato e salvo situazioni particolari.

Gli strumenti urbanistici comunali od intercomunali, possono prevedere, ove opportuno: sistemazioni atte a ripristinare e favorire la funzione di corridoio ecologico; percorsi e spazi di sosta pedonali e per mezzi di trasporto non motorizzati; sistemazioni a verde per attività del tempo libero all'aria aperta e

attrezzature sportive scoperte che non diano luogo a impermeabilizzazione del suolo; aree attrezzate per la balneazione; chioschi e attrezzature per la fruizione dell'ambiente fluviale e perifluviale, le attività ricreative e la balneazione.

Anche nelle fasce di pertinenza fluviale la presenza e l'insediamento di attività e costruzioni per funzioni diverse da quelle suddette è ammissibile esclusivamente nei limiti e alle condizioni già riportate per le Fasce di tutela fluviale (FTF) di cui all'art. 4.3.

Sono inoltre ammissibili la realizzazione e l'ampliamento di campeggi e di attrezzature sportive, ricreative e turistiche, la destinazione di aree contermini al perimetro del territorio urbanizzato di centri abitati per nuove funzioni urbane, qualora si tratti di "opere non diversamente localizzabili", la realizzazione di impianti di smaltimento e di recupero di rifiuti nei limiti prescritti dall'art. 14.4 della normativa di piano e secondo le indicazioni di seguito specificate, a condizioni che:

- le aree interessate dagli interventi non siano passibili di inondazioni e/o sottoposte ad azioni erosive dei corsi d'acqua in riferimento ad eventi di pioggia con tempi di ritorno di 200 anni;
- gli interventi non incrementino il pericolo di innesco di fenomeni di instabilità dei versanti e che le stesse aree interessate dagli interventi non siano soggette a fenomeni di instabilità tali da comportare un non irrilevante rischio idrogeologico;
- per realizzare le condizioni di cui sopra non sia necessario realizzare opere di protezione dell'insediamento dalla piene;
- gli interventi non comportino un incremento del pericolo di inquinamento delle acque;
- le nuove previsioni non compromettano elementi naturali di rilevante valore;

Nelle fasce di pertinenza fluviale sono vietate le attività di gestione di rifiuti urbani, speciali e pericolosi ad eccezione:

- del recupero di rifiuti speciali inerti presso impianti già in essere di lavorazione di inerti naturali, per una soglia dimensionale non superiore a 3000 t./anno e comunque entro i limiti temporali nei quali l'impianto è autorizzato, ai sensi del PIAE,
- le operazioni di recupero ambientale con l'utilizzo di rifiuti speciali non pericolosi ai sensi del D.M. 5/2/1998, solo se compatibili con le caratteristiche chimico/fisiche e geomorfologiche dell'area da recuperare;
- delle operazioni di stoccaggio e compostaggio di rifiuti ligneo-cellulosici, ovvero di rifiuti vegetali da coltivazioni agricole e scarti di legno non impregnato di cui al punto 16.1, lettere b), c), h), e l) dell'allegato 1, Sub-allegato 1 del D.M. 5/2/1998, nei limiti massimi di 1000 t./anno per ciascun impianto autorizzato;
- del trattamento di rifiuti liquidi in impianti di depurazione di acque reflue urbane esistenti, nei limiti della capacità residua dell'impianto ed ai sensi dall'art. 36 commi 2 e 3 del D.Lgs. 152/1999 e succ. modificazioni;
- delle operazioni di ricondizionamento preliminare, ai sensi del D.Lgs. 22/97, dei fanghi prodotti da impianti di depurazione esistenti e trattamento negli stessi di rifiuti speciali prodotti da terzi, nei limiti della capacità depurativa residua dell'impianto preesistente.

Sono ammessi, ai fini della raccolta:

- il deposito temporaneo di rifiuti urbani anche in stazioni ecologiche di base e stazioni ecologiche attrezzate;
- il deposito temporaneo di rifiuti speciali, anche collettivo purché previsto da specifici accordi di programma per la corretta gestione dei rifiuti ai sensi dell'art. 4 comma 4 del D.Lgs. 22/97.

Art. 4.5 - Aree ad alta probabilità di inondazione

(il presente articolo recepisce e integra i contenuti dell'art. 16 del PSAI, nonché le corrispondenti norme degli altri Piani Stralcio di Assetto idrogeologico di cui all'art. 1.4 delle NTA del PTCP).

Le aree ad alta probabilità di inondazione sono definite come le aree passibili di inondazione e/o esposte alle azioni erosive dei corsi d'acqua per eventi di pioggia con tempi di ritorno inferiori od uguali a 50 anni. Gli elementi antropici presenti in tali aree, e rispetto ai quali il danno atteso è medio o grave,

danno luogo a rischio idraulico elevato e molto elevato. Le aree ad alta probabilità di inondazione interessano prevalentemente porzioni delle fasce di tutela e delle fasce di pertinenza fluviale.

La finalità primaria del Piano con riferimento alle aree ad alta probabilità di inondazione è quella di ridurre il rischio idraulico, salvaguardando nel contempo le funzioni idrauliche, paesaggistiche ed ecologiche dei corsi d'acqua.

Ferme restando le altre disposizioni previste dal Piano ed in particolare, ove applicabili, le norme relative alle Fasce di Tutela Fluviale (FTF) ed alle Fasce di Pertinenza Fluviale (FPF), agli interventi ammissibili in queste aree si applicano le seguenti limitazioni e precisazioni:

- a) Fatto salvo quanto previsto dalle successive lettere e) e f), può essere consentita la realizzazione di nuovi fabbricati e manufatti solo nei casi in cui essi siano interni al territorio urbanizzato o si collochino in espansioni contermini dello stesso e la loro realizzazione non incrementi sensibilmente il rischio idraulico rispetto al rischio esistente.
- b) Fatto salvo quanto previsto dalle successive lettere e) e f), può essere consentita la realizzazione di nuove infrastrutture, comprensive dei relativi manufatti di servizio, solo nei casi in cui esse siano riferite a servizi essenziali non diversamente localizzabili, la loro realizzazione non incrementi sensibilmente il rischio idraulico rispetto al rischio esistente e risultino coerenti con la pianificazione degli interventi d'emergenza di protezione civile.
- c) Sui fabbricati esistenti, fatto salvo quanto previsto dalla successiva lettera f), possono essere consentiti solo interventi edilizi o variazioni di destinazione d'uso che non incrementino sensibilmente il rischio idraulico rispetto al rischio esistente. Possono essere previsti interventi di delocalizzazione finalizzati ad una sostanziale riduzione del rischio idraulico, purché la nuova localizzazione non ricada nelle fasce di tutela fluviale di cui all'art. 4.3. Possono comunque, previa adozione delle possibili misure di riduzione del rischio, essere consentite:
 - c1) gli interventi di manutenzione e restauro;
 - c2) gli interventi ammissibili ai sensi degli strumenti urbanistici vigenti sui manufatti ed edifici tutelati ai sensi del Titolo I del D.Lgs. 490/1999 e su quelli riconosciuti di interesse storico-architettonico o di pregio storico-culturale e testimoniale;
 - c3) trasformazioni di fabbricati definite dalle amministrazioni comunali a "rilevante utilità sociale" espressamente dichiarata.
- d) Nella valutazione dell'incremento di rischio di cui alle precedenti lettere a), b) e c) devono essere prese in considerazione le variazioni dei singoli fattori e delle variabili che concorrono alla determinazione del rischio idraulico come definito nell'art. 1.5 delle norme di Piano.
- e) Le amministrazioni comunali possono determinare, prescrivendo comunque la preventiva realizzazione delle possibili misure di riduzione del rischio, di dare attuazione alle previsioni contenute negli strumenti di pianificazione urbanistica comunale vigenti alla data del 27 giugno 2001 riguardanti aree che dagli elaborati di piano o da successivi approfondimenti conoscitivi non risultino interessate da eventi di piena con tempi di ritorno inferiori od uguali a 30 anni e che non siano già assoggettate alle disposizioni dell'art. 17 del PTPR.
- f) Può comunque essere attuato quanto previsto da provvedimenti abilitativi che siano stati resi esecutivi prima del 27 giugno 2001 e, previa adozione delle possibili misure di riduzione del rischio, gli interventi sulle aree, non già assoggettate alle disposizioni dell'art. 17 del PTPR, i cui piani urbanistici attuativi siano stati resi vigenti prima del 27 giugno 2001.
- g) È sottoposto al parere dell'Autorità di Bacino che si esprime in merito alla compatibilità e coerenza degli interventi con i propri strumenti di piano, il rilascio del titolo abilitativo per:
 - la realizzazione dei nuovi fabbricati di cui alla lettera a);
 - la realizzazione delle nuove infrastrutture di cui alla lettera b) ad eccezione di quelle di rilevanza locale al servizio degli insediamenti esistenti;
 - gli ampliamenti, le opere o le variazioni di destinazione d'uso di cui alla lettera c) ad esclusione di quelle elencate ai punti c1), c2) e c3).

Nelle aree ad alta probabilità di inondazione presenti in tratti non arginati dei corsi d'acqua e dove sono assenti elementi a rischio, la realizzazione di opere di regimazione fluviale è consentita solo nei casi in cui tale fatto non induca un incremento apprezzabile della pericolosità in altre zone.

Art. 4.6 - Aree per la realizzazione di interventi idraulici strutturali

(il presente articolo recepisce e integra i contenuti dell'art. 17 del PSAI, nonché le corrispondenti norme degli altri Piani Stralcio di Assetto idrogeologico di cui all'art. 1.4 delle NTA del PTCP).

Le aree per la realizzazione di interventi idraulici strutturali sono state definite nel PSAI approvato dall'Autorità di Bacino del Reno e sono distinte in:

- "Aree di intervento" individuate sulla base di un "progetto preliminare", così come definito dal DPR 21/12 /1999 n. 554, degli interventi su esse previsti; tali aree sono contraddistinte nelle tavole di piano dalla sigla "Ai". Sono in ogni caso da considerare "aree d'intervento", anche quando non specificatamente indicato, le aree racchiuse dalle linee esterne di intersezione delle masse arginali con il piano di campagna;

- "Aree di localizzazione di interventi" aree individuate sulla base di un'attività di verifica preliminare di fattibilità dell'intervento; tali aree sono contraddistinte nelle tavole di piano dalla sigla "Li";

- "Aree di potenziale localizzazione di interventi" individuate per la realizzazione di interventi previsti al fine di ridurre il rischio idraulico connesso con eventi con tempi di ritorno superiori a 200 anni e/o che potrebbero risultare necessarie nel caso in cui, nella fase di attuazione del piano, la progettazione preliminare degli interventi programmati dovesse dimostrare l'insufficienza o la non idoneità delle relative aree di localizzazione; tali aree sono contraddistinte nelle tavole di piano dalla sigla "Pi";

All'interno dei territori dell'unione sono perimetrate unicamente "aree di localizzazione di interventi - Li", di cui una lungo il corso del torrente Samoggia nei pressi della frazione "Budrie" in comune di San Giovanni in Persiceto, una in corrispondenza dell'immissione del torrente Samoggia nel fiume Reno, a sud-est della frazione San Matteo della Decima (comune di San Giovanni in Persiceto) e le restanti lungo il corso del fiume Reno, una nei pressi della località "Padulle" (comune di Sala Bolognese) e l'altra più a sud, nei pressi della frazione "Longara" (comune di Calderaia di Reno), compresa solo parzialmente entro il territorio in esame.

Ferme restando le altre disposizioni del presente Piano e in particolare, ove applicabili, le norme delle Fasce di Tutela Fluviale (FTF) e delle Fasce di Pertinenza Fluviale (FPF), all'interno delle "aree di localizzazione interventi" non è consentita la realizzazione di nuovi manufatti edilizi, di fabbricati e di opere infrastrutturali ad eccezione di manufatti relativi alla gestione idraulica dei corsi d'acqua e di nuove infrastrutture, comprensive dei relativi manufatti di servizio, riferite a servizi essenziali e non diversamente localizzabili, purché non ostacolino la realizzazione degli interventi strutturali previsti. Il progetto preliminare di nuovi interventi infrastrutturali è sottoposto al parere vincolante dell'Autorità di Bacino che si esprime in merito alla compatibilità e coerenza dell'opera con i propri strumenti di piano. Sui manufatti e fabbricati esistenti sono consentiti, previo parere favorevole dell'Autorità idraulica competente, opere di manutenzione, opere imposte dalle normative vigenti, opere su fabbricati tutelati dalle normative vigenti, trasformazioni di fabbricati definite dalle amministrazioni comunali a "rilevante utilità sociale" espressamente dichiarata, i Comuni dettano norme o emanano atti che consentono e/o promuovono, anche mediante incentivi, la rilocalizzazione dei fabbricati presenti, utilizzando anche le procedure per la realizzazione di opere pubbliche idrauliche.

Art. 4.7 - Conservazione e valorizzazione del demanio fluviale e progetti di tutela, recupero e valorizzazione delle aree fluviali e periferuali

(il presente articolo recepisce e integra i contenuti dell'art. 19 del PSAI, le corrispondenti norme degli altri Piani Stralcio di Assetto idrogeologico di cui all'art. 1.4 delle NTA del PTCP, nonché l'art. 32 del PTPR).

Le aree demaniali ricadenti all'interno degli "alvei attivi ed invasi dei bacini idrici", delle "fasce di tutela fluviale" e delle "fasce di pertinenza fluviale" sono da conservare e valorizzare mediante specifiche

azioni di tutela ed intervento fra le quali la realizzazione di parchi fluviali o aree protette e aree finalizzate alla pubblica fruizione.

In particolare il PTCP indica l'esigenza di promuovere progetti di tutela, recupero e valorizzazione delle aree fluviali e perifluviali prioritariamente laddove queste intersecano o lambiscono i centri urbani e possono quindi assumere la valenza di aree di compensazione ecologica degli ambienti urbani e di dotazioni territoriali anche per finalità ricreative, nonché dove possono assumere la valenza di elementi funzionali della rete ecologica.

Tra le aste fluviali individuate da interessare prioritariamente con progetti di tutela, recupero e valorizzazione, rientra nel territorio dell'unione solamente il torrente Samoggia.

Le Amministrazioni locali competenti per territorio, singolarmente o consorziate, attuano i progetti di valorizzazione con il coordinamento dall'Autorità di Bacino e seguendo le indicazioni contenute nella "Norma di indirizzo per la salvaguardia e la conservazione delle aree demaniali e la costituzione di parchi fluviali e di aree protette" di cui alla delibera n. 1/6 del 14.03.97 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino.

Art. 4.8 - Controllo degli apporti d'acqua

(il presente articolo recepisce e integra i contenuti dell'art. 20 del PSAI, nonché le corrispondenti norme degli altri Piani Stralcio di Assetto idrogeologico di cui all'art. 1.4 delle NTA del PTCP)

Il presente articolo stabilisce che, al fine di non incrementare gli apporti d'acqua piovana al sistema di smaltimento e di favorire il riuso di tale acqua, i Comuni devono prevedere, per gli ambiti di nuovo insediamento e comunque per le aree non ancora urbanizzate, la realizzazione di sistemi di raccolta delle acque di tipo duale, ossia composte da un sistema minore costituito dalle reti fognarie per le acque nere e parte delle acque bianche (prima pioggia), e un sistema maggiore costituito da collettori, interrati o a cielo aperto e da sistemi di accumulo per le acque bianche; il sistema maggiore deve prevedere sistemi 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. Tali sistemi di raccolta, ad uso di una o più delle zone da urbanizzare, devono essere localizzati in modo tale da raccogliere le acque piovane prima della loro immissione nel corso d'acqua o collettore di bonifica ricevente individuato dall'Autorità idraulica competente.

Le caratteristiche funzionali dei sistemi di raccolta sono stabilite dall'Autorità idraulica competente con la quale devono essere preventivamente concordati i criteri di gestione.

I Comuni, d'intesa con l'Autorità idraulica competente, promuovono la formazione di sistemi di raccolta unitari a servizio di più ambiti o complessi insediativi.

In sede di PSC, il Comune individua le soluzioni e le localizzazioni di massima per i sistemi di raccolta, da precisare in sede di pianificazione operativa; le aree necessarie possono essere individuate come dotazioni ecologiche.

L'adozione, nei terreni ad uso agricolo, di nuovi sistemi di drenaggio che riducano sensibilmente il volume specifico d'invaso, modificando quindi i regimi idraulici, è soggetta ad autorizzazione da parte del Comune ed è subordinata all'attuazione di interventi compensativi consistenti nella realizzazione di un volume d'invaso pari almeno a 100 m³ per ogni ettaro di terreno drenato con tali sistemi e al parere favorevole, espresso sulla base di un'idonea documentazione in cui sia dimostrato il rispetto di quanto previsto dal presente punto, dell'Autorità idraulica competente. Ai fini dell'applicazione del presente punto, i sistemi di "drenaggio tubolare sotterraneo" e di "scarificazione con aratro talpa" sono da considerare come sistemi che riducono sensibilmente il volume specifico d'invaso.

I Comuni recepiscono e danno attuazione alle disposizioni precedenti nel RUE; gli stessi Comuni dettano norme o comunque emanano atti che consentono e/o promuovono, anche mediante incentivi, utilizzando anche eventuali finanziamenti statali, regionali e provinciali allo scopo stabiliti, la realizzazione di sistemi di smaltimento delle acque di tipo duale e di raccolta e accumulo delle acque piovane anche nelle aree edificate, e nelle aree interessate da trasformazione urbana.

Art. 5.3 - Tutela della qualità delle risorse idriche sotterranee

Il PTCP definisce zone di protezione delle risorse idriche sotterranee

- a) le aree dei terrazzi fluviali connessi e dei conoidi permeabili della pedecollina e alta pianura ed in particolare le aree dei conoidi della pedecollina e alta pianura classificate con grado di vulnerabilità dell'acquifero alto, elevato o estremamente elevato, come individuate nelle tav. 2 e 3 del PTCP
- b) le aree di salvaguardia delle opere di captazione di acque ad uso potabile.

Nelle zone di protezione delle risorse idriche sotterranee di cui alla lettera a) sono vietati:

- gli scarichi liberi sul suolo e nel sottosuolo di liquidi e di altre sostanze di qualsiasi genere o provenienza con la sola eccezione della distribuzione agronomica del letame e delle sostanze ad uso agrario, nonché dei reflui trattati provenienti da civili abitazioni, o da usi assimilabili, che sono consentiti nei limiti delle relative disposizioni statali e regionali;
- la realizzazione di nuovi allevamenti zootecnici di tipo intensivo;
- il lagunaggio dei liquami prodotti da allevamenti zootecnici al di fuori di appositi lagoni di accumulo impermeabilizzati con materiali artificiali;
- la ricerca di acque sotterranee e l'escavazione di pozzi, nei fondi propri o altrui, ove non autorizzati dalle autorità competenti ai sensi della L. 36/1994 e successive modificazioni e provvedimenti applicativi;
- l'interramento, l'interruzione o la deviazione delle falde acquifere sotterranee, con particolare riguardo per quelle alimentanti acquedotti per uso idropotabile;
- l'insediamento di industrie o depositi che trattano fluidi o sostanze idrosolubili che possono inquinare la falda in caso di sversamenti accidentali, se non con l'adozione di tutte le misure di contenimento del rischio che saranno ritenute opportune dalle autorità competenti al rilascio dei pareri igienico-sanitari;
- la realizzazione e l'esercizio di nuove discariche per lo smaltimento dei rifiuti di qualsiasi genere e provenienza, con l'esclusione delle discariche di seconda categoria tipo A, ai sensi della delibera del Comitato Interministeriale 27/07/1984, nonché di terre di lavaggio provenienti dagli zuccherifici, nel rispetto delle disposizioni statali e regionali in materia.

In tutto il territorio urbano, come definito al Capo A-III della L.R. 20/2000 che ricada all'interno delle zone di protezione delle risorse idriche di cui alla lettera a), nel caso di nuove urbanizzazioni o di interventi di riqualificazione urbana con prevalente sostituzione degli insediamenti esistenti deve essere prevista la raccolta delle acque bianche e nere per mezzo di reti separate. In particolare in tutte le strade, i parcheggi e i piazzali di sosta di veicoli, la superficie destinata al transito e alla sosta dei veicoli deve essere pavimentata in modo tale da renderla impermeabile e che le acque meteoriche di "prima pioggia" (pari ai primi 5 mm. di pioggia caduti sulla superficie impermeabile) siano raccolte e convogliate alla fognatura delle acque nere oppure opportunamente trattate. La norma vale inoltre per tutte quelle superfici dove è possibile un sia pure accidentale sversamento di fluidi o polveri inquinanti, quali ad esempio i piazzali dei distributori di carburanti o delle officine di riparazione dei veicoli.

Per gli insediamenti produttivi deve in ogni caso essere garantito il deposito temporaneo dei rifiuti in condizioni di massima sicurezza.

Le pratiche agronomiche devono essere tali da prevenire la dispersione di nutrienti e fitofarmaci nell'acquifero sottostante.

Le zone di protezione delle falde di cui al primo punto lettera a) sono zone di particolare e prioritaria applicazione del codice di buona pratica agricola di cui alla dir. CE 91/676, delle iniziative di lotta biologica e lotta guidata/integrata, di sperimentazione di nuovi indirizzi colturali tali da controllare la diffusione nel suolo e nel sottosuolo di azoto e altri nutrienti.

I nuclei abitati e le attività zootecniche e produttive non allacciate e non allacciabili ad una rete di pubblica fognatura recapitante ad un depuratore, localizzate entro zone di protezione delle risorse idriche sotterranee, costituiscono obiettivo prioritario per la sperimentazione e realizzazione, in accordo con le autorità competenti, di sistemi locali di contenimento dell'inquinamento delle acque superficiali e sotterranee (ad es. attraverso impianti di fitodepurazione).

Per quanto riguarda le aree di salvaguardia delle opere di captazione di acque ad uso potabile, che per l'area in esame fanno riferimento ai pozzi ad uso idropotabile, devono essere delimitate, in prima

approssimazione attraverso il criterio geometrico per giungere alla successiva delimitazione definitiva attraverso i criteri temporali o quelli idrogeologici. All'interno delle aree di salvaguardia si riconoscono:

- la zona di tutela assoluta, che deve circondare il punto di presa con un'estensione di raggio minima di 10 m.; in tale area possono insediarsi esclusivamente l'opera di presa e le relative infrastrutture di servizio, con esclusione di qualsiasi altra attività non inerente all'utilizzo, manutenzione e tutela della captazione;
- la zona di rispetto, che viene definita:
 - secondo il criterio geometrico, dall'area ricadente entro un raggio minimo 200 metri;
 - secondo il criterio temporale, dalla determinazione dell'isocrona, in regime di massima portata, pari a 365 o 180 giorni, in relazione alla situazione locale di vulnerabilità e di rischio della risorsa, per la zona di rispetto allargata e pari a 60 giorni per la zona di rispetto ristretto;
 - secondo il criterio idrogeologico, applicabile solo in caso di acquifero confinato, dalla dettagliata ricostruzione idrogeologica dell'acquifero e delle sue aree di alimentazione.

Nelle zone di rispetto è vietato:

- a) dispersione o scarico di fanghi o di acque reflue, anche se depurati;
- b) accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
- c) spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi salvo un impiego pianificato;
- d) dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade;
- e) aree cimiteriali;
- f) apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;
- g) apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla protezione delle caratteristiche quali quantitative della risorsa idrica;
- h) gestione dei rifiuti;
- i) stoccaggio di sostanze chimiche pericolose e radioattive;
- j) centri di raccolta, demolizione e rottamazione autoveicoli;
- k) pozzi e condotte disperdenti;
- l) pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 kg per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione.

È comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.

Gli insediamenti, nuovi o esistenti, dovranno dotarsi di reti fognarie di tipo separato, distinte per le acque nere e per le acque bianche; per la rete delle acque nere le tubazioni, i pozzetti, le fosse biologiche, e le altre componenti della rete devono essere alloggiati in manufatti a tenuta, ispezionabili e dotati di idonee caratteristiche meccaniche. La rete delle bianche deve rispettare le prescrizioni già dettate per le aree di cui alla lettera a).

Art. 5.4 - Conservazione e rinnovo delle risorse idriche sotterranee

Nelle zone di protezione delle risorse idriche sotterranee di cui al primo punto lettera a) dell'articolo precedente, al fine di conservare la funzionalità dei meccanismi di ricarica dell'acquifero deve essere ridotta al minimo l'ulteriore impermeabilizzazione del suolo.

Ai Comuni spetta, nei propri piani urbanistici, l'identificazione delle zone di protezione delle risorse idriche sotterranee prevedendo in tali aree usi del suolo che non ne pregiudichino la permeabilità; in presenza, nelle stesse aree, di insediamenti urbani preesistenti, i Comuni perseguono, in caso di riqualificazione urbana o di sostituzione degli insediamenti, la progressiva riduzione della superficie impermeabile.

Nell'attuazione delle previsioni dei piani urbanistici che comportino l'urbanizzazione e l'impermeabilizzazione di aree ricadenti in tutto o in parte nelle zone di protezione delle risorse idriche sotterranee, spetta ai Comuni prescrivere la percentuale minima della superficie di intervento che deve essere mantenuta permeabile; la percentuale deve essere massimizzata, compatibilmente con il rispetto delle altre disposizioni urbanistiche vigenti. Qualora tale prescrizione non sia già stabilita in sede di PRG, o di PSC, o di POC, i Comuni introducono la prescrizione in sede di approvazione del Piano

attuativo. i Comuni possono inoltre prescrivere la realizzazione di opere di compensazione aventi l'effetto di ridurre gli effetti della parziale impermeabilizzazione del suolo.

Negli ambiti di riqualificazione urbana che ricadano nelle zone di cui al primo punto, qualora la riqualificazione comporti la prevalente sostituzione degli insediamenti preesistenti, spetta ai Comuni prescrivere la percentuale minima della superficie di intervento che deve essere mantenuta o resa permeabile; la percentuale deve essere massimizzata, compatibilmente con le altre condizioni di fattibilità dell'intervento, e deve tendenzialmente essere superiore a quella preesistente alla riqualificazione.

Con riferimento ai prelievi di risorse idriche sotterranee, la Provincia, nell'esprimere i propri pareri nell'esercizio delle proprie competenze, si attiene ai seguenti criteri, formalizzati in uno specifico documento di indirizzo:

- nelle zone interessate dal fenomeno della subsidenza, con il supporto integrativo delle misure relative alla piezometria, alle sue variazioni e al deficit idrico, non si esprime parere favorevole ad autorizzazioni per nuovi pozzi o per l'incremento di prelievi dai pozzi esistenti, fatti salvi i pozzi per uso esclusivamente domestico in aree non servite da rete acquedottistica;
- nelle restanti aree della pianura devono essere evitati i prelievi da falda per uso domestico in zone già servite da rete acquedottistica;
- tutte le captazioni di risorse idriche sotterranee devono essere dotate di strumento di misura dei prelievi;
- nelle zone servite o servibili da rete idrica per usi industriali o irrigui non si rilasciano di norma pareri favorevoli per nuovi pozzi o per l'incremento di prelievi dai pozzi esistenti, fatti salvi i pozzi per uso esclusivamente domestico in aree non servite da rete acquedottistica per usi potabili. Sono comunque ammessi i casi non altrimenti soddisfacibili e puntualmente motivati.

Art. 5.5 - Disposizioni sugli scarichi idrici

I nuovi insediamenti e la ristrutturazione degli insediamenti esistenti devono essere serviti da reti fognarie separate, anche se confluenti in via transitoria in reti miste. Le Amministrazioni Comunali pongono, al centro degli obiettivi degli interventi di riqualificazione urbana, la realizzazione di reti fognarie separate, al fine di favorire la raccolta e l'adeguato trattamento delle acque nere.

Fatto salvo il rispetto degli obiettivi di qualità di cui all'art. 5.1 delle NTA del Piano, tutti gli scarichi idrici in acque superficiali devono recapitare in corpi idrici idonei ad accettarne le caratteristiche quali-quantitative, anche nei periodi di magra, senza subire in termini permanenti variazioni dannose allo stesso ricettore.

Gli scarichi nel sottosuolo sono vietati.

Tutti gli scarichi di acque nere devono giungere entro i termini fissati dalla normativa di legge alla depurazione dei reflui, ricercando nel contempo il massimo riutilizzo delle acque per usi meno esigenti di quello potabile.

Gli scarichi provenienti dalle reti per le sole acque bianche sono ammessi nei corpi idrici superficiali una volta che venga effettuata l'eliminazione dei corpi grossolani e la separazione di oli e idrocarburi, nella misura massima perseguibile compatibilmente con lo stato della rete fognaria (esistente o di progetto) e le caratteristiche del corpo idrico ricettore.

Gli scolmatori di piena a servizio di reti fognarie miste, in attesa delle separazioni delle reti, possono scaricare in acque superficiali solo se il grado di diluizione (rapporto tra portata bianca e portata nera) è superiore a cinque e se la portata nell'alveo ricevente è tripla rispetto quella scolmata; i manufatti scolmatori devono garantire il trattenimento dei corpi grossolani e la separazione di oli e idrocarburi, secondo i criteri riportati precedentemente

Al fine di tutelare le risorse idriche superficiali destinate al consumo umano, le acque reflue urbane o industriali contenenti scarichi di sostanze pericolose ai sensi della normativa vigente, anche se

depurate secondo i previsti limiti di legge, dovranno confluire nei corpi idrici ricettori interessati da derivazioni ad uso potabile, solo a valle dell'opera di presa.

Nel caso che tale soluzione non sia tecnicamente percorribile dovranno essere attivate tutte le procedure possibili per la massima sottrazione delle sostanze pericolose dei reflui scaricati.

In tutto il territorio rurale, la costruzione di edifici abitativi, o il recupero ad uso abitativo di edifici rurale preesistenti, non allacciabili ad una rete di pubbliche fognature recapitanti ad un depuratore, nonché la realizzazione di allevamenti (aziendali o industriali) è subordinata ad indagine preventiva sulla permeabilità locale del suolo e all'assunzione, in accordo con l'autorità sanitaria competente, di provvedimenti tecnici atti a garantire contro i rischi, anche accidentali, di inquinamento delle acque sotterranee e del suolo.



PIAE (Piano Infraregionale per le Attività Estrattive)

Nell'ambito del PIAE - Piano Infraregionale delle Attività Estrattive della Provincia di Bologna 2002 - 2012, approvato con Del. C.P. n° 22 del 30 marzo 2004, sono individuate, all'interno dei territori dell'unione, 6 aree estrattive, derivanti dalle zonizzazioni preesistenti (PIAE' 96-02), che al 2002, presentavano ancora quantitativi residui non scavati e come tali venivano recepite dal PIAE 2002 - 2012. Infatti, come stabilito dall'art. 4.2 delle NTA, "il P.I.A.E. 2002 - 2012 sostituisce integralmente il P.I.A.E. adottato con delibera di Consiglio Provinciale n° 31 del 02/03/93 ed approvato con delibera di Giunta Regionale n° 259 del 20/02/96 (P.I.A.E. '96) e la relativa Variante Generale adottata con delibera di Consiglio Provinciale n° 131 del 20/04/99 ed approvata con delibera di Giunta Regionale n° 1332 del 26/07/99 (Variante '99). Sono comunque fatte salve le localizzazioni delle attività estrattive effettuate dagli strumenti previgenti purché recepite dai P.A.E. dei Comuni territorialmente competenti e non esplicitamente stralciate dal P.I.A.E. disciplinato dalla presente N.T.A. Il P.I.A.E. 2002 - 2012 aggiorna la stima dei fabbisogni totali di inerti, e, sulla base anche di un'analisi dello stato di attuazione del P.I.A.E. '96, della Variante '99 e dei P.A.E. comunali vigenti, localizza tutti i siti per attività estrattive, confermando o modificando quelli localizzati dal previgente P.I.A.E. '96 o dalla Variante '99, o istituendone di nuovi, per ottimizzare la risposta a tali fabbisogni."

Con riferimento alla Tav. 5 "aree interessate dalle attività estrattive e minerarie", il PIAE vigente individua e recepisce dalla pianificazione precedente, le seguenti aree estrattive:

| ZONIZZAZIONE PIAE PROVINCIALE | | | | |
|--------------------------------------|-------------------------|--|---|---|
| COMUNE | DENOMINAZIONE | TIPOLOGIA DI MATERIALE ESTRATTO | STATO AGG. 30/11/02 | STATO 2 AGG. 2007 |
| Calderara di Reno | Cassa Espansione Trebbo | Sabbie alluvionali | Inattiva | Inattiva Non pianificate dal PAE |
| | Sant'Anna - Due Scale | Ghiaie alluvionali | Attiva (residuo 245.141 m ³) | Attiva |
| | San Vitale | Ghiaie alluvionali | Inattiva | Inattiva In corso di recepimento nel PAE |
| Crevalcore | Cava Filipina | Argilla Limosa | Attiva (residuo 46.000 m ³) | Esaurita e ripristinata |
| Sala Bolognese | Cava Boschetto | Sabbia Alluvionale | Attiva (residuo 2.677.418 m ³) | Attiva |

| | | | | |
|--|----------------|---------------------|--|----------|
| | Prato Dosolo | Argilla Alluvionale | Inattiva (residuo 142.003 m ³) | Esaurita |
| | Cava Bertocchi | Sabbia Alluvionale | Esaurita | / |

Per ciascuna cava è stato riportato anche lo stato di aggiornamento riferito al marzo 2007.

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;
- Casse d'espansione realizzate, in progetto o in corso di realizzazione;
- Le aree morfologicamente depresse a deflusso idrico difficoltoso;
- Sprofondamenti superficiali.

2) Elementi che condizionano e/o limitano la trasformazione del territorio

- Aree aventi resistenza meccanica media del I° strato (1-4 m) < 8 Kg/cm², ovvero con caratteristiche meccaniche scadenti e per le quali sono necessari, in fase attuativa, maggiori approfondimenti diagnostici;
- Aree con caratteristiche di portanza 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 in caso di sisma molto probabile ($F_s < 1$);
- Aree morfologicamente depresse e/o a debolissima pendenza;
- Criticità idrauliche (come segnalato dal Consorzio di Bonifica Reno Palata);
- Aree caratterizzate da vulnerabilità naturale dell'acquifero Elevate o Estremamente Elevate;
- Aree con abbassamenti complessivi del suolo nel periodo 1983-1999 compresi tra 600-800 mm ed 800-1000 mm;
- Bacini fognari - Necessità di intervenire già allo stato di fatto
- Bacini Fognari - Impermeabilizzazioni non incrementabili.

Nella cartografia elaborata non sono stati indicati i limiti e vincoli alle trasformazioni derivanti da strumenti sovraordinati, riportati invece nella Tav. QC.6/T1.

APPENDICE 1 - ELABORAZIONE PROVE PENETROMETRICHE

PROVE PENETROMETRICHE - COMUNE DI ANZOLA EMILIA

| IDENTIFICATIVO | NUMERO PROVE PENETROMETRICHE | RP 1° STRATO (Kg/cm ²) | RP 2° STRATO (Kg/cm ²) | RP 3° STRATO (Kg/cm ²) | FALDA profondità metri p.c. |
|----------------|------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| 220074C006A | 1 | 7,33 | 12,53 | 29,67 | -- |
| 220074C005A | 1 | 7,33 | 12,13 | 13,93 | -- |
| 220074C003A | 1 | 12,31 | 13,00 | 7,63 | -- |
| 220074C009A | 1 | 11,67 | 11,27 | 16,93 | -- |
| 220074C008A | 1 | 7,53 | 9,87 | 16,60 | -- |
| 220074C007A | 1 | 9,93 | 13,87 | 12,67 | -- |
| 220074C001H | 8 | 7,33 | 9,87 | 7,63 | 2,00 |
| 220033C012A | 1 | 20,00 | 14,33 | 14,63 | 0,90 |
| 220033C011A | 1 | 19,87 | 15,33 | 16,20 | -- |
| 220033C010A | 1 | 19,20 | 17,67 | 16,53 | 0,90 |
| 220033C006A | 1 | 12,40 | 13,33 | 11,75 | 0,90 |
| 220033C005A | 1 | 11,38 | 12,40 | 14,38 | 0,90 |
| 220071C016A | 1 | 6,73 | 10,80 | 7,00 | 2,60 |
| 220071C017A | 1 | 9,53 | 10,07 | 9,94 | 2,60 |
| 220071C015A | 1 | 14,67 | 12,80 | 11,94 | 2,50 |
| 220071C014A | 1 | 13,27 | 13,53 | 13,44 | 2,80 |
| 220152C002A | 1 | 13,80 | 19,93 | 15,38 | 1,90 |
| 220152C001A | 1 | 13,87 | 20,93 | 16,69 | 1,90 |
| 220031C004A | 1 | 15,20 | 24,87 | 17,63 | 1,90 |
| 220031C003A | 1 | 14,93 | 24,27 | 19,94 | 1,90 |
| 220031C002A | 1 | 15,60 | 21,93 | 16,50 | 1,90 |
| 220031C001A | 1 | 13,80 | 18,67 | 15,06 | 1,90 |
| 220022C024B | 2 | 11,47 | 16,40 | 24,56 | 1,40 |
| 220022C023B | 2 | 19,13 | 8,53 | 8,00 | 3,00 |
| 220071C013D | 4 | 12,67 | 11,20 | 11,94 | 2,50 |
| 220074C011B | 2 | 14,73 | 23,53 | 20,44 | 6,20 |
| 220071C012C | 3 | 7,67 | 6,27 | 11,00 | 3,00 |
| 220022C022B | 2 | 14,87 | 8,07 | 8,27 | 3,00 |
| 220071C010A | 1 | 12,40 | 15,40 | 19,33 | 1,40 |
| 220071C011A | 1 | 10,40 | 14,53 | 19,80 | 1,80 |
| 220071C009A | 1 | 12,67 | 12,07 | 19,13 | 1,90 |
| 220071C008D | 4 | 11,53 | 6,53 | 10,53 | 3,30 |
| 220071C007B | 2 | 14,83 | 8,47 | 8,81 | 2,30 |
| 220033C004A | 1 | 13,93 | 11,07 | 9,00 | -- |
| 220033C003A | 1 | 9,47 | 9,67 | 9,33 | -- |
| 220033C002A | 1 | 12,79 | 20,60 | 15,13 | 1,00 |
| 220033C001C | 3 | 11,67 | 20,67 | 20,87 | 1,90 |
| 220071C005A | 1 | 13,93 | 13,67 | 18,53 | 1,70 |
| 220071C006A | 1 | 12,00 | 17,13 | 18,67 | 1,90 |
| 220071C004A | 1 | 13,87 | 13,73 | 20,75 | 1,90 |
| 220071C003A | 1 | 12,20 | 16,47 | 20,06 | 1,20 |
| 220071C002A | 1 | 10,07 | 17,20 | 20,25 | 1,20 |
| 220071C001A | 1 | 14,40 | 12,93 | 14,06 | 1,30 |
| 220022C021C | 3 | 12,13 | 13,73 | 6,75 | 1,45 |
| 220022C020A | 1 | 10,13 | 12,80 | 7,66 | 0,50 |
| 220022C019A | 1 | 16,18 | 13,93 | 8,88 | 0,50 |
| 220022C018A | 1 | 13,93 | 14,47 | 8,38 | 0,50 |
| 220022C017A | 1 | 13,31 | 12,27 | 7,88 | 0,50 |
| 220022C016A | 1 | 21,57 | 13,87 | 19,00 | 0,50 |
| 220022C015A | 1 | 13,67 | 14,47 | 10,69 | 0,50 |
| 220022C014A | 1 | 12,71 | 13,20 | 7,69 | 0,50 |
| 220022C013A | 1 | 146,64 | 13,33 | 5,88 | -- |
| 220022C012A | 1 | 10,56 | 13,60 | 7,88 | 0,50 |
| 220022C011A | 1 | 9,71 | 14,93 | 9,06 | 0,50 |
| 220022C010A | 1 | 12,73 | 12,07 | 11,75 | 0,50 |
| 220022C009A | 1 | 13,80 | 13,60 | 8,63 | 0,50 |
| 220022C008A | 1 | 15,53 | 16,53 | 9,63 | 0,50 |
| 220022C007A | 1 | 16,14 | 12,67 | 7,81 | 0,80 |
| 220022C006A | 1 | 11,29 | 12,93 | 8,63 | 0,50 |
| 220022C005A | 1 | 13,00 | 18,67 | 11,25 | 0,50 |
| 220022C002A | 1 | 11,13 | 12,87 | 12,25 | 2,60 |
| 220022C004A | 1 | 13,87 | 12,13 | 13,94 | 3,00 |
| 220022C003A | 1 | 12,67 | 13,87 | 12,50 | 2,40 |
| 220022C001A | 1 | 10,87 | 12,73 | 13,19 | 2,50 |
| 220074C010E | 5 | 7,93 | 7,73 | 11,25 | 1,50 |
| 220074C002A | 1 | 7,47 | 11,60 | 8,44 | -- |
| 220074C004A | 1 | 10,67 | 12,13 | 16,75 | -- |
| 220033C007A | 1 | 18,60 | 9,93 | 6,80 | 0,90 |
| 220033C008A | 1 | 18,47 | 12,07 | 14,60 | 0,90 |
| 220033C009A | 1 | 20,67 | 12,13 | 15,40 | 0,90 |
| 220033C013A | 1 | 20,67 | 14,00 | 14,13 | 0,90 |

PROVE PENETROMETRICHE - COMUNE DI CALDERARA DI RENO

| IDENTIFICATIVO | NUMERO PROVE PENETROMETRICHE | RP 1° STRATO (Kg/cm2) | RP 2° STRATO (Kg/cm2) | RP 3° STRATO (Kg/cm2) | FALDA profondità metri p.c. |
|----------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|
| 220031C007A | 1 | 14,60 | 15,87 | 16,40 | 2,00 |
| 220031C008A | 1 | 17,93 | 25,87 | 16,47 | 2,00 |
| 220031C009A | 1 | 11,93 | 24,00 | 20,00 | 2,00 |
| 220031C012A | 1 | 18,33 | 13,93 | 20,53 | 3,20 |
| 220032C001A | 1 | 14,53 | 14,53 | 13,44 | 1,80 |
| 220041C003A | 1 | 11,40 | 7,53 | 13,13 | 1,40 |
| 220041C004A | 1 | 9,67 | 7,60 | 14,80 | 1,40 |
| 220041C005A | 1 | 11,93 | 9,53 | 16,40 | 1,30 |
| 220041C006A | 1 | 10,93 | 8,87 | 14,60 | 1,30 |
| 220041C007A | 1 | 10,60 | 9,33 | 20,00 | 1,30 |
| 220042C001A | 1 | 14,00 | 8,13 | 11,63 | 3,60 |
| 220042C002A | 1 | 35,93 | 8,40 | 21,53 | 3,60 |
| 220042C003A | 1 | 32,53 | 10,40 | 22,00 | 3,20 |
| 220042C004A | 1 | 29,27 | 10,67 | 13,87 | 1,50 |
| 220042C005A | 1 | 30,87 | 19,27 | 14,13 | 5,50 |
| 220042C006A | 1 | 26,33 | 14,13 | 19,27 | 4,80 |
| 220042C007A | 1 | 26,67 | 7,87 | 19,36 | 1,20 |
| 220042C008A | 1 | 20,73 | 11,73 | 21,67 | 1,20 |
| 220042C009A | 1 | 32,73 | 12,20 | 14,27 | 3,50 |
| 220042C010A | 1 | 13,27 | 10,13 | 25,25 | 2,60 |
| 220042C011A | 1 | 15,87 | 8,93 | 24,63 | 2,60 |
| 220042C012A | 1 | 17,07 | 9,73 | 16,20 | 1,40 |
| 220042C013A | 1 | 31,00 | 10,67 | 19,80 | 1,40 |
| 220042C014A | 1 | 21,87 | 9,80 | 15,71 | 3,00 |
| 220042C015A | 1 | 14,47 | 9,60 | 16,43 | 3,40 |
| 220042C016A | 1 | 13,97 | 6,13 | 17,07 | 3,60 |
| 220042C017A | 1 | 23,73 | 4,93 | 19,57 | 3,50 |
| 220042C018A | 1 | 12,13 | 11,40 | 21,64 | 2,20 |
| 220042C019A | 1 | 16,87 | 11,20 | 21,93 | 3,40 |
| 220042C020A | 1 | 18,67 | 9,87 | 19,43 | 3,40 |
| 220043C001A | 1 | 30,67 | 30,13 | 15,80 | 2,30 |
| 220043C002A | 1 | 41,87 | 26,67 | 80,67 | 2,30 |
| 220043C003A | 1 | 44,47 | 12,80 | 12,87 | 6,20 |
| 220043C004A | 1 | 29,00 | 20,27 | 15,38 | 2,60 |
| 220043C005A | 1 | 30,87 | 31,87 | 103,67 | 3,20 |
| 220043C006A | 1 | 20,20 | 14,67 | 31,27 | 3,20 |
| 220043C007A | 1 | 29,00 | 13,33 | 13,80 | 3,60 |
| 220043C008A | 1 | 54,40 | 35,00 | 36,00 | 4,50 |
| 220043C009A | 1 | 48,60 | 43,67 | 52,80 | 4,60 |
| 220043C010A | 1 | 28,27 | 20,47 | 35,00 | 4,40 |
| 220043C011A | 1 | 46,60 | 24,93 | 19,80 | |
| 220043C012A | 1 | 50,27 | 25,00 | 25,93 | |
| 220043C013A | 1 | 24,53 | 19,87 | 20,27 | |
| 220043C014A | 1 | 22,47 | 18,40 | 19,87 | 4,20 |
| 220043C015H | 8 | 18,93 | 9,73 | 7,60 | 2,60 |
| 220043C016A | 1 | 29,85 | 14,13 | 18,60 | 1,00 |
| 220043C017A | 1 | 19,87 | 24,27 | 36,87 | 1,50 |
| 220043C018A | 1 | 26,54 | 16,07 | 13,47 | 1,80 |
| 220043C019A | 1 | 51,53 | 17,20 | 15,60 | 1,80 |
| 220043C020A | 1 | 15,40 | 16,07 | 8,40 | 1,20 |
| 220043C021A | 1 | 22,27 | 14,27 | 14,40 | 1,80 |
| 220043C022A | 1 | 23,60 | 13,33 | 11,33 | |
| 220043C023A | 1 | 13,77 | 8,33 | 12,87 | 1,60 |
| 220043C024A | 1 | 12,27 | 16,33 | 11,73 | 0,50 |
| 220043C025A | 1 | 17,07 | 15,20 | 14,13 | 0,50 |
| 220043C026A | 1 | 39,33 | 13,53 | 10,19 | 2,20 |
| 220043C027A | 1 | 47,20 | 10,53 | 16,56 | 2,30 |
| 220043C028A | 1 | 62,20 | 12,93 | 13,25 | 2,90 |
| 220043C029A | 1 | 18,13 | 16,80 | | 1,30 |
| 220043C030A | 1 | 17,87 | 18,33 | | 1,20 |
| 220043C031A | 1 | 16,07 | 36,80 | | 1,20 |
| 220043C032A | 1 | 14,60 | 18,20 | | 1,30 |
| 220043C033A | 1 | 16,73 | 11,07 | | 1,30 |
| 220043C034A | 1 | 15,93 | 22,53 | | 1,20 |
| 220043C035A | 1 | 18,53 | 20,47 | | 1,20 |
| 220043C036A | 1 | 19,33 | 24,53 | | 1,10 |
| 220043C037A | 1 | 26,00 | 24,60 | | 1,20 |
| 220043C038A | 1 | 18,40 | 10,00 | | 1,20 |

| IDENTIFICATIVO | NUMERO PROVE PENETROMETRICHE | RP 1° STRATO (Kg/cm ²) | RP 2° STRATO (Kg/cm ²) | RP 3° STRATO (Kg/cm ²) | FALDA profondità metri p.c. |
|----------------|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| 220043C039A | 1 | 11,27 | 12,93 | 18,19 | 1,50 |
| 220043C040A | 1 | 12,27 | 11,73 | 16,44 | 2,10 |
| 220043C041A | 1 | 12,87 | 15,20 | 14,63 | 2,10 |
| 220043C042A | 1 | 14,00 | 15,53 | 16,13 | 1,95 |
| 220043C043A | 1 | 14,20 | 14,53 | 18,63 | 2,45 |
| 220043C044A | 1 | 16,73 | 11,27 | 13,75 | 2,68 |
| 220043C045A | 1 | 15,00 | 13,80 | 14,81 | 2,27 |
| 220043C046A | 1 | 14,60 | 13,93 | 18,50 | 2,40 |
| 220043C047A | 1 | 14,40 | 14,07 | 15,19 | 1,95 |
| 220043C048A | 1 | 50,53 | 46,87 | 78,40 | 2,40 |
| 220043C049A | 1 | 36,20 | 29,07 | 65,53 | 2,40 |
| 220043C050A | 1 | 42,33 | 62,60 | 87,92 | 2,30 |
| 220043C051A | 1 | 22,00 | 21,53 | 36,00 | 2,30 |
| 220043C052A | 1 | 21,40 | 12,07 | 7,75 | 2,50 |
| 220043C053A | 1 | 22,33 | 12,00 | 11,69 | 2,50 |
| 220043C054A | 1 | 19,47 | 14,60 | 18,47 | 6,00 |
| 220043C055A | 1 | 42,87 | 35,47 | 19,67 | 6,60 |
| 220043C056A | 1 | 50,07 | 45,87 | 68,67 | 7,00 |
| 220043C057A | 1 | 42,93 | 44,60 | 100,00 | 9,00 |
| 220043C058A | 1 | 31,93 | 47,73 | 33,19 | 9,00 |
| 220043C059A | 1 | 30,47 | 41,47 | 56,25 | 9,00 |
| 220043C060A | 1 | 35,93 | 11,80 | 32,36 | 2,40 |
| 220043C061A | 1 | 34,13 | 20,73 | 55,77 | 2,40 |
| 220043C062A | 1 | 24,60 | 17,13 | 34,60 | 9,00 |
| 220043C063A | 1 | 27,00 | 88,67 | | 5,20 |
| 220043C064A | 1 | 20,87 | 63,29 | | 5,40 |
| 220043C065A | 1 | 31,00 | 100,83 | | 5,20 |
| 220043C066A | 1 | 19,40 | 11,50 | | 5,20 |
| 220043C067A | 1 | 28,47 | 43,67 | | 6,40 |
| 220043C068A | 1 | 20,69 | 23,80 | 8,19 | 2,90 |
| 220043C069A | 1 | 16,93 | 27,13 | 29,19 | 2,90 |
| 220043C070A | 1 | 22,43 | 21,33 | 9,25 | 2,90 |
| 220043C071A | 1 | 18,54 | 16,20 | 23,38 | 2,90 |
| 220043C072A | 1 | 29,77 | 14,27 | 18,13 | 2,90 |
| 220043C073A | 1 | 19,63 | 19,67 | 35,50 | 2,90 |
| 220043C074A | 1 | 22,47 | 18,40 | 19,87 | 4,20 |
| 220043C075A | 1 | 35,73 | 17,27 | 15,13 | 4,15 |
| 220043C076A | 1 | 32,53 | 18,27 | 13,13 | 4,20 |
| 220043C077A | 1 | 18,93 | 9,73 | 8,53 | 2,90 |
| 220043C078A | 1 | 18,07 | 15,27 | 14,56 | 2,20 |
| 220043C079A | 1 | 20,33 | 7,93 | 8,44 | 3,50 |
| 220043C080A | 1 | 18,07 | 14,40 | 7,56 | 3,90 |
| 220043C081A | 1 | 21,67 | 25,53 | 23,13 | 3,70 |
| 220043C082A | 1 | 26,13 | 30,53 | 9,38 | 4,20 |
| 220043C083A | 1 | 34,36 | 33,60 | 32,67 | |
| 220043C084A | 1 | 18,54 | 20,73 | 112,88 | 4,00 |
| 220043C085A | 1 | 12,53 | 15,87 | 8,00 | 2,10 |
| 220043C086A | 1 | 13,87 | 13,60 | 11,80 | 2,20 |
| 220081C005A | 1 | 31,13 | 22,33 | 20,19 | 1,20 |
| 220081C006A | 1 | 20,47 | 21,80 | 14,25 | 1,20 |
| 220081C007A | 1 | 36,13 | 23,27 | 12,88 | 1,20 |
| 220081C008A | 1 | 14,00 | 8,13 | 11,63 | 3,60 |
| 220081C009A | 1 | 17,27 | 13,47 | 12,07 | 3,50 |
| 220081C010A | 1 | 11,79 | 11,27 | 13,20 | 3,60 |
| 220081C011A | 1 | 14,13 | 17,47 | 18,62 | 1,20 |
| 220081C014A | 1 | 31,27 | 18,53 | 17,33 | 3,40 |
| 220084C001A | 1 | 15,80 | 10,67 | 37,00 | 4,35 |
| 220084C002A | 1 | 22,47 | 19,73 | 12,20 | 4,80 |
| 220084C003A | 1 | 22,47 | 19,73 | 12,20 | 4,80 |
| 220084C004B | 2 | 19,92 | 15,80 | 16,31 | 3,00 |
| 220084C005A | 1 | 19,67 | 27,27 | 71,25 | |
| 220084C006A | 1 | 36,87 | 53,67 | 99,75 | |
| 220084C007A | 1 | 28,13 | 102,73 | 139,00 | |
| 220084C008A | 1 | 22,73 | 25,67 | 8,80 | 6,20 |
| 220084C009A | 1 | 29,73 | 33,13 | 87,38 | |
| 220084C010A | 1 | 17,47 | 18,40 | 23,47 | 4,60 |
| 220084C011A | 1 | 28,47 | 19,47 | 10,40 | |
| 220084C012A | 1 | 22,73 | 15,27 | 24,94 | 2,60 |
| 220084C013A | 1 | 36,33 | 20,00 | 17,13 | 2,20 |
| 220084C014A | 1 | 47,87 | 43,80 | 57,27 | |
| 220084C015A | 1 | 22,60 | 19,33 | 15,80 | |
| 220084C016A | 1 | 20,20 | 16,73 | 63,25 | |
| 220084C017A | 1 | 27,27 | 20,60 | 23,44 | |
| 220084C018A | 1 | 27,13 | 18,00 | 34,56 | |
| 220084C019A | 1 | 27,80 | 17,20 | 29,25 | 4,60 |
| 220084C020A | 1 | 30,67 | 18,27 | 12,00 | 4,60 |

| IDENTIFICATIVO | NUMERO PROVE PENETROMETRICHE | RP 1° STRATO (Kg/cm ²) | RP 2° STRATO (Kg/cm ²) | RP 3° STRATO (Kg/cm ²) | FALDA profondità metri p.c. |
|----------------|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| 220084C021A | 1 | 23,20 | 22,33 | 26,31 | |
| 220084C022A | 1 | 23,93 | 18,87 | 61,90 | |
| 220084C023A | 1 | 24,00 | 23,93 | 13,19 | |
| 220084C024A | 1 | 25,60 | 21,60 | 17,25 | |
| 220084C025A | 1 | 22,27 | 18,40 | 11,88 | |
| 220084C026A | 1 | 26,13 | 18,47 | 11,00 | |
| 220084C027A | 1 | 17,67 | 13,13 | 16,07 | |
| 220084C028A | 1 | 16,73 | 13,93 | 19,47 | 3,20 |
| 220084C029A | 1 | 13,07 | 11,27 | 17,87 | 3,40 |
| 220084C030A | 1 | 13,80 | 22,40 | 14,25 | 0,50 |
| 220084C031A | 1 | 17,07 | 18,67 | 16,75 | 0,50 |
| 220084C032A | 1 | 21,00 | 19,53 | 32,50 | 0,50 |
| 220084C033A | 1 | 23,73 | 14,80 | 29,25 | 0,50 |
| 220084C034A | 1 | 36,20 | 27,93 | 264,56 | |
| 220084C035A | 1 | 25,47 | 53,93 | 280,29 | |
| 220084C036A | 1 | 21,53 | 18,87 | 306,00 | |
| 220084C037A | 1 | 23,53 | 95,40 | 190,40 | |
| 220084C038A | 1 | 23,33 | 14,13 | 337,67 | |
| 220084C039A | 1 | 22,73 | 16,53 | 238,50 | |
| 220084C040A | 1 | 22,07 | 31,00 | 239,60 | |
| 220084C041A | 1 | 23,53 | 51,60 | 237,38 | |
| 220084C042A | 1 | 22,80 | 21,53 | 129,18 | 9,00 |
| 220084C043A | 1 | 21,80 | 15,40 | 127,31 | 9,00 |
| 220084C044A | 1 | 19,40 | 18,53 | 26,69 | 12,00 |
| 220084C045A | 1 | 24,33 | 26,93 | 124,29 | 9,00 |
| 220084C046A | 1 | 41,93 | 19,00 | 101,09 | 9,00 |
| 220084C047A | 1 | 26,97 | 17,47 | 85,69 | 12,00 |
| 220084C048A | 1 | 24,60 | 21,47 | 22,63 | 9,00 |
| 220084C049A | 1 | 20,73 | 21,20 | 14,81 | 9,00 |
| 220084C050A | 1 | 22,47 | 19,73 | 12,20 | 4,60 |
| 220084C051A | 1 | 21,13 | 18,33 | 9,93 | 4,70 |
| 220084C052A | 1 | 14,40 | 17,07 | 9,73 | 4,80 |
| 220084C053A | 1 | 19,73 | 19,80 | 13,07 | 4,80 |
| 220084C054A | 1 | 16,27 | 17,60 | 18,87 | 1,30 |
| 220084C055A | 1 | 15,40 | 15,40 | 16,80 | 1,40 |

PROVE PENETROMETRICHE - COMUNE DI CREVALCORE

| IDENTIFICATIVO | NUMERO PROVE PENETROMETRICHE | RP 1° STRATO (Kg/cm2) | RP 2° STRATO (Kg/cm2) | RP 3° STRATO (Kg/cm2) | FALDA profondità metri p.c. |
|----------------|---------------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| 202031C003A | 1 | 15,33 | 8,40 | 9,88 | 4,60 |
| 202031C004A | 1 | 12,87 | 8,13 | 12,13 | 4,80 |
| 202031C005A | 1 | 17,00 | 7,33 | 17,07 | -- |
| 202031C006A | 1 | 19,73 | 9,73 | 19,13 | -- |
| 202031C007A | 1 | 20,93 | 10,47 | 20,60 | -- |
| 202031C008A | 1 | 18,73 | 10,60 | 16,93 | -- |
| 202031C009A | 1 | 18,00 | 12,27 | 19,73 | -- |
| 202031C010A | 1 | 24,67 | 9,27 | 15,87 | -- |
| 202031C011A | 1 | 12,47 | 10,31 | 11,67 | 1,40 |
| 202031C012A | 1 | 15,47 | 4,87 | 11,53 | 3,80 |
| 202031C013A | 1 | 10,20 | 7,13 | 14,47 | 3,80 |
| 202031C014A | 1 | 16,53 | 10,20 | 10,07 | 3,70 |
| 202031C015A | 1 | 16,60 | 7,53 | 7,53 | 4,00 |
| 202033C009A | 1 | 9,60 | 6,40 | 12,00 | 1,60 |
| 202033C010A | 1 | 10,40 | 6,00 | 10,44 | 1,60 |
| 202033C011A | 1 | 9,80 | 6,27 | 10,38 | 1,60 |
| 202033C012A | 1 | 13,29 | 9,20 | 8,94 | 1,60 |
| 202033C013A | 1 | 11,00 | 7,33 | 9,69 | 1,60 |
| 202033C014C | 3 | 9,00 | 9,33 | 13,31 | 0,60 |
| 202034C001A | 1 | 11,93 | 8,73 | 10,00 | 1,20 |
| 202034C002A | 1 | 14,20 | 11,53 | 10,50 | 1,25 |
| 202034C003A | 1 | 14,27 | 10,80 | 8,67 | 1,30 |
| 202034C004A | 1 | 14,40 | 11,33 | 13,00 | 1,00 |
| 202034C005A | 1 | 14,20 | 11,53 | 10,50 | 2,62 |
| 202034C006A | 1 | 11,20 | 11,53 | 9,27 | 2,00 |
| 202034C007A | 1 | 12,93 | 12,47 | 10,20 | 1,60 |
| 202034C008A | 1 | 11,07 | 10,47 | 8,07 | 1,80 |
| 202034C009A | 1 | 18,00 | 12,27 | 19,73 | -- |
| 202043C001A | 1 | 12,20 | 8,93 | 7,69 | 2,00 |
| 202043C002A | 1 | 15,53 | 7,73 | 7,38 | 1,80 |
| 202043C003A | 1 | 13,73 | 14,60 | 6,00 | 1,80 |
| 202043C004A | 1 | 26,67 | 39,67 | 34,83 | -- |
| 202043C005A | 1 | 10,67 | 8,87 | 6,50 | 2,40 |
| 202043C006A | 1 | 24,80 | 16,60 | 15,83 | -- |
| 202043C007A | 1 | 21,67 | 12,07 | 15,50 | 2,00 |
| 202043C008A | 1 | 14,00 | 8,87 | 10,33 | 2,00 |
| 202043C009A | 1 | 12,00 | 6,53 | 8,07 | 2,00 |
| 202043C010A | 1 | 16,73 | 6,47 | 7,33 | 2,20 |
| 202043C011A | 1 | 12,07 | 11,73 | 10,33 | 2,60 |
| 202043C013C | 3 | 10,47 | 7,73 | 9,38 | 1,25 |
| 202061C001A | 1 | 13,00 | 17,87 | 12,00 | 2,30 |
| 202061C002A | 1 | 9,13 | 14,73 | 10,83 | 2,50 |
| 202061C003A | 1 | 13,33 | 19,40 | 12,67 | 2,30 |
| 202061C004A | 1 | 14,13 | 8,60 | 10,50 | 2,70 |
| 202061C005A | 1 | 9,60 | 9,80 | 12,00 | 2,60 |
| 202061C006A | 1 | 14,93 | 9,20 | 22,56 | -- |
| 202061C007A | 1 | 10,47 | 10,00 | 25,56 | -- |
| 202061C008A | 1 | 19,60 | 10,40 | 25,25 | -- |
| 202061C009A | 1 | 13,97 | 13,26 | 16,86 | 2,15 |
| 202061C010A | 1 | 14,07 | 16,27 | 17,17 | 2,30 |
| 202061C015B | 2 | 8,07 | 13,20 | 8,50 | 2,00 |
| 202061C016A | 1 | 7,47 | 8,13 | 11,20 | 2,20 |
| 202061C017A | 1 | 19,67 | 21,73 | 11,00 | 2,70 |
| 202061C018C | 3 | 10,13 | 6,20 | 16,60 | 2,20 |
| 202061C019A | 1 | 7,40 | 6,27 | 12,20 | 2,70 |
| 202061C020A | 1 | 6,47 | 11,33 | 12,19 | 2,70 |
| 202062C001A | 1 | 12,60 | 7,07 | 26,88 | 1,00 |
| 202062C002A | 1 | 14,67 | 7,47 | 26,50 | 1,20 |
| 202062C003A | 1 | 8,80 | 7,80 | 26,00 | 1,20 |
| 202062C004A | 1 | 11,53 | 6,47 | 23,25 | 1,20 |
| 202062C004A | 1 | 11,53 | 6,47 | 23,25 | 1,20 |
| 202062C005A | 1 | 10,87 | 6,40 | 23,50 | 1,30 |
| 202062C006A | 1 | 10,07 | 6,73 | 29,47 | 0,70 |
| 202062C007A | 1 | 10,40 | 7,27 | 30,13 | 0,50 |
| 202062C008A | 1 | 23,13 | 9,27 | 23,87 | 0,70 |
| 202062C009A | 1 | 12,13 | 7,87 | 26,13 | 0,60 |
| 202062C010A | 1 | 8,87 | 7,60 | 28,27 | 0,70 |
| 202062C011A | 1 | 12,20 | 8,20 | 30,73 | 0,70 |
| 202062C012A | 1 | 14,62 | 8,80 | 26,25 | -- |
| 202062C013A | 1 | 12,07 | 13,13 | 26,50 | -- |
| 202062C014A | 1 | 9,50 | 9,80 | 24,63 | -- |
| 202062C015A | 1 | 10,08 | 10,20 | 21,13 | -- |
| 202062C016A | 1 | 10,92 | 9,13 | 24,75 | -- |

| IDENTIFICATIVO | NUMERO PROVE PENETROMETRICHE | RP 1° STRATO (Kg/cm2) | RP 2° STRATO (Kg/cm2) | RP 3° STRATO (Kg/cm2) | FALDA profondità metri p.c. |
|----------------|---------------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| 202062C017A | 1 | 13,67 | 19,13 | 22,63 | -- |
| 202062C018A | 1 | 10,93 | 12,93 | 27,75 | -- |
| 202062C019A | 1 | 10,80 | 13,60 | 28,75 | -- |
| 202062C020A | 1 | 9,20 | 9,27 | 28,88 | -- |
| 202062C021A | 1 | 9,67 | 9,33 | 20,33 | 1,50 |
| 202062C022A | 1 | 15,67 | 7,40 | 1350,00 | -- |
| 202062C023A | 1 | 11,47 | 7,73 | 21,00 | -- |
| 202062C024A | 1 | 17,93 | 7,87 | 19,83 | -- |
| 202062C025A | 1 | 13,20 | 7,93 | 21,33 | -- |
| 202062C026A | 1 | 15,20 | 8,93 | 27,17 | -- |
| 202062C027A | 1 | 15,20 | 7,73 | 18,50 | 2,30 |
| 202062C028A | 1 | 10,47 | 8,73 | 23,17 | 2,10 |
| 202062C029A | 1 | 14,27 | 8,67 | 27,00 | 2,00 |
| 202062C030A | 1 | 21,47 | 8,40 | 24,17 | 2,30 |
| 202062C031A | 1 | 13,00 | 13,00 | 19,83 | 2,30 |
| 202062C032A | 1 | 12,53 | 11,27 | 31,71 | 2,30 |
| 202062C033A | 1 | 14,33 | 12,27 | 25,50 | -- |
| 202062C034A | 1 | 9,73 | 13,33 | 24,67 | 2,30 |
| 202062C035A | 1 | 17,47 | 14,00 | 23,50 | 2,30 |
| 202062C036A | 1 | 29,47 | 10,87 | 26,33 | 2,30 |
| 202062C037A | 1 | 24,07 | 11,13 | 22,67 | 2,30 |
| 202062C038A | 1 | 9,80 | 12,20 | 8,67 | 2,20 |
| 202062C039A | 1 | 7,87 | 13,60 | 8,00 | 2,30 |
| 202062C040A | 1 | 13,00 | 16,20 | 11,50 | 2,30 |
| 202062C041A | 1 | 15,00 | 16,07 | 10,17 | -- |
| 202062C042A | 1 | 13,20 | 11,53 | 8,50 | -- |
| 202062C043A | 1 | 12,00 | 8,13 | 8,60 | -- |
| 202062C044A | 1 | 7,53 | 6,87 | 28,53 | 3,20 |
| 202062C045A | 1 | 8,13 | 10,67 | 24,33 | 3,30 |
| 202062C046A | 1 | 11,87 | 8,27 | 25,00 | 3,30 |
| 202062C047A | 1 | 14,27 | 10,67 | 28,87 | 3,20 |
| 202062C048A | 1 | 8,60 | 7,47 | 27,27 | 3,30 |
| 202062C049A | 1 | 6,93 | 10,73 | 23,38 | -- |
| 202062C050A | 1 | 7,67 | 13,93 | 20,44 | 2,50 |
| 202062C051A | 1 | 10,13 | 11,73 | 17,60 | 2,30 |
| 202062C052A | 1 | 8,47 | 13,60 | 13,40 | 2,30 |
| 202062C053A | 1 | 9,47 | 10,93 | 28,88 | -- |
| 202062C054A | 1 | 11,67 | 9,33 | 31,13 | 1,20 |
| 202062C054A | 1 | 11,67 | 9,33 | 31,13 | 1,20 |
| 202062C055A | 1 | 10,67 | 8,93 | 31,25 | 1,40 |
| 202062C056A | 1 | 14,40 | 11,60 | 17,56 | 3,30 |
| 202062C057A | 1 | 21,73 | 10,73 | 18,50 | 3,40 |
| 202062C058A | 1 | 14,60 | 10,20 | 3,30 | 9,31 |
| 202062C059A | 1 | 12,53 | 10,13 | 21,63 | 3,30 |
| 202062C060A | 1 | 24,60 | 15,47 | 15,13 | 3,20 |
| 202062C061A | 1 | 58,87 | 12,00 | 16,69 | 3,30 |
| 202062C062A | 1 | 7,27 | 11,47 | 16,07 | 2,10 |
| 202062C063A | 1 | 12,00 | 9,53 | 19,33 | 1,60 |
| 202062C064A | 1 | 15,67 | 19,33 | 16,47 | 1,80 |
| 202062C065A | 1 | 8,40 | 17,60 | 15,27 | 2,00 |
| 202062C066A | 1 | 17,31 | 8,40 | 23,33 | 2,00 |
| 202062C067A | 1 | 21,00 | 10,40 | 22,27 | 2,00 |
| 202062C068A | 1 | 11,67 | 14,11 | 25,04 | 3,50 |
| 202062C069E | 5 | 12,27 | 10,33 | 28,67 | 1,50 |
| 202062C070B | 2 | 8,00 | 7,07 | 26,38 | 1,60 |
| 202062C082C | 3 | 11,20 | 9,67 | 27,67 | 1,50 |
| 202062C083A | 1 | 16,73 | 7,87 | 29,53 | 2,10 |
| 202062C084A | 1 | 11,20 | 7,87 | 24,20 | 1,90 |
| 202062C085A | 1 | 10,20 | 6,07 | 25,93 | 2,00 |
| 202062C086B | 2 | 7,80 | 5,27 | 23,41 | 1,60 |
| 202062C086C | 3 | 8,67 | 5,27 | 23,41 | 1,60 |
| 202062C087A | 1 | 4,47 | 7,93 | 28,80 | 2,30 |
| 202062C088A | 1 | 9,01 | 7,60 | 29,87 | 2,30 |
| 202073C001A | 1 | 12,27 | 16,60 | 25,17 | -- |
| 202073C002A | 1 | 14,87 | 24,13 | 22,17 | -- |
| 202073C003A | 1 | 11,93 | 23,47 | 22,83 | -- |
| 202073C004A | 1 | 10,07 | 12,27 | 27,00 | -- |
| 202073C005A | 1 | 9,27 | 17,87 | 24,63 | 2,50 |
| 202073C006A | 1 | 12,93 | 20,20 | 21,25 | 2,30 |
| 202073C007A | 1 | 7,93 | 15,67 | 22,63 | 2,50 |
| 202073C008A | 1 | 7,87 | 17,47 | 20,63 | 2,00 |
| 202073C009A | 1 | 7,93 | 14,53 | 23,50 | 2,30 |
| 202073C010A | 1 | 6,64 | 20,13 | 24,63 | 1,30 |
| 202073C011A | 1 | 9,40 | 15,87 | 20,00 | 1,60 |
| 202073C012A | 1 | 20,93 | 14,27 | 23,63 | 1,45 |
| 202073C013A | 1 | 7,00 | 19,60 | 22,75 | 1,30 |

| IDENTIFICATIVO | NUMERO PROVE PENETROMETRICHE | RP 1° STRATO (Kg/cm2) | RP 2° STRATO (Kg/cm2) | RP 3° STRATO (Kg/cm2) | FALDA profondità metri p.c. |
|----------------|---------------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| 202073C014A | 1 | 4,80 | 8,07 | 16,25 | -- |
| 202073C015A | 1 | 14,87 | 23,33 | 28,25 | -- |
| 202073C016A | 1 | 12,13 | 19,40 | 28,69 | -- |
| 202073C017A | 1 | 14,80 | 21,73 | 23,63 | -- |
| 202073C018A | 1 | 10,07 | 19,40 | 28,19 | -- |
| 202073C019A | 1 | 9,27 | 23,07 | 31,13 | -- |
| 202073C020A | 1 | 10,87 | 17,27 | 25,31 | -- |
| 202073C021A | 1 | 11,47 | 18,33 | 23,31 | -- |
| 202073C022A | 1 | 14,73 | 18,27 | 25,63 | -- |
| 202073C023A | 1 | 15,87 | 19,67 | 27,06 | -- |
| 202073C024A | 1 | 16,13 | 22,73 | 26,31 | -- |
| 202073C025A | 1 | 12,87 | 23,33 | 21,56 | -- |
| 202073C026A | 1 | 12,00 | 20,47 | 23,44 | -- |
| 202073C027A | 1 | 14,93 | 23,67 | 23,19 | -- |
| 202073C028A | 1 | 12,40 | 26,00 | 23,69 | -- |
| 202073C029A | 1 | 20,87 | 27,07 | 14,63 | -- |
| 202073C030A | 1 | 39,67 | 29,80 | 27,44 | -- |
| 202073C031B | 2 | 8,67 | 12,67 | 19,00 | -- |
| 202073C032C | 3 | 6,40 | 12,53 | 22,50 | 1,40 |
| 202073C033B | 2 | 8,92 | 5,87 | 24,38 | 3,90 |
| 202073C034B | 2 | 10,47 | 20,71 | 27,62 | 2,30 |
| 202073C038E | 5 | 17,53 | 10,00 | 20,19 | -- |
| 202073C039A | 1 | 15,73 | 15,07 | 22,69 | 4,00 |
| 202073C040A | 1 | 21,13 | 20,27 | 22,38 | 4,00 |
| 202073C041A | 1 | 11,87 | 14,60 | 21,25 | 3,40 |
| 202073C042A | 1 | 15,40 | 18,93 | 25,13 | 4,50 |
| 202073C043A | 1 | 9,60 | 13,33 | 28,38 | 1,85 |
| 202073C044A | 1 | 8,00 | 10,67 | 27,44 | 2,50 |
| 202073C045A | 1 | 8,87 | 10,27 | 28,50 | 2,50 |

PROVE PENETROMETRICHE -COMUNE DI SALA BOLOGNESE

| IDENTIFICATIVO | NUMERO PROVE PENETROMETRICHE | RP 1° STRATO (Kg/cm ²) | RP 2° STRATO (Kg/cm ²) | RP 3° STRATO (Kg/cm ²) | FALDA |
|----------------|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------|
| 202123C002A | 1 | 9,93 | 4,47 | 6,19 | 1,80 |
| 202123C003A | 1 | 16,60 | 5,47 | 11,75 | 2,40 |
| 202123C004C | 3 | 14,87 | 8,60 | 20,80 | 2,45 |
| 202123C005A | 1 | 6,00 | 5,13 | 9,80 | 1,00 |
| 202152C001A | 1 | 14,80 | 17,53 | 24,00 | 0,80 |
| 202161C001E | 5 | 10,40 | 7,27 | 17,00 | 2,30 |
| 202163C001A | 1 | 22,80 | 16,47 | 8,40 | 3,10 |
| 202163C002A | 1 | 18,20 | 15,60 | 15,27 | 2,70 |
| 202163C003A | 1 | 20,13 | 14,40 | 7,53 | 2,80 |
| 202163C004A | 1 | 20,87 | 14,60 | 13,47 | 3,10 |
| 202163C005A | 1 | 21,47 | 16,87 | 14,67 | 2,85 |
| 202163C006A | 1 | 21,07 | 17,40 | 16,73 | 2,70 |
| 202163C007A | 1 | 16,80 | 14,93 | 9,40 | 2,15 |
| 202163C008A | 1 | 17,27 | 16,53 | 11,93 | 1,90 |
| 202163C009A | 1 | 18,73 | 16,67 | 13,40 | 2,00 |
| 202163C010A | 1 | 19,60 | 19,87 | 16,33 | 2,50 |
| 202163C011A | 1 | 11,00 | 19,13 | 21,27 | 1,60 |
| 202163C012A | 1 | 13,00 | 20,47 | 19,07 | 1,50 |
| 202163C013A | 1 | 13,33 | 18,20 | 11,87 | 1,50 |
| 202163C014B | 2 | 12,47 | 19,73 | 14,20 | -- |
| 202163C017D | 4 | 15,40 | 11,33 | 9,47 | 2,30 |
| 202163C018B | 2 | 15,93 | 11,00 | 14,60 | 2,00 |
| 202163C019A | 1 | 11,80 | 24,27 | 13,33 | 1,60 |
| 202163C020C | 3 | 12,60 | 11,73 | 9,93 | 1,80 |
| 202163C021F | 6 | 13,07 | 16,53 | 12,53 | 2,30 |
| 202163C022B | 2 | 19,07 | 14,60 | 15,70 | 1,35 |
| 202163C023A | 1 | 12,53 | 17,40 | 11,13 | 0,70 |
| 202163C024A | 1 | 13,73 | 15,53 | 7,13 | 0,70 |
| 202163C025A | 1 | 17,07 | 21,87 | 12,93 | 0,80 |
| 202163C026A | 1 | 13,67 | 19,93 | 15,27 | 1,00 |
| 202163C027A | 1 | 11,53 | 8,93 | 10,87 | 1,00 |
| 202163C028A | 1 | 9,20 | 19,87 | 13,80 | 1,00 |
| 202163C029A | 1 | 8,40 | 13,27 | 11,87 | 1,00 |
| 202164037M | 11 | 9,13 | 2,93 | 7,47 | 3,00 |
| 202164042A | 1 | 8,73 | 8,07 | 12,60 | 0,25 |
| 202164044F | 6 | 9,47 | 8,70 | 11,50 | 0,90 |
| 202164046A | 1 | 6,67 | 10,00 | 13,46 | 2,30 |
| 2021640C03A | 1 | 11,73 | 9,07 | 16,93 | 2,00 |
| 2021640C33F | 6 | 7,00 | 4,07 | 7,06 | 0,50 |
| 202164C001A | 1 | 9,00 | 10,27 | 12,25 | 2,10 |
| 202164C002A | 1 | 7,80 | 7,93 | 12,47 | 2,00 |
| 202164C004A | 1 | 10,00 | 9,87 | 19,20 | 0,35 |
| 202164C005A | 1 | 10,60 | 9,87 | 16,20 | 0,35 |
| 202164C006A | 1 | 9,60 | 11,67 | 16,80 | 0,35 |
| 202164C007A | 1 | 11,80 | 10,07 | 12,40 | 0,35 |
| 202164C008A | 1 | 11,13 | 12,67 | 16,73 | 0,35 |
| 202164C009A | 1 | 10,47 | 13,67 | 13,80 | 0,35 |
| 202164C010A | 1 | 9,93 | 10,83 | 13,33 | 0,35 |
| 202164C011A | 1 | 10,20 | 9,47 | 12,93 | 0,35 |
| 202164C012A | 1 | 9,27 | 9,13 | 13,73 | 0,35 |
| 202164C013A | 1 | 24,20 | 7,73 | 13,31 | 3,50 |
| 202164C014A | 1 | 12,80 | 4,07 | 12,81 | 3,20 |
| 202164C015A | 1 | 16,87 | 3,53 | 9,31 | 3,55 |
| 202164C016A | 1 | 12,40 | 12,33 | 14,73 | 1,70 |
| 202164C017A | 1 | 11,80 | 12,47 | 14,20 | 1,40 |
| 202164C018A | 1 | 11,80 | 13,47 | 12,60 | 1,20 |
| 202164C019A | 1 | 12,27 | 14,47 | 18,40 | 1,10 |
| 202164C020A | 1 | 11,93 | 13,20 | 16,67 | 1,10 |
| 202164C021A | 1 | 12,73 | 11,33 | 15,60 | 0,90 |
| 202164C022A | 1 | 12,07 | 12,27 | 16,40 | 1,50 |
| 202164C023A | 1 | 10,73 | 12,70 | 17,00 | 1,10 |
| 202164C024A | 1 | 10,87 | 13,40 | 16,27 | 1,50 |
| 202164C025A | 1 | 12,07 | 13,67 | 17,27 | 1,50 |
| 202164C026A | 1 | 8,27 | 9,53 | 12,47 | 1,10 |
| 202164C027A | 1 | 11,33 | 8,40 | 15,31 | 1,00 |
| 202164C028A | 1 | 13,20 | 10,60 | 24,47 | 1,10 |
| 202164C029A | 1 | 8,13 | 9,87 | 14,80 | 1,00 |
| 202164C030A | 1 | 10,93 | 8,13 | 11,87 | |
| 202164C031B | 2 | 8,73 | 8,27 | 12,81 | 1,20 |
| 202164C032B | 2 | 14,47 | 8,53 | 14,38 | 2,50 |
| 202164C034C | 3 | 10,27 | 4,60 | 12,07 | 2,70 |
| 202164C035B | 2 | 8,27 | 11,27 | 9,73 | 2,50 |
| 202164C036B | 2 | 10,80 | 9,20 | 11,40 | 1,20 |
| 202164C038A | 1 | 12,60 | 18,00 | 19,81 | 2,55 |
| 202164C039A | 1 | 11,27 | 9,27 | 14,19 | 1,90 |
| 202164C040B | 2 | 13,67 | 11,33 | 19,19 | 4,00 |

| IDENTIFICATIVO | NUMERO PROVE PENETROMETRICHE | RP 1° STRATO (Kg/cm ²) | RP 2° STRATO (Kg/cm ²) | RP 3° STRATO (Kg/cm ²) | FALDA |
|----------------|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------|
| 202164C043C | 3 | 10,47 | 16,47 | 14,07 | 1,00 |
| 202164C045C | 3 | 12,80 | 3,53 | 9,31 | 3,20 |
| 202164C047A | 1 | 7,53 | 8,20 | 14,07 | 1,00 |
| 202164C048A | 1 | 8,40 | 8,80 | 13,87 | 1,00 |
| 202164C049A | 1 | 9,53 | 5,67 | 11,53 | 3,00 |
| 202164C050A | 1 | 13,93 | 6,00 | 10,07 | 3,50 |
| 202164C051A | 1 | 10,80 | 4,53 | 9,87 | -- |
| 202164C052A | 1 | 10,07 | 8,47 | 12,73 | -- |
| 202164C053A | 1 | 9,13 | 11,20 | 13,07 | -- |
| 202164C054A | 1 | 9,13 | 11,20 | 10,87 | -- |
| 202164C055A | 1 | 6,53 | 7,87 | 12,73 | -- |
| 202164C057A | 1 | 5,07 | 4,80 | 11,27 | -- |
| 220031C001A | 1 | 14,53 | 14,53 | 13,44 | 1,80 |
| 220031C002A | 1 | 11,33 | 19,27 | 7,47 | 1,10 |
| 220031C002A | 1 | 12,80 | 17,07 | 13,47 | 1,95 |
| 220031C003A | 1 | 13,40 | 17,60 | 1373,00 | 1,00 |
| 220031C003A | 1 | 13,47 | 19,13 | 14,20 | 1,95 |
| 220031C004A | 1 | 14,73 | 18,07 | 12,53 | 0,80 |
| 220031C004A | 1 | 12,20 | 17,53 | 11,07 | 2,10 |
| 220031C006A | 1 | 11,20 | 23,07 | 10,00 | 2,00 |
| 220031C007A | 1 | 8,80 | 15,53 | 10,53 | 2,00 |
| 220031C008A | 1 | 19,40 | 16,07 | 13,80 | 2,30 |
| 220031C009A | 1 | 14,13 | 19,60 | 15,53 | 2,40 |
| 220031C010A | 1 | 22,20 | 16,80 | 12,60 | 2,80 |
| 220031C011A | 1 | 19,07 | 21,87 | 18,47 | 2,40 |
| 220031C012A | 1 | 8,00 | 15,07 | 7,67 | -- |
| 220031C013A | 1 | 16,53 | 17,67 | 18,73 | 1,30 |
| 220031C014A | 1 | 23,27 | 24,13 | 12,27 | 1,20 |
| 220031C015A | 1 | 12,00 | 17,53 | 12,93 | 1,20 |
| 220031C016A | 1 | 17,60 | 14,73 | 19,00 | 1,30 |
| 220031C017I | 9 | 11,07 | 10,20 | 6,00 | 0,70 |
| 220031C018C | 3 | 14,73 | 15,47 | 8,67 | -- |
| 220031C019F | 6 | 15,07 | 13,87 | 11,38 | 1,10 |
| 220031C020B | 2 | 27,93 | 20,53 | 9,94 | -- |
| 220031C021C | 3 | 21,40 | 19,53 | 9,60 | 3,70 |
| 220031C022D | 4 | 11,03 | 11,17 | 11,27 | 3,60 |
| 220031C023C | 3 | 13,73 | 18,93 | 16,19 | 1,00 |
| 220031C024A | 1 | 9,40 | 18,53 | 12,31 | -- |
| 220031C025A | 1 | 9,00 | 12,93 | 20,38 | -- |
| 220031C026A | 1 | 9,40 | 12,13 | 10,81 | -- |
| 220031C027A | 1 | 11,53 | 14,73 | 11,60 | 1,50 |
| 220031C028E | 5 | 12,93 | 12,87 | 11,00 | 2,00 |
| 220031C029A | 1 | 25,53 | 16,60 | 18,38 | 2,70 |
| 220031C030A | 1 | 22,07 | 18,67 | 13,00 | 2,70 |
| 220031C031A | 1 | 26,27 | 16,27 | | 2,70 |
| 220031C032A | 1 | 26,33 | 18,87 | 13,19 | 2,70 |
| 220031C033A | 1 | 26,67 | 15,53 | 16,13 | 2,70 |
| 220031C034A | 1 | 11,27 | 23,00 | 11,00 | -- |
| 220031C035A | 1 | 8,73 | 15,47 | 10,53 | 2,00 |
| 220031C036A | 1 | 10,13 | 14,73 | 9,93 | 1,80 |
| 220031C037A | 1 | 9,80 | 14,07 | 9,07 | 2,70 |
| 220031C038A | 1 | 15,13 | 15,33 | 12,53 | 1,10 |
| 220031C039A | 1 | 15,07 | 15,87 | 10,07 | 2,60 |
| 220031C040A | 1 | 8,47 | 18,87 | 12,93 | 2,10 |
| 220044C001A | 1 | 11,27 | 9,87 | 7,19 | 1,10 |
| 220044C002A | 1 | 12,73 | 12,87 | 9,94 | 1,10 |
| 220044C003A | 1 | 14,73 | 16,07 | 10,00 | 1,55 |
| 220044C004A | 1 | 13,20 | 14,20 | 12,50 | 1,35 |
| 220044C005A | 1 | 15,13 | 21,60 | 11,25 | 1,35 |
| 220044C006A | 1 | 11,87 | 12,93 | 11,00 | 2,30 |
| 220044C007A | 1 | 15,93 | 18,27 | 23,44 | -- |
| 220044C008A | 1 | 15,27 | 19,27 | 11,81 | 1,55 |
| 220044C009A | 1 | 12,93 | 13,07 | 7,80 | 2,65 |
| 220044C010A | 1 | 13,47 | 14,93 | 15,07 | 2,40 |
| 220044C011A | 1 | 14,87 | 14,20 | 11,07 | 2,60 |
| 220044C012A | 1 | 13,60 | 16,27 | 12,13 | 2,60 |
| 220044C013A | 1 | 14,53 | 12,00 | | 2,55 |
| 220044C014A | 1 | 12,53 | 11,33 | 6,75 | 0,80 |
| 220044C015A | 1 | 12,31 | 10,40 | 10,25 | 0,90 |
| 220044C016A | 1 | 13,80 | 12,73 | 7,31 | 0,90 |
| 220044C017A | 1 | 15,67 | 18,80 | 9,19 | 0,75 |
| 220044C018A | 1 | 13,40 | 10,00 | 9,94 | 3,00 |
| 220044C019A | 1 | 11,73 | 10,73 | 7,94 | 0,80 |
| 220044C020B | 2 | 18,33 | 10,00 | 8,50 | -- |

| IDENTIFICATIVO | NUMERO PROVE PENETROMETRICHE | RP 1° STRATO (Kg/cm²) | RP 2° STRATO (Kg/cm²) | RP 3° STRATO (Kg/cm²) | FALDA |
|-----------------------|---|---|---|---|--------------|
| 220044C021B | 2 | 13,23 | 10,40 | 9,27 | 2,00 |
| 220044C022A | 1 | 8,67 | 12,40 | 13,27 | 1,80 |
| 220044C022E | 5 | 14,38 | 12,00 | 12,38 | 1,30 |
| 220044C023A | 1 | 11,87 | 10,20 | 13,27 | -- |

PROVE PENETROMETRICHE -COMUNE DI SAN GIOVANNI IN PERSICETO

| IDENTIFICATIVO | NUMERO PROVE PENETROMETRICHE | RP 1° STRATO (Kg/cm ²) | RP 2° STRATO (Kg/cm ²) | RP 3° STRATO (Kg/cm ²) | FALDA |
|----------------|------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------|
| 202071C001A | 1 | 10,13 | 6,27 | 9,40 | -- |
| 202071C002A | 1 | 16,13 | 7,80 | 11,13 | -- |
| 202071C003A | 1 | 7,60 | 12,00 | 25,80 | 1,00 |
| 202071C004A | 1 | 7,87 | 10,60 | 25,30 | 1,00 |
| 202071C005A | 1 | 7,33 | 12,00 | 26,08 | 1,05 |
| 202072C001B | 2 | 9,80 | 9,00 | 16,20 | -- |
| 202072C002A | 1 | 8,53 | 9,80 | 13,25 | 0,90 |
| 202072C003A | 1 | 12,53 | 9,93 | 13,56 | 0,90 |
| 202072C004A | 1 | 9,47 | 9,47 | 8,19 | 1,45 |
| 202072C005A | 1 | 9,00 | 10,80 | 13,50 | 1,40 |
| 202072C006A | 1 | 18,60 | 11,47 | 15,88 | 2,50 |
| 202072C007A | 1 | 19,47 | 11,67 | 14,06 | 2,40 |
| 202072C008A | 1 | 9,47 | 9,67 | 18,25 | 1,10 |
| 202072C009C | 3 | 11,07 | 7,33 | 11,20 | 1,20 |
| 202072C010F | 6 | 12,13 | 9,87 | 13,25 | -- |
| 202072C011B | 2 | 6,33 | 5,93 | 10,44 | 0,70 |
| 202072C012C | 3 | 5,53 | 5,87 | 6,47 | 1,70 |
| 202072C013A | 1 | 9,00 | 9,60 | 16,13 | 2,40 |
| 202072C014A | 1 | 9,80 | 9,93 | 16,13 | 1,70 |
| 202072C015A | 1 | 10,67 | 11,20 | 13,80 | 1,40 |
| 202072C016A | 1 | 10,00 | 9,20 | 14,47 | 1,40 |
| 202072C017A | 1 | 10,20 | 9,20 | 12,40 | 1,40 |
| 202072C018A | 1 | 9,93 | 9,13 | 12,13 | 1,40 |
| 202072C019A | 1 | 9,60 | 9,47 | 13,25 | 2,76 |
| 202072C020A | 1 | 11,07 | 10,00 | 10,81 | 2,81 |
| 202072C021A | 1 | 5,00 | 8,07 | 11,31 | 1,81 |
| 202072C022A | 1 | 14,47 | 10,47 | 13,27 | 0,70 |
| 202072C023A | 1 | 9,73 | 9,47 | 13,13 | 1,93 |
| 202072C024A | 1 | 8,33 | 9,20 | 12,53 | 1,93 |
| 202072C025A | 1 | 15,07 | 8,87 | 12,36 | 2,00 |
| 202072C026A | 1 | 13,87 | 8,33 | 9,36 | 2,00 |
| 202072C027A | 1 | 12,93 | 9,07 | 13,29 | 2,00 |
| 202072C028A | 1 | 10,13 | 14,27 | 15,07 | 2,00 |
| 202072C029A | 1 | 11,27 | 12,00 | 9,29 | 2,00 |
| 202072C030A | 1 | 9,60 | 8,07 | 11,93 | 2,00 |
| 202072C031A | 1 | 12,00 | 8,73 | 11,36 | 2,00 |
| 202111C001B | 2 | 12,93 | 8,20 | 9,80 | 1,30 |
| 202111C002A | 1 | 26,40 | 18,33 | 12,75 | 2,10 |
| 202111C003A | 1 | 32,07 | 10,80 | 13,25 | 1,95 |
| 202111C004A | 1 | 19,73 | 6,87 | 10,20 | 3,40 |
| 202111C005A | 1 | 11,13 | 11,33 | 17,50 | 1,00 |
| 202111C006A | 1 | 15,93 | 11,93 | 16,40 | 1,00 |
| 202111C007A | 1 | 17,33 | 12,33 | 16,73 | 3,40 |
| 202112C001A | 1 | 12,47 | 16,67 | 26,33 | -- |
| 202112C002A | 1 | 13,87 | 15,00 | 29,47 | -- |
| 202112C003A | 1 | 15,80 | 16,40 | | 1,95 |
| 202112C004A | 1 | 15,40 | 14,57 | | 5,20 |
| 202112C005A | 1 | 23,33 | 14,43 | | 1,95 |
| 202112C006A | 1 | 20,87 | 19,14 | | 2,24 |
| 202112C007A | 1 | 19,07 | 15,43 | | 2,43 |
| 202112C008A | 1 | 23,47 | 17,50 | | 2,53 |
| 202113C001A | 1 | 13,33 | 24,67 | 15,69 | 0,60 |
| 202113C002A | 1 | 14,07 | 17,73 | 17,25 | 0,60 |
| 202113C003A | 1 | 17,27 | 23,67 | 19,38 | 1,60 |
| 202113C004A | 1 | 36,73 | 11,93 | 11,87 | 3,30 |
| 202113C005A | 1 | 15,40 | 11,53 | | 1,00 |
| 202113C006A | 1 | 14,20 | 12,20 | 23,27 | 0,85 |
| 202113C007A | 1 | 15,87 | 9,73 | 12,40 | 0,90 |
| 202113C008A | 1 | 14,13 | 12,67 | 22,50 | -- |
| 202113C009A | 1 | 19,33 | 9,80 | 8,69 | -- |
| 202113C010A | 1 | 14,20 | 11,40 | 9,25 | -- |
| 202113C011B | 2 | 17,87 | 19,47 | 15,06 | -- |
| 202113C012A | 1 | 17,20 | 20,13 | 17,38 | -- |
| 202113C013A | 1 | 17,87 | 19,20 | 19,06 | -- |
| 202113C014A | 1 | 23,80 | 18,80 | 15,19 | -- |
| 202113C015A | 1 | 12,13 | 1013,00 | 8,87 | 0,50 |
| 202113C016A | 1 | 12,20 | 9,80 | 9,93 | 0,50 |
| 202113C017A | 1 | 17,73 | 17,53 | 11,13 | 1,85 |
| 202113C018A | 1 | 17,13 | 14,07 | 13,38 | 1,85 |
| 202113C019A | 1 | 22,47 | 28,93 | 19,38 | 1,95 |
| 202113C020A | 1 | 14,87 | 11,00 | 12,86 | -- |
| 202113C021A | 1 | 10,80 | 6,53 | 15,00 | -- |
| 202113C022A | 1 | 21,00 | 15,20 | 19,71 | -- |
| 202113C023A | 1 | 14,47 | 12,00 | 13,75 | -- |
| 202113C024A | 1 | 14,67 | 16,13 | 19,69 | -- |
| 202113C025A | 1 | 20,13 | 14,73 | 17,64 | -- |

| IDENTIFICATIVO | NUMERO PROVE PENETROMETRICHE | RP 1° STRATO (Kg/cm ²) | RP 2° STRATO (Kg/cm ²) | RP 3° STRATO (Kg/cm ²) | FALDA |
|----------------|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------|
| 202113C026A | 1 | 13,73 | 16,60 | 19,00 | -- |
| 202113C027A | 1 | 15,40 | 17,27 | 16,00 | 0,25 |
| 202113C028A | 1 | 16,13 | 16,20 | 14,69 | -- |
| 202113C029A | 1 | 18,93 | 17,67 | 14,79 | 2,35 |
| 202113C030A | 1 | 16,00 | 14,40 | 16,71 | -- |
| 202113C031A | 1 | 12,87 | 15,20 | 21,57 | -- |
| 202113C032A | 1 | 14,20 | 18,13 | 16,50 | -- |
| 202113C033A | 1 | 15,87 | 13,87 | 16,00 | -- |
| 202113C034A | 1 | 14,87 | 15,27 | 15,50 | -- |
| 202113C035A | 1 | 13,60 | 8,07 | 13,07 | -- |
| 202113C036A | 1 | 16,47 | 17,13 | 16,86 | -- |
| 202113C037A | 1 | 23,60 | 13,60 | 13,00 | -- |
| 202113C038A | 1 | 22,33 | 12,87 | 15,75 | -- |
| 202113C039A | 1 | 25,67 | 11,33 | 15,36 | -- |
| 202113C040A | 1 | 26,40 | 12,87 | 11,50 | -- |
| 202113C041A | 1 | 18,13 | 8,27 | 13,27 | -- |
| 202113C042A | 1 | 31,67 | 45,73 | 12,71 | -- |
| 202113C043A | 1 | 13,53 | 15,13 | 18,50 | 2,00 |
| 202141C001A | 1 | 14,47 | 25,80 | 20,07 | 2,20 |
| 202141C002A | 1 | 14,87 | 26,33 | 26,07 | -- |
| 202141C003A | 1 | 14,00 | 21,20 | 20,44 | -- |
| 202141C004A | 1 | 19,27 | 26,53 | 25,19 | 2,20 |
| 202141C005A | 1 | 21,00 | 17,53 | 20,44 | 3,00 |
| 202141C006A | 1 | 15,20 | 13,07 | 12,44 | 20,20 |
| 202141C007A | 1 | 11,60 | 11,20 | 6,06 | -- |
| 202141C008A | 1 | 11,13 | 17,73 | 13,69 | -- |
| 202141C009A | 1 | 10,80 | 17,20 | 16,50 | -- |
| 202141C010A | 1 | 9,40 | 15,73 | 16,75 | -- |
| 202142C001A | 1 | 12,87 | 9,60 | 10,13 | 1,00 |
| 202142C002A | 1 | 9,07 | 9,47 | 9,19 | 1,60 |
| 202142C003A | 1 | 10,73 | 10,60 | 10,94 | 1,20 |
| 202142C004C | 3 | 16,07 | 9,47 | 7,20 | 2,70 |
| 202142C005A | 1 | 9,93 | 20,53 | 24,00 | 1,60 |
| 202151C001A | 1 | 10,60 | 18,07 | 9,57 | -- |
| 202151C002A | 1 | 12,93 | 16,20 | 12,50 | -- |
| 202151C003A | 1 | 15,33 | 16,27 | 17,00 | 1,80 |
| 202151C004A | 1 | 9,67 | 16,93 | 15,44 | 1,80 |
| 202151C005A | 1 | 10,67 | 16,60 | 211,13 | 1,20 |
| 202151C006A | 1 | 7,40 | 14,40 | 8,94 | 0,50 |
| 202151C007A | 1 | 8,47 | 14,67 | 8,63 | 0,60 |
| 202151C008A | 1 | 8,93 | 14,93 | 14,94 | 1,00 |
| 202151C009A | 1 | 9,87 | 15,27 | 10,75 | 0,70 |
| 202151C010A | 1 | 10,60 | 17,67 | 11,69 | 0,70 |
| 202151C011A | 1 | 13,40 | 24,80 | 24,80 | 1,40 |
| 202151C012A | 1 | 12,47 | 21,53 | 18,19 | 1,00 |
| 202151C013A | 1 | 13,13 | 21,73 | 14,75 | 1,00 |
| 202151C014A | 1 | 10,47 | 17,80 | 14,31 | 0,70 |
| 202151C015A | 1 | 13,20 | 18,87 | 1069,00 | 0,80 |
| 202151C016A | 1 | 10,80 | 18,47 | 10,69 | 0,80 |
| 202151C017A | 1 | 10,40 | 17,00 | 11,19 | 0,80 |
| 202151C018A | 1 | 9,73 | 17,07 | 12,63 | 0,80 |
| 202151C019A | 1 | 9,80 | 17,27 | 17,27 | 0,60 |
| 202151C020A | 1 | 7,07 | 16,27 | 10,69 | 0,70 |
| 202151C021A | 1 | 13,53 | 15,93 | 11,69 | 0,90 |
| 202151C022A | 1 | 12,13 | 17,47 | 14,25 | 1,60 |
| 202151C023A | 1 | 11,13 | 18,07 | 17,50 | 1,10 |
| 202151C025A | 1 | 11,33 | 16,40 | 33,94 | -- |
| 202151C026A | 1 | 14,20 | 19,07 | 16,64 | -- |
| 202151C027A | 1 | 15,40 | 19,80 | 23,36 | -- |
| 202152C001A | 1 | 9,53 | 11,07 | 14,75 | -- |
| 202152C002A | 1 | 8,80 | 12,60 | 13,50 | -- |
| 202152C003A | 1 | 9,00 | 12,53 | 16,67 | 3,70 |
| 202153C001A | 1 | 12,13 | 22,27 | 12,56 | 1,30 |
| 202153C002A | 1 | 9,53 | 21,27 | 12,56 | 1,90 |
| 202153C003A | 1 | 13,13 | 21,13 | 12,88 | 1,90 |
| 202153C004A | 1 | 36,87 | 20,80 | 17,40 | 2,30 |
| 202153C005A | 1 | 29,73 | 22,60 | 16,40 | 3,80 |
| 202153C006A | 1 | 35,13 | 22,53 | 15,20 | 2,80 |
| 202153C007A | 1 | 37,07 | 22,07 | 14,00 | 5,80 |
| 202153C008A | 1 | 14,27 | 17,67 | 31,88 | -- |
| 202153C009A | 1 | 12,67 | 18,27 | 29,63 | -- |
| 202154C001A | 1 | 13,00 | 20,47 | 30,94 | 2,00 |
| 202154C002A | 1 | 18,60 | 19,00 | 16,13 | 1,90 |
| 202154C003A | 1 | 38,47 | 31,80 | 27,00 | -- |
| 202154C004A | 1 | 37,53 | 30,00 | 27,30 | -- |
| 202154C005A | 1 | 18,60 | 12,73 | 12,25 | -- |
| 202154C006A | 1 | 15,47 | 10,53 | 6,38 | -- |

| IDENTIFICATIVO | NUMERO PROVE PENETROMETRICHE | RP 1° STRATO (Kg/cm ²) | RP 2° STRATO (Kg/cm ²) | RP 3° STRATO (Kg/cm ²) | FALDA |
|----------------|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------|
| 202154C007A | 1 | 17,00 | 11,33 | 10,44 | -- |
| 202154C008A | 1 | 12,80 | 14,47 | 9,00 | -- |
| 202154C009A | 1 | 15,60 | 10,40 | 8,44 | -- |
| 202154C010A | 1 | 25,07 | 16,33 | 9,38 | -- |
| 202154C011B | 2 | 7,00 | 19,80 | 4,38 | 1,50 |
| 202154C012A | 1 | 9,60 | 8,73 | 8,06 | 2,60 |
| 202154C013A | 1 | 8,20 | 7,33 | 8,44 | 2,60 |
| 202154C014A | 1 | 24,87 | 20,20 | 12,93 | 2,70 |
| 202154C015A | 1 | 23,07 | 15,33 | 9,73 | 2,20 |
| 202154C016A | 1 | 46,27 | 13,73 | 8,00 | 3,20 |
| 202154C017A | 1 | 25,80 | 16,27 | 11,07 | 2,35 |
| 202154C018A | 1 | 38,40 | 14,40 | 9,33 | 2,65 |
| 202154C019A | 1 | 15,80 | 12,80 | 10,33 | 2,60 |
| 202154C020A | 1 | 14,73 | 13,40 | 8,60 | 2,10 |
| 202154C021A | 1 | 18,53 | 23,40 | 17,87 | 2,10 |
| 202154C022A | 1 | 9,33 | 5,67 | 7,93 | 2,50 |
| 202154C023A | 1 | 18,80 | 14,13 | 10,00 | 2,70 |
| 202154C024A | 1 | 33,47 | 10,93 | 12,73 | 2,40 |
| 202154C025A | 1 | 18,67 | 7,87 | 12,20 | 2,70 |
| 202154C026A | 1 | 17,73 | 16,53 | 20,38 | 2,70 |
| 202154C027A | 1 | 28,47 | 8,13 | 7,80 | -- |
| 202154C028A | 1 | 50,67 | 10,00 | 10,33 | -- |
| 202154C029A | 1 | 128,13 | 11,33 | 16,80 | -- |
| 202154C030A | 1 | 30,27 | 11,20 | 11,13 | -- |
| 202154C031A | 1 | 30,33 | 10,73 | 11,67 | -- |
| 202154C032A | 1 | 21,40 | 17,13 | 18,33 | -- |
| 202154C033A | 1 | 15,13 | 11,67 | 8,67 | -- |
| 202154C034A | 1 | 16,13 | 10,00 | 8,47 | -- |
| 202154C035A | 1 | 16,00 | 25,00 | 25,06 | -- |
| 202154C036A | 1 | 12,00 | 27,53 | 16,94 | -- |
| 202154C037A | 1 | 13,33 | 25,27 | 20,69 | -- |
| 202154C038A | 1 | 17,60 | 24,13 | 15,75 | -- |
| 202154C039A | 1 | 10,13 | 12,13 | 8,25 | -- |
| 202154C040A | 1 | 10,80 | 14,60 | 9,50 | -- |
| 202154C041A | 1 | 13,73 | 15,20 | 13,00 | -- |
| 202154C042A | 1 | 14,20 | 17,07 | 6,69 | -- |
| 202154C043A | 1 | 14,27 | 20,53 | 12,25 | -- |
| 202154C044A | 1 | 15,47 | 17,73 | 11,38 | -- |
| 202154C045A | 1 | 14,93 | 17,00 | 10,44 | -- |
| 202154C046A | 1 | 16,13 | 20,27 | 10,81 | -- |
| 202154C047A | 1 | 15,73 | 18,00 | 11,19 | -- |
| 202154C048A | 1 | 13,27 | 16,00 | 9,44 | -- |
| 202154C049A | 1 | 12,53 | 16,80 | 10,63 | -- |
| 202154C050A | 1 | 12,00 | 19,73 | 14,50 | -- |
| 202154C051A | 1 | 13,27 | 23,13 | 18,06 | 2,20 |
| 202154C052A | 1 | 12,60 | 22,87 | 21,25 | 2,20 |
| 202154C053A | 1 | 13,40 | 25,87 | 23,25 | 2,20 |
| 202154C054A | 1 | 13,40 | 24,33 | 24,33 | 2,30 |
| 202154C055A | 1 | 15,33 | 9,13 | 17,53 | 2,30 |
| 202154C056A | 1 | 16,80 | 7,60 | 17,13 | 2,50 |
| 202154C057A | 1 | 22,00 | 12,60 | 17,53 | 2,60 |
| 202154C058A | 1 | 13,33 | 16,53 | 13,73 | -- |
| 202154C059A | 1 | 16,33 | 14,80 | 11,47 | 1,20 |
| 202154C060A | 1 | 13,60 | 13,80 | 10,71 | -- |
| 202154C061C | 3 | 10,87 | 7,20 | 6,94 | 1,20 |
| 202154C062B | 2 | 11,87 | 8,80 | 6,88 | -- |
| 202154C063A | 1 | 15,93 | 13,87 | 21,19 | 1,80 |
| 202154C064A | 1 | 12,73 | 13,80 | 12,81 | 1,80 |
| 202154C065A | 1 | 16,73 | 14,47 | 7,69 | 1,60 |
| 202154C066A | 1 | 33,67 | 12,47 | 10,00 | 1,80 |
| 202154C067A | 1 | 15,87 | 19,00 | 13,88 | 1,70 |
| 202154C068A | 1 | 13,73 | 8,93 | 9,38 | 1,50 |
| 202154C069A | 1 | 14,80 | 13,93 | 11,00 | 1,90 |
| 202154C070A | 1 | 15,93 | 20,27 | 29,60 | 2,00 |
| 202154C071A | 1 | 13,40 | 15,73 | 19,53 | -- |
| 202154C072A | 1 | 11,60 | 17,67 | 25,73 | -- |
| 202154C073A | 1 | 14,13 | 9,87 | 14,19 | 1,60 |
| 202154C074A | 1 | 10,53 | 11,20 | 17,06 | -- |
| 202154C075A | 1 | 18,80 | 13,40 | 19,44 | 1,70 |
| 202154C076A | 1 | 9,87 | 10,07 | 21,25 | -- |
| 202154C077A | 1 | 10,93 | 8,27 | 7,25 | -- |
| 202154C078A | 1 | 12,33 | 9,00 | 7,44 | -- |
| 202154C079A | 1 | 11,27 | 8,73 | 8,00 | -- |
| 202154C080A | 1 | 14,33 | 25,80 | 18,80 | -- |
| 202154C081A | 1 | 17,00 | 22,73 | 19,27 | 1,70 |
| 202154C082A | 1 | 17,73 | 24,33 | 18,73 | 2,10 |
| 202154C083A | 1 | 16,40 | 13,73 | 9,60 | 2,00 |

| IDENTIFICATIVO | NUMERO PROVE PENETROMETRICHE | RP 1° STRATO (Kg/cm ²) | RP 2° STRATO (Kg/cm ²) | RP 3° STRATO (Kg/cm ²) | FALDA |
|----------------|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------|
| 202154C084A | 1 | 14,07 | 12,53 | 6,40 | 2,00 |
| 202154C085A | 1 | 19,07 | 27,53 | 11,27 | 0,60 |
| 202154C086A | 1 | 18,47 | 26,47 | 9,67 | 1,20 |
| 202154C087A | 1 | 17,27 | 25,87 | 20,40 | 1,00 |
| 202154C088A | 1 | 13,20 | 7,67 | 8,31 | -- |
| 202154C089A | 1 | 15,20 | 8,93 | 9,31 | -- |
| 202154C090A | 1 | 10,00 | 7,33 | 8,13 | -- |
| 202154C091A | 1 | 9,33 | 6,53 | 8,63 | -- |
| 202154C092A | 1 | 8,00 | 17,07 | 13,19 | -- |
| 202154C093A | 1 | 11,71 | 22,47 | 11,06 | -- |
| 202154C094A | 1 | 7,36 | 17,93 | 12,63 | -- |
| 202154C095A | 1 | 8,00 | 12,80 | 9,88 | -- |
| 202154C096A | 1 | 31,47 | 18,40 | 12,38 | -- |
| 202154C097D | 4 | 14,13 | 14,87 | 10,19 | 1,90 |
| 202154C098A | 1 | 10,20 | 10,53 | 30,06 | -- |
| 202154C099A | 1 | 11,47 | 10,93 | 12,25 | -- |
| 202154C100A | 1 | 15,60 | 16,27 | 17,19 | -- |
| 202154C101A | 1 | 19,33 | 24,67 | 49,00 | 1,90 |
| 202154C102A | 1 | 17,13 | 22,20 | 38,81 | 1,90 |
| 202154C103A | 1 | 16,87 | 18,07 | 24,13 | 2,85 |
| 202154C104A | 1 | 17,07 | 14,53 | 18,88 | 3,00 |
| 202154C105A | 1 | 19,13 | 14,40 | 14,19 | 2,90 |
| 202154C106A | 1 | 15,93 | 12,07 | 18,33 | 2,70 |
| 202154C107A | 1 | 12,53 | 14,27 | 13,38 | -- |
| 202154C108A | 1 | 13,40 | 10,67 | 14,31 | 1,50 |
| 202154C109A | 1 | 16,80 | 10,40 | 6,81 | 1,50 |
| 202154C110A | 1 | 12,87 | 16,67 | 25,88 | -- |
| 202154C111A | 1 | 9,80 | 21,80 | 32,26 | 1,50 |
| 202154C112A | 1 | 16,80 | 22,93 | 51,00 | 1,50 |
| 202154C113A | 1 | 14,20 | 15,87 | 16,00 | -- |
| 202154C114A | 1 | 16,93 | 13,40 | 13,31 | 0,80 |
| 202154C115A | 1 | 15,67 | 19,47 | 18,88 | 1,00 |
| 202154C116A | 1 | 15,27 | 17,60 | 12,94 | 0,70 |
| 202154C117A | 1 | 18,40 | 19,80 | 16,88 | 0,70 |
| 202154C118A | 1 | 7,20 | 7,27 | 15,08 | 1,20 |
| 202154C119A | 1 | 15,40 | 17,27 | 15,07 | 1,00 |
| 202154C120C | 3 | 13,20 | 17,33 | 11,13 | 0,60 |
| 202154C121A | 1 | 10,40 | 21,47 | 12,44 | -- |
| 202154C122A | 1 | 10,40 | 19,07 | 14,69 | -- |
| 202154C123A | 1 | 11,87 | 12,93 | 10,25 | -- |
| 202154C124A | 1 | 9,07 | 15,20 | 11,00 | -- |
| 202154C125A | 1 | 11,87 | 11,20 | 12,38 | -- |
| 202154C126A | 1 | 9,60 | 12,67 | 10,63 | -- |
| 202154C127A | 1 | 12,00 | 7,60 | 14,81 | -- |
| 202154C128A | 1 | 16,60 | 6,80 | 7,13 | -- |
| 202154C129A | 1 | 12,53 | 19,20 | 14,50 | -- |
| 202154C130A | 1 | 13,13 | 15,33 | 10,19 | -- |
| 202154C131A | 1 | 16,47 | 9,60 | 9,50 | -- |
| 202154C132B | 2 | 20,93 | 24,33 | 25,69 | -- |
| 202154C133A | 1 | 12,13 | 7,67 | 10,56 | -- |
| 202154C134A | 1 | 13,80 | 8,20 | 8,13 | -- |
| 202154C135A | 1 | 17,60 | 23,33 | 29,19 | 2,50 |
| 202154C136A | 1 | 15,73 | 21,13 | 21,19 | 5,10 |
| 202154C137A | 1 | 14,93 | 18,07 | 16,25 | 2,10 |
| 202154C138A | 1 | 18,53 | 23,47 | 15,86 | -- |
| 202154C139A | 1 | 16,47 | 16,53 | 12,67 | 1,60 |
| 202154C140A | 1 | 21,27 | 19,13 | 16,60 | 1,60 |
| 202154C141A | 1 | 18,13 | 18,47 | 15,27 | 1,60 |
| 202154C142A | 1 | 12,60 | 8,73 | 7,31 | -- |
| 202154C144A | 1 | 12,47 | 7,93 | 7,31 | -- |
| 202154C145A | 1 | 12,93 | 9,40 | 7,00 | -- |
| 202154C146A | 1 | 13,27 | 9,47 | 7,75 | -- |
| 202154C147A | 1 | 10,93 | 7,07 | 7,50 | -- |
| 202154C148A | 1 | 22,53 | 16,73 | 10,69 | 2,00 |
| 202154C149A | 1 | 16,67 | 18,20 | 12,88 | 2,00 |
| 202154C150A | 1 | 16,33 | 16,67 | 13,25 | 2,00 |
| 202154C151F | 6 | 13,80 | 16,33 | 9,44 | 1,80 |
| 202154C152A | 1 | 14,20 | 20,00 | 15,93 | 1,20 |
| 202154C153A | 1 | 15,27 | 17,67 | 16,73 | 1,70 |
| 202154C154A | 1 | 20,73 | 30,53 | 49,70 | 1,60 |
| 202154C155A | 1 | 11,47 | 8,33 | 7,73 | -- |
| 202154C156A | 1 | 13,60 | 8,33 | 8,31 | -- |
| 202154C157A | 1 | 17,93 | 12,80 | 12,81 | -- |
| 202154C158A | 1 | 19,27 | 17,33 | 20,19 | -- |
| 202154C159A | 1 | 27,53 | 14,40 | 13,27 | -- |
| 202154C160A | 1 | 18,40 | 13,00 | 9,27 | -- |
| 202154C161A | 1 | 20,40 | 18,27 | 11,88 | -- |

| IDENTIFICATIVO | NUMERO PROVE PENETROMETRICHE | RP 1° STRATO (Kg/cm ²) | RP 2° STRATO (Kg/cm ²) | RP 3° STRATO (Kg/cm ²) | FALDA |
|----------------|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------|
| 202154C162A | 1 | 21,40 | 13,22 | | 2,10 |
| 202154C163A | 1 | 16,00 | 25,71 | | 1,95 |
| 202154C164A | 1 | 15,87 | 22,27 | | 2,10 |
| 202154C165A | 1 | 14,67 | 14,07 | 10,57 | 2,00 |
| 202154C166A | 1 | 16,33 | 13,07 | 15,38 | 2,00 |
| 202154C167A | 1 | 15,73 | 13,60 | 9,64 | 2,00 |
| 202154C168A | 1 | 15,00 | 13,60 | 10,21 | 2,00 |
| 202154C169A | 1 | 14,53 | 18,80 | 14,75 | 2,00 |
| 202154C170A | 1 | 17,53 | 25,60 | 22,67 | 2,00 |
| 202154C171A | 1 | 10,67 | 19,87 | 19,21 | 2,00 |
| 202154C172A | 1 | 27,53 | 20,33 | 18,29 | 2,00 |
| 202154C173A | 1 | 19,33 | 29,67 | 35,07 | 2,00 |
| 202154C174A | 1 | 16,40 | 17,47 | 13,14 | 2,00 |
| 202154C175A | 1 | 18,60 | 16,73 | 18,93 | 2,00 |
| 202154C176A | 1 | 13,80 | 15,27 | 18,36 | 2,00 |
| 202154C177A | 1 | 19,20 | 10,80 | 22,29 | 2,00 |
| 202154C178A | 1 | 18,87 | 24,27 | 17,29 | 2,00 |
| 220021C001A | 1 | 7,53 | 16,07 | 20,47 | 2,40 |
| 220021C002A | 1 | 10,53 | 17,27 | 19,53 | 2,10 |
| 220034C001A | 1 | 10,53 | 18,60 | 27,00 | 1,25 |
| 220034C002A | 1 | 11,67 | 17,13 | 30,29 | 1,15 |
| 220034C003A | 1 | 9,87 | 17,00 | 30,00 | 0,95 |
| 220034C004A | 1 | 13,00 | 17,93 | 25,40 | 1,25 |
| 220034C005A | 1 | 11,80 | 15,13 | 23,00 | 0,95 |
| 220034C006A | 1 | 12,93 | 19,20 | 22,00 | 1,05 |
| 220034C007A | 1 | 11,53 | 19,53 | 26,00 | 1,25 |
| 220034C008A | 1 | 12,93 | 23,08 | | 1,00 |
| 220034C009A | 1 | 12,07 | 19,78 | | 1,20 |
| 220034C010A | 1 | 9,60 | 21,00 | | 1,35 |
| 220034C011A | 1 | 8,53 | 10,67 | 11,00 | -- |
| 220034C012A | 1 | 10,20 | 17,53 | 17,50 | 1,50 |
| 220034C013A | 1 | 11,40 | 24,07 | 27,25 | 1,50 |
| 220034C014A | 1 | 11,53 | 18,80 | 26,27 | 1,00 |
| 220034C015A | 1 | 10,13 | 15,67 | 26,64 | 0,80 |
| 220034C016A | 1 | 15,07 | 19,27 | 26,07 | 2,00 |

PROVE PENETROMETRICHE -COMUNE DI SANT'AGATA

| IDENTIFICATIVO | NUMERO PROVE PENETROMETRICHE | RP 1° STRATO (Kg/cm ²) | RP 2° STRATO (Kg/cm ²) | RP 3° STRATO (Kg/cm ²) | FALDA |
|----------------|------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------|
| 202102C004A | 1 | 12,07 | 10,73 | 9,00 | 2,20 |
| 202102C015A | 1 | 15,27 | 11,33 | 11,80 | 2,00 |
| 202102C017A | 1 | 12,73 | 10,27 | 15,20 | 1,80 |
| 202102C016A | 1 | 13,07 | 11,13 | 17,80 | 1,50 |
| 202102C018A | 1 | 13,80 | 15,60 | 13,00 | 1,80 |
| 202102C019A | 1 | 9,73 | 12,27 | 13,87 | 1,80 |
| 202102C020A | 1 | 15,60 | 12,20 | 14,87 | 1,90 |
| 202102C021C | 3 | 12,07 | 9,20 | 11,56 | 1,40 |
| 202103C001A | 1 | 12,87 | 12,27 | 14,44 | 3,20 |
| 202103C002A | 1 | 20,67 | 12,67 | 13,56 | 3,60 |
| 202103C003A | 1 | 30,00 | 12,40 | 14,88 | 4,00 |
| 202103C004A | 1 | 24,27 | 11,13 | 13,19 | 4,00 |
| 202103C005A | 1 | 24,27 | 11,13 | 16,13 | 4,00 |
| 202102C022A | 1 | 8,53 | 8,20 | 9,87 | 1,08 |
| 202102C023A | 1 | 9,47 | 7,80 | 10,93 | 1,21 |
| 202102C024A | 1 | 9,93 | 9,40 | 10,07 | -- |
| 202102C025A | 1 | 8,87 | 7,53 | 12,47 | 1,65 |
| 202102C026A | 1 | 9,53 | 7,13 | 9,33 | 1,50 |
| 202102C027A | 1 | 9,67 | 11,00 | 10,07 | 1,70 |
| 202102C028A | 1 | 8,07 | 8,87 | 11,40 | 1,15 |
| 202102C029A | 1 | 8,73 | 9,40 | 10,13 | 0,98 |
| 202102C030A | 1 | 10,60 | 8,40 | 9,40 | 1,25 |
| 202102C031A | 1 | 8,93 | 9,93 | 9,20 | 1,22 |
| 202102C032A | 1 | 8,20 | 7,53 | 9,60 | 0,58 |
| 202102C033A | 1 | 8,40 | 9,60 | 9,87 | 0,95 |
| 202102C034A | 1 | 11,07 | 8,20 | 15,53 | 0,45 |
| 202102C035A | 1 | 6,73 | 6,20 | 11,50 | 1,10 |
| 202102C038A | 1 | 6,60 | 6,80 | 9,88 | -- |
| 202102C036A | 1 | 8,93 | 5,93 | 8,31 | -- |
| 202102C037A | 1 | 9,27 | 8,53 | 10,88 | 1,10 |
| 202103C010A | 1 | 10,47 | 10,50 | | 0,50 |
| 202103C011A | 1 | 11,00 | 6,70 | | 0,80 |
| 202103C012A | 1 | 13,60 | 13,90 | | 0,90 |
| 202103C013A | 1 | 17,80 | 12,50 | | 0,80 |
| 202102C040A | 1 | 15,33 | 12,07 | 11,58 | 1,20 |
| 202102C039A | 1 | 13,20 | 11,13 | 10,75 | -- |
| 202102C041A | 1 | 11,33 | 12,40 | 11,38 | 1,10 |
| 202102C042A | 1 | 13,40 | 13,27 | 10,50 | 1,10 |
| 202102C043A | 1 | 13,87 | 15,27 | 10,07 | -- |
| 202102C045A | 1 | 18,13 | 12,27 | 9,53 | -- |
| 202102C044A | 1 | 12,93 | 14,07 | 12,64 | -- |
| 202103C014A | 1 | 9,73 | 8,27 | 9,20 | 2,00 |
| 202103C015A | 1 | 11,87 | 8,60 | 15,31 | 1,20 |
| 202102C046A | 1 | 14,40 | 15,53 | 14,33 | -- |
| 202102C049A | 1 | 13,20 | 8,47 | 10,20 | 1,10 |
| 202102C048A | 1 | 11,60 | 12,20 | 10,33 | 1,10 |
| 202102C050A | 1 | 10,71 | 10,93 | 8,94 | 1,20 |
| 202102C051A | 1 | 10,40 | 10,87 | 11,50 | 1,20 |
| 202102C055A | 1 | 15,27 | 15,47 | 14,73 | 1,00 |
| 202102C056A | 1 | 29,07 | 16,60 | 12,47 | 1,00 |
| 202102C052A | 1 | 11,27 | 11,13 | 11,60 | 1,00 |
| 202102C053A | 1 | 13,07 | 14,07 | 13,29 | 1,00 |
| 202102C057A | 1 | 18,00 | 12,13 | 9,53 | 1,00 |
| 202102C058A | 1 | 18,47 | 10,47 | 10,47 | 1,00 |
| 202102C054A | 1 | 9,53 | 12,60 | 10,27 | 1,00 |
| 202102C059A | 1 | 12,40 | 12,73 | 10,20 | 1,00 |
| 202102C060A | 1 | 7,60 | 4,93 | 8,20 | 1,40 |
| 202102C061A | 1 | 9,80 | 8,40 | 13,40 | 1,20 |
| 202102C062A | 1 | 15,87 | 8,33 | 10,53 | 1,40 |
| 202102C063A | 1 | 13,13 | 52,13 | 10,27 | 1,30 |
| 202102C074A | 1 | 14,33 | 14,47 | 14,25 | 2,30 |
| 202141C001C | 3 | 18,33 | 7,00 | 11,75 | 2,80 |
| 202102C001C | 3 | 11,13 | 8,07 | 11,81 | 1,40 |
| 202102C003A | 1 | 9,33 | 8,93 | 10,25 | 2,20 |
| 202102C064A | 1 | 11,20 | 11,33 | 11,60 | 1,00 |
| 202102C065A | 1 | 10,33 | 7,40 | 8,73 | 1,30 |
| 202102C066A | 1 | 16,87 | 41,07 | 10,27 | 1,40 |
| 202102C069A | 1 | 8,60 | 15,13 | 8,47 | 1,50 |
| 202102C068A | 1 | 9,93 | 9,67 | 17,00 | 1,10 |
| 202102C067A | 1 | 17,87 | 26,67 | 11,07 | 1,60 |
| 202103C016A | 1 | 11,00 | 7,87 | 13,33 | 1,52 |
| 202103C017A | 1 | 11,67 | 14,33 | 14,60 | 1,70 |
| 202103C018A | 1 | 16,53 | 9,20 | 14,00 | 1,85 |
| 202103C019A | 1 | 10,93 | 8,40 | 16,00 | 1,85 |
| 202103C020A | 1 | 16,93 | 8,27 | 10,63 | 2,40 |

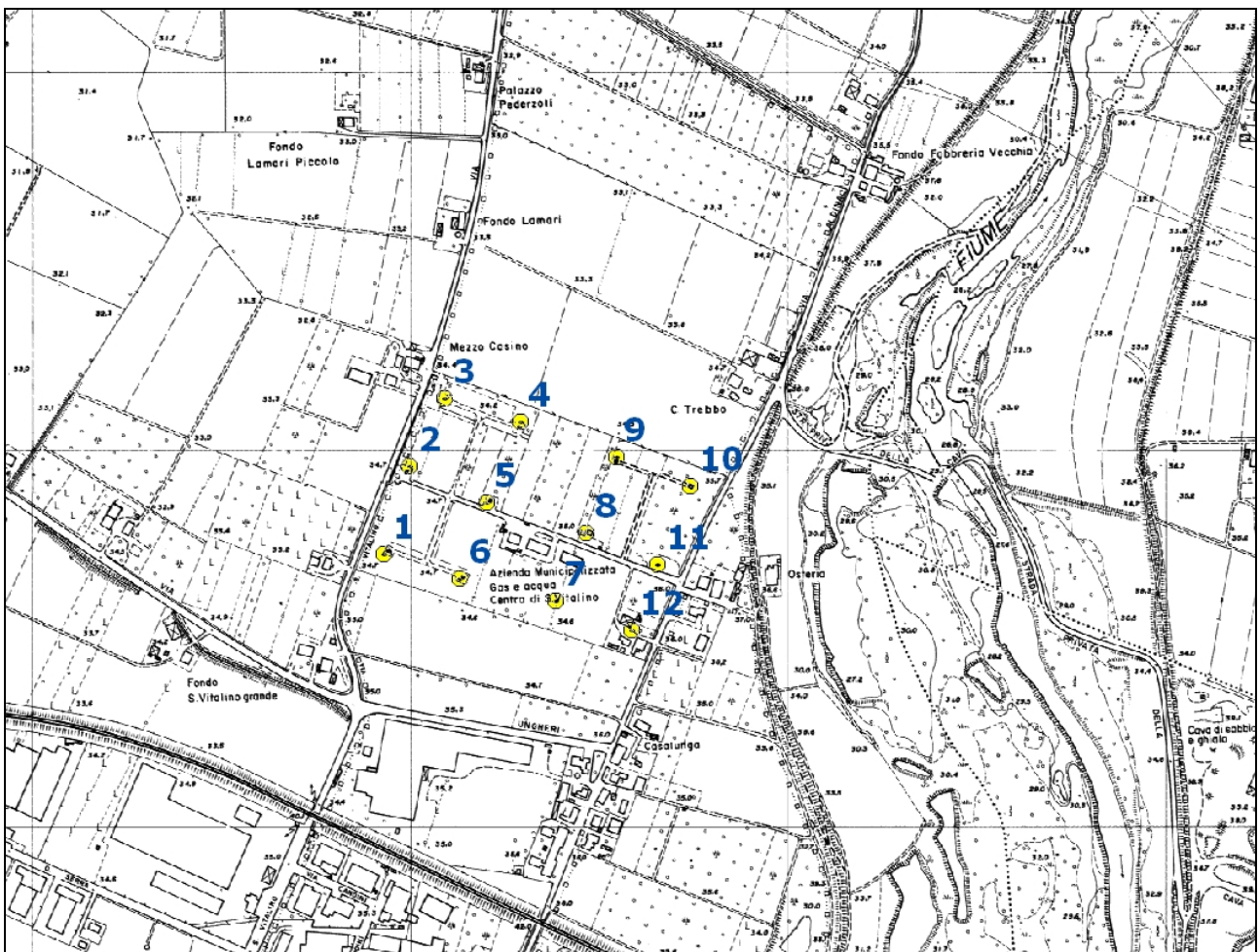
| IDENTIFICATIVO | NUMERO PROVE PENETROMETRICHE | RP 1° STRATO (Kg/cm ²) | RP 2° STRATO (Kg/cm ²) | RP 3° STRATO (Kg/cm ²) | FALDA |
|----------------|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------|
| 202103C021A | 1 | 10,67 | 8,40 | 9,25 | 2,40 |
| 202103C022A | 1 | 12,40 | 7,33 | 8,88 | 2,40 |
| 202103C023A | 1 | 12,53 | 8,93 | 8,63 | 2,40 |
| 202103C024A | 1 | 12,13 | 10,00 | 9,50 | 2,40 |
| 202103C025A | 1 | 15,07 | 19,07 | 19,38 | 2,40 |
| 202102C072A | 1 | 12,40 | 18,80 | 11,69 | 2,30 |
| 202102C073A | 1 | 14,33 | 14,67 | 13,50 | 2,30 |
| 202102C075A | 1 | 22,13 | 16,47 | 13,38 | 2,30 |
| 202102C076A | 1 | 15,47 | 15,47 | 15,00 | -- |
| 202102C077A | 1 | 28,33 | 16,93 | 12,73 | 2,60 |
| 202102C078A | 1 | 18,27 | 12,27 | 9,53 | 1,70 |
| 202102C079A | 1 | 18,60 | 10,80 | 10,53 | 2,80 |
| 202102C080A | 1 | 12,27 | 12,73 | 10,07 | 2,40 |
| 202102C081A | 1 | 16,40 | 6,53 | 12,69 | -- |
| 202102C083A | 1 | 8,80 | 11,33 | 11,38 | -- |
| 202102C092A | 1 | 12,47 | 12,87 | 10,27 | -- |
| 202102C100A | 1 | 12,53 | 12,73 | 12,19 | 2,30 |
| 202102C102A | 1 | 14,47 | 14,60 | 14,38 | -- |
| 202102C103A | 1 | 22,20 | 16,67 | 13,38 | -- |
| 202102C047A | 1 | 12,80 | 13,33 | 10,93 | 1,20 |
| 202102C110A | 1 | 12,40 | 11,80 | 13,88 | -- |
| 202102C111A | 1 | 9,20 | 10,53 | 10,56 | -- |
| 202102C118A | 1 | 12,93 | 10,80 | 12,00 | 2,50 |
| 202102C119A | 1 | 13,20 | 12,67 | 14,93 | 2,50 |
| 202103C028A | 1 | 12,00 | 8,33 | 9,93 | 2,50 |
| 202102C120A | 1 | 8,38 | 8,20 | 8,94 | -- |
| 202102C121A | 1 | 7,33 | 9,60 | 9,06 | -- |
| 202102C122A | 1 | 9,57 | 7,73 | 10,19 | 1,40 |
| 202103C029A | 1 | 14,80 | 13,20 | 20,06 | 2,50 |
| 202103C030A | 1 | 15,93 | 13,40 | 20,50 | 3,00 |
| 202102C093A | 1 | 11,20 | 11,27 | 11,40 | -- |
| 202101C009A | 1 | 9,60 | 21,73 | 22,53 | 2,50 |
| 202114C005A | 1 | 42,20 | 30,60 | 29,31 | -- |
| 202114C004A | 1 | 27,13 | 34,67 | 47,44 | -- |
| 202114C003A | 1 | 25,60 | 15,27 | 37,00 | -- |
| 202114C002A | 1 | 20,93 | 29,33 | 28,75 | -- |
| 202114C001A | 1 | 27,40 | 52,67 | 26,19 | -- |
| 202101C001B | 2 | 13,87 | 18,58 | 22,88 | 0,80 |
| 202102C004A | 1 | 12,07 | 10,73 | 9,00 | 2,20 |

APPENDICE 2 - CARATTERIZZAZIONE DEL CENTRO ACQUEDOTTISTICO SAN VITALE
(Estratto da Relazione fornita da ATO5)

Struttura

La centrale di San Vitale è ubicata in via San Vitalino in località Trebbo d Reno, in Comune di Calderara di Reno, e dispone di una batteria di dodici pozzi profondi da 400 m a 450 m che intercettano diversi livelli dell'acquifero della conoide del fiume Reno a partire da circa 95 m di profondità. In questo caso l'acquitarzo *alfa* risulta di potenza pari a 15 m, con profondità media della superficie di base pari a circa 85 m dal p.c., mentre *delta* 30 m di potenza con base a 235 m da p.c.; conseguentemente tutti i filtri dei pozzi risultano posti al di sotto di *alfa* e al di sopra di *delta*.

Ogni pozzo è dotato di un gruppo elettropompa sommergibile, posizionato a circa 92 m di profondità, che alimenta una rete collettoria di primo sollevamento. Le pompe, sospese ad una colonna montante costituita da segmenti di tubo metallico zincato uniti da flange, sono di tipo centrifugo, multistadio, con portate di 100-120 l/s.



Inquadramento planimetrico del centro di San Vitale

Dati plano-altimetrici dei pozzi di San Vitale

| Pozzo | X-UTM [m] | Y-UTM [m] | Quota piano Campagna [m.slm] | Profondità pozzo [m] | Profondità primo filtro [m] |
|-------|--------------|--------------|------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 683018 | 4935542 | 33 | 468 | 101 |
| 2 | 683052 | 4935657 | 33 | 465 | 131 |
| 3 | 683098 | 4935748 | 33 | 480 | 102 |
| 4 | 683198 | 4935717 | 33 | 471 | 95 |
| 5 | 683153 | 4935610 | 33 | 480 | 100 |
| 6 | 683118 | 4935509 | 33 | 430 | 101 |
| 7 | 683245 | 4935480 | 33 | 406 | 102 |
| 8 | 683286 | 4935569 | 33 | 475 | 105 |
| 9 | 683325 | 4935670 | 33 | 467 | 104 |
| 10 | 683423 | 4935631 | 33 | 430 | 104 |
| 11 | 683380 | 4935527 | 33 | 480 | 108 |
| 12 | 683345 | 4935440 | 33 | 375 | 101 |

Funzionamento

La centrale è controllata a distanza da un sistema di telecomando e segnalazione collegato attraverso una linea telefonica di trasmissione dati con il sistema di supervisione della Sala Controllo Centralizzata.

La modalità d'esercizio è anche in questo caso a "blocchi di abbinamento", ovvero a moduli costituiti da un gruppo di secondo sollevamento con due o quattro pozzi ad esso collegati in ragione delle rispettive potenzialità. Nello specifico, la centrale produce a 220, 450, 670, 850 l/s, modulando la produzione in relazione agli altri approvvigionamenti e ai serbatoi d'accumulo e compenso di Casalecchio e di San Lazzaro.

Dopo il trattamento di deferromanganizzazione, le pompe di rilancio (o di secondo sollevamento) immettono l'acqua nella rete adduttrice principale. Sono costituite da quattro gruppi elettropompa (due in esercizio e due a scorta), ad asse verticale di tipo centrifugo (tre da 450 l/s e una da 220 l/s).

L'acqua prodotta è sottoposta a due trattamenti di potabilizzazione: deferromanganizzazione e disinfezione. Il primo è conseguente alla presenza di Ferro e di Manganese in concentrazioni superiori alla norma, mentre il secondo processo, sempre presente negli impianti di produzione d'acqua potabile, serve a garantire l'assenza di agenti patogeni nell'acqua prodotta.

La deferromanganizzazione si attua iniettando Ossigeno liquido nell'acqua grezza ed inviandola successivamente ad una batteria di sei filtri cilindrici verticali in pressione, attivati biologicamente, in grado di trattare la massima portata prodotta dalla centrale anche durante la fase di controlavaggio. Questa ultima operazione si effettua settimanalmente oppure quando l'intasamento dei filtri supera un certo valore prefissato.

Il controlavaggio viene eseguito un filtro alla volta e prevede una sequenza completa delle seguenti fasi:

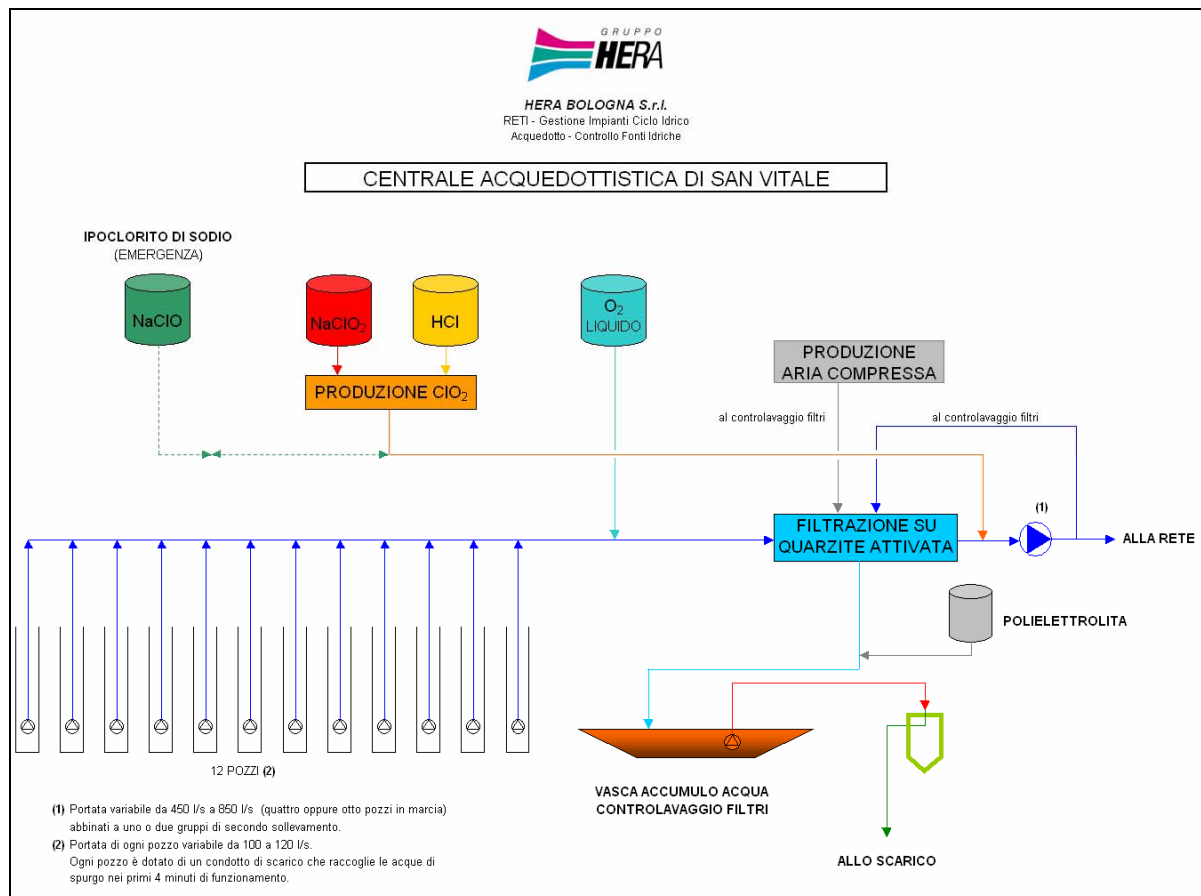
- esclusione del filtro dall'esercizio e scarico parziale dell'acqua contenuta;
- agitazione della massa filtrante mediante insufflazione d'aria prodotta da apposite soffianti;
- lavaggio in controcorrente con flusso d'acqua sommato all'aria della fase precedente;
- arresto del flusso d'aria e aumento della portata d'acqua di controlavaggio;
- riempimento completo del filtro con flusso nel senso di esercizio;
- reinserzione del filtro in esercizio.

Le acque di lavaggio risultanti dal ciclo di controlavaggio devono essere sottoposte preventivamente ad un trattamento prima di essere scaricate nel corpo idrico ricettore. A questo scopo sono raccolte in una vasca di decantazione e successivamente scaricate nel corpo idrico ricettore, mentre i fanghi prodotti dalla decantazione sono periodicamente raccolti e smaltiti come rifiuti speciali.

La disinfezione dell'acqua prodotta viene realizzata mediante l'immissione di biossido di Cloro, dosato in funzione della portata della centrale, a valle della batteria di deferromanganizzazione; l'impianto dispone anche di un gruppo di disinfezione d'emergenza ad ipoclorito di Sodio.

Il biossido di Cloro è prodotto in soluzione liquida per reazione da acido cloridrico e clorito sodico in presenza d'acqua di diluizione.

Il funzionamento degli impianti di disinfezione è condizionato dal regime di esercizio della centrale, sia per quanto attiene l'attivazione degli stessi che la regolazione. Il corretto dosaggio del disinfettante è controllato da idonei strumenti che misurano il Cloro residuo presente nell'acqua trattata.



Schema dell'impianto di potabilizzazione a San Vitale

Gestione

In estrema sintesi vale quanto già osservato per Borgo Panigale e Tiro a Segno in relazione alla centrale di potabilizzazione in Val di Setta, ovvero la gestione a domanda del centro dal 1985.



Serie storica dei prelievi e delle piezometrie al centro di San Vitale

Osservando il trend dal 1985, si può notare l'accentuarsi del funzionamento stagionale da metà degli anni novanta, con un compenso minimo invernale e primaverile (700,000 m³/mese) e una sostanziale risposta al fabbisogno idropotabile estivo e autunnale (1,500,000 m³/mese). Sino al 2000 il valore medio su base annua di emungimento al campo pozzi era quantificabile in circa 1.100.000 m³/mese, ovvero a 13 Mm³/anno, tuttavia negli ultimi anni la produzione è progressivamente aumentata a medie annuali di 1.300.000÷1.400.000 m³/mese e punte estive di 2.200.000 m³/mese, per compensare in questo caso la minore produzione di Tiro a Segno.

Produzione 2004 per la centrale di San Vitale

| Anno 2004 | Produzione mensile Centrale [mc] |
|-----------|----------------------------------|
| Gennaio | 662,595 |
| Febbraio | 733,143 |
| Marzo | 1,162,050 |
| Aprile | 691,234 |
| Maggio | 644,314 |
| Giugno | 1,468,839 |
| Luglio | 2,210,992 |
| Agosto | 1,861,313 |
| Settembre | 2,136,456 |
| Ottobre | 2,095,621 |
| Novembre | 1,486,776 |
| Dicembre | 970,273 |
| TOTALE | 16,123,606 |

Come valutato per le altre due centrali sul conoide del fiume Reno, il volume immesso in rete al lordo delle perdite in rete è circa pari a 74 Mm³/anno (=0,7x105,7 Mm³/anno, vedi tabella 4.3.b in [13]), corrispondenti a 6.2 Mm³/mese.

Considerando l'attuale produzione a San Vitale, la copertura del fabbisogno idropotabile risulta quindi del 23% nella condizione media annuale e del 35% nel periodo estivo

Il centro di San Vitale è da considerare come *SIGNIFICATIVO - STRATEGICO*.

PERIMETRAZIONE

Area di tutela assoluta

Tutti i tre centri di prelievo risultano recintati a distanze rispetto ai punti di prelievo notevolmente superiori ai 10 m precisati nel D.Lgs. 152/06; le aree interne alle recinzioni sono inoltre adibite unicamente alle attività di prelievo, di potabilizzazione e di servizio.

L'area di tutela assoluta risulta quindi già perimetrata ai sensi di legge.

Area di rispetto

Ai fini della perimetrazione delle aree di rispetto, la metodologia sviluppata individua una procedura minima in relazione al grado di strategicità della fonte.

Nel caso in esame, due centri (Borgo Panigale e Tiro a Segno) risultano molto ravvicinati, mentre il terzo (San Vitale), sebbene significativamente più distante, risulta ricompreso nella grande depressione piezometrica bolognese, cosicché risultano mutuamente interferenti tutti e tre i campi pozzi e conseguentemente dovrebbero essere considerati in una unica procedura.

I centri di Borgo Panigale e di Tiro a Segno, stante la loro mutua interferenza in termini "idrogeologici", rappresentano una fonte *INSOSTITUIBILE* per l'approvvigionamento dell'acquedotto primario e conseguentemente risulterebbe adottabile la procedura di perimetrazione con criterio *Temporale* e metodo *Numerico 3D*, oppure quello *Idrogeologico* con il metodo *Numerico 2D*.

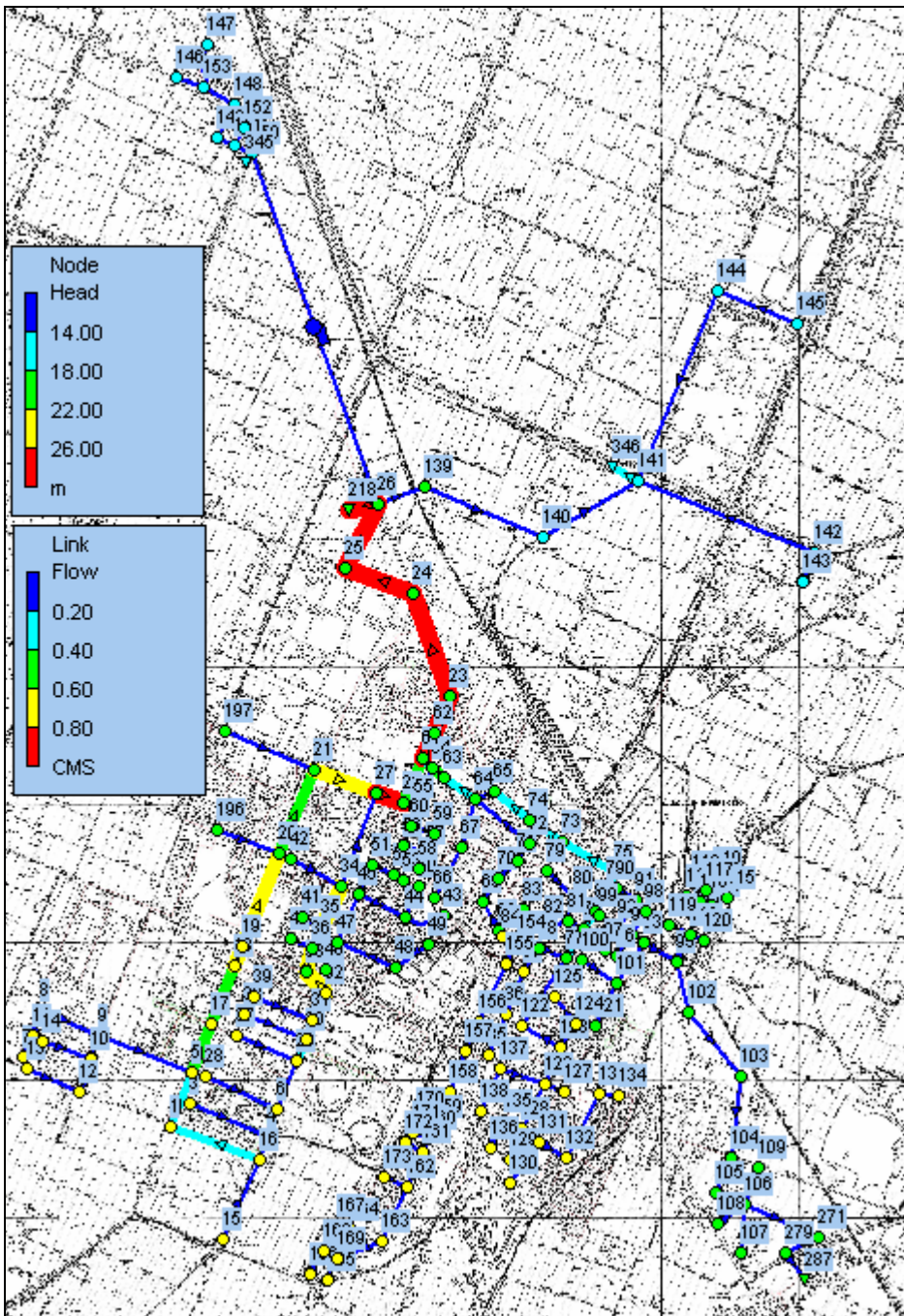
Il centro di San Vitale è classificato come *STRATEGICO* e quindi di classe inferiore ai precedenti, così da essere ricompreso nella procedura per i precedenti.

In considerazione dell'area interessata dall'abbassamento piezometrico, l'applicazione pratica del criterio *Idrogeologico* risulta impraticabile, in quanto lo spartiacque piezometrico è ormai al limite degli interconoidi adiacenti a quello di Reno. Essendo inoltre già state applicate modellizzazioni tridimensionali ([10], [12], [15]), si individua come applicazione ottimale per la perimetrazione delle aree di rispetto quella conseguente alla procedura composta dal criterio *Temporale* attuato con il metodo *Numerico 3D*. Tale procedura potrà considerarsi come definitiva in relazione allo stato dell'arte e alla ampia disponibilità di dati, informazioni ed elaborazioni sul sistema multiacquifero del conoide del fiume Reno.

APPENDICE 3 - ESITI DELLE SIMULAZIONI IDRAULICHE SUL SISTEMA FOGNARIO

| | |
|--|----------|
| S. Giovanni in Persiceto - Capoluogo | Pag. 251 |
| S. Giovanni in Persiceto - S. Matteo della Decima | Pag. 253 |
| Crevalcore - Bolognina | Pag. 255 |
| Crevalcore - Caselle | Pag. 257 |
| Crevalcore - Galeazza Pepoli | Pag. 259 |
| Crevalcore - Capoluogo | Pag. 261 |
| Calderara di Reno - Capoluogo | Pag. 263 |
| Sala Bolognese - Capoluogo | Pag. 265 |
| Anzola nell'Emilia - Capoluogo | Pag. 267 |
| Anzola nell'Emilia - Samoggia | Pag. 269 |
| Anzola nell'Emilia - Fondo Busa | Pag. 271 |
| S. Agata Bolognese - Capoluogo | Pag. 273 |

S. Giovanni in Persiceto - Capoluogo



EPA STORM WATER MANAGEMENT MODEL - VERSION 5.0 (Build 5.0.007)

Analysis Options

Flow Units CMS

Infiltration Method HORTON

Flow Routing Method DYNWAVE

Starting Date MAR-14-2007 08:00:00

Ending Date MAR-14-2007 22:30:00

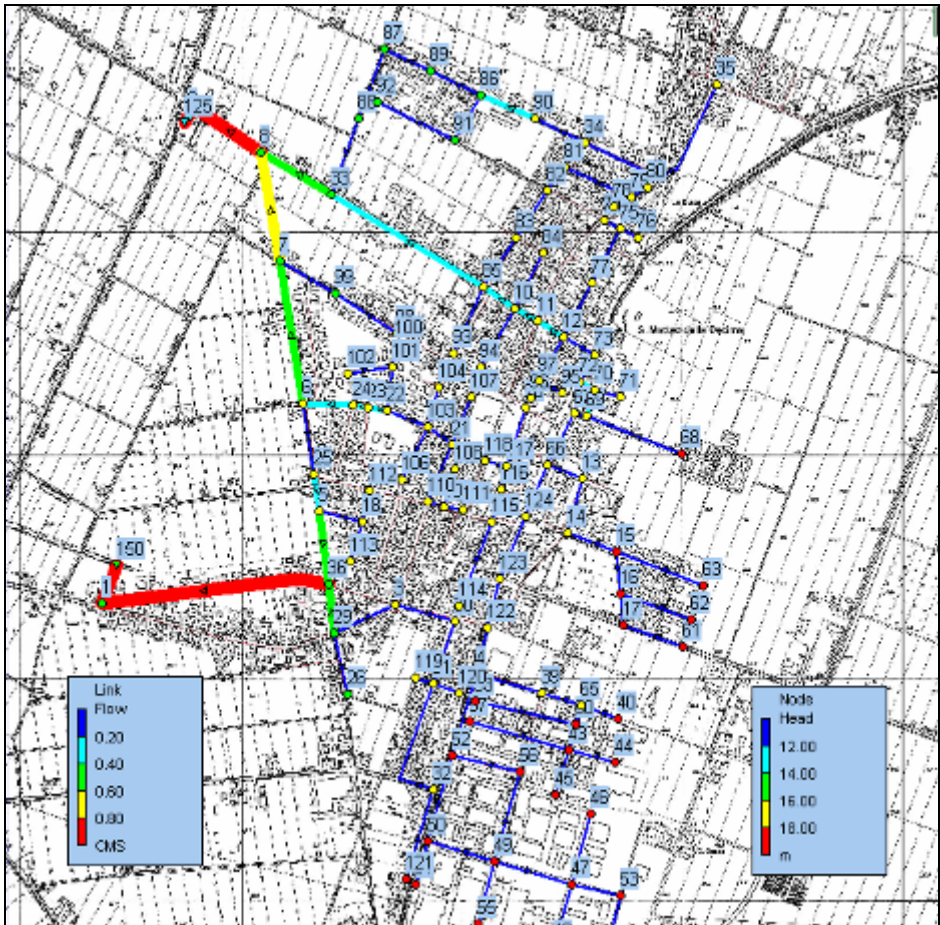
Antecedent Dry Days 0.0

Report Time Step 00:05:00
 Wet Time Step 00:05:00
 Dry Time Step 00:05:00
 Routing Time Step 5.00 sec

| ***** | Volume | Depth |
|----------------------------|-----------|--------|
| Runoff Quantity Continuity | hectare-m | mm |
| ***** | ----- | ----- |
| Total Precipitation | 7.820 | 20.000 |
| Evaporation Loss | 0.000 | 0.000 |
| Infiltration Loss | 0.704 | 1.800 |
| Surface Runoff | 7.115 | 18.198 |
| Final Surface Storage | 0.015 | 0.038 |
| Continuity Error (%) | -0.177 | |

| ***** | Volume | Volume |
|----------------------------|-----------|---------|
| Flow Routing Continuity | hectare-m | Mliters |
| ***** | ----- | ----- |
| Dry Weather Inflow | 0.000 | 0.000 |
| Wet Weather Inflow | 7.113 | 71.126 |
| Groundwater Inflow | 0.000 | 0.000 |
| RDII Inflow | 0.000 | 0.000 |
| External Inflow | 0.000 | 0.000 |
| External Outflow | 2.033 | 20.334 |
| Surface Flooding | 4.990 | 49.902 |
| Evaporation Loss | 0.000 | 0.000 |
| Initial Stored Volume | 0.000 | 0.000 |
| Final Stored Volume | 0.097 | 0.968 |
| Continuity Error (%) | -0.110 | |

S. Giovanni in Persiceto - S. Matteo della Decima



PA STORM WATER MANAGEMENT MODEL - VERSION 5.0 (Build 5.0.007)

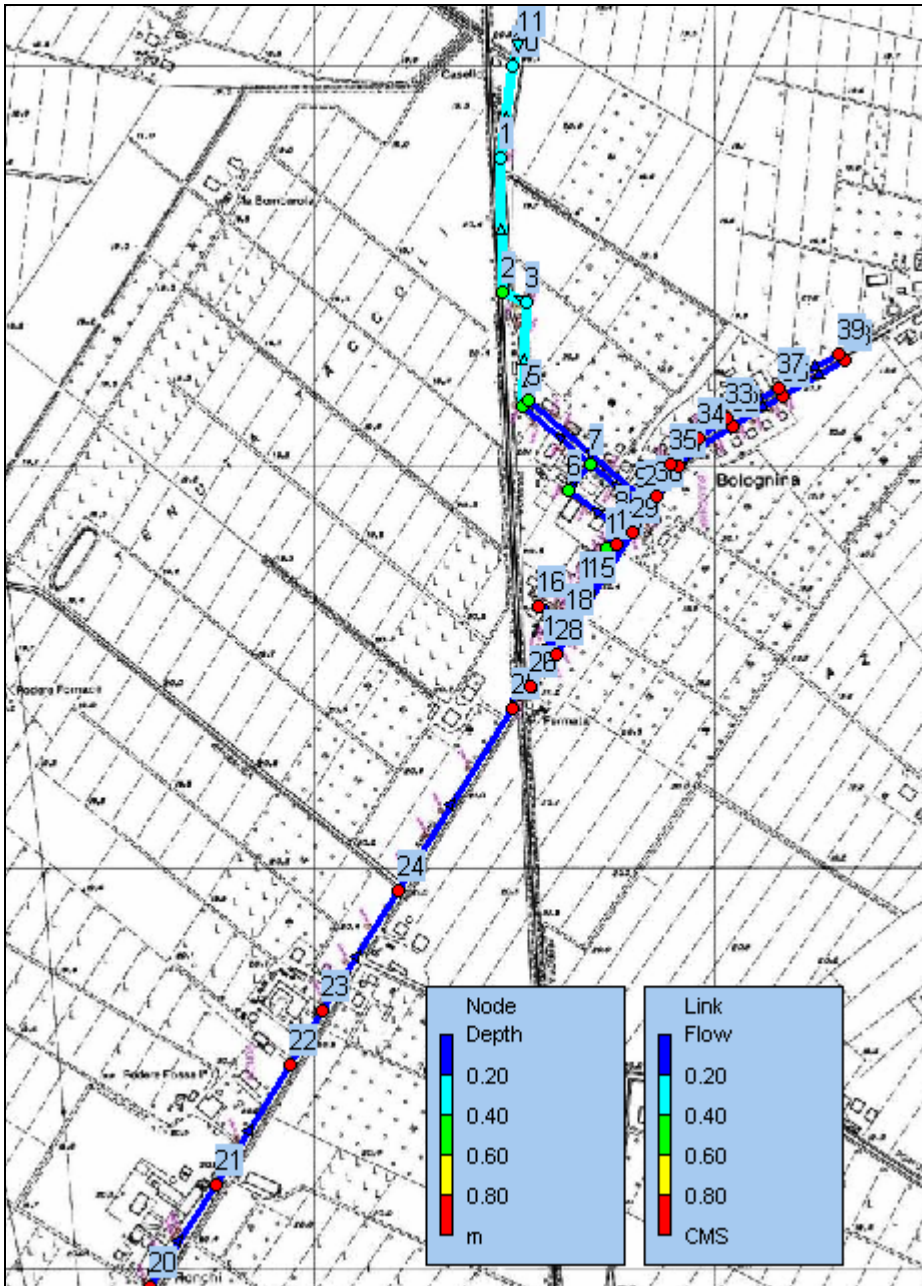
Analysis Options

Flow Units CMS
 Infiltration Method HORTON
 Flow Routing Method DYNWAVE
 Starting Date MAR-14-2007 08:00:00
 Ending Date MAR-14-2007 22:30:00
 Antecedent Dry Days 0.0
 Report Time Step 00:05:00
 Wet Time Step 00:05:00
 Dry Time Step 00:05:00
 Routing Time Step 5.00 sec

| ***** | Volume | Depth |
|----------------------------|-----------|--------|
| Runoff Quantity Continuity | hectare-m | mm |
| ***** | ----- | ----- |
| Total Precipitation | 4.280 | 20.000 |
| Evaporation Loss | 0.000 | 0.000 |
| Infiltration Loss | 0.366 | 1.710 |
| Surface Runoff | 3.915 | 18.293 |
| Final Surface Storage | 0.008 | 0.037 |
| Continuity Error (%) | -0.197 | |

| ***** | Volume | Volume |
|----------------------------|-----------|---------|
| Flow Routing Continuity | hectare-m | Mliters |
| ***** | ----- | ----- |
| Dry Weather Inflow | 0.000 | 0.000 |
| Wet Weather Inflow | 3.912 | 39.122 |
| Groundwater Inflow | 0.000 | 0.000 |
| RDII Inflow | 0.000 | 0.000 |
| External Inflow | 0.000 | 0.000 |
| External Outflow | 1.881 | 18.812 |
| Surface Flooding | 2.008 | 20.076 |
| Evaporation Loss | 0.000 | 0.000 |
| Initial Stored Volume | 0.000 | 0.000 |
| Final Stored Volume | 0.024 | 0.245 |
| Continuity Error (%) | -0.027 | |

Crevalcore - Bolognina



EPA STORM WATER MANAGEMENT MODEL - VERSION 5.0 (Build 5.0.007)

Analysis Options

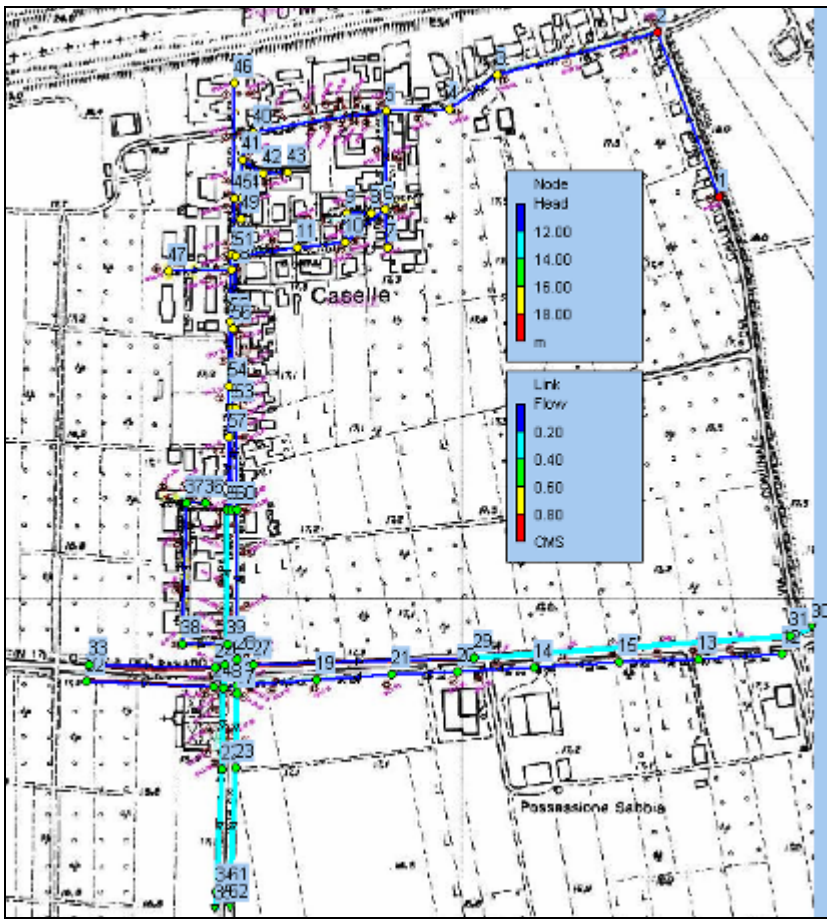
Flow Units CMS
 Infiltration Method HORTON
 Flow Routing Method DYNWAVE
 Starting Date MAR-14-2007 08:00:00
 Ending Date MAR-14-2007 22:30:00
 Antecedent Dry Days 0.0
 Report Time Step 00:05:00
 Wet Time Step 00:05:00
 Dry Time Step 00:05:00

Routing Time Step 5.00 sec

```
*****
Runoff Quantity Continuity      Volume      Depth
                                hectare-m   mm
*****
Total Precipitation .....      0.666      20.000
Evaporation Loss .....          0.000      0.000
Infiltration Loss .....         0.040      1.198
Surface Runoff .....            0.628      18.852
Final Surface Storage ....        0.000      0.009
Continuity Error (%) .....       -0.297
```

```
*****
Flow Routing Continuity        Volume      Volume
                                hectare-m   Mliters
*****
Dry Weather Inflow .....        0.000      0.000
Wet Weather Inflow .....         0.627      6.272
Groundwater Inflow .....         0.000      0.000
RDII Inflow .....               0.000      0.000
External Inflow .....            0.000      0.000
External Outflow .....           0.309      3.086
Surface Flooding .....            0.319      3.191
Evaporation Loss .....           0.000      0.000
Initial Stored Volume ....         0.000      0.000
Final Stored Volume .....         0.000      0.001
Continuity Error (%) .....       -0.089
```

Crevalcore - Caselle



EPA STORM WATER MANAGEMENT MODEL - VERSION 5.0 (Build 5.0.007)

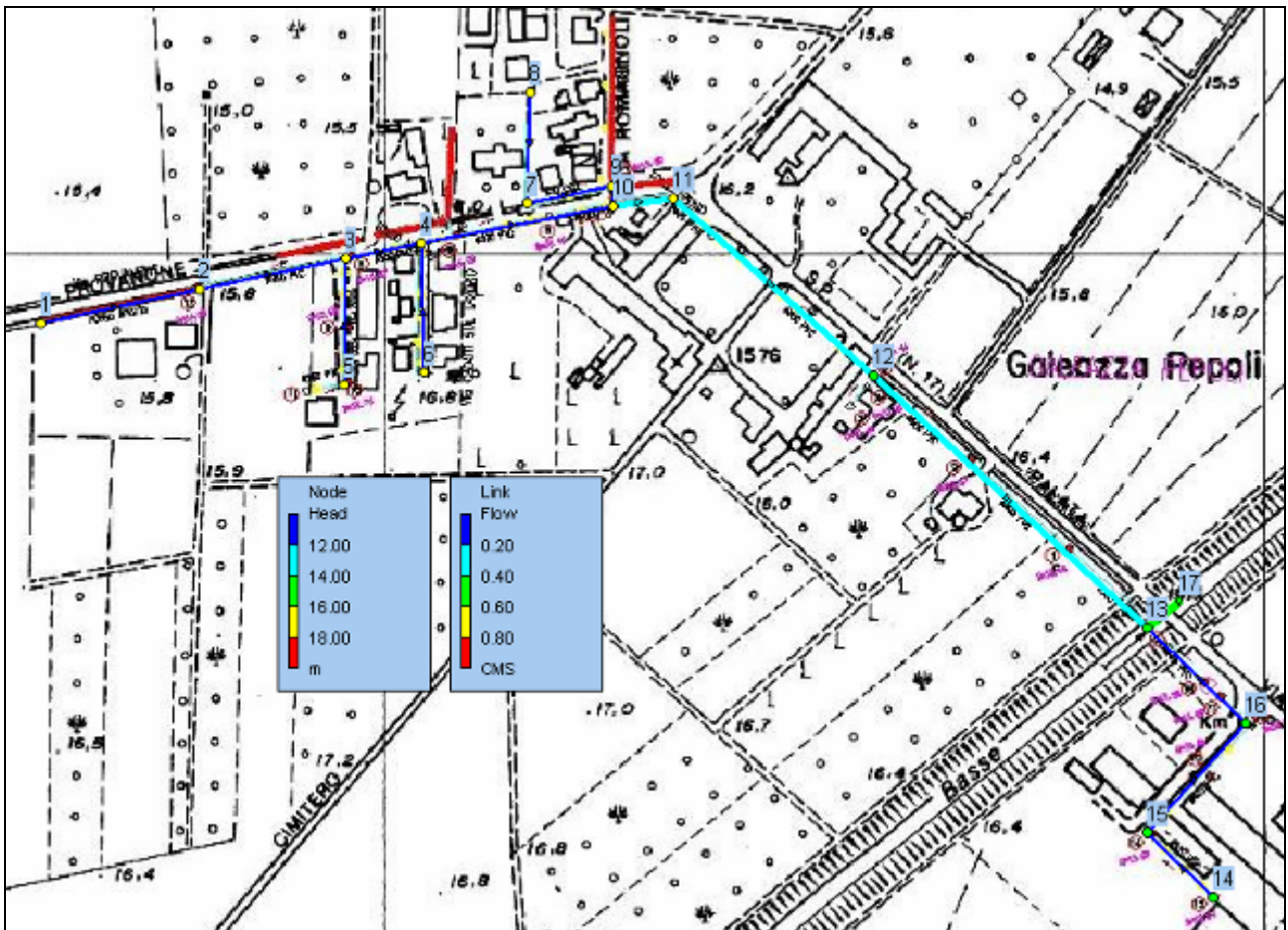
Analysis Options

Flow Units CMS
 Infiltration Method HORTON
 Flow Routing Method DYNWAVE
 Starting Date MAR-14-2007 08:00:00
 Ending Date MAR-14-2007 22:30:00
 Antecedent Dry Days 0.0
 Report Time Step 00:05:00
 Wet Time Step 00:05:00
 Dry Time Step 00:05:00
 Routing Time Step 5.00 sec

| ***** | Volume | Depth |
|----------------------------|-----------|--------|
| Runoff Quantity Continuity | hectare-m | mm |
| ***** | ----- | ----- |
| Total Precipitation | 0.354 | 20.000 |
| Evaporation Loss | 0.000 | 0.000 |
| Infiltration Loss | 0.015 | 0.843 |
| Surface Runoff | 0.341 | 19.272 |
| Final Surface Storage | 0.000 | 0.004 |
| Continuity Error (%) | -0.594 | |

| ***** | Volume | Volume |
|----------------------------|-----------|---------|
| Flow Routing Continuity | hectare-m | Mliters |
| ***** | ----- | ----- |
| Dry Weather Inflow | 0.000 | 0.000 |
| Wet Weather Inflow | 0.341 | 3.409 |
| Groundwater Inflow | 0.000 | 0.000 |
| RDII Inflow | 0.000 | 0.000 |
| External Inflow | 0.000 | 0.000 |
| External Outflow | 0.305 | 3.052 |
| Surface Flooding | 0.036 | 0.356 |
| Evaporation Loss | 0.000 | 0.000 |
| Initial Stored Volume | 0.000 | 0.000 |
| Final Stored Volume | 0.000 | 0.001 |
| Continuity Error (%) | 0.035 | |

Crevalcore - Galeazza Pepoli



EPA STORM WATER MANAGEMENT MODEL - VERSION 5.0 (Build 5.0.007)

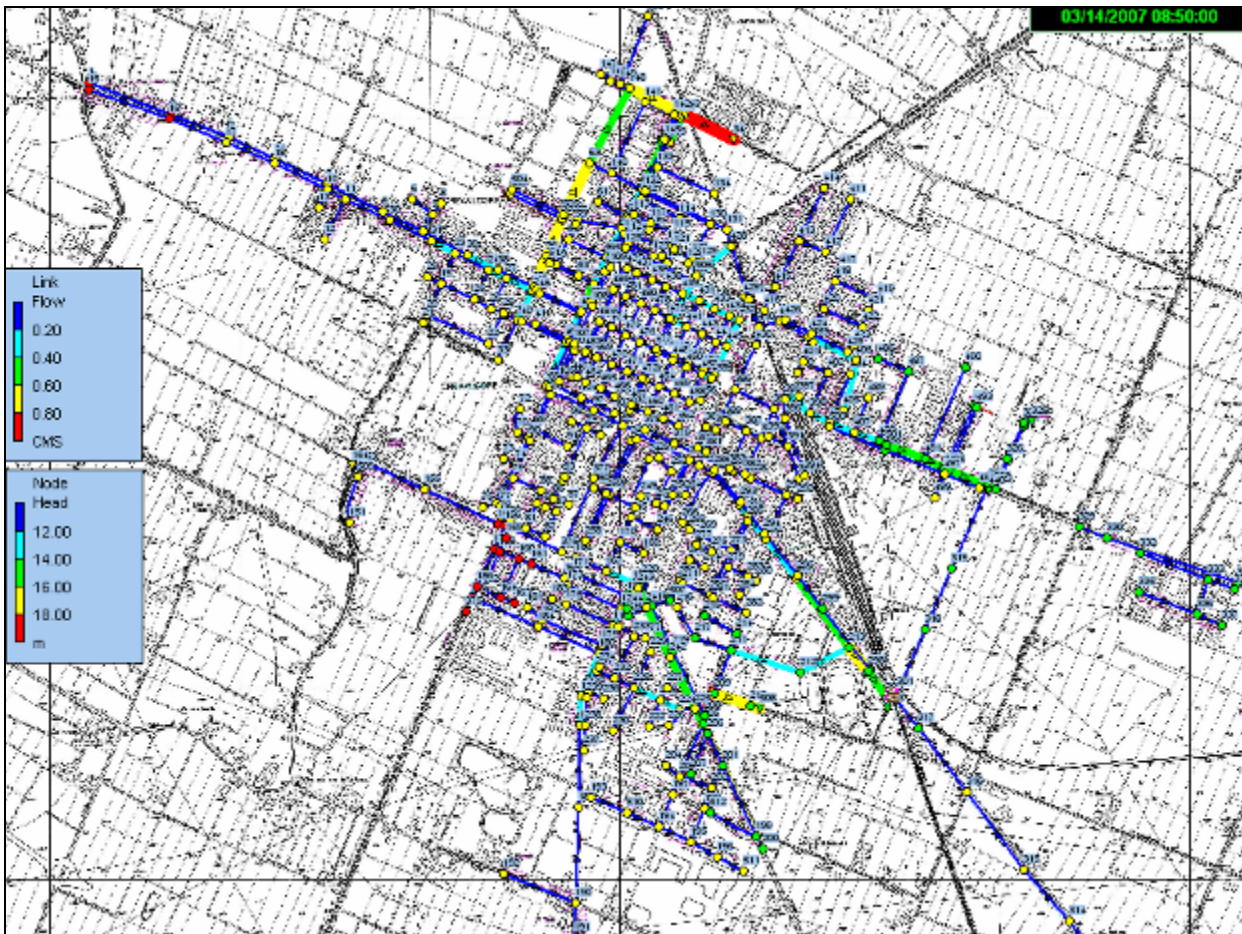
Analysis Options

Flow Units CMS
 Infiltration Method HORTON
 Flow Routing Method DYNWAVE
 Starting Date MAR-14-2007 08:00:00
 Ending Date MAR-14-2007 22:30:00
 Antecedent Dry Days 0.0
 Report Time Step 00:15:00
 Wet Time Step 00:15:00
 Dry Time Step 01:00:00
 Routing Time Step 5.00 sec

| | Volume | Depth |
|----------------------------|-----------|--------|
| Runoff Quantity Continuity | hectare-m | mm |
| Total Precipitation | 0.224 | 20.000 |
| Evaporation Loss | 0.000 | 0.000 |
| Infiltration Loss | 0.012 | 1.097 |
| Surface Runoff | 0.219 | 19.541 |
| Final Surface Storage | 0.000 | 0.007 |
| Continuity Error (%) | -3.224 | |

| ***** | Volume | Volume |
|----------------------------|-----------|---------|
| Flow Routing Continuity | hectare-m | Mliters |
| ***** | ----- | ----- |
| Dry Weather Inflow | 0.000 | 0.000 |
| Wet Weather Inflow | 0.219 | 2.187 |
| Groundwater Inflow | 0.000 | 0.000 |
| RDII Inflow | 0.000 | 0.000 |
| External Inflow | 0.000 | 0.000 |
| External Outflow | 0.198 | 1.978 |
| Surface Flooding | 0.021 | 0.209 |
| Evaporation Loss | 0.000 | 0.000 |
| Initial Stored Volume | 0.000 | 0.000 |
| Final Stored Volume | 0.000 | 0.000 |
| Continuity Error (%) | -0.025 | |

Crevalcore - Capoluogo



EPA STORM WATER MANAGEMENT MODEL - VERSION 5.0 (Build 5.0.007)

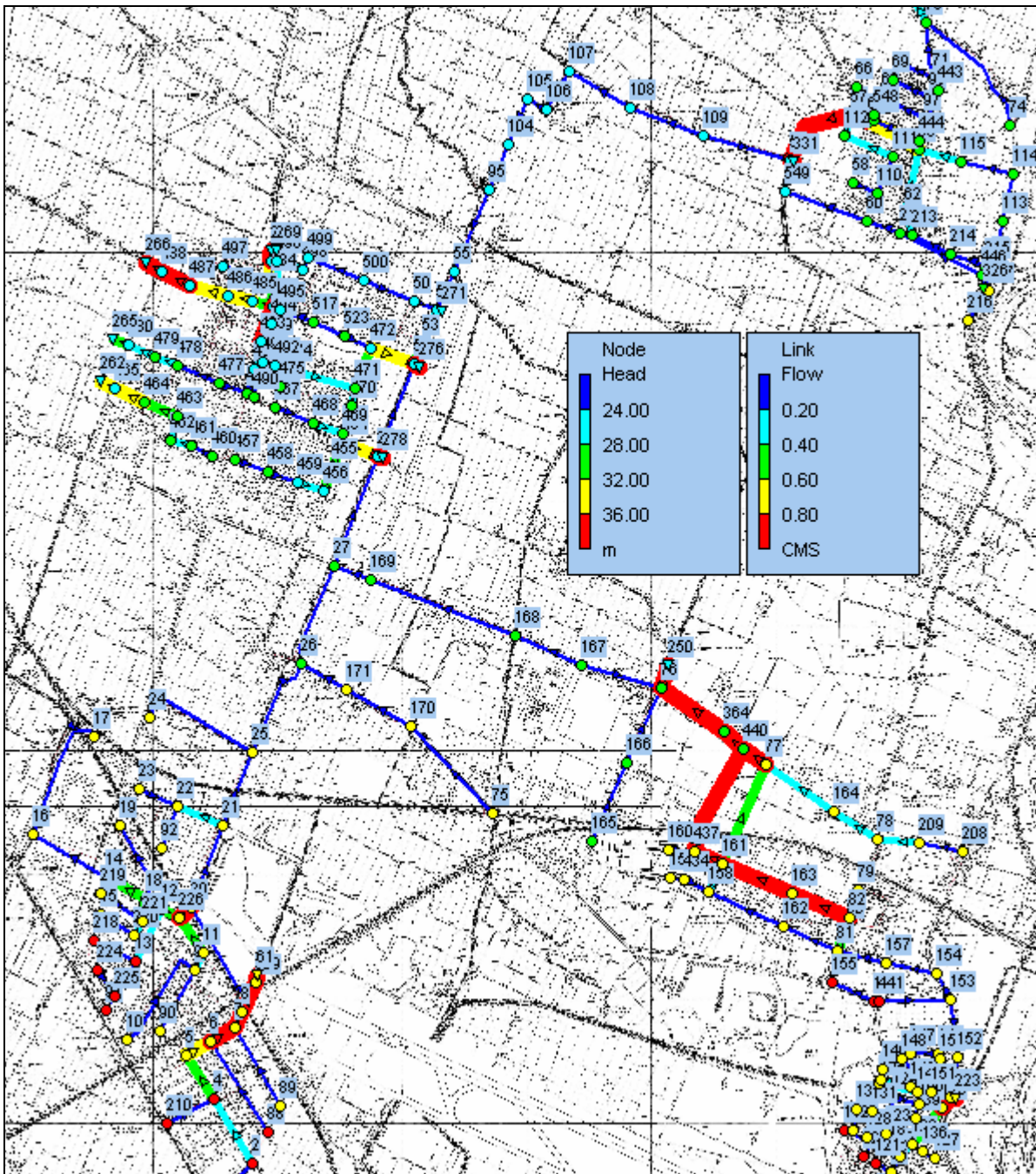
Analysis Options

Flow Units CMS
 Infiltration Method HORTON
 Flow Routing Method DYNWAVE
 Starting Date MAR-14-2007 08:00:00
 Ending Date MAR-14-2007 22:30:00
 Antecedent Dry Days 0.0
 Report Time Step 00:05:00
 Wet Time Step 00:05:00
 Dry Time Step 00:05:00
 Routing Time Step 5.00 sec

| ***** | Volume | Depth |
|----------------------------|-----------|--------|
| Runoff Quantity Continuity | hectare-m | mm |
| ***** | ----- | ----- |
| Total Precipitation | 5.820 | 20.000 |
| Evaporation Loss | 0.000 | 0.000 |
| Infiltration Loss | 0.340 | 1.167 |
| Surface Runoff | 5.499 | 18.898 |
| Final Surface Storage | 0.003 | 0.011 |
| Continuity Error (%) | -0.384 | |

| ***** | Volume | Volume |
|----------------------------|-----------|---------|
| Flow Routing Continuity | hectare-m | Mliters |
| ***** | ----- | ----- |
| Dry Weather Inflow | 0.000 | 0.000 |
| Wet Weather Inflow | 5.496 | 54.957 |
| Groundwater Inflow | 0.000 | 0.000 |
| RDII Inflow | 0.000 | 0.000 |
| External Inflow | 0.000 | 0.000 |
| External Outflow | 2.206 | 22.058 |
| Surface Flooding | 3.261 | 32.613 |
| Evaporation Loss | 0.000 | 0.000 |
| Initial Stored Volume | 0.000 | 0.000 |
| Final Stored Volume | 0.027 | 0.273 |
| Continuity Error (%) | 0.022 | |

Calderara di Reno - Capoluogo



EPA STORM WATER MANAGEMENT MODEL - VERSION 5.0 (Build 5.0.007)

Analysis Options

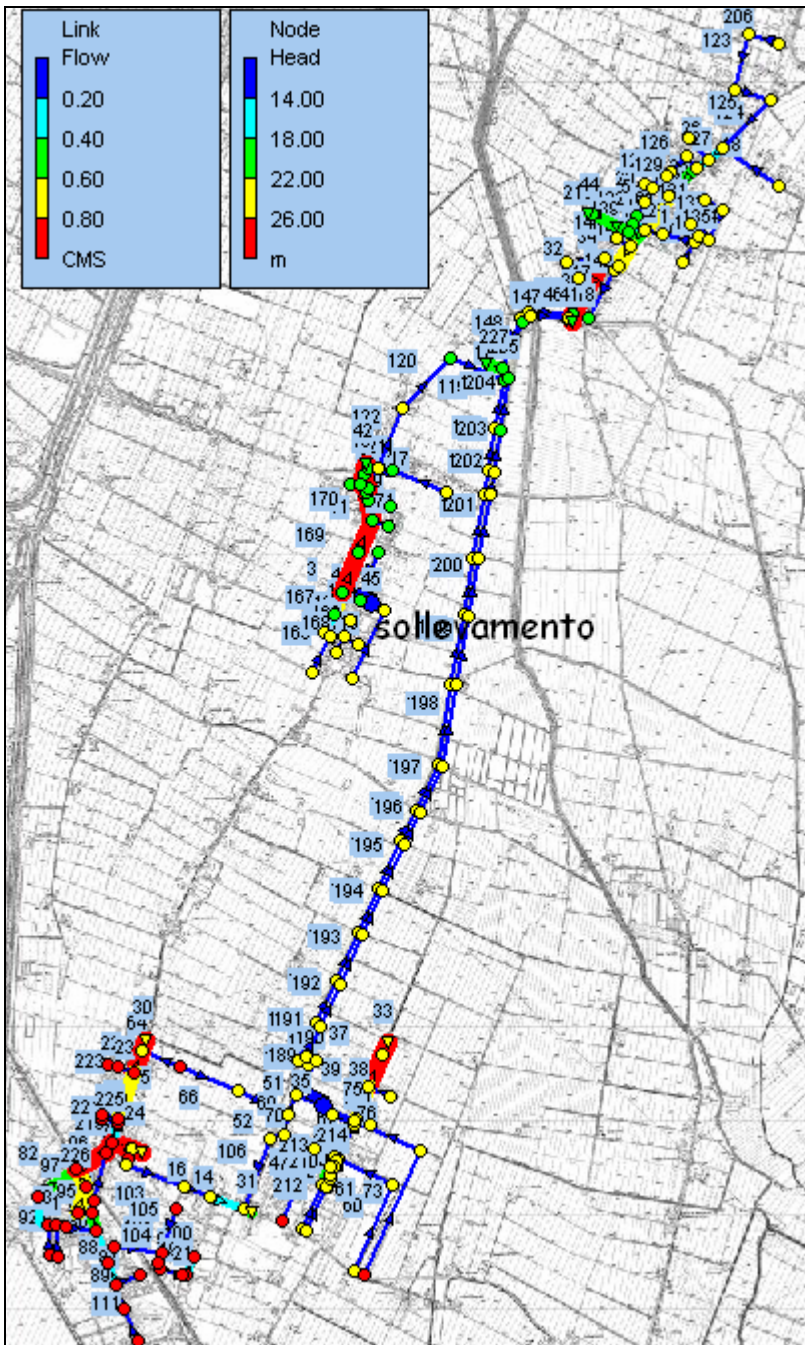
Flow Units CMS
 Infiltration Method HORTON
 Flow Routing Method DYNWAVE
 Starting Date MAR-14-2007 08:00:00
 Ending Date MAR-14-2007 22:30:00
 Antecedent Dry Days 0.0
 Report Time Step 00:05:00
 Wet Time Step 00:05:00

Dry Time Step 00:05:00
 Routing Time Step 5.00 sec

| ***** | Volume | Depth |
|----------------------------|-----------|--------|
| Runoff Quantity Continuity | hectare-m | mm |
| ***** | ----- | ----- |
| Total Precipitation | 9.310 | 20.000 |
| Evaporation Loss | 0.000 | 0.000 |
| Infiltration Loss | 0.851 | 1.828 |
| Surface Runoff | 8.456 | 18.166 |
| Final Surface Storage | 0.018 | 0.040 |
| Continuity Error (%) | -0.170 | |

| ***** | Volume | Volume |
|----------------------------|-----------|---------|
| Flow Routing Continuity | hectare-m | Mliters |
| ***** | ----- | ----- |
| Dry Weather Inflow | 0.000 | 0.000 |
| Wet Weather Inflow | 8.454 | 84.541 |
| Groundwater Inflow | 0.000 | 0.000 |
| RDII Inflow | 0.000 | 0.000 |
| External Inflow | 0.000 | 0.000 |
| External Outflow | 6.477 | 64.775 |
| Surface Flooding | 1.881 | 18.812 |
| Evaporation Loss | 0.000 | 0.000 |
| Initial Stored Volume | 0.000 | 0.000 |
| Final Stored Volume | 0.093 | 0.933 |
| Continuity Error (%) | 0.025 | |

Sala Bolognese - Capoluogo



EPA STORM WATER MANAGEMENT MODEL - VERSION 5.0 (Build 5.0.007)

Analysis Options

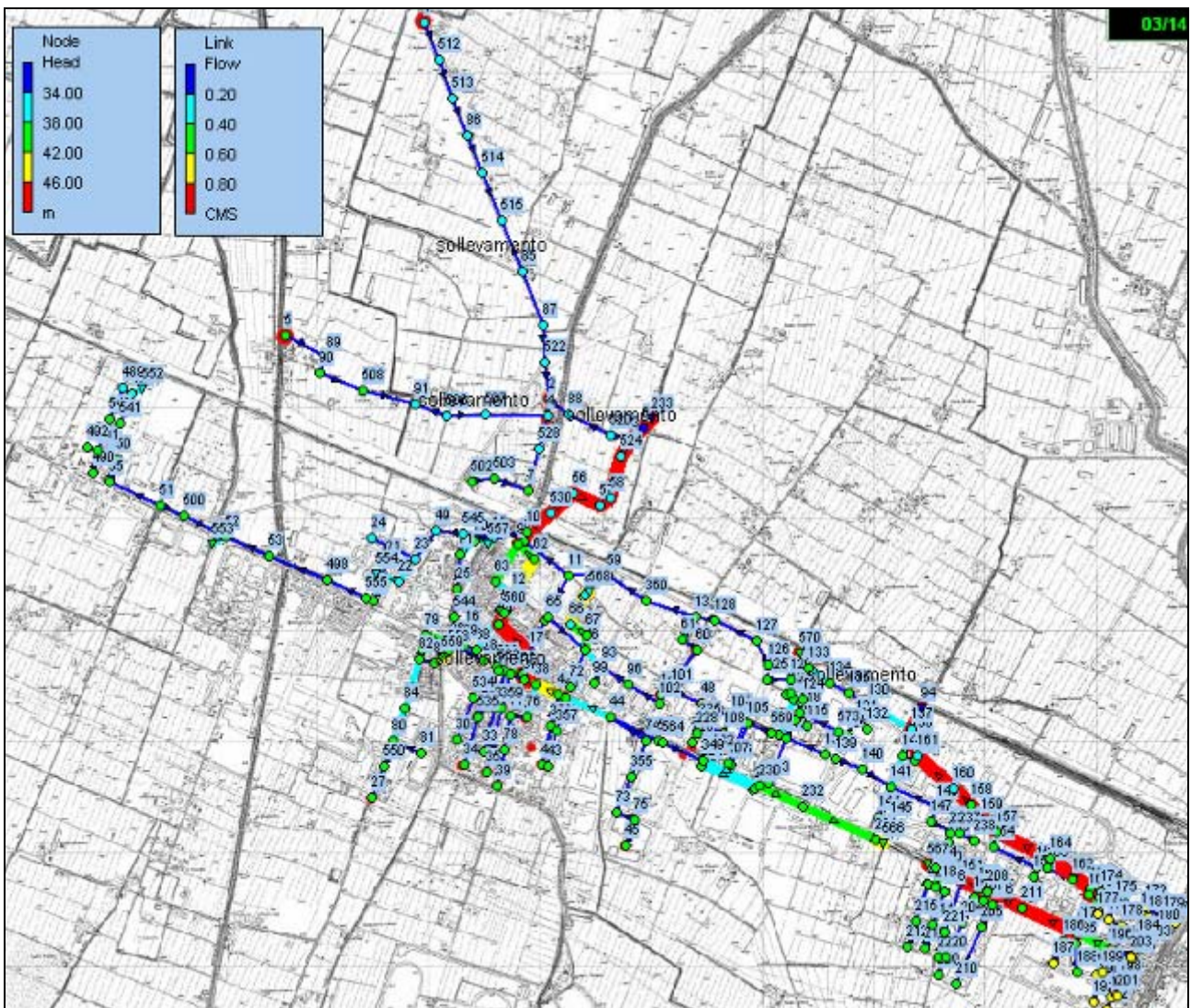
Flow Units CMS
 Infiltration Method HORTON
 Flow Routing Method DYNWAVE
 Starting Date MAR-14-2007 08:00:00
 Ending Date MAR-14-2007 22:30:00
 Antecedent Dry Days 0.0
 Report Time Step 00:05:00
 Wet Time Step 00:05:00

Dry Time Step 00:05:00
 Routing Time Step 5.00 sec

| ***** | Volume | Depth |
|----------------------------|-----------|--------|
| Runoff Quantity Continuity | hectare-m | mm |
| ***** | ----- | ----- |
| Total Precipitation | 8.840 | 20.000 |
| Evaporation Loss | 0.000 | 0.000 |
| Infiltration Loss | 0.803 | 1.817 |
| Surface Runoff | 8.035 | 18.179 |
| Final Surface Storage | 0.017 | 0.038 |
| Continuity Error (%) | -0.171 | |

| ***** | Volume | Volume |
|----------------------------|-----------|---------|
| Flow Routing Continuity | hectare-m | Mliters |
| ***** | ----- | ----- |
| Dry Weather Inflow | 0.000 | 0.000 |
| Wet Weather Inflow | 8.033 | 80.334 |
| Groundwater Inflow | 0.000 | 0.000 |
| RDII Inflow | 0.000 | 0.000 |
| External Inflow | 0.000 | 0.000 |
| External Outflow | 5.369 | 53.687 |
| Surface Flooding | 2.616 | 26.161 |
| Evaporation Loss | 0.000 | 0.000 |
| Initial Stored Volume | 0.000 | 0.000 |
| Final Stored Volume | 0.045 | 0.446 |
| Continuity Error (%) | 0.049 | |

Angola nell'Emilia - Capoluogo



EPA STORM WATER MANAGEMENT MODEL - VERSION 5.0 (Build 5.0.007)

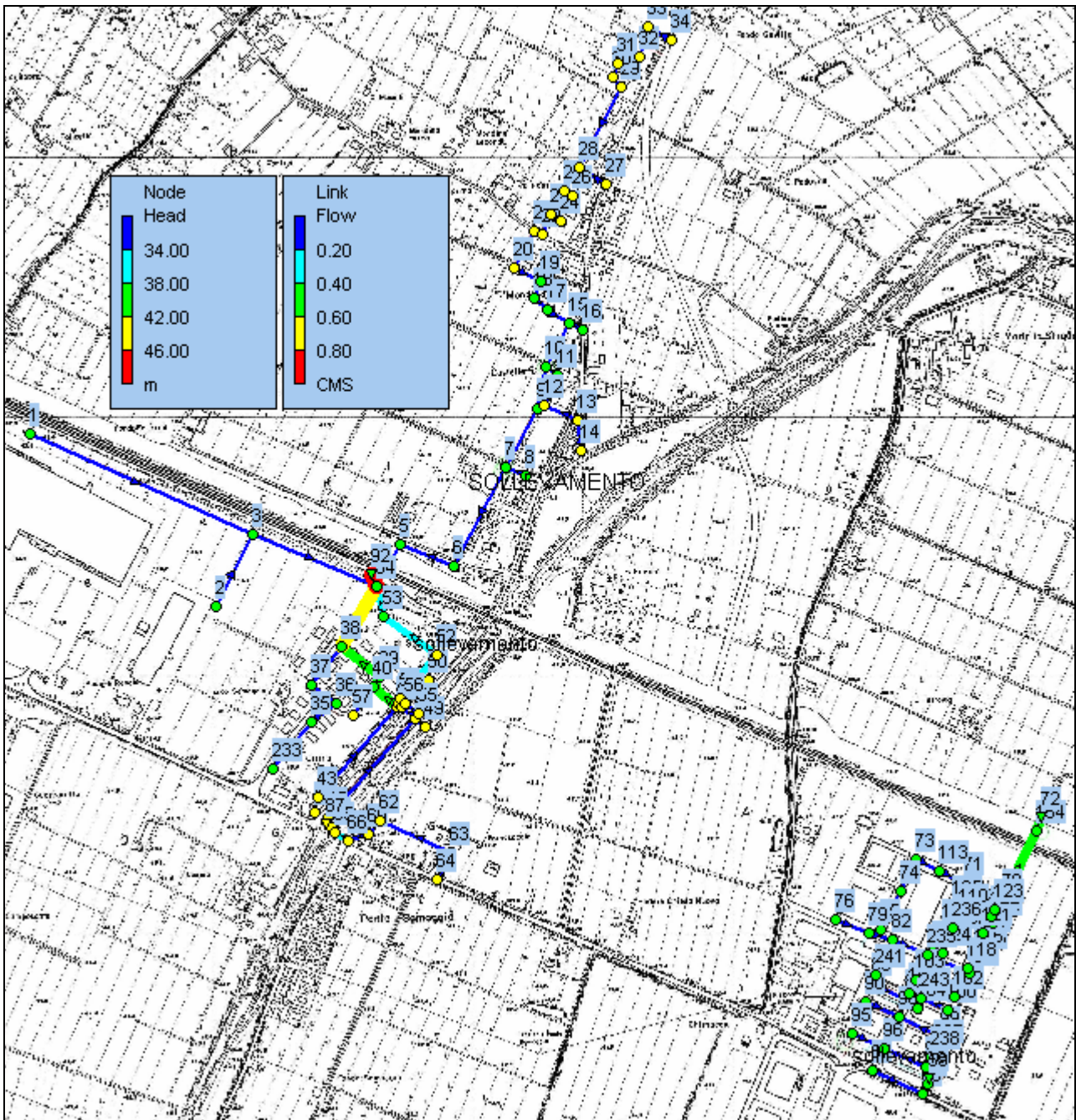
Analysis Options

Flow Units CMS
 Infiltration Method HORTON
 Flow Routing Method DYNWAVE
 Starting Date MAR-14-2007 08:00:00
 Ending Date MAR-14-2007 22:30:00
 Antecedent Dry Days 0.0
 Report Time Step 00:05:00
 Wet Time Step 00:05:00
 Dry Time Step 00:05:00
 Routing Time Step 5.00 sec

| ***** | Volume | Depth |
|----------------------------|-----------|--------|
| Runoff Quantity Continuity | hectare-m | mm |
| ***** | ----- | ----- |
| Total Precipitation | 9.414 | 20.000 |
| Evaporation Loss | 0.000 | 0.000 |
| Infiltration Loss | 0.727 | 1.544 |
| Surface Runoff | 8.698 | 18.479 |
| Final Surface Storage | 0.010 | 0.021 |
| Continuity Error (%) | -0.221 | |

| ***** | Volume | Volume |
|----------------------------|-----------|---------|
| Flow Routing Continuity | hectare-m | Mliters |
| ***** | ----- | ----- |
| Dry Weather Inflow | 0.000 | 0.000 |
| Wet Weather Inflow | 8.691 | 86.914 |
| Groundwater Inflow | 0.000 | 0.000 |
| RDII Inflow | 0.000 | 0.000 |
| External Inflow | 0.000 | 0.000 |
| External Outflow | 6.488 | 64.879 |
| Surface Flooding | 2.095 | 20.948 |
| Evaporation Loss | 0.000 | 0.000 |
| Initial Stored Volume | 0.000 | 0.000 |
| Final Stored Volume | 0.100 | 0.999 |
| Continuity Error (%) | 0.102 | |

Anzola nell'Emilia - Samoggia



EPA STORM WATER MANAGEMENT MODEL - VERSION 5.0 (Build 5.0.007)

Analysis Options

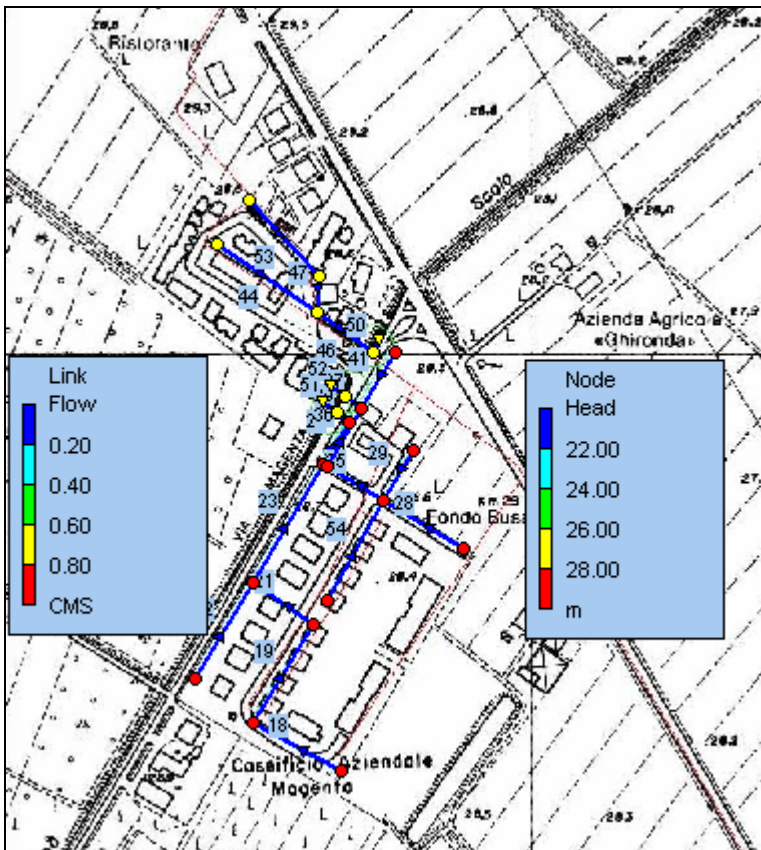
Flow Units CMS
 Infiltration Method HORTON
 Flow Routing Method DYNWAVE
 Starting Date MAR-14-2007 08:00:00
 Ending Date MAR-14-2007 22:30:00
 Antecedent Dry Days 0.0
 Report Time Step 00:05:00
 Wet Time Step 00:05:00

Dry Time Step 00:05:00
 Routing Time Step 5.00 sec

| ***** | Volume | Depth |
|----------------------------|-----------|--------|
| Runoff Quantity Continuity | hectare-m | mm |
| ***** | ----- | ----- |
| Total Precipitation | 1.410 | 20.000 |
| Evaporation Loss | 0.000 | 0.000 |
| Infiltration Loss | 0.080 | 1.129 |
| Surface Runoff | 1.335 | 18.934 |
| Final Surface Storage | 0.001 | 0.008 |
| Continuity Error (%) | -0.355 | |

| ***** | Volume | Volume |
|----------------------------|-----------|---------|
| Flow Routing Continuity | hectare-m | Mliters |
| ***** | ----- | ----- |
| Dry Weather Inflow | 0.000 | 0.000 |
| Wet Weather Inflow | 1.334 | 13.338 |
| Groundwater Inflow | 0.000 | 0.000 |
| RDII Inflow | 0.000 | 0.000 |
| External Inflow | 0.000 | 0.000 |
| External Outflow | 0.826 | 8.257 |
| Surface Flooding | 0.497 | 4.972 |
| Evaporation Loss | 0.000 | 0.000 |
| Initial Stored Volume | 0.000 | 0.000 |
| Final Stored Volume | 0.010 | 0.104 |
| Continuity Error (%) | 0.034 | |

Anzola nell'Emilia - Fondo Busa



EPA STORM WATER MANAGEMENT MODEL - VERSION 5.0 (Build 5.0.007)

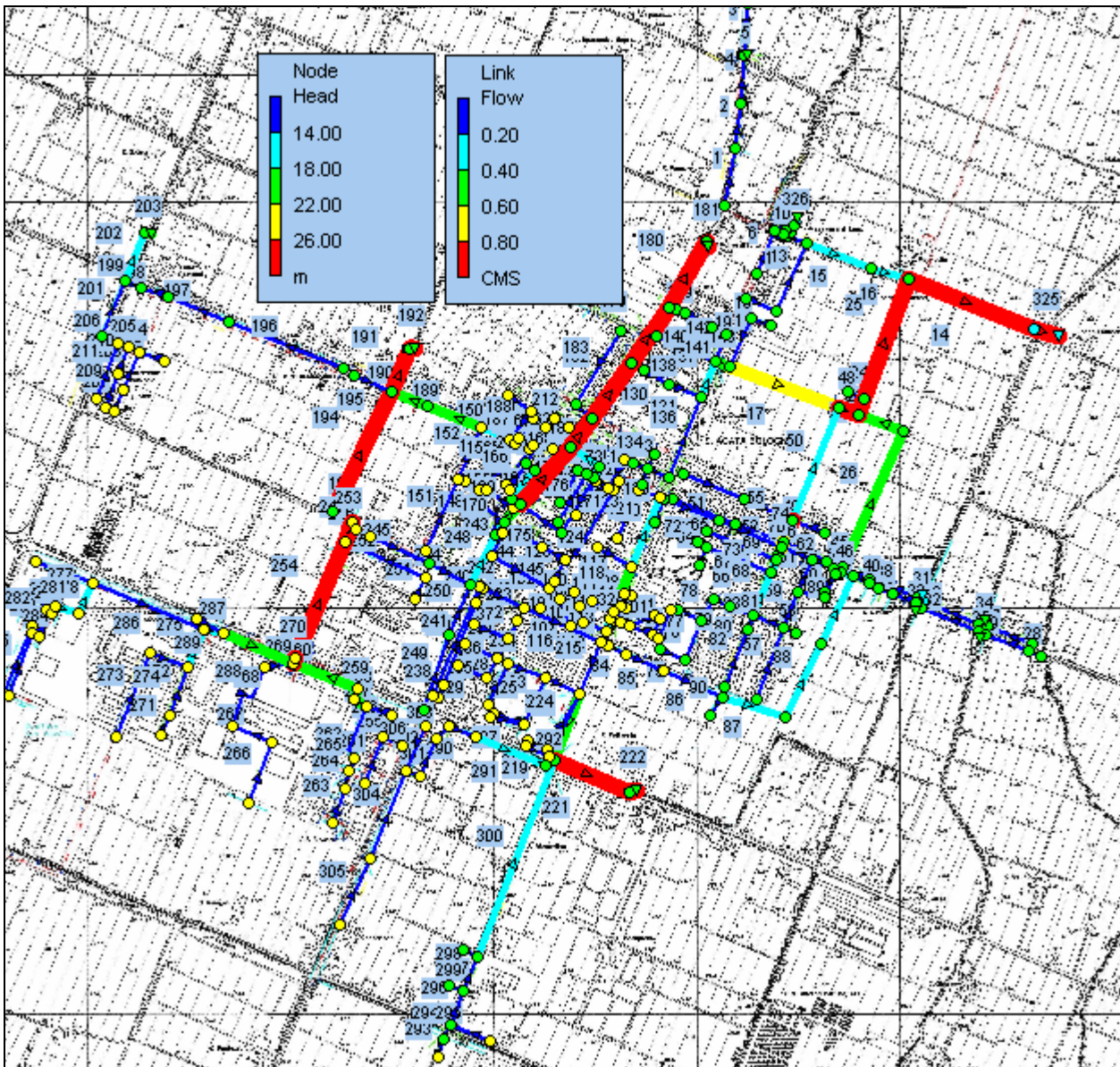
Analysis Options

Flow Units CMS
 Infiltration Method HORTON
 Flow Routing Method DYNWAVE
 Starting Date MAR-14-2007 08:00:00
 Ending Date MAR-14-2007 22:30:00
 Antecedent Dry Days 0.0
 Report Time Step 00:05:00
 Wet Time Step 00:05:00
 Dry Time Step 00:05:00
 Routing Time Step 5.00 sec

| ***** | Volume | Depth |
|----------------------------|-----------|--------|
| Runoff Quantity Continuity | hectare-m | mm |
| ***** | ----- | ----- |
| Total Precipitation | 0.126 | 20.000 |
| Evaporation Loss | 0.000 | 0.000 |
| Infiltration Loss | 0.005 | 0.843 |
| Surface Runoff | 0.121 | 19.272 |
| Final Surface Storage | 0.000 | 0.004 |
| Continuity Error (%) | -0.594 | |

| ***** | Volume | Volume |
|----------------------------|-----------|---------|
| Flow Routing Continuity | hectare-m | Mliters |
| ***** | ----- | ----- |
| Dry Weather Inflow | 0.000 | 0.000 |
| Wet Weather Inflow | 0.121 | 1.214 |
| Groundwater Inflow | 0.000 | 0.000 |
| RDII Inflow | 0.000 | 0.000 |
| External Inflow | 0.000 | 0.000 |
| External Outflow | 0.120 | 1.200 |
| Surface Flooding | 0.001 | 0.014 |
| Evaporation Loss | 0.000 | 0.000 |
| Initial Stored Volume | 0.000 | 0.000 |
| Final Stored Volume | 0.000 | 0.000 |
| Continuity Error (%) | -0.067 | |

S. Agata Bolognese - Capoluogo



EPA STORM WATER MANAGEMENT MODEL - VERSION 5.0 (Build 5.0.007)

Analysis Options

Flow Units CMS
 Infiltration Method HORTON
 Flow Routing Method DYNWAVE
 Starting Date MAR-14-2007 08:00:00
 Ending Date MAR-14-2007 22:30:00
 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 | 6.347 | 21.333 |
| Evaporation Loss | 0.000 | 0.000 |
| Infiltration Loss | 0.373 | 1.255 |
| Surface Runoff | 5.994 | 20.148 |
| Final Surface Storage | 0.003 | 0.010 |
| Continuity Error (%) | -0.371 | |

| ***** | Volume | Volume |
|----------------------------|-----------|---------|
| Flow Routing Continuity | hectare-m | Mliters |
| ***** | ----- | ----- |
| Dry Weather Inflow | 0.000 | 0.000 |
| Wet Weather Inflow | 5.989 | 59.890 |
| Groundwater Inflow | 0.000 | 0.000 |
| RDII Inflow | 0.000 | 0.000 |
| External Inflow | 0.000 | 0.000 |
| External Outflow | 4.107 | 41.067 |
| Surface Flooding | 1.770 | 17.704 |
| Evaporation Loss | 0.000 | 0.000 |
| Initial Stored Volume | 0.000 | 0.000 |
| Final Stored Volume | 0.084 | 0.839 |
| Continuity Error (%) | 0.469 | |

APPENDICE 4 - CRITICITA' IDRAULICA DEI BACINI URBANI

CARTOGRAFIA DI ANALISI RIDOTTA IN FORMATO A3