



AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO
PARMA

**Applicazione sperimentale di modelli
numerici per la definizione di scenari di
intervento sull'inquinamento di origine
diffusa nell'area di Mancasale e nel bacino
delle acque basse reggiane**

Contratto n° 308 del 22-12-2006

Attività	Monitoraggio delle acque superficiali (cod. 2)
Prodotto	(cod. 2/1)
Elaborato	Relazione finale (cod.2/1/2R-B)
Descrizione elaborato	Risultati delle campagne di monitoraggio sulle acque superficiali
Autori	CNR IRSA
Versione	Finale
Data	30/04/2009



**AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO
PARMA**

**Applicazione sperimentale di modelli
numerici per la definizione di scenari di
intervento sull'inquinamento di origine
diffusa nell'area di Mancasale e nel bacino
delle acque basse reggiane**

Monitoraggio delle acque superficiali



30/04/2009



AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO
PARMA

Direttore di Progetto:

Fernanda Moroni
Autorità di Bacino del fiume Po
Via Garibaldi 75
43100 Parma

Progetto realizzato da:

Istituto di Ricerca sulle Acque (CNR-IRSA)
Via della Mornera 25.
20047 Brugherio (MI)

Inizio Progetto: marzo/2007

Fine Progetto: aprile/2009

Elaborato a cura di:

Raffaella Balestrini, Cristina Arese, Alessandro Lotti, Laura Passatore, Carlo Delconte
Istituto di Ricerca sulle Acque (CNR-IRSA)
Via della Mornera, 25
20047 Brugherio (MI)

Marco Maglionico, Annalisa Ciccarello, Stefano Bianchi, Andrea Bolognesi
DISTART – Università degli Studi di Bologna
Viale Risorgimento, 2
40136 Bologna

Responsabile scientifico:

Raffaella Balestrini
Istituto di Ricerca sulle Acque (CNR-IRSA)
Email: balestrini@irsa.cnr.it

Marco Maglionico
DISTART – Università degli Studi di Bologna
E-mail: marco.maglionico@unibo.it

Capoprogetto:

Raffaella Balestrini
Istituto di Ricerca sulle Acque (CNR-IRSA)
Email: balestrini@irsa.cnr.it

L'utilizzo e la riproduzione dei contenuti di questo elaborato sono liberi. Per ogni utilizzo dovrà essere sempre dichiarata la proprietà / la fonte: *Autorità di bacino del fiume Po, 2008. Applicazione sperimentale di modelli numerici per la definizione di scenari di intervento sull'inquinamento di origine diffusa nell'area di Mancasale e nel bacino delle acque basse reggiane.*

I contenuti dell'elaborato sono conformi agli usi originari del Progetto sopracitato. L'Autorità di bacino del fiume Po declina, pertanto, ogni responsabilità per problemi inerenti qualunque altro utilizzo.

INDICE

1. DESCRIZIONE DELLE AREE DI STUDIO.....	1
1.1. PUNTO DI MONITORAGGIO (A) – VIA QUARTI.....	2
1.2. PUNTO DI MONITORAGGIO (B) – CASE TIRELLI.....	3
1.3. PUNTO DI MONITORAGGIO (C) - PONTE FORCA.....	4
1.4. PUNTO DI MONITORAGGIO (D) – S. VITTORIA.....	5
1.5. PUNTO DI MONITORAGGIO (E) – CAVO BONDENO.....	6
1.6. PUNTI DI MONITORAGGIO (F-G).....	7
1.7. PUNTO DI MONITORAGGIO (H).....	8
2. CAMPIONAMENTO E ANALISI.....	9
3. CARATTERIZZAZIONE CHIMICA DELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO	11
3.1. VARIAZIONI STAGIONALI DEI PARAMETRI CHIMICI	29
3.2. DATI SPERIMENTALI DAL PROGETTO MANCASALE (RE)	40
4. CAMPIONAMENTO INTENSIVO	42
5. QUALITÀ DELLE ACQUE SUPERFICIALI	49

1. DESCRIZIONE DELLE AREE DI STUDIO

Nell'ambito dell'attività di monitoraggio delle acque superficiali a partire dal novembre 2007 e fino al gennaio 2009, sono stati effettuati campionamenti mensili manuali su otto stazioni. Quattro stazioni (A, B, C e D), sono situate all'interno del bacino pilota, in posizioni significative; una, più a nord (E), è posizionata sull'asta principale dell'area vasta. Queste cinque stazioni sono quelle individuate e descritte nel Piano di Monitoraggio (dicembre 2007).

Sono state poi effettuate analisi mensili anche su campioni prelevati in altre tre stazioni (F, G, H) poste su canali adiacenti ai punti di prelievo delle acque sub-superficiali (Linarola e Bedollo), vicino ai transetti di piezometri.

Le cinque stazioni A, B, C, D ed E hanno permesso di seguire l'andamento della qualità delle acque da monte verso valle, nel bacino studiato. I risultati ottenuti sono stati inoltre utilizzati per le applicazioni modellistiche. Disponendo le stazioni E, F e G si è invece voluta studiare la natura chimica delle acque dei canali in relazione a quella delle acque sub-superficiali prelevate dai piezometri, per meglio comprendere l'idrologia locale (Fig. 5.1).

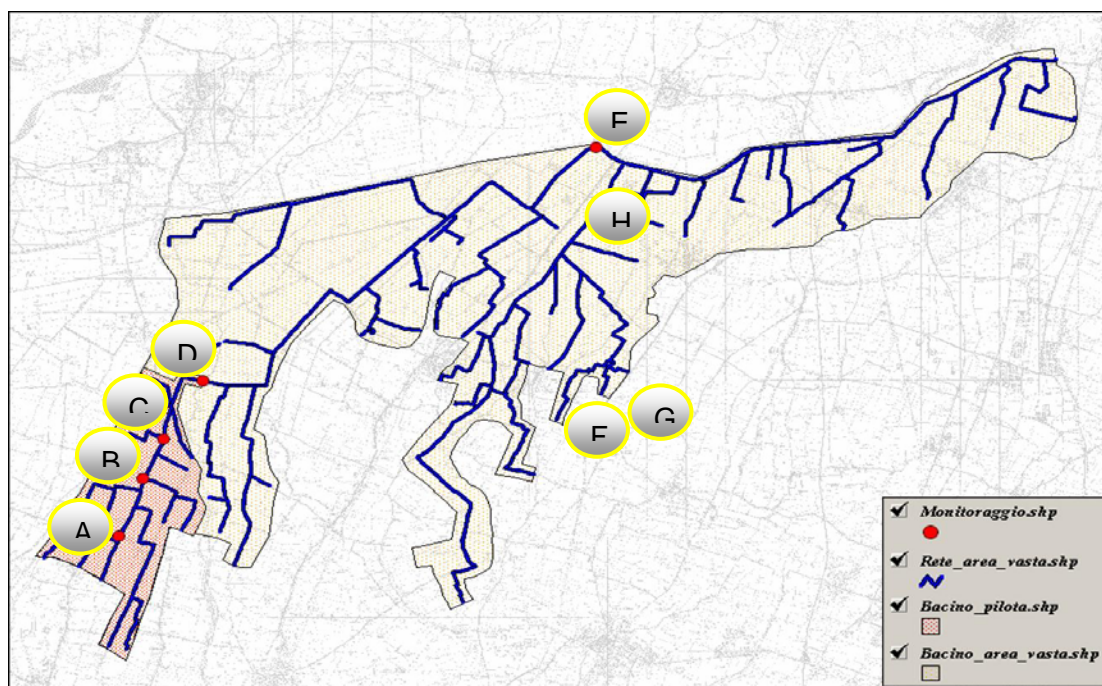


Fig.1.1 - Localizzazione delle stazioni utilizzate per il monitoraggio delle acque superficiali

1.1. Punto di monitoraggio (A) – Via Quarti

- Coordinate: long. 1628599, lat. 4962377
- Località: Cadelbosco di Sotto Via Quarti
- Corso d'acqua campionato: Collettore delle Acque Basse Reggiane

Rappresenta il punto iniziale dell'asta principale e sottende un territorio quasi esclusivamente agricolo (Fig. 1.2).

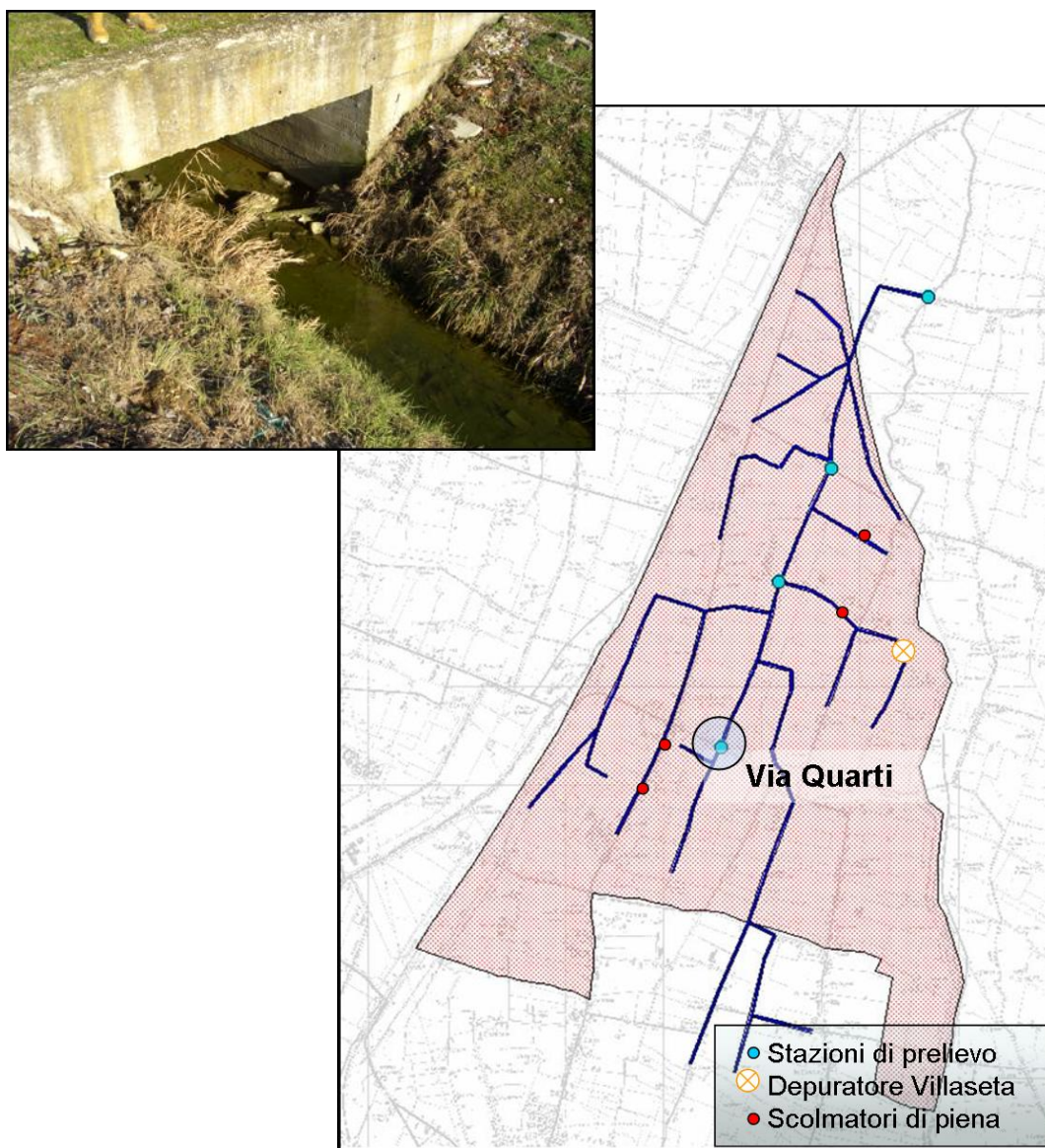


Fig. 1.2 – Localizzazione della stazione “Via Quarti” e fotografia del sito di prelievo.

1.2. Punto di monitoraggio (B) – Case Tirelli

- Coordinate: long. 1629646, lat. 4963928
- Località: Case Tirelli
- Corso d'acqua campionato: canale di drenaggio laterale rispetto al Collettore delle Acque Basse Reggiane.

Il secondo punto di campionamento, più a valle rispetto al precedente, drena un territorio piuttosto esteso, superiore alla metà del bacino pilota. La stazione si trova in prossimità di un'azienda suinicola e accoglie anche le acque provenienti da diversi scaricatori di piena e dal depuratore civile Villaseta.

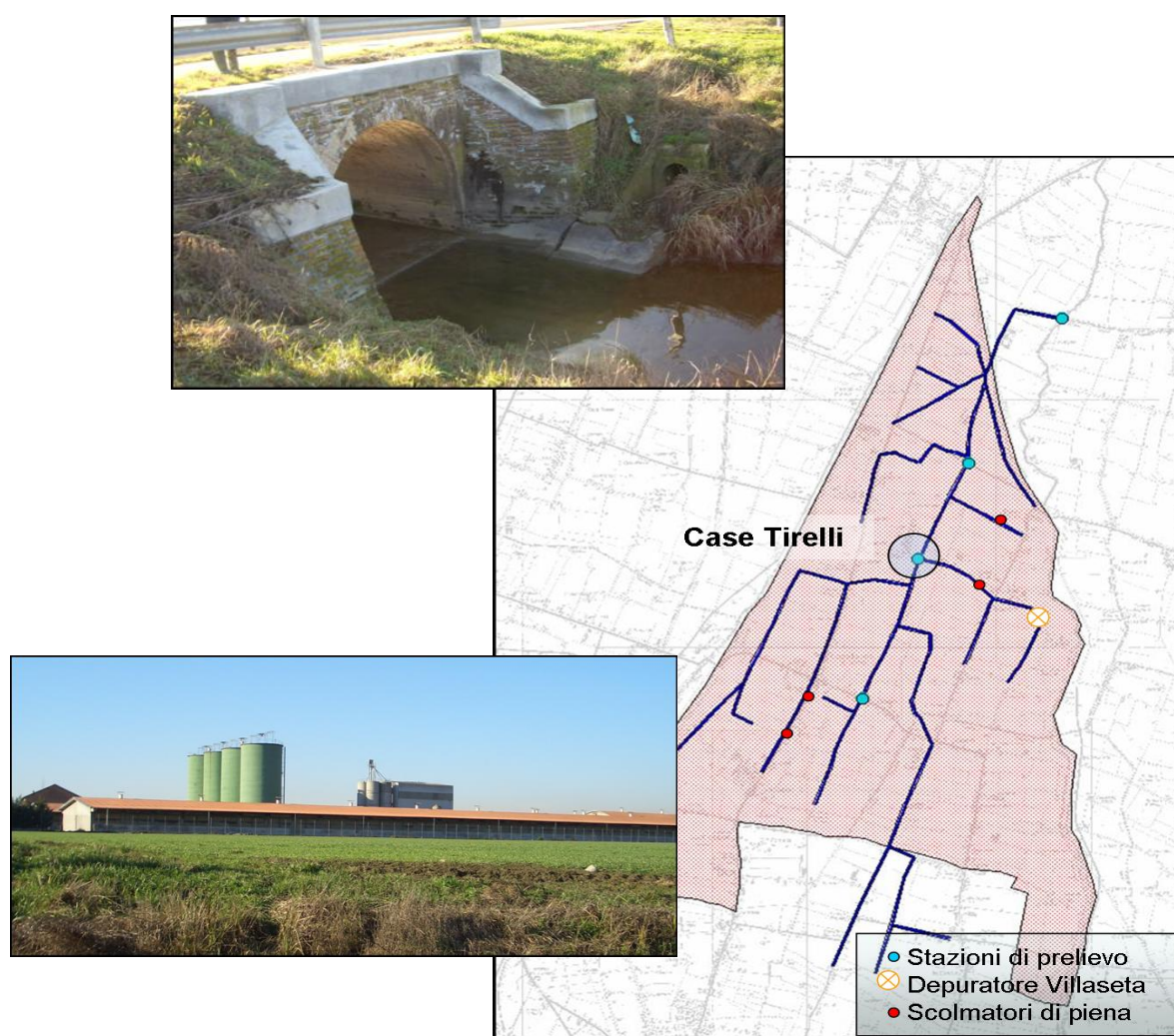


Fig. 1.3 – Localizzazione della stazione “Case Tirelli” e fotografia del sito di prelievo (in alto) e dell'azienda suinicola in prossimità della stazione (in basso).

1.3. Punto di monitoraggio (C) - Ponte Forca

- Coordinate: long. 1629721, lat. 4965235
- Località: Ponte della Via Nuova
- Corso d'acqua campionato: Collettore delle Acque Basse Reggiane

La stazione "Ponte Forca" rappresenta il punto intermedio della rete di canali, a valle delle intersezioni maggiormente rilevanti.

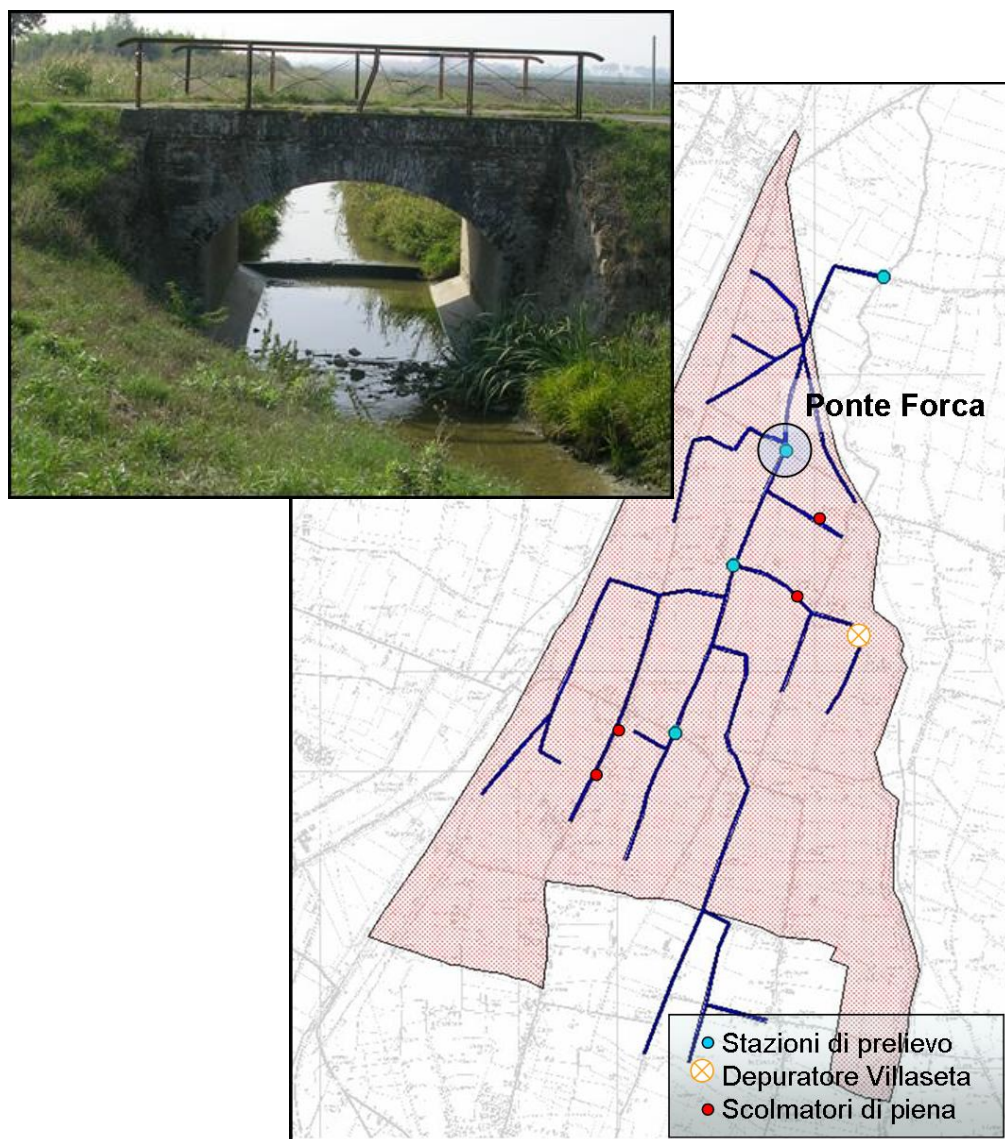


Fig. 1.4 – Localizzazione della stazione "Ponte Forca" e fotografia del sito di prelievo.

1. DESCRIZIONE DELLE AREE DI STUDIO

Nell'ambito dell'attività di monitoraggio delle acque superficiali a partire dal novembre 2007 e fino al gennaio 2009, sono stati effettuati campionamenti mensili manuali su otto stazioni. Quattro stazioni (A, B, C e D), sono situate all'interno del bacino pilota, in posizioni significative; una, più a nord (E), è posizionata sull'asta principale dell'area vasta. Queste cinque stazioni sono quelle individuate e descritte nel Piano di Monitoraggio (dicembre 2007).

Sono state poi effettuate analisi mensili anche su campioni prelevati in altre tre stazioni (F, G, H) poste su canali adiacenti ai punti di prelievo delle acque sub-superficiali (Linarola e Bedollo), vicino ai transetti di piezometri.

Le cinque stazioni A, B, C, D ed E hanno permesso di seguire l'andamento della qualità delle acque da monte verso valle, nel bacino studiato. I risultati ottenuti sono stati inoltre utilizzati per le applicazioni modellistiche. Disponendo le stazioni E, F e G si è invece voluta studiare la natura chimica delle acque dei canali in relazione a quella delle acque sub-superficiali prelevate dai piezometri, per meglio comprendere l'idrologia locale (Fig. 5.1).

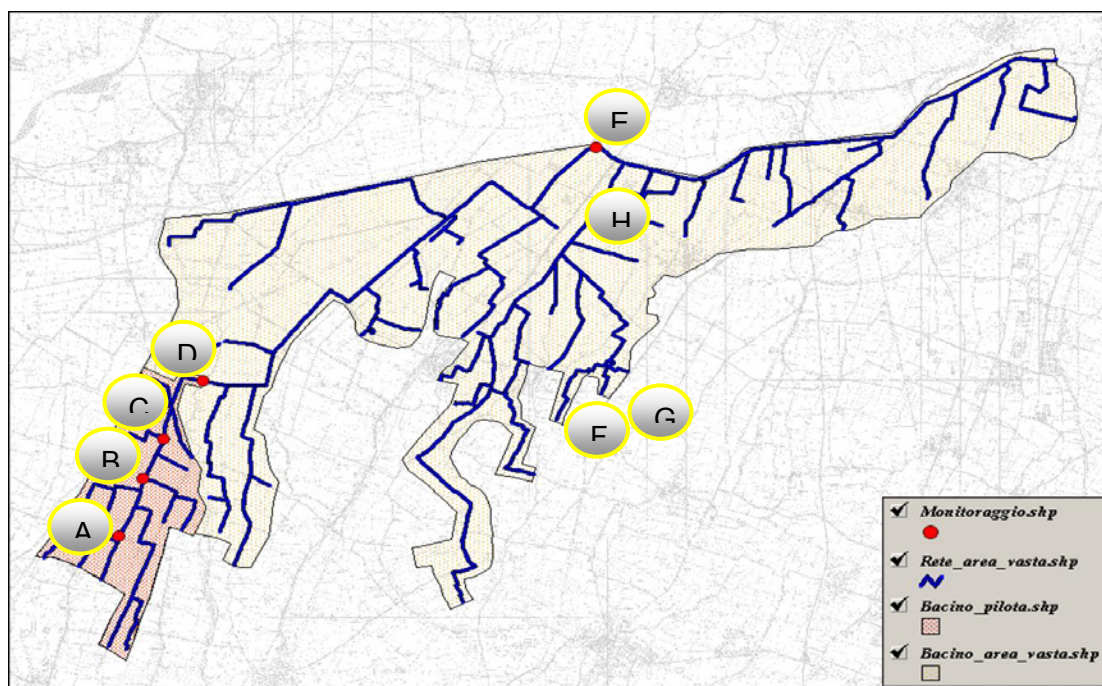


Fig.1.1 - Localizzazione delle stazioni utilizzate per il monitoraggio delle acque superficiali

1.1. Punto di monitoraggio (A) – Via Quarti

- Coordinate: long. 1628599, lat. 4962377
- Località: Cadelbosco di Sotto Via Quarti
- Corso d'acqua campionato: Collettore delle Acque Basse Reggiane

Rappresenta il punto iniziale dell'asta principale e sottende un territorio quasi esclusivamente agricolo (Fig. 1.2).

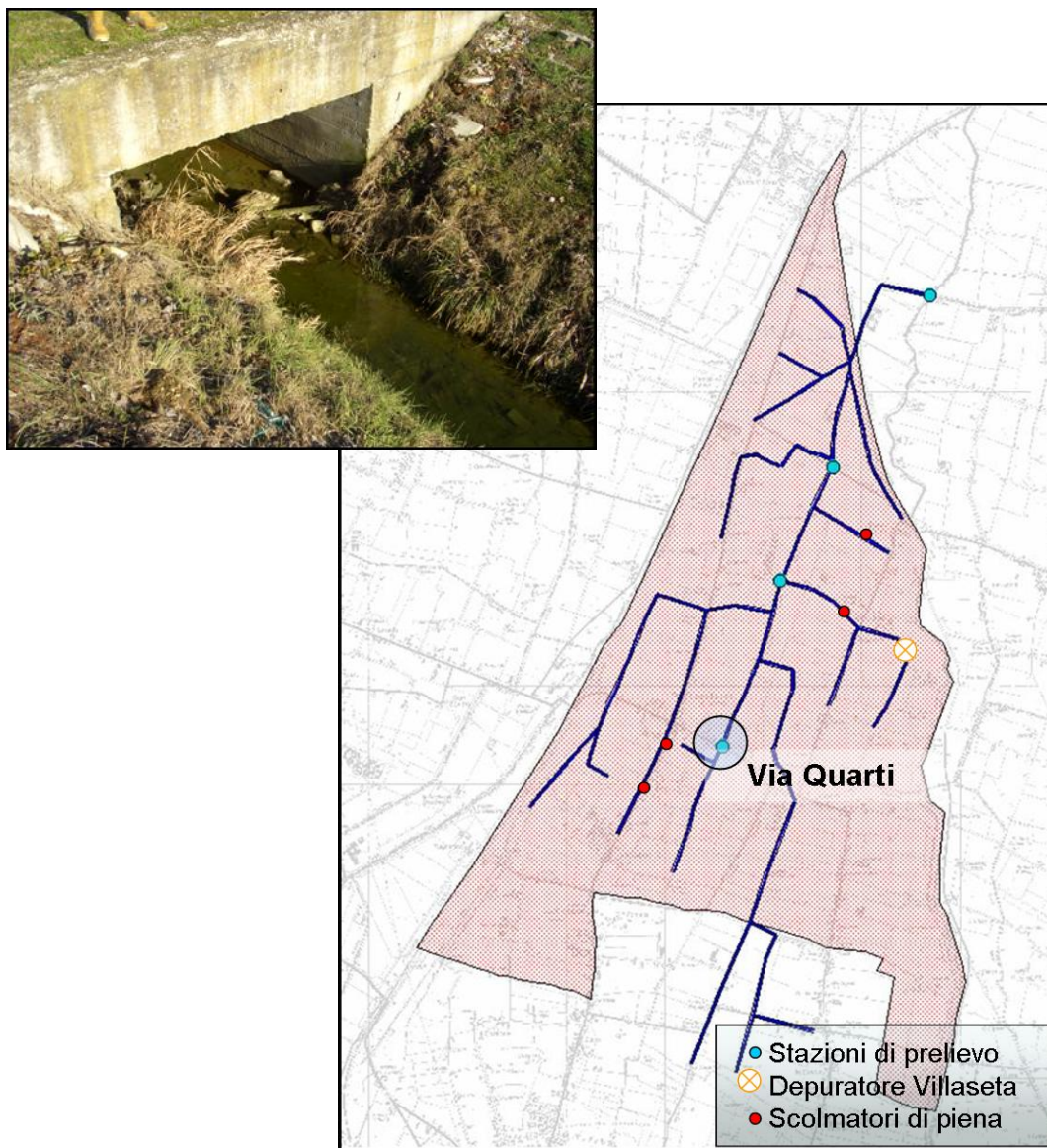


Fig. 1.2 – Localizzazione della stazione “Via Quarti” e fotografia del sito di prelievo.

1.2. Punto di monitoraggio (B) – Case Tirelli

- Coordinate: long. 1629646, lat. 4963928
- Località: Case Tirelli
- Corso d'acqua campionato: canale di drenaggio laterale rispetto al Collettore delle Acque Basse Reggiane.

Il secondo punto di campionamento, più a valle rispetto al precedente, drena un territorio piuttosto esteso, superiore alla metà del bacino pilota. La stazione si trova in prossimità di un'azienda suinicola e accoglie anche le acque provenienti da diversi scaricatori di piena e dal depuratore civile Villaseta.

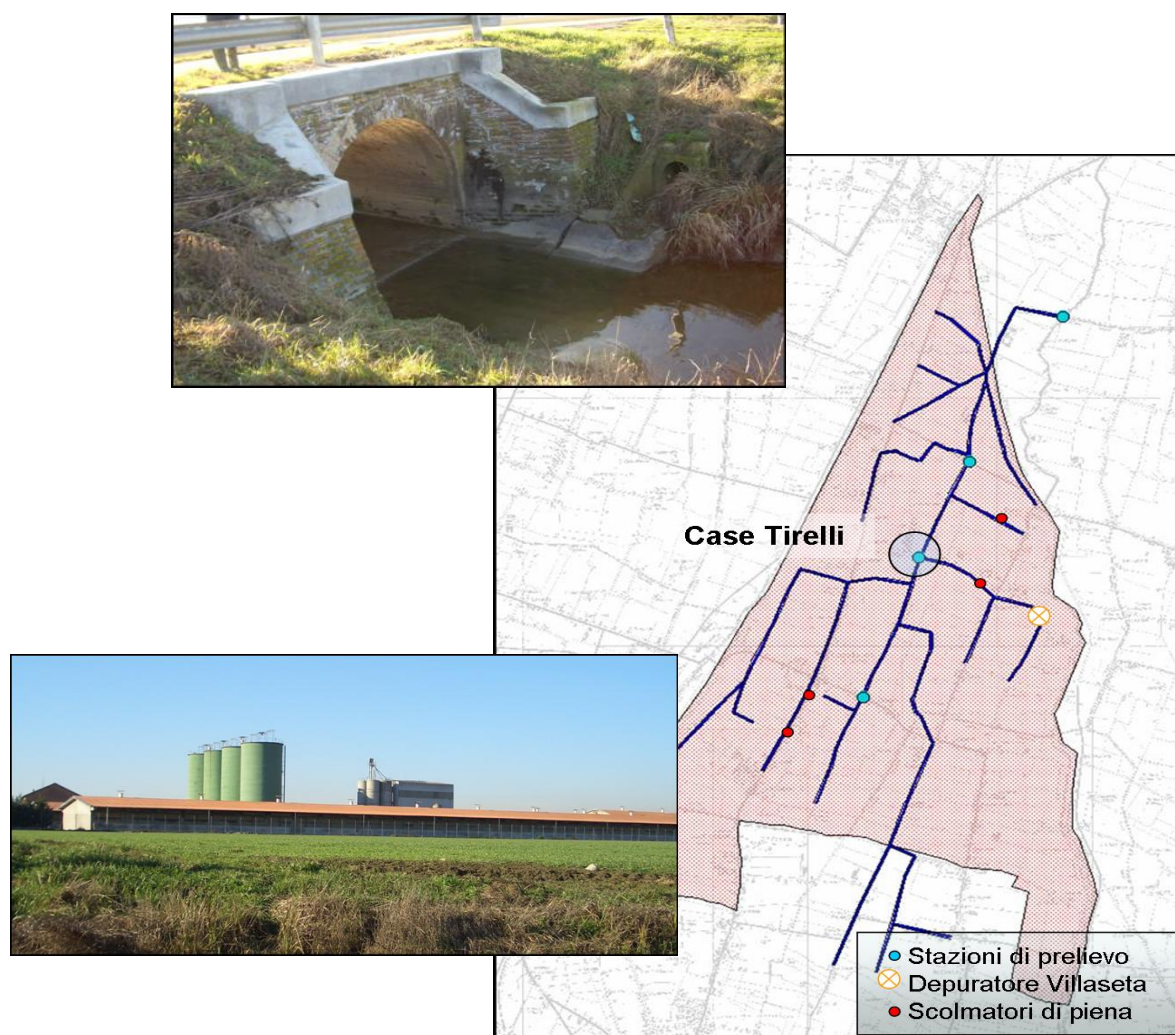


Fig. 1.3 – Localizzazione della stazione “Case Tirelli” e fotografia del sito di prelievo (in alto) e dell'azienda suinicola in prossimità della stazione (in basso).

1.3. Punto di monitoraggio (C) - Ponte Forca

- Coordinate: long. 1629721, lat. 4965235
- Località: Ponte della Via Nuova
- Corso d'acqua campionato: Collettore delle Acque Basse Reggiane

La stazione "Ponte Forca" rappresenta il punto intermedio della rete di canali, a valle delle intersezioni maggiormente rilevanti.

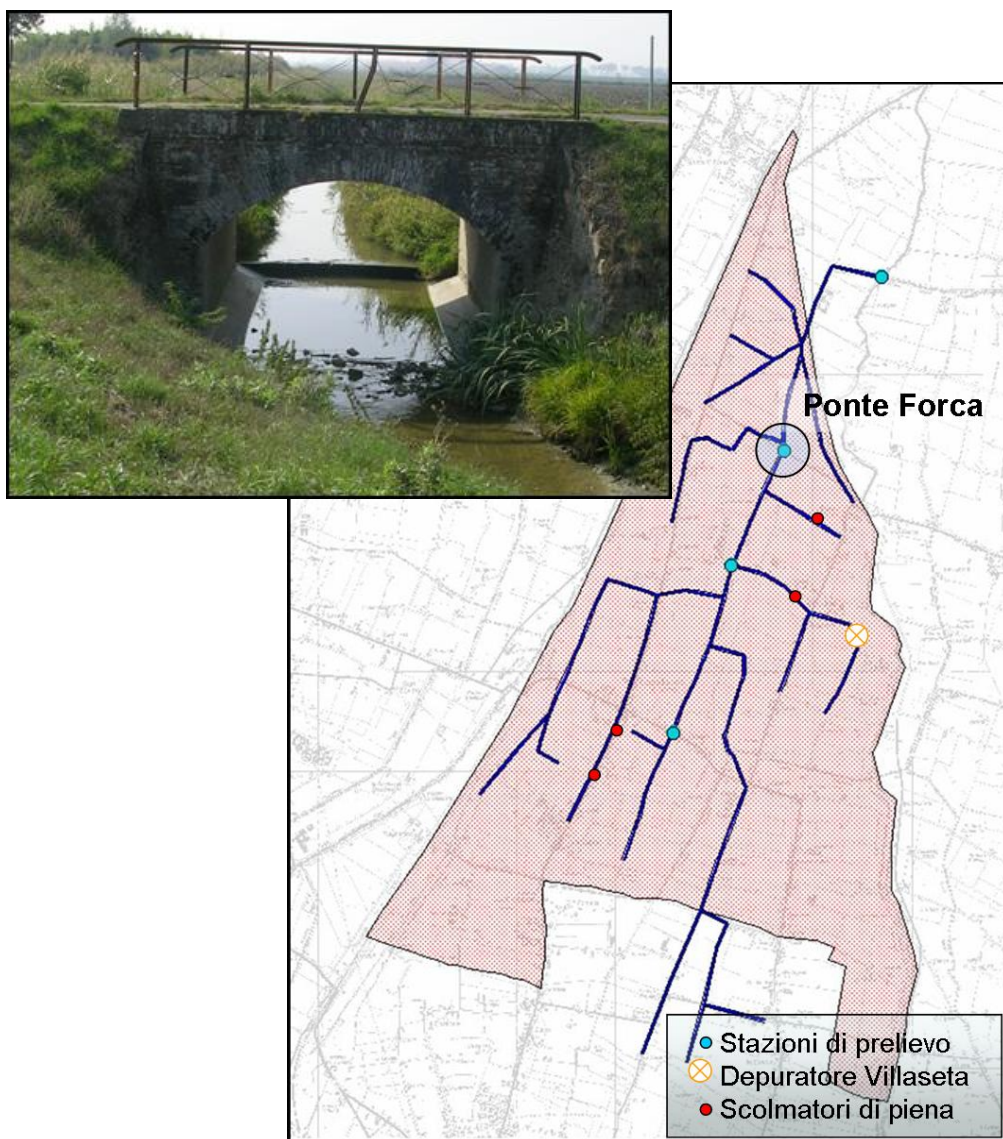


Fig. 1.4 – Localizzazione della stazione "Ponte Forca" e fotografia del sito di prelievo.

1.4. Punto di monitoraggio (D) – S. Vittoria

- Coordinate: long. 1630701, lat. 4966987
- Località: Impianto di sollevamento Francone
- Corso d'acqua campionato: Collettore delle Acque Basse Reggiane

La stazione di “Santa Vittoria” è posta nel punto di chiusura del bacino pilota; in corrispondenza all’impianto di sollevamento “Argine Francone”, che serve per veicolare le acque del Collettore Acque Basse Reggiane (C.A.B.R.) nel condotto S.Maria. Oltre ad un campionatore automatico sono stati installati un pluviometro e un misuratore di livello.



Fig. 1.5 – Localizzazione della stazione “Santa Vittoria” e fotografia del sito di prelievo in cui si può vedere il manufatto di alloggiamento delle pompe, dove è stato installato il campionatore automatico.

1.5. Punto di monitoraggio (E) – Cavo Bondeno

- Coordinate: long. 1640726, lat. 4973877
- Località: Reggiolo
- Corso d'acqua campionato: Collettore delle Acque Basse Reggiane

La quinta e ultima stazione si trova sul ramo principale del bacino area vasta e risulta essere di grande importanza in quanto molto distante dai precedenti quindi molto utile per porre a confronto l'evoluzione degli inquinanti stimati dal modello con i valori reali misurati. La stazione si trova nelle vicinanze del depuratore civile "Reggiolo Nuovo" e, oltre alle acque del bacino pilota, riceve il contributo di altri bacini. Le reti di canali che si trovano a monte ricadono su terreni votati principalmente all'agricoltura e sono soggetti, in caso di forti eventi piovosi, al rilascio di acque da parte degli scaricatori di piena dislocati sul territorio (come si può vedere nella cartina sottostante).

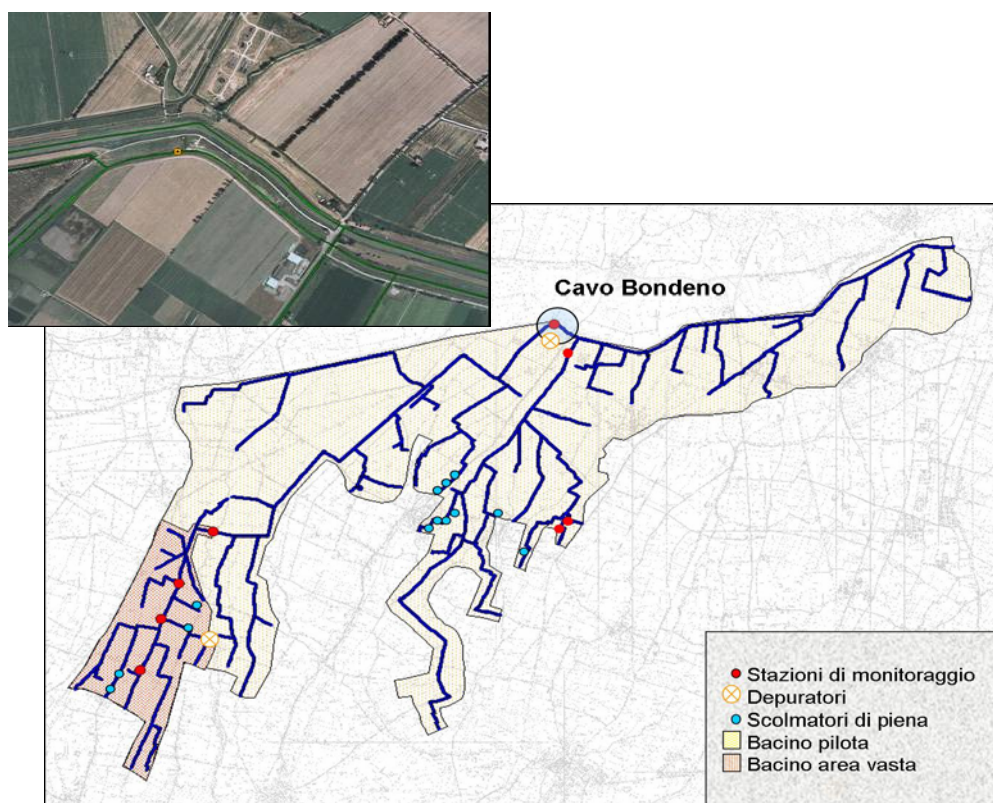


Fig. 1.6 – Localizzazione della stazione “Cavo Bondeno” ed ortofoto del sito di prelievo (punto arancione).

1.6. Punti di monitoraggio (F-G)

- Coordinate (F): long. 1641427, lat. 4968160
- Località (F): Campagnola Emilia - Fabbrico
Corso d'acqua campionato (F): Cavetto Campagnola

- Coordinate (G): long. 1641755, lat. 4968128
- Località (G): Campagnola Emilia - Fabbrico
Corso d'acqua campionato (G): Canale Bedollo

Questi due siti sono posizionati in prossimità del sito sperimentale Bedollo, dove sono stati installati i piezometri per l'attività sulle fasce riparie. Il Cavetto Campagnola è un canale a uso promiscuo mentre il Canale Bedollo è a uso irriguo.

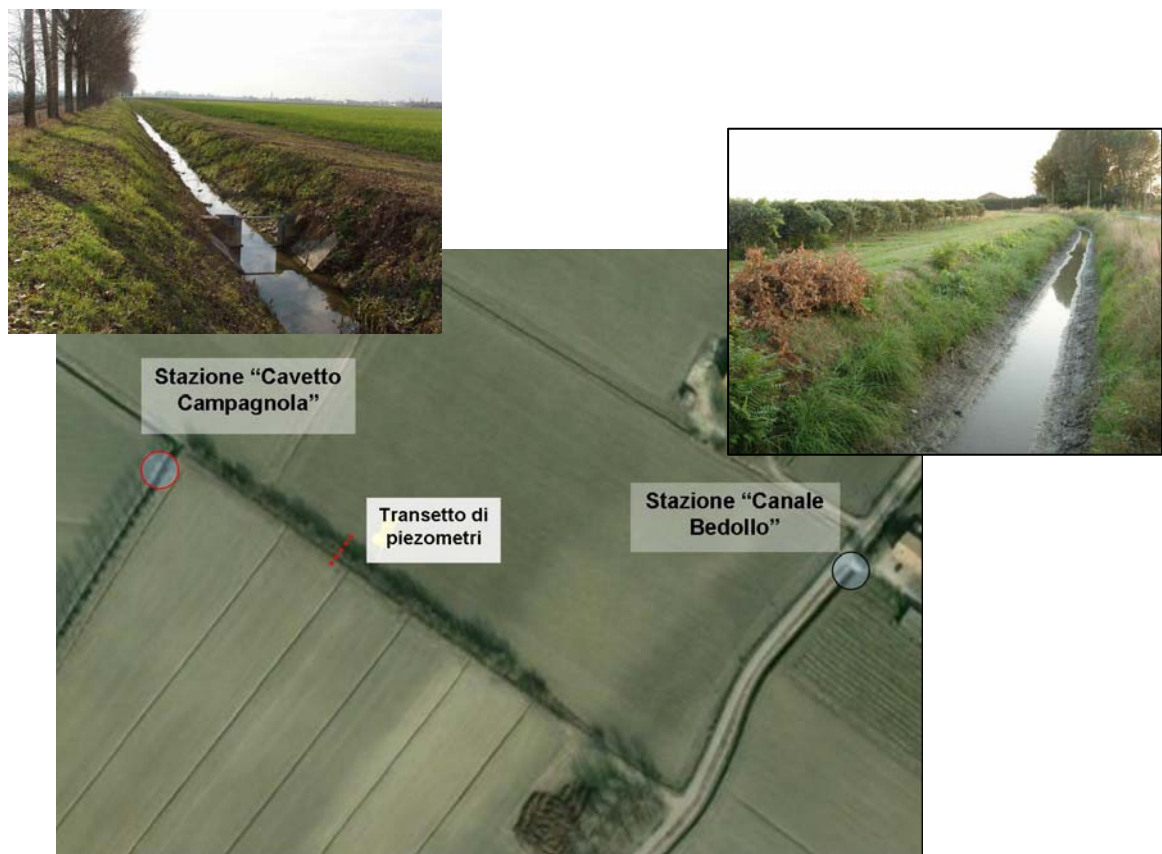


Fig. 1.7 – Localizzazione della stazioni “Canale Bedollo e “Cavetto Campagnola””.

1.7. Punto di monitoraggio (H)

- Coordinate: long. 1640507, lat. 4972452
- Località: Novellara - Reggiolo
- Corso d'acqua campionato: Canale Linarola

Questo sito è posizionato sul Canale Linarola, utilizzato sia come canale di scolo che irriguo, in prossimità del sito sperimentale Linarola, dove sono stati installati i piezometri per l'attività sulle fasce riparie.

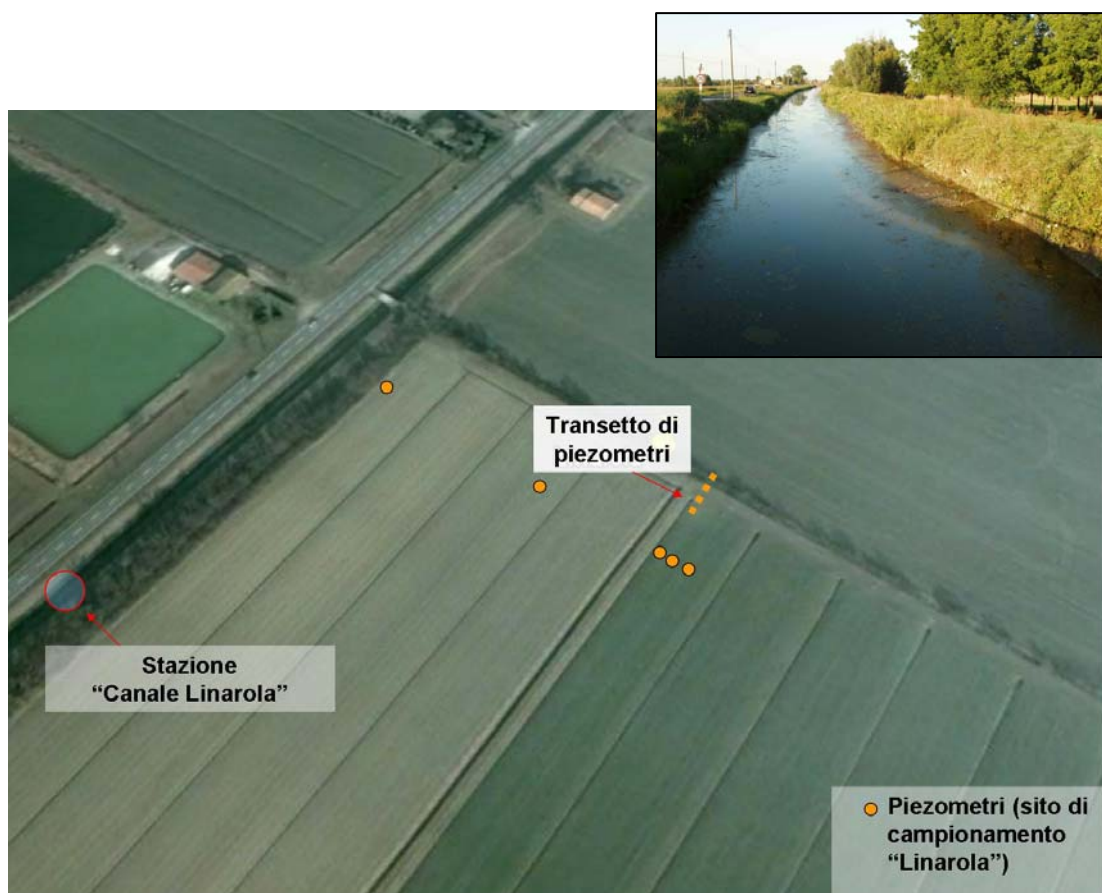


Fig. 1.8 – Localizzazione della stazione "Canale Linarola" e fotografia del sito di prelievo.

2. CAMPIONAMENTO E ANALISI

Nelle stazioni selezionate, come già accennato nel paragrafo precedente sono stati effettuati campionamenti mensili a partire dal novembre 2007 e fino al gennaio 2009. Questi campionamenti sono stati effettuati manualmente e i campioni sono stati conservati refrigerati fino all'arrivo in laboratorio.

Nel giugno 2008 e a marzo 2009, in occasione di due eventi significativi di precipitazioni, sono stati prelevati campioni orari mediante il campionatore automatico installato nella stazione di Santa Vittoria.

I campioni raccolti in prossimità dei siti sperimentali utilizzati per lo studio sulle fasce riparie (Canale Bedollo, Canale Linarola e Canale laterale) sono stati prelevati e analizzati contestualmente al campionamento dei piezometri. Su questi campioni sono state effettuate le medesime analisi delle acque sub-superficiali (vedi elaborato "Studio del ruolo delle fasce riparie nella rimozione dei nutrienti"). In particolare, sul tal quale, sono stati determinati pH e conducibilità totale. Su di un'aliquota filtrata con filtri di porosità nominale di 0,45 μm , sono stati, invece, determinati i seguenti parametri: alcalinità totale, azoto ammoniacale, azoto e fosforo totale disciolti, nitrati, nitriti, cloruri, solfati, calcio, magnesio, sodio, potassio e carbonio organico disciolto. Per una descrizione dettagliata dei metodi e della strumentazione utilizzata si rimanda all'elaborato "Studio del ruolo delle fasce riparie nella rimozione dei nutrienti".

I campioni delle stazioni situate nel bacino pilota e nel bacino di area vasta (Via Quarti, Case Tirelli, Ponte Forca, S. Vittoria, Cavo Bondeno), sono stati processati per un numero superiore di parametri per poter studiare con maggiore dettaglio le diverse forme di azoto e fosforo e determinando anche BOD e solidi sospesi utilizzati nelle applicazioni modellistiche.

In questo caso sono stati prelevati 2-3 l di campione, in concomitanza dei campionamenti delle acque subsuperficiali.

Sul campione non filtrato oltre a pH e conducibilità totale è stato determinato il BOD₅.

Il saggio del BOD (Biochemical Oxygen Demand) 5 è stato effettuato secondo la metodica IRSA (APAT-IRSA, 2003) utilizzando il tiodene come indicatore per la titolazione dell'ossigeno. Il metodo si basa sulla determinazione dell'ossigeno disciolto nel campione, da analizzare prima e dopo incubazione di cinque giorni, al buio ed alla temperatura di 20°C. La differenza fra le due determinazioni dà il valore del BOD₅ del campione, espresso in mg/l di ossigeno. Inizialmente il campione è stato aerato a saturazione ed è stato poi trasferito per sifonamento, evitando la formazione di bolle, in due bottiglie dotate di tappo a becco di flauto. In una delle bottiglie, mediante aggiunta di appositi reagenti, l'ossigeno è stato fissato immediatamente, per il dosaggio del contenuto di ossigeno al tempo 0; l'altra è stata posta in termostato a 20°C per 5 giorni, in completa oscurità per prevenire la produzione di ossigeno da parte delle alghe. Al termine del periodo d'incubazione il

campione è stato fissato per determinare l'ossigeno disciolto residuo. La determinazione dell'ossigeno disciolto è stata effettuata mediante titolazione.

Sul campione non filtrato sono stati determinati anche il contenuto di azoto e fosforo totale secondo la metodica illustrata nell'elaborato "Studio del ruolo delle fasce riparie nella rimozione dei nutrienti".

Un volume noto di campione è stato poi filtrato con filtri di esteri misti di cellulosa di porosità nominale di 0,45 μm e sono stati determinati i solidi sospesi totali per via gravimetrica dopo essiccamento del filtro ad una temperatura di 103-105°C fino a peso costante (APAT-IRSA, 2003). Con il termine solidi sospesi totali si intendono tutte quelle sostanze indissolte, presenti nel campione di acqua da esaminare, che vengono trattenute da un filtro a membrana, di determinata porosità, quando il campione stesso viene sottoposto a filtrazione. I filtri sono stati preventivamente posti in stufa per 1 ora alla temperatura di 105°C, sono stati lasciati raffreddare in essiccatore per 30 minuti e pesati al decimo di milligrammo. Mantenendo il campione in agitazione ne è stata prelevata un'aliquota per effettuare la filtrazione sotto vuoto. Il filtro è stato lavato per tre volte con acqua deionizzata (10 ml per volta). Ultimata la filtrazione, il filtro è stato trasferito con il suo contenuto in una stufa alla temperatura di 105°C. Dopo 1 ora è stato lasciato raffreddare il filtro in essiccatore per 30 minuti e pesato. L'operazione è stata ripetuta fino ad ottenere un peso costante o fino a quando la perdita di peso fosse inferiore a 0,5 mg.

Sul campione filtrato così ottenuto sono stati determinati anche i seguenti parametri: alcalinità totale, azoto ammoniacale, azoto e fosforo totale disciolti, ortofosfato, nitrati, nitriti, cloruri, solfati, calcio, magnesio, sodio, potassio. Per una descrizione dettagliata dei metodi e della strumentazione utilizzata per tutte le altre analisi si rimanda all'elaborato "Studio del ruolo delle fasce riparie nella rimozione dei nutrienti".

3. CARATTERIZZAZIONE CHIMICA DELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO

Le stazioni posizionate lungo il Collettore delle Acque Basse Reggiane, da Via Quarti a Cavo Bondeno, presentano un contenuto di nutrienti che varia da monte a valle. E' stato osservato un trend crescente nelle concentrazioni da Via Quarti a Ponte Forca. A valle di Ponte Forca, fino a Cavo Bondeno, la presenza di azoto e fosforo diminuisce gradualmente. Tale andamento si può spiegare nel primo tratto del reticolo idrografico, con l'accumulo di ioni provenienti dalle fonti inquinanti diffuse e puntuali. Spostandosi verso valle le concentrazioni decrescono per effetto della diluizione dei canali che si immettono sull'asta principale del bacino.

Le cinque stazioni evidenziano una composizione chimica percentuale del tutto analoga. Tra gli anioni (Fig. 3.1), le specie prevalenti sono carbonati e cloruri.

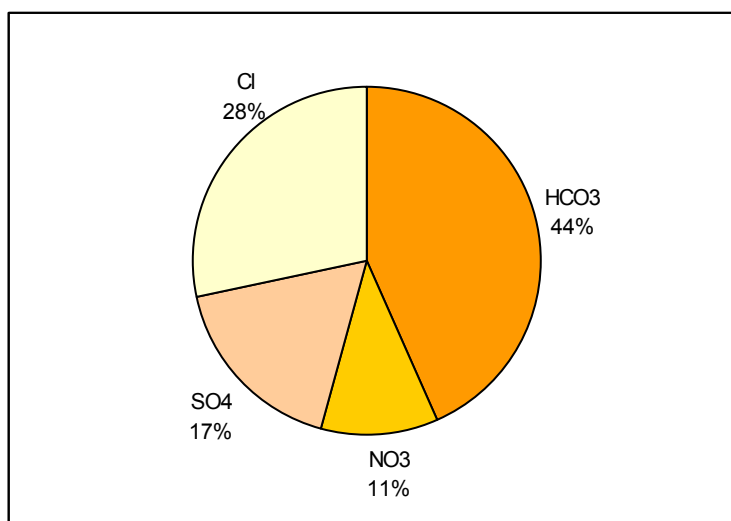


Fig. 3.1 - Presenza percentuale delle principali specie anioniche nelle stazioni disposte lungo l'asse principale del bacino. I valori percentuali sono stati calcolati dalla concentrazione media (misurata in meq/ litro) su tutte le stazioni.

Per quanto riguarda i cationi (Fig. 3.2), le specie più presenti sono calcio e sodio. Il primo è strettamente collegato ai carbonati e, come questo, ha origini naturali. Le concentrazioni di sodio invece, hanno un'alta correlazione con le concentrazioni del cloruro ($r^2=0,96$). Il cloruro di sodio è uno dei componenti in uscita dagli scarichi civili.

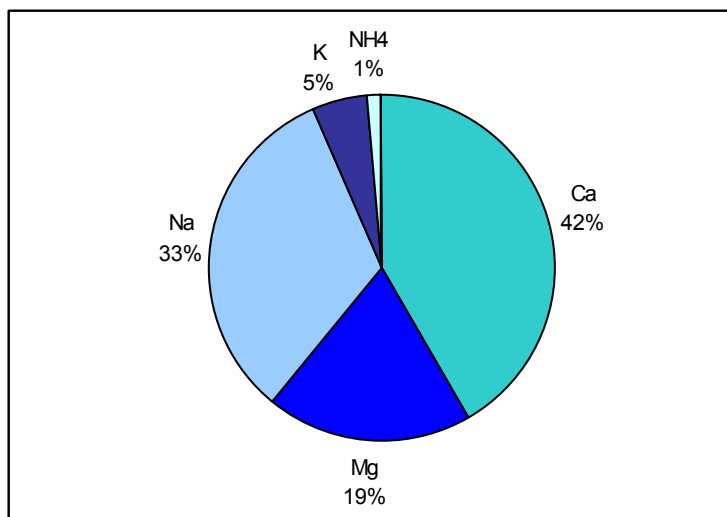


Fig. 3.2 - Presenza percentuale delle principali specie cationiche nelle stazioni disposte lungo l'asse principale del bacino. I valori percentuali sono stati calcolati dalla concentrazione media (misurata in meq/ litro) su tutte le stazioni.

Nella stazione di Via Quarti si sono misurati i valori più bassi di concentrazione dei principali nutrienti; le concentrazioni medie annue di azoto, e soprattutto di fosforo, risultano minori rispetto a quelle delle stazioni a valle (Figure 3.3 e seguenti). Solamente per quanto riguarda il contenuto di solidi sospesi, si sono registrati valori più alti della media delle altre stazioni.

Spostandosi a valle, in corrispondenza della stazione di monitoraggio "Case Tirelli", i valori di concentrazione dei principali ioni, e la conducibilità di conseguenza, tendono ad aumentare. Il fosforo totale disciolto, in particolare, subisce un notevole incremento, aumentando di circa sette volte nel raggio di pochi chilometri. Nel marzo 2008 si sono registrati valori di solidi sospesi e BOD particolarmente elevati, che si discostano dai livelli medi di questa stazione e dall'andamento medio registrato lungo l'asta considerata. Questi valori possono essere imputati a fenomeni puntuali e circoscritti ai dintorni del punto di monitoraggio.

La stazione di "Ponte Forca" segue il trend di aumento della conducibilità e dei principali nutrienti che si è riscontrato nelle stazioni spostandosi da monte verso valle. Sulle acque prelevate in questa stazione si sono registrati i valori più alti di conducibilità, fenomeno confermato dalle elevate concentrazioni delle diverse specie ioniche. I parametri legati all'azoto (N-NH₄, N-NO₃, N-NO₂, azoto totale, inorganico e disciolto), come quelli legati al fosforo (P-PO₄, fosforo totale e disciolto), mostrano medie superiori a tutte le altre stazioni prese in esame (Figure 3.3 e seguenti).

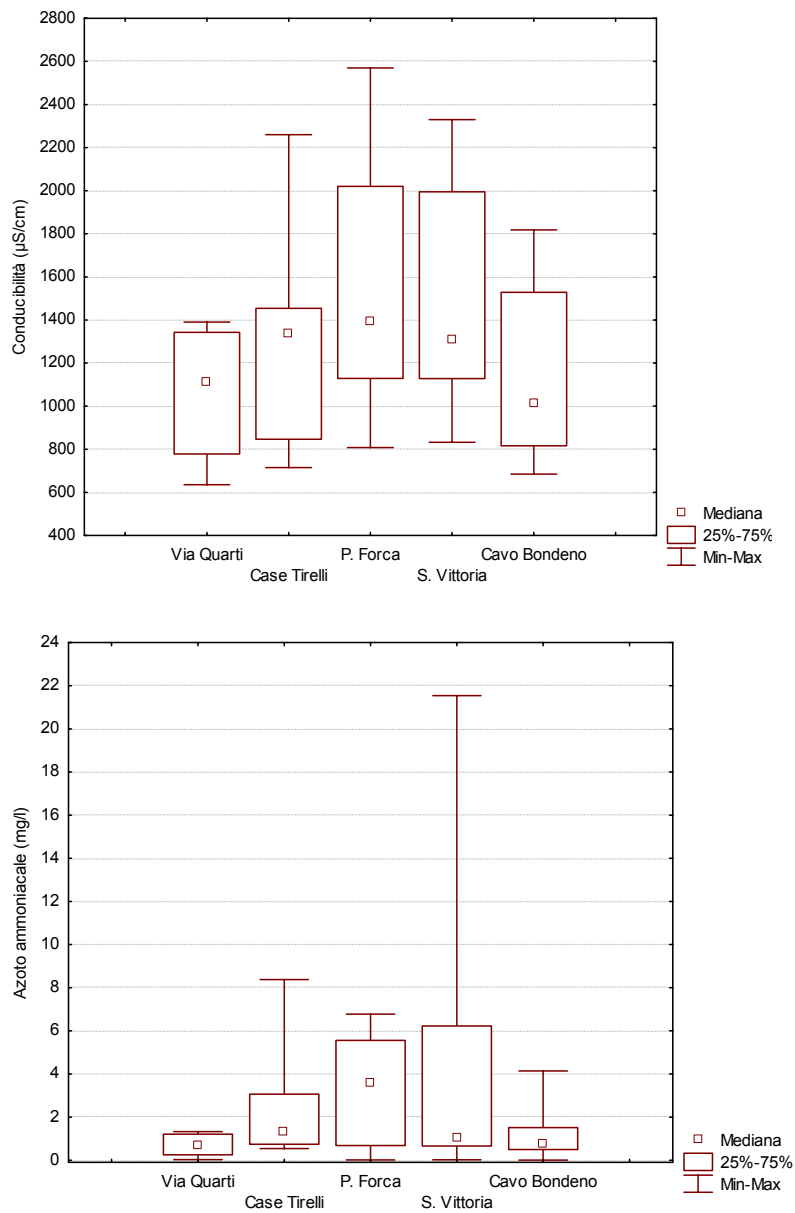
In corrispondenza della stazione "Santa Vittoria" il trend di aumento della conducibilità e dei principali nutrienti che si è riscontrato nelle stazioni a valle si inverte. I valori medi annuali di conducibilità e concentrazione delle specie ioniche si sono dimostrati più bassi rispetto alla stazione "Ponte Forca", situata pochi chilometri più a monte. Tuttavia l'andamento nel tempo dei diversi parametri risulta piuttosto discontinuo; qui si sono infatti registrati picchi nelle concentrazioni di

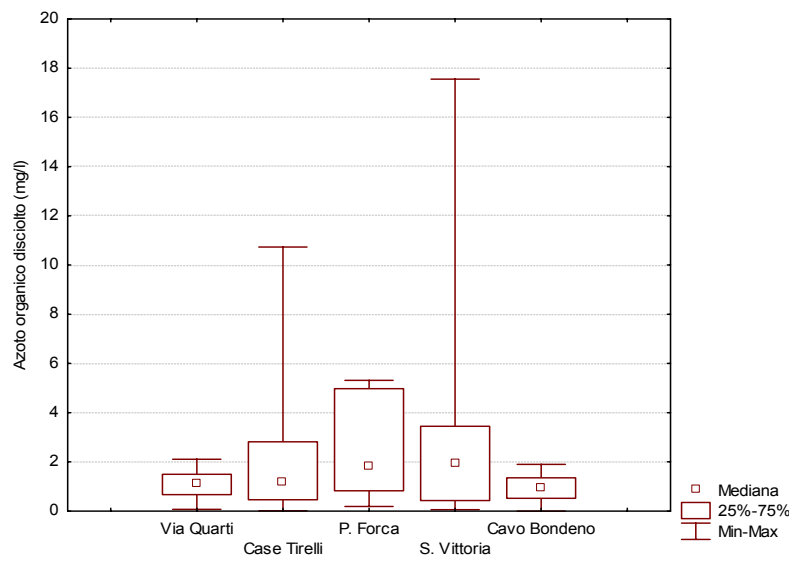
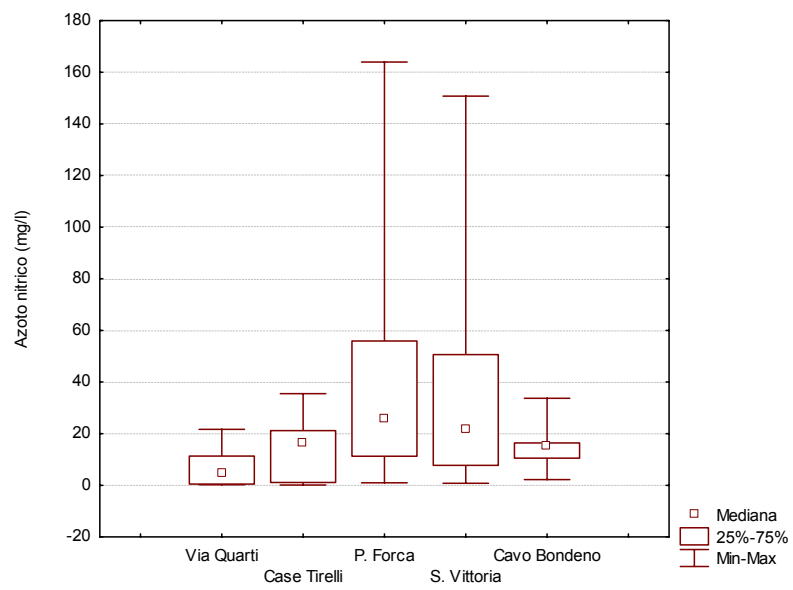
ammonio, azoto e fosforo totale disciolto che superano i valori registrati nelle altre stazioni (Figure 3.3 e seguenti). La diminuzione delle concentrazioni rispetto alla stazione precedente può essere in parte legata a fenomeni di diluizione, dal momento che le portate misurate a S. Vittoria sono sempre superiori a quelle misurate a Ponte Forca.

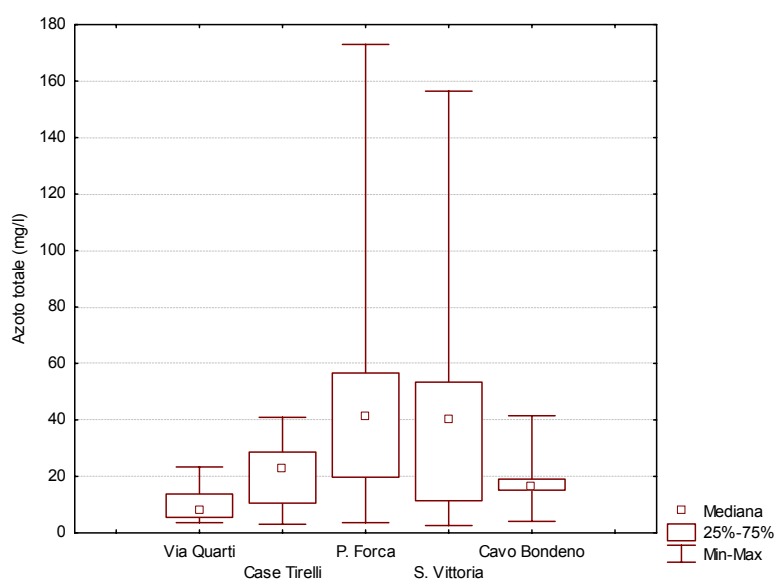
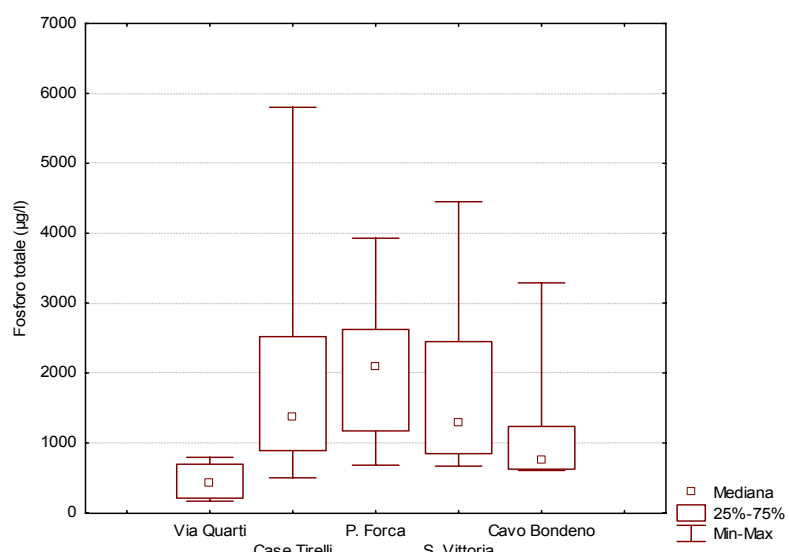
Nella stazione più a valle, "Cavo Bondeno", il contenuto in ioni delle acque risulta limitato in rapporto agli altri punti di campionamento posti sulla stessa rete di canali. Le concentrazioni dei componenti dell'azoto si mantengono su livelli paragonabili a quelli misurati nei punti più a monte dell'area vasta; anche le concentrazioni di sodio, magnesio, cloro, potassio calcio e solfati hanno valori vicini a quelli registrati in "Via Quarti" (prima stazione partendo da monte).

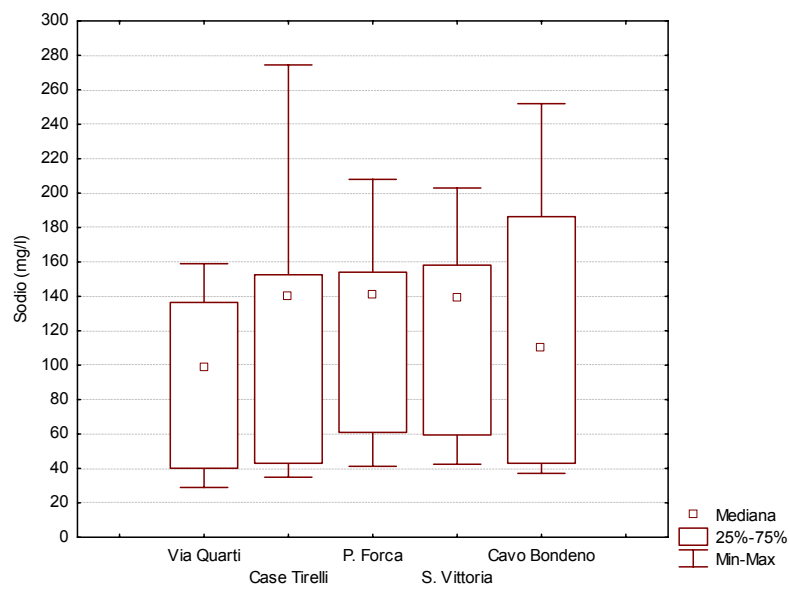
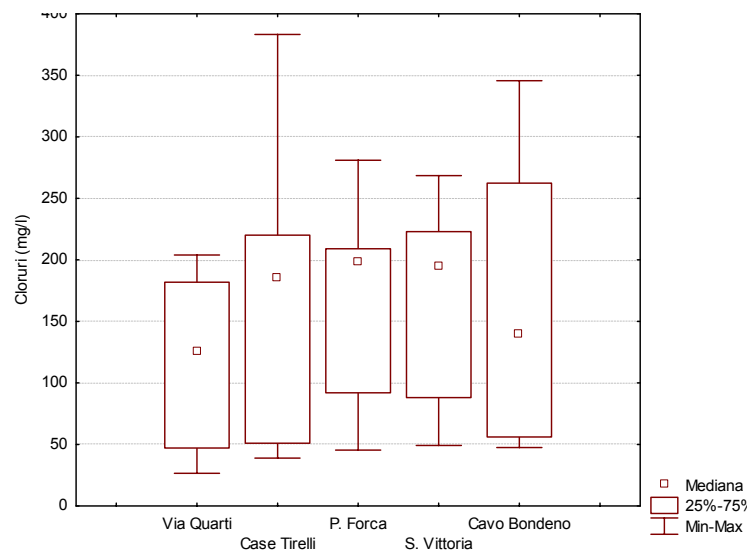
Di seguito vengono riportate le caratteristiche chimiche delle cinque stazioni rappresentate mediante Box & Wisker (fig. 3.3) e nelle tabelle 3.1.

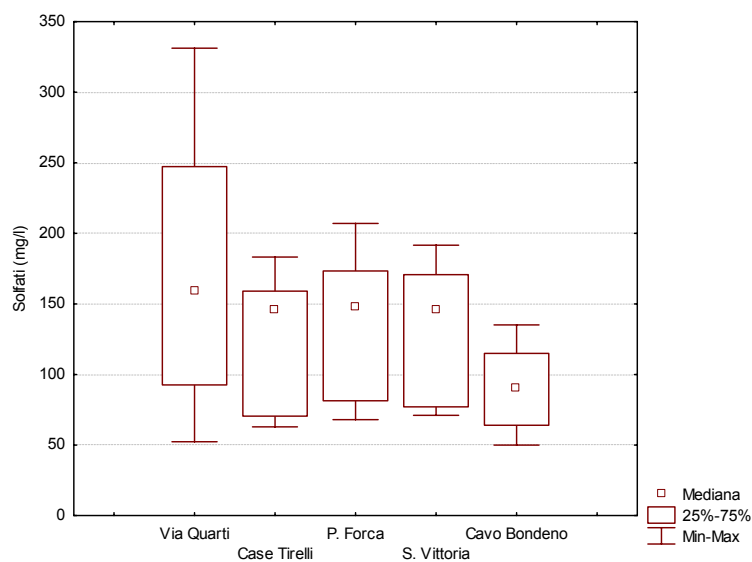
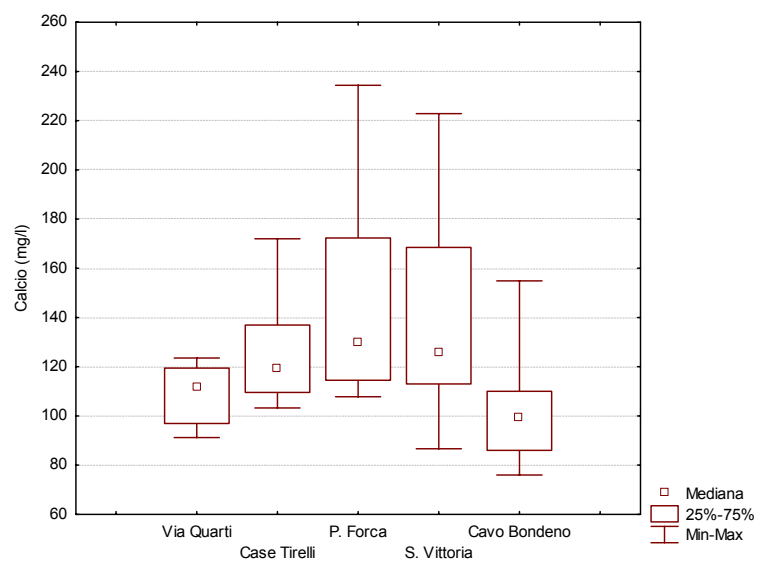
Figura 3.3 - Grafici Box-&-whisker dei diversi parametri misurati sulle stazioni di campionamento A, B, C, D ed E. Per ogni stazione sono indicati la mediana, il massimo, il minimo, il 25° ed il 75° percentile, calcolati sulla serie di dati raccolti da novembre 2007 gennaio 2009.

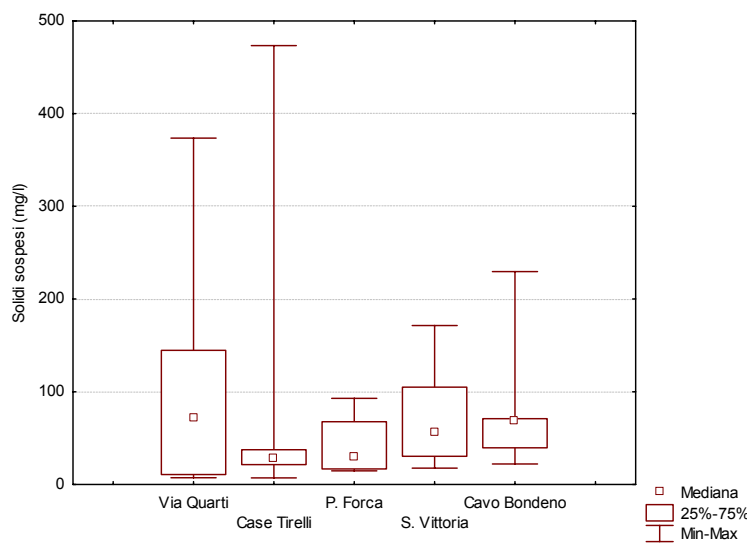
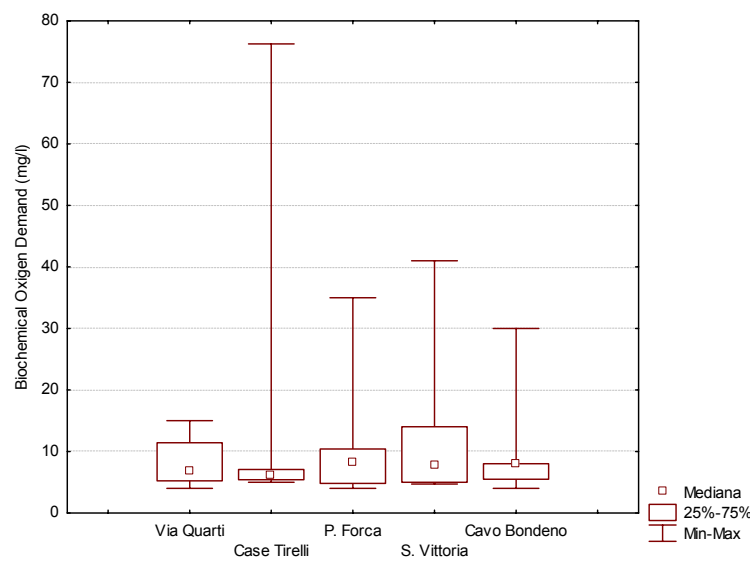












Tab. 3.1 – Descrittori statistici dei parametri chimici registrati presso l'area A (Via Quarti).

VIA QUARTI	Media	Mediana	Valore Minimo	Valore Massimo	25° percentile	75° percentile	Dev. standard
pH	8	8	8	9	8	8	0
Conducibilità (μS/cm)	1061	1109	636	1390	778	1343	305
N-NH4 (mg/l)	1	1	0	1	0	1	1
N-NO3 (mg/l)	7	5	0	22	0	11	8
N-NO2 (mg/l)	0	0	0	1	0	0	0
SO4 (mg/l)	173	160	52	331	93	247	103
Cl (mg/l)	117	125	27	204	47	182	74
Ca (mg/l)	109	111	91	124	97	119	12
Mg (mg/l)	29	22	17	53	18	39	14
Na (mg/l)	92	99	29	159	40	137	53
K (mg/l)	17	16	11	27	12	23	6
P-PO4 (μg/l)	179	152	1	348	48	343	149
Fosforo totale (μg/l)	452	424	166	793	210	695	268
Fosforo totale disciolto (μg/l)	174	141	40	396	98	237	116
Azoto inorganico (mg/l)	8	5	0	22	2	12	8
Azoto totale (mg/l)	10	8	4	23	6	14	7
Azoto totale disciolto (mg/l)	9	6	1	24	3	14	8
Biological Oxygen Demand (mg/l)	8	7	4	15	5	11	4
Solidi sospesi (mg/l)	104	72	7	374	11	145	123

Tab. 3.2 - Descrittori statistici dei parametri chimici registrati presso l'area B (Case Tirelli).

CASE TIRELLI	Media	Mediana	Valore Minimo	Valore Massimo	25° percentile	75° percentile	Dev. standard
pH	8	8	8	8	8	8	0
Conducibilità (µS/cm)	1289	1338	715	2260	847	1454	477
N-NH4 (mg/l)	2	1	1	8	1	3	3
N-NO3 (mg/l)	14	16	0	36	1	21	12
N-NO2 (mg/l)	1	0	0	3	0	2	1
SO4 (mg/l)	123	146	63	183	70	159	48
Cl (mg/l)	166	185	39	383	51	220	111
Ca (mg/l)	128	119	103	172	110	137	26
Mg (mg/l)	31	23	20	64	21	39	15
Na (mg/l)	123	140	35	275	43	153	78
K (mg/l)	30	19	10	130	13	26	38
P-PO4 (µg/l)	1571	1328	311	3454	689	2376	1187
Fosforo totale (µg/l)	1957	1364	499	5801	889	2519	1704
Fosforo totale disciolto (µg/l)	1323	1091	326	3433	619	1267	1124
Azoto inorganico (mg/l)	17	18	2	39	9	22	12
Azoto totale (mg/l)	21	23	3	41	11	29	12
Azoto totale disciolto (mg/l)	19	19	3	42	10	24	12
Biological Oxygen Demand (mg/l)	15	6	5	76	5	7	23
Solidi sospesi (mg/l)	82	28	7	473	21	37	150

Tab. 3.3- Descrittori statistici dei parametri chimici registrati presso l'area C (Ponte Forca).

PONTE FORCA	Media	Mediana	Valore Minimo	Valore Massimo	25° percentile	75° percentile	Dev. standard
pH	8	8	8	8	8	8	0
Conducibilità (µS/cm)	1574	1394	808	2570	1129	2020	569
N-NH4 (mg/l)	3	4	0	7	1	6	3
N-NO3 (mg/l)	41	26	1	164	11	56	49
N-NO2 (mg/l)	2	1	0	7	0	1	3
SO4 (mg/l)	134	148	68	207	81	173	51
Cl (mg/l)	175	198	45	281	92	209	78
Ca (mg/l)	147	130	108	234	115	172	43
Mg (mg/l)	42	30	21	97	25	57	25
Na (mg/l)	125	141	41	208	61	154	54
K (mg/l)	38	40	9	81	18	42	23
P-PO4 (µg/l)	2485	2423	444	6819	1066	3409	1836
Fosforo totale (µg/l)	2062	2079	679	3929	1172	2622	1121
Fosforo totale disciolto (µg/l)	1688	1269	420	3045	1107	2292	939
Azoto inorganico (mg/l)	45	36	2	167	17	57	49
Azoto totale (mg/l)	49	41	4	173	20	57	50
Azoto totale disciolto (mg/l)	48	39	3	172	19	58	50
Biological Oxygen Demand (mg/l)	11	8	4	35	5	10	10
Solidi sospesi (mg/l)	42	30	15	93	17	68	29

Tab. 3.4 - Descrittori statistici dei parametri chimici registrati presso l'area D (Santa Vittoria).

S.VITTORIA	Media	Mediana	Valore Minimo	Valore Massimo	25° percentile	75° percentile	Dev. standard
pH	8	8	7	9	8	8	0
Conducibilità (µS/cm)	1530	1309	832	2330	1128	1995	532
N-NH4 (mg/l)	4	1	0	22	1	6	7
N-NO3 (mg/l)	35	22	1	151	8	51	44
N-NO2 (mg/l)	2	1	0	5	0	3	2
SO4 (mg/l)	131	146	71	192	77	171	51
Cl (mg/l)	170	194	49	269	88	223	74
Ca (mg/l)	140	126	87	223	113	169	42
Mg (mg/l)	43	32	20	89	25	60	24
Na (mg/l)	125	139	42	203	60	158	53
K (mg/l)	46	45	10	93	20	71	29
P-PO4 (µg/l)	1756	1168	524	5256	605	2016	1576
Fosforo totale (µg/l)	2007	1292	666	4450	845	2448	1490
Fosforo totale disciolto (µg/l)	1569	1162	459	4142	610	2159	1192
Azoto inorganico (mg/l)	40	28	2	153	10	51	46
Azoto totale (mg/l)	46	40	3	156	11	53	46
Azoto totale disciolto (mg/l)	44	35	2	155	11	54	46
Biological Oxygen Demand (mg/l)	14	8	5	41	5	14	14
Solidi sospesi (mg/l)	73	57	17	172	30	105	53

Tab. 3.5 - Descrittori statistici dei parametri chimici registrati presso l'area E (Cavo Bondeno).

CAVO BONDENO	Media	Mediana	Valore Minimo	Valore Massimo	25° percentile	75° percentile	Dev. standard
pH	8		8	8	8	8	0
Conducibilità (µS/cm)	1181		685	1818	816	1528	427
N-NH4 (mg/l)	1		0	4	1	2	1
N-NO3 (mg/l)	15		2	34	11	16	10
N-NO2 (mg/l)	0		0	1	0	0	0
SO4 (mg/l)	90		50	135	64	115	32
Cl (mg/l)	165		47	346	56	262	107
Ca (mg/l)	101		76	155	86	110	24
Mg (mg/l)	27		16	44	18	36	10
Na (mg/l)	122		37	252	43	186	78
K (mg/l)	18		9	32	14	24	8
P-PO4 (µg/l)	1041		391	2746	447	1230	781
Fosforo totale (µg/l)	1213		604	3290	624	1234	884
Fosforo totale disciolto (µg/l)	887		315	1913	470	1114	538
Azoto inorganico (mg/l)	16		2	38	11	17	11
Azoto totale (mg/l)	19		4	41	15	19	12
Azoto totale disciolto (mg/l)	17		4	39	12	18	12
Biological Oxygen Demand (mg/l)	11		4	30	6	8	8
Solidi sospesi (mg/l)	76		22	230	39	71	61

In tutte le stazioni studiate è emerso come l'azoto si trovi prevalentemente sottoforma di nitrato, una percentuale decisamente minore è costituita dallo ione ammonio. L'abbondanza relativa delle due forme, rispetto al totale di azoto emerge chiaramente dalla fig. 3.4.

Il fosforo invece, si trova prevalentemente in forma di ortofosfato (fosforo reattivo), come mostrato dalla fig. 3.5.

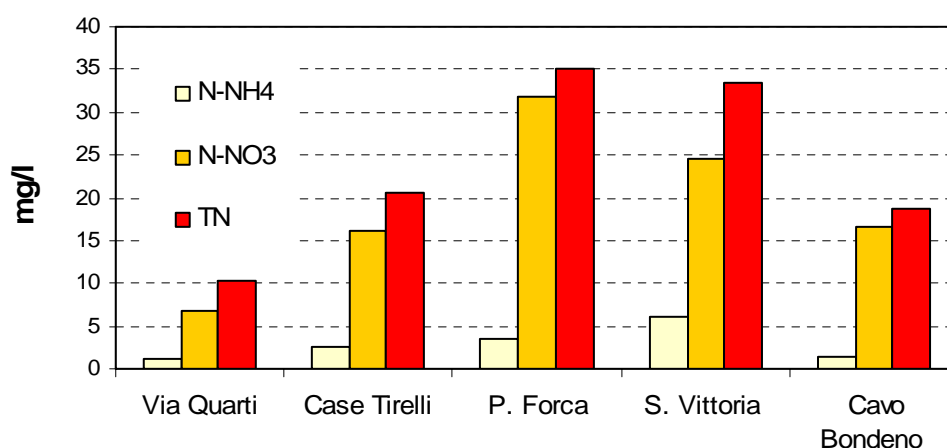


Fig. 3.4 - Concentrazioni medie annuali di azoto nelle diverse stazioni di monitoraggio

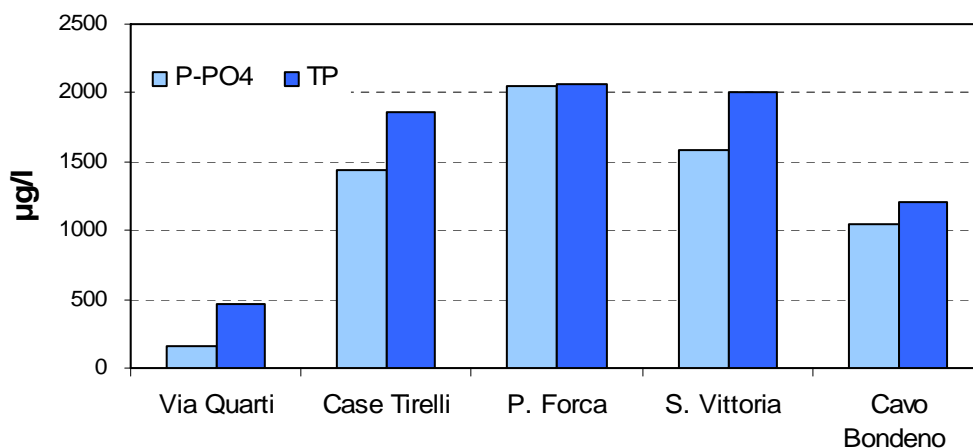
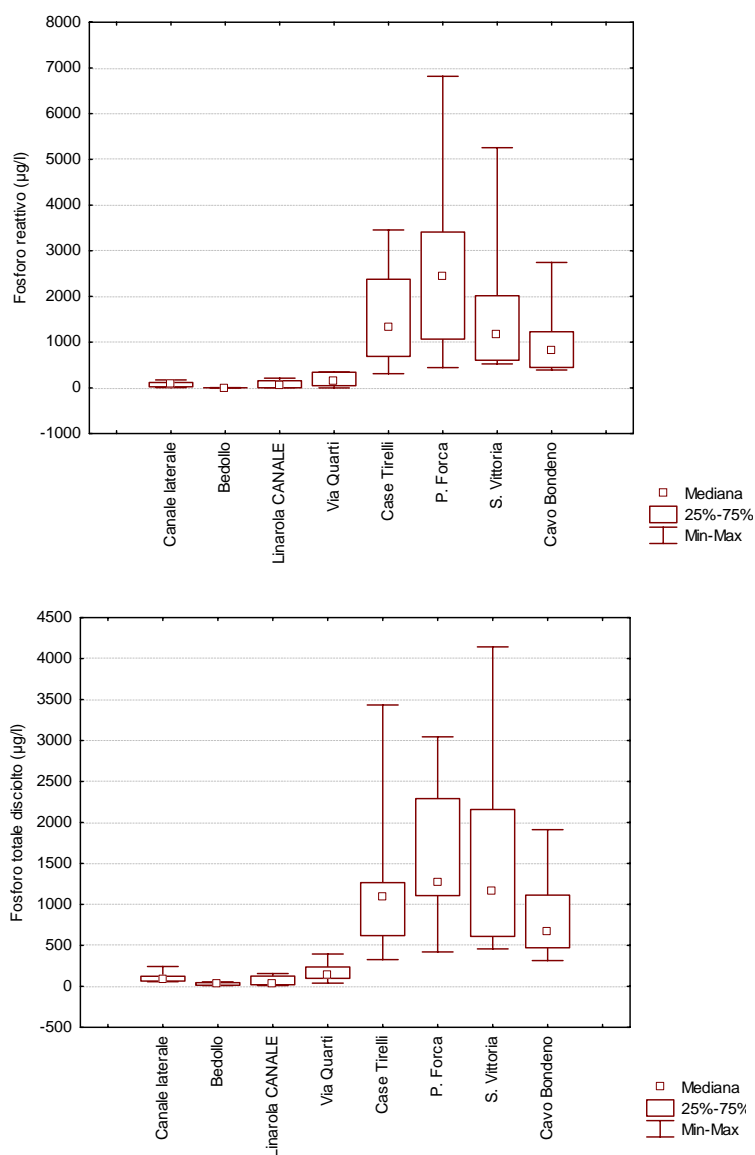


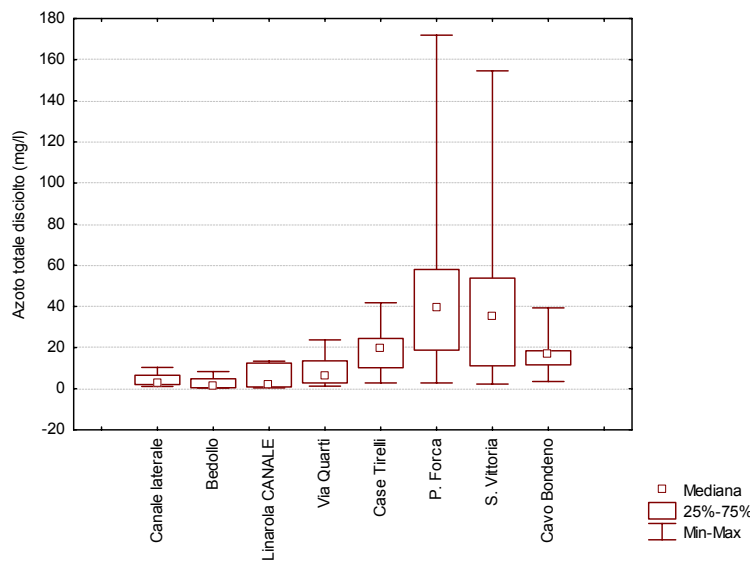
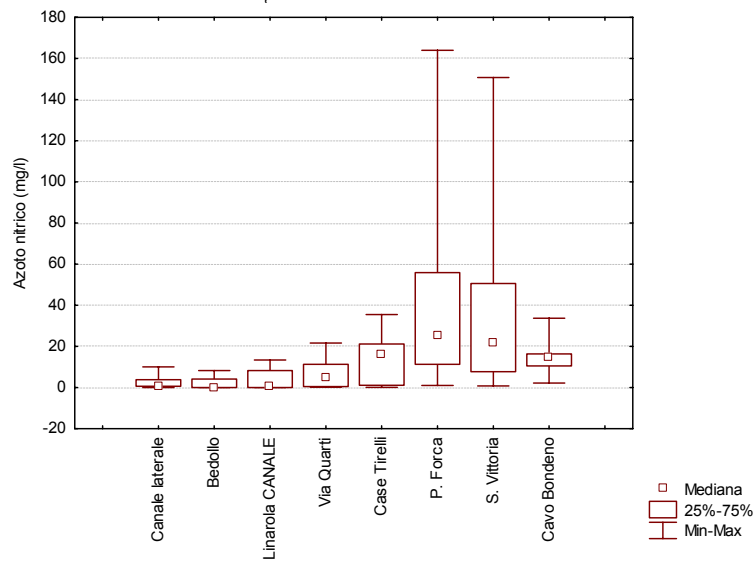
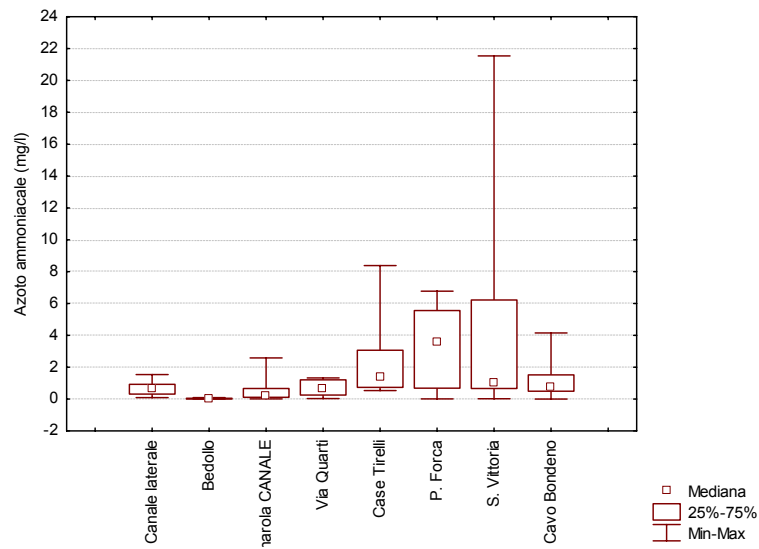
Fig. 3.5 - Concentrazioni medie annuali di fosforo nelle diverse stazioni di monitoraggio

Per quanto riguarda la chimica delle tre stazioni poste su canali adiacenti ai punti di prelievo delle acque sub-superficiali (Linarola e Bedollo), i valori di conducibilità e concentrazione principali nutrienti risultano globalmente inferiori a quelli misurati nelle altre stazioni. Tra loro, le stazioni Canale Bedollo, Cavetto Campagnola e Canale Linarola (F, G, H ed I), mostrano caratteristiche chimiche delle acque simili e livelli di nutrienti paragonabili. Anche gli ioni solfato, cloro, sodio, potassio, calcio e magnesio risultano essere presenti in concentrazioni piuttosto ridotte rispetto a quelle rilevate negli altri cinque punti di monitoraggio.

Le caratteristiche chimiche delle tre stazioni appena descritte sono sintetizzate nei grafici e nelle tabelle che seguono (Fig. 3.6, Tab. 3.6 e 3.7).

Figura 3.6 - Grafici Box-and-whisker delle concentrazioni dei principali nutrienti, misurate sulle stazioni di campionamento F (la denominazione “Canale laterale” si riferisce alla stazione “Cavetto Campagnola”), G ed H. Per ogni stazione sono indicati la mediana, il massimo, il minimo, il venticinquesimo ed il settantacinquesimo percentile, calcolati sulla serie di dati raccolti da novembre 2007 gennaio 2009.





Tab. 3.6– Descrittori statistici dei parametri chimici registrati presso l'area F (cavetto Campagna).

CAVETTO CAMPAGNOLA	Media	Mediana	Valore Minimo	Valore Massimo	25° percentile	75° percentile	Dev. standard
pH	8	8	7	9	8	8	0
Conducibilità (μS/cm)	1049	1078	555	1241	1058	1162	210
N-NH4 (mg/l)	1	1	0	2	0	1	0
N-NO3 (mg/l)	3	1	0	10	1	4	3
SO4 (mg/l)	126	140	54	159	108	149	35
Cl (mg/l)	127	127	55	180	102	161	42
Ca (mg/l)	103	103	62	133	93	119	22
Mg (mg/l)	33	36	17	45	24	43	11
Na (mg/l)	86	88	38	117	68	111	28
K (mg/l)	7	8	5	9	6	9	2
P-PO4 (μg/l)	72	68	8	175	22	118	59
Fosforo totale disciolto (μg/l)	105	81	57	243	66	123	62
Azoto inorganico (mg/l)	3	2	0	10	1	5	3
Azoto totale disciolto (mg/l)	4	3	1	10	2	7	3

Tab. 3.7 - Descrittori statistici dei parametri chimici registrati presso l'area G (Canale Bedollo).

CANALE BEDOLLO	Media	Mediana	Valore Minimo	Valore Massimo	25° percentile	75° percentile	Dev. standard
pH	8	8	7	8	8	8	0
Conducibilità (μS/cm)	786	879	382	1005	569	1003	293
N-NH4 (mg/l)	0	0	0	0	0	0	0
N-NO3 (mg/l)	2	0	0	8	0	4	4
SO4 (mg/l)	90	77	48	157	61	118	47
Cl (mg/l)	87	79	15	176	28	146	73
Ca (mg/l)	70	77	44	82	59	81	17
Mg (mg/l)	13	12	10	16	10	15	3
Na (mg/l)	53	45	11	113	16	90	47
K (mg/l)	5	4	3	7	4	6	1
P-PO4 (μg/l)	3	3	2	6	2	5	2
Fosforo totale disciolto (μg/l)	30	27	10	55	14	46	20
Azoto inorganico (mg/l)	2	0	0	8	0	4	4
Azoto totale disciolto (mg/l)	3	1	0	8	1	5	4

3.1. Variazioni stagionali dei parametri chimici

E' bene precisare che questi valori di concentrazione non troverebbero pieno significato se non messi in relazione con le condizioni stagionali dell'alveo nell'istante in cui sono stati misurati e con quanto accaduto nel periodo precedente.

Un aspetto che indubbiamente influenza le concentrazioni in alveo è il tirante idrico presente al momento del campionamento. Durante il periodo invernale l'acqua presente nei canali trova origine solamente dagli scarichi puntuali e dagli eventi di pioggia, quindi ci si possono aspettare condizioni di maggiore diluizione durante le stagioni estiva quando vengono introdotti i volumi destinati alle attività di irrigazione.

Nella pagina seguente sono state riportate alcune fotografie effettuate in corrispondenza dei punti di misurazione "Ponte Forca" e "Case Tirelli" durante i prelievi dei campioni da analizzare; si potrà così apprezzare la variazione del tirante idrico durante l'anno.



Fig. 3.7– Fotografie del punto di misurazione Case Tirelli effettuate nei giorni in cui sono stati prelevati i campioni.



Fig. 3.8 – Fotografie del punto di misurazione Ponte Forca effettuate nei giorni in cui sono stati prelevati i campioni.

Una ulteriore considerazione degna di rilievo si può riscontrare sovrapponendo la variazione delle concentrazioni nel corso dell'anno con le altezze di pioggia misurate dai pluviometri adiacenti all'area oggetto di studio. L'istogramma che rappresenta le altezze di pioggia si riferisce all'altezza d'acqua caduta nell'arco di una settimana.

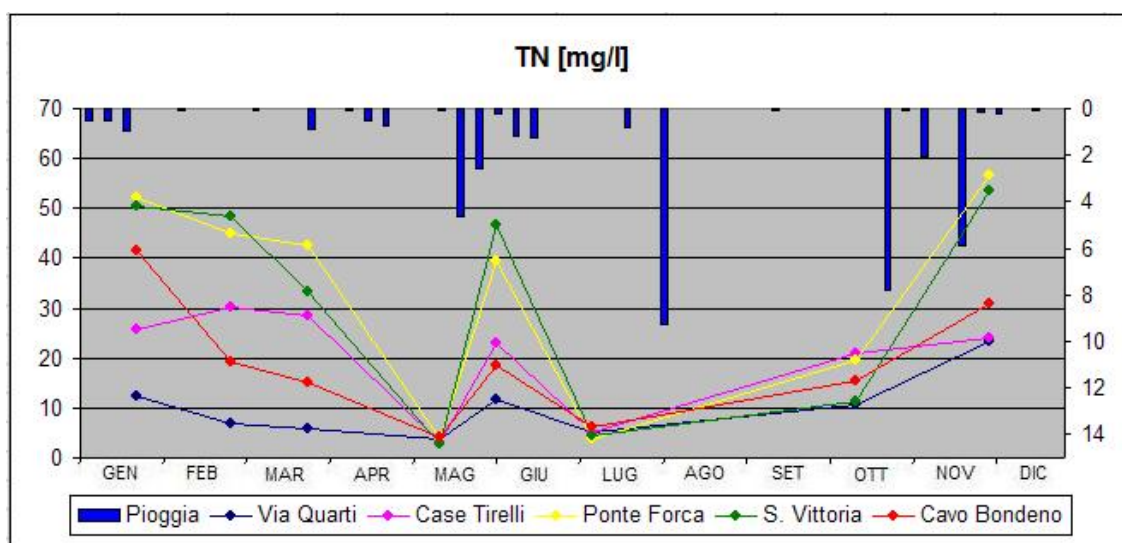
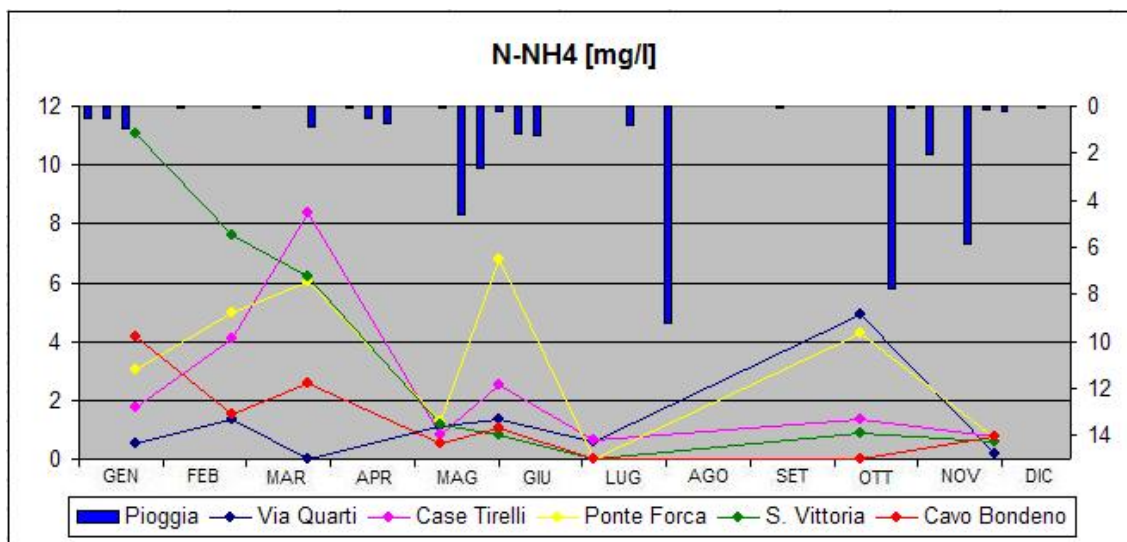


Fig. 3.9 – Andamento nel tempo di azoto organico e ammoniacale sovrapposto alle altezze di pioggia caduta.

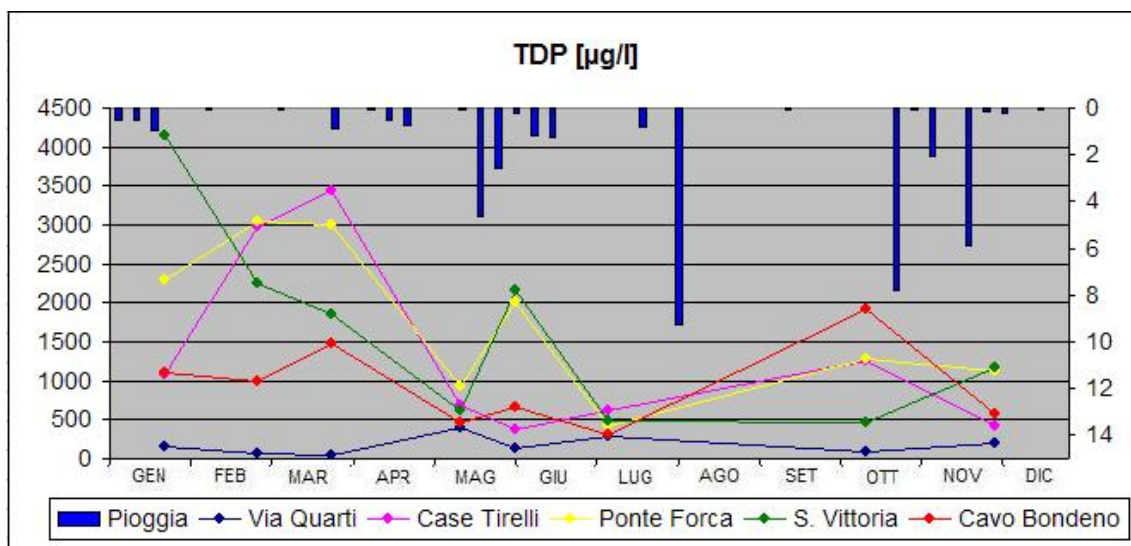
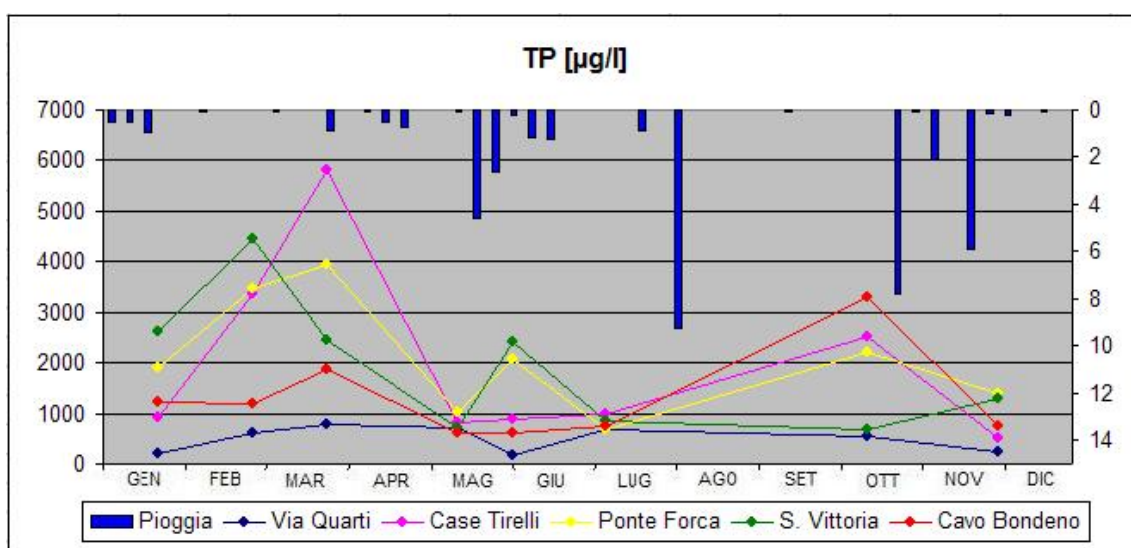


Fig. 3.10 – Andamento nel tempo di fosforo organico e fosforo disciolto sovrapposto alle altezze di pioggia caduta.

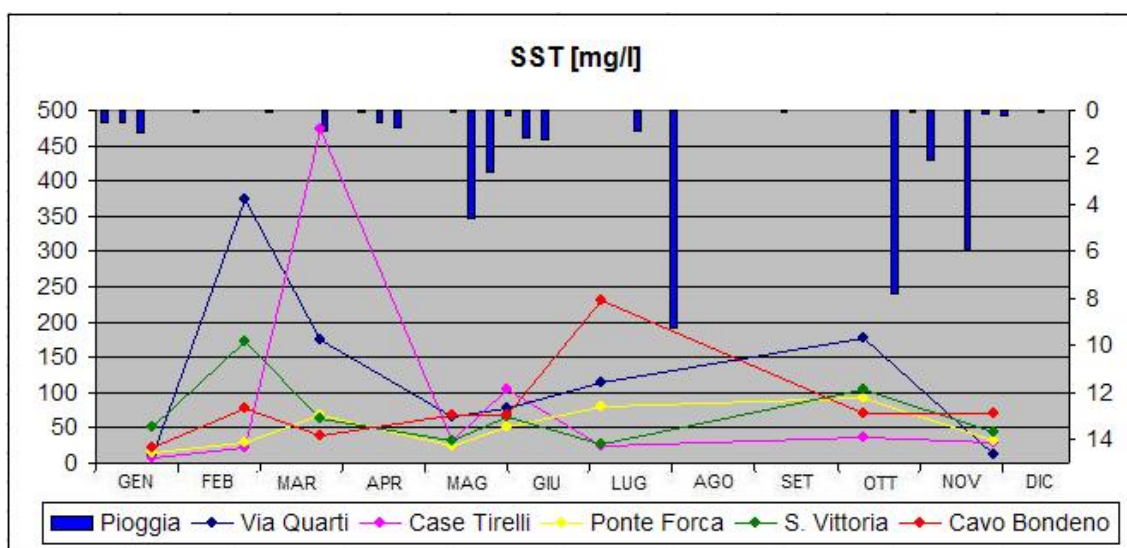
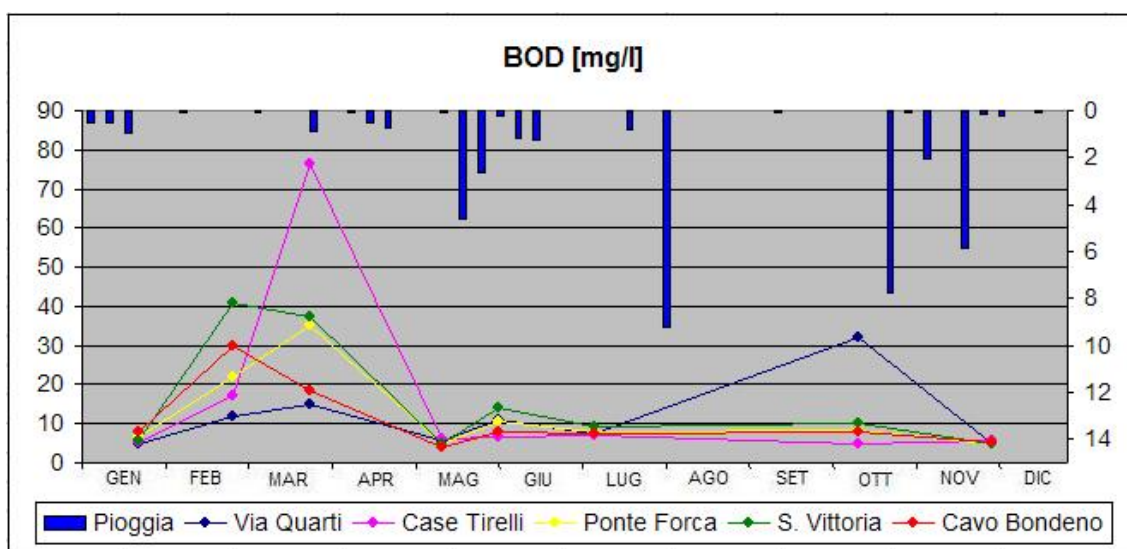


Fig. 3.11 – Andamento nel tempo di BOD₅ e di solidi sospesi sovrapposto alle altezze di pioggia caduta.

In generale nel bacino studiato si osservano notevoli differenze tra il periodo irriguo e il periodo non irriguo. La gestione irrigua, infatti, influenza notevolmente la quantità e la qualità delle acque presenti nei canali. Nel periodo irriguo i canali sono invasi e il flusso è continuo su tutta l'asta considerata, mentre nel periodo non irriguo la portata diminuisce drasticamente e il flusso dell'acqua molto spesso si interrompe lasciando localmente solo alcune pozze.

Dal punto di vista dei nutrienti, questo si riflette in nette variazioni nelle concentrazioni dei nutrienti che possono raggiungere valori decisamente elevati. Considerando, ad esempio, il fosforo totale, si osservano concentrazioni decisamente maggiori nel periodo non irriguo che diminuiscono notevolmente dopo l'invasamento dei canali.

Un aumento delle concentrazioni si è osservato, però, anche nel giugno 2008, periodo irriguo, successivamente ad un evento di precipitazioni particolarmente intense. In questo caso le elevate concentrazioni misurate possono essere attribuibili principalmente a fenomeni di dilavamento (Fig. 3.12).

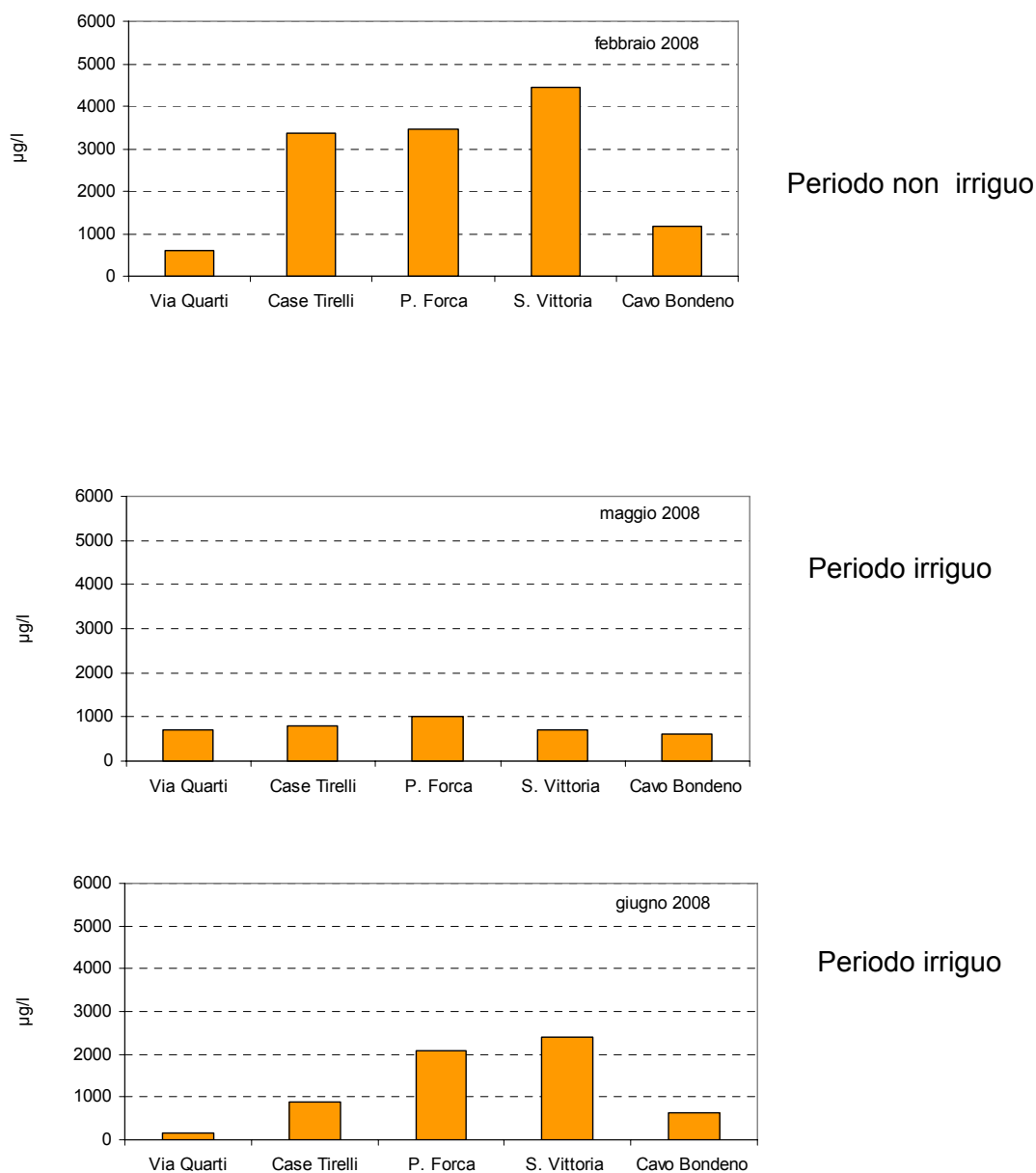


Fig. 3.12 - Concentrazioni di fosforo totale misurate in tre periodi diversi dell'anno.

Anche nel caso del nitrato occasionalmente possono essere raggiunte concentrazioni elevate e legate ancora una volta al periodo non irriguo (Fig. 3.13).

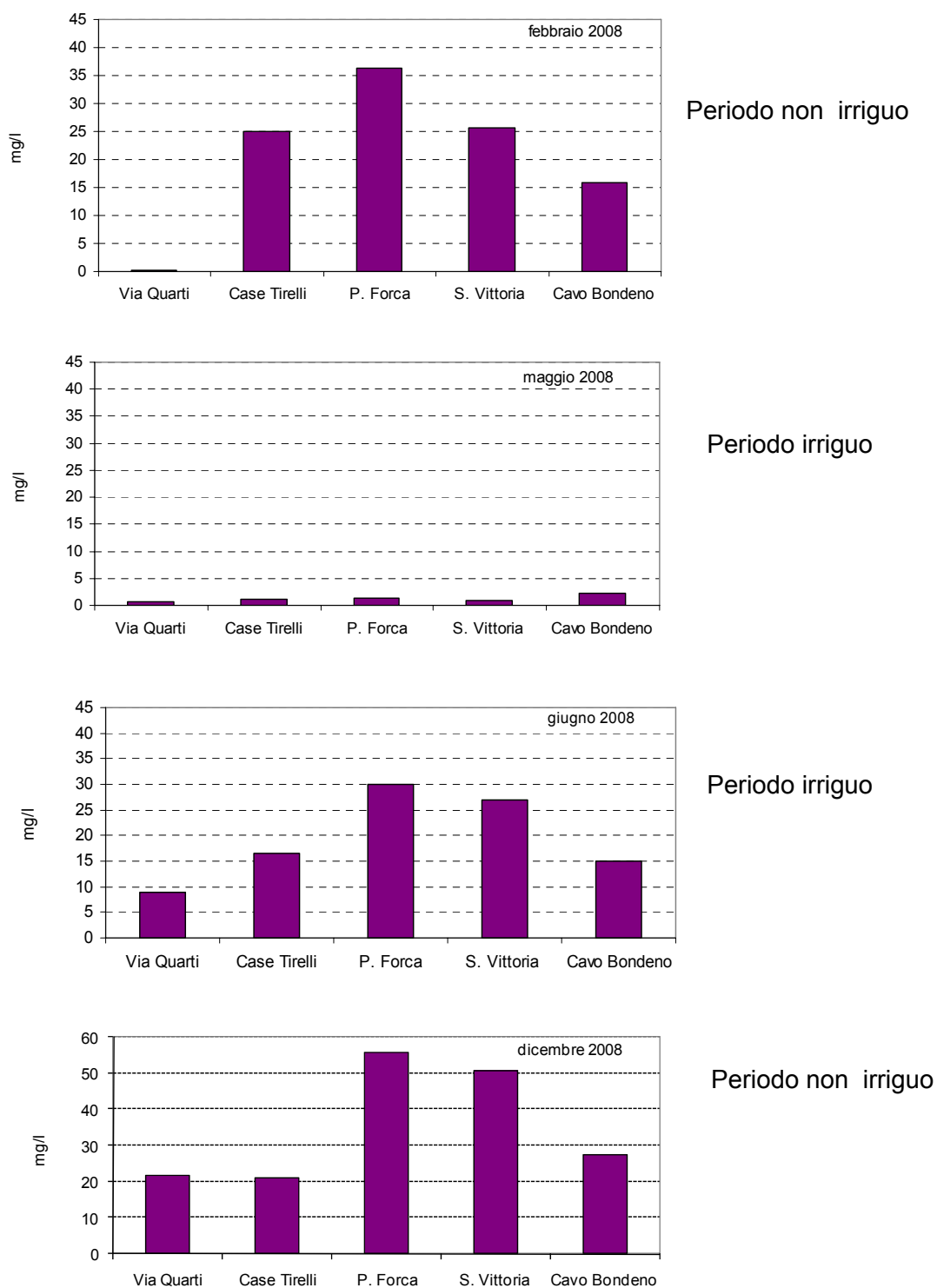


Fig. 3.13 - Concentrazioni di azoto nitrico misurate in periodi diversi dell'anno.

Un andamento simile si osserva anche per l'azoto ammoniacale (Fig. 3.14).

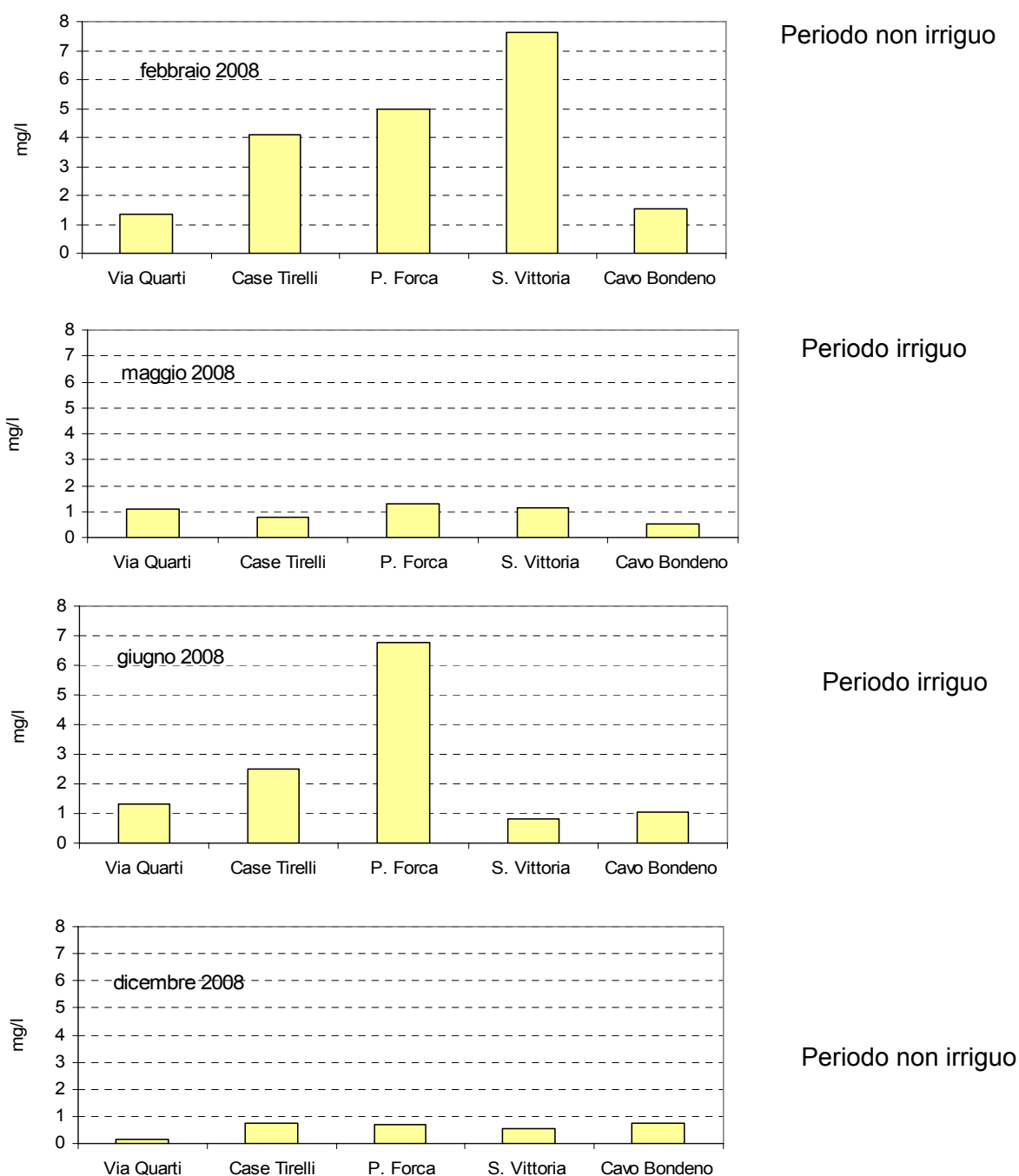


Fig. 3.14 - Concentrazioni di azoto ammoniacale misurate in tre periodi diversi dell'anno.

Diversamente si osserva, invece, per BOD e solidi sospesi dove la diminuzione della portata nell'inverno 2008-2009 non ha portato, almeno per quanto riguarda il campionamento di dicembre, ad un decisivo aumento delle concentrazioni come era stato osservato nell'anno precedente. La relazione tra portata dei canali e i concentrazioni misurate non è ancora del tutto chiara. Anche le precipitazioni

sembrano, infatti, giocare un ruolo fondamentale, dal momento che da un lato possono dilavare i nutrienti dai terreni agricoli, dall'altro possono, nel periodo invernale, diluire gli elevati livelli di soluti presenti nei ridotti volumi d'acqua dei canali (Fig. 3.15 e Fig. 3.16).

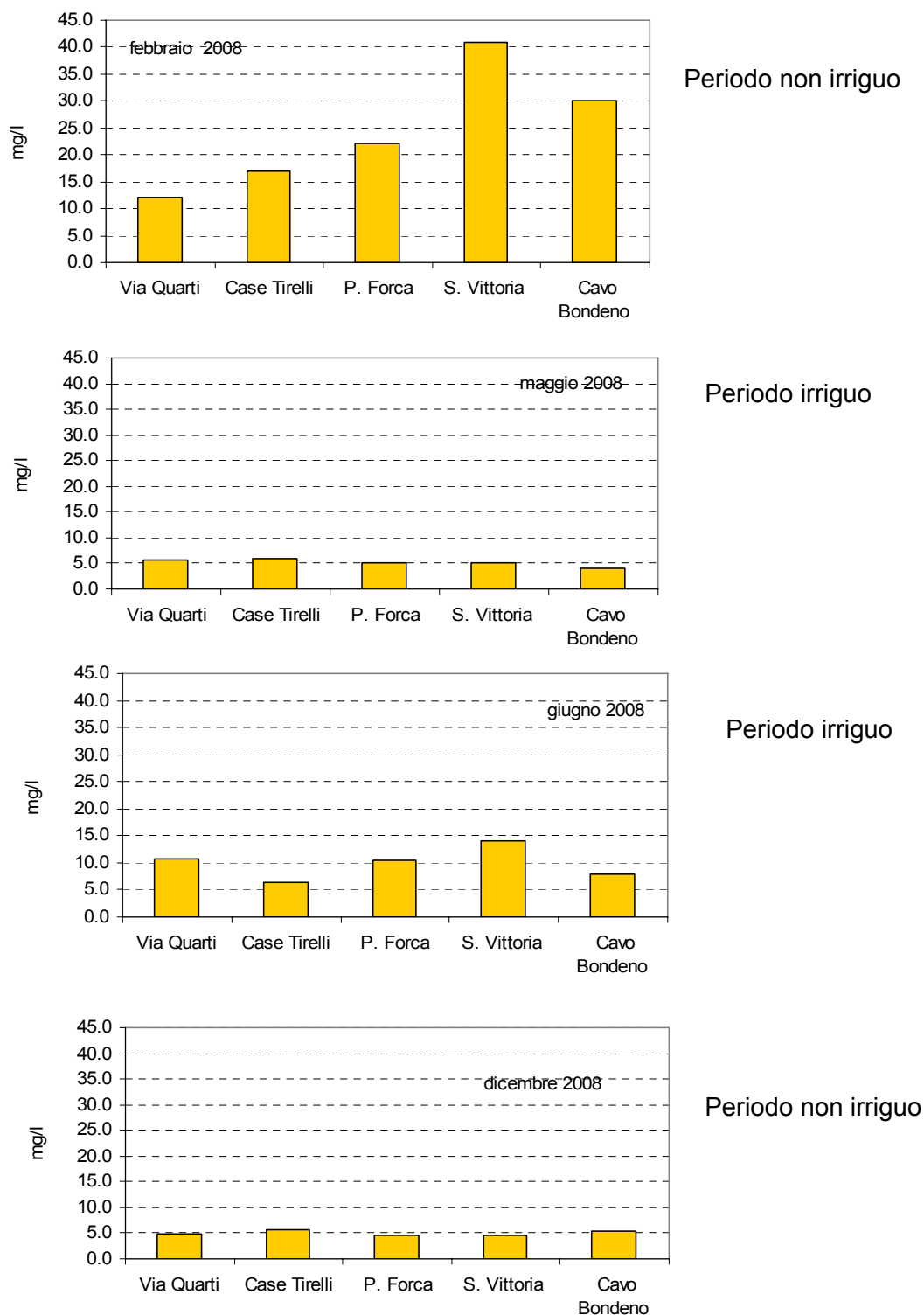
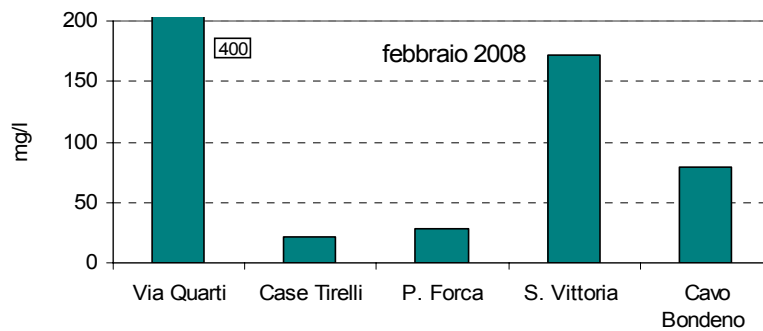
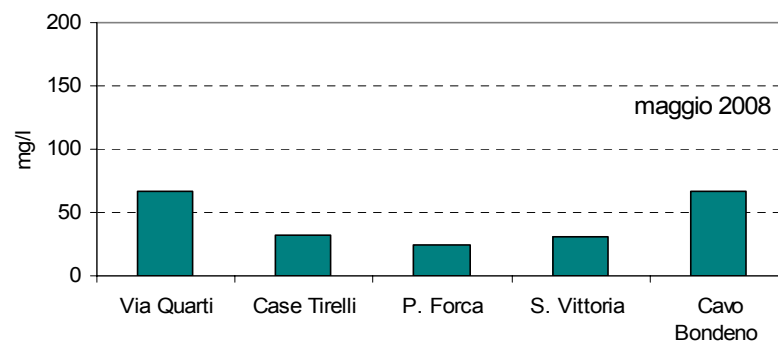


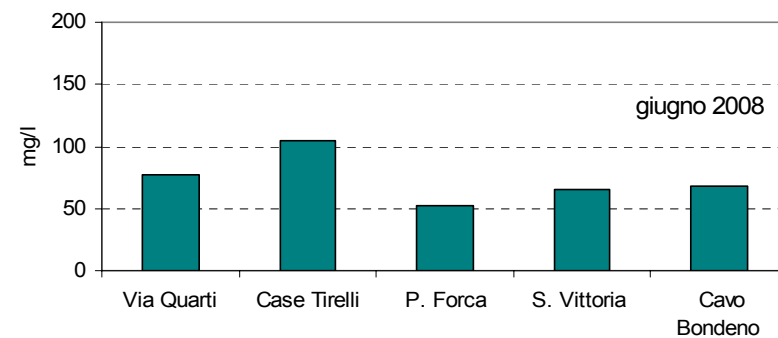
Fig.3.15 - livelli di BOD misurati in periodi diversi dell'anno.



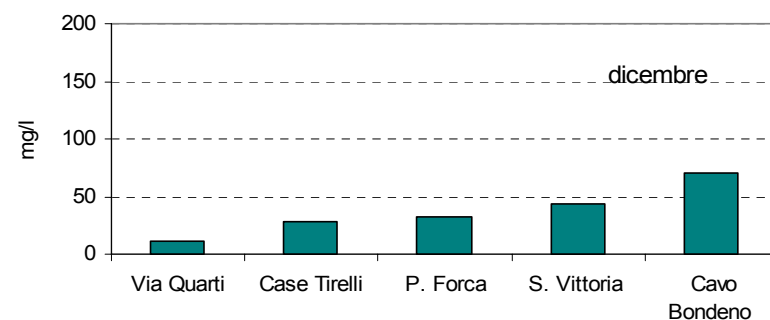
Periodo non irriguo



Periodo irriguo



Periodo irriguo



Periodo non irriguo

fig.3.16 - concentrazione di solidi sospesi misurate in periodi diversi dell'anno

3.2. Dati sperimentali dal progetto Mancasale (RE)

Al fine della valutazione del comportamento qualitativo dei canali e per validare anche i dati sperimentali raccolti si sono presi in considerazione anche alcuni dati desunti dal “Progetto di riuso delle acque reflue del depuratore di Mancasale (RE)”, promosso dal Consorzio della Bonifica Parmigiana Moglia-Secchia (BPMS) in collaborazione con Arpa – Sez. Prov. Reggio Emilia, ENIA (l’azienda che gestisce il depuratore) e CIRF (Centro Italiano di Riqualificazione Fluviale); gli obiettivi generali di tale progetto erano l’ottimizzazione dell’uso delle risorse idriche mediante il riutilizzo a fini irrigui delle acque provenienti dal depuratore di Mancasale (Reggio Emilia) e il miglioramento della qualità delle acque tramite lo sfruttamento della capacità di “autodepurazione” della rete dei canali di bonifica.

Tra i punti di campionamento utilizzati nel progetto citato, alcuni sono situati lungo l’asta principale della rete del bacino pilota quindi diventa possibile un impiego dei relativi dati per un confronto con lo studio effettuato.

I dati di fatto confermano l’ordine di grandezza dei dati riscontranti e l’andamento crescente dei valori da monte verso valle.



Fig. 3.17 – Stazioni di campionamento progetto depuratore Mancasale (RE).

Tab. 3.8 – Concentrazione nutrienti ottenute il 13 luglio 2005.

stazioni	N-NO ₃	N-NO ₂	N-NH ₄	SRP	SST
	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[mg/l]
Q	950	235	181	39	474.3
R	1011	180	127	32	256
S	1486	193	210	71	160
T	1370	244	363	85	341.3
U	1258	268	458	94	367.5
Z	1084	265	548	89	346.3

Tab. 3.9 – Concentrazione nutrienti ottenute il 30 agosto 2005.

stazioni	N-NO ₃ -	N-NO ₂ -	N-NH ₄ +	SRP	SST
	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[mg/l]
Q	261	104	421	74	82
R	1075	238	4945	118	111.3
S	811	120	7328	299	140
T	1098	248	5708	336	93.3
U	1057	245	5536	363	103.3
Z	767	191	5168	190	112.5

4. CAMPIONAMENTO INTENSIVO

In data 14/6/2008, in occasione di un evento di pioggia significativo con un quantitativo orario maggiore di 40 mm, è stato attivato il campionatore automatico sito nella stazione di S. Vittoria che ha consentito di registrare la portata in continuo e di campionare l'acqua superficiale con una frequenza oraria. Nell'arco di 11 ore il livello dell'acqua è aumentato di circa 80 cm (Fig. 4.1). Sono stati raccolti 18 campioni, a partire dalle 4:20 del 14/6 fino alle 7:20 del giorno successivo, ogni ora. Sui campioni raccolti sono stati determinati tutti i parametri chimici normalmente analizzati sulle acque superficiali.

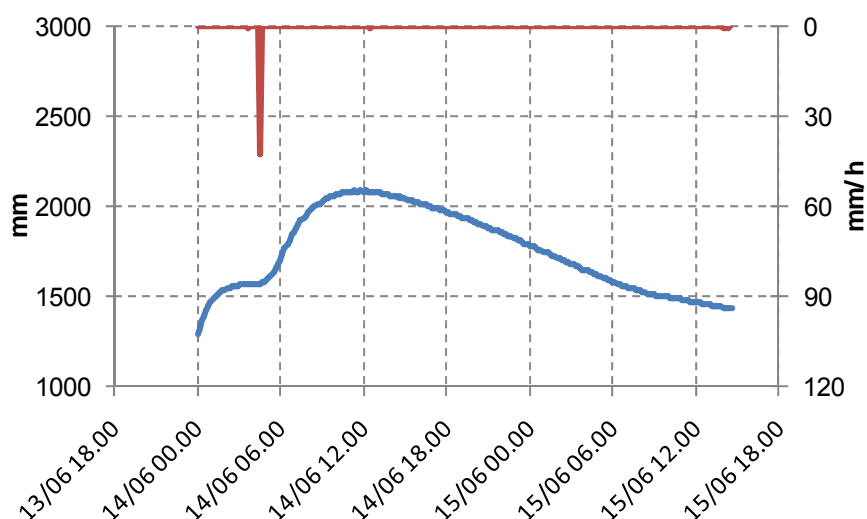


Fig. 4.1 – Variazioni delle precipitazioni (mm h^{-1}) e del livello idrometrico a S. Vittoria, tra il 14 e il 15/6/2008.

I risultati relativi ai parametri più significativi sono presentati nei seguenti grafici insieme alle variazioni di livello.

Come atteso, i solidi sospesi (SST) mostrano un andamento opposto a quello del livello, cioè mostrano un picco nella fase iniziale dell'evento piovoso corrispondente alla fase di dilavamento dei suoli con formazione di un flusso molto ricco di particellato sospeso. Quando la portata raggiunge il massimo prevale un effetto di diluizione che fa diminuire la concentrazione dei SS da 950 mg/l a circa 200 mg/l.

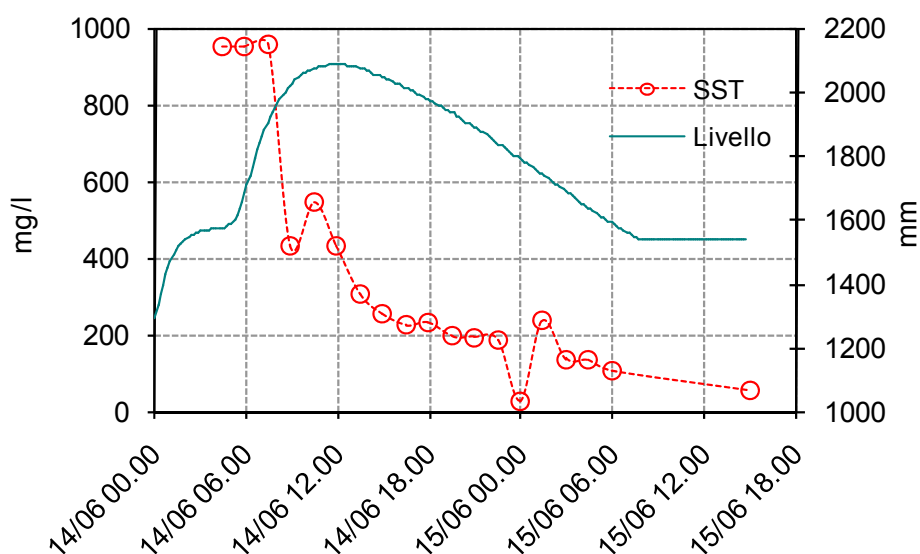


Fig. 4.2 - Concentrazioni dei solidi sospesi e livello idrometrico a S. Vittoria, tra il 14 e il 15/6/2008.

Inaspettatamente, delle altre specie chimiche analizzate, solo i nitriti 'presentano un andamento simile con concentrazione massima iniziale che poi diminuisce con l'aumentare del livello idrometrico.

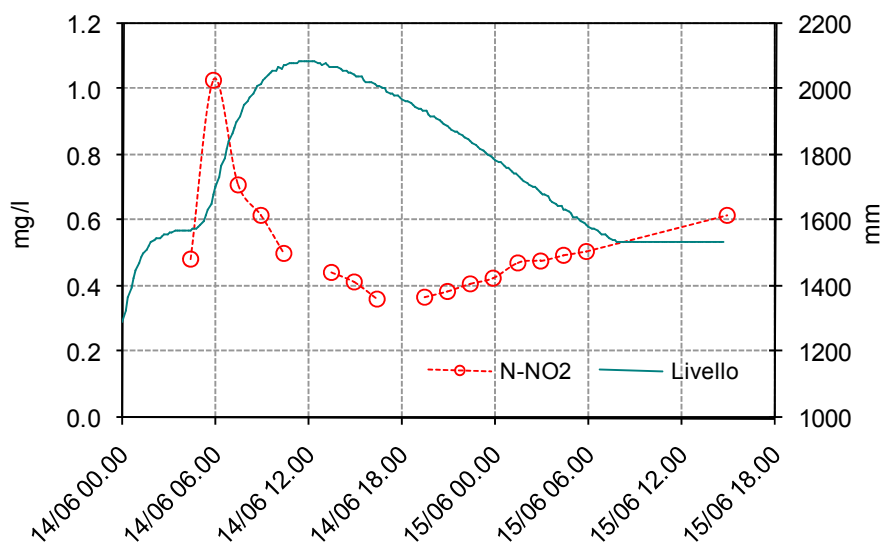


Fig. 4.3 - Concentrazioni dei nitriti e livello idrometrico a S. Vittoria, tra il 14 e il 15/6/2008.

Come si può osservare dalle figure 4.4 e seguenti il BOD, l'azoto ammoniacale e l'ortofosfato presentano un picco molto elevato intorno alla quindicesima ora che fa innalzare le concentrazioni rispettivamente di 5, 25 e 5 volte. Cationi come Na e K mostrano lo stesso andamento.

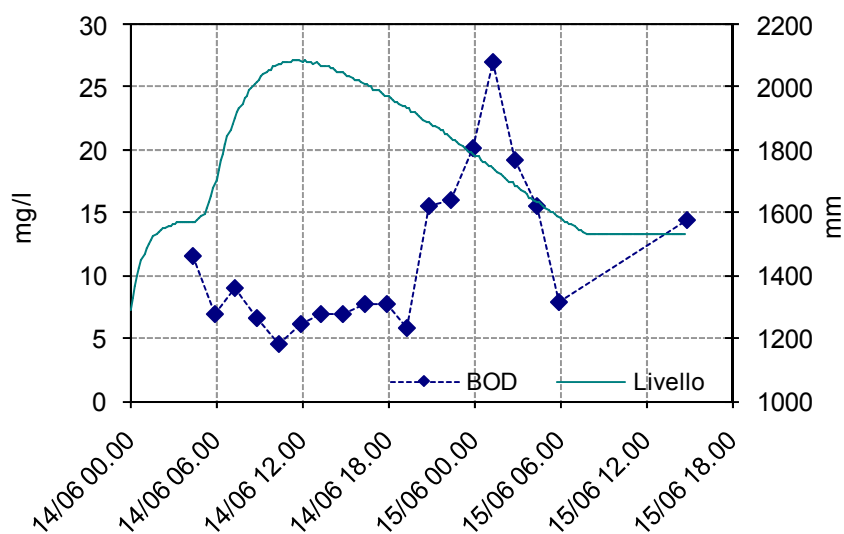


Fig.4.4 - Concentrazioni del BOD e livello idrometrico a S. Vittoria, tra il 14 e il 15/6/2008.

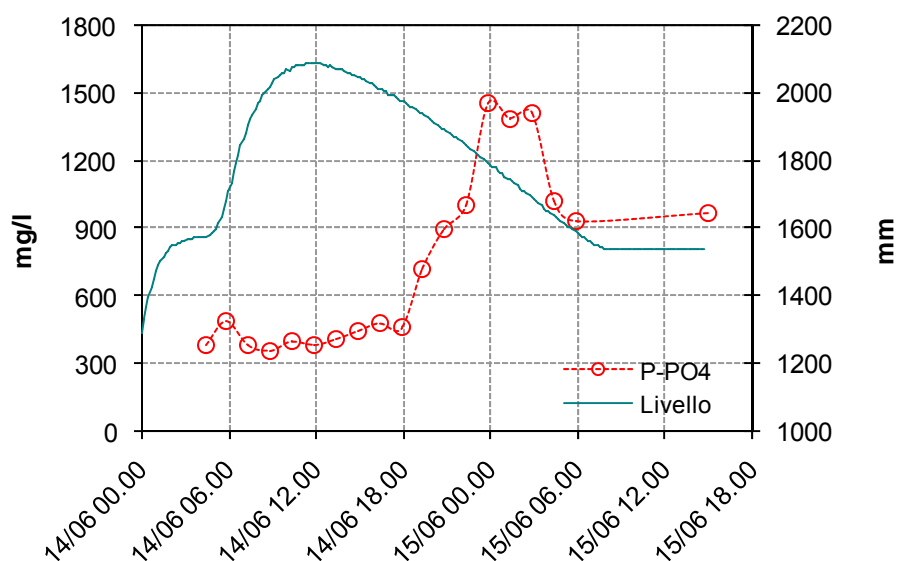


Fig. 4.5 - Concentrazioni dell'ortofosfato e livello idrometrico a S. Vittoria, tra il 14 e il 15/6/2008.

L'azoto nitrico, analogamente ad altre specie chimiche come Ca e Mg, aumenta progressivamente fino a raggiungere una concentrazione tripla rispetto alla partenza al termine dell'evento, dopo 18 ore (Fig. 4.6).

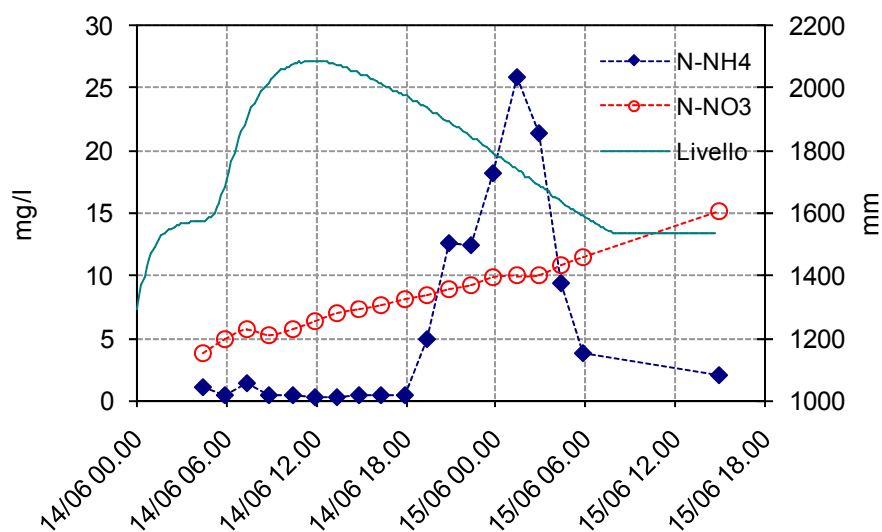


Fig 4.6 - Concentrazioni dell'azoto nitrico e ammoniacale, e livello idrometrico a S. Vittoria, tra il 14 e il 15/6/2008

Il comportamento descritto per BOD, P-PO₄ e NH₄ non può essere messo in relazione con le precipitazioni e conseguentemente con il dilavamento e le variazioni di livello. Date la possibili origine di questo composto, cioè un inquinamento di tipo organico (scarico civile o zootecnico), possiamo ipotizzare la presenza di uno scarico abusivo lungo l'asta idrometrica, probabilmente, in termini di quantitativi d'acqua, esiguo, ma decisamente molto concentrato.

Un secondo evento di pioggia significativo è stato monitorato tra il 31 marzo e il 2 aprile 2009 con raccolta di campioni ogni ora e mezza dalle 20:22 del 31/3 fino alle 9:52 del 1/04, e ogni 3 ore per il periodo restante cioè fino alle 3:52 del 2/04. La portata ha raggiunto un picco di 0.66 m³/sec, superiore di 5 volte al valore iniziale (0.13 m³/sec).

Durante questo secondo evento tutte le specie chimiche analizzate hanno mostrato un tipico andamento con concentrazioni che hanno raggiunto un picco nella prima fase dell'evento, cioè prima che il livello idrometrico avesse raggiunto il massimo.

I solidi sospesi e il BOD hanno quadruplicato le loro concentrazioni rispettivamente al quarto (dopo 6 ore) e terzo campionamento (dopo 4.5 ore). Anche il livello dell'azoto ammoniacale è aumentato da 0.7 a 3.0 mg/l in 6 ore, mentre l'azoto nitrico e l'ortofosfato, specie più solubili e mobili, probabilmente hanno raggiunto il corpo recettore in anticipo rispetto alle altre specie chimiche, quindi prima dell'inizio del campionamento, e hanno raggiunto le concentrazioni massime già al secondo campionamento cioè dopo 3 ore.

Entrambi gli eventi monitorati sono quindi molto significativi: nel primo caso a seguito di uno scarico puntuale le concentrazioni hanno raggiunto in generale concentrazioni più alte, mentre nel secondo evento tutti gli incrementi osservati, più contenuti, sono da attribuire al dilavamento dei campi coltivati.

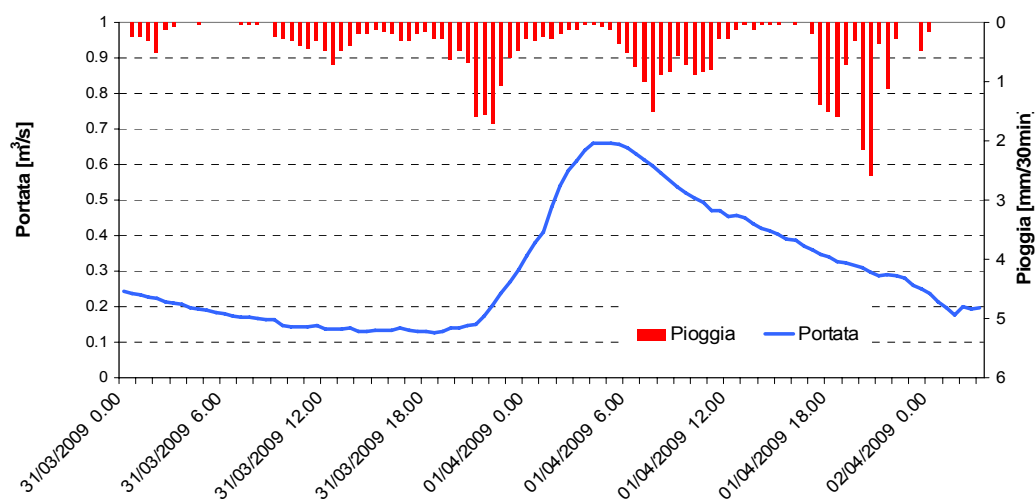


Fig. 4.7 - Variazioni delle precipitazioni (mm/30 min) e della portata (m³/s) a S. Vittoria, tra il 31/3 e il 2/04/2009.

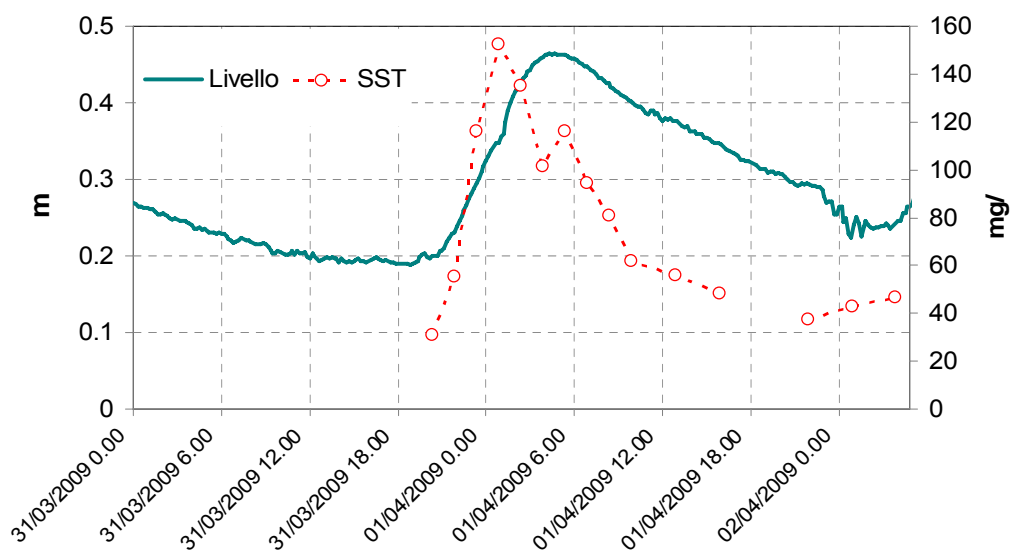


Fig. 4.8 - Concentrazioni dei solidi sospesi e livello idrometrico a S. Vittoria, tra il 31/3 e il 2/04/2009.

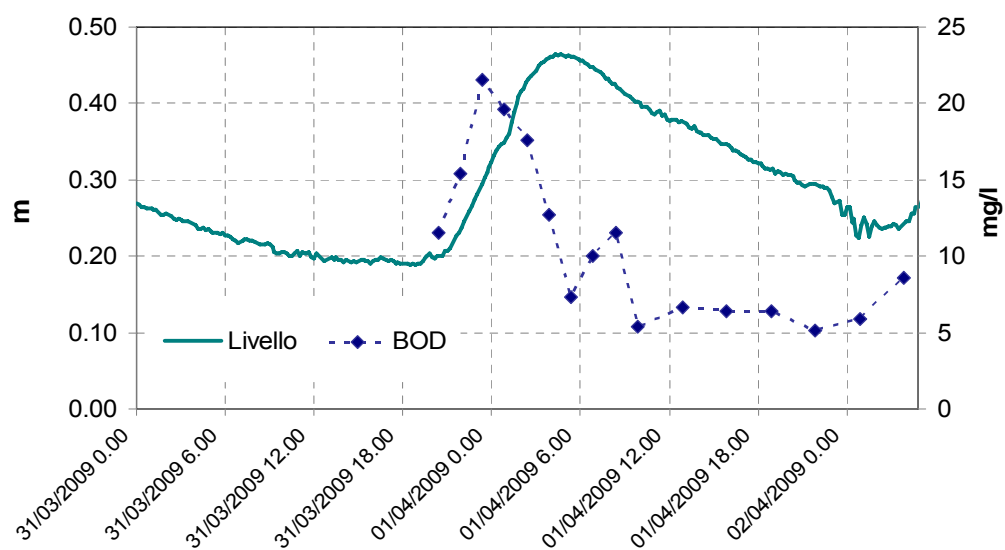


Fig. 4.9 - Concentrazioni del BOD (mg/l) e livello idrometrico a S. Vittoria, tra il 31/3 e il 2/04/2009.

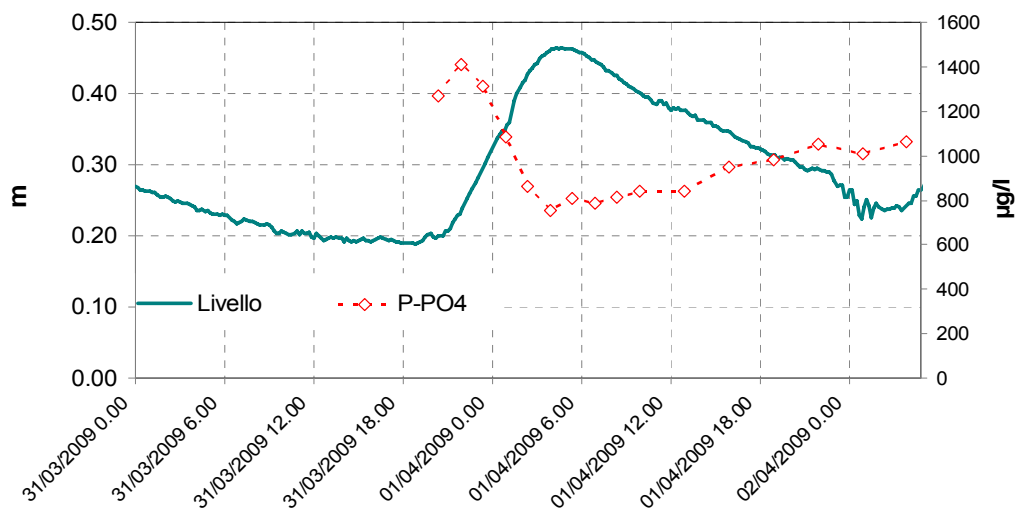


Fig. 4.10 - Concentrazioni dell'ortofosfato (µg/l) e livello idrometrico a S. Vittoria, tra il 31/3 e il 2/04/2009.

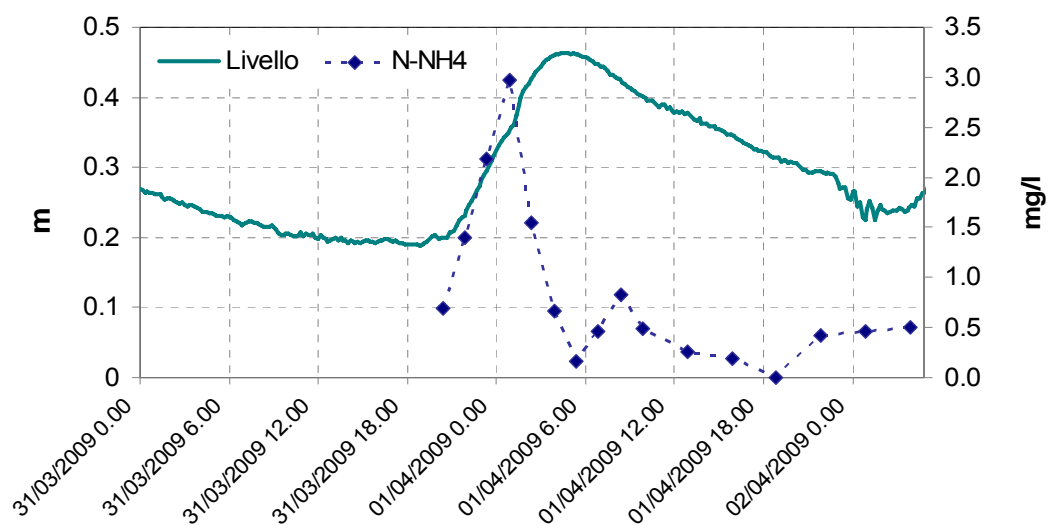


Fig. 4.11 - Concentrazioni di azoto ammoniacale (mg/l) e livello idrometrico a S. Vittoria, tra il 31/3 e il 2/04/2009.

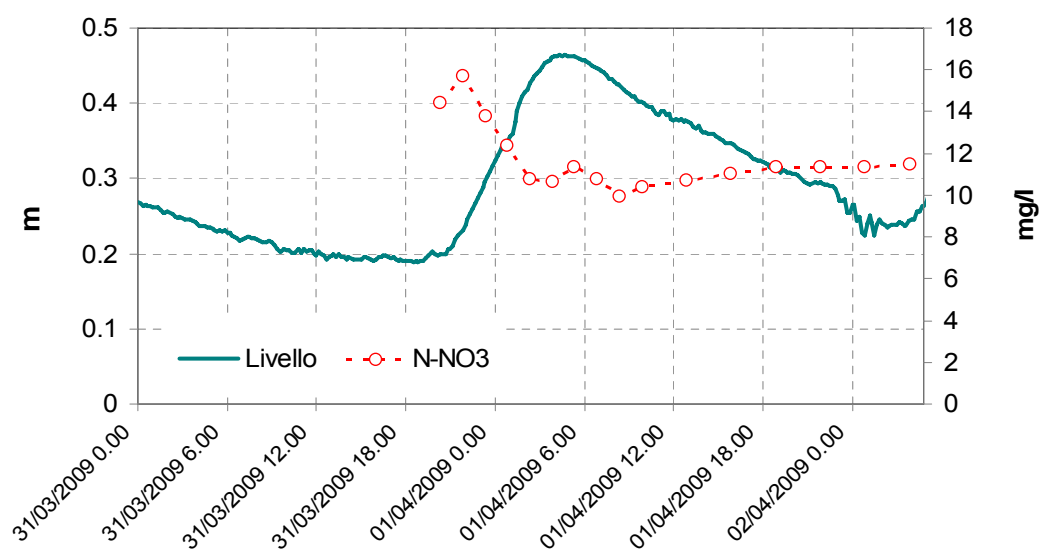


Fig. 4.12 - Concentrazioni di azoto nitrico (mg/l) e livello idrometrico a S. Vittoria, tra il 31/3 e il 2/04/2009.

5. QUALITÀ DELLE ACQUE SUPERFICIALI

Un'indicazione della qualità delle acque prelevate nelle cinque stazioni di monitoraggio collocate lungo l'asta principale del bacino considerato può essere ricavata confrontando i livelli di fosforo totale, azoto nitrico, azoto ammoniacale e BOD misurati nelle stazioni collocate lungo l'asta con i limiti di qualità previsti per le acque superficiali dal D.lgs 152/99.

Tab. 5.1 - Tabella dei macrodescrittori dell'allegato 1 al D.Lgs 152/99 e s.m.i.

	1	2	3	4	5
BOD5 (O ₂ mg/l)	<2.5	≤ 4	≤ 8	≤ 15	>15
NH ₄ (N mg/l)	<0.03	≤0.1	≤0.5	≤1.5	>1.5
NO ₃ (N mg/l)	<0.3	≤1.5	≤5	≤10	>10
Fosforo totale (P mg/l)	<0.07	≤0.15	≤0.30	≤0.60	>0.60

Nel caso del fosforo totale, considerando il 75° percentile dei dati raccolti (tab.5.1), si osserva come tutte le cinque stazioni considerate raggiungano i limiti previsti per la quinta classe. In generale i valori maggiori sono da considerarsi relativi al periodo non irriguo.

Anche il nitrato presenta lo stesso andamento, superando per tutte le stazioni il valore limite di 10 N mg/l. Per quanto riguarda l'azoto ammoniacale, i livelli si collocano in 5° classe già a partire dalla seconda stazione (Case Tirelli), mentre per BOD si classificano tra la 3° e la 5° classe a seconda della stazione considerata.

E' da notare come anche Via Quarti, caratterizzata da un piccolo bacino esclusivamente agricolo, presenti comunque livelli di fosforo totale, nitrato, ammonio e BOD principalmente legati al periodo non irriguo attribuibili alle classi 4°-5°.

Le acque superficiali campionate nella presente indagine provengono prevalentemente da canali ad uso promiscuo e non sono classificate tra i corpi idrici significativi da monitorare in base alla D.lgs 152/99. La legislazione vigente fornisce i riferimenti per una corretta gestione delle risorse destinate a scopi irrigui ma, analogamente a molti altri Paesi Europei, non fissa standard di qualità per l'uso dell'acqua in ambito agricolo. Tali acque, oltre a contenere livelli elevati di nutrienti, potrebbero essere interessate, direttamente o indirettamente, dallo sversamento di reflui di attività antropiche e contenere composti chimici e biologici potenzialmente dannosi per le colture o per l'uomo, con effetti sia a breve che a lungo termine. Proprio in relazione alle problematiche sopra esposte, molti autori ed istituzioni hanno proposto, nel corso degli ultimi decenni, criteri di classificazione delle acque

naturali da utilizzare in ambito agricolo. Tra gli altri, in Italia è stata definita una classificazione elaborata da Giardini, Borin e Grigolo (1993), che mira alla definizione di uno strumento più completo di quelli esistenti, da ottenere attraverso l'integrazione di informazioni relative sia alle acque usate sia alle condizioni agronomico-ambientali del comprensorio irriguo. A tal fine, i parametri di qualità dell'acqua irrigua vengono riuniti, in funzione delle loro caratteristiche e della loro pericolosità, in tre gruppi, denominati A, B e C, corrispondenti, rispettivamente, ai parametri chimici fondamentali, ai parametri microbiologici e a quelli complementari. I parametri del gruppo A possono dar luogo a fenomeni di fitotossicità o accumulo; i parametri del gruppo B possono determinare implicazioni di origine igienico-sanitaria, per cui influenzano sia la metodologia di applicazione dell'acqua, sia il tipo di coltura irrigata; i parametri del gruppo C, infine, forniscono indicazioni sullo stato del corpo idrico utilizzato per l'approvvigionamento. Per ciascun gruppo di parametri sono state individuate le classi di qualità irrigua, che definiscono le modalità di apporto delle acque ed il loro dosaggio.

Se si confrontano i valori misurati nelle stazioni di monitoraggio con i limiti di accettabilità per i parametri complementari proposti da Giardini et al. nel 1993 si osserva come solo il BOD e l'azoto eccedono in alcuni casi i limiti proposti per la classe A (Tab. 5.2).

Tab. 5.2 – Classificazione delle acque secondo la classificazione di Giardini et al., 1993

		Classe A	Classe B
BOD5	mg/l	<20	>20
TP	mg/l	< 10	>10
TN	mg/l	< 40	>40

Appare comunque evidente come la qualità delle acque superficiali sia decisamente compromessa soprattutto nel periodo non irriguo quando la portata nei canali è decisamente ridotta e spesso il flusso si interrompe in pozze temporanee dove si possono raggiungere concentrazioni elevate. Un'altra condizione critica è rappresentata dalle precipitazioni intense che possono presentarsi in seguito ai periodi di fertilizzazione dei campi agricoli. In questo caso, anche se tali eventi si verificano nel periodo di invasamento dei canali, possono portare ad un aumento repentino dei livelli di nutrienti in seguito al dilavamento dei campi. Inoltre occorre considerare che le fertilizzazioni con liquami zootecnici o letame avviene generalmente nei mesi invernali quindi anche in questo caso le piogge intense come quelle di dicembre 2008 e gennaio 2009 se, da un lato hanno un effetto positivo perché aumentano la portata dei canali, dall'altro possono arricchire ulteriormente le acque superficiali di azoto e fosforo.