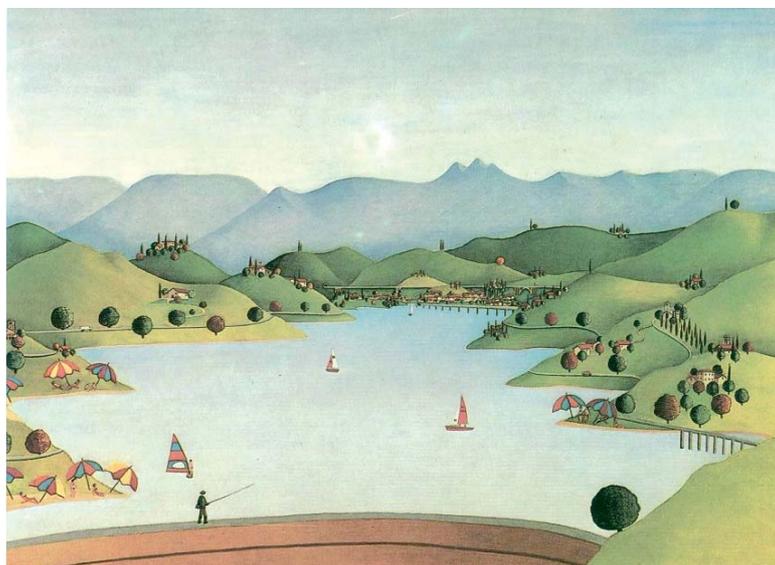


Invaso di Bilancino

Studio e monitoraggio della qualità delle acque

INVASO DI BILANCINO

STUDIO E MONITORAGGIO
DELLA QUALITA' DELLE ACQUE



Firenze, settembre 2005

Invaso di Bilancino

Studio e monitoraggio della qualità delle acque

A cura di

Gabriella Caldini, Francesco Mantelli, Elisabetta Pezzatini
ARPAT, Dipartimento provinciale di Firenze

Franco Simoni
ARPAT, Dipartimento provinciale di Lucca

Hanno collaborato

Andrea Bagnolesi, Monica Baroni, Alfredo Becattini, Gabriele Bertini, Piero Biancalani, Paolo Bucci, Fabio Burresti, Emanuele Cecconi, Alma Cerbai, Federica Cimoli, Mauro Cresti, Gloria Innocenti, Marzia Masini, Paola Orsini, Fabio Petrini, Roberto Signorini, Sergio Sorri
ARPAT, Dipartimento provinciale di Firenze

Mario Cenni, Claudio Di Paolo
ARPAT, Dipartimento provinciale di Lucca

Per gli studi sul phytoplankton nelle stazioni di Moriano, Fangaccio e Bellavista:
Cristina Margheri e Claudio Sili
CNR - Istituto per lo Studio degli Ecosistemi (Sezione di Firenze)

Si ringraziano per la collaborazione:

Paolo Grossi, *Publiacqua S.p.A.*
Marco Talluri, *ARPAT, Dipartimento provinciale di Firenze*

© ARPAT 2005

Coordinamento editoriale: Silvia Angiolucci, ARPAT

Redazione: Silvia Angiolucci, Gabriele Rossi, ARPAT

Realizzazione editoriale: Litografia I.P., Firenze, settembre 2005

Copertina: ALTA srl

La foto in copertina è un'opera di Rolando Mensi, già sindaco di Barberino di Mugello

Stampato su carta ecologica ECF 

Prefazione

Consultando in Internet il sito del lago di Bilancino ci si può meravigliare quando, fra le “finalità dell’opera” dell’invaso, al secondo posto troviamo la “Tutela Ambientale del tratto cittadino dell’Arno”.

Può essere di non facile ed immediato collegamento il fatto che un’opera realizzata a 40 km dalla città di Firenze possa influire in qualche modo sulla qualità ambientale del fiume che attraversa il nostro capoluogo. Eppure, tornando indietro con la mente verso alcune estati degli anni ‘90, si avrà senz’altro ricordo di un fiume ridotto a un rigagnolo maleodorante, con i pesci in superficie in cerca di ossigeno... E ancora, si ricorderà che per due anni consecutivi, intorno alla pescaia di Santa Rosa, il fenomeno assunse aspetti drammatici, con ripetute morie di pesci che costrinsero vigili del fuoco, polizia urbana e provinciale a tristi interventi di rimozione per diversi giorni. Negli anni successivi furono addirittura organizzati, dalla Provincia e dall’Autorità di Bacino del fiume Arno, interventi di ossigenazione forzata delle acque per evitare problemi di ordine sanitario. Poi, con i primi rilasci estivi di acqua dall’invaso, le portate si sono incrementate e il fiume e la fauna che lo popola sono tornati a respirare.

Come, peraltro, non ricordare la crisi idrica che due estati or sono ha “prosciugato” buona parte degli acquedotti italiani? Le acque dell’invaso hanno, invece, consentito il superamento della crisi anche per alcuni territori non tradizionalmente serviti.

Salvaguardare una risorsa così importante, oltre che un dovere, è segno di buon senso, quel buon senso che sempre dovrebbe guidare ogni nostra scelta. L’Osservatorio è nato, appunto, per buon senso, nella consapevolezza che una risorsa così importante non poteva essere abbandonata a se stessa ma, al contrario, andava monitorata e seguita nel suo sviluppo.

Questa pubblicazione dà conto degli sforzi fatti con questa “ispirazione” e mette a disposizione i dati tecnico-scientifici rilevati in un lungo periodo sul lago e sui suoi immissari.

Vorrei associarmi ai ringraziamenti e agli omaggi che nella loro presentazione fanno il Direttore generale e il Direttore tecnico di ARPAT, e vorrei aggiungerne uno particolare per quest’ultimo, per la passione con cui si è dedicato alla realizzazione di questo progetto.

Luigi Nigi
Assessore all’Ambiente,
agricoltura, caccia e pesca
Provincia di Firenze

Presentazione

Quando la Provincia di Firenze, nell'ottobre 2003, organizzò nel Parco Mediceo di Villa Demidoff di Pratolino il convegno per la presentazione del Rapporto sullo stato dell'ambiente, l'Assessore all'Ambiente chiese ad ARPAT di predisporre un "report" capace di illustrare la condizione ambientale del lago di Bilancino, ormai completamente invaso dopo l'esecuzione dei lavori di completamento e i necessari collaudi.

ARPAT aderì con entusiasmo alla richiesta anche perchè il Dipartimento provinciale di Firenze, quando ancora era "Servizio Multizonale di Prevenzione", aveva eseguito rilievi ambientali sul territorio oggetto della progettazione della diga, che avrebbe in seguito dato luogo all'attuale "Lago di Bilancino".

Dopo oltre venti anni di studi e di lavori contrastati, il lago di Bilancino è diventato, finalmente, una realtà, assumendo il ruolo di una delle più significative risorse ambientali del territorio fiorentino. Il lago, infatti, nell'arco di un anno, invasa e restituisce non meno di 100 milioni di m³ di acqua.

Così come, a metà degli anni '80, avevano pensato e deciso gli amministratori e i tecnici della Regione Toscana e del Consorzio Risorse Idriche Schema 23, questa riserva ha dato certezza di approvvigionamento idrico agli acquedotti di Anconella e di Mantignano del Comune di Firenze nel periodo di magra estiva del fiume Arno, ha consentito una maggiore diluizione degli scarichi fognari dell'area fiorentina e, non ultimo, garantisce una buona protezione della città dalle alluvioni.

La comunicazione predisposta da ARPAT per il convegno illustrava i dati del monitoraggio mediante la stazione automatica posizionata nel punto di massima profondità del lago, quelli dei prelievi in corrispondenza dell'immissione dei torrenti Lora, Stura, Sorcella, Riotortolo, Tavaiano e del fiume Sieve, nonché i risultati per verificare la balneabilità e le possibilità di potabilizzazione delle sue acque.

La stazione automatica (Boa profilatrice), realizzata a totale carico della Provincia di Firenze, che permette di acquisire ogni 6 ore lungo la colonna d'acqua i parametri pH, temperatura, ossigeno disciolto, conducibilità, potenziale redox, torbidità e profondità, ha evidenziato una buona qualità delle acque sotto il profilo della eutrofizzazione, qualità che garantisce, tra l'altro, adeguate condizioni di balneabilità e di facile potabilizzazione.

La Giunta Provinciale, con deliberazione n. 229 del 14 luglio 2003, approvava il Protocollo d'intesa per la costituzione dell'Osservatorio ambientale (OA) per la tutela e la valorizzazione del lago di Bilancino, a cui hanno aderito gli Assessorati all'Ambiente della Provincia di Firenze e della Regione Toscana, il Comune di Barberino di Mugello, l'ufficio del Commissario straordinario per l'invaso, allora ancora operante, la Comunità Montana del Mugello, l'AATO 3 Medio Valdarno, la ASL 10 zona Mugello, ARSIA, Publiacqua spa, Bilancino spa e ARPAT.

Constatato l'interesse di tante istituzioni per la tutela delle acque del lago e degli operatori del Dipartimento provinciale di Firenze e del Servizio sub-provinciale Mugello – Piana di Sesto, che avevano lavorato alla comunicazione, l'Agenzia ha deciso di promuovere, sempre su sollecitazione e d'intesa con la Provincia, una pubblicazione per raccogliere tutti i lavori di indagine svolti da oltre venti anni sul lago e sui suoi immissari.

La pubblicazione che qui presentiamo rappresenta un'occasione unica per mettere a disposizione degli Amministratori e dei tecnici degli enti locali di questo territorio, dei ricercatori, degli studenti e di tutti gli interessati una notevole serie storica di dati ambientali, che sarebbero altrimenti rimasti nell'archivio del Dipartimento provinciale ARPAT di Firenze, conosciuti solo da pochi addetti ai lavori.

Questa pubblicazione vuole anche essere un doveroso omaggio alla memoria del Presidente della Giunta Regionale, Gianfranco Bartolini, e del Sindaco del Comune di Barberino del Mugello, Rolando Mensi, che furono alla testa degli Amministratori che, negli anni '80, si batterono per la realizzazione di un'opera che allora tanti contrastavano, paventando catastrofici disastri ambientali.

Il dipinto di Rolando Mensi, realizzato prima che iniziassero i lavori per l'invaso, utilizzato in copertina, è un simbolo prezioso, nella sua semplice chiarezza, di come si sarebbe arricchito il territorio di Barberino del Mugello grazie alla realizzazione del lago. Oggi il dipinto è una "realtà animata" che tutti possono conoscere e che tutti dobbiamo proteggere.

Lario Agati
Direttore tecnico ARPAT

Alessandro Lippi
Direttore generale ARPAT

Introduzione

La disciplina vigente in materia di tutela delle acque si pone la finalità di perseguire obiettivi atti a prevenire e ridurre l'inquinamento, attuando un programma di risanamento dei corpi idrici inquinati per un miglioramento dello stato delle acque, attraverso l'adozione di idonee protezioni per quelle destinate a particolari utilizzazioni, specie quella potabile, perseguendo usi sostenibili e durevoli della risorsa, mantenendone la capacità naturale di autodepurazione.

Il nuovo quadro normativo sulla tutela delle acque dall'inquinamento delineato dal D.Lgs. 152/99 e sue successive modifiche ed integrazioni apportate dal D.Lgs 258/00, il D.M. n. 367 del 6/11/2003 in materia di standard di qualità nell'ambiente acquatico per le sostanze pericolose, il relativo recepimento regionale, L.R. 64/01, e suo regolamento applicativo, D.P.G.R. 28/r del 23/05/2003, attribuiscono alla Provincia competenze in materia di monitoraggio e gestione delle acque superficiali.

L'invaso di Bilancino, realizzato costruendo una diga a sbarramento del fiume Sieve, è un serbatoio artificiale di 84 milioni di metri cubi di acqua, avente un'estensione di circa 600 ettari e profondità massima di 30 metri, realizzato con l'intento di garantire una regimazione delle portate della Sieve e conseguentemente dell'Arno, consentendo molteplici impieghi della risorsa idrica: dalla ricarica delle falde profonde, agli attingimenti per usi agricoli, all'alimentazione degli acquedotti del comprensorio fiorentino, specialmente durante i siccitosi periodi estivi, dimostrando una notevole utilità per quanto riguarda le portate estive del fiume Arno e della Sieve per il mantenimento del loro deflusso minimo vitale.

La portata di rilascio della diga, stimata di circa $0.6 \text{ m}^3/\text{sec}$, ha dimostrato infatti un evidente effetto positivo sulle acque della Sieve e dell'Arno, sia da un punto di vista qualitativo, determinando una generale diminuzione dell'eutrofizzazione con un aumento di ossigeno disciolto, sia quantitativo, garantendo anche nel periodo estivo un deflusso minimo vitale dell'Arno di circa $8 \text{ m}^3/\text{sec}$ anche nei periodi più critici.

Nel 2003 infatti, anno caratterizzato da un'estate particolarmente calda e siccitosa, l'invaso, il cui livello era sceso ad una quota di circa 245 m s.l.m. con un volume di 38.4 milioni di m^3 (dati Commissione Tutela delle Acque del 17/10/2003), è comunque riuscito a garantire il mantenimento del deflusso minimo vitale della Sieve e dell'Arno.

È pertanto evidente l'importanza di tutelare la qualità delle acque rilasciate dall'invaso, monitorando costantemente la qualità della risorsa onde evitare problemi di eutrofizzazione ed inquinamento.

L'area su cui incide Bilancino, pur essendo attualmente caratterizzata da una modesta urbanizzazione ed attività industriale, sta subendo comunque un significativo aumento della pressione antropica anche a seguito delle attività di cantierizzazione ed avvio dei lavori, con conseguenti scavi e considerevoli movimentazioni di terra, per la realizzazione della Variante di Valico dell'Autostrada A1.

Gli effetti ambientali provocati all'ecosistema del Mugello dai lavori per la costruzione della Variante di Valico riguardano infatti principalmente danni di tipo idrogeologico alle risorse idriche: fiumi, torrenti, falde e sorgenti. In particolare, la realizzazione delle gallerie può interferire con flussi idrici sotterranei; potenziali effetti potranno essere indotti sul bilancio idrogeologico del torrente Stura e della Sieve, che alimentano l'invaso di Bilancino. Altri impatti, in parte di tipo reversibile, potranno riguardare la qualità dei corsi d'acqua superficiali, direttamente a valle delle opere di cantierizzazione fino al corpo recettore finale del bacino idrografico, il Lago di Bilancino.

La necessità di uno studio di eventuali interferenze e impatti tra le opere del progetto e la risorsa idrica nasce anche, e soprattutto, dopo l'esperienza della realizzazione della linea ferroviaria per l'Alta Velocità. Obiettivo comune è quello di salvaguardare e minimizzare gli impatti sulla risorsa idrica, per il mantenimento della qualità della stessa, a garanzia degli effetti sugli acquiferi e della loro tutela.

Il monitoraggio dell'invaso di Bilancino è dunque di fondamentale importanza al fine di tutelarne la qualità, l'eutrofizzazione, ed evitarne l'interramento; pertanto la Provincia di Firenze, Assessorato all'Ambiente, Agricoltura e Caccia e Pesca, avvalendosi del supporto tecnico di ARPAT, si è prefissata l'obiettivo di studiare l'andamento della qualità delle acque lago.

Attualmente nell'invaso confluiscono scarichi di varia natura: industriali, di una ditta galvanica e di due ditte di produzione di acque minerali; domestici, di case sparse; di allevamenti zootecnici, di dilavamento di terreni agricoli e della rete autostradale.

È l'apporto di "inquinanti" immessi da tali scarichi nelle acque a monte dell'invaso a costituire il principale rischio di eutrofizzazione delle acque dell'invaso stesso; pertanto la qualità delle acque di Bilancino può essere salvaguardata attraverso il monitoraggio continuo degli inquinanti e del trasporto solido.

Tale monitoraggio permette di valutare, in tempo reale, l'impatto delle pressioni antropiche sulla qualità della risorsa idrica consentendo di rilevare eventuali momenti di "crisi".

Il controllo sulla qualità delle acque di Bilancino, effettuato in passato con prelievi periodici ed analisi in vari punti e a diverse profondità, ha evidenziato la necessità di effettuare un monitoraggio in continuo, 24 ore su 24, del profilo delle

acque del lago per determinare, a varie profondità e nelle diverse stagioni, i parametri più significativi, quali:

- temperatura;
- ossigeno disciolto;
- pH;
- conducibilità;
- potenziale redox.

A partire dai primi mesi dell'anno 2002, tale controllo viene effettuato mediante una Boa profilatrice installata nel punto di massima profondità del lago e dotata di sonda multiparametrica per il rilievo in continuo di dati fisici e chimici, con trasmissione dati al centro di controllo mediante un sistema GSM.

La Boa, Boa profilatrice IDRONAUT 601, di proprietà della Provincia di Firenze, consente di monitorare in continuo il profilo delle acque del lago, attraverso la determinazione a varie profondità dell'andamento nelle diverse stagioni dei suddetti parametri di qualità, a verifica dell'effettivo stato di eutrofizzazione ed interramento del lago.

Tale strumentazione, nonché i dati rilevati e via via validati tecnicamente da ARPAT, vengono poi dalla stessa Provincia di Firenze messi a disposizione degli Enti che in prima persona operano sulla gestione dell'invaso di Bilancino per le opportune valutazioni.

Per la gestione dell'apparecchiatura "Boa profilatrice", è stato poi predisposto un Protocollo d'intesa tra l'Amministrazione Provinciale di Firenze, ARPAT, l'Autorità di Bacino per il fiume Arno, il Comune di Barberino di Mugello e Publiacqua S.p.A.

Tale protocollo, pur riconoscendo alla Provincia di Firenze la titolarità dei dati, attraverso la validazione tecnica di ARPAT, si pone come obiettivo di fornire un monitoraggio continuo ed efficiente della qualità delle acque dell'invaso, rendendo più efficaci ed efficienti le operazioni di gestione e manutenzione della Boa agevolando le operazioni di elaborazione dei valori rilevati.

Con Deliberazione della Giunta Provinciale n. 229 del 14.07.2003, è stato inoltre approvato il protocollo d'intesa per la costituzione dell'Osservatorio Ambientale per la Tutela e la Valorizzazione del Lago di Bilancino, finalizzato alla condivisione con tutti i soggetti coinvolti delle iniziative volte al monitoraggio qualitativo, alla tutela ambientale ed alla ricerca di adeguate forme di fruizione collettive del Lago.

Gli Enti coinvolti nell'Osservatorio sono:

- Provincia di Firenze, Assessorato all'Ambiente, Agricoltura, Caccia e Pesca
- ARPAT

- Regione Toscana, Assessorato all’Ambiente ed Ufficio del Commissario di Bilancino
- Comune di Barberino di Mugello
- Comunità Montana del Mugello
- ASL 10, zona Mugello
- Autorità di Bacino per il fiume Arno
- ATO 3, Medio Valdarno
- Publiacqua SpA
- Bilancino SpA
- ARSIA.

Tale protocollo definisce finalità, modalità organizzative ed impegni finanziari da attribuire a ciascun soggetto partecipante.

All’interno dell’Osservatorio è stato inoltre individuato un gruppo di lavoro definito “Supporto Tecnico”, che ha il compito di attivare, secondo le direttive dello stesso Osservatorio, il Progetto di studio e monitoraggio del lago di Bilancino a tutela e valorizzazione delle acque del lago stesso.

In tale occasione la Provincia di Firenze ha erogato ad ARPAT un contributo per l’effettuazione di un primo progetto di studio dell’Invaso, nel quale vengono individuati i principali indicatori ambientali da sottoporre a costante monitoraggio e i cui primi risultati sono riportati in questo lavoro.

Isabella Corain e Fabrizio Poggi
P.O. Energia, Elettromagnetismo
e Tutela Acque
Provincia di Firenze

Indice

Nota esplicativa	15
1 Cenni storici	17
2 Inquadramento ambientale	20
2.1 Inquadramento geografico	20
2.2 Aspetti geologici, morfologici e territoriali	23
2.3 Aspetti climatici	24
3 Pluviometria e caratteristiche delle piogge del bacino imbrifero	25
4 Aspetti idrologici	39
5 Pressioni	39
6 Riferimento normativo	40
7 Acque superficiali - Dati pregressi	41
7.1 Anni '80	41
7.2 Anni '90	43
8 Articolazione del progetto di monitoraggio	46
8.1 Periodo del rilevamento	46
8.2 Stazioni di monitoraggio	46
8.3 Parametri	50
8.4 Significato dei parametri adottati	55
9 Risultati	61
9.1 Ambiente lacustre	61
9.2 Ambiente fluviale	84
10 Considerazioni	88
Allegato - Tabelle fuori testo	91



L'Invaso di Bilancino, in un'immagine invernale, dalle alture montuose di nord-est

Nota esplicativa

L'Osservatorio Ambientale (O.A.) sul lago di Bilancino, che era stato previsto nell'Accordo di programma del 1984 fra Regione, Provincia di Firenze, Comune di Barberino di Mugello, Comunità Montana del Mugello e Comune di Firenze per la costruzione della diga, e non realizzato, è stato prospettato alle Istituzioni con un progetto circostanziato nell'anno 2000 da ARPAT.

Il progetto si è finalmente potuto concretizzare solo nel 2003 quando l'Assessore all'Ambiente della Provincia di Firenze, Riccardo Gori, ha raccolto quanto ARPAT sollecitava.

La Provincia di Firenze ha avuto quindi il merito di coordinare gli incontri con tutte le istituzioni che avevano assunto l'impegno di costituire l'O.A.

Il Protocollo di intesa per la costituzione dell'O.A. per la tutela e la valorizzazione dell'Invaso di Bilancino è stato approvato con Delibera della Giunta Provinciale di Firenze n° 229 del 14/7/2003.

Gli Enti che partecipano all'O.A.:

Provincia di Firenze - Assessorato all'Ambiente, Comune di Barberino di Mugello, Regione Toscana Ass. Ambiente, Ufficio del Commissario Straordinario per l'invaso, Comunità Montana del Mugello, AATO 3 Medio Valdarno, ASL 10 zona Mugello, ARSIA, Publiacqua S.p.a., Bilancino S.p.a., ARPAT.

Compiti dell'osservatorio:

- coordinare le azioni volte a garantire la tutela e la valorizzazione dell'ambiente lago;
- rapportarsi con l'Osservatorio Ambientale per la Variante di Valico per valutare le criticità dovute alla realizzazione di tale opera;
- avvalersi delle indicazioni del "supporto tecnico".

Il supporto tecnico è costituito da membri nominati dagli enti:

Comune di Barberino di Mugello - Ufficio tecnico, ARPAT, Publiacqua S.p.a., Commissario per l'Invaso, Provincia di Firenze, Autorità di Bacino Fiume Arno.

Il Comune di Barberino ha il compito di coordinamento.

Compiti del supporto tecnico:

- proporre ed attivare il progetto di studio dell'ambiente lago;
- relazionare ogni tre mesi sull'attività svolta;
- proporre all'O.A. le eventuali ed ulteriori iniziative per la tutela e la valorizzazione delle acque del lago.

1 CENNI STORICI

Già a metà dell'Ottocento si parlava di costruire uno sbarramento sul fiume Sieve in località Poggio di Acona vicino al paese di Rufina per alimentare un acquedotto capace di soddisfare la domanda di acqua ad uso idropotabile della Firenze di allora. La storia più recente dell'Invaso inizia nel 1963, quando il Consiglio Comunale di Firenze affidò all'Ingegnere Adriano Guadagni l'incarico di progettare uno sbarramento della Sieve a Bilancino, con l'obiettivo di convogliare le acque invase nel serbatoio verso Firenze con una derivazione parte a pelo libero, parte in pressione.



Figura 1 *La valle della Sieve dove ora è localizzato l'Invaso di Bilancino in un'immagine del dicembre 1983.*

La catastrofica alluvione del 4 novembre 1966 pose in tutta evidenza la necessità di affrontare l'annoso problema della difesa idrogeologica del bacino dell'Arno. Nel 1967 venne istituita con legge n° 632 una Commissione Interministeriale per lo studio della sistemazione idraulica e della difesa del suolo: il prof. G. Supino, come presidente della 2° Sottocommissione, venne incaricato di occuparsi della sistemazione del bacino dell'Arno. I risultati della cosiddetta "Commissione Supino" furono resi noti nel 1968. La Commissione prevedeva un invaso della capacità di 84 milioni di metri cubi di cui 64 milioni per assicurare l'approvvigionamento idrico e 20 milioni per la laminazione delle piene. In sostanza fu abbandonata la logica dell'invaso come fonte di alimentazione di un condotto che portasse l'acqua direttamente all'acquedotto di Firenze e fu adottata una soluzione che privilegiava la funzione di regimazione delle portate della Sieve e conseguentemente dell'Arno, soluzione questa che permetteva un uso plurimo della risorsa, quale la ricarica delle falde profonde, prelievi per usi agricoli, attività di pesca anche in periodi di magra.

Il comprensorio fiorentino avrebbe potuto così attingere direttamente dal suo fiume l'acqua necessaria per gli usi idropotabili e industriali semplicemente potenziando gli impianti di potabilizzazione.

Questo cambiamento di indirizzo e le modifiche progettuali che ne conseguirono delinearono le funzioni che l'invaso avrebbe assunto:

- integrazione a 8 m³/sec. della portata minima dell'Arno a Rosano, per garantire un'ottimale disponibilità idrica al comprensorio fiorentino anche sotto il profilo della qualità e per assicurare al fiume Sieve i necessari quantitativi di acqua da utilizzare per usi plurimi compensandone le magre;
- sensibile riduzione dell'inquinamento a valle della città di Firenze, con il mantenimento nel tratto cittadino del fiume di una portata minima di circa 4 m³/sec.;
- riduzione dei rischi di alluvione per effetto della laminazione delle piene del fiume Sieve;
- maggior recupero ambientale delle aree perimetrali dell'invaso con la finalità di valorizzare e favorire lo sviluppo della zona per fini turistico-ricreativi.



Figura 2 Il cancello Villa Le Maschere nell'ubicazione originale sulla via provinciale per Barberino di Mugello.

Alla fine del 1978 il Consorzio per l'Organizzazione delle Risorse Idriche - Schema 23, promosso dal Comune di Firenze tra i comuni interessati della piana di Firenze con il compito di realizzare e successivamente gestire l'opera, affidava agli ingegneri G. Baldovin, A. Forasassi, G. Hautmann la redazione del nuovo progetto che fu presentato nel marzo 1982.

Il progetto esecutivo venne approvato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici nel 1983; nello stesso anno il FIO concesse il finanziamento. Il 5 marzo 1984 la Regione Toscana affidò la gestione delle gare e dei lavori di costruzione al *Consorzio per l'Organizzazione delle Risorse Idriche - Schema 23* predisponendo una Convenzione per disciplinare i rapporti fra la Regione Toscana e il Consorzio stesso.

Il 12 marzo 1984 il Consorzio dava il via alla pubblicazione delle gare per l'esecuzione delle opere di sbarramento, per le varianti stradali, per le opere di fognatura e per i lavori riguardanti la sistemazione delle sponde.

Nell'aprile 1984, a conclusione di annosi e accesi dibattiti, veniva conclusa la Convenzione tra Regione Toscana, Provincia di Firenze, Comune di Barberino di Mugello, Comunità Montana Alto Mugello-Val di Sieve e Consorzio per l'Organizzazione delle Risorse Idriche- Schema 23 con la quale si sancivano una serie di impegni finalizzati al recupero ambientale dell'area e, tra l'altro, l'istituzione di un Centro Permanente di studio dei problemi ambientali.

I lavori per la costruzione dello sbarramento furono avviati nel 1984 e proseguirono fra vicissitudini e problemi vari che dettero luogo ad aumenti dei tempi di esecuzione, ad incrementi di spesa e a difficoltà nell'avanzamento dei lavori stessi.

Nel 1992 le difficoltà raggiunsero un livello tale da condurre alla chiusura dei cantieri e nel 1993 la Regione Toscana, riconfermando la ferma volontà di portare a termine l'opera, promulgò la L. R. 12 con la quale istituì il Commissario per l'Invaso di Bilancino con il compito di riprendere i lavori e completare tutte le opere ancora necessarie. Successivamente fu affidato al Commissario, il prefetto dott. Alvaro Gomez y Paloma, anche il compito della gestione provvisoria delle opere.

I lavori ripresero nel 1993. La diga è stata completata il 31 dicembre 1995 insieme alla parte principale della viabilità sostitutiva.

L'ufficio del Commissario per l'Invaso di Bilancino, dall'aprile del 1998 al dicembre 2001 ha effettuato positivamente gli invasi sperimentali per il collaudo dell'opera. Dai primi mesi del 2002, con il rilascio del certificato di collaudo, l'opera è in condizioni di esercizio effettivo¹.



Figura 3 *L'Invaso di Bilancino oggi.*

¹ *Bilancino, un invaso per Firenze, un Lago per il Mugello* - Regione Toscana - Giunta Regionale - Commissario per l'Invaso di Bilancino - 1997.

2 INQUADRAMENTO AMBIENTALE

2.1 Inquadramento geografico

Il bacino imbrifero dell'Invaso di Bilancino è il bacino superiore del fiume Sieve, con caratteristiche morfologiche che passano da quelle del paesaggio montano della dorsale appenninica Passo della Futa - M. Falterona a nord-est, a quelle collinari del massiccio sub-appenninico di monte Giovi ad ovest e sud-ovest. Si tratta di una vasta valle compresa tra quote oscillanti approssimativamente da 150 a 400 m s.l.m.; la quota massima dell'intera zona è rappresentata dai 1125 m s.l.m. del monte Gazzaro sul crinale appenninico².

Fiume Sieve

Nasce presso Capo Sieve dalle pendici del Monte Cuccoli (633 m. s.l.m.). E' il maggiore affluente di destra dell'Arno, con un bacino idrografico di 840 km² a un'altitudine media di 490 m s.l.m e una lunghezza dell'asta fluviale di circa 60 km. Pur non trattandosi di un tratto tipicamente montano, il corso d'acqua mantiene tuttavia carattere torrentizio fino alla confluenza con l'Arno, principalmente a causa all'assetto geomorfologico della valle. Ordine di bacino 1- Superficie di bacino 39920 ha.

Torrente Lora

Prende origine dal Poggio della Cupola (674 m s.l.m.). Bagna il comune di Barberino di Mugello e sbocca nell'Invaso di Bilancino dopo un percorso di oltre 11 km. Ordine di bacino 2- Superficie di bacino 1343 ha.

Torrente Stura

Il ramo principale della Stura nasce dal Passo della Futa (906 m s.l.m.). Attraversa per un breve tratto il comune di Firenzuola per poi entrare in quello di Barberino di Mugello. Sbocca nell'Invaso di Bilancino dopo un percorso di oltre 15 km. Durante il suo percorso riceve le acque del torrente Navale e del torrente Aglio. Ordine di bacino 2- Superficie di bacino 4492 ha.

Torrente Sorcella

Nasce dal Passo della Futa. Sbocca nell'Invaso di Bilancino dopo un percorso di circa 12 km. Ordine di bacino 2- Superficie di bacino 3808 ha.

² *Classificazione e delimitazioni dell'uso agricolo del territorio della Provincia di Firenze.* Provincia di Firenze - Assessorato all'Agricoltura, 1975.

Torrente Tavaiano

Il ramo principale trae origine dal monte Gazzarro (1125 m s.l.m). Scorre per oltre 13 km nei comuni di Scarperia e di Barberino di Mugello. Sbocca nell'Invaso di Bilancino. Ordine di bacino 1- Superficie di bacino 3100 ha.

Invaso di Bilancino

Complessivamente l'Invaso ha una superficie di circa 5 km² con una profondità variabile tra 10 e 30 m e un volume di circa 70 milioni di m³. L'opera risiede in una zona a rischio sismico per cui il progetto è stato strutturato per sopportare un valore di Magnitudo pari a 6,5. La diga è del tipo in "terra" poiché non è costruita in solo cemento; al suo interno sono presenti materiali sciolti impermeabili rivestiti con strutture di cemento armato. La lunghezza dello sbarramento è di 72 m con un'altezza media di 42 m. L'Invaso possiede due scarichi, uno di fondo e uno di superficie. Il primo, che passa in galleria sul lato destro della diga, è il percorso normalmente usato per restituire al letto del fiume Sieve la quantità d'acqua necessaria con paratoie che regolano il flusso di uscita. Lo scarico di superficie posto nella parte più alta della diga serve a far defluire le acque in caso di piena.



Figura 4 *Neve sui monti attorno all'Invaso di Bilancino.*

TIPO DI SBARRAMENTO³		diga in materiali sciolti zonati con nucleo in limo per la tenuta	
CARATTERISTICHE DELLA DIGA		CARATTERISTICHE DELL'INVASO	
Altezza (L. 584/94)	42.07 m	Quota max invaso	254.50 m
Altezza (D.M. del 24.03.82)	41.78 m	Quota di massima regolazione	252.00 m
Altezza di massima ritenuta	37.5 m	Quota minima di regolazione	234.50 m
Quota coronamento	259.00 m	Superficie specchio liquido alla quota di massima regolazione	5.10 km ²
Franco	4.5 m	Volume massimo d'invaso (D.M. del 24.03.82)	84x10 ⁶ m ³
Franco netto	4 m	Volume utile d'invaso (L. 584/94)	69x10 ⁶ m ³
Sviluppo coronamento	710 m	Volume utile di regolazione	62.5x10 ⁶ m ³
Larghezza coronamento	8 m	Volume di laminazione	15x10 ⁶ m ³
Volume corpo diga	2x10 ⁶ m ³	Superficie bacino imbrifero	149 km ²
CARATTERISTICHE DELLE OPERE DI SCARICO			
SCARICO DI SUPERFICIE		SCARICO DI FONDO	
Quota soglia sfiorante	252.00 m	Quota imbocco	231.00 m
Lunghezza soglia sfiorante	75 m	Dimensioni paratoie piane	2.8 x 4.2 m
Quota paratoia a ventola	249.00 m	Portata max transitabile	260 m ³ /s
Dimensioni paratoia a ventola	3 x 12 m		
		DERIVAZIONE	
Portata max transitabile	940 m ³ /s	Quote d'imbocco	233–239–245 m
SCARICO DI ESAURIMENTO		Diametro valvole e tubazioni	Æ1100
Quota imbocco	222.40 m	Diametro valvole dissipatrici	Æ500 - Æ1200
Diametro tubazione	Æ1000	Portata max transitabile	12 m ³ /sec

³ Vedi sito web www.bilancinologoditoscana.it alla voce “Caratteristiche tecniche dell’Impianto”.



Figura 5 *Il cancello Villa Le Maschere nella nuova ubicazione.*

2.2 Aspetti geologici, morfologici e territoriali

La zona risulta fisicamente suddivisa in tre sottozone ben distinte. Quella a leggera pendenza o pianeggiante lungo l'asta del fiume Sieve fino a una quota approssimativa di m 250, l'altra a modesta pendenza si spinge fino ai piedi dell'Appennino e Preappennino e infine la rimanente parte del territorio assume, specialmente sopra la quota dei 600 m, pendenze decise.

Il substrato pedogenetico predominante è quello arenaceo (35%) sulla dorsale appenninica con valli a versanti ripidi e profili a V asimmetrici, seguito, in minor misura, dalle formazioni marnoso-arenacee, e da quelle sabbiose, argillose e calcaree, presenti in misura quasi equivalente fra loro. Tali formazioni hanno costituito il riempimento della conca pianeggiante terrazzata del Mugello, originariamente bacino lacustre di origine tettonica, in seguito alle fasi di erosione e deposito cui il bacino è stato successivamente soggetto⁴.

⁴ Vedi *Classificazione e delimitazioni* cit., Provincia di Firenze

La copertura vegetale nella parte alto collinare è costituita da castagneti, mentre la vegetazione forestale diffusa è data da formazioni residuali boschive costituite da boschi cedui e d'alto fusto, misti di latifoglie e, in misura minore, di conifere⁵.

2.3 Aspetti climatici

Per quanto attiene l'analisi climatologica, sulla base dei dati registrati nella stazione del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale di Borgo S. Lorenzo è possibile distinguere il Mugello come area omogenea in cui, a seguito di una circolazione d'aria difficoltosa, si tendono a creare condizioni di sub - aridità nei mesi estivi.

La distribuzione delle precipitazioni medie annuali mostra un massimo di una certa importanza lungo la dorsale appenninica Passo della Futa - monte Falterona, mentre i minimi si hanno lungo l'asse della Valle della Sieve⁶.

⁵ *Piano provinciale di gestione dei rifiuti urbani ed assimilabili - ATO 6 Provincia di Firenze, 1999.*

⁶ *Risorse Idriche e assetto del territorio - Provincia di Firenze, 1975.*

3 PLUVIOMETRIA E CARATTERISTICHE DELLE PIOGGE DEL BACINO IMBRIFERO

I dati storici del periodo dal 1960 al 2000 dei quantitativi di pioggia caduta in 2 aree del bacino imbrifero dove è localizzato l'Invaso di Bilancino, sono riportati nelle figure 6 e 7.

Il grafico di figura 6 è relativo alla postazione di monitoraggio delle piogge situata nell'area della concessione mineraria Panna nel bacino imbrifero del torrente Sorcella, che si immette direttamente nell'Invaso.

Si osserva che le piogge si attestano sul valore medio di 1238 mm, con un valore minimo di 662 mm nel 1988 e con un massimo nell'anno 1965 con 1828 mm di pioggia.

La linea di tendenza è verso una diminuzione (anche evidente) della piovosità nel corso degli ultimi 40 anni. Questi dati sono comunque riferiti ad una singola zona, inoltre la linea di tendenza è influenzata dal massimo del 1965: non è pertanto opportuno effettuare valutazioni di carattere generale.

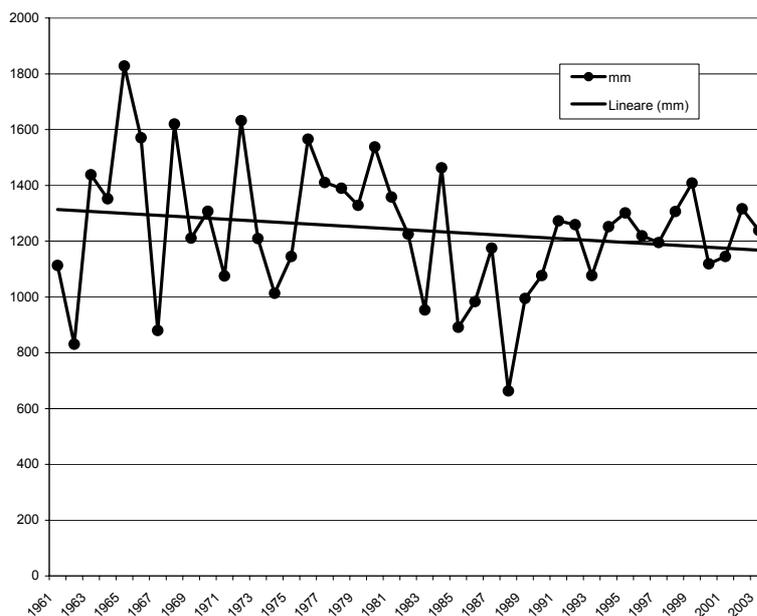


Figura 6 Dati storici dei quantitativi di pioggia caduta nell'area della concessione mineraria Panna nel bacino imbrifero del torrente Sorcella (dati gentilmente forniti dalla San Pallegriano s.p.a., titolare della concessione mineraria Panna nell'alto Mugello).

Il grafico di figura 7 è relativo alla stazione di monitoraggio delle piogge situata nell'area della concessione mineraria Sorgente Palina, località Marcoiano di Scarperia, nel bacino imbrifero del torrente Tavaiano, che si immette direttamente nell'Invaso.

Si osserva che le piogge si attestano sul valore medio di 1180 mm, con un valore minimo di 680 mm nel 1967 e con un massimo nell'anno 1960 con 1680 mm di pioggia.

La linea di tendenza è verso una diminuzione più contenuta rispetto a quella che emerge dall'elaborazione dei dati ricavati dalle misure in località Panna.

Nella figura 8 è riportato un confronto delle precipitazioni misurate nelle due zone negli stessi anni. Anche se vi sono alcune diversità, si osserva una buona corrispondenza della maggior parte dei valori, come è da attendersi trattandosi di aree limitrofe. Comunque, in aree montane le variazioni delle precipitazioni mostrano elevate differenze sia con la quota, sia con modesti spostamenti orizzontali.

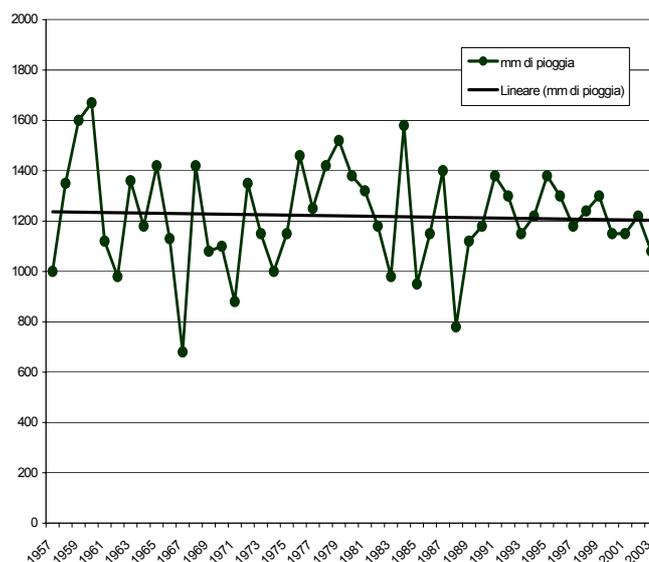


Figura 7 Dati storici dei quantitativi di pioggia caduta nell'area della concessione mineraria Sorgente Palina, località Marcoiano di Scarperia, nel bacino imbrifero del torrente Tavaiano (per gentile concessione della Sorgente Palina s.a.s.).

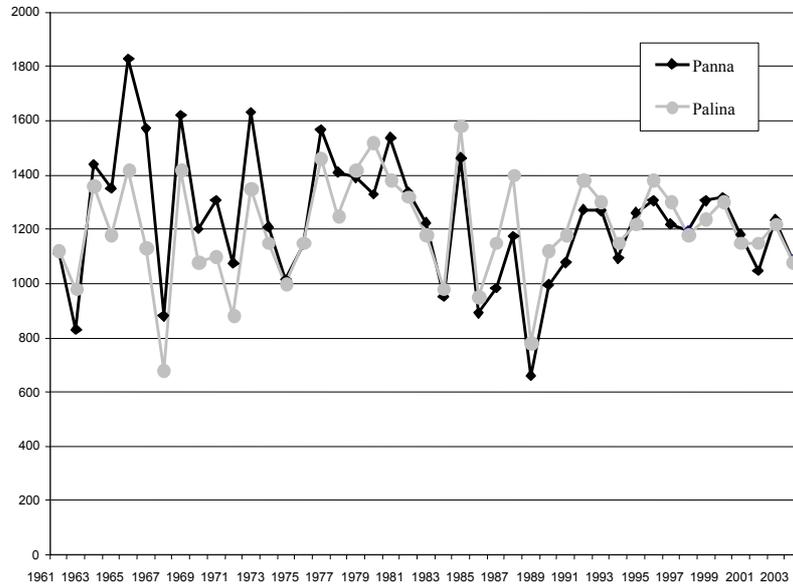


Figura 8 Confronto dei dati storici dei quantitativi di pioggia caduta nell'area della concessione mineraria Sorgente Palina, località Marcoiano di Scarperia e dei quantitativi di pioggia caduta nell'area della concessione mineraria Panna.

I dati sul chimismo delle piogge

I dati storici disponibili sul chimismo delle piogge nell'area del bacino imbrifero dove è localizzato l'Invaso di Bilancino sono pochi e riferiti ad un arco temporale molto breve. Essi provengono dalla stazione pluviometrica di Galliano.

I parametri di interesse riportati sono il pH e i principali composti azotati. Si ha motivo di ritenere che i metodi analitici impiegati oltre 20 anni fa per misurare questi parametri siano stati validi.

Come si vedrà di seguito, i dati riportati nella tabella 1, relativi a misure effettuate negli anni '80, non sono molto diversi dai valori riscontrati nelle piogge della stessa area campionate in tempi recenti. Questi dati non sono comunque utili per ricavare ulteriori considerazioni, in quanto trattasi di serie troppo limitate nel tempo e relative a pochi parametri.

Periodo		Dal	Dal	Dal	Dal	Dal	Dal	Dal
		10/12/81 al 15/12/82	16/12/81 al 23/12/82	10/2/82 al 17/2/82	18/2/82 al 11/3/82	11/3/82 al 17/3/82	21/5/82 al 8/6/82	8/6/82 al 16/6/82
pH		5,45	5,20	5,70	5,62	5,03	4,85	5,12
Ammonio	mg/L NH ₄	0,29	0,28	1,23	1,35	0,34	0,68	0,68
Nitrati	mg/L NO ₃	1,42	1,86	1,99	3,23	0,84	0,70	0,75

Tabella 1 Dati storici relativi al chimismo delle piogge in un'area del bacino imbrifero dell'Invaso di Bilancino. Sono stati riportati i dati così come scritti all'origine, anche se alcune cifre non sono da ritenersi significative.

Dati più recenti sul chimismo delle piogge nell'area del bacino imbrifero dove è localizzato l'Invaso di Bilancino sono stati ricavati da ricerche effettuate fino dall'inizio degli anni '90, quando alcuni sistemi di campionamento di tipo "bulk" furono sistemati nei pressi di alcune aziende di produzione di acque minerali naturali, nell'area appenninica dell'alto Mugello.

In quegli anni i campionamenti erano volti ad evidenziare la possibile presenza di contaminanti metallici e di altri elementi in traccia, veicolati con le piogge, che potevano interessare i bacini di ricarica delle acque minerali di quel territorio, e per definire le concentrazioni nelle piogge di queste sostanze in un'area a basso impatto antropico della Toscana.

Dai dati ricavati si osservava un basso input di metalli pesanti nelle piogge. Successivamente l'attenzione si era progressivamente spostata per verificare l'apporto dei nitrati: in tale ambito, fra l'altro, si cercava di comprendere se l'apporto dello ione nitrato con le piogge avrebbe potuto giocare un ruolo significativo sull'incremento di questa sostanza, tuttavia molto modesto, in alcune acque sotterranee di quell'area appenninica toscana. Le ricerche in tal senso sono iniziate nel 1999 e sono tuttora in corso.

Il sistema di campionamento di tipo *bulk (Wet – dry sampler)* che era stato impiegato per lo studio dei metalli e altri elementi in traccia, era stato ideato per la necessità di disporre di dati sulle piogge in aree dove non era possibile l'allestimento di centraline automatiche di prelievo. La procedura di campionamento sperimentata, pur non discriminando fra gli eventi meteorici che si

susseguono nel tempo, è comunque utilizzabile per valutazioni su tematiche specifiche e non è utilizzabile come sistema di monitoraggio delle piogge.

Le difficoltà che si pongono per il campionamento delle piogge in aree isolate, quando non si dispone di sistemi di campionamento automatici, sono legate soprattutto all'impossibilità di recuperare il campione dopo ogni evento meteorico. L'assenza di tali sistemi è dovuta soprattutto alla complessità di installazione e di gestione e talvolta al conseguente impatto, non sempre accettabile, che queste apparecchiature possono avere sull'ambiente. Inoltre la permanenza delle piogge per molto tempo nei flaconi di raccolta può determinare variazioni sia delle concentrazioni, sia delle specie chimiche degli analiti, prevalentemente per azione della luce, di microrganismi e della temperatura.⁷

I campionamenti sono stati effettuati nelle seguenti aree montuose:

1. località Cannucceto, a m. 920, nel territorio di concessione mineraria della Panna s.p.a., Appennino dell'alto Mugello (Firenze); da circa 1 anno la postazione è stata spostata in un'area limitrofa (Paldibecco, m. 700), (fig. 9).
2. località Palina, a m. 598, nei pressi della sorgente Ramatino, nel territorio di concessione mineraria Sorgente Palina, località Marcoiano di Scarperia (Mugello).



Figura 9 Postazione di campionamento delle piogge nei boschi di Panna, nell'alto Mugello (Località Paldibecco, m. 705).

⁷ F. Mantelli, A. Ronchi, C. Minoia, *Campionamento delle piogge in aree montane*, Boll. Chim. Igien. Vol. 51, pp. 81-88, 2000.

Il campionamento di tipo *bulk* porta di norma a valori di pH superiori a quelli del prelievo *wet - only*, come è noto in letteratura⁸, per l'apporto di deposizione secca che tende a neutralizzare l'acidità delle piogge, e inoltre determina una perdita della differenziazione fra deposizione secca e deposizione umida. La deposizione secca può costituire in aree remote il 25% del contributo di sostanze presenti nelle precipitazioni. I risultati che si ricavano con il metodo di campionamento adottato possono pertanto essere sovrastimati rispetto al campionamento *wet-only* (sola deposizione umida). Inoltre è da prevedere anche il contributo di sostanze trascinate da rugiada e brina.

Il campionatore tipo è di norma costituito da un flacone in polietilene da 3000 ml e da un imbuto di raccolta di forma cilindrica del diametro interno di 58 mm (sez. cm² 26,40). Sul fondo dell'imbuto è disposta la reticella. Il campionamento è di tipo *bulk*: la reticella determina un'esclusione delle macroparticelle (superiori a 100 µm) e quindi consente di campionare le particelle di dimensioni comprese fra <0,1 e 10 µm che costituiscono la maggior parte della massa dell'aerosol atmosferico.

La raccolta dei campioni dopo un certo periodo di tempo, e non evento per evento, determina alterazione del contenuto ionico: la pioggia raccolta nel campionatore costituisce una soluzione ionica con azoto e sostanza organica sufficienti a determinare lo sviluppo di microrganismi, in particolare alghe verdi. In particolare, la presenza di batteri denitrificanti può ridurre lo ione NO₃⁻ a N₂O o a N₂. Per quanto riguarda il campione ai fini dello studio di elementi in traccia si può avere adsorbimento dei metalli sulle pareti del recipiente. In genere si sono adottati due diversi sistemi di campionamento a seconda che il campione sia destinato alla raccolta di pioggia per l'analisi di metalli e di altri elementi in traccia, o destinato all'analisi dei componenti principali.

Per quanto riguarda i metalli e altri elementi che possono essere veicolati con le piogge, i dati sono stati ricavati con analisi in spettrometria di emissione al plasma induttivo con rivelazione in massa (Analisi effettuate presso la Fondazione Maugeri di Pavia). Ferro e cromo sono stati determinati con spettrometria di assorbimento atomico con fornetto di grafite.

In tabella 2 è riportato il confronto fra gli elementi in traccia nelle piogge campionate nelle due postazioni sopra descritte localizzate nel bacino imbrifero dell'invaso di Bilancino e in un'area montana dell'Alto Appennino toscano (monte Rondinaio). Nella figura 10 è riportata un'immagine dell'area montuosa dove sono localizzate le concessioni minerarie Panna e Palina.

⁸ Camuffo D., *Acidic precipitation*, Springer Verlag, New York 1990

Elementi		Monte Rondinaio		Palina		Panna	
Altezza del sito di prelievo		1880 m		598 m		920 m	
	Isotopo selezionato	05/05/2000 21/10/2000	01/05/2002 04/05/2003	06/07/1994 19/10/1994	06/07/1994 19/10/1995	06/10/1994 07/04/1995	18/12/2000 29/12/2000
Berillio	⁹ Be	<0.1	<0.5	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Boro	¹⁰ B	7.2	56.7	<1	<1	<1	3.2
Alluminio	²⁷ Al	193	-	79	18	45	5.1
Titanio	⁴⁹ Ti	2.0	-	4.9	<0.1	<0.1	<0.1
Vanadio	⁵¹ V	0.84	0.8	1.0	1.2	1.1	0.28
Manganese	⁵⁵ Mn	11.1	12.3	5.4	2.3	2.9	0.6
Cobalto	⁵⁹ Co	0.17	-	0.09	-	0.04	<0.04
Nichel	⁶⁰ Ni	1.0	0.5	0.6	0.1	0.1	0.41
Rame	⁶³ Cu	1.4	1.7	1.1	0.1	0.2	<0.1
Zinco	⁶⁶ Zn	29.7	18.9	2.6	2.2	12.0	<0.5
Arsenico	⁷⁵ As	<0.1	<0.1	0.16	0.20	0.20	<0.1
Bromo	⁷⁹ Br	8.6	-	-	24.9	19.1	4.0
Stronzio	⁸⁸ Sr	5.3	-	2.7	2.1	1.4	1.4
Molibdeno	⁹⁵ Mo	16.2	-	<0.1	<0.1	<0.1	8.5
Cadmio	¹¹⁴ Cd	0.18	0.2	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Antimonio	¹²¹ Sb	<0.1	<0.1	0.35	0.37	0.37	<0.1
Iodio	¹²⁷ I	2.0	-	-	2.0	2.6	1.1
Bario	¹³⁸ Ba	3.8	<1	2.9	0.9	1.4	0.2
Mercurio	²⁰² Hg	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Tallio	²⁰⁵ Tl	<0.05		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Piombo	²⁰⁸ Pb	1.4	1.7	2.9	1.5	1.6	0.6
Uranio	²³⁸ U	<0.05	-	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Analisi in AAS-GF							
Ferro	Fe	-	40.9	-	-	110	-
Cromo	Cr	-	0.6	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5

Tabella 2 Elementi in traccia nelle piogge campionate in due postazioni localizzate nel bacino imbrifero dell'Invaso di Bilancino e in un'area montana dell'Alto Appennino toscano (Monte Rondinaio). Concentrazioni in µg/L (microgrammi per litro).



Figura 10 *Dai dintorni del castello di Trebbio si osserva il sistema appenninico dove sono localizzate le concessioni minerarie Panna e Palina*

Il confronto con le piogge del monte Rondinaio (per semplicità sono riportate solo 2 campagne) indica che nel bacino imbrifero che raccoglie le acque convogliate nell'Invaso di Bilancino le piogge non mostrano significative differenze con una zona da ritenersi ancora meno condizionata da influenze antropiche. Il grafico di figura 11 mostra con migliore evidenza una sostanziale similitudine di composizione fra le piogge campionate nei differenti siti.

La maggior parte degli elementi rivelabili è legata a processi naturali (alluminio, bromuro, manganese, ferro, zinco), mentre il piombo è prevalentemente imputabile ad attività antropica per il grande impiego che è stato fatto come antidetonante nelle benzine. Questo elemento si trova comunque sempre in concentrazioni basse, ma agli stessi livelli da circa 10 anni.

I dati forniti, pur ricavati da controlli non sistematici e continui, sono da ritenersi significativi per il periodo di tempo considerato (si osservino anche i recenti valori relativi all'anno 2000).

Controlli estesi ad altre aree montane, a quote prossime ai 2000 m, non distanti dalla zona dell'Invaso di Bilancino, ma anche in fondovalli con moderate influenze antropiche, mostrano profili simili di composizione. In particolare il piombo, elemento molto diffuso nell'ambiente (ma in calo con l'abbandono delle benzine additivate), non è mai stato riscontrato nelle piogge che hanno interessato il bacino di Bilancino in concentrazioni tali da influenzare in modo negativo la composizione delle acque superficiali; dall'inizio dei controlli (circa 10 anni fa), i vari campioni di pioggia non mostrano mai valori superiori a 3 µg/L.

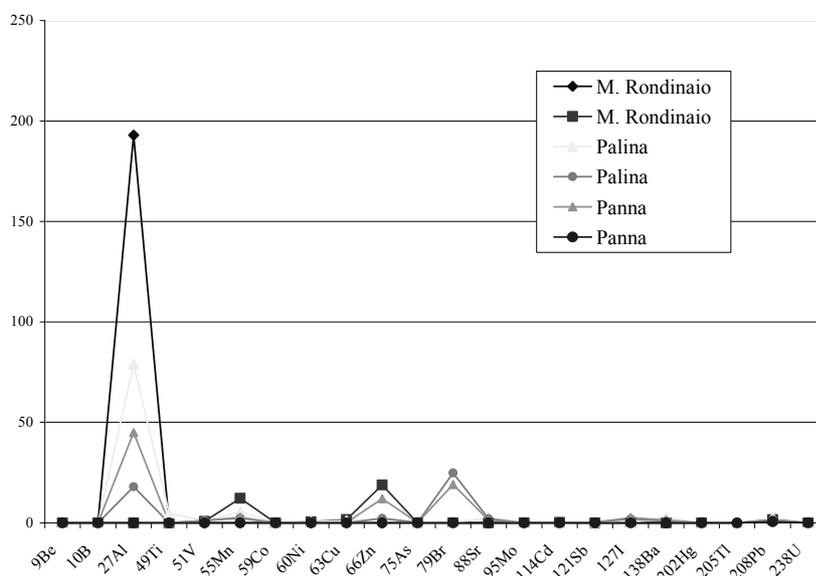


Figura 11 *Rappresentazione grafica degli elementi in traccia nelle piogge campionate in due postazioni localizzate nel bacino imbrifero dell’Invaso di Bilancino e in un’area montana dell’Alto Appennino toscano (Monte Rondinaio).*

Le piogge sono campionate in aree localizzate nel bacino imbrifero che alimenta l’Invaso di Bilancino tramite il torrente Sorcella, che raccoglie la pioggia dell’area della Panna, e il torrente Tavaiano, che raccoglie la pioggia dell’area della Palina. Dai dati riportati in tabella 2 si riscontra che tutti i metalli ed altri elementi che possono essere veicolati con le piogge e che sono ritenuti di interesse per possibili alterazioni di acque superficiali, sulla base della legislazione vigente e delle attuali conoscenze, sono da ritenersi in basse concentrazioni. Alcuni non sono rivelabili ai rispettivi limiti di rivelabilità analitici. Pertanto, sulla base dei dati fino ad oggi disponibili, dal confronto con gli attuali riferimenti di qualità che possono essere ritenuti più restrittivi (acque destinate alla potabilizzazione, tabella 3), non si osserva alcun apporto significativo di metalli ed altri elementi con le piogge e quindi nessuna o scarsa influenza sulla qualità delle acque dell’Invaso di Bilancino. Per quanto riguarda gli standard di qualità delle acque dolci superficiali secondo quanto indicato dal decreto 6 novembre 2003, n. 367, si riscontrano valori molto più restrittivi al cui adeguamento sono comunque concessi ancora alcuni anni (Colonne 3^a e 4^a della tabella 3). Da un confronto con tali limiti (anche quelli più restrittivi la cui conformità è prevista al 2015) con i valori riscontrati nelle piogge, solo il piombo può determinare apporti significativi. Tali confronti possono

comunque essere significativi solo con le concentrazioni che saranno riscontrate nelle piogge in quegli anni. Inoltre è poco probabile una relazione diretta fra concentrazioni di metalli da apporti di piogge e acque superficiali per noti fenomeni legati alle complesse interazioni fra questi e il materiale sospeso nelle acque superficiali, di natura organica e inorganica, che determina evidenti rimozioni dei metalli dalla frazione solubile.

Elemento	Valori per la classificazione in A1 secondo D. Lgs 11.05.1999 n. 152	Standard di qualità delle acque dolci superficiali secondo Decreto 6.11.2003, n. 367	
		Entro 2008	Entro 2015
	µg/L	µg/L	µg/L
ferro disciolto	100	-	-
manganese	50	-	-
rame	20	-	-
zinco	500	-	-
arsenico	10	5	2
cadmio	1	1	0,1
cromo totale	50	4	1,5
piombo	50	2	0,4
selenio	10	-	-
mercurio	0,5	0,02	0,05
bario	100	-	-
boro	1000	-	-

Tabella 3 Valori limite per metalli ed altri elementi previsti per la classificazione in A1 delle acque superficiali destinate alla potabilizzazione (D.Lgs 11.05.1999 n.152) e standard di qualità delle acque dolci superficiali secondo quanto indicato dal decreto 06.11. 2003, n. 367⁹.

Per quanto riguarda l'apporto di macrocostituenti da parte delle piogge (principali cationi e anioni), nei campioni raccolti nella postazione in località Cannucceto, nel territorio di concessione mineraria della Panna s.p.a., si osservano nel corso degli anni valori molto diversi del loro contenuto ionico: la conducibilità elettrica è compresa fra 5,5 µS/cm e 66 µS/cm (a 25 °C), (figura 12). Il maggior contenuto di solidi disciolti si osserva in corrispondenza di piogge con elevato apporto solido (polveri sahariane), particolarmente evidente durante l'episodio del 21 febbraio

⁹ Decreto 6 novembre 2003, n. 367 - Regolamento concernente gli standard di qualità nell'ambiente acquatico per le sostanze pericolose, ai sensi dell'articolo 3, comma 4, del D.Lgs 11 maggio 1999, n.152.

2004 quando molta neve è caduta sull'Appennino tosco-emiliano mista a polveri provenienti dal Sahara in quantità tale da colorare in rosso-arancio l'estesa precipitazione. In queste piogge si determina quindi un'alcalinizzazione e presenza di calcio in concentrazione elevata. Tuttavia, alcuni fenomeni legati a componenti meteorologiche diverse possono ugualmente contribuire a conducibilità elevate, spesso con apporti di cloruro e sodio di origine marina. Comunque il contenuto ionico delle piogge ai fini dell'influenza del chimismo delle acque superficiali interessate è poco rilevante, in quanto l'apporto prevalente di solidi disciolti che si riscontra in queste acque è legato ad interazioni acqua – roccia con prevalente rilasci di ione calcio e bicarbonato.

Può essere comunque di interesse per le acque superficiale valutare il possibile apporto delle forme di azoto con le piogge. Per i nitrati il valore guida per la classificazione in A1 è 25 mg/L, mentre il valore imperativo per la stessa classificazione è 50 mg/L. Per l'ammonio, per la classificazione in A1, il valore guida è 0,05 mg/L (non è riportato un valore imperativo). L'azoto Kjeldahl non è da ritenersi di interesse (non è previsto nel D. lgs. 31/2001 sulle acque destinate al consumo umano e quindi non è da ricercarsi nelle acque superficiali destinate alla potabilizzazione).

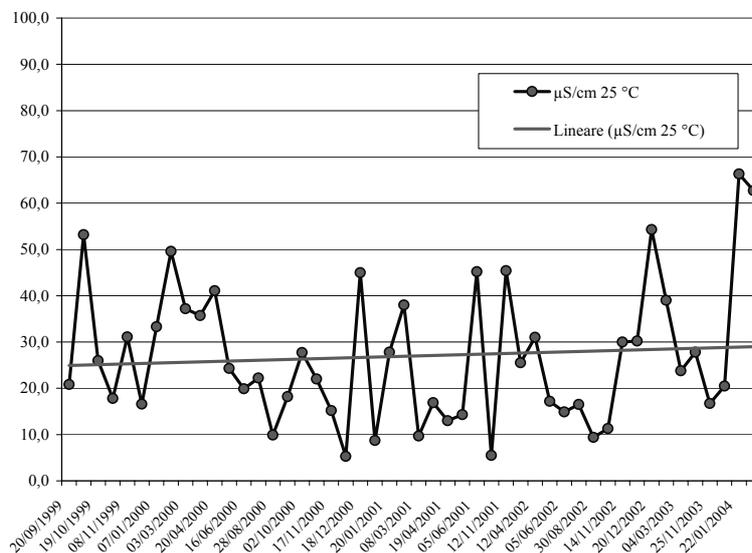


Figura 12 Andamento delle conducibilità elettrica specifica (a 25 °C) nelle piogge raccolte in località Cannucceto, a m 920, nel territorio di concessione mineraria della Panna s.p.a., Appennino dell'alto Mugello (Firenze).

L'apporto con le piogge dello ione nitrato è modesto. Nella figura 13 è riportata la serie delle concentrazioni di questo ione nelle piogge nella postazione località Cannucceto, nel territorio di concessione mineraria della Panna s.p.a., Appennino dell'alto Mugello (Firenze). I dati sono relativi al periodo 1999 - 2004. I valori si attestano sul valore mediano di 1,8 mg/L. Nel corso degli anni non si osservano variazioni di tendenza; per valutazioni in questo senso è comunque necessario disporre di serie di dati più estese nel tempo.

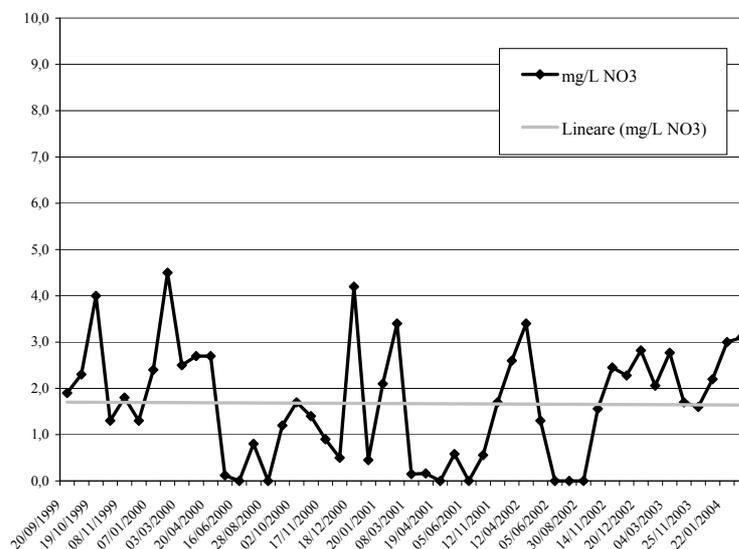


Figura 13 Andamento del contenuto dello ione nitrato nelle piogge campionate in località Panna, nel bacino imbrifero dell'Invaso di Bilancino.

Nella figura 14 è riportato l'andamento della concentrazione dell'ammonio. Anche se talvolta si osservano picchi di concentrazioni fino a 1,5 mg/L, l'apporto di questo ione con le piogge è modesto e con elevata variabilità di concentrazioni.

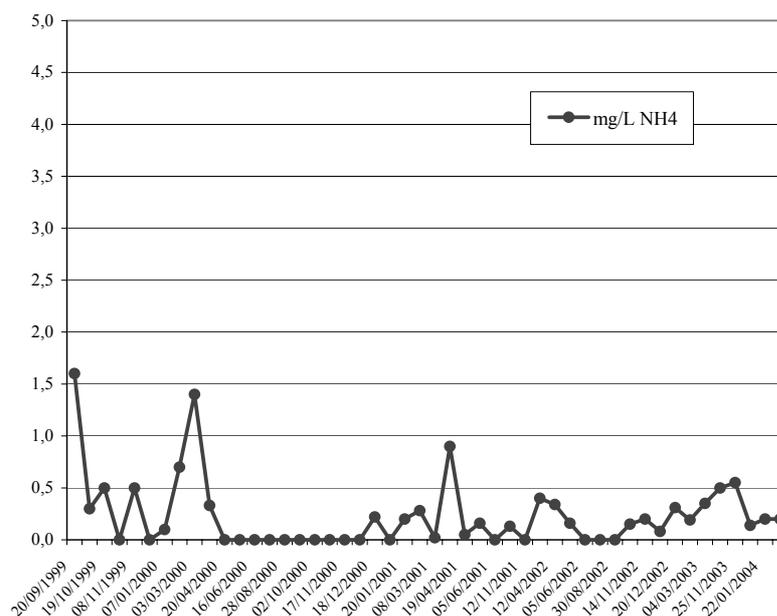


Figura 14 Andamento del contenuto dello ione ammonio nelle piogge campionate in località Panna, nel bacino imbrifero dell'Invaso di Bilancino.

Per quanto riguarda il pH, si osserva una moderata tendenza verso valori più elevati nel corso degli anni (figura 15). Anche per questo parametro è necessario disporre di serie temporali più estese, in quanto la linea di tendenza può essere al momento influenzata dai recenti episodi caratterizzati da elevato apporto di polveri trasportate a livello atmosferico, spesso di tipo carbonatico, quindi con capacità di innalzare il pH.

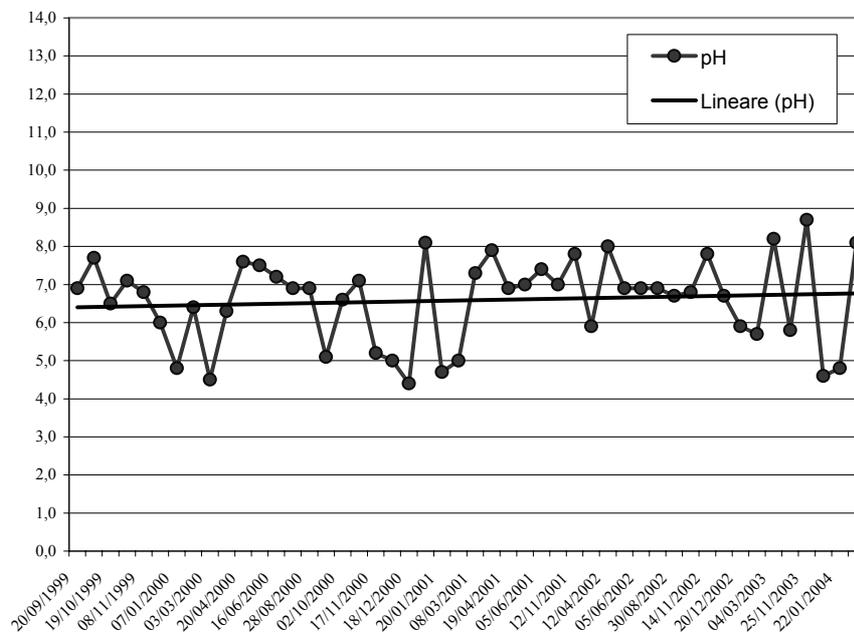


Figura 15 *Andamento del pH nelle piogge campionate in località Panna, nel bacino imbrifero dell’Invaso di Bilancino.*

Valutazioni

Le caratteristiche delle piogge presentate sono relative ad alcune aree limitate del bacino imbrifero di Bilancino; sulla base dei dati ricavati da varie indagini si ha motivo di ritenere che non si osservino variazioni significative nelle diverse zone dell’intero bacino.

L’apporto di metalli ed elementi in traccia è molto contenuto; può essere di interesse mantenere i controlli per verificare l’andamento del piombo nel tempo.

L’apporto dei composti azotati appare contenuto e in linea con le concentrazioni che si riscontrano in aree toscane a basso impatto antropico (zone montane prossime ai 2000 metri). Il pH non mostra variazioni significative nel corso degli anni, il valore medio indica una modesta acidità, con trend in diminuzione nel corso del tempo.

I dati presentati sono relativi a serie temporali comunque brevi; per ulteriori valutazioni è necessario proseguire le misure per altri anni.

4 ASPETTI IDROLOGICI

Il bacino che sottende l'Invaso è caratterizzato da un regime pluviometrico con forte variabilità pertanto i corsi d'acqua hanno un regime nettamente torrentizio.

L'anno 2003, a cui si riferiscono i dati di questo studio, è stato caratterizzato da condizioni climatiche eccezionali con un'estate particolarmente calda e priva di precipitazioni.

Dai dati trasmessi da Publiacqua risulta che, all'inizio della primavera, l'Invaso di Bilancino conteneva 69 milioni m³; alla fine di ottobre ve ne erano rimasti 39,5: lo svasso di 29,5 milioni m³ nei mesi estivi ha reso possibile un attingimento presso l'acquedotto di Firenze di 3,5 m³/sec e di garantire l'approvvigionamento idrico non solo della città di Firenze ma in parte anche di Prato e Pistoia.

5 PRESSIONI

L'area è caratterizzata da scarsa attività industriale e modesta urbanizzazione, tuttavia le pressioni ambientali potranno sensibilmente aumentare a seguito delle attività di cantierizzazione e escavazione per la realizzazione di grandi opere di viabilità (Variante di Valico).

I consumi idrici sul territorio sono rilevanti e determinati da usi civili, industriali e agricoli. Per gli usi civili i prelievi in gran parte provengono da captazioni di acque superficiali (torrente Stura, torrente Tavaiano, lago Migneto), come pure per gli usi irrigui, mentre per gli usi industriali i prelievi vengono in gran parte effettuati da acque sotterranee.

Sul territorio sono presenti due aziende di produzione di acque minerali; pozzi e sorgenti sono localizzati nelle concessioni minerarie Panna e Palina.

Gli scarichi di acque reflue urbane in corsi d'acqua che confluiscono all'invaso non sono particolarmente significativi in quanto inviati in gran parte in fognature convogliate all'impianto di depurazione di Rabatta (Borgo san Lorenzo).

Restano ancora da depurare gli scarichi di alcune frazioni. Anche la gran parte degli scarichi industriali confluisce nella fognatura che adduce all'impianto di Rabatta.

Confluiscono ancora in acque superficiali gli scarichi di una ditta galvanica e di due ditte di produzione di acque minerali, scarichi domestici di case sparse, acque di dilavamento di terreni agricoli e acque di dilavamento della rete autostradale.

6 RIFERIMENTO NORMATIVO

Il documento normativo di riferimento per la valutazione della qualità ambientale è costituito dal D. lgs. 11/05/1999 n° 152 “Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole” e successive modifiche.

Lo studio della qualità dell'ambiente idrico superficiale, se si considerano anche i dati pregressi che sono stati riportati, abbraccia un intervallo di tempo di molti anni a cui è corrisposto un'importante evoluzione nella normativa comunitaria e nazionale sulle acque. Ad una prima fase, anni '80 e '90, che faceva riferimento a testi di legge basati sul principio dei limiti rigidi agli scarichi o comunque di limiti minimi di qualità della risorsa idrica fissati in funzione di un uso umano (potabilizzazione, uso ricreativo, irrigazione, uso industriale...), si è passati, con il D. lgs 152/99, ad un nuovo approccio combinato di limiti rigidi stabiliti per gli scarichi e di obiettivi di qualità ambientale, quest'ultima intesa come capacità dei corpi idrici di mantenere i processi naturali di autodepurazione e di supportare comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate.

Questo è il motivo per cui, purtroppo, non è stato possibile trattare in maniera omogenea i dati raccolti nel corso degli anni e quelli raccolti durante l'indagine.

Per i parametri microbiologici determinati nelle acque dell'Invaso di Bilancino, il riferimento legislativo è il DPR 470/82 per la balneazione.

7 ACQUE SUPERFICIALI - DATI PREGRESSI

Nella convenzione firmata nel 1984, come già precedentemente accennato, la Regione Toscana si impegnava ad istituire entro il 1985 un Centro permanente di ricerca per lo studio dei problemi ambientali indotti dalla realizzazione dell'Invaso. Nonostante l'osservatorio ambientale non sia stato allora realizzato, le iniziative miranti a caratterizzare l'ambiente idrico superficiale sono state numerose fino dall'inizio.

7.1 Anni '80

Al momento di affrontare lo studio del progetto esecutivo il Consorzio Risorse Idriche affidò al Laboratorio di Igiene e Profilassi della Provincia di Firenze l'esecuzione di una accurata campagna di campionamenti e analisi chimiche e batteriologiche da effettuare sui vari corsi d'acqua che avrebbero alimentato il futuro Invaso (Sieve, Lora, Stura, Tavaiano, Calecchia e Sorcella) onde ottenere un quadro completo e dettagliato degli apporti inquinanti e delle sostanze nutritive presenti nelle loro acque.

La campagna iniziò nella primavera del 1980 e terminò nel 1982; furono eseguite sei serie di campionamenti e i dati raccolti inviati di volta in volta al Consorzio.

Le indagini risultarono particolarmente complesse poichè, con il procedere dello studio, fu deciso, in collaborazione con l'Istituto di Idrobiologia di Pallanza, di ampliare notevolmente il campo di indagine. Ciò comportò la messa a punto di nuovi metodi analitici a più elevata sensibilità per acquisire una conoscenza più approfondita, in particolar modo per il contenuto di fosforo e azoto nelle varie forme presenti.

Una selezione dei risultati ottenuti dalle determinazioni effettuate in quello studio è riportata nelle tabelle 4 - 9 (vedi Allegato).

Nel 1985 fu eseguita una prima campagna di biomonitoraggio con il metodo IBE in varie stazioni su ciascun torrente (tab.10).

Stazioni	Numero U.S.	Valore I.B.E.	Classe qualità
SIEVE LOCALITÀ MULINO FOGNA	20	10	I
LORA LOCALITÀ S.ANDREA	20	9	II
LORA LOCALITÀ CAVALLINA	13	8	II
STURA LOCALITÀ LA RUZZA	22	11	I
STURA LOCALITÀ BARBERINO	18	9	II
SORCELLA PANNA	24	11	I
SORCELLA FATTORIA IL MONTE	15	8	II
TAVAIANO LOCALITÀ MARCOIANO	28	12	I
TAVAIANO LOCALITÀ FORNACE	20	10	I
TAVAIANO PONTE STRADA PROVINCIALE PER GAGLIANO	14	8	II

Tabella 10 *IBE 1985.*

Analizzando i valori dei vari parametri, è evidente che agli inizi degli anni '80 i diversi corsi d'acqua presentavano un modesto grado di inquinamento. In periodo di magra, con portate in alcuni casi ridottissime, si osservavano tuttavia sensibili diminuzioni della percentuale di saturazione dell'ossigeno e anche i parametri indicatori di inquinamento organico presentavano valori di un certo significato a conferma dello scarico di liquami civili privi di sostanziali trattamenti di depurazione. Tale situazione era più evidente per i torrenti Stura, Lora e Sorcella: infatti nei primi due confluivano le acque reflue rispettivamente del capoluogo Barberino di Mugello e della frazione di Cavallina, nel terzo gravitavano acque di scarico industriali e di allevamenti di bestiami. Nella valutazione generale veniva tenuta in seria considerazione l'incidenza dell'attività agricola esistente che comportava l'uso di fertilizzanti con elevato contenuto in sali di azoto e di fosforo. I metalli pesanti ricercati (piombo, cromo, nichel, zinco, cadmio, rame) risultavano presenti in concentrazioni apprezzabili solo in periodo di magra nei torrenti Lora, Stura e Sorcella in particolare per gli ioni zinco, nichel e rame che venivano messi in relazione con l'uso agricolo di prodotti disinfestanti contenenti tali ioni metallici e con gli scarichi industriali.

Il monitoraggio biologico evidenziava che si trattava di ambienti naturali di alto pregio che conservavano buone condizioni di qualità soprattutto nei tratti alti in aree poco antropizzate. Nonostante un leggero abbassamento della classe di qualità nel periodo di magra, questi torrenti erano generalmente classificabili di I° classe ad eccezione di piccoli tratti localizzati a valle di centri abitati.

7.2 Anni '90

Nel 1991 la Provincia di Firenze pubblicò nel report "Monitoraggio chimico fisico, microbiologico e mappaggio biologico dei corsi d'acqua" i risultati delle analisi eseguite in quell'anno dal Servizio Multizonale di Prevenzione sui corsi d'acqua dell'area di Bilancino (tab. 11 e, in Allegato, tabb. 12-15).

Stazioni	Numero U.S.	Valore I.B.E.	Classe qualità
SIEVE LOCALITÀ MULINO FOGNA	20	10	I
LORA LOCALITÀ S.ANDREA	21	11	I
LORA LOCALITÀ CAVALLINA	13	7	III
STURA LOCALITÀ LA RUZZA	22	11	I
STURA LOCALITÀ BARBERINO	10	7	III
SORCELLA PANNA	23	11	I
SORCELLA FATTORIA IL MONTE	13	7	III
TAVAIANO LOCALITÀ MARCOIANO	24	11	I
TAVAIANO LOCALITÀ FORNACE	16	10	I/II
TAVAIANO A VALLE DI GAGLIANO	10	6	III

Tabella 11 IBE 1991.

Nel 1999, in occasione della pubblicazione del Rapporto sullo Stato dell'Ambiente della Provincia di Firenze, fu elaborata in via sperimentale una prima costruzione dell'indice sintetico dello Stato Ecologico per il fiume Sieve e gli affluenti Lora, Stura, Sorcella, Tavaiano, come indicato dal D. lgs. 152/99 che era stato da poco approvato. Fu fatto ricorso ai valori relativi agli anni 1997-98 per i parametri macrodescrittori e ai valori IBE del 1997. Poiché in quella fase sperimentale non tutti i dati erano disponibili nella forma ottimale richiesta dal D. lgs. 152/99, si fece ricorso, dove possibile, a parametri che potessero essere il più possibile equivalenti, come nel caso dei Coliformi fecali i cui valori furono utilizzati come *Escherichia coli*. Per ovviare comunque alle difficoltà, si preferì indicare l'intervallo in cui il punteggio totale in ogni stazione aveva un'elevata probabilità di ricadere.

Le stazioni di campionamento sui torrenti Lora, Stura, Sorcella, Tavaiano erano anche allora posizionate nel punto significativo più prossimo all'immissione nell'Invaso, il fiume Sieve veniva monitorato in località Frassineto e Latera.

Stazioni campionamento	Livello macrodescrittori	I.B.E.	Seca (classe)
Frassineto - Sieve	2	9	2
Latera - Sieve	2	8 - 9	2
Lora	3	6 - 7	3
Stura	3	5,4	3 - 4
Sorcella	3	7	3
Tavaiano	3	6	3

Tabella 16 *Indice SECA 1998.*

Dai dati degli anni '90, prima del collegamento all'impianto di depurazione centralizzato di Rabatta di parte degli scarichi fognari provenienti dall'area a monte di Bilancino, la qualità delle acque dei tributari risultava, con limitate fluttuazioni, di una classe relativamente bassa. Come è possibile dedurre dall'osservazione dei valori dei singoli parametri, il livello di qualità era condizionato da un inquinamento organico piuttosto significativo. L'apporto di nutrienti immessi dagli scarichi civili e industriali, dagli allevamenti zootecnici e dalla concimazione dei terreni agricoli rappresentava il principale rischio per la trofia del bacino.

Indagini eseguite sui tratti a monte di tutti i corpi idrici indagati consentivano di rilevare caratteristiche spesso ottime, ad indicare una capacità autodepurativa che poteva essere recuperata lungo tutto il percorso una volta che l'apporto inquinante fosse rimosso, a garanzia di caratteristiche elevate delle acque del bacino.

8 ARTICOLAZIONE DEL PROGETTO DI MONITORAGGIO

8.1 Periodo del rilevamento

Il progetto ha avuto inizio nel giugno 2002, nel momento in cui la Provincia di Firenze, su proposta di ARPAT, ha acquistato una stazione automatica di monitoraggio (boa profilatrice) che è stata installata nel punto di massima profondità (fig. 17). Nel marzo 2003 ha avuto inizio il monitoraggio della qualità delle acque con campionamenti periodici per la determinazione dei parametri chimico fisici e biologici programmati in più stazioni nel lago e sui tributari. I dati riportati in questa relazione sono riferiti al periodo marzo 2003 - febbraio 2004.

8.2 Stazioni di monitoraggio

Stazioni di campionamento delle *acque del lago*:

- nel punto di massima profondità: lungo la colonna d'acqua (in superficie, a metà colonna e in profondità);
- in corrispondenza dell'immissione dei tributari Sieve, Tavaiano, Lora e Stura.



Figura 16 Centro invaso Stazione automatica di monitoraggio (boa profilatrice).

Stazioni di campionamento delle *acque dei tributari* immediatamente a monte dell'immissione: torrente Lora, torrente Stura, torrente Sorcella, torrente Tavaiano, fiume Sieve.

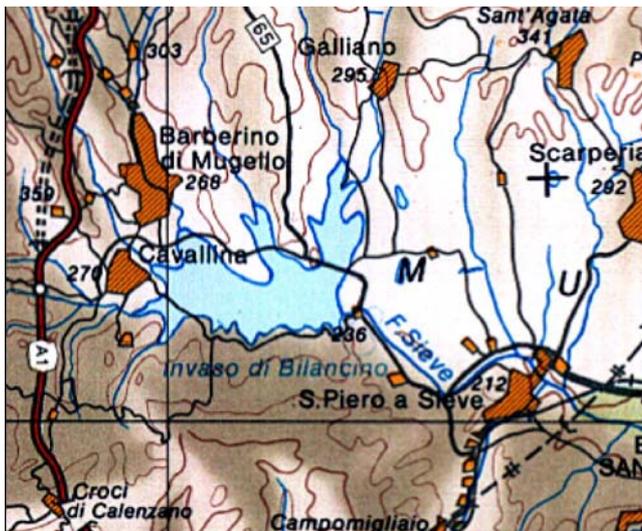


Figura 17 Cartina del lago.



Figura 18 Stazione sul fiume Sieve.

Fiume Sieve

Località: Cavallina

Comune di Barberino di Mugello

X Coord. 1678448

Y Coord. 4872031

La stazione è posta vicino al casello autostradale di Barberino di Mugello. L'alveo è largo circa 3 metri, la profondità media è di circa 30 cm. Il fondo è costituito prevalentemente da sassi e ciottoli, la vegetazione riparia è costituita da alberi ad alto fusto. Area circostante a campi ed in parte edificata.



Figura 19 *Stazione sul torrente Lora*

Torrente Lora

Località: Barberino di Mugello

Comune di Barberino di Mugello

X Coord. 1678835

Y Coord. 4873261

L'alveo bagnato è largo circa 2 metri e la profondità media di circa 20 cm. Il fondo è costituito prevalentemente da sassi e ciottoli. Le rive sono coperte da vegetazione arbustiva con qualche albero ad alto fusto. Presenza di coltivi in riva destra e di area urbanizzata in riva sinistra.



Torrente Stura

*Località: Centro
abitato di Barberino di
Mugello*

X Coord. 1679790

Y Coord. 4873830

Figura 20 *Stazione sul torrente Stura.*

L'alveo bagnato è largo circa 3 metri e la profondità media di circa 20 cm. Il fondo è costituito prevalentemente da sassi e ciottoli. La vegetazione riparia è arbustiva ed erbacea. L'area circostante è urbanizzata.



Torrente Sorcella

*Località: a valle
dell'abitato di Guliano*

*Comune di
Barberino di Mugello*

X Coord. 1682955

Y Coord. 4874853

Figura 21 *Stazione sul torrente Sorcella.*

Alveo bagnato di circa 3 metri incassato tra argini con ampi banchi di argilla, in riva destra presenza di tratti instabili e franosi. Il substrato è costituito da sassi e ciottoli, la vegetazione riparia è arbustiva ed erbacea, l'area circostante è a campi e coltivi.



TorrenteTavaiano

Località: a valle dell'abitato di Galliano

Comune di Barberino di Mugello

X Coord. 1683343

Y Coord. 4874259

Figura 22 *Stazione sul torrente Tavaiano.*

L'alveo bagnato è di circa 3 metri e la profondità media di 20 cm. Il fondo è costituito prevalentemente da sassi e ciottoli, le rive sono coperte da vegetazione arborea ed arbustiva.

Area circostante a campi e coltivi.

8.3 Parametri

8.3.1 Ambiente lacustre

8.3.1.1 Stazione di massima profondità (Centro)

In questo punto di monitoraggio le caratteristiche chimiche, chimico fisiche e biologiche sono state rilevate sia da una *stazione automatica* (boa profilatrice), sia con *campionamenti effettuati da natante*.

Stazione automatica

La boa profilatrice è della Ditta IDRONAUT - Modello 601 corredata da un sistema di acquisizione dati BUOY 601 PROFILERS comprendente una sonda multiparametrica OCEAN SEVEN 316 e un sistema di trasmissione GSM.

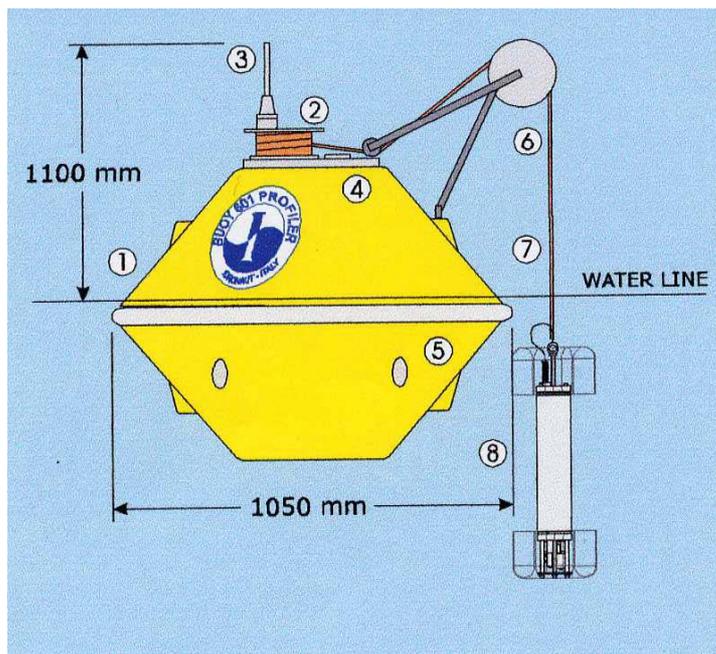


Figura 23 Schema della boa profilatrice.

La sonda è provvista di sensori che determinano giornalmente, ogni sei ore, il profilo lungo tutta la colonna d'acqua dei seguenti parametri:

Parametri	Campo di misura	Accuratezza	Risoluzione
Profondità	0-40 m	0,020 m	0,010 m
Temperatura	1-50 °C	0,1 °C	0,05 °C
Conducibilità	0- 5000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	2 $\mu\text{S}/\text{cm}$	0,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Ossigeno disciolto	0-50 mg/L	0,1 mg/L	0,05 mg/L
Saturazione Ossigeno disciolto	0- 500 %	2 %	0,2 %
pH	0-14	0,1	0,05
Potenziale Redox	-800 +800 mV	10 mV	1 mV

Campionamenti effettuati da natante

Con frequenza mensile sono stati determinati lungo la colonna d'acqua, in superficie a metà colonna e in profondità, i *parametri di base* della tab.10 allegato 1 del D. lgs 152/99.

Laghi- Parametri di base	
Temperatura (°C)	<i>PH</i>
Alcalinità (mg/L)	Trasparenza (m)
Ossigeno disciolto (% saturazione)	Ossigeno ipolimnico (% saturazione)
Clorofilla a (µg/L)	Fosforo totale (P mg/L)
Ortofosfato (P mg/L)	Azoto nitroso (N mg/L)
Azoto nitrico (N mg/L)	Azoto ammoniacale (N mg/L)
Conducibilità Elettrica Specifica (µS/cm 20°C)	Azoto totale (N mg/L)

Nota: in grassetto sono indicati i parametri macrodescrittori.

Ai parametri di base è stato affiancato un ulteriore set di determinazioni scelte tra quelle stabilite dall'OECD (*Organization for Economic Cooperation and Development*) per definire le caratteristiche trofiche delle acque lacustri:

- coefficiente d'attenuazione verticale discendente dell'irradianza (K)
- profondità eufotica (Z EU)
- composizione del fitoplancton
- pesticidi e metalli.

I campioni prelevati in superficie sono stati inoltre analizzati per i parametri microbiologici Coliformi totali, Coliformi fecali e Streptococchi fecali, in analogia a quanto viene effettuato nei quattro siti soggetti a controllo della idoneità alla balneazione ai sensi del DPR 470/82.

Si riportano di seguito i *valori limite* stabiliti dal DPR 470/82 per i sopra citati parametri.

Parametro	Valore limite
Coliformi totali /100mL	2000
Coliformi fecali/100mL	100
Streptococchi fecali/100mL	100

I risultati dei parametri macrodescrittori determinati nel periodo di massimo rimescolamento e in quello di massima stratificazione sono stati utilizzati per la costruzione dell'Indice *SEL* (Stato Ecologico dei Laghi) per l'anno 2003.

SEL	PARAMETRO
	Trasparenza (m) (valore minimo)
	Ossigeno ipolimnico (% di saturazione) Valore minimo misurato nel periodo di massima stratificazione
	Clorofilla <i>a</i> ($\mu\text{g/L}$) (valore massimo)
	Fosforo totale (P $\mu\text{g/L}$) (valore massimo)

Le modalità di calcolo di questo indice previste all'allegato 1, tabella 11, punto 3.3.3 del D. lgs 152/99 sono state modificate dal Decreto Ministeriale del 29 dicembre 2003 n° 391. Lo stato ecologico viene valutato utilizzando tabelle differenziate per individuare i livelli da attribuire ai parametri trasparenza e clorofilla *a*, ossigeno disciolto e fosforo totale e sommando i livelli dei singoli parametri. La classe finale viene dedotta dagli intervalli definiti come sotto riportato.

SEL	Stato Ecologico dei laghi				
Somma singoli punteggi	4	5-8	9-12	13-16	17-20
Classe	1	2	3	4	5

8.3.2 Ambiente fluviale

8.3.2.1 Stazioni alle immissione dei tributari

Mensilmente gli stessi parametri della stazione di massima profondità sono stati determinati in campioni prelevati solo in superficie l'immissione dei tributari.

Per la valutazione dello stato qualitativo delle acque dei tributari dell'invaso sono stati utilizzati gli indici di qualità previsti dal D. lgs 152/99 per le acque superficiali interne:

LIM: Livello di Inquinamento da Macrodescrittori

IBE: Indice Biotico Esteso

SECA: Stato Ecologico dei Corsi d'Acqua

Con frequenza stagionale sono stati determinati i parametri macrodescrittori indicati nella tabella 7 allegato 1 del D. lgs 152/99 sotto riportata ed è stata analizzata la composizione della comunità macrobentonica per la definizione dell'indice IBE.

<i>Acque superficiali - Parametri di base</i>	
<i>Portata ($m^3 s^{-1}$)</i>	<i>Ossigeno disciolto (% saturazione)</i>
<i>pH</i>	<i>BOD₅ (O₂ mg/L)</i>
<i>Temperatura (°C)</i>	<i>COD (O₂ mg/L)</i>
<i>Solidi sospesi (mg/L)</i>	<i>Ortofosfato (P mg/L)</i>
<i>Conducibilità elettrica ($\mu S cm^{-1}$)</i>	<i>Fosforo totale (P mg/L)</i>
<i>Durezza (mg/l CaCO₃)</i>	<i>Cloruri (Cl mg/L)</i>
<i>Azoto totale (N mg/L)</i>	<i>Solfati (SO₄ mg/L)</i>
<i>Azoto ammoniacale totale (N mg/L)</i>	<i>E. coli (UFC/100 mL)</i>
<i>Azoto nitrico (N mg/L)</i>	

Nota: in grassetto sono indicati i parametri macrodescrittori

Il D. lgs 152/99 definisce che il livello di inquinamento LIM venga calcolato integrando le informazioni provenienti dai parametri chimici e microbiologici indicati come *macrodescrittori* determinati con frequenza mensile. Dalla valutazione incrociata dei risultati dell'indice LIM e dell'indice IBE, e considerando il peggiore dei due, si ottiene il valore dell'indice SECA.

L'elaborazione dell'indice LIM è stata effettuata su un numero limitato di dati, in maniera impropria avendo proceduto a campionamenti stagionali e non mensili

come indicato dal D. lgs 152/99. Per esigenze di completezza riportiamo in tabella la classificazione SECA dei corsi d'acqua con i relativi giudizi di qualità come indicato dal D. lgs 152/99

<i>SECA</i>	Stato Ecologico Corsi d'Acqua				
Classe	1	2	3	4	5
Giudizio	Elevato	buono	sufficiente	scadente	pessimo
Colore convenzionale	Blu	verde	giallo	arancio	rosso

8.4 Significato dei parametri adottati

Temperatura

La temperatura è un fattore di grande importanza nel determinare i movimenti delle masse d'acqua dei laghi che si verificano durante l'anno e dai quali dipende sia il processo di riossigenazione delle acque sia quello di rimessa in circolazione dei nutrienti e di altri composti sedimentati. La temperatura inoltre modifica gli equilibri chimici rallentando o aumentando la velocità delle reazioni chimiche e biologiche e svolge quindi un ruolo fondamentale per la regolazione dell'attività metabolica degli organismi.

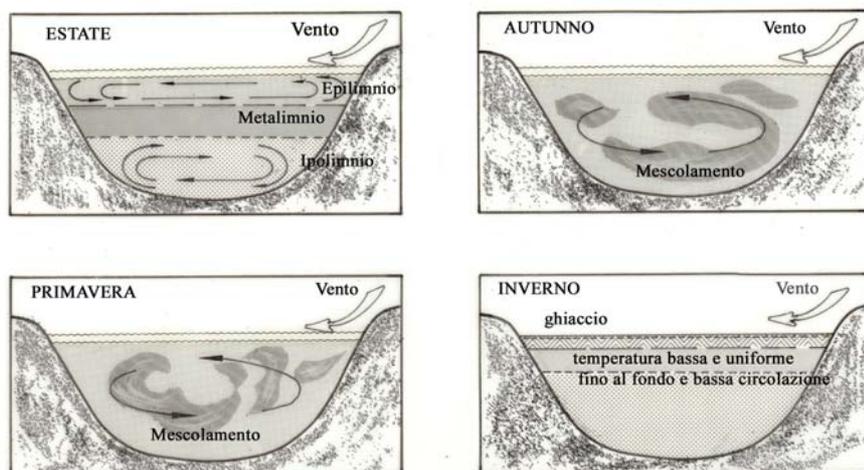


Figura 24 Stratificazione termica delle acque lacustri.

Ossigeno disciolto

E' un parametro correlato con la temperatura di grande importanza nel determinare lo stato trofico del lago. L'ossigeno disciolto nelle acque dei laghi proviene dagli scambi con l'atmosfera e dai processi fotosintetici espletati dai vegetali che vivono nell'acqua. A sua volta l'ossigeno può tornare all'atmosfera o essere utilizzato nei processi respiratori dagli organismi acquatici o in processi ossidativi puramente chimici. La quantità di ossigeno che può sciogliersi nell'acqua di un lago può raggiungere un valore limite, il valore di saturazione, che dipende dalla temperatura dell'acqua in ogni singolo strato, dall'altitudine, dall'umidità atmosferica e dalla profondità degli strati rispetto alla superficie.

pH

E' un elemento di giudizio molto importante perché è una delle condizioni ambientali che influiscono maggiormente nel determinare le possibilità di insediamenti floro-faunistici. Il pH tende ad avere una distribuzione verticale uniforme con un leggero declino ipolimnico durante la stagione estiva.

Alcalinità

E' principalmente dovuta ai carbonati e ai bicarbonati. E' molto importante conoscere la percentuale di bicarbonati nel contenuto in sali dell'acqua studiata perché essi rappresentano il più importante sistema tampone delle acque dolci e la fonte insostituibile di carbonio per gli organismi fotosintetici. La distribuzione delle specie carbonato - bicarbonato è funzione del pH così come è riportato in figura 25.

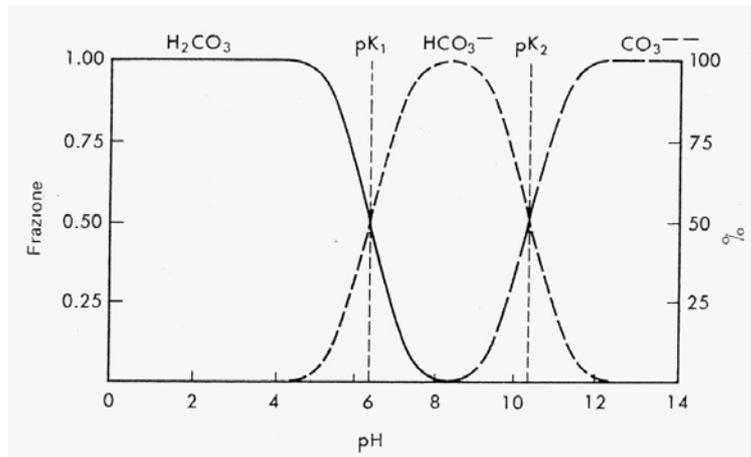


Figura 25 Distribuzione delle specie H_2CO_2 , HCO_3^- e CO_3^{2-} nell'acqua in funzione del pH.

Trasparenza

L'andamento della trasparenza, e cioè la conoscenza della profondità di penetrazione della luce, può consentire di stimare indirettamente il grado di trofia delle acque. Essa è condizionata dalla presenza di materiale in sospensione: quanto maggiore è la quantità di materiale in sospensione tanta più luce viene assorbita dallo spessore acquoso e quindi più bassa è la trasparenza. La penetrazione della luce attraverso gli strati d'acqua è un fattore essenziale per garantire la vita delle comunità acquatiche ed è in grado di provocare sensibili effetti sulla catena trofica. In base a questo dato è possibile stabilire quale è lo spessore della fascia d'acqua superficiale entro la quale l'attività produttiva delle alghe fitoplanctoniche prevale su quella respiratoria.

Fosforo

Le forme chimiche del fosforo che interessano maggiormente nello studio degli ambienti acquatici sono i fosfati inorganici disciolti, i fosfati organici disciolti e i fosfati particellati. L'insieme di queste forme costituisce il fosforo totale. In assenza di apporti antropici, nei laghi la concentrazione di fosforo dipende principalmente dalla natura del bacino imbrifero. E' uno dei principali parametri di riferimento per la valutazione dei carichi inquinanti derivanti da presenza antropica. Le alghe acquatiche assumono fosforo generalmente come fosforo inorganico, talvolta con una velocità di assimilazione molto elevata; il fosforo agisce inoltre come fattore limitante per la costituzione della biomassa algale.

Azoto

Oltre all'atmosfera, la sorgente esterna di primaria importanza per gli apporti di azoto è rappresentata dal bacino imbrifero dal quale vengono drenate le acque. Tra le varie forme chimiche dell'azoto, è di massimo interesse la forma ossidata (come nitrato) per la generale possibilità di assunzione da parte dei vegetali. I diversi stati dell'azoto sono indicativi della presenza di scarichi domestici, agricoli zootecnici, industriali. Agisce, come il fosforo, come fattore limitante per la costituzione della biomassa algale.

Conducibilità elettrica

La conducibilità elettrica è un parametro funzione del contenuto ionico dell'acqua e pertanto utile per ottenere una misura, seppur approssimativa, del relativo contenuto salino. L'acqua molto pura presenta una conducibilità elettrica molto bassa. Quando la misura della conducibilità elettrica viene effettuata con elettrodi con superficie di 1 cm^2 posti alla distanza di 1 cm si ricava la conducibilità elettrica specifica. L'unità di misura della conducibilità elettrica è il Siemens per centimetro ($\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$). Per le acque superficiali con mineralizzazione comunemente compresa fra

100 e 1000 mg/L viene utilizzato un sottomultiplo: il microSiemens per centimetro ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$). La conducibilità dipende anch'essa dalla temperatura e quindi occorre riportare i valori misurati a quelli teorici che si avrebbero alla temperatura standard di 25 °C (oppure di 18 °C o 20 °C). Ciò è possibile tramite formule o, automaticamente, da parte dello stesso strumento di misura.

Coefficiente d'attenuazione verticale discendente dell'irradianza (K)

Questo parametro ha notevole peso sull'equilibrio dell'ecosistema, perché misura l'assorbimento dell'energia luminosa fotosinteticamente attiva (irradianza PAR) nello spessore acqueo. Il coefficiente K regola la profondità eufotica e modula la produzione primaria sia del fitoplancton sia delle macrofite sommerse (fanerogame ed alghe).

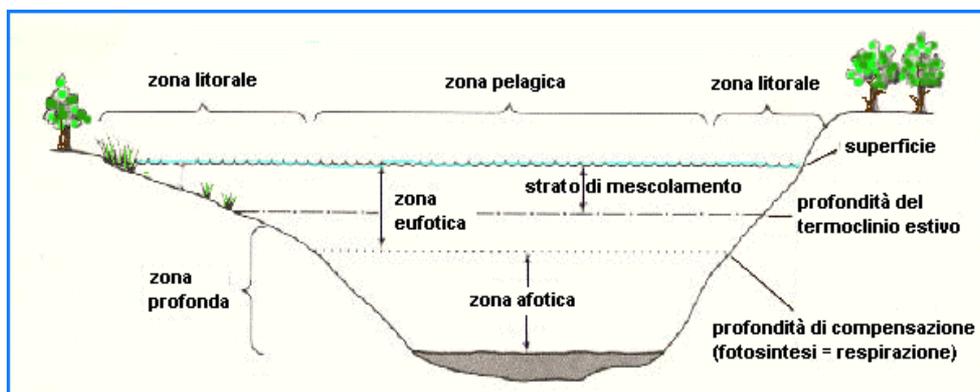


Figura 26 *Profondità eufotica (Z EU).*

Lo strato eufotico di un lago è rappresentato dallo specchio d'acqua compreso fino alla profondità alla quale arriva la radiazione solare in quantità e con caratteristiche tali da permettere i processi fotosintetici.

La profondità eufotica è quindi una grandezza derivata dall'irradianza PAR ed è fondamentale per l'equilibrio della catena trofica. L'attività fotosintetica del fitoplancton si verifica, infatti, fino alla profondità eufotica corrispondente allo spessore acqueo in cui l'energia luminosa è ridotta al 1% rispetto a quella superficiale $E(0-)$, mentre la fotosintesi delle macrofite sommerse è attiva fino al limite del 5% della $E(0-)$. Il fitoplancton, quindi, è avvantaggiato rispetto alle macrofite sommerse nell'assorbimento dell'energia luminosa per le sue dimensioni ridotte.

In un ambiente eutrofizzato, dove la profondità eufotica per le macrofite è spesso inferiore a 2 m., avviene inevitabilmente la scomparsa della piante sommerse a partire dalle zone più profonde del lago, con profondità eufotica inferiore allo spessore acqueo.

Clorofilla e feofitina

La clorofilla *a* è stata scelta come variabile principale da usare per la stima del livello trofico delle acque dall'OCDE (*Organisation for Economic CO-Operation and Development*) e più recentemente dalla normativa italiana (D. lgs. 152/99). La concentrazione della clorofilla rappresenta, infatti, la misura indiretta della biomassa fitoplanctonica, la cui determinazione è però più complessa. La clorofilla *a* è, inoltre, una misura della produzione primaria ed è per questo fortemente correlata alla concentrazione dei nutrienti vegetali.

La concentrazione della clorofilla *a* esprime la densità delle cellule vive, mentre la concentrazione della feofitina (clorofilla inattiva per la perdita dello ione magnesio) la densità delle cellule morte. Poiché sia gli organismi vivi, sia i morti, in sospensione assorbono energia luminosa, la concentrazione dei due principali pigmenti clorofilliani influisce sull'equilibrio chimico, fisico e biologico degli ecosistemi acquatici.

Nei laghi poco profondi le variazioni meteorologiche agiscono fortemente sugli input interni ed esterni dei nutrienti vegetali, conseguentemente anche la clorofilla presenta andamenti temporali fortemente diversificati di anno in anno.

Nei laghi profondi il termoclino impedisce il rimescolamento delle acque superficiali con quelle profonde durante la maggior parte dell'anno, conseguentemente gli andamenti della produzione primaria fitoplanctonica dipendono prevalentemente dalle variazioni degli input esterni dei nutrienti.

Tossine algali

Le microalghe Cianofitiche (Cianobatteri) sono l'unico gruppo tassonomico capace di produrre tossine con effetto nocivo su tutta la catena alimentare, compreso l'uomo. Le tossine più diffuse nelle acque dolci e salmastre prodotte dalle Cianofitiche (*Microcystis* sp. *Oscillatoria* sp. *Planktothrix* sp. *Anabaena* sp. ecc.) sono le microcistine (circa 70 molecole eptapeptidi), che inibiscono le proteine fosfatasi 1 e 2 A, enzimi essenziali per lo sviluppo degli organismi eucarioti e procarioti. Le microcistine sono anche promotori tumorali e sostanze cancerogene. L'Organizzazione Mondiale della sanità nelle "Linee guida per le acque potabili" ha stabilito il valore guida 1µg/L nelle acque condottate per la microcistina LR (molecola più tossica).

Fitoplancton

E' costituito da alghe unicellulari o coloniali che costituiscono comunità la cui composizione è in stretto rapporto con le caratteristiche chimico fisiche delle acque. L'analisi della struttura di tali popolamenti offre quindi utili indicazioni per valutare lo stato trofico di un ambiente lacustre.

Indice IBE

Il metodo IBE consente di definire la qualità biologica di un corso d'acqua superficiale attraverso l'analisi della struttura delle comunità di macroinvertebrati acquatici esprimendo un giudizio sulla base di valori numerici convenzionali. I macroinvertebrati sono considerati tra i migliori indicatori biologici della qualità delle acque. Essi infatti si comportano come degli integratori degli effetti di vari e complessi fattori ambientali nel tempo, reagendo non tanto ad un singolo fattore quanto al degrado complessivo della situazione ambientale.

Parametri microbiologici

I parametri microbiologici determinati (coliformi totali, coliformi fecali e streptococchi fecali) sono stati adottati per il loro significato di indicatori del livello di alterazione causata da immissioni di acque contaminate da scarichi fognari.

9 RISULTATI

9.1 Ambiente lacustre

In questa prima relazione vengono riportati i profili di due parametri fra quelli rilevati su tutta la colonna d'acqua dalla stazione automatica nella stazione di massima profondità, scelti, per esigenze di semplificazione, come i più significativi per illustrare le dinamiche che avvengono nella massa d'acqua del lago: la *temperatura* e la *percentuale di saturazione di ossigeno*. Sempre per esigenze di semplificazione, i dati si riferiscono ai rilevamenti effettuati alle ore 2 e alle ore 14 del giorno 17 dei mesi di aprile, luglio, ottobre, del 1 settembre 2003 e del 17 gennaio 2004. Per il mese di settembre è stato introdotto il giorno 1 in quanto è risultato quello in cui la stratificazione delle acque era più evidente.

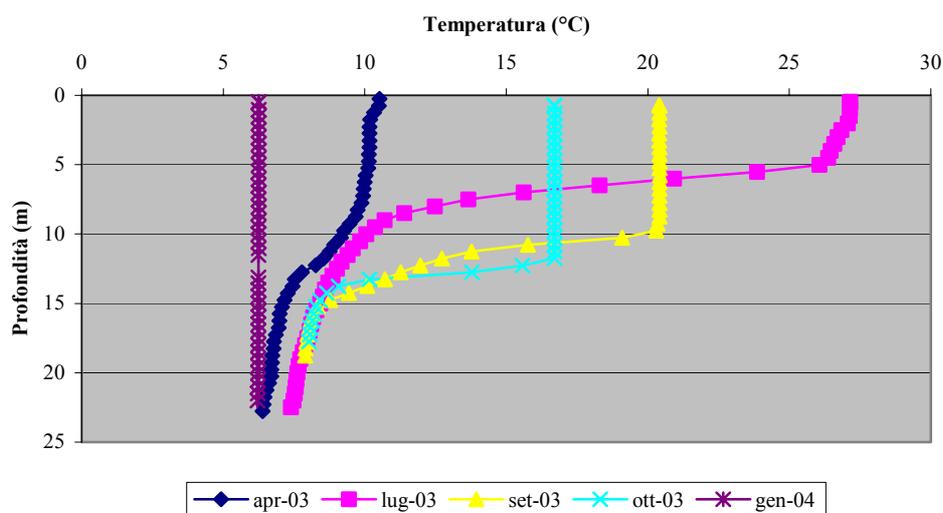


Figura 27 Temperatura nella stazione di massima profondità alle ore 2,00.

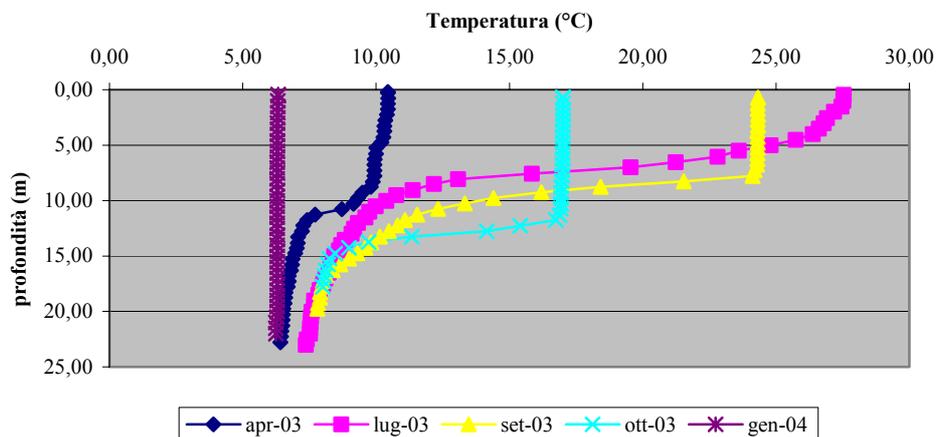


Figura 28 Temperatura nella stazione di massima profondità alle ore 14,00.

Il profilo del mese di aprile consente di rilevare come, con l'aumentare della temperatura esterna, le acque superficiali, assorbendo la radiazione solare, sono andate incontro ad un progressivo riscaldamento che ha interessato progressivamente gli strati sottostanti ed ha raggiunto i 10 °C per uno spessore di circa 12 metri. Nel mese di luglio sono stati superati i 25 °C fino ad una profondità di circa 7 metri (epilimnio), al di sotto dei quali la possibilità di riscaldamento si è arrestata a causa della differenza di densità che si è stabilita. Gli strati più profondi sono rimasti intorno ad una temperatura di 8 °C (ipolimnio).

All'inizio del mese di settembre la stratificazione è stata ben netta. Con l'autunno il lago ha iniziato un ciclo inverso: le acque superficiali sono andate incontro ad un progressivo raffreddamento che ha interessato gradualmente tutto lo spessore dell'epilimnio, il profilo del mese di ottobre mostra infatti uno strato superficiale che si è già raffreddato fino ad una temperatura di 17 °C. Successivamente il processo di raffreddamento, e quindi la riduzione delle differenze di densità tra gli strati, ha reso possibile il completo rimescolamento delle acque. In gennaio l'intera massa ha assunto la stessa temperatura di 6 °C.

Dal confronto dei profili delle temperature registrate alle ore 2 e alle ore 14 non si evidenziano sostanziali differenze.

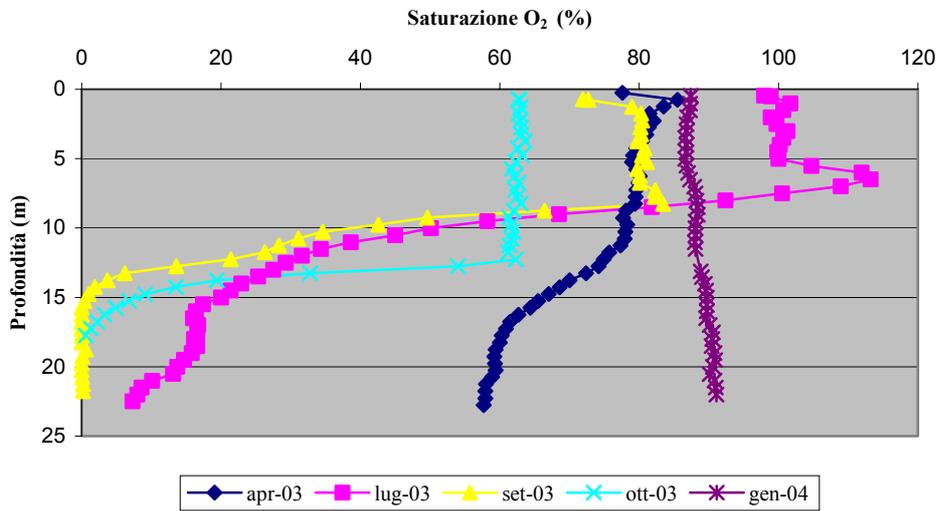


Figura 29 Saturazione di ossigeno nella stazione di massima profondità alle ore 2,00.

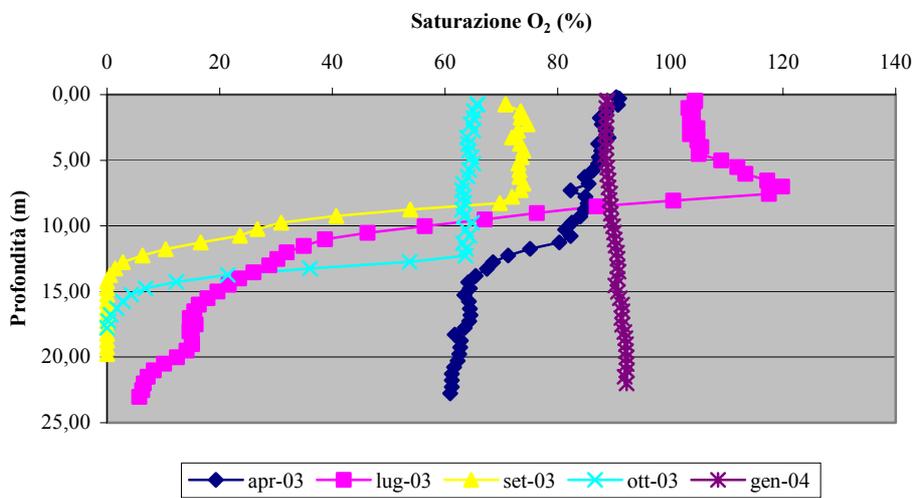


Figura 30 Saturazione di ossigeno nella stazione di massima profondità alle ore 14,00.

La curva di distribuzione verticale dell'ossigeno è strettamente correlata a quella delle temperature. Nei laghi, non appena si manifesta una stratificazione termica, gli strati più profondi vengono progressivamente tagliati fuori dalla libera comunicazione con la superficie attraverso la quale si stabilisce l'equilibrio di scambio con l'atmosfera e, di conseguenza, hanno inizio le irregolarità nella distribuzione verticale dell'ossigeno disciolto. Mentre nelle acque epilimniche i valori si avvicinano ai valori di saturazione per le temperature che vanno gradatamente elevandosi, nelle acque ipolimniche, a seguito della impossibilità di scambi con la superficie, si hanno solo processi respiratori ed ossidativi e il deficit di ossigeno diventa sempre più marcato. Questo processo è quanto è avvenuto nelle acque del lago di Bilancino, dove, a partire dal mese di luglio e fino ad ottobre, è stata registrata, a partire dalla profondità di circa 13 metri, una percentuale di saturazione addirittura pari a zero.

Quando il lago ha iniziato a raffreddarsi ed è andato incontro ad una progressiva destratificazione, gli strati più profondi si sono potuti nuovamente riossigenare, il processo si è esteso finché tutta la colonna d'acqua ha raggiunto un contenuto prossimo al valore di saturazione ($T = 6\text{ }^{\circ}\text{C}$, % saturazione OD = 90%).

Nel profilo del mese di luglio, nello strato più profondo dell'epilimnio, cioè a circa 7 m di profondità, è distinguibile un incremento della percentuale di ossigeno disciolto che potrebbe essere interpretato come una produzione di ossigeno da parte del fitoplancton superiore a quello sottratto dai processi respiratori. Tale spiegazione è sembrata plausibile dal momento che anche il valore di profondità eufotica registrata a luglio è stato abbastanza elevato da consentire la sintesi clorofilliana fino ad una profondità di 10 metri (vedi paragrafi successivi). La maggiore densità delle acque epilimniche ha impedito il rimescolamento, tuttavia l'ossigeno è rimasto disciolto perché non si raggiungevano i valori di saturazione assoluta.

Dal confronto dei profili delle temperature registrate alle ore 2 e alle ore 14 non si evidenziano sostanziali differenze.

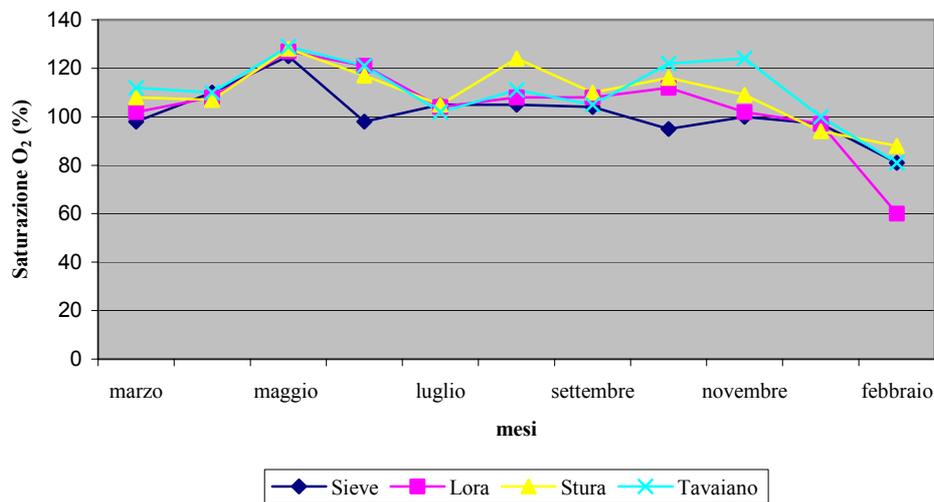


Figura 31 Saturazione di ossigeno alle immissioni dei tributari.

Le acque più superficiali del lago, all'immissione dei tributari, presentano una buona ossigenazione, con valori che oscillano intorno alla saturazione; nei mesi primaverili si registrano alcuni picchi di sovrassaturazione legati ai processi fotosintetici a carico delle comunità fitoplanctoniche.

Caratteri chimici

I risultati delle analisi effettuate nella stazione centro alle tre profondità sono riportati nelle tabelle 17, 18 e 19 (vedi Allegato), quelli relativi alle stazioni presso le immissioni dei tributari nelle tabelle 20 - 23 (vedi Allegato). L'andamento dei parametri COD, azoto totale, trasparenza, Coliformi totali, Coliformi fecali, Streptococchi fecali al centro invaso e all'immissione dei tributari è illustrato nelle figure 32 - 37.

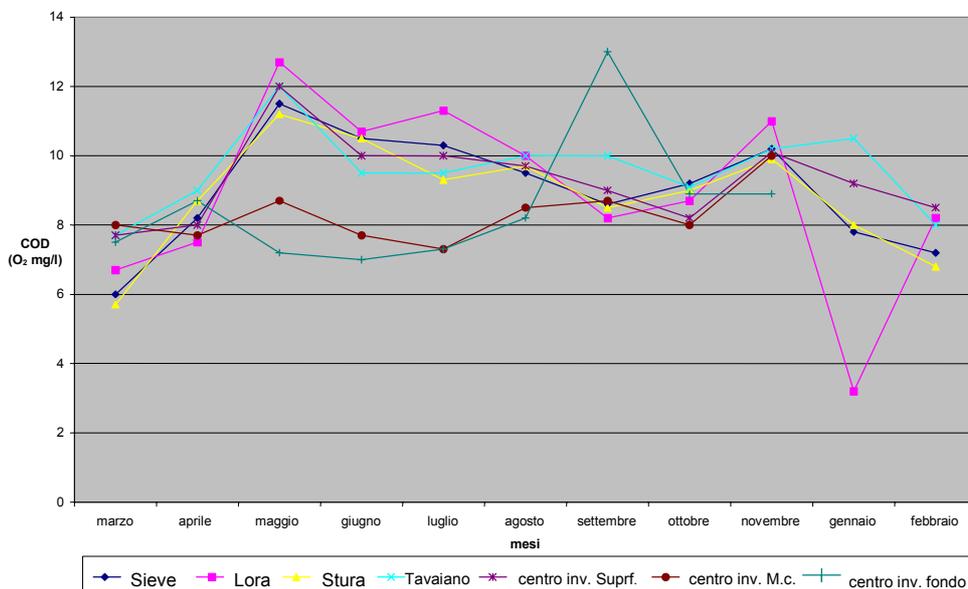


Figura 32 *Andamento del COD.*

Le concentrazioni di carbonio organico misurate al centro dell'invaso oscillano intorno a valori medi di 7-10 mg/L, con un valore particolarmente elevato (13 mg/L) nel campionamento sul fondo effettuato nel mese di settembre, in coincidenza quindi con il massimo della stratificazione termica e in condizioni di ossigenazione estremamente ridotte. In corrispondenza dei tributari le concentrazioni più alte sono state rilevate nel mese di maggio in particolare all'immissione del torrente Lora (12,7 mg/L).

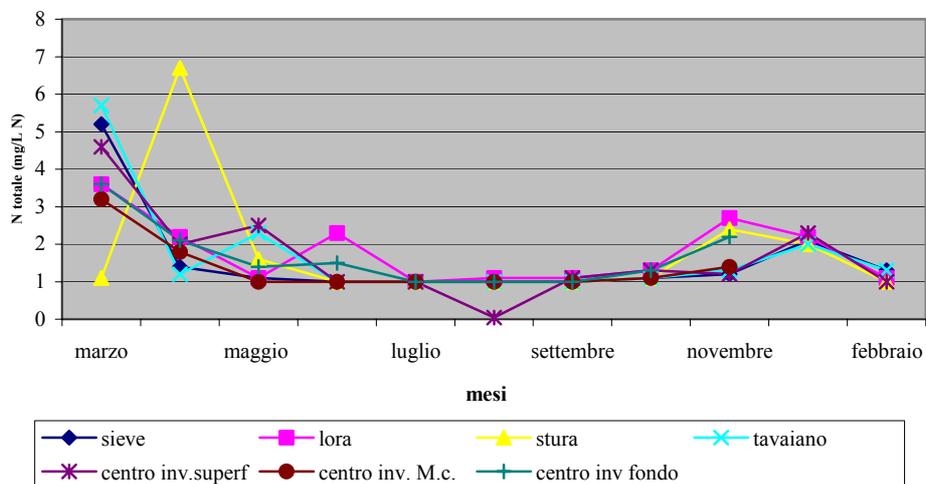


Figura 33 *Andamento dell'azoto totale.*

L'azoto totale presenta i valori massimi al termine dell'inverno, sia nella stazione al centro dell'invaso (valore massimo 4,6 mg/L in marzo), sia alle immissioni dei tributari; tra questi il contenuto più elevato è stato raggiunto dal torrente Stura nel mese di marzo con un valore di 6,7 mg/L. Le concentrazioni diminuiscono nei mesi estivi. Questo andamento è principalmente legato ai consumi algali di nitrati nel periodo estivo a cui si sommano le fluttuazioni degli apporti alloctoni, generalmente limitati, per effetto del trattenimento dei sali di azoto esercitato dalla componente vegetale del bacino imbrifero.

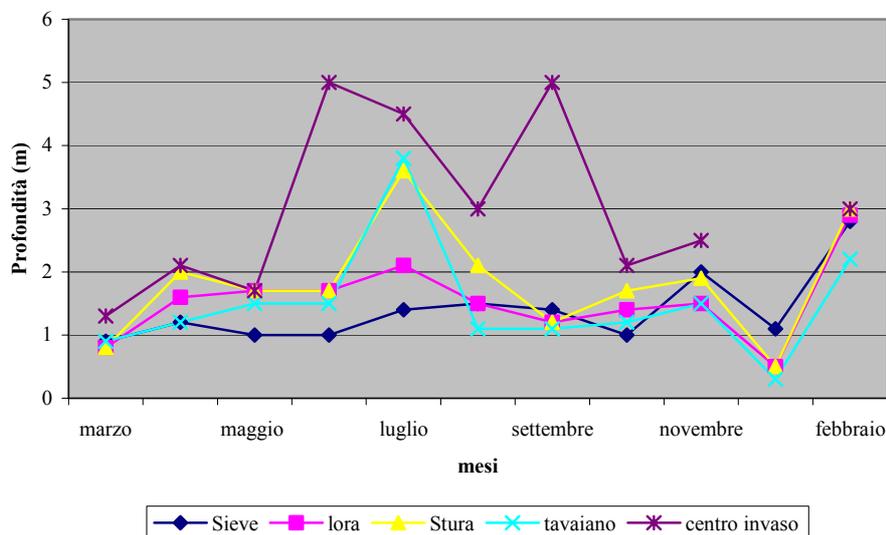


Figura 34 *Andamento della trasparenza*

La trasparenza delle acque lacustri è stata definita sulla base di rilevamenti della profondità di scomparsa del disco di Secchi. La variazione di detto parametro segue press'a poco il ciclo della produzione algale e l'andamento delle piogge. I valori massimi infatti sono stati riscontrati sia nel centro invaso sia alle immissioni nei mesi estivi, quando l'apporto delle acque da parte dei tributari è stato ridotto a causa delle condizioni di magra molto spinta; i valori minimi si sono misurati nei mesi primaverili e nel mese di ottobre.

Pesticidi: per quanto riguarda i pesticidi determinati non si rilevano concentrazioni significative in nessuna delle stazioni.

Metalli: non sono state rilevate concentrazioni significative di metalli tossici in nessuna stazione

Parametri microbiologici: i valori limite stabiliti dal DPR 470/82 per i singoli parametri sono stati superati all'immissione dei tributari solo in poche occasioni, anche se si registra la tendenza a rilevare i valori più alti in corrispondenza del fiume Sieve e dei torrenti Lora e Stura, stazioni queste localizzate sul lato ovest del lago dove la pressione antropica è maggiore. Al centro invaso i valori sono rimasti sempre molto bassi (vedi tabelle 17- 23 in Allegato).

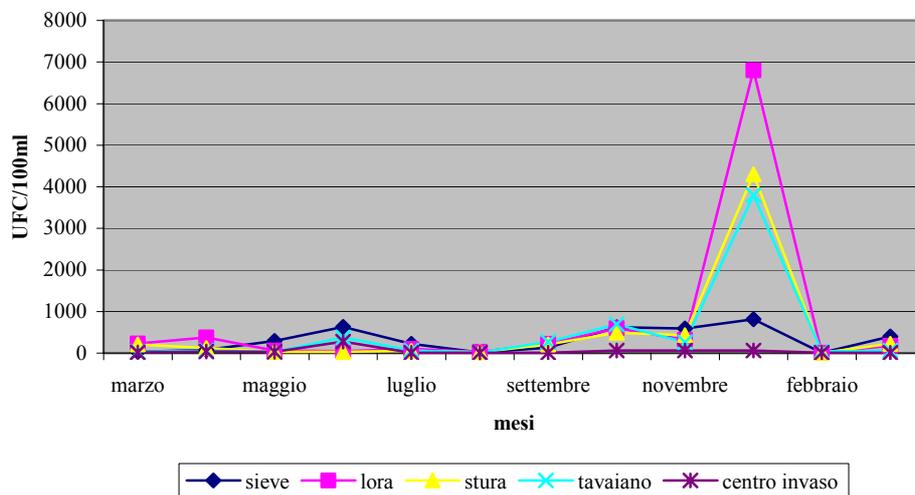


Figura 35 *Andamento dei Coliformi totali.*

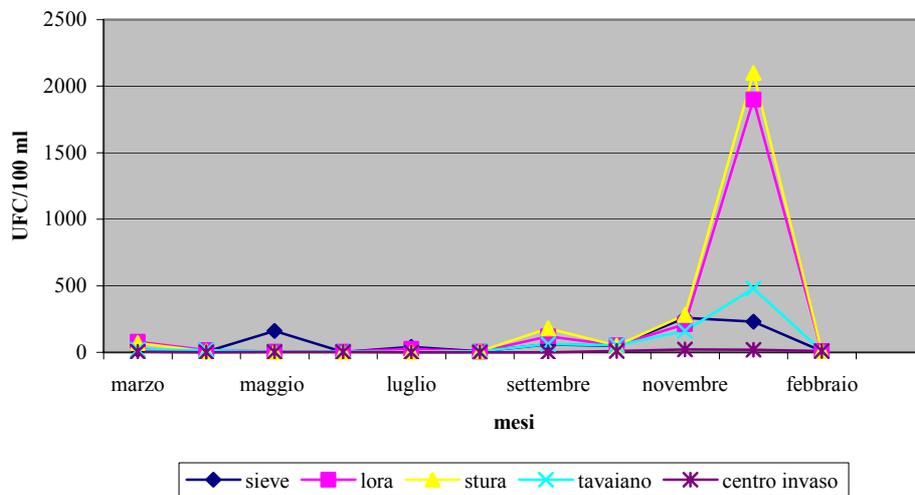


Figura 36 *Andamento dei Coliformi fecali.*

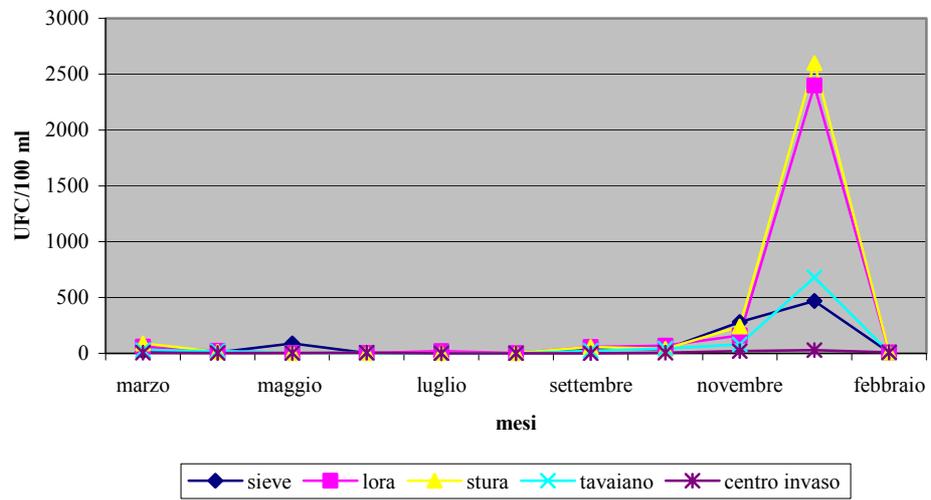


Figura 37 *Andamento degli Streptococchi fecali.*

Coefficiente d'attenuazione verticale discendente dell'irradianza (K)

Nell'ecosistema Bilancino il coefficiente K medio più basso si rileva nella stazione Centro ($0,65 \text{ m}^{-1}$), dove la lontananza dalle foci degli immissari e la profondità dell'invaso favoriscono una bassa produttività fitoplanctonica e una buona sedimentazione dei solidi sospesi (tab. 24, fig. 38).

Stazioni	M 03	G	L	A	S	O	N	corr	p	Media	Max	Min	Dev. St.	
Centro	0,77	0,39	0,41	0,54	0,58	0,73	1,15	Cen.-Siev	0,58	0	0,65	1,15	0,39	0,26
Im.Sieve	1,15	0,69	1,05	0,94	0,94	0,97	1,08	Siev.-Lor.	0,25	0	0,97	1,15	0,69	0,15
Im. Lora	0,85	0,75	0,57	0,84	1,05	0,87	1,37	Lor.-Stura	0,60	0	0,90	1,37	0,57	0,25
Im. Stura	0,06	0,44	0,42	0,54	1,13	1,18	1,06	Stra-Sorc.	0,68	10%	0,69	1,18	0,06	0,43
Im.Tav.-Sorcella	0,85	0,61	0,35	0,87	1,13	1,07	1,04				0,85	1,13	0,35	0,28
media	0,74	0,58	0,56	0,75	0,97	0,96	1,14		correlazione					
T. media °C	21,1	27,6	27,5	26,9	20,9	12,7	12,7	media K-pioggie	0,83	p=10%				
Pioggie mm	12,0	9,8	8,2	25,0	69,4	152,8		med.K- °C	-0,89	<1%				
								°C-pioggie	-0,90	1%				

Tabella 24 Tabella K medio (m^{-1}).

In ordine crescente seguono i coefficienti K delle seguenti stazioni: Stura $K=0,69 \text{ m}^{-1}$, Tavaiano-Sorcella $K=0,85 \text{ m}^{-1}$, Lora $K=0,90 \text{ m}^{-1}$ e Sieve $K=0,97 \text{ m}^{-1}$. La media mensile tra i coefficienti K delle diverse stazioni (tab. 22, in Allegato) diminuisce da maggio a luglio ed incrementa nei mesi successivi, raggiungendo un massimo in novembre. La correlazione tra il K medio e la temperatura superficiale dell'acqua è negativa e significativa ($p=1\%$), poiché alle alte temperature corrispondono periodi di massima siccità. La correlazione tra il K medio e i millimetri di pioggia è positiva con una bassa significatività ($p=10\%$). Ciò significa che i solidi sospesi portati dai torrenti influiscono solo parzialmente sulla trasparenza delle acque.

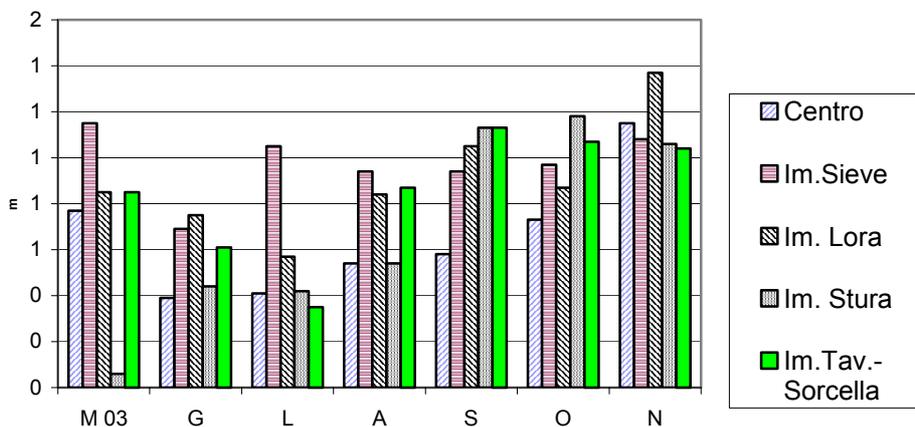


Figura 38 *Variazione temporale del coefficiente K*

Profondità eufotica (ZEU)

Nell'ecosistema Bilancino la profondità eufotica media è abbastanza elevata, con un range tra un massimo di 5,20 m nella stazione Centro e un minimo di 3,15 m nella stazione Sieve (fig. 39, 40, 41, tab. 25). Nella zona Centro, dove la profondità eufotica è massima, resta impossibile la crescita delle macrofite sommerse per l'elevata profondità dell'invaso, mentre queste potrebbero svilupparsi in prossimità delle rive, dove la profondità delle acque è inferiore alla ZEU. Tuttavia, è probabile che i continui cambiamenti di livello determinati dalla gestione delle acque creino una situazione di stress ambientale, che impedisca lo sviluppo delle piante sommerse. Questa situazione si riscontra da anni nel lago di Vagli dove, anche vicino alla riva, non si rileva una vegetazione sommersa adeguata. La profondità eufotica (tab. 25) per il fitoplancton (ZEU 1%) è molto importante perché permette la produzione d'ossigeno in profondità. Nella zona Centro nei mesi giugno-luglio la fotosintesi clorofilliana avviene fino a profondità superiore a 10 m.

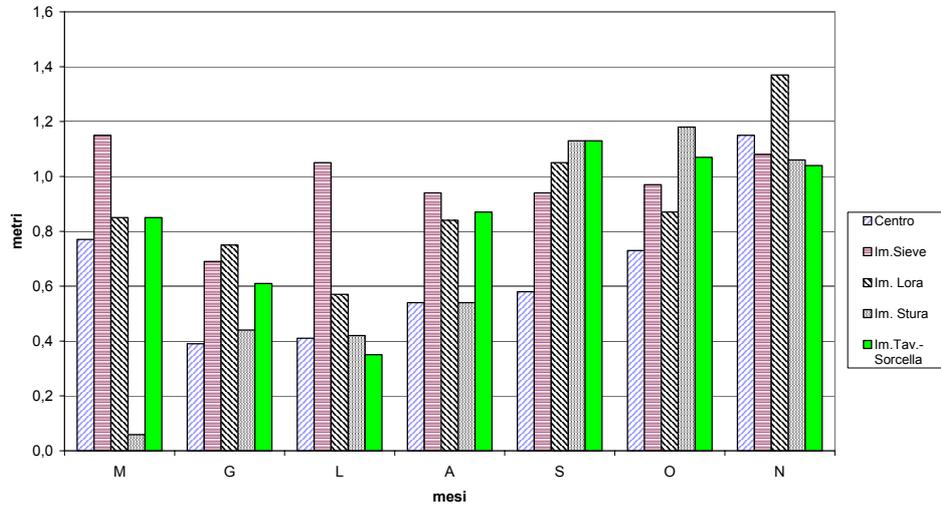


Figura 39 *Variazione temporale della profondità eufotica (5% E0).*

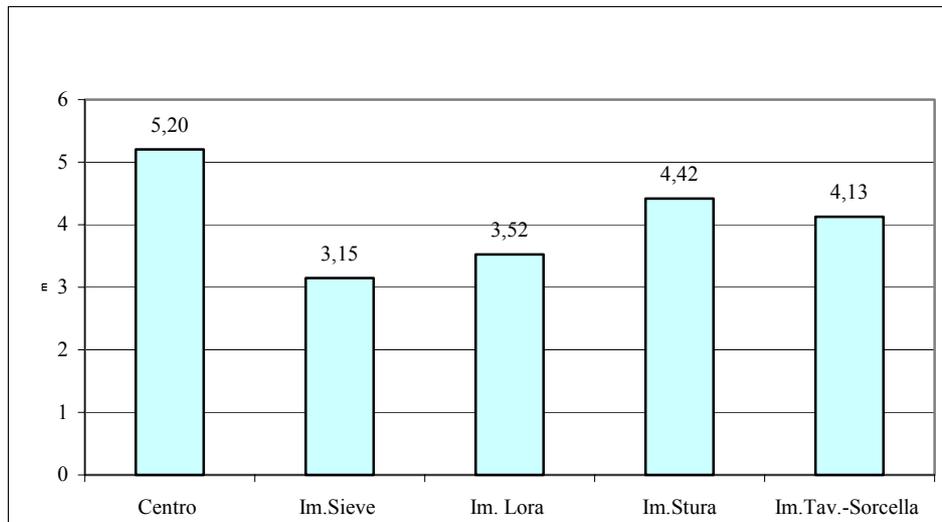


Figura 40 *Profondità eufotica (5% E0) nelle diverse stazioni.*

	Tabella riassuntiva ZEU 1%										
Stazioni											
	M 2003	G	L	A	S	O	N	Media	Max	Min	Dev. St.
Centro Invaso	5,97	11,77	11,34	8,59	7,93	6,31	4,01	7,99	11,77	4,01	2,85
Immissione Sieve	4,00	6,64	4,38	4,91	4,89	4,76	4,25	4,83	6,64	4,00	0,87
Immissione Lora	5,16	6,16	8,04	5,51	4,38	5,28	3,36	5,41	8,04	3,36	1,46
Immissione Stura	5,40	10,39	10,92	8,48	4,07	3,89	4,36	6,79	10,92	3,89	3,07
Imm. Tavaiano -Sorcella	5,40	7,51	13,33	5,30	4,08	4,31	4,42	6,34	13,33	4,08	3,29
media	5,19	8,49	9,60	6,56	5,07	4,91	4,08				
	Tabella riassuntiva ZEU 5%										
Stazioni											
	M 2003	G	L	A	S	O	N	Media	Max	Min	Dev. St.
Centro Invaso	3,89	7,67	7,39	5,59	5,16	4,11	2,61	5,20	7,67	2,61	1,86
Immissione Sieve	2,60	4,32	2,85	3,20	3,19	3,10	2,77	3,15	4,32	2,60	0,56
Immissione Lora	3,36	4,01	5,23	3,59	2,85	3,44	2,19	3,52	5,23	2,19	0,95
Immissione Stura	3,52	6,77	7,11	5,52	2,65	2,53	2,84	4,42	7,11	2,53	2,00
Imm. Tavaiano -Sorcella	3,52	4,89	8,68	3,45	2,66	2,81	2,88	4,13	8,68	2,66	2,14
media	3,38	5,53	6,25	4,27	3,30	3,20	2,66				
Piogge mm	12,0	9,8	8,2	25,0	69,4	152,8					

Tabella 25 Andamento mensile della profondità eufotica (ZEU) 0,1% e 5%.

Clorofilla *a* e feofitina

La concentrazione media della clorofilla *a* nelle diverse stazioni dell'Invaso di Bilancino, benché non rappresentativa di un intero anno, permette una prima stima del livello trofico (fig. 42 e, in Allegato, tab. 26). Nella zona di monitoraggio Centro, localizzata in corrispondenza della boa di rilevamento continuo, troviamo un basso livello trofico, superiore soltanto a quella della stazione Taviano-Sorcella. La zona Centro è, infatti, distante dalle fonti d'inquinamento puntiforme ed è il sito più profondo, dove il rimescolamento può avvenire solo durante l'inversione termica. Le zone meno profonde influenzate dai torrenti Sieve e Lora presentano, invece, il maggiore livello trofico attribuibile alle maggiori portate e concentrazioni dei principali nutrienti vegetali (P e N).

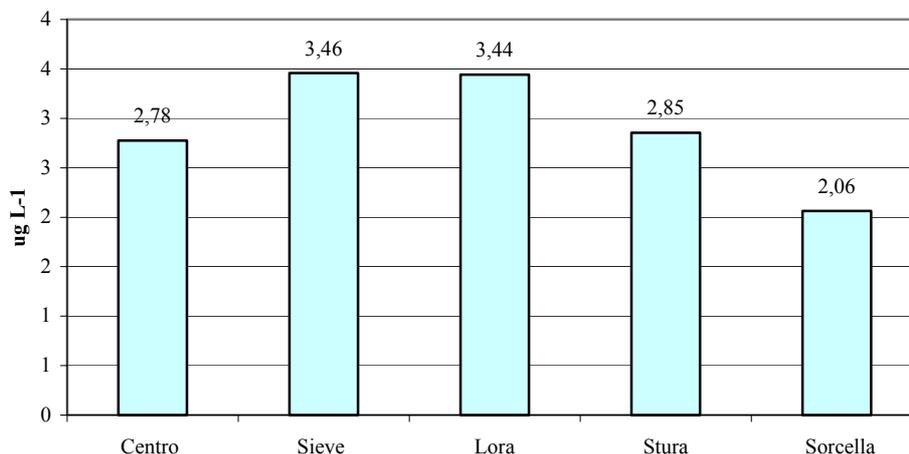


Figura 42 Concentrazione della clorofilla nelle diverse stazioni.

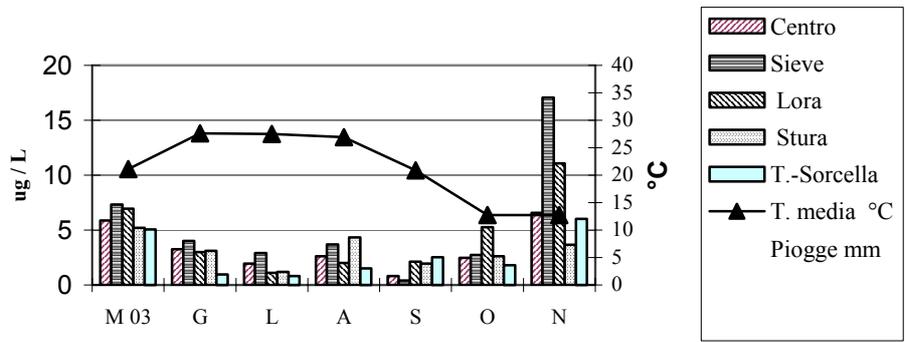


Figura 43 *Variazione della clorofilla e della temperatura media.*

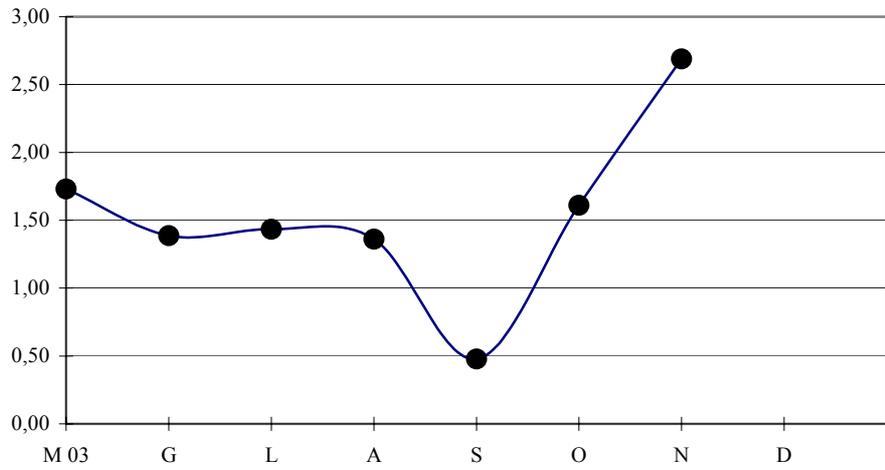


Figura 44 *Andamento mensile del rapporto Chl a / Pheo nell'ecosistema Bilancino (maggio – dicembre 2003).*

L'andamento della clorofilla media mensile tra le diverse stazioni diminuisce dalla primavera all'estate ed incrementa nell'autunno (fig. 43). Durante l'estate l'esiguità delle piogge ha ridotto gli input esterni dei nutrienti e conseguentemente anche la produzione primaria fitoplanctonica, mentre in novembre le piogge consistenti determinano un forte innalzamento della clorofilla con maggiore evidenza in corrispondenza dei torrenti Sieve e Lora. Il rapporto clorofilla/feofitina (fig. 44) mostra che da marzo ad agosto la curva di crescita della popolazione fitoplanctonica è quasi costante, in settembre si ha un incremento della fase di morte e in ottobre-novembre una crescita logaritmica.

Il valori elevati della temperatura nel periodo estivo non influiscono sulla produttività, che diminuisce per la contemporanea siccità.

In base al parametro clorofilla *a* (OCDE) la zona corrispondente alla foce del Tavaiano-Sorcella è oligotrofa, tutte le altre stazioni sono mesotrofe.

Tossine algali

Nel lago di Bilancino non sono mai state evidenziate fioriture di Cianofitofite produttrici di microcistine e le concentrazioni della tossina determinate nei campioni della stazione Centro sono risultate sempre al di sotto del limite analitico di determinazione (<0,1 µg/L).

Fitoplancton

La composizione della popolazione fitoplanctonica osservata nelle varie stazioni viene riportata nelle tabelle 27 - 31 (vedi Allegato). I dati di un solo anno non sono stati tuttavia sufficienti per esprimere valutazioni in merito alle associazioni algali rilevate, un commento in merito sarà possibile solo con il proseguimento dell'indagine.

Indagine sul fitoplancton in altre stazioni

Ulteriori elementi di conoscenza, pur in questo stadio preliminare, sono desumibili dai risultati di uno studio condotto dall'Istituto per lo Studio degli Ecosistemi (Sezione di Firenze) del CNR svolto nel mese di settembre 2003 in località diverse da quelle prescelte da questo progetto i cui dati, non ancora pubblicati, si devono alla cortesia degli autori, dott.ssa Cristina Margheri e dott. Claudio Sili.

Nel corso del mese di settembre del 2003, in tre date successive, sono stati effettuati alcuni prelievi di acqua dal lago nelle località di Moriano, di Fangaccio e di Bellavista, allo scopo di studiare la struttura dei popolamenti fitoplanctonici che possono instaurarsi in un corpo idrico di costituzione relativamente recente. L'indagine ha consentito di stabilire, pur nei limiti dovuti al basso numero di prelievi effettuati e alla ridotta estensione della zona esaminata, un primo quadro

della composizione speciologica della microflora fotosintetica esistente nelle acque del lago Bilancino alla fine del periodo estivo (tab. 32 in Allegato).

I campioni, raccolti nello strato superficiale delle acque (50-60 cm) e in prossimità della riva delle suddette località, sono stati portati nel laboratorio dell'Istituto per lo Studio degli Ecosistemi (Sezione di Firenze) e sottoposti ad attenta osservazione al microscopio ottico utilizzando le comuni tecniche di osservazione in campo chiaro, a contrasto di fase, a contrasto interferenziale di Nomarski e ad epifluorescenza. Per l'identificazione delle specie microalgali sono state utilizzate le chiavi tassonomiche di Bourrelly (1966, 1968), Germain (1981), Krammer e Lange-Bertalot (1986), per i cianobatteri quelle di Desikachary (1959), Anagnostidis & Komarek (1988), Komarek & Anagnostidis (1986, 1989, 1999) e Rippka *et al.* (1979, 1992-1993).

In generale, di fronte a una concentrazione cianobatterica ed algale molto contenuta, è stata osservata una discreta biodiversità fitoplanctonica con 39 differenti taxa identificati. Il gruppo delle Chrysophyceae, presente con *Dinobryon cylindricus* e *Dinobryon* sp. insieme a quello delle Dinophyceae, con *Ceratium hirundinella* e *Ceratium* sp. è risultato il più cospicuo come numero di individui. Seconde, come quantità, sono risultate le Chlorophyta, con *Plectonema lauterbornii* e *Sphaerocystis Schroeter* predominanti. Tutti gli altri gruppi algali e i cianobatteri hanno manifestato una presenza piuttosto contenuta se non addirittura sporadica, fatta eccezione per il cianobatterio *Tychonema bornetii* che, nel primo prelievo effettuato a Moriano, è risultato presente in discreta quantità.

Dal punto di vista delle condizioni trofiche la prevalenza nel lago dei generi *Dinobryon* e *Ceratium* come pure della cloroficea *Sphaerocystis* indirizza, secondo i testi della limnologia classica, ad un giudizio di condizioni oligotrofiche. Le associazioni a crisoficee sono infatti tipiche sia dei laghi oligotrofici che di quelli con un grado di trofia più alta, ma limitatamente ai periodi in cui i nutrienti sono esauriti (le crisoficee sono in generale scarsamente esigenti riguardo al fosforo). Tuttavia la presenza nelle acque del lago di alcuni cianobatteri quali *Aphanizomenon* sp., *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Microcystis aeruginosa*, *M. ichthioblabe*, *Planktothrix agardhii* merita di essere segnalata.

Infatti pur non indicando di per sé un alto livello trofico delle acque di Bilancino, dato lo scarso numero di individui presenti, suggerisce l'opportunità di un loro attento monitoraggio. Come noto queste specie planctoniche sono tutte suscettibili - in condizioni favorevoli quali temperature elevate, abbondanza di nutrienti e stagnazione delle acque - di fioriture potenzialmente produttrici di neuro ed

epatotossine (microcistine, anatossine, saxitossine e cilindrospermopsine), da qui la necessità di seguirne lo sviluppo in acque destinate a scopi ricreativi o potabili.

Lo studio, che in questa fase preliminare ha riguardato quasi esclusivamente l'aspetto qualitativo delle specie cianobatteriche ed algali presenti, necessita chiaramente, per un approccio più corretto al problema, dell'estensione delle analisi a tutto il bacino e dell'esame del fitoplancton sia su base quantitativa (valori di densità e biovolume algali) che su scala temporale (dinamica stagionale delle comunità algali)¹⁰.

¹⁰ Anagnostidis K. , Komarek J., *Modern approach to the classification system of cyanophytes 3-Oscillatoriales*. Arch. Hydrobiol./ Suppl. 80, Algological Studies, 50-53: 327-472, 1988;
Bourrelly P., *Les algues d'eau douce*, N. Boubée , Cie, Paris 1966, tome I, 511 pp.;
Bourrelly P., *Les algues d'eau douce*, N. Boubée , Cie, Paris 1968, tome II, 438 pp.;
Desikachary T.V., *Cyanophyta in I.C.A.R. Monographs on Algae*, N. Delhi 1959, 686 pp.;
Germain H., *Flore des diatomees, eaux douces et saumâtres*, N. Boubée , Cie, Paris 1981, 444 pp.;
Krammer K. & Lange-Bertalot H., *Bacillariophyceae* 1. Teil: *Naviculaceae*, in Ettl H., Gartner G., Heyning H. , Mollenhauer D. (eds). Gustav Fisher, Jena, Stuttgart, Lubeck, Ulm 1986, 876 pp.;
Komarek J. , Anagnostidis K., *Modern approach to the classification system of cyanophytes 2-Chroococcales*. Arch. Hydrobiol./ Suppl. 73. *Algological Studies*, 1986, 43: 157-226;
Komarek J. , Anagnostidis K., *Modern approach to the classification system of cyanophytes 4-Nostocales*, Arch. Hydrobiol. / Suppl. 82. *Algological Studies*, 1989, 56: 247-345;
Komarek J. , Anagnostidis K., *Cyanoprokaryota* 1. Teil: *Chroococcales*. Ettl H., Gartner G., Heyning H. , Mollenhauer D. (eds). Gustav Fisher, Jena, Stuttgart, Lubeck, Ulm 1999, 548 pp.

Indice SEL

Il lago di Bilancino fa parte dei corpi idrici superficiali che la Regione Toscana ha definito significativi e, come tale, viene classificato secondo il nuovo metodo previsto nell'apposito decreto del Ministero dell'Ambiente.

Parametro		Valore	Livello
<i>Trasparenza(m)</i> <i>(valore minimo)</i>		<2	3
<i>Clorofilla a</i> <i>(valore massimo)</i>		≤6	2
% saturazione O₂	<i>Valore a 0 m nel periodo di max circolazione</i>	>80	3
	<i>Valore minimo ipolimnico nel periodo di max stratificazione</i>	<20	
Fosforo totale	<i>Valore a 0 m nel periodo di max circolazione</i>	<50	3
	<i>Valore max riscontrato</i>	<50	

Somma singoli punteggi	11
Indice SEL	Classe 3

Lo stato di qualità ecologica attribuibile al lago è di *classe 3*. Su tale attribuzione influiscono in misura determinante il valore minimo della percentuale di ossigeno nell'ipolimnio durante il periodo di massima stratificazione e la limitata trasparenza rilevata nel mese di marzo 2003 (tabella 33).

Invaso Bilancino	Uni	In superficie		a metà colonna d'acqua		sul fondo	
		11.00	11.30	11.00	11.30	11.00	11.30
ORA		11.00	11.30	11.00	11.30	11.00	11.30
DATA		13-mar-03	30-set-03	13-mar-03	30-set-03	13-mar-03	30-set-03
Temperatura	°C	8,9	20,7	6,2	18,6	5,0	7,9
Alcalinità	mg/L Ca(HCO ₃) ₂	286	230	286	247	286	249
Ossigeno Disciolto	mg/L	11,5	8,3	10,5	1,6	8,5	0
Ortofosfato	P µg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Azoto nitrico	N mg/L	0,6	<0,5	0,6	<0,5	0,6	<0,5
Conducibilità elettrica specifica	µS/cm a 25°C	387	364	389	326	392	365
Clorofilla "a"	µg/L	5,9	0,8	-	-	-	-
Azoto ammoniacale	N mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Azoto nitroso	N µg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Azoto totale	N mg/L	4,6	1,1	3,2	1,2	3,6	1,4
Fosforo totale	P µg/L	<50	<50	<50	<50	<50	<50
pH		7,8	7,7	7,7	7,3	7,7	7,0
Trasparenza	m	1,3	5	-	-	-	-
Ossigeno ipolimnico saturazione	%	-	-	-	-	67	0

Tabella 33 *Invaso di Bilancino, parametri di base determinati nella stazione al centro dell'invaso.*



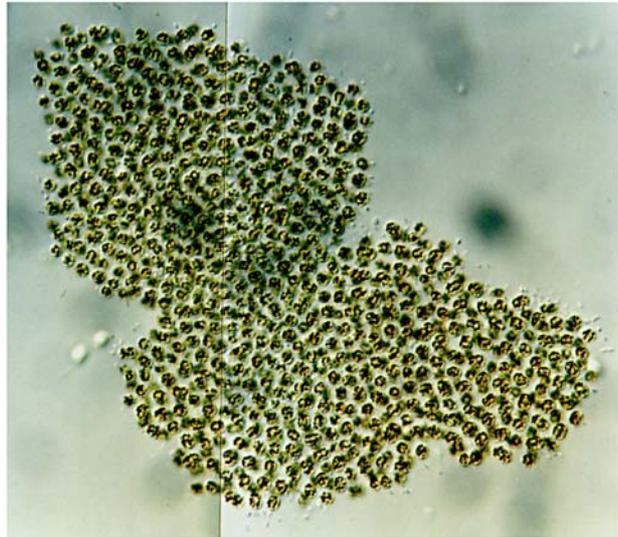


Figura 45 - *Alcune specie algali e cianobatteriche osservate nel lago di Bilancino.*

9.2 Ambiente fluviale

Nella tabella 34 (vedi Allegato) sono riportati, per ciascuno dei tributari, i valori dei parametri di base; i valori dei parametri macrodescrittori sono stati considerati per la costruzione dell'indice LIM.

9.2.1 Calcolo dell'indice LIM

	O.D. <i>(% satur.)</i>	BOD₅ <i>(O₂ mg/l)</i>	COD <i>(O₂ mg/l)</i>	NH₄ <i>(N mg/l)</i>	NO₃ <i>(N mg/l)</i>	P totale <i>(P mg/l)</i>	Esch. Coli <i>(UFC/ 100 ml)</i>
	2		3,5	<0,1	0,5	<0,05	
	6	0,7	5,5	<0,1	<0,5	<0,05	320
	2	2,2	6,5	<0,1	1,0	<0,05	680
	19	2,0	4,0	<0,1	0,9	<0,05	<100
media	7	1,6	4,9	<0,1	0,7	<0,05	367
punteggio	80	80	80	40	40	80	40

totale punteggio 440

livello attribuito 2

Tabella 35 *Macrodescrittori fiume Sieve.*

	O.D. (% satur.)	BOD₅ (O ₂ mg/l)	COD (O ₂ mg/l)	NH₄ (N mg/l)	NO₃ (N mg/l)	P totale (P mg/l)	Esch. Coli (UFC/ 100 ml)
	2		3,6	<0,1	1,2	<0,05	
	21	0,9	5,2	<0,1	1,1	<0,05	760
	3	1,0	7,4	<0,1	5,6	<0,05	590
	2	2,0	5,7	<0,1	2,1	<0,05	<100
media	7	1,3	5,5	<0,1	2,5	<0,05	483
punteggio	80	80	40	40	20	80	40

totale punteggio 340

livello attribuito 2

Tabella 36 Macrodescrittori torrente Lora.

	O.D. (% satur.)	BOD₅ (O ₂ mg/l)	COD (O ₂ mg/l)	NH₄ (N mg/l)	NO₃ (N mg/l)	P totale (P mg/l)	Esch. Coli (UFC/ 100 ml)
	8		4,0	<0,1	0,7	<0,05	
	17	2,0	11,3	0,3	<0,5	0,07	580
	4	2,0	5,8	<0,1	1,0	<0,05	780
	2	2,0	5,0	<0,1	1,3	<0,05	1500
media	7,8	2,0	6,5	0,15	0,9	0,06	953
punteggio	80	80	40	20	40	80	40

totale punteggio 340

livello attribuito 2

Tabella 37 Macrodescrittori torrente Stura.

	O.D. (% satur.)	BOD₅ (O ₂ mg/l)	COD (O ₂ mg/l)	NH₄ (N mg/l)	NO₃ (N mg/l)	P totale (P mg/l)	Esch. Coli (UFC/ 100 ml)
	12		3,5	<0,1	0,7	<0,05	
	21	0,7	6,2	<0,1	<0,5	<0,05	420
	0.2	2,0	10,4	<0,1	2,6	<0,05	620
	9	2,0	5,5	<0,1	2,1	<0,05	<100
media	10.6	1,6	6,4	<0,1	1,5	<0,05	380
punteggio	40	80	40	40	40	80	40

totale punteggio 360

livello attribuito 2

Tabella 38 *Macrodescrittori torrente Tavaiano.*

9.2.2 Indice IBE

STAZIONI CAMPIONAMENTO	Primavera 2003		Estate 2003		Autunno-Inverno 2004	
	Valore IBE	Classe IBE	Valore IBE	Classe IBE	Valore IBE	Classe IBE
Sieve a monte immiss. Invaso	8	II	6	III	8	II
Sorcella a monte immiss. Invaso	8	II	6	III	8	II
Tavaiano a monte immiss. Invaso	8	II	6	III	8	II
Stura a monte immiss. Invaso	5	IV	Asciutta	-	9	II
Lora a monte immiss. Invaso	7-6	III	Non class.	-	9	II

Tabella 39 *Indice IBE dei tributari all'immissione nel lago.*

I risultati dei campionamenti effettuati sui 5 tributari (Sieve, Sorcella, Tavaiano, Stura, Lora) nelle stazioni situate immediatamente a monte dell'invaso, mostrano un andamento dei valori di IBE significativamente condizionato dalla stagionalità, coerentemente con la natura torrentizia dei corsi d'acqua in esame.

In particolare i Torrenti Sieve, Sorcella e Tavaiano mostrano valori di IBE pari a 8 corrispondenti ad una II classe di qualità nelle stagioni primaverile ed invernale, mentre nella stagione estiva subiscono un calo dell'indice IBE ad un valore di 6 e l'attribuzione in III classe di qualità. Tale andamento appare molto probabilmente correlato con la diminuzione della portata dei corsi d'acqua estiva, particolarmente drastica nel 2003 a causa di condizioni di siccità prolungate, iniziate fin dalla tarda primavera.

Gli effetti della stagione siccitosa si rivelano ancora più marcatamente nei due torrenti Stura e Lora.

Entrambi già nella tarda primavera mostrano una forte riduzione della portata con un valore di IBE pari a 7-6 per il Lora (III classe di qualità) e a 5 per lo Stura (IV classe di qualità) e risultano non campionabili in estate a causa di condizioni di asciutta.

Entrambi i corsi d'acqua migliorano significativamente in corrispondenza del regime piovoso autunnale mostrando una comunità macrobentonica ben differenziata, con un valore di IBE pari a 9 e la classificazione in II classe di qualità.

9.2.3 Indice SECA

Corpo idrico	LIM	IBE	SECA
Sieve	2	8	2
Lora	2	8	2
Stura	2	7	3
Tavaiano	2	8	2

Tabella 40 *Indice SECA dei tributari all'immissione nel lago.*

La qualità delle acque dei tributari è da considerarsi buona sia dal punto di vista chimico fisico che biologico, come risulta dalle tabelle 35 - 40; fa eccezione il torrente Stura a cui viene attribuito una condizione più scadente a seguito di una qualità biologica che risente particolarmente degli effetti della stagione siccitosa.

10 CONSIDERAZIONI

Il lago di Bilancino è nato per essere un invaso con lo scopo di regimare il fiume Arno e, seppure indirettamente, con scopi idropotabili. Questo fattore, insieme ad altri, fa sì che il ricambio delle sue acque sia molto rapido, elemento fondamentale nel determinare molte delle caratteristiche chimiche e chimico-fisiche odierne oltre, ovviamente, l'evoluzione del suo trofismo.

Elemento importante per queste prime considerazioni è anche il fatto che il periodo in studio ha coinciso con condizioni climatiche molto particolari: un'estate eccezionalmente calda ed asciutta seguita da un autunno e da un inverno piovosi ed anche abbastanza freddi.

Fatte queste premesse, i principali risultati osservati possono essere pertanto così riepilogati.

Ad una fase di stratificazione completa estiva durante la quale l'ossigeno disciolto nelle acque ipolimniche era praticamente ridotto a zero, ha fatto seguito un completo rimescolamento termico invernale e conseguentemente una riossigenazione anche degli strati profondi. Non è da escludere che il completo mescolamento delle acque e la riossigenazione anche degli strati profondi sia principalmente da attribuire, piuttosto che a correnti di convezione, all'apporto di acque più fredde e ossigenate dai torrenti immissari che, a causa di una maggiore densità, raggiungono gli strati profondi del lago.

L'assenza di ossigeno nell'ipolimnio in estate è un dato negativo che ha inciso pesantemente, tanto che allo stato ecologico del lago viene attribuita la classe 3.

Il monitoraggio dei caratteri chimici, chimico-fisici e batteriologici nelle acque lacustri non ha evidenziato situazioni sensibilmente alterate, sebbene sia stata individuata una zona, in corrispondenza dell'immissione del fiume Sieve e del torrente Stura, con un livello trofico più elevato.

Lo stesso vale per il monitoraggio dei singoli tributari: tale studio, finalizzato a rilevare eventuali apporti sfavorevoli di nutrienti, ha confermato una qualità sostanzialmente buona per tutti i torrenti.

Le acque dell'Invaso di Bilancino presentano una composizione caratterizzata dagli apporti dei principali affluenti: Sieve, Lora, Stura, Sorcella, Calecchia e Tavaiano. Questi torrenti determinano un basso contenuto di solidi disciolti (da 260 a 350 mg/L circa) e concentrazioni delle forme di azoto e del fosforo generalmente basse. I solidi disciolti sono costituiti prevalentemente da calcio e bicarbonato; ciò è in relazione con l'alterazione dei principali litotipi presenti nel bacino imbrifero, appartenenti prevalentemente alla formazione marnoso-arenacea dell'Appennino toscano. I solfati, quasi sempre in concentrazioni basse (circa da 10 a 50 mg/L), sono dovuti a

cessioni da alterazioni di rocce gessose, talvolta intercalate a quelle carbonatiche e silicatiche della marnoso-arenacea.

Il pH presenta sempre valori superiori a 7,0, spesso intorno a 8, grazie all'alcalinizzazione dovuta alla componente carbonatica dei solidi disciolti.

Sodio e cloruri sono in concentrazioni basse e sono in relazione con gli apporti meteorici (aerosol marino), soprattutto per l'assenza nel bacino imbrifero di rocce di natura evaporitica a cloruri.

Per quanto riguarda i metalli pesanti oggetto di controllo (Cadmio, Cromo, Piombo, Nichel, Rame e Zinco) sia nell'Invaso di Bilancino, sia nei principali affluenti, si osserva che le loro concentrazioni sono molto basse (nella maggior parte dei casi non rilevabili ai livelli della capacità di rilevamento dei metodi) (tabb. 17-23, in Allegato). Ciò è coerente con la mancanza di fonti di inquinamento di natura antropica e con la litologia del bacino imbrifero.

Gran parte dell'area è costituita da rocce sedimentarie della serie marnoso-arenacea che non presentano mineralizzazioni accessorie a metalli. Fanno eccezione alcuni corpi rocciosi costituiti da ofioliti che, talvolta ricche in Fe, Mn, Cu e Ni, non contribuiscono comunque ad alterare il contenuto di questi metalli nelle acque. Pertanto non si riscontra contenuto di metalli pesanti sia nell'Invaso di Bilancino a vari livelli di profondità, sia nei vari affluenti.

Nell'Invaso i prodotti fitosanitari ricercati (Aldrin, Dieldrin, Endrin, Isodrin, DDT, Esaclorobenzene, Esaclorocicloesano) non sono rilevabili ai livelli dei limiti di rivelabilità strumentali.

Rimane invece da appurare la reale portata della contaminazione dovuta al trasporto solido veicolato dai fenomeni di piena dei tributari al quale è associata una grande quantità di particellato inorganico e organico.

Questa frazione fine è forse la più insidiosa tra le possibili fonti di inquinamento, non solo per la torbidità che ne può derivare ma, soprattutto, perché su questo materiale trovano facile adsorbimento molti microinquinanti inorganici e organici rilasciati, più che dalla comparsa di nuovi scarichi non sufficientemente depurati, dagli alvei e dai suoli contaminati.

Per quanto riguarda i popolamenti fitoplanctonici, non è da sottovalutare, ma anzi da tenere ben sotto controllo, la segnalazione della presenza di specie algali potenzialmente produttrici di neuro e epatotossine in acque destinate a scopi ricreativi e idropotabili.

Il proseguimento delle analisi anche nei prossimi anni consentirà di verificare gli aspetti più significativi dell'idrodinamica lacustre.

ALLEGATO

TABELLE FUORI TESTO

Bacino di Bilancino 1980-81-82	Tabella 4 - Sieve									
	Data	5 ago. 1980	14 ott. 1980	4 febb. 1981	11 mar. 1981	31 mar. 1981	27 ago. 1981	12 nov. 1981	21 gen. 1982	24 mar. 1982
	Unità di misura									
Caratteri Organolettici		l.i.i. §	l.i.i.	l.i.i.	l.i.i.	Opaca i.i.	l.i.i.	l.i.i.	l.i.i.	l.i.i.
Temperatura	°C	18,0	12,0	5,0	8,5	12,0	15,0	5,0	5,0	-
Ossigeno disciolto	mg/L	8,6	7,7	11,7	10,9	9,9	6,7	12,2	14,0	-
Saturazione Ossigeno Disciolto	% O ₂	90,1	70,6	91,4	92,7	91,4	65,5	95,3	109,4	-
Altezza Idrometrica	cm	4	6	8	25	20	0	10	30	30
pH		7,8	8,0	7,3	7,6	8,8	7,8	8,1	8,2	8,1
Conducibilità elettrica	µS/cm a 18 °C	-	-	-	-	-	484	379	428	398
Azoto ammoniacale	mg/L N	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,24	0,18	0,22	0,13
Azoto nitroso	mg/L N	-	-	-	-	-	0,137	0,090	0,008	0,005
Azoto nitrico	mg/L N	-	-	-	-	-	0,34	0,25	0,21	0,23
Azoto totale	mg/L N	-	-	-	-	-	0,83	0,67	0,68	0,38
Tensioattivi anionici MBAS	mg/L	0,18	0,21	0,25	-	-	0,38	0,25	0,34	-
C.O.D.	mg/L	8,8	6,3	4,0	6,5	5,7	12,3	5,9	2,6	3,4
B.O.D. ₅	mg/L	5	4	<3	-	3	7	4	<3	<3
Solidi sospesi	mg/L		-	24	<10	<10	-	-	-	-
Fosfati totali	mg/L P	0,72	0,46	0,26	-	0,32	0,65	-	0,49	0,05
Ortofosfati	mg/L P	-	-	-	-	-	0,49	-	0,09	0,05
Cianuri	mg/L CN	<0,05	<0,05	<0,05	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Durezza	°F	22,2	25,0	-	-	-	-	-	-	-
Alcalinità	mg/L CaCO ₃	205	240	-	-	-	44*	46*	44*	44*
Calcio	mg/L	-	-	-	-	-	84,0	92,0	83,0	80,8
Magnesio	mg/L	-	-	-	-	-	4,0	6,0	6,0	8,0
Sodio	mg/L	-	-	-	-	-	17,5	9,5	8,6	-
Potassio	mg/L	-	-	-	-	-	4,0	1,4	1,2	-

Cloruri	mg/L Cl	21,0	26,3	-	-	-	-	-	-	-
Ferro	mg/L	-	0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,2	<0,1	-	<0,1
Manganese	mg/L	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-
Piombo	mg/L	-	0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Nickel	mg/L	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	-
Zinco	mg/L	-	0,04	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,02	<0,01	0,03
Silice libera	mg/L	-	-	-	-	-	3,9	3,3	2,7	2,7
Coliformi in genere	MPN/100 mL	11000	45000	45000	-	15000	24000	46000	2300	-
Coliformi fecali	MPN/100 mL	140	15000	9500	-	1500	24000	46000	900	-
Streptococchi fecali	MPN/100 mL	250	4500	15000	-	90	2300	2300	300	-
Salmonelle	Ass / pres	ass	ass	ass	-	ass	ass	ass	ass	-
Clostridi solfito riduttori	cellule/mL	>300	6	1	-	1	-	-	-	-
Fitoplancton	cellule/mL	-	-	280	-	-	-	-	-	-
Zooplancton	cellule/mL	-	-	ass	-	-	-	-	-	-

§ l= limpido; i= inodore; i= incolore

* Alcalinità espressa come ml HCl 0,1N

Cloruri	mg/L Cl	14,0	14,0	-	-	-	-	-	-	-
Ferro	mg/L	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	<0,1	-	0,1
Manganese	mg/L	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Piombo	mg/L	-	0,020	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Nickel	mg/L	-	0,24	0,06	<0,01	<0,01	0,4	0,02	<0,01	0,03
Zinco	mg/L	-	0,02	<0,01	0,02	<0,01	0,01	0,07	0,02	0,02
Silice libera	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	3,2
Coliformi in genere	MPN/100 mL	450	9500	15000	-	15000	2300	2300	9300	-
Coliformi fecali	MPN/100 mL	90	450	2500	-	1500	2300	2300	9300	-
Streptococchi fecali	MPN/100 mL	150	400	1500	-	90	400	300	900	-
Salmonelle	Ass / pres	ass	ass	pres. Gruppo B	-	ass	ass	ass	-	-
Clostridi solfito riduttori	cellule/mL	2,1	1	4	-	1	-	-	-	-
Fitoplancton	cellule/mL	-	-	220	-	-	-	-	-	-
Zooplancton	cellule/mL	-	-	ass	-	-	-	-	-	-

§ i= limpido; i= inodore; i= incolore

* Alcalinità espressa come ml HCl 0,1N

Bacino di Bilancio 1980-81-82	Tabella 6 - Stura									
	Data	5 ago. 1980	14 ott. 1980	4 febb. 1981	11 mar. 1981	31 mar. 1981	27 ago. 1981	12 nov. 1981	21 gen. 1982	24 mar. 1982
	Unità di misura									
Caratteri Organolettici		opale scente i.i.	opale scente i.i.	l.i.i. §	l.i.i.	opale scente i.i.	l.i.i.	l.i.i.	l.i.i.	l.i.i.
Temperatura	°C	19,5	12,0	5,0	8,5	12,0	18,0	8,1	8,2	-
Ossigeno disciolto	mg/L	4,0	7,4	11,9	10,5	10,1	3,4	13,8	11,5	-
Saturazione Ossigeno Disciolto	% O ₂	42,7	68,3	93	90	93,3	35,6	107,8	89,8	-
Altezza Idrometrica	cm	<0	2	4	10	20	0	5	20	26
pH		7,6	8,1	7,5	7,7	8,8	7,6	8,1	8,2	8,2
Conducibilità elettrica	µS/cm a 18 °C	-	-	-	-	-	513	466	444	455
Azoto ammoniacale	mg/L N	2,18	0,36	<0,05	0,44	<0,05	1,81	0,17	0,39	0,44
Azoto nitroso	mg/L N	-	-	-	-	-	0,176	0,013	0,009	0,010
Azoto nitrico	mg/L N	-	-	-	-	-	0,16	0,56	0,44	0,36
Azoto totale	mg/L N	-	-	-	-	-	2,35	0,96	0,97	0,83
Tensioattivi anionici MBAS	mg/L	0,61	0,15	0,19	-	0,10	0,45	0,13	0,03	0,09
C.O.D.	mg/L	16,0	2,9	6,0	6,7	6,9	15,0	6,8	4,3	7,2
B.O.D.₅	mg/L	9	<3	<3	-	4	10	4	3	4
Solidi sospesi	mg/L	-	-	24	<10	<10	-	-	-	-
Fosfati totali	mg/L P	2,00	0,33	0,25	-	0,26	2,33	-	0,55	0,15
Ortofosfati	mg/L P	-	-	-	-	-	1,41	-	0,10	0,14
Cianuri	mg/L CN	<0,05	<0,05	<0,05	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Durezza	°F	22,4	25,9	-	-	-	-	-	-	-
Alcalinità	mg/L CaCO ₃	220	220	-	-	-	43*	47*	43*	40*
Calcio	mg/L	-	-	-	-	-	84,0	82,0	76,0	73,2
Magnesio	mg/L	-	-	-	-	-	16,0	15,0	13,0	13,6
Sodio	mg/L	-	-	-	-	-	24,0	11,6	10,5	-
Potassio	mg/L	-	-	-	-	-	5,0	2,3	2,4	-

Cloruri	mg/L Cl	24,5	19,3	-	-	-	-	-	-	-
Ferro	mg/L	-	-	0,1	0,1	0,1	0,1	<0,1	-	<0,1
Manganese	mg/L	-	-	<0,05	<0,05	<0,05	0,17	<0,05	<0,05	<0,05
Piombo	mg/L	-	0,020	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Nickel	mg/L	-	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,01
Zinco	mg/L	-	0,02	<0,01	0,02	<0,01	0,03	0,11	0,02	0,02
Silice libera	mg/L	-	-	-	-	-	3,2	3,7	3,3	3,0
Coliformi in genere	MPN/100 mL	25000	110000	110000	-	110000	24000	110000	46000	-
Coliformi fecali	MPN/100 mL	9500	45000	45000	-	30000	24000	110000	46000	-
Streptococchi fecali	MPN/100 mL	9500	25000	7500	-	11500	1400	2300	2300	-
Salmonelle	Ass / pres	ass	ass	ass	-	ass	ass	ass	ass	-
Clostridi solfito riduttori	cellule/mL	17	15	5	-	17	-	-	-	-
Fitoplancton	cellule/mL	-	-	300	-	-	-	-	-	-
Zooplancton	cellule/mL	-	-	ass	-	-	-	-	-	-

§ l= limpido; i= inodore; i= incolore

* Alcalinità espressa come ml HCl 0,1N

Bacino di Bilancino 1980-81-82	Tabella 7 - Colecchia									
	Data	5 ago. 1980	14 ott. 1980	4 febb. 1981	11 mar. 1981	31 mar. 1981	27 ago. 1981	12 nov. 1981	21 gen. 1982	24 mar. 1982
	Unità di misura									
Caratteri Organolettici		l.i.i. [§]	l.i.i.							
Temperatura	°C	14,0	11,5	5,0	8,5	11,0	17,0	6,0	5,0	-
Ossigeno disciolto	mg/L	3,9	6,9	11,9	10,6	10,0	6,5	11,6	10,9	-
Saturazione Ossigeno Disciolto	% O ₂	37,6	63	90,3	90,4	90,3	66,2	92,9	85,2	-
Altezza Idrometrica	cm	<0	<0	2	10	15	0	12	10	14
pH		7,4	7,8	7,4	7,7	8,9	7,8	8,1	8,2	8,2
Conducibilità elettrica	µS/cm a 18 °C	-	-	-	-	-	508	513	492	497
Azoto ammoniacale	mg/L N	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-	0,05	-
Azoto nitroso	mg/L N	-	-	-	-	-	<0,003	0,003	<0,003	<0,003
Azoto nitrico	mg/L N	-	-	-	-	-	0,41	0,46	0,48	0,39
Azoto totale	mg/L N	-	-	-	-	-	0,51	0,70	0,64	0,40
Tensioattivi anionici MBAS	mg/L	0,21	0,05	0,07	-	0,05	0,10	0,11	<0,03	-
C.O.D.	mg/L	3,2	4,2	2,4	4,8	8,9	5,4	5,9	2,6	3,4
B.O.D. ₅	mg/L	<3	<3	<3	-	4	3	6	3	<3
Solidi sospesi	mg/L	-	-	50	<10	<10	-	-	-	-
Fosfati totali	mg/L P	0,02	0,08	-	-	-	0,14	-	0,42	-
Ortofosfati	mg/L P	-	-	-	-	-	-	-	0,09	-
Cianuri	mg/L CN	<0,05	<0,05	<0,05	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Durezza	°F	28,2	20,0	-	-	-	-	-	-	-
Alcalinità	mg/L CaCO ₃	255	160	-	-	-	48*	54*	50*	50*
Calcio	mg/L	-	-	-	-	-	92,0	68,0	90,0	82,2
Magnesio	mg/L	-	-	-	-	-	16,0	16,0	15,0	15,8
Sodio	mg/L	-	-	-	-	-	10,5	8,9	9,2	-
Potassio	mg/L	-	-	-	-	-	2,0	1,5	1,6	-

Cloruri	mg/L Cl	14,0	14,0	-	-	-	-	-	-	-
Ferro	mg/L	-	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	<0,1	<0,1	<0,1
Manganese	mg/L	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Piombo	mg/L	-	0,020	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Nickel	mg/L	-	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
Zinco	mg/L	-	0,04	<0,01	<0,01	<0,01	0,05	0,01	<0,01	0,02
Silice libera	mg/L	-	-	-	-	-	4,2	4,3	3,6	3,4
Coliformi in genere	MPN/100 mL	2500	2500	2500	-	2500	4300	2300	300	-
Coliformi fecali	MPN/100 mL	450	300	900	-	300	4300	900	300	-
Streptococchi fecali	MPN/100 mL	150	90	<300	-	200	2300	300	300	-
Salmonelle	Ass / pres	ass	ass	ass	-	ass	ass	ass	ass	-
Clostridi solfito riduttori	cellule/mL	ass	ass	ass	-	ass	-	-	-	-
Fitoplancton	cellule/mL	-	-	360	-	-	-	-	-	-
Zooplancton	cellule/mL	-	-	ass	-	-	-	-	-	-

§ l= limpido; i= inodore; i= incolore

* Alcalinità espressa come ml HCl 0,1N

Bacino di Bilancino 1980-81-82	Tabella 8 - Tavaiano									
	Data	5 ago. 1980	14 ott. 1980	4 febb. 1981	11 mar. 1981	31 mar. 1981	27 ago. 1981	12 nov. 1981	21 gen. 1982	24 mar. 1982
	Unità di misura									
Caratteri Organolettici		l.i.i. [§]	l.i.i.	l.i.i.	l.i.i.	opaco l.i.	l.i.i.	l.i.i.	l.i.i.	l.i.i.
Temperatura	°C	18,5	12,5	5,0	9,0	11,0	16,0	6,0	5,0	-
Ossigeno disciolto	mg/L	7,0	6,6	12,0	10,5	10,5	7,7	12,5	11,8	-
Saturazione Ossigeno Disciolto	% O ₂	74,1	61,6	93,8	90,4	94,8	76,9	100,2	92,2	-
Altezza Idrometrica	cm	6	6	8	12	17	0	8	10	14
pH		8,0	8,0	7,6	7,8	8,9	8,1	8,2	8,3	8,2
Conducibilità elettrica	µS/cm a 18 °C	-	-	-	-	-	502	441	421	401
Azoto ammoniacale	mg/L N	<0,05	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,79	0,20	0,11
Azoto nitroso	mg/L N	-	-	-	-	-	0,042	0,015	0,008	0,007
Azoto nitrico	mg/L N	-	-	-	-	-	0,96	0,52	0,65	0,49
Azoto totale	mg/L N	-	-	-	-	-	1,03	1,33	1,00	0,63
Tensioattivi anionici MBAS	mg/L	0,25	0,12	0,03	-	0,09	0,13	0,27	-	0,05
C.O.D.	mg/L	8,0	4,6	4,8	6,3	9,8	10,4	7,2	3,8	3,2
B.O.D. ₅	mg/L	5	3	<3	-	5	7	4	<3	<3
Solidi sospesi	mg/L	-	-	49	<10	<10	-	-	-	-
Fosfati totali	mg/L P	0,65	0,36	0,27	-	0,29	0,60	0,87	0,48	0,16
Ortofosfati	mg/L P	-	-	-	-	-	0,42	0,20	0,17	0,12
Cianuri	mg/L CN	<0,05	<0,05	<0,05	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Durezza	°F	27,4	25,4	-	-	-	-	-	-	-
Alcalinità	mg/L CaCO ₃	255	230	-	-	-	48*	44*	42*	38*
Calcio	mg/L	-	-	-	-	-	88,0	78,0	75,0	67,6
Magnesio	mg/L	-	-	-	-	-	12,0	10,0	9,0	9,5
Sodio	mg/L	-	-	-	-	-	18,5	10,8	9,8	-
Potassio	mg/L	-	-	-	-	-	3,5	2,3	1,8	-

Cloruri	mg/L Cl	17,5	15,8	-	-	-	-	-	-	-
Ferro	mg/L	-	0,1	0,1	0,1	1,1	0,3	0,0	<0,1	<0,1
Manganese	mg/L	-	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-
Piombo	mg/L	-	0,030	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Nickel	mg/L	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
Zinco	mg/L	-	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,01	<0,01	0,02
Silice libera	mg/L	-	-	-	-	-	3,9	3,8	3,4	3,1
Coliformi in genere	MPN/100 mL	4500	45000	25000	-	45000	24000	110000	24000	-
Coliformi fecali	MPN/100 mL	4500	15000	25000	-	11500	24000	110000	24000	-
Streptococchi fecali	MPN/100 mL	4500	2500	1500	-	1600	1500	24000	2300	-
Salmonelle	Ass / pres	ass	ass	ass	-	ass	ass	ass	ass	-
Clostridi solfito riduttori	cellule/mL	2	1	10	-	1,7 <i>Solfito riduttori</i>	-	-	-	-
Fitoplancton	cellule/mL	-	-	220 <i>Alghe V. oscillatoria</i>	-	-	-	-	-	-
Zooplancton	cellule/mL	-	-	<i>Protozoi Aspidia</i>	-	-	-	-	-	-

§ l= limpido; i= inodore; i= incolore

* Alcalinità espressa come ml HCl 0,1N

Bacino di Bilancio 1980-81-82	Tabella 9 - Sorcella									
	Data	5 ago. 1980	14 ott. 1980	4 febb. 1981	11 mar. 1981	31 mar. 1981	27 ago. 1981	12 nov. 1981	21 gen. 1982	24 mar. 1982
	Unità di misura									
Caratteri Organolettici		opaco i.i.	torba i.i.	l.i.i. [§]	l.i.i.	opale scente i.i.	l.i.i.	l.i.i.	opale scente i.i.	l.i.i.
Temperatura	°C	19,0	12,5	5,0	9,0	11,0	16,0	5,0	5,0	-
Ossigeno disciolto	mg/L	3,2	6,8	12,6	10,5	10,3	7,8	11,1	11,9	-
Saturazione Ossigeno Disciolto	% O ₂	34,2	63,5	98,4	90,0	93,0	77,9	86,7	93,0	-
Altezza Idrometrica	cm	0	0	0	10	17	0	2	16	7
pH		7,7	7,8	7,6	7,8	8,9	8,0	8,2	8,3	8,3
Conducibilità elettrica	µS/cm a 18 °C	-	-	-	-	-	493	442	398	371
Azoto ammoniacale	mg/L N	1,40	-	<0,05	1,03	1,01	0,67	1,93	0,37	0,12
Azoto nitroso	mg/L N	-	-	-	-	-	0,066	0,055	0,018	0,007
Azoto nitrico	mg/L N	-	-	-	-	-	0,79	0,91	0,58	0,36
Azoto totale	mg/L N	-	-	-	-	-	1,69	2,95	1,13	0,52
Tensioattivi anionici MBAS	mg/L	0,22	-	0,25	-	-	-	0,08	-	-
C.O.D.	mg/L	12,4	13,4	9,2	10,6	11,4	10,4	13,5	4,7	4,6
B.O.D.₅	mg/L	7	3	4	-	6	6	8	3	<3
Solidi sospesi	mg/L	-	-	23	<10	<10	-	-	-	55
Fosfati totali	mg/L P	0,70	0,16	0,66	-	0,46	0,50	0,95	0,53	0,04
Ortofosfati	mg/L P	-	-	-	-	-	0,14	0,24	0,15	0,03
Cianuri	mg/L CN	<0,05	<0,05	<0,05	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Durezza	°F	20,4	22,6	-	-	-	-	-	-	-
Alcalinità	mg/L CaCO ₃	210	195	-	-	-	36*	40*	38*	34*
Calcio	mg/L	-	-	-	-	-	68,0	73,0	68,0	62,0
Magnesio	mg/L	-	-	-	-	-	8,0	10,0	9,0	8,5
Sodio	mg/L	-	-	-	-	-	38,0	11,8	2,7	-
Potassio	mg/L	-	-	-	-	-	1,5	3,1	2,7	-

Cloruri	mg/L Cl	21,0	35,0	-	-	-	-	-	-	-
Ferro	mg/L	-	0,8	0,2	0,1	0,4	1,5	1,0	0,4	0,2
Manganese	mg/L	-	0,48	<0,05	<0,05	<0,05	0,10	0,05	<0,05	<0,05
Piombo	mg/L	-	0,050	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,030	<0,005	0,024
Nickel	mg/L	-	0,02	0,02	<0,01	<0,01	0,05	0,02	<0,01	0,01
Zinco	mg/L	-	0,12	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	0,04	0,02	0,02
Silice libera	mg/L	-	-	-	-	-	3,6	3,6	3,1	3,0
Coliformi in genere	MPN/100 mL	4500	110000	9500	-	25000	9300	4300	46000	-
Coliformi fecali	MPN/100 mL	4500	4000	2500	-	9500	9300	4300	24000	-
Streptococchi fecali	MPN/100 mL	950	900	4500	-	750	400	300	900	-
Salmonelle	Ass / pres	ass	ass	ass	-	ass	ass	ass	ass	-
Clostridi solfito riduttori	cellule/mL	10	ass	0,2	-	ass	-	-	-	-
Fitoplancton	cellule/mL	-	-	230 <i>Alghe V. oscillatoria</i>	-	-	-	-	-	-
Zooplancton	cellule/mL	-	-	ass	-	-	-	-	-	-

§ l= limpido; i= inodore; i= incolore

* Alcalinità espressa come ml HCl 0,1N

Tabella 12

Bacino Bilancino 1991	Unità di misura	Lora S. Andrea		Lora circonv. Barberino		Stura La Ruzza		Stura cimitero Barberino	
		apr-91	lug-91	apr-91	lug-91	apr-91	lug-91	apr-91	lug-91
Caratteri Organolettici		l.i.i. §	l.i.i.	l.i.i.	l.i.i.	l.i.i.	l.i.i.	l.i.i.	l.i.i.
Temperatura	°C	7,5	18,0	8,5	19,0	7,5	18,0	8,5	20,0
Ossigeno disciolto	mg/L	10,6	6,6	14,0	9,4	11,0	8,3	10,9	6,2
Saturazione Ossigeno Disciolto	% O ₂	88,2	69,2	119,5	100,5	91,5	87,0	93,0	67,6
pH		8,3	8,0	8,4	8,1	8,2	8,1	8,2	7,8
Solidi sedimentabili	ml/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Solidi sospesi	mg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Solidi disciolti	mg/L	280	-	260	-	340	-	348	-
Conducibilità elettrica	µS/cm a 20 °C	445	493	453	529	519	595	542	640
Durezza	°F	22,0	22,6	23,0	24,4	24,3	23,7	25,4	24,5
Alcalinità	mg/L CaCO ₃	195	188	197	202	197	189	213	207
Azoto ammoniacale	mg/L N	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	2,1
Azoto nitroso	mg/L N	0,004	<0,003	0,008	0,027	0,003	<0,003	0,031	1,26
Azoto nitrico	mg/L N	0,34	0,50	0,47	1,30	0,40	0,60	0,62	0,58
Cloruri	mg/L Cl	11,6	11,0	13,3	13,5	29,4	27,6	28,7	30,3
Solfati	mg/L SO ₄	33,1	28,0	32,4	38,0	48,5	48,0	49,1	45,0
Floruri	mg/L F	0,09	0,09	0,09	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09
Silice	mg/L SiO ₂	3,0	2,8	2,3	2,1	2,8	2,8	2,7	2,6
Fosforo Totale	mg/L P	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,03	0,07	0,11	0,18
Ortofosfati	mg/L P	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,06	<0,01	0,15

Torbidità	NTU	0,4	2,4	0,4	0,4	0,5	0,3	0,6	0,5
T.O.C.	mg/L C	2,2	2,3	2,4	2,7	2,3	2,4	3,4	3,5
Tensioattivi anionici	mg/L MBAS	<0,03	<0,03	0,04	<0,03	0,03	<0,03	0,08	0,07
Cianuri	mg/L CN	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Sodio	mg/L Na	7,2	6,9	8,6	8,4	14,7	13,3	14,4	15,4
Potassio	mg/L K	1,0	1,0	1,1	1,0	1,4	1,5	1,8	1,8
Ferro	mg/L Fe	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Manganese	mg/L Mn	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Rame	mg/L Cu	<0,002	<0,002	0,01	<0,002	<0,002	<0,002	0,002	<0,002
Nichel	mg/L Ni	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinco	mg/L Zn	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cadmio	mg/L Cd	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Piombo	mg/L Pb	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cromo totale	mg/L Cr	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
B.O.D.₅	mg/L O₂	<3	<3	<3	<3	<3	<3	4	5
Coliformi totali	MPN/100 mL	348	1500	2210	2400	130	2400	>16090	46000
Coliformi fecali	MPN/100 mL	70	430	490	90	27	930	5420	4300
Streptococchi fecali	MPN/100 mL	33	230	348	90	49	90	>16090	4600
Salmonelle	Ass/pre senza	ass.							

§ l= limpido; i= inodore; i= incolore

Tabella 13

Bacino Bilancino 1991		Sieve a monte di Barberino		Sieve a monte di San Piero		Sieve a valle di B. San Lorenzo		Sieve Ponte a Vicchio	
		apr-91	lug-91	apr-91	lug-91	apr-91	lug-91	apr-91	lug-91
	Unità di misura								
Caratteri Organolettici		l.i.i. [§]	l.i.i.	l.i.i.	l.i.i.	l.i.i.	l.i.i.	l.i.i.	l.i.i.
Temperatura	°C	9,0	17,0	9,0	20,0	9,0	21,0	9,0	22,0
Ossigeno disciolto	mg/L	9,9	6,9	13,4	13,4	10,3	9,8	11,7	10,8
Saturazione Ossigeno Disciolto	% O ₂	85,4	70,8	115,6	146,1	88,9	109,0	100,9	122,3
pH		7,8	7,8	8,3	8,1	8,0	7,7	8,3	8,0
Solidi sedimentabili	ml/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Solidi sospesi	mg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Solidi disciolti	mg/L	232	-	300	-	320	-	308	-
Conducibilità elettrica	µS/cm a 20 °C	377	360	470	549	510	644	511	656
Durezza	°F	19,8	19,2	22,4	22,4	24,6	25,2	24,8	26,6
Alcalinità	mg/L CaCO ₃	181	199	196	172	216	222	214	224
Azoto ammoniacale	mg/L N	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Azoto nitroso	mg/L N	0,003	<0,003	0,024	<0,003	0,035	0,084	0,028	0,035
Azoto nitrico	mg/L N	0,34	0,28	0,63	0,53	0,89	1,37	0,90	1,92
Cloruri	mg/L Cl	10,9	10,3	19,7	25,0	19,4	26,0	19,1	27,0
Solfati	mg/L SO ₄	11,4	8,4	35,7	36,5	37,1	40,0	40,2	45,0
Fluoruri	mg/L F	0,09	<0,05	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10
Silice	mg/L SiO ₂	2,7	1,2	1,4	1,3	1,5	1,4	1,5	1,4
Fosforo Totale	mg/L P	0,04	<0,02	0,06	<0,02	0,1	0,12	0,07	0,07
Ortofosfati	mg/L P	0,03	<0,01	0,05	<0,01	0,08	0,10	0,06	0,06

Torbidità	NTU	0,9	0,5	1,1	1,2	0,8	1,3	1,1	1,5
T.O.C.	mg/L C	2,0	1,8	3,0	3,3	4,0	3,4	3,7	3,2
Tensioattivi anionici	mg/L MBAS	<0,03	<0,03	0,03	<0,03	0,04	0,05	0,04	0,04
Cianuri	mg/L CN	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Sodio	mg/L Na	5,1	5,0	12,2	12,0	12,2	12,0	12,7	12,6
Potassio	mg/L K	0,3	0,3	1,5	1,4	1,6	1,5	1,7	1,7
Ferro	mg/L Fe	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Manganese	mg/L Mn	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Rame	mg/L Cu	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,003	<0,002	0,006	<0,002
Nichel	mg/L Ni	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinco	mg/L Zn	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cadmio	mg/L Cd	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Piombo	mg/L Pb	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cromo totale	mg/L Cr	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
B.O.D.₅	mg/L O₂	<3	<3	<3	<3	<3	4	<3	<3
Coliformi totali	MPN/100mL	79	230	9180	240	>16090	39000	>16090	4300
Coliformi fecali	MPN/100mL	22	230	9180	150	16090	9000	1300	300
Streptococchi fecali	MPN/100mL	8	230	1300	<3	5420	110	>16090	90
Salmonelle	Ass/pre senza	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	pres.g.B	ass.

§ l= limpido; i= inodore; ic= incolore

Tabella 14

Bacino Bilancino 1991		Tavaiano Palina		Tavaiano a monte di Galliano		Tavaiano a valle di Galliano		Sorcella Panna		Sorcella a valle di Galliano	
		apr-91	lug-91	apr-91	lug-91	apr-91	lug-91	apr-91	lug-91	apr-91	lug-91
	Unità di misura										
Caratteri Organolettici		l.i.i. §	l.i.i.	l.i.i.	l.i.i.	l.i.i.	l.i.i.	l.i.i.	l.i.i.	l.i.i.	l.i.i.
Temperatura	°C	8,0	18,0	8,0	19,0	9,0	20,0	8,0	16,0	9,0	18,0
Ossigeno disciolto	mg/L	10,6	7,6	10,8	7,3	11,1	9,1	11,1	5,9	10,4	8,7
Saturazione Ossigeno Disciolto	% O ₂	89,3	79,7	90,9	78,1	95,7	99,2	93,5	59,3	89,6	91,2
pH		8,3	8,0	8,4	8,1	8,4	8,0	8,4	8,1	8,5	8,4
Solidi sedimentabili	ml/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Solidi sospesi	mg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Solidi disciolti	mg/L	280	-	240	-	280	-	220	-	280	-
Conducibilità elettrica	µS/cm a 20 °C	387	446	429	487	453	473	325	406	294	560
Durezza	°F	20,6	19,5	21,8	22,4	23,2	21,4	15,4	15,5	21,2	20,4
Alcalinità	mg/L CaCO ₃	188	174	196	206	210	196	135	139	190	180
Azoto ammoniacale	mg/L N	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Azoto nitroso	mg/L N	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,043	0,07	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Azoto nitrico	mg/L N	0,28	0,29	0,30	0,29	0,85	2,30	0,66	0,38	0,39	0,95
Cloruri	mg/L Cl	10,4	11,5	10,6	11,4	12,0	15,0	11,6	11,0	19,0	26,0
Solfati	mg/L SO ₄	25,0	24,0	31,0	31,0	32,0	32,0	22,0	25,0	31,0	31,5
Floruri	mg/L F	0,08	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Silice	mg/L SiO ₂	4,4	3,9	4,4	4,3	3,5	3,3	4,3	4,1	1,6	1,5
Fosforo Totale	mg/L P	0,05	<0,02	0,07	0,04	0,26	0,07	0,02	0,03	0,18	0,13
Ortofosfati	mg/L P	<0,01	<0,01	0,01	0,03	0,10	0,05	0,02	0,02	0,10	0,11
Torbidità	NTU	0,5	0,4	0,4	0,3	0,5	0,4	1,0	1,5	0,4	0,3
T.O.C.	mg/L C	2,2	2,3	2,1	2,5	3,5	2,7	1,7	2,1	2,7	3,0
Tensioattivi anionici	mg/L MBAS	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Cianuri	mg/L CN	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Sodio	mg/L Na	9,2	9,0	10,6	10,4	11,4	10,9	9,1	10,0	16,1	15,0

Potassio	mg/L K	1,6	1,5	1,6	1,5	3,5	2,8	2,0	1,8	1,8	1,7
Ferro	mg/L Fe	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Manganese	mg/L Mn	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Rame	mg/L Cu	0,005	0,05	0,005	<0,002	0,03	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Nichel	mg/L Ni	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinco	mg/L Zn	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cadmio	mg/L Cd	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Piombo	mg/L Pb	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cromo totale	mg/L Cr	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
B.O.D.₅	mg/L O₂	<3	<3	<3	<3	4	<3	<3	<3	<3	<3
Coliformi totali	MPN/100 mL	230	2400	430	930	460000	7500	9	1500	46000	430
Coliformi fecali	MPN/100 mL	90	930	40	930	46000	300	430	930	<3	40
Streptococchi fecali	MPN/100 mL	40	150	90	430	24000	90	90	230	<3	<3
Salmonelle	Ass/pre senza	ass.	pres.g. D								

§ l= limpido; i= inodore; i= incolore

Progetti Obiettivo – Progetti Speciali INVASO DI BILANCINO		Tabella 17 - Invaso al centro di massima profondità: in superficie													
		Unità di misura													
Data		13 mar. 2003	22 apr. 2003	19 mag. 2003	25 giu. 2003	21 lug. 2003	11 ago. 2003	30 set. 2003	28 ott. 2003	18 nov. 2003	19 gen. 2004	17 feb. 2004	22 mar. 2004		
Ora		11,00	11,05	10,45	11,50	11,00	10,00	11,00	15,10	15,00	16,20	15,00	13,45		
Temperatura	°C	8,9	12,7	21,8	27,9	27,4	27,0	20,7	13,4	12,8	6,4	7,6	9,1		
Alcalinità	mg/L Ca(HCO ₃) ₂	286	292	246	223	223	159	235	249	236	264	264	269		
Ossigeno disciolto	mg/L	11,5	10,8	11,7	10,5	6,8	7,9	8,3	11,5	12,0	12,1	10,3	8,0		
Ortofosfato	P µg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10		
Azoto nitrico	N mg/L	0,6	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,5	0,8	1,0	1,2		
Conducibilità elettrica	µS/cm a 25°C	387	437	385	363	361	328	381	378	388	393	396	412		
Clorofilla "a"	µg/L	5,9	-	-	3,3	2,0	2,6	0,8	2,5	6,6	-	-	-		
Azoto ammoniacale	N mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
Azoto nitroso	N µg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	10	10	<10		
Azoto totale	N mg/L	4,6	2,0	2,5	<1	<1	1,3	1,1	1,3	1,2	2,3	1,0	1,4		
Fosforo totale	P µg/L	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50		
pH		8,0	7,9	7,8	7,9	7,9	7,9	8,1	7,6	7,3	7,5	7,8	7,4		
Trasparenza	m	1,3	2,1	1,7	5,0	4,5	3,0	5,0	2,1	2,5	nd	3,0	1,6		
Ossigeno saturazione	%	100	102	132	134	86	99	93	110	113	98	86	69		
T.O.C.	C mg/L	3,1	3,2	4,8	4,0	4,0	3,9	3,6	3,3	4,1	3,7	3,4	3,7		
Cadmio	µg/L Cd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,1	<0,1	<0,1		
Cromo totale	µg/L Cr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<1	<1	<1		
Nichel	µg/L Ni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<5	<5	<5		
Piombo	µg/L Pb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<1	<1	<1		
Rame	µg/L Cu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<3	17,9	<3		

Progetti Obiettivo – Progetti Speciali INVASO DI BILANCINO		Tabella 18 - Invaso al centro di massima profondità: a metà colonna d'acqua													
	Unità di misura	13 mar. 2003	22 apr. 2003	19 mag. 2003	25 giu. 2003	21 lug. 2003	11 ago. 2003	30 set. 2003	28 ott. 2003	18 nov. 2003	19 gen. 2004	17 feb. 2004	22 mar. 2004		
Data		11,00	11,00	10,50	11,55	11,00	10,10		15,15	15,05	16,30	15,00	nd		
Ora															
Temperatura	°C	6,2	3,0	8,1	7,4	9,4	10,8	18,6	13,3	10,0	6,4	5,7	6,9		
Alcalinità	mg/L Ca(HCO ₃) ₂	286	293	292	289	300	226	251	241	236	256	266	270		
Ossigeno Disciolto	mg/L	10,5	10,2	7,2	3,9	2,8	2,3	1,6	10,8	12,0	12,3	11,3	12,8		
Ortofosfato	P µg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10		
Azoto nitrico	N mg/L	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	<0,5	<0,5	0,5	1,6	1,0	0,9		
Conducibilità elettrica	µS/cm a 25°C	390	443	443	438	444	413	398	378	395	399	399	421		
Azoto ammoniacale	N mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
Azoto nitroso	N µg/L	<10	<10	<10	<10	<10	10	<10	<10	<10	10	10	<10		
Azoto totale	N mg/L	3,2	1,8	1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1,1	1,4	3,9	2,1	<1		
Fosforo totale	P µg/L	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50		
pH		7,7	7,7	7,7	7,4	7,3	7,1	7,4	7,6	7,5	7,5	8,1	7,4		
Ossigeno saturazione	%	85	89	61	32	25	21	17	103	106	100	90	61		
T.O.C.	C mg/L	3,2	3,1	3,5	3,1	2,9	3,4	3,5	3,2	4,0	4,1	3,3	3,8		
Cadmio	µg/L Cd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,1	<0,1	<0,1		
Cromo totale	µg/L Cr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<1	<1	<1		
Nichel	µg/L Ni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<5	<5	<5		
Piombo	µg/L Pb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<1	<1	<1		
Rame	µg/L Cu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<3	<3	<3		

Progetti Obiettivo – Progetti Speciali INVASO DI BILANCINO		Tabella 19 – Invaso al centro di massima profondità: sul fondo														
		Unità di misura														
Data		13 mar. 2003	22 apr. 2003	19 mag. 2003	25 giu. 2003	21 lug. 2003	11 ago. 2003	30 set. 2003	28 ott. 2003	18 nov. 2003	19 gen. 2004	17 feb. 2004	22 mar. 2004			
Ora		11,00	10,55	10,55	12,00	11,00	10,15		15,20	15,10	16,40	15,00	13,45			
Temperatura	°C	5,0	6,6	6,8	7,1	7,4	7,6	7,9	8,0	nd	6,2	5,1	5,6			
Alcalinità	mg/L Ca(HCO ₃) ₂	286	292	290	300	309	220	316	320	315	258	273	275			
Ossigeno Disciolto	mg/L	8,5	8,5	5,6	2,3	0,4	0,0	0,0	0,1	-	12,3	9,0	7,8			
Ortolfosfato	P µg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10			
Azoto nitrico	N mg/L	0,6	<0,5	0,6	0,6	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,5	0,8	1,0	0,9			
Conducibilità elettrica	µS/cm a 25°C	394	446	445	448	446	414	454	444	467	394	417	420			
Azoto ammoniacale	N mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,5	0,5	<0,1	<0,1	<0,1			
Azoto nitroso	N µg/L	<10	<10	<10	<10	<10	13	<10	<10	<10	10,0	10,0	<10			
Azoto totale	N mg/L	3,6	2,1	1,4	1,5	<1,0	<1,0	<1,0	1,3	2,2	1,3	1,1	<1			
Fosforo totale	P µg/L	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50			
pH		7,7	7,7	7,7	7,4	7,3	7,0	7,0	7,6	7,0	7,6	8,1	7,6			
Ossigeno saturazione	%	67	69	46	19	3	0	0	1	-	91	71	63			
T.O.C.	C mg/L	3,0	3,5	2,9	2,8	2,9	3,3	5,2	3,5	3,6	4,0	3,3	3,1			
Cadmio	µg/L Cd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,1	<0,1	0,14			
Cromo totale	µg/L Cr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<1	<1	<1			
Nichel	µg/L Ni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<5	<5	<5			
Piombo	µg/L Pb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<1	<1	<1			

Progetti Obiettivo – Progetti Speciali INVASO DI BILANCINO		Tabella 20 - Invaso: c/o corrispondenza immissione Fiume Sieve													
	Unità di misura	13 mar. 2003	22 apr. 2003	19 mag. 2003	25 giu. 2003	21 lug. 2003	11 ago. 2003	30 set. 2003	28 ott. 2003	18 nov. 2003	19 gen. 2004	17 feb. 2004	22 mar. 2004		
Data		11.20	11.20	11.25	10.30	11.40	10.15		13.45	14.00	14.50	13.45	n.d.		
Ora		11.20	11.20	11.25	10.30	11.40	10.15		13.45	14.00	14.50	13.45	n.d.		
Temperatura	°C	9,0	13,2	20,4	26,7	27,7	26,1	20,9	12,6	12,2	9,7	7,3	8,2		
Alcalinità	mg/L Ca(HCO ₃) ₂	304	290	251	227	227	159	235	251	314	315	286	292		
Ossigeno Disciolto	mg/L	11,3	11,6	11,1	7,9	8,3	8,5	9,3	10,1	10,8	11,0	9,8	9,6		
Ortofosfato	P µg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10		
Azoto nitrico	N mg/L	0,6	0,5	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,2	1,3	1,0	0,9		
Conducibilità elettrica	µS/cm a 25 °C	406	441	391	363	370	335	378	382	494	437	420	433		
Clorofilla "a"	µg/L	20,5	27,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Azoto ammoniacale	N mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
Azoto nitroso	N µg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	10,0	10,0	5,0		
Azoto totale	N mg/L	5,2	1,4	1,1	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1,1	1,6	2,1	1,3	<1		
Fosforo totale	P µg/L	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50		
pH		7,9	8,0	8,0	7,8	7,8	7,9	7,9	7,6	7,7	7,8	7,7	7,7		
Trasparenza	m	0,9	1,2	1,0	1,0	1,4	1,5	1,4	1,0	2,0	1,1	2,8	1,0		
Ossigeno saturazione	%	98	110	125	98	105	105	104	95	100	97	81	81		
T.O.C.	C mg/L	2,4	3,3	4,5	4,2	4,1	3,8	3,4	3,7	4,1	3,1	2,9	3,1		
Cadmio	µg/L Cd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,1	<0,1	<0,1		
Cromo totale	µg/L Cr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<1	<1	<1		
Nichel	µg/L Ni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<5	<5	<5		

Progetti Obiettivo – Progetti Speciali INVASO DI BILANCINO		Tabella 21 - Invaso: c/o corrispondenza immissione Torrente Stura													
		Unità di misura													
Data		13 mar. 2003	22 apr. 2003	19 mag. 2003	25 giu. 2003	21 lug. 2003	11 ago. 2003	30 set. 2003	28 ott. 2003	18 nov. 2003	19 gen. 2004	17 feb. 2004	22 mar. 2004		
Ora		11.50	11.50	11.50	11.05	12.20	11.00	11.00	14.20	14.30	15.45	14.15	nd		
Temperatura	°C	10,4	13,5	21,0	27,6	27,2	27,0	21,2	12,8	13,5	6,3	7,6	10,3		
Alcalinità	mg/L Ca(HCO ₃) ₂	313	293	248	224	222	159	227	244	240	258	267	287		
Ossigeno Dissolto	mg/L	12,5	11,1	11,5	9,3	8,4	9,9	10,8	12,3	11,4	11,6	10,5	11,0		
Ortofosfato	P µg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10		
Azoto nitrico	N mg/L	0,6	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,5	1,4	1,0	1,0		
Conducibilità elettrica	µS/cm a 25°C	440	440	385	361	362	330	377	376	390	406	406	443		
Clorofilla "a"	N µg/L	20,0	34,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Azoto ammoniacale	N mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
Azoto nitroso	N µg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	10,0	10,0	8,0		
Azoto totale	N mg/L	1,1	6,7	1,6	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1,1	2,4	2,0	1,0	1,2		
Fosforo totale	P µg/L	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50		
pH		8,0	8,0	8,0	7,9	7,9	7,9	8,0	7,7	7,7	7,7	7,7	7,8		
Trasparenza	m	0,8	2,0	1,7	1,7	3,6	2,1	1,2	1,7	1,9	0,5	3,0	1,3		
Ossigeno saturazione	%	108	107	128	117	105	124	110	116	109	94	88	98		
T.O.C.	C mg/L	2,3	3,5	4,5	4,2	3,7	3,9	3,4	3,6	4,0	3,2	2,7	2,9		
Cadmio	µg/L Cd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,1	<0,1	0,11		
Cromo totale	µg/L Cr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<1	<1	<1		
Nichel	µg/L Ni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<5	<5	<5		

Piombo	µg/L Pb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<1	<1	<
Rame	µg/L Cu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<3	<3	<3
Zinco	µg/L Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	<10	<10
Aldrin	µg/L	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	-	<0,05	-
Dieldrin	µg/L	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	-	<0,05	-
Endrin	µg/L	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	-	<0,05	-
Isodrin	µg/L	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	-	<0,05	-
DDT	µg/L	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	-	<0,05	-
Esaclorobenzene	µg/L	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	-	<0,05	-
Esaclorocicloesano	µg/L	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	-	<0,05	-
Solidi sospesi	mg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	13	<10	<10
Escherichia coli	UFC/ 100 mL	10	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	100	560	<10
Coliformi totali	/100 mL	210	120	30	33	50	22	210	490	430	4300	<10	<10	220						
Coliformi fecali	/100 mL	70	7	3	2	2	7	180	51	280	2100	<10	<10	20						
Streptococchi fecali	/100 mL	90	13	2	2	3	2	56	39	240	2600	<10	<10	20						
B.O.D. 5	O ₂ mg/L	1,0	-	-	-	2,7	1,2	2,6	0,4	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0						
C.O.D.	O ₂ mg/L	5,7	8,7	11,2	10,5	9,3	9,7	8,5	9,0	9,9	8,0	6,8	7,2							

Progetti Obiettivo – Progetti Speciali INVASO DI BILANCINO		Tabella 22 - Invaso: c/o corrispondenza immissione Torrente Lora													
		Unità di misura													
Data		13 mar. 2003	22 apr. 2003	19 mag. 2003	25 giu. 2003	21 lug. 2003	11 ago. 2003	30 set. 2003	28 ott. 2003	18 nov. 2003	19 gen. 2004	17 feb. 2004	22 mar. 2004		
Ora		11.35	11.40	11.35	10.50	12.00	10.45	11.00	14.00	14.20	15.15	14.00	15.00		
Temperatura	°C	10,0	13,5	20,9	27,4	27,4	26,6	20,8	12,3	12,7	7,1	7,3	10,4		
Alcalinità	mg/L Ca(HCO ₃) ₂	303	297	243	229	221	135	235	239	236	275	265	313		
Ossigeno Dissolto	mg/L	11,5	11,2	11,4	9,6	8,2	8,7	9,6	11,1	10,9	11,8	7,3	11,0		
Ortofosfato	P µg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10		
Azoto nitrico	N mg/L	0,7	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,5	1,6	1,0	1,3		
Conducibilità elettrica	µS/cm a 25°C	413	442	387	363	364	335	374	381	389	407	403	470		
Clorofilla "a"	µg/L	24,2	27,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Azoto ammoniacale	N mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
Azoto nitroso	N µg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	10	10	10,0		
Azoto totale	N mg/L	3,6	2,2	1,1	2,3	<1,0	1,1	1,1	1,3	2,7	2,2	1,1	1,4		
Fosforo totale	P µg/L	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50		
pH		8,0	8,0	8,1	7,8	7,9	7,9	7,9	7,6	7,8	7,6	7,8	7,6		
Trasparenza	m	0,8	1,6	1,7	1,7	2,1	1,5	1,2	1,4	1,5	0,5	2,9	1,1		
Ossigeno saturazione	%	102	108	127	121	104	108	108	112	102	97	60	98		
T.O.C.	C mg/L	2,7	3,0	5,1	4,3	4,5	4,0	3,3	3,5	4,4	3,3	3,3	2,1		
Cadmio	µg/L Cd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,1	<0,1	<0,1		
Cromo totale	µg/L Cr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<1	<1	<1		
Nichel	µg/L Ni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<5	<5	<5		
Piombo	µg/L Pb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<1	<1	<1		

Rame	µg/L Cu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<3	<3					
Zinco	µg/L Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	20	<10				
Aldrin	µg/L	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-				
Dieldrin	µg/L	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-				
Endrin	µg/L	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-				
Isodrin	µg/L	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-				
DDT	µg/L	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-				
Esaclorobenzene	µg/L	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-				
Esaclorocicloesano	µg/L	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-				
Solidi sospesi	mg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	22	<10	<10				
Escherichia coli	UFC/ 100 mL	75	0	2	2	5	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	1	80	38	130	790	<10	<10
Coliformi totali	/100mL	230	380	65	65	48	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	28	220	600	320	6800	<10	180
Coliformi fecali	/100 mL	80	18	4	4	5	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	5	120	52	210	1900	<10	30
Streptococchi fecali	/100 mL	60	22	3	3	2	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	4	58	68	160	2400	<10	<10
B.O.D. 5	O ₂ mg/L	1,0	-	-	-	-	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	2,1	1,4	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0
C.O.D.	O ₂ mg/L	6,7	7,5	12,7	12,7	10,7	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	10,0	8,2	8,7	11,0	8,2	8,2	5,2

Progetti Obiettivo – Progetti Speciali INVASO DI BILANCINO		Tabella 23 - Invaso: c/o corrispondenza immissione Torrente Tavaiano													
		Unità di misura													
Data		13. mar. 2003	22. apr. 2003	19. mag. 2003	25. giu. 2003	21. lug. 2003	11. ago. 2003	30. set. 2003	28. ott. 2003	18. nov. 2003	19. gen. 2004	17. feb. 2004	22. mar. 2004		
Ora		12,10	12,05	12,15	11,30	12,35	11,30	11,00	14,50	14,50	16,00	14,50	14,50	nd	
Temperatura	°C	9,4	14,4	21,5	28,7	27,2	28,0	21,4	12,6	12,5	6,6	7,3	10,1		
Alcalinità	mg/L Ca(HCO ₃) ₂	291	288	248	223	233	159	231	243	240	243	266	270		
Ossigeno disciolto	mg/L O ₂	12,8	11,2	11,4	9,4	8,1	8,7	9,3	13,0	13,2	12,3	9,8	12,3		
Ortofosfato	P µg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10		
Azoto nitrico	N mg/L	0,6	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,3	1,0	1,0		
Conducibilità elettrica	µS/cm a 25 °C	389	439	393	364	352	331	371	378	392	368	403	408		
Clorofilla "a"	µg/L	20,4	34,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Azoto ammoniacale	N mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
Azoto nitroso	N mg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	10	10	<10		
Azoto totale	N mg/L	5,7	1,2	2,3	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1,1	1,3	2,0	1,3	1,0		
Fosforo totale	P µg/L	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50		
pH		7,9	8,0	8,1	7,4	7,9	7,9	8,1	7,7	7,6	7,7	7,7	7,8		
Trasparenza	m	0,9	1,2	1,5	1,5	3,8	1,1	1,1	1,2	1,5	0,3	2,2	1,2		
Ossigeno saturazione	%	112	110	129	121	102	111	105	122	124	100	81	109		
T.O.C.	C mg/L	3,1	3,6	4,8	3,8	3,8	4,0	4,0	3,7	4,1	4,2	3,2	3,6		
Cadmio	µg/L Cd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,1	<0,1	<0,1		
Cromo totale	µg/L Cr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<1	<1	<1		
Nichel	µg/L Ni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<5	<5	<5		

Piombo	µg/L Pb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<1	<1	<1
Rame	µg/L Cu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,1	3,3	<3
Zinco	µg/L Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	<10	<10
Aldrin	µg/L	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-
Dieldrin	µg/L	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-
Endrin	µg/L	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-
Isodrin	µg/L	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-
DDT	µg/L	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-
Esaclorobenzene	µg/L	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-
Esaclorocicloesano	µg/L	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-
Solidi sospesi	mg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	48	<10	<10
Escherichia coli	UFC/ 100 mL	8	0	3	0	0	0	0	0	7	49	26	72	230	10	10	10	230	10	10
Coliformi totali	/100 mL	30	64	28	380	60	60	60	60	16	270	690	260	3800	40	60	60	3800	40	60
Coliformi fecali	/100 mL	20	16	4	6	1	1	1	1	7	62	52	160	480	10	10	10	480	10	10
Streptococchi fecali	/100 mL	30	20	4	4	1	1	1	1	1	22	43	80	660	10	10	10	660	10	10
B.O.D. 5	O ₂ mg/L	0,8	-	-	-	-	-	-	-	2,1	1,5	0,6	1,0	1,5	2,0	1,0	1,0	1,5	2,0	1,0
C.O.D.	O ₂ mg/L	7,7	9,0	12,0	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	10,0	10,0	9,1	10,2	10,5	8,0	9,0	9,0	10,5	8,0	9,0

Tabella 26 *Variatione del rapporto Chl a/Pheo, andamento della clorofilla e della temperatura media, densità media della clorofilla*

Stazioni	Feofitina ($\mu\text{g m}^{-3}$)		Chl a ($\mu\text{g L}^{-1}$)		A	S	O	N	D	Media	Max	Min	Dev. St.
	M 03	G	L	L									
Centro	4,13	2,42	0,85	1,58	2,66	1,13	2,20			1,90	4,13	0,85	1,10
Sieve	3,87	2,48	1,09	2,35	2,59	1,66	5,88			2,51	5,88	1,09	1,59
Lora	3,06	1,73	1,04	1,59	2,12	1,97	3,20			1,97	3,20	1,04	0,78
Stura	3,30	1,59	0,97	3,00	3,02	2,02	2,16			2,13	3,30	0,97	0,85
Sorcella	3,15	1,36	1,06	1,52	3,07	1,52	2,16			1,83	3,15	1,06	0,84
Media	3,50	1,92	1,00	2,01	2,69	1,66	3,12						
Temp. media C°	21,1	27,6	27,5	26,9	20,9	12,7	12,7						

Stazioni	Clorofilla a ($\mu\text{g L}^{-1}$)		A	S	O	N	corr Chl a T. °C	P	Media	Max	Min	Dev. St.
	M 03	G										
Centro	5,87	3,25	1,95	2,63	0,80	2,47	-0,40		2,78	6,56	-0,40	2,35
Sieve	7,34	4,01	2,90	3,69	0,40	2,74	-0,50		3,46	17,07	-0,50	5,53
Lora	6,94	3,00	1,10	2,00	2,14	5,27	-0,77	5%	3,44	11,06	-0,77	3,77
Stura	5,21	3,10	1,20	4,32	1,94	2,60	-0,10		2,85	5,21	-0,10	1,72
Sorcella	5,07	0,95	0,80	1,50	2,54	1,80	-0,63		2,06	6,01	-0,63	2,24
Temp. media °C	21,1	27,6	27,5	26,9	20,9	12,7			20,38			
Pioggie mm	12,0	9,8	8,2	25,0	69,4	152,8						
Media	6,09	2,86	1,59	2,83	1,56	2,98						

Stazioni	Chl α /Ph											
	M 03	G	L	A	S	O	N	D	Media	Max	Min	Dev. St.
Centro	1,42	1,34	2,29	1,67	0,30	2,43	2,98		1,48	2,98	0,30	0,88
Sieve	1,90	1,62	2,66	1,57	0,15	3,19	2,90		1,51	3,19	0,15	1,03
Lora	2,27	1,73	1,06	1,26	1,01	1,32	3,46		1,58	3,46	1,01	0,88
Stura	1,58	1,95	1,24	1,44	0,64	0,89	1,69		1,27	1,95	0,64	0,46
Sorcella	1,61	0,70	0,76	0,99	0,83	1,19	2,78		1,13	2,78	0,70	0,74
Media Chl α	1,73	1,39	1,44	1,36	0,48	1,61	2,69					
Temp. media °C	21,1	27,6	27,5	26,9	20,9	12,7	12,7					

Stazioni	Chl α +Pheo.											
	N 02	D	G 03	F	M	A	M	D	Media	Max	Min	Dev. St.
Centro	10,00	5,67	2,80	4,21	3,46	3,86	8,76		5,00	10,00	2,80	2,79
Sieve	11,21	6,49	3,99	6,05	2,99	6,93	22,95		7,01	22,95	2,99	6,82
Lora	10,00	4,73	2,14	3,59	4,25	4,57	14,26		5,18	14,26	2,14	4,31
Stura	8,51	4,69	2,17	7,32	4,95	3,82	5,82		4,92	8,51	2,17	2,12
Sorcella	8,22	2,31	1,86	3,02	5,61	3,32	8,17		3,99	8,22	1,86	2,70
Media	9,59	4,78	2,59	4,84	4,25	4,50	11,99	correlazione mn- media Chl α +Pheo	5,39			
Piogge mm	12,00	9,80	8,20	25,00	69,40	152,80		-0,19				

Tabella 27 *Composizione della comunità fitoplanctonica - Stazione: Centro
invaso in superficie*

Data	19/05/03	25/06/03	21/07/03	11/08/03	18/11/03
	Nr.Alghe/l	Nr.Alghe/l	Nr.Alghe/l	Nr.Alghe/l	Nr.Alghe/l
TIPO					
Anabaena sp. (Genus Anabaena*)	0	0	0	0	0
Aphanizomenon.sp. (Genus Aphanizomenon*)	0	0	0	0	0
Crococcus sp.	0	0	0	0	0
Gomphospheria aponina	0	0	0	0	0
Lyngbya contorta (Genus Lyngbya*)	0	0	0	0	0
Lyngbya sp. (Genus Lyngbya*)	0	0	0	0	0
Meridion circolare	0	0	0	0	0
Merismopedia tenuissima (Synechocystis group*)	0	0	0	0	0
Microcystis aeruginosa (Synecoccus cluster*)	0	0	0	0	0
Microcystis incerta (Microcystis cluster *)	0	0	0	0	0
Microcystis sp.	0	0	0	0	0
Oscillatoria geminata	0	400.840	0	0	0
Oscillatoria sp.	0	136.650	0	109.320	0
Pseudoanabaena catenata (Genus Pseudoanabaena*)	0	0	2.222.840	0	0
TOTALE CIANOFIGEE	0	537.490	2.222.840	109.320	0

Asterionella sp.	0	0	0	0	0
Chaetocerus sp.	0	0	0	0	0
Cyclotella comensis	0	0	0	0	0
Cyclotella compta	0	0			
Cyclotella meneghiniana	0	0			
Cymbella sp.	0	0			
Navicula spp. <50	18.220	0	18.220	18.220	9.110
Navicula spp. >50	0	0			27.330
Nitzschia acicularis	45.550	0			
Nitzschia sp. <100	63.770	0			
Nitzschia sp. >100	27.330	0		18.220	
Synedra sp.>100	18.220	0			
Synedra pulchella Kutz.	0	0			
Synedra sp.<100	27.330	0			
Synedra ulna	0				
Diatoma hiemale					
TOTALE DIATOMEAE	200.420	0	18.220	36.440	36.440

Chlorella sp.	17.946.700	163.980	63.770	91.100	
Clamydomonas sp.	0	0			
Closterium acutum	0	18.220			
Kirchneriella sp.	0	0			
Monoraphidium contortium<50	0	0			
Monoraphidium contortium>50	0	0			
Monoraphidium sp.>50	0	0			
Monoraphidium sp.<50	0	0			
Oocystis pusilla	0	0			
Scenedesmus armatus>10	0	0			
Scenedesmus armatus<10	0	0			
Scenedesmus bijugatus	0	36.440	18.220		
Selenastrum gracile	0	0			
Staurastrum	0	0			
Tetraedron				18.220	
TOTALE CLOROFICEE	17.946.700	218.640	81.990	109.320	0

segue...

...segue

Ceratium hirundinella	0				
Glenodinium pulviscolum	27.330	36.440			
Goniaulax sp.	0	100.210			
Peridinium sp.	18.220			54.660	
TOTALE PERIDINEE	45.550	136.650	0	54.660	0

Cryptomonas aerea	0	36.440		18.220	
Cryptomonas ovata Ehrbg.	9.110		27.330		
TOTALE CRIPTOFICEE	9.110	36.440	27.330	18.220	0

Dinobryon sertularia Ehr.	1.630.690		9.110	619.480	
Characiopsis sp.	0	9.110			
TOTALE CRISOFICEE	1.630.690	9.110	9.110	619.480	0

Euglena acus Ehrbg.	0	0	0	0	0
Euglena viridis Ehrbg.	0	0	0	0	0
Phacus suecicus Lemm.	0	0	0	0	0
TOTALE EUGLENOFICEE	0	0	0	0	0

Altri generi (Chloridella sp.)	0	0	0	0	0
Ultraplankton	355.290	227.750	674.140	856.340	81.990
TOTALI	20.187.760	1.166.080	3.033.630	1.803.780	118.430

* Classificazione taxa Cyanobacteria secondo Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, vol.3, 1992

Tabella 28 *Composizione della comunità fitoplanctonica - Stazione: immissione Torrente Lora*

Data	19/05/03	25/06/03	21/07/03	11/08/03	18/11/03
	Nr.Alghe/l	Nr.Alghe/l	Nr.Alghe/l	Nr.Alghe/l	Nr.Alghe/l
TIPO					
Anabaena sp. (Genus Anabaena*)	0		9110		
Aphanizomenon.sp. (Genus Aphanizomenon*)	0				
Crococcus sp.	0				27330
Gomphospheria aponina	0				
Lyngbya contorta (Genus Lyngbya*)	0				
Lyngbya sp. (Genus Lyngbya*)	0				
Meridion circolare	9110				
Merismopedia tenuissima (Synechocystis group*)	0				
Microcystis aeruginosa (Synecoccus cluster*)	0				
Microcystis incerta (Microcystis cluster *)	0				
Microcystis sp.	0				
Oscillatoria geminata	0				
Oscillatoria sp.	0	154870			
Pseudoanabaena catenata (Genus Pseudoanabaena*)	0		1402940		
TOTALE CIANOFIGEE	9110	154870	1412050	0	27330

segue...

...segue

Asterionella sp.	0				
Chaetocerus sp.	0				
Cyclotella comensis	0				27330
Cyclotella compta	0				
Cyclotella meneghiniana	0				
Cymbella sp.	18220			18220	
Navicula spp. <50	0		27330		
Navicula spp. >50	0				
Nitzschia acicularis	0			54660	
Nitzschia sp. <100	72880				54660
Nitzschia sp. >100	100210				
Synedra sp.>100	0				
Synedra pulchella Kutz.	0		9110		
Synedra sp.<100	9110				
Synedra ulna					
Diatoma hiemale					
TOTALE DIATOMEAE	200420	0	36440	72880	81990

Chlorella sp.	14302700	391730	9110	236860	91100
Clamydomonas sp.	0				
Closterium acutum	0				
Kirchneriella sp.	0				
Monoraphidium contortium<50	0				
Monoraphidium contortium>50	0				36440
Monoraphidium sp.>50	0				
Monoraphidium sp.<50	0				
Oocystis pusilla	0				
Scenedesmus armatus>10	0				
Scenedesmus armatus<10	0		18220		18220
Scenedesmus bijugatus	0		27330		
Selenastrum gracile	0			36440	36440
Staurastrum	0				
Tetraedron	0	9110			
TOTALE CLOROFICEE	14302700	400840	54660	273300	183200

Ceratium hirundinella	0				
Glenodinium pulviscolum	45550				
Goniaulax sp.	0	236860			
Peridinium sp.	27330		18220	18220	
TOTALE PERIDINEE	72880	236860	18220	18220	0

Cryptomonas aerea	0			18220	0
Cryptomonas ovata Ehrbg.	0				0
TOTALE	0	0	0	18220	0

Dinobryon sertularia Ehr.	1357390	400840		510160	
Characiopsis sp.	0				
TOTALE CRISOFICEE	1357390	400840	0	510160	0

Euglena acus Ehrbg.	0				
Euglena viridis Ehrbg.	0				
Phacus suecicus Lemm.	0				
TOTALE	0	0	0	0	0

Altri generi (Chloridella sp.)	9110	0	0	0	0
Ultraplancton	163980	473720	765240	2368600	0
TOTALI	16115590	1667130	2286610	3243160	292520

* Classificazione taxa Cyanobacteria secondo Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, vol.3, 1992

Tabella 29 *Composizione della comunità fitoplanctonica - Stazione: Immissione Torrente Stura*

Data	19/05/03	25/06/03	21/07/03	11/08/03	18/11/03
	Nr.Alghe/l	Nr.Alghe/l	Nr.Alghe/l	Nr.Alghe/l	Nr.Alghe/l
TIPO					
Anabaena sp. (Genus Anabaena*)	0				
Aphanizomenon. sp. (Genus Aphanizomenon*)	0				
Crococcus sp.	0	255080		72880	
Gomphospheria aponina	0				
Lyngbya contorta (Genus Lyngbya*)	0				
Lyngbya sp. (Genus Lyngbya*)	0		9110		
Meridion circolare	0				
Merismopedia tenuissima (Synechocystis group*)	0			145760	
Microcystis aeruginosa (Synecoccus cluster*)	0				
Microcystis incerta (Microcystis cluster *)	0				
Microcystis sp.	0				
Oscillatoria geminata	0	473720			
Oscillatoria sp.	0	136650			
Pseudoanabaena catenata (Genus Pseudoanabaena*)	0		2605460		
TOTALE CIANOFICEE	0	865450	2614570	218640	0

Asterionella sp.	0				
Chaetocerus sp.	0				
Cyclotella comensis	0				
Cyclotella compta	0				
Cyclotella meneghiniana	0				
Cymbella sp.	0				
Navicula spp. <50	9110				18220
Navicula spp. >50	0		9110		
Nitzschia acicularis	0				
Nitzschia sp. <100	227750				
Nitzschia sp. >100	36440				
Synedra sp.>100	0				
Synedra pulchella Kutz.	0				
Synedra sp.<100	0	9110		36440	0
Synedra ulna		9110			
Diatoma hiemale					
TOTALE DIATOMEAE	273300	18220	9110	36440	18220

Chlorella sp.	19039900	209530	63770	255080	
Clamydomonas sp.	0				
Closterium acutum	0				
Kirchneriella sp.	0	9110			
Monoraphidium contortium<50	0				
Monoraphidium contortium>50	0				
Monoraphidium sp.>50	0				
Monoraphidium sp.<50	0				
Oocystis pusilla	0				
Scenedesmus armatus>10	0				
Scenedesmus armatus<10	0				
Scenedesmus bijugatus	0	36440	36440	218640	
Selenastrum gracile	0				
Staurastrum	0				
Tetraedron	0			91100	
TOTALE CLOROFICEE	19039900	255080	100210	564820	0

segue...

...segue

Ceratium hirundinella	0				
Glenodinium pulviscolum	0	72880			
Goniaulax sp.	0	109320			
Peridinium sp.	81990	9110	27330	54660	
TOTALE PERIDINEE	0	191310	27330	54660	0

Cryptomonas aerea	9110	54660			
Cryptomonas ovata Ehrbg.	36440	27330	145760	54660	
TOTALE CRIPTOFICEE	45550	81990	145760	54660	0

Dinobryon sertularia Ehr.	1477300	373510		309740	
Characiopsis sp.	0				
TOTALE CRISOFICEE	1477300	373510	0	309740	0

Euglena acus Ehrbg.	0				
Euglena viridis Ehrbg.	0				
Phacus suecicus Lemm.	0				
TOTALE EUGLENOFICEE	0	0	0	0	0

Altri generi (Chloridella sp.)	0	0	0	0	0
Ultraplankton	546600	1339170	956550	1229850	18220
TOTALI	21337100	3042740	3707770	2414150	36440

* Classificazione taxa Cyanobacteria secondo Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, vol.3, 1992

Tabella 30 *Composizione della comunità fitoplanctonica – Stazione: immissione Torrente Tavaiano*

Data	19/05/03	25/06/03	21/07/03	11/08/03	18/11/03
	Nr.Alghe	Nr.Alghe	Nr.Alghe	Nr.Alghe	Nr.Alghe
TIPO					
Anabaena sp. (Genus Anabaena*)	0				
Aphanizomenon. sp. (Genus Aphanizomenon*)	0				
Crococcus sp.	0				
Gomphospheria aponina	0				
Lyngbya contorta (Genus Lyngbya*)	0				
Lyngbya sp. (Genus Lyngbya*)	0				
Meridion circulare	0				
Merismopedia tenuissima (Synechocystis group*)	0				
Microcystis aeruginosa (Synechococcus cluster*)	0				
Microcystis incerta (Microcystis cluster *)	0				
Microcystis sp.	0				
Oscillatoria geminata	0	511050			
Oscillatoria sp.	0			36440	
Pseudoanabaena catenata (Genus Pseudoanabaena*)	0		3297820		
TOTALE CIANOFICEE	0	511050	3297820	36440	0

segue...

...segue

Asterionella sp.	0				
Chaetocerus sp.	0				
Cyclotella comensis	0				
Cyclotella compta	0				
Cyclotella meneghiniana	0				
Cymbella sp.	0				
Navicula spp. <50	9110	9110		18220	9110
Navicula spp. >50	0	9110			
Nitzschia acicularis	0			18220	
Nitzschia sp. <100	63770				
Nitzschia sp. >100	54660				
Synedra sp.>100	0				
Synedra pulchella Kutz.	0				
Synedra sp.<100	0				
Synedra ulna					
Diatoma hiemale					
TOTALE DIATOMEAE	127540	18220	0	36440	9110

Chlorella sp.	12207400	304790	63770	236860	
Clamydomonas sp.	0				
Closterium acutum	0				
Kirchneriella sp.	0				
Monoraphidium contortium<50	0				
Monoraphidium contortium>50	0				
Monoraphidium sp.>50	0				
Monoraphidium sp.<50	0		9110		
Oocystis pusilla	0				
Scenedesmus armatus>10	0				
Scenedesmus armatus<10	0				
Scenedesmus bijugatus	0			255080	
Selenastrum gracile	0				
Staurastrum	0				
Tetraedron	0				
TOTALE CLOROFICEE	12207400	304790	72880	491940	0

Ceratium hirundinella	0				
Glenodinium pulviscolum	9110	81990			9110
Goniaulax sp.	0	3055290			
Peridinium sp.	0				
TOTALE PERIDINEE	9110	3137280	0	0	9110

Cryptomonas aerea	0			9110	
Cryptomonas ovata Ehrbg.	63770	45550	36440		
TOTALE CRIFTOFICEE	63770	45550	36440	9110	0

Dinobryon sertularia Ehr.	938330	118430	18220	255080	
Characiopsis sp.	0				
TOTALE CRISOFICEE	938330	118430	18220	255080	0

Euglena acus Ehrbg.	0				
Euglena viridis Ehrbg.	0			18220	
Phacus suecicus Lemm.	0				
TOTALE EUGLENOFICEE	0	0	0	18220	0

Altri generi (Chloridella sp.)	0				
Ultraplankton	173090	619480	1621580	1056760	45550
TOTALI	13455470	4709250	5010500	1894880	63770

* Classificazione taxa Cyanobacteria secondo Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, vol.3, 1992

Tabella 31 *Composizione della popolazione fitoplanctonica - Stazione:
Immissione Fiume Sieve*

Data	19/05/03	25/06/03	21/07/03	11/08/03	18/11/03
	Nr.Alghe/l	Nr.Alghe/l	Nr.Alghe/l	Nr.Alghe/l	Nr.Alghe/l
TIPO					
Anabaena sp. (Genus Anabaena*)	0				
Aphanizomenon. sp. (Genus Aphanizomenon*)	0				
Crococcus sp.	0	109320			
Gomphospheria aponina	0				
Lyngbya contorta (Genus Lyngbya*)	0				
Lyngbya sp. (Genus Lyngbya*)	0				
Meridion circolare	0				
Merismopedia tenuissima (Synechocystis group*)	0				
Microcystis aeruginosa (Synechococcus cluster*)	0				
Microcystis incerta (Microcystis cluster *)	0				
Microcystis sp.	0			182200	
Oscillatoria geminata	0				
Oscillatoria sp.	0	45550			
Pseudoanabaena catenata (Genus Pseudoanabaena*)	0		2323050		
TOTALE CIANOFIGEE	0	154870	2323050	182200	0

Asterionella sp.	0	9110			
Chaetocerus sp.	0				109320
Cyclotella comensis	0				9110
Cyclotella compta	0				
Cyclotella meneghiniana	9110				
Cymbella sp.	9110			18220	
Navicula spp. <50	36440		18220		
Navicula spp. >50	9110		18220		
Nitzschia acicularis	9110				
Nitzschia sp. <100	45550				
Nitzschia sp. >100	100210			18220	
Synedra sp.>100	9110				
Synedra pulchella Kutz.	0				
Synedra sp.<100	72880			36440	63770
Synedra ulna					
Diatoma hiemale	109320				
TOTALE DIATOMEAE	409950	9110	36440	72880	182200

Chlorella sp.	13118400	364400	91100	473720	
Clamydomonas sp.	0				
Closterium acutum	0				
Kirchneriella sp.	0				
Monoraphidium contortium<50	0				
Monoraphidium contortium>50	0				
Monoraphidium sp.>50	0				
Monoraphidium sp.<50	0				
Oocystis pusilla	0				
Scenedesmus armatus>10	0				
Scenedesmus armatus<10	0				
Scenedesmus bijugatus	0		72880	72880	
Selenastrum gracile	0				
Staurastrum	0				
Tetraedron	0				
TOTALE CLOROFICEE	13118400	364400	163980	546600	0

segue...

...segue

Ceratium hirundinella	9110				
Glenodinium pulviscolum	9110				
Goniaulax sp.	0	109320			
Peridinium sp.	18220		18220		
TOTALE PERIDINEE	36440	109320	18220	0	0

Cryptomonas aerea	118430				
Cryptomonas ovata Ehrbg.	0			72880	
TOTALE CRIPTOFICEE	118430	0	0	72880	0

Dinobryon sertularia Ehr.	1421160	783460	63770	1366500	
Characiopsis sp.	0				
TOTALE CRISOFICEE	1421160	783460	63770	1366500	0

Euglena acus Ehrbg.	0				
Euglena viridis Ehrbg.	0				
Phacus suecicus Lemm.	0				
TOTALE EUGLENOFICEE	0	0	0	0	0

Altri generi (Chloridella sp.)	173090		36440		
Ultraplanton	173090	209530	974770	1348280	
TOTALI	15332130	1630690	3616670	3516460	182200

* Classificazione taxa Cyanobacteria secondo Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, vol.3, 1992

Tabella 32 Composizione della popolazione fitoplanctonica osservata nei tre prelievi effettuati nel lago Bilancino in località Moriano, Fangaccio e Bellavista. La presenza di ciascuna specie nei campioni d'acqua è contrassegnata dal segno +

FITOPLANCTON	5.9.2003	15.9.2003	26.9.2003		
	Moriano	Moriano	Moriano	Fangaccio	Bellavista
Cianobatteri					
<i>Aphanizomenon</i> sp.	+	+		+	
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>		+			
<i>Geitlerinema amphibium</i>	+				
<i>Leptolyngbya</i> sp.	+	+			
<i>Lyngbya</i> sp.	+	+			
<i>Microcystis aeruginosa</i>			+		
<i>Microcystis ichthyoblabe</i>	+				
<i>Merismopedia punctata</i>	+				
<i>Oscillatoria</i> sp.	+	+			
<i>Planktothrix agardhii</i>	+	+			
<i>Spirulina major</i>	+	+			
<i>Tychonema bornetii</i>	+		+		+
Chlorophyta					
<i>Clamydomonas reinhardi</i>		+			
<i>Coelastrum microporum</i>		+			
<i>Crucigenia tetrapedia</i>			+	+	
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>			+	+	+
<i>Euglena gracilis</i>	+	+		+	+
<i>Mougeotia</i> sp.	+	+			+
<i>Oedogonium</i> sp.		+	+		
<i>Pediastrum boryanum</i>	+				
<i>Phacus oscillans</i>		+			+
<i>Planctonema lauterbornii</i>	+	+	+	+	+
<i>Scenedesmus bijugatus</i>	+			+	+
<i>Scenedesmus quadricauda</i>				+	
<i>Spirogyra fluviatilis</i>		+			
<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	+	+	+	+	+
<i>Spondylosium</i> sp.		+		+	
<i>Trachelomonas oblonga</i>		+			

segue...

...segue

Crisophyceae					
<i>Dinobryon cylindricus</i>		+		+	+
<i>Dinobryon sp.</i>	+	+	+	+	+
Dinophyceae					
<i>Ceratium hirundinella</i>	+		+	+	
<i>Ceratium sp.</i>	+	+	+	+	+
Bacillariophyceae					
<i>Ceratoneis arcus</i>				+	
<i>Diatoma vulgare</i>					+
<i>Gyrosigma attenuatum</i>		+			
<i>Navicula cryptocephala</i>	+		+	+	
<i>Navicula sp.</i>	+	+		+	+
<i>Nitzschia acicularis</i>					+
<i>Synedra ulna</i>		+	+		



ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

Via Nicola Porpora, 22 - 50144 Firenze - tel. 055.32061