



Progetto di Ricerca: “Caratterizzazione delle aree umide del Parco Regionale dell’Appia Antica: Caffarella e Tor Marancia”.

Relazione

Studio ecologico, anno 2007-2008



A cura di Camilla Puccinelli e Simone Ciadamidaro
Responsabile Scientifico: Laura Mancini

Hanno collaborato: Valentina Della Bella, Stefania Marcheggiani, Elio Pierdominici, Anna Maria D'Angelo, Roberta Tenchini, Fabrizio Piccari.

INDICE

Introduzione	4
Area di Studio	6
Marrana Destra.....	6
Marrana Sinistra.....	7
Fosso di Tor Carbone.....	8
Fosso del Grottone	8
Laghetto della Caffarella.....	9
Materiale e Metodi.....	10
Analisi chimiche e chimico-fisiche.....	10
Analisi microbiologiche.....	11
Applicazione dell'Indice LIM.....	11
Elementi Biologici	12
Diatomee.....	13
Macroinvertebrati.....	15
Risultati	19
Analisi chimiche, chimico-fisiche e microbiologiche.....	19
Comunità Diatomiche	21
Comunità Macrobentoniche.....	25
Discussioni.....	34
Conclusioni	38
Bibliografia	40
Allegato 1.....	44
Allegato 2.....	45

Introduzione

Le campagne di studio portate avanti nell'ambito del rapporto di collaborazione tra il Parco Regionale dell'Appia Antica e l'Istituto Superiore di Sanità hanno portato, durante i diversi anni, ad una sempre più dettagliata conoscenza della biologia dei corpi idrici del grande Parco romano. I vari ambienti acquatici sono stati studiati a livello chimico, fisico, microbiologico e, soprattutto, zoologico. I risultati delle ricerche effettuate, da una parte hanno permesso di ben caratterizzare questi ecosistemi (con la produzione di liste faunistiche, descrizioni dei diversi biotopi, analisi delle variazioni stagionali), dall'altra hanno consentito di valutare lo "stato di salute" (stato ecologico) di alcuni di questi ambienti, che, data la collocazione urbana e suburbana del territorio in esame, sono soggetti a forti pressioni provenienti sia dal di dentro sia dal di fuori dei confini del Parco stesso (Mancini *et al.*, 2007). Dagli stessi risultati è emersa l'importanza strategica delle acque del Parco dell'Appia, che si sono rivelati tra gli ultimi ecosistemi dell'intera area urbana romana ancora in grado di supportare comunità di organismi strutturate e non irrecuperabilmente semplificate.

Il forte interesse per i propri corpi idrici, dal punto di vista ecologico come dal punto di vista della gestione economica (Mancini *et al.*, 2006), ha consentito al Parco Regionale dell'Appia Antica di porsi all'avanguardia in Italia nello studio e nella progettazione della gestione delle risorse idriche, in linea con le indicazioni della Direttiva Quadro Europea sulle Acque 2000/60/CE, peraltro ancora in fase di recepimento nel nostro Paese. Gli studi svolti hanno consentito, altresì, di costruire una solida base di conoscenze dalle quali partire per stabilire quali dovessero essere gli sviluppi delle ricerche.

Le attività si sono concentrate su alcuni siti ritenuti più significativi per lo studio dei macroinvertebrati. Lo studio dei macroinvertebrati nei fossi è stato svolto, per la prima volta dall'inizio di queste campagne di ricerca, con un metodo che consente una quantificazione "area specifica" della densità degli organismi appartenenti ai diversi taxa. Questa rappresenta non solo una delle richieste principali della Direttiva Europea nella valutazione delle condizioni ecologiche dei corsi d'acqua tramite gli indicatori biologici, ma anche un valido metodo per standardizzare le abbondanze dei macroinvertebrati rinvenuti, permettendo così di applicare sui dati raccolti delle analisi sufficientemente solide e informative. Questo metodo conferisce un valore aggiunto al campione di invertebrati raccolto, utile sia ai fini del biomonitoraggio sia per migliorare lo studio della biodiversità dei corsi d'acqua studiati.

Sempre per la prima volta, in questa occasione è stato affrontato lo studio delle comunità diatomiche degli ambienti acquatici del Parco. Le Diatomee, alghe brune molto comuni sia nelle acque dolci sia nelle acque marine, sono utilizzate a livello mondiale come indicatori della qualità

delle acque. In particolare, le specie bentoniche sono considerate quelle più idonee allo studio delle acque correnti, mentre per quanto riguarda le acque lentiche hanno grande importanza anche le diatomee planctoniche, che vivono libere nella colonna d'acqua. La diretta dipendenza dai nutrienti disciolti in acqua, che caratterizza questi produttori primari, li rende particolarmente adatti allo svolgimento di un'analisi qualitativa della chimica e della fisica delle acque.

A supporto dei due elementi biologici principali, sono state svolte analisi chimiche, chimico-fisiche e microbiologiche delle acque dei siti di campionamento, alla ricerca delle cause principali delle eventuali alterazioni.

A corollario di questo studio viene fornita al Parco Regionale dell'Appia Antica una collezione di organismi raccolti nelle acque dei fossi del Parco stesso durante diversi anni di ricerca. Gli organismi sono conservati in alcol etilico e raggruppati per anno e sito di campionamento (Mappa in Allegato 1, Elenco in Allegato 2), con indicazione del gruppo di appartenenza. Questa "bentoteca" può costituire un utile strumento non solo per futuri studi di confronto che il Parco vorrà realizzare sulla biodiversità acquatica nel suo territorio, ma anche e soprattutto per lo svolgimento di attività d'educazione ambientale che, d'altronde il Parco ha già avviato. Basta infatti uno stereoscopio, qualche piastra di vetro, pinzette e un po' d'alcol per permettere ai ragazzi delle scuole di conoscere un mondo che loro in gran parte ignorano, ma col quale vengono inconsapevolmente in contatto ogni qual volta vanno a fare una passeggiata, portano a spasso il cane o fanno attività sportiva nel Parco Naturale Regionale dell'Appia Antica, senza tra l'altro depauperare la fragile comunità presente.

Area di Studio

I corpi idrici principali studiati nei diversi anni nell'ambito della Collaborazione Parco Regionale dell'Appia – ISS sono stati il fiume Almone, la Marrana destra, la Marrana sinistra e il laghetto della Caffarella nell'area della Caffarella; il fosso di Tor Carbone nella tenuta di Tormarancia. Ripetute analisi hanno evidenziato lo stato di forte e costante degrado in cui versano le acque del fiume Almone. Tale situazione rende inutili, perché ridondanti, ulteriori analisi sul corso d'acqua principale del Parco, fintanto che non verranno messe in atto le opere di ripristino ecologico in fase di progettazione; pertanto durante lo studio del 2008 non sono state effettuate raccolte di campioni dal fiume Almone. Per gli altri corpi idrici, la scelta delle stazioni di campionamento è stata fatta nello spirito di concentrare le forze sui biotopi risultati che durante gli studi precedenti sono risultati di maggiore rilevanza, e ai quali il Parco deve prestare maggiore attenzione per tutelarne l'integrità (Figure 1,2 e 3; Tabella 1).

Marrana Destra

Come stabilito nel Piano di Lavoro, il corso d'acqua della Marrana destra è stato nuovamente incluso nello studio, ma con delle variazioni alla localizzazione delle stazioni, legate alle esperienze acquisite negli anni precedenti (Figura 1). La stazione situata subito a monte del laghetto (Marrana destra prima del Lago, MDP), in corrispondenza di un ponte pedonale, non è stata inserita nello studio, perché l'eccessivo utilizzo dei frequentatori del Parco del sito ha in gran parte compromesso il tratto di corso d'acqua, quantomeno per quanto riguarda l'habitat dei macroinvertebrati bentonici.

La localizzazione di una nuova stazione di campionamento a valle del boschetto di pioppi prima del laghetto, che era stata prevista per disporre di un sito non soggetto a disturbo diretto, si è dimostrata impossibile a causa dell'eccessiva presenza di rovi che ricoprono totalmente il tratto terminale della Marrana destra.

E' invece stata mantenuta la stazione di campionamento posta nel tratto intermedio della Marrana (Marrana Destra Media, MDM), all'altezza del casale della Vaccareccia, subito a monte di un ponte. Interesse particolare riveste in questo punto la presenza di massi e grossi sassi in alveo, situazione alquanto rara nei piccoli corsi d'acqua del Parco, caratterizzati da un fondo sabbioso o limoso, con influenza diretta sulle comunità animali e vegetali. Sono anche presenti macrofite emergenti, con una profondità media della colonna d'acqua intorno ai 15 cm.

La stazione di campionamento posta poco a valle della sorgente della Marrana stessa (Marrana destra Sorgente, MDS) è stata nuovamente inserita nello studio, anche in relazione al

particolare interesse suscitato dalla comunità di invertebrati bentonici, meglio conservata rispetto a quelle presenti in tutte le altre stazioni. La stazione è posta subito a valle di un albero di fico isolato. L'alveo è caratterizzato da sedimenti sabbiosi e ghiaia, con una profondità media di 4 cm.

Oltre alle stazioni finora descritte, per le quali sono state svolte analisi della comunità macrobentonica, della comunità diatomica e delle variabili chimico-fisiche e microbiologiche, è stata localizzata una stazione di campionamento per le analisi chimiche, chimico-fisiche e microbiologiche per una piccola sorgente posta a monte della Marrana destra (SOR). Qui l'acqua sgorga da una fonte posta a circa 20 metri dal fiume Almona, nelle cui acque confluiscono, allo stato attuale, quelle della sorgente.

Marrana Sinistra

La marrana sinistra, che ha le sue sorgenti nei pressi del Ninfeo di Egeria, è stata nuovamente inserita nello studio, con la localizzazione di una stazione a valle del tratto canalizzato (Marrana sinistra, MSX; Figura 1). Qui il fondo è sabbioso e in parte limoso, con presenza in alveo di macrofite e radici di piante terrestri.

Non è stata invece possibile l'individuazione di una nuova stazione posta poco a monte della confluenza della Marrana sinistra nel fiume Almona, a causa dell'impraticabilità dell'area.



Figura 1: L'area della Caffarella e la localizzazione delle stazioni di campionamento lungo la Marrana destra e la Marrana sinistra (codice delle stazioni nel testo)

Fosso di Tor Carbone

Anche lo studio dei fossi locali nella tenuta di Tormarancia, riconducibili al sistema del fosso di Tor Carbone, ha previsto alcuni cambiamenti nella localizzazione delle stazioni di campionamento (Figura 2). A seguito dell'eliminazione della stazione sul ramo destro posta prima del ponte romano (TC0), è stata individuata una nuova stazione poco a valle, in corrispondenza del nocciolo subito a ridosso del filare di pioppi (TC1). Qui l'alveo presenta un fondo ghiaioso-sabbioso, con una profondità di appena 4 cm in media.

Una seconda stazione è stata individuata all'altezza del boschetto di bambù, a valle della confluenza tra i due rami principali, pochi metri a monte del punto in cui il fosso viene tombato (TC2). Qui l'alveo è in gran parte invaso dalle radici degli alberi riparali, costituenti un microhabitat organico particolare per gli invertebrati acquatici.

Campioni d'acqua sono stati raccolti anche sul ramo sinistro, che presenta un alveo limoso e acque particolarmente lentiche (TC3).

Fosso del Grottone

In questo anno di studio è stata per la prima volta individuata una stazione di raccolta campioni sul Fosso del Grottone, nel settore sud-orientale (privato) della tenuta di Tormarancia (Figura 2). Il sito è posto davanti alla grotta che dà il nome al fosso, poche decine di metri a valle della sorgente (GRO). L'alveo è caratterizzato da sedimento ghiaioso e sabbioso, con profondità media di 5 cm.

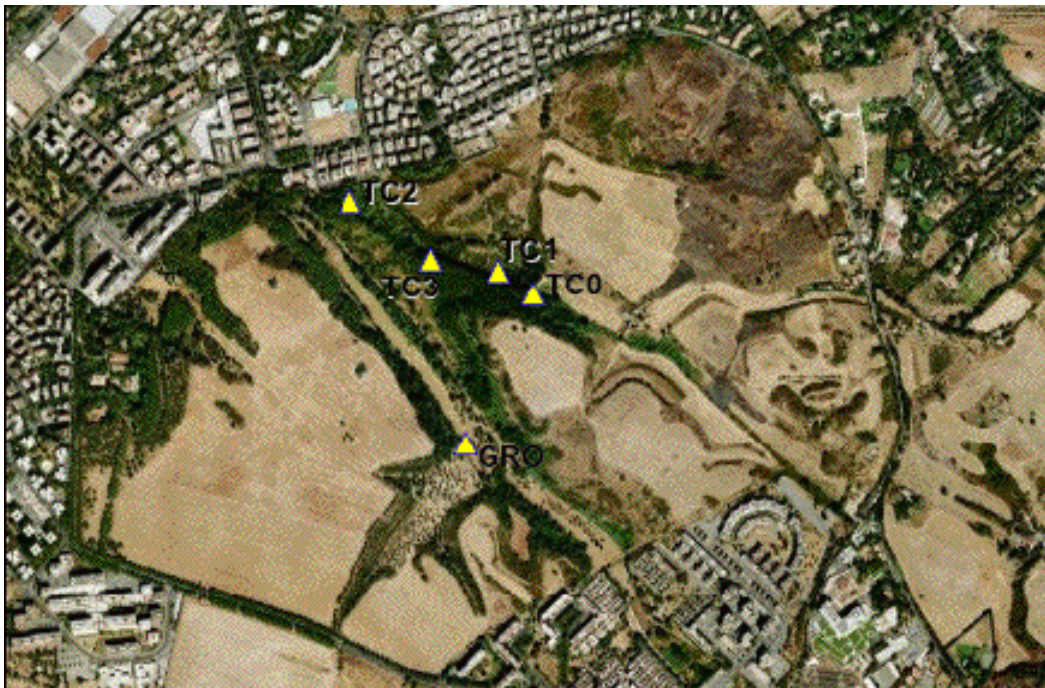


Figura 2: L'area della tenuta di Tormarancia e la localizzazione delle stazioni di campionamento lungo il fosso di Tor Carbone e il fosso del Grottone (codici stazioni nel testo)

Laghetto della Caffarella

Lo studio delle tre stazioni di campionamento già esaminate negli anni precedenti, poste in corrispondenza dell'entrata della Marrana destra (Sito A), nella zona lenticale del laghetto (Sito C) e prima dell'uscita della marrana dal lago (Sito B) è stato ripetuto per mantenere la continuità di dati su un ecosistema in rapida evoluzione quale si è dimostrato essere il laghetto (Figura 3).

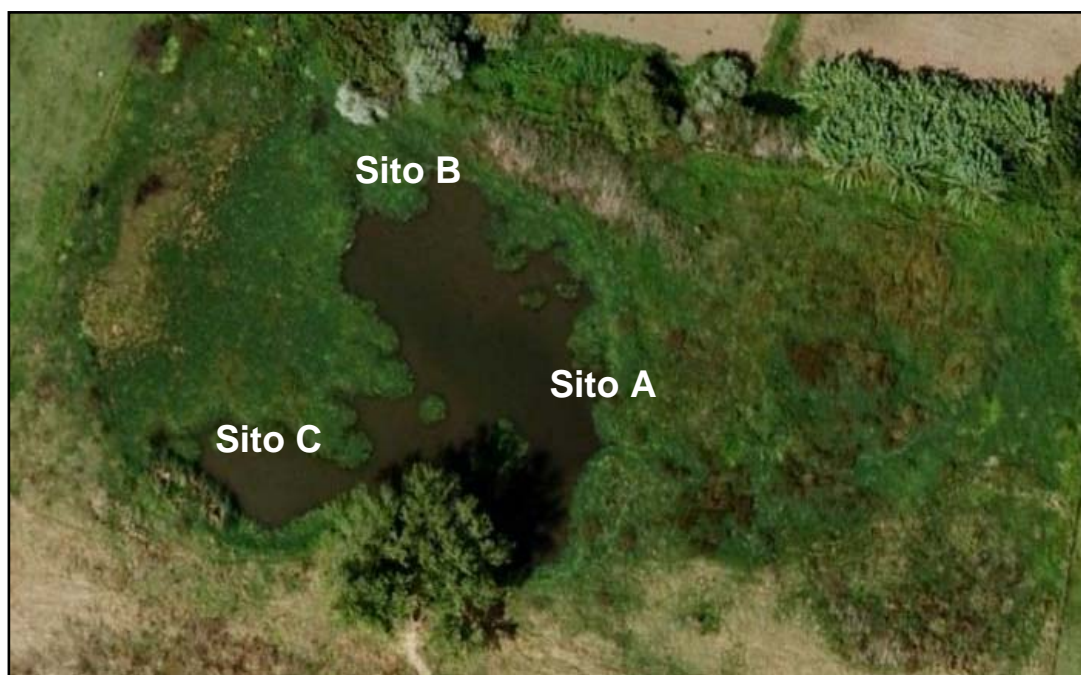


Figura 3: Laghetto della Caffarella e stazioni di campionamento (codici stazioni nel testo)

Tabella 1: Elenco delle stazioni di campionamento e Codici corrispondenti

Corpo Idrico	Sito di campionamento	Codice
<i>Marrana destra</i>		
	Marrana destra Sorgente	MDS
	Marrana destra Media	MDM
<i>Sorgente</i>		
	Sorgente	SOR
<i>Marrana sinistra</i>		
	Marrana sinistra	MSX
<i>Fosso di Tor Carbone</i>		
	Tor Carbone pioppeto	TC1
	Tor Carbone bambù	TC2
	Tor carbone affluente	TC3
<i>Fosso del Grottone</i>		
	Fosso del Grottone	GRO
<i>Laghetto della Caffarella</i>		
	Entrata della Marrana	Sito A
	Zona lenticale	Sito C
	Uscita della Marrana	Sito B

Materiale e Metodi

Analisi chimiche e chimico-fisiche

Sono state effettuate sul campo misurazioni di pH, conducibilità, temperatura ed ossigeno disciolto utilizzando sonde portatili della ditta WTW. I campioni d'acqua prelevati, conservati in frigorifero a +4°, sono stati trasportati in laboratorio e analizzati il giorno stesso per determinare le seguenti concentrazioni:

- **Fosfati:** gli ioni ortofosfato formano, con gli ioni molibdato in soluzione solforica, acido fosfomolibdico. Quest'ultimo viene ridotto con acido ascorbico a blu di fosfomolibdeno, la cui concentrazione viene determinata fotometricamente alla lunghezza d'onda di 710 nm.
- **Nitrati:** I nitrati, in presenza di cloruro in soluzione di acido solforico fortemente acida, formano con resorcina un colorante indofenolico violetto rosso, il quale viene determinato fotometricamente alla lunghezza d'onda di 505 nm.
- **COD:** La COD (domanda chimica di ossigeno) corrisponde alla quantità d'ossigeno proveniente da bicromato potassico, la quale reagisce sulle condizioni del procedimento specificato con le sostanze ossidabili contenute in un litro d'acqua. Il campione d'acqua viene ossidato con una soluzione solforica calda di bicromato di potassio e solfato d'argento come catalizzatore. I cloruri vengono mascherati da solfato di mercurio. In seguito viene determinata fotometricamente a 348 nm la concentrazione degli ioni cromato gialli non consumati.
- **La BOD₅** (domanda biologica di ossigeno) misura la frazione di ossigeno disciolto (in mg/l) utilizzata da una popolazione microbica eterogenea per metabolizzare, in condizioni specifiche di temperatura, il materiale organico biodegradabile presente in una quantità d'acqua. Poiché la completa biodegradazione della sostanza organica richiederebbe un periodo troppo lungo (circa 20 giorni), nella pratica tale periodo viene ridotto a 5 giorni. In questo studio l'analisi è stata svolta sempre a partire dal giorno di campionamento dell'acqua, utilizzando il sistema Oxitop della WTW, basato sulla misura di variazione di pressione effettuata attraverso l'uso di un sensore elettronico di pressione.

Analisi microbiologiche

Per la definizione della qualità delle acque dal punto di vista microbiologico è stata ricercata la presenza di *Escherichia coli*, microrganismo indicatore di contaminazione fecale, unico indicatore microbiologico previsto nell'attuale normativa nazionale (D.Lg 152/99).

I campioni d'acqua sono stati prelevati in contenitori sterili (Falcon 250 mL), conservati in un frigorifero portatile alla temperatura di $\pm 4^{\circ}\text{C}$ e trasportati in laboratorio. L'analisi è stata effettuata nelle 24 ore successive alla raccolta. L'isolamento di *Escherichia coli* è stato eseguito utilizzando il metodo delle membrane filtranti (MF) (APHA, 1998).

Il terreno di coltura utilizzato, il TBX (Tryptone, Bile salts, agar, X-Glu), viene preparato seguendo le istruzioni della ditta produttrice, sterilizzato in autoclave 121°C per 15 min e distribuito in piastre Petri (Falcon sterili da 6 mL). Di ogni campione d'acqua si eseguono 3 diluizioni seriali 1:10 utilizzando come diluente acqua fisiologica sterile tamponata (K_2HPO_4 3 g/l, KH_2PO_4 1 g/l, NaCl 8,5 g/l; pH $7,2 \pm 0,2$). 10 mL di ogni diluizione sono filtrati con una pompa ad acqua su filtri $0,45 \mu\text{m}$ di nitrocellulosa. Ogni filtro è stato posto su una piastra che contiene il terreno selettivo ed incubato in un termostato alla temperatura di $44 \pm 1^{\circ}\text{C}$ per 24 ore. Dopo l'incubazione le colonie caratterizzate da una colorazione blu-verde, sono contate ed i risultati espressi in "Unità Formanti Colonie" in 100 mL (UFC/100mL). La colorazione delle colonie è dovuta alla capacità enzimatica di *E. coli*, avviene una reazione di idrolitica ad opera dell'enzima β -glucuronidasi e il cromogeno 5-Br-4-Cl-3-indolil- β -Dglucuronide (X-Gluc) presente nel terreno.

Ogni operazione deve essere condotta in condizioni di sterilità: per tutte le operazioni all'aria si è utilizzato il becco Bunsen; tutte le altre vengono condotte sotto cappa microbiologica (Cappa a flusso laminare, Biohazard AURA B3) sia per evitare fenomeni di contaminazione che per la sicurezza dell'operatore, Legge 626 (Italia, 1994).

Applicazione dell'Indice LIM

L'indice L.I.M. Livello di Inquinamento dei Macrodescrittori fornisce un giudizio, in termini di qualità, sullo stato delle acque. Prende infatti in esame le concentrazioni nelle acque dei principali parametri, denominati macrodescrittori, per la caratterizzazione dello stato di inquinamento: nutrienti, sostanze organiche biodegradabili, ossigeno disciolto, inquinamento microbiologico. Questo indice è citato dalla precedente normativa in materia di acque vigente in Italia (D.Lgs. 152/99).

Questa classificazione è in fase di revisione dopo l’emanazione della Direttiva 2000/60/CE che considera prioritari i parametri biologici; e solo come dati di supporto ci si avvale delle informazioni delle componenti chimiche ed idromorfologiche.

Il calcolo dell’indice LIM, Livello di Inquinamento da Macrodescrittori, viene effettuato in base alla Tabella 2:

Tabella 2 – Tabella per il calcolo dell’indice LIM

PARAMETRO	livello 1	livello 2	livello 3	livello 4	livello 5
%satur. O.D.	< = 10	< = 20	< = 30	< = 50	> 50
BOD5 mg/mL	< 2,5	< = 4	< = 8	< = 15	> 15
COD mg/mL	< 5	< = 10	< = 15	< = 25	> 25
NH₄⁺ mg/mL	< 0,03	< = 0,10	< = 0,50	< = 1,5	> 1,5
NO₃⁻ mg/mL	< 0,3	< = 1,5	< = 5	< = 10	> 10
P mg/mL	< 0,07	< = 0,15	< = 0,3	< = 0,6	> 0,6
E.coli UFC/100 ml	<100	< = 1000	< = 5000	<=20000	> 20000
Punteggio	80	40	20	10	5
LIM	480-560	240-475	120-235	60-115	< 60

Elementi Biologici

Lo studio in parallelo delle comunità diatomica e macrobentonica permette di individuare al meglio i principali impatti che un corpo idrico subisce: una differenza di giudizio espressa dall’analisi dei due indicatori può dipendere dalle diverse risposte che essi possono dare.

Infatti rispetto ai macroinvertebrati le diatomee si trovano alla base della catena trofica e vivendo completamente sommerse e fissate al substrato, sono molto più sensibili a parametri chimico-fisici, soprattutto alla conducibilità e alla concentrazione di sali nutritivi (in particolare fosfati e nitrati), e rispondono velocemente alle variazioni di parametri delle acque; i loro cicli biologici delle sono molto più brevi di quelli dei macroinvertebrati, rivelandosi più adatte all’individuazione di impatti di breve durata; inoltre non risentono di fenomeni di drift, perché quelle campionate sono le specie che vivono adese a substrati solidi.

Diatomee

Le Diatomee (Divisione Bacillariophyta, Classe Bacillariophyceae) sono alghe brune, unicellulari, eucariotiche, generalmente delle dimensioni di pochi micrometri, che possono vivere isolate o formare colonie; rappresentano una delle principali componenti del fitobenthos che colonizza i corpi idrici e che rappresenta uno degli elementi biologici di qualità richiesti dalla Direttiva per valutare lo stato ecologico dei fiumi.

Le diatomee presentano caratteristiche biologiche ed ecologiche che le rendono buoni indicatori biologici di qualità delle acque: sono facilmente campionabili, ubiquitarie, colonizzano tutti gli ambienti acquatici, ed infine sono presenti con un elevato numero di specie con esigenze ecologiche differenti.

Risultano inoltre molto sensibili alle variazioni dei parametri chimici e fisici delle acque, fornendo utili informazioni sullo stato del primo livello dell'ecosistema, fornendo un valido strumento per il monitoraggio della qualità generale delle acque e per la valutazione dello stato trofico e fenomeni più specifici come l'acidificazione (Prygiel & Coste, 1995).

L'analisi parallela della comunità diatomica e della comunità macrobentonica può fornire indicazioni precise sulla tipologia di impatto che influisce maggiormente sul corpo idrico preso in esame; infatti le diatomee, essendo alla base della catena trofica sono molto sensibili ai parametri chimici e chimico-fisici dell'acqua in particolare alle concentrazioni di nutrienti (nitrati e fosfati), all'ossigeno disciolto e alla conducibilità, a differenza dei macroinvertebrati più sensibili anche alle caratteristiche idromorfologiche del corpo idrico.

Protocollo di campionamento e analisi delle diatomee bentoniche dei corsi d'acqua

Il documento sviluppato da esperti italiani nell'ambito delle attività di implementazione della direttiva 2000/60/CE (APAT, 2008) stabilisce un metodo per il campionamento bentoniche dei corsi d'acqua superficiali è stato predisposto seguendo principalmente la struttura e le indicazioni presenti nelle norme internazionali (CEN EN 13946, 2003; CEN EN 14407, 2004) esistenti e integrando con le buone pratiche fornite da chi ha già maturato esperienza in questo campo sul nostro territorio.

Il campionamento delle diatomee bentoniche viene effettuato procedendo lungo il corso d'acqua da valle a monte, per un tratto di lunghezza pari ad almeno 10 m, raccogliendo gli organismi dai diversi substrati presenti, dando possibilmente la preferenza a substrati litici, ad esempio ciottoli. In mancanza di tale tipologia di substrato il campione può essere raccolto su: superfici artificiali in

situ, vegetazione acquatica, substrati artificiali. Al termine della raccolta la superficie totale campionata deve essere di almeno 100 cm².

Le stazioni di campionamento sui copri idrici del Parco presi in esame, sono state scelte in base al grado di ombreggiamento: infatti le diatomee in quanto organismi foto-sintetizzanti hanno bisogno della luce per poter vivere; il campionamento su ciottoli è stato possibile solo in due siti: Marrana Destra Media e Fosso del Grottone; per tutti gli altri siti sono state raccolte le diatomee che colonizzano macrofite pulendo la superficie delle piante da substrati vegetali. Il campione raccolto è stato fissato con alcune gocce di formaldeide al 4% per evitarne il deterioramento.

Sono state campionate le diatomee bentoniche sia nei piccoli corsi d'acqua sia nei i siti del laghetto della Caffarella, in modo tale da poter confrontare le diverse comunità.

Le attività di laboratorio prevedono l'allestimento di vetrini permanenti per poter procedere all'identificazione delle specie.

I campioni sono stati ossidati usando perossido d'idrogeno (H₂O₂) per eliminare la sostanza organica e acido cloridrico (HCl) per dissolvere i carbonati. I frustuli così puliti sono stati montati su vetrini con una resina ad elevato indice di rifrazione (Naphrax ©) e in ogni campione sono state contate e identificate almeno 400 valve utilizzando un microscopio ottico (Nikon Optiphot-2) a 1000 ingrandimenti ad immersione. Per l'identificazione fino a livello di specie, e quando possibile di varietà, è stato utilizzato un sistema di acquisizione immagini, costituito da una camera per microfotografia (Leica DC 300) collegato al microscopio ottico, che permette, attraverso l'utilizzo di un software (IM1000), di effettuare misurazioni sulle immagini ottenute. L'identificazione delle specie diatomee si basa sull'analisi morfologica del frustulo: vengono osservate le dimensioni, la simmetria (isopolare-eteropolare), la forma (ellittica, lanceolata, rostrata ecc.), la presenza, l'assenza e la posizione del rafe, il numero e la disposizione delle strie. Le alghe sono state riconosciute al livello specifico utilizzando manuali di riconoscimento, (Krammer & Lange-Bertalot, 1986-2000) e tavole a colori (Prygiel & Coste, 2000). Tutti i frustuli presenti in un campo d'immagine sono stati identificati e contati, procedendo per campi di immagine successivi e non sovrapposti. In ciascun vetrino si sono contate tra 400 e 500 valve.

Analisi dei dati delle comunità diatomiche:

La struttura (composizione e abbondanza) delle comunità diatomica è stata analizzata attraverso metodi di Classificazione, o Cluster Analysis eseguite attraverso una matrice di similarità intermedia basata sull'indice di Bray-Curtis (Bray & Curtis, 1957). Tale analisi multivariata

permette di individuare, all'interno di un set di variabili, gruppi caratterizzati da una maggior omogeneità; in questo studio questo tipo di analisi è stato svolto con il programma PAST.

Sono stati applicati tre diversi indici diatomici diffusamente utilizzati in Europa basati sulle comunità diatomiche bentoniche: l'Indice di Eutrofizzazione e Polluzione l'EPI-D (Dell'Uomo, 2004) sulla sensibilità delle Diatomee alle condizioni ambientali, soprattutto alla sostanza organica, ai nutrienti ed ai sali minerali disciolti in acqua, in modo particolare ai cloruri; il Trophic Index, TI, (Rott, 1999), sensibile all'inquinamento dei nutrienti. Infine il % Taxa Pollution Tolerant, (% PT) (Kelly & Whitton, 1995) è un' indice saprobico basato sulle specie diatomiche tolleranti all'inquinamento organico; Per il calcolo degli indici diatomici è stato utilizzato il software OMNIDIA (Lecointe *et al.*, 1993).

Il giudizio (Tab. 3) del % PT dipende dalla percentuale di specie tolleranti identificate in ogni sito.

Tabella 3 – Tabella riporta il giudizio di qualità riferito alle percentuali di specie tolleranti

Percentuale specie tolleranti	Giudizio
% < 20	Sito privo di inquinamento organico significativo
21 < % < 40	Sito con alcuni segni di inquinamento organico
41 < % < 60	L'inquinamento organico contribuisce significativamente all'eutrofizzazione
% > 61	Sito fortemente compresso dall'inquinamento organico

Macroinvertebrati

I macroinvertebrati sono organismi che, almeno al termine dello sviluppo larvale o dello stadio immaginale, presentano dimensioni non inferiori al millimetro e sono quindi facilmente visibili ad occhio nudo. A questo gruppo, privo di valenza tassonomica, appartengono rappresentanti dei seguenti gruppi: Insetti, Crostacei, Molluschi, Oligocheti, Irudinei, Platelmini e, più raramente, Poriferi, Celenterati e Briozoi. La comunità di macroinvertebrati, indipendentemente dalle situazioni di stress antropico, non ha una composizione costante durante l'anno ma variabile a seconda dei cicli vitali delle varie specie. Le specie a ciclo lungo sono particolarmente utili, poi, per valutare i cambiamenti che avvengono nella comunità e che dipendono da esposizioni ad inquinanti prolungate nel tempo.

I macroinvertebrati sono, insieme alle alghe, il gruppo di organismi più spesso raccomandati per la valutazione della qualità delle acque (Hellawell, 1986; Rosenberg & Resh, 1992). E' possibile individuare le caratteristiche biologiche che rendono i macroinvertebrati dei buoni indicatori.

Prima di tutto sono ubiquitari, subendo così l'effetto di perturbazioni ambientali in differenti tipologie ambientali e, all'interno di esse, in diversi microhabitat. Sono inoltre presenti in numero elevato facilitando il campionamento e l'analisi del campione. In secondo luogo la comunità è costituita da un gran numero di specie, ognuna con particolari esigenze ecologiche, che offrono un ampio spettro di risposte a stress ambientali. Essendo inoltre principalmente sedentarie, permettono un'analisi spaziale delle perturbazioni e la valutazione di impatti sito-specifici. I cicli di vita relativamente lunghi delle diverse specie (anche più di un anno) consentono analisi a lungo termine degli effetti di perturbazioni sia continue che intermittenti, a causa di uno o più agenti, riflettendo anche effetti sinergici. Infine, si conosce la risposta di molte specie a diversi tipi di inquinamento. Questo permette di poter valutare come l'intera comunità venga alterata e come i diversi taxa si alternino e sostituiscano l'uno all'altro, fornendo un quadro d'insieme e riassuntivo sul grado di alterazione dell'ambiente.

Tali organismi offrono, inoltre, molti vantaggi legati alle modalità di analisi. Per quanto riguarda i vantaggi tecnici, possiamo ricordare che il campionamento è relativamente semplice e poco costoso, la tassonomia del gruppo è ben conosciuta e sono disponibili chiavi dicotomiche per l'identificazione. Numerosi sono, inoltre, gli indici biotici e di diversità formulati e correntemente applicati per la valutazione della qualità delle acque.

Protocollo di campionamento dei macroinvertebrati bentonici dei corsi d'acqua guadabili

Il documento sviluppato da esperti italiani nell'ambito delle attività di implementazione della direttiva 2000/60/CE (APAT, 2008) stabilisce un metodo per il campionamento, la determinazione e la stima quantitativa dei macroinvertebrati bentonici dei fiumi guadabili basato sulle indicazioni presenti nelle norme internazionali (UNI EN 27828, UNI EN 28265).

La raccolta dei macroinvertebrati bentonici può essere effettuata utilizzando due diversi campionatori, rispettivamente una rete Surber, come in questo studio svolto nei corsi d'acqua del Parco dell'Appia Antica, o un retino immanicato, in base alla tipologia di substrato indagato e all'esperienza dell'operatore.

Il campionamento attraverso questi due strumenti prevede alcuni passaggi comuni. Innanzitutto per entrambi è necessaria l'individuazione preliminare dei principali microhabitat presenti nell'alveo del corso d'acqua e la valutazione della percentuale di copertura degli stessi nel tratto prescelto. Queste informazioni vengono riportate nella scheda di rilevamento dei microhabitat. Il campionamento inizia a valle dell'area in esame proseguendo verso monte per non disturbare gli habitat che si incontrano nel percorso. Il campione viene raccolto smuovendo il substrato localizzato a monte del posizionamento della rete in un'area definita (norma EN 27828). Il

campionamento viene effettuato in un'area complessiva di 0,5 m², derivato dalla raccolta di 10 incrementi ciascuno di area pari a 0,05 m². I campioni vengono passati al setaccio per eliminare i sedimenti e detriti più fini, avendo cura di pulire foglie e materiale inorganico più grossolano da eventuali organismi. Il materiale raccolto in una vaschetta bianca viene analizzato dispensandone piccole quantità in un'altra vaschetta, affinché i macroinvertebrati siano più facilmente visibili.

Dopo aver effettuato tali operazioni si procede con la classificazione. Gli organismi raccolti con l'uso di pinzette morbide, sono riconosciuti al livello tassonomico di genere o famiglia, (così come richiesto per applicare l'indice IBE; Ghetti, 1997) utilizzando uno stereoscopio e con l'ausilio di guide per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci (Tachet *et al.*, 1984; Campaioli *et al.*, 1999; Sansoni, 1988). Infine si passa al conteggio/stima numerica degli individui (per ogni taxon si ottiene quindi il numero di individui/m²).

Gli organismi sono conservati in provette con etanolo 95%, opportunamente etichettate e datate e suddivisi in base al taxon di appartenenza.

Analisi dei dati di comunità: Descrizione delle comunità macrobentoniche tramite metriche

Secondo le richieste della Direttiva Europea sulle Acque 2000/60/CE (Unione Europea, 2000; Unione Europea, 2006) lo studio delle comunità biotiche dei corsi d'acqua deve riguardare sia la composizione tassonomica sia le abbondanze dei taxa che le compongono, standardizzando i valori rispetto ad una superficie di campionamento definita. Il possesso di dati quantitativi relativi a superfici note permette infatti il calcolo di "metriche" (grandezze calcolate sui dati ottenuti dalla conta dei macroinvertebrati raccolti) in grado di descrivere con accuratezza e precisione le condizioni in cui versano le comunità biologiche e quindi i corsi d'acqua che le ospitano. Di conseguenza, il metodo IBE (Ghetti, 1997), non rispondendo efficacemente alla Direttiva 2000/60, è in fase di sostituzione nella legislazione italiana con indici basati proprio su queste metriche. Alcuni esempi di metriche basate sui macroinvertebrati sono:

EPT (Ephemeroptera-Plecoptera-Tricoptera): si calcola sommando le abbondanze relative degli ordini degli Efemerotteri, Plecotteri e Tricotteri rispetto al totale di organismi che compongono la comunità studiata. Questi tre ordini racchiudono tutti gli organismi più sensibili alle fonti di disturbo dei corsi d'acqua. La metrica ha un valore che può variare da 0 a 1. Il suo valore è tanto più significativo quanto maggiore è il Numero di diverse famiglie di Efemerotteri, Tricotteri e Plecotteri che effettivamente concorrono ad esso.

1-GOLD (1- p(Gasteropoda, Oligochaeta, Diptera)): si calcola sottraendo all'unità le abbondanze relative dei taxa appartenenti ai Gasteropodi, agli Oligocheti e ai Ditteri. Si tratta di taxa all'interno

dei quali sia annoverano specie tra le più tolleranti alle fonti di disturbo dei corsi d'acqua. Anche questa metrica può avere un valore che varia da 0 a 1.

Shannon per Famiglie: si calcola secondo la formula $H_s = -\sum_{i=1}^n h_i \ln h_i$, dove h_i rappresenta la proporzione di organismi che appartengono a ciascuno degli n taxa che costituiscono la comunità. Il risultato è tanto più elevato tanto più diversificata e bilanciata è la comunità di organismi. Questa metrica ha un valore che va da 0 a infinito.

Numero di Famiglie: si calcola contando il numero di famiglie che costituiscono la comunità. È anch'esso una misura della biodiversità della comunità, talvolta preferito a Shannon perché meno soggetto a distorsioni legate all'ecologia dei diversi taxa. Può assumere un valore che va da 0 a infinito.

Numero di organismi: È una stima molto approssimativa della biomassa presente in un campione. Un suo valore elevato può indicare sia una condizione di eutrofia sia una ricchezza faunistica legata a buone condizioni ecologiche. L'interpretazione dipende dai valori delle altre metriche descrittive.

Risultati

Analisi chimiche, chimico-fisiche e microbiologiche

I campioni di acqua, prelevati per ciascun sito, sono stati oggetto di analisi chimiche, fisiche e microbiologiche, condotte secondo le modalità descritte nel capitolo Materiali e metodi. In tabella (Tab. 4) vengono riportati i risultati ottenuti per tutti i parametri studiati.

Tabella 4 Risultati chimici, fisici e microbiologici.

	MDS	MDM	SOR	MSX	TC1	TC2	TC3	GRO	Sito A	Sito C	Sito B
O. D. (mg/L)	6,20	5,90	5,30	5,20	6,40	5,80	5,80	6,00	10,20	8,38	9,90
NO₃⁻ (mg/L)	21,29	27,99	23,42	14,70	24,80	22,48	22,68	22,87	16,11	21,72	13,58
PO₄³⁻ (mg/L)	0,78	0,97	0,08	1,01	0,77	0,82	1,16	1,09	0,60	0,42	0,70
COD (mg/L)	13,70	10,78	18,17	15,80	38,10	47,76	37,32	25,70	28,78	16,97	12,41
BOD₅ (mg/L)	4,00	4,00	7,00	3,00	4,00	5,00	3,00	10,00	16,00	14,00	8,00
NH₄⁺ (mg/L)	0,10	0,16	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	0,02	0,04	0,04	0,15
Cond (μS/cm)	886	932	913	868	989	1014	1016	835	923	858	874,
pH	8,35	7,84	7,05	7,20	7,95	7,72	8,10	7,25	8,83	8,77	8,12
<i>E. coli</i> (UFC/100mL)	7,2*10 ³	7*10	1*10	4*10 ²	1,5*10 ³	9,3*10 ²	8,4*10 ²	4,8*10 ²	1,5*10 ²	2,4*10 ²	9,6*10 ³

Sulla base dei valori chimici ottenuti nelle due stagioni di campionamento, sono stati calcolati i valori dell'indice LIM e le relative classi di qualità (Tab. 5) seguendo le disposizioni del D.Lgs. 152/99 descritte nel capitolo Materiali e metodi.

Tabella 5: Valori dell'indice LIM e relative Classi di Qualità

Codice stazioni	LIM	Classe di qualità
MDS	155	3
MDM	175	3
SOR	240	2
MSX	195	3
TC1	160	3
TC2	130	3
TC3	150	3
GRO	130	3
Sito A	110	4
Sito C	100	4
Sito B	85	4

Comunità Diatomiche

In questo studio sono state identificate 48 specie diatomiche appartenenti principalmente ai generi *Achnantheidium*, *Amphora*, *Cocconeis*, *Gomphonema* e *Nitzschia*. In tabella (Tab.6) sono riportate le liste tassonomiche con le presenze delle specie ritrovate per ogni singolo sito.

Tabella 6. Lista tassonomica e abbondanze relative delle specie diatomiche ritrovate nei siti di campionamento.

Codice	Nome delle specie	MDS	MDM	MSX	TC1	TC2	GRO	SITO A	SITO C	SITO B
ADBI	<i>Achnantheidium biasolettianum</i> (Grunow) Lange-Bertalot							7	2	
LHUN	<i>Lemnicola hungarica</i> (Grunow) Round & Basson									2
PLFR	<i>Planothidium frequentissimum</i> (Lange-Bertalot) Round & Bukhtiyarova					7	4			
PTLA	<i>Planothidium lanceolatum</i> (Kütz. ex Bréb.) L.-B.	46	12	60	31	1			3	4
PTEL	<i>Planothidium ellipticum</i> (Cleve) Round & Bukhtiyarova		10	43						
PRST	<i>Planothidium rostratum</i> (Oestrup) Lange-Bertalot		9	20			3			
ADMF	<i>Achnantheidium minutissima</i> (Kützing) Czarn.var. <i>affinis</i> (Grun.) Bukht.	16		20	33	1	2	10	5	16
AINA	<i>Amphora inariensis</i> Krammer		7	31			1	25	31	43
ACOP	<i>Amphora copulata</i> (Kützing) Schoeman & Archibald		3				1			
AMMO	<i>Amphora montana</i> Krasske	9		4	7		3			
AOVA	<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing		100					24		3
APED	<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow	13		16	8	1	1	27	98	126
AVEN	<i>Amphora veneta</i> Kützing								2	
ASPS	<i>Anomoeoneis sphaerophora</i> (Ehr.) Pfitzer var. <i>sculpta</i> (Ehr.) O.Muller	3								
CBAC	<i>Caloneis bacillum</i> (Grunow) Cleve						1			
CSIL	<i>Caloneis silicula</i> (Ehr.)Cleve					1				
CPLA	<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	31	7	28	57			9	11	41
CMEN	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing						3	4	1	
COCE	<i>Cyclotella ocellata</i> Pantocsek				1					
UULN	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère			10	1	1		9	3	11
FVUL	<i>Frustulia vulgaris</i> (Thwaites) De Toni						2			
GAFF	<i>Gomphonema affine</i> Kützing	4								
GPAR	<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing	19			8		3	6	2	7
GTRU	<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg							85	16	16
MVAR	<i>Melosira varians</i> Agardh				1			1	2	1
MAPE	<i>Mayamaea atomus</i> var. <i>permitis</i> (Hustedt) Lange-Bertalot			8						2
NCIN	<i>Navicula cincta</i> (Ehrenberg) Ralfs	9		6	38	1				
NCTE	<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot			3				1	3	1
LGOE	<i>Luticola goeppertiana</i> (Bleisch) Mann		155		5					
CHAL	<i>Craticula halophila</i> (Grunow ex Van Heurck) Mann							1	2	9
SPUP	<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkowsky			5						
NTPT	<i>Navicula tripunctata</i> (Müller) Bory	3								
NVEN	<i>Navicula veneta</i> Kützing	11		4	39	1				
NAMP	<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	24	60	35	1			157	175	103
NBRE	<i>Nitzschia brevissima</i> Grunow	1					1			
TICA	<i>Tryblionella calida</i> (Grunow) Mann			8						
NCOM	<i>Nitzschia communis</i> Rabenhorst	2		12	86	1	2			

Codice	Nome delle specie	MDS	MDM	MSX	TC1	TC2	GRO	SITO A	SITO C	SITO B
TAPI	<i>Tryblionella apiculata</i> Gregory	2	6			1	0			
NDIS	<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützting) Grunow							6	11	
NFON	<i>Nitzschia fonticola</i> Grunow			3				27	51	38
NIFR	<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützting) Grunow	3		27	47		2			
NINC	<i>Nitzschia inconspicua</i> Grunow	1		8						
NLIN	<i>Nitzschia linearis</i> (Agardh) W. Smith	23		7	19	1	2	1	1	1
NPAL	<i>Nitzschia palea</i> (Kützting) W. Smith							1	1	
NTRY	<i>Nitzschia tryblionella</i> Hantzsch							7	2	
PVIR	<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg	1				1				
RABB	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (Agardh) Lange-Bertalot	210	47	20	14	1	1	2	2	1
SBRE	<i>Surirella brebissonii</i> Krammer & Lange-Bertalot	3		6	2	1	0			
Totale individui contati		434	416	404	405	13	32	410	424	425

Tutti i siti sono caratterizzati da uno scarso numero di specie (Fig. 4); il sito con maggior numero di specie è quello della Marrana Sinistra con 23 specie e quello con minor numero quello della seconda stazione della Marrana Destra (MDM), con 11 specie.

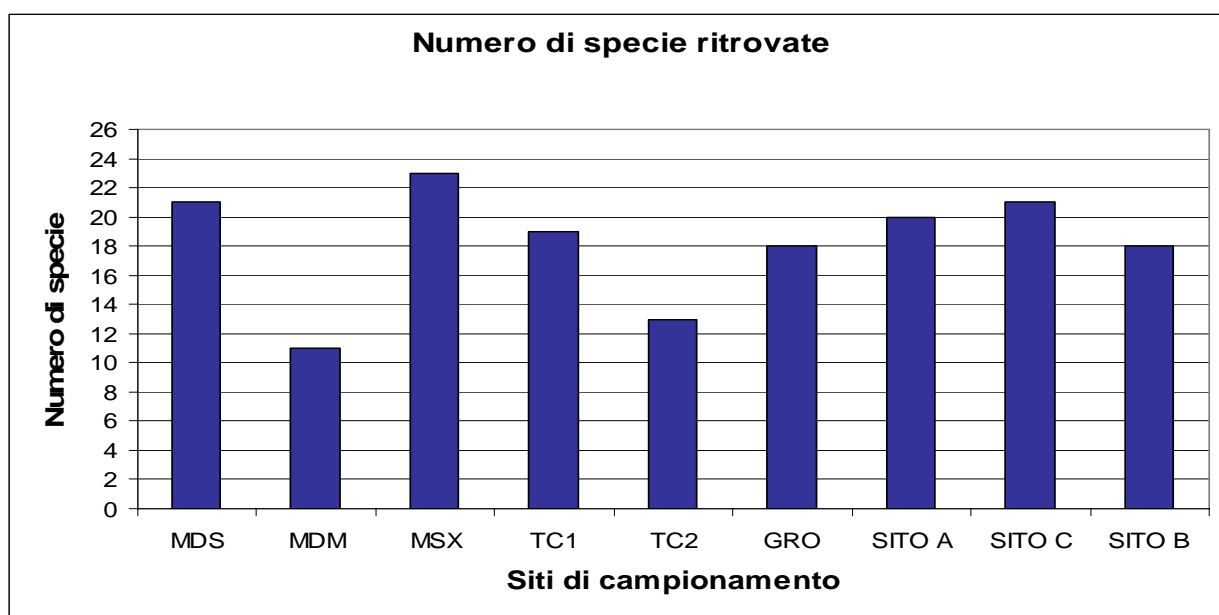


Fig. 4 – Numero di specie ritrovate in ogni sito campionato

Al fine di ottenere un ordinamento per similarità delle stazioni studiate è stata effettuata una *Cluster analysis* sulla struttura delle comunità diatomiche (Fig. 5). Appaiono chiaramente distinte le comunità degli ambienti lentici del laghetto della Caffarella. Per la stazione MDS della Marrana Destra, la struttura delle comunità diatomica risulta essere differente dalle altre.

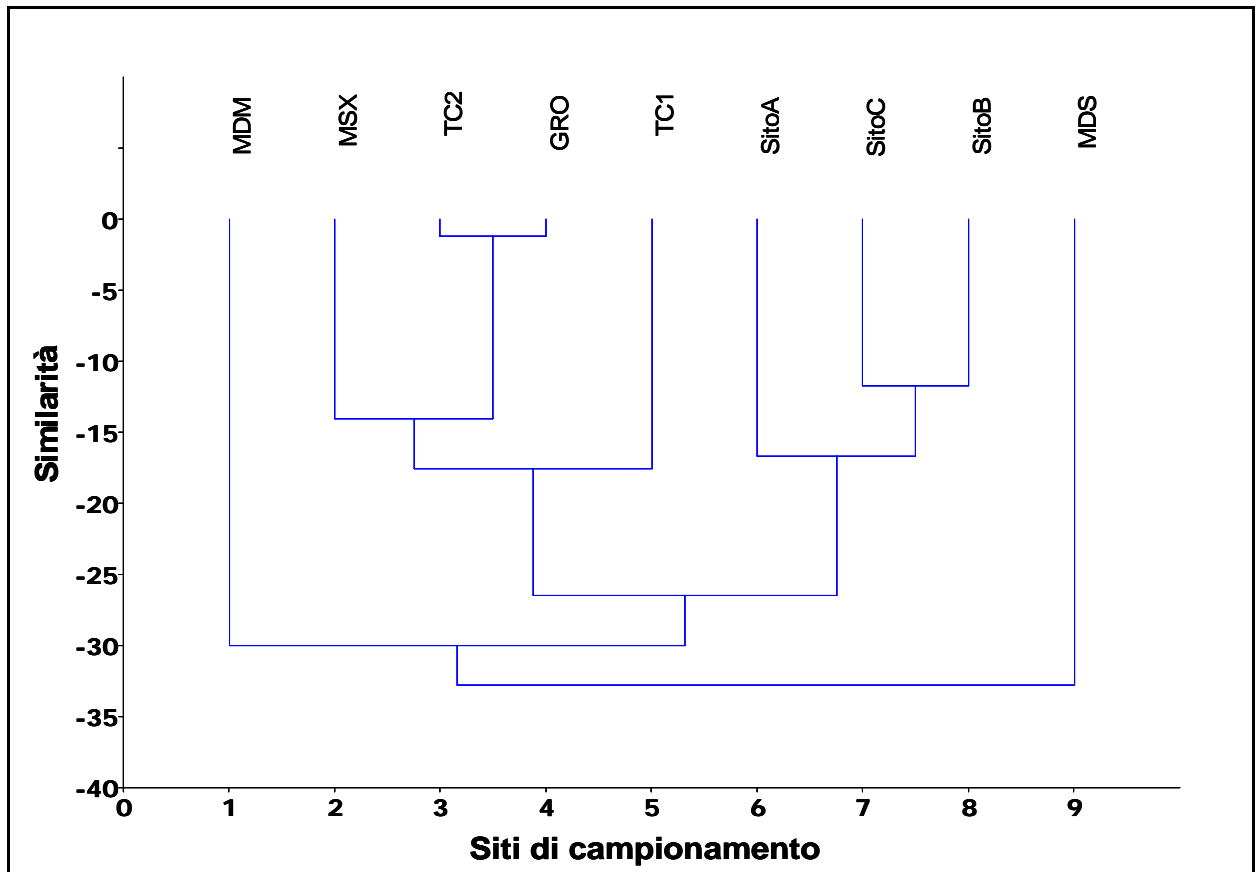


Figura 5. Cluster analysis sulla struttura delle comunità diatomiche.

Per valutare lo stato di qualità di questi ambienti acquatici sono stati calcolati i tre indici diatomici EPI-D , % PT, TI (Figg. 6-7). Il calcolo di questi indici non è stato possibile per i due siti TC2 e GRO dove non è stato possibile arrivare a contare 400 individui. I valori dell' indice EPI-D indicano uno stato di qualità sufficiente per i siti del laghetto della Caffarella e per la prima stazione del fosso di Tor Carbone (TC1); livelli di qualità tra il buono e il sufficiente per la stazione MDS e per la stazione MSX.

In contrasto con i risultati dell' EPI-D, sono i valori del TI, che classificano tutti i siti nella classe di qualità cattiva.

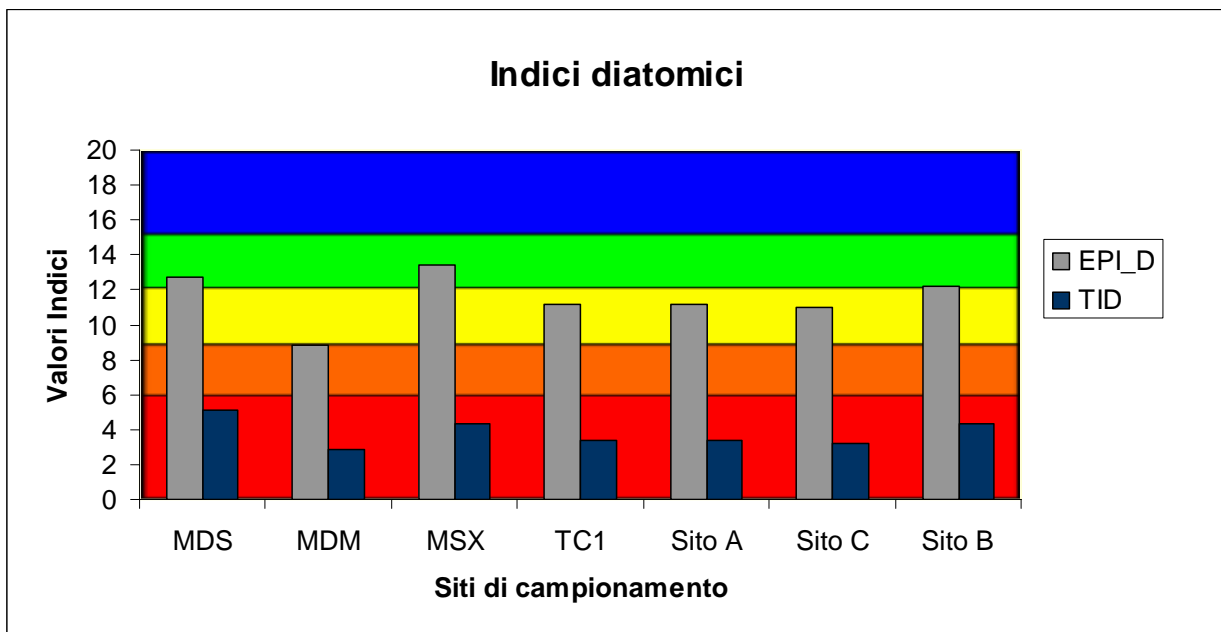


Figura 6. Applicazione dell' EPI-D e dell TI

Dall'applicazione dell'indice saprobico, *Percentage of Taxa Pollution Tolerant*, i cui risultati sono riportati in figura 7, si evidenzia come in tutti i siti la percentuale di specie tolleranti all'inquinamento organico, sia inferiore al 20% (vedi Tab. 3), indicando come le stazioni siano prive di inquinamento organico significativo.

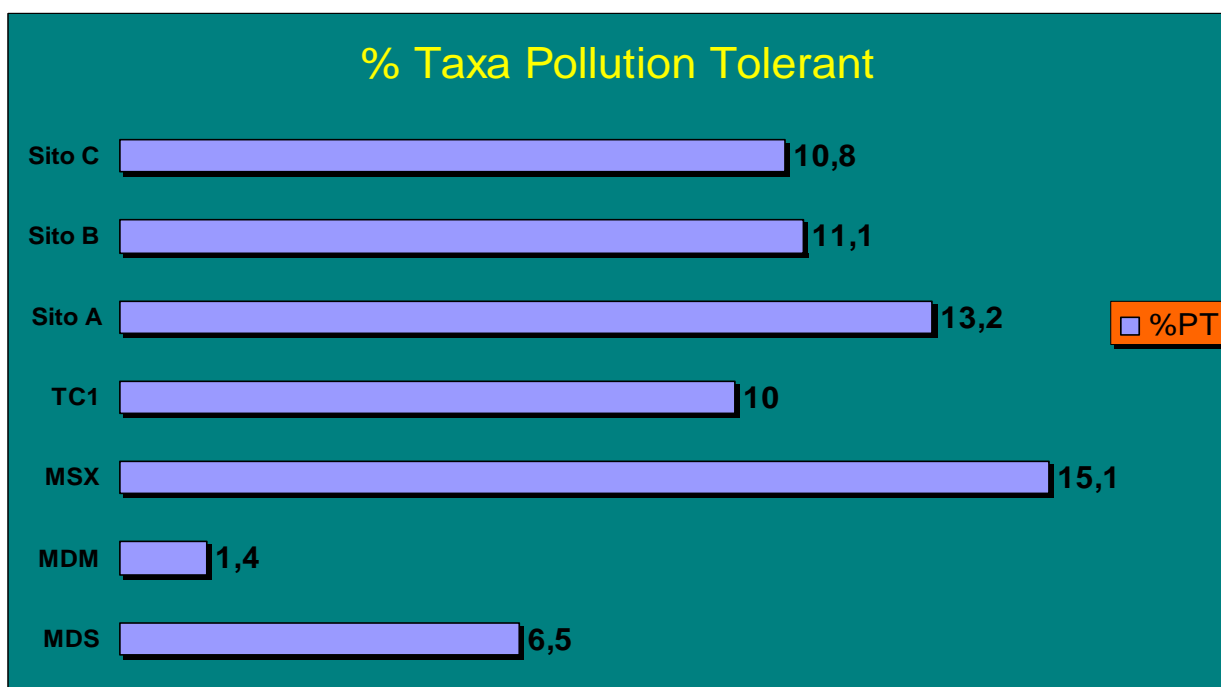


Figura 7. Applicazione del % Taxa Pollution Tolerant

Comunità Macrobentoniche

I fossi

Nella tabella (Tab. 7) vengono riportati i valori di abbondanza dei taxa di invertebrati bentonici rinvenuti nelle acque dei fossi. I numeri, corrispondenti agli organismi rinvenuti in 10 applicazioni della rete *surber* (il cui telaio racchiude 1/20 di metro quadro) sono riferibili ad una superficie di circa 0,5 m², sulla base della quale è possibile fare delle stime di densità e altre analisi riguardanti la comunità nel suo complesso.

**Tabella 7: Liste tassonomiche e abbondanze dei macroinvertebrati raccolti nei fossi
(codici in tab. 1)**

	Siti di campionamento					
	MDS	MDM	MSX	TC1	TC2	GRO
Taxa rinvenuti						
Ephemeroptera						
<i>Baetis rhodani</i>	0	44	0	0	60	0
<i>Caenis macrura</i>	0	2	0	0	115	0
Trichoptera						
Policentropodidae	0	3	0	0	0	0
Sericostomatidae	50	0	0	74	10	44
Glossosomatidae	0	0	0	2	0	0
Coleoptera						
Elmidae	2	15	14	2	0	14
Driopidae	0	2	0	0	0	0
Hydrophilidae	2	0	0	0	0	0
Scirtidae	30	3	12	26	5	4
Diptera						
Chironomidae	2	133	0	2	10	0
Ceratopogonidae	0	2	0	0	0	0
Simuliidae	2	3	0	0	0	0
Dixidae	2	3	0	0	0	0
Psychodidae	4	0	0	0	0	0
Ptycopteridae	0	0	0	12	0	0
Tipuliidae	2	0	0	0	0	0
Heteroptera						
Nepidae	0	0	0	0	0	2
Crustacea						
Potamidae	0	0	0	2	0	0
Gammaridae	110	431	720	622	75	4
Gastropoda						
Physidae	0	1	0	0	0	0
Limnaeidae	0	0	0	0	0	2
Bythinidae	50	1	0	6	5	0
Planorbidae	4	0	0	2	0	0
Bivalvia						
Pisiidae	4	1	0	8	15	0
Turbellaria						
Dendrocoelum	0	0	0	8	0	8
Hirudinea						
<i>Dina lineata</i>	8	1	0	0	0	6
Oligochaeta						
Lumbricidae	0	4	0	0	0	0
Tubificidae	0	9	0	16	0	0
Arachnida						
Hydracarina	0	0	0	2	0	0

Tutti i sei biotopi studiati hanno presentato un numero di taxa non molto elevato per dei corsi d'acqua della tipologia "piccoli corsi d'acqua a substrato siliceo", seppur con differenze anche notevoli tra l'una e l'altra stazione (Fig. 8). In particolare la Marrana sinistra è stata il biotopo in cui è stato rinvenuto il minor numero di taxa (solo 3), mentre i tratti intermedi della Marrana destra e del fosso di Tor Carbone (MDM e TC1) e la Marrana destra a valle della Sorgente (MDS) sono risultati essere i più ricchi in taxa (17, 14 e 14 taxa rispettivamente). Il fosso di Tor Carbone a livello del boschetto di bambù (TC2) e il fosso del Grottone hanno invece mostrato un numero intermedio di unità sistematiche (8 taxa a testa).

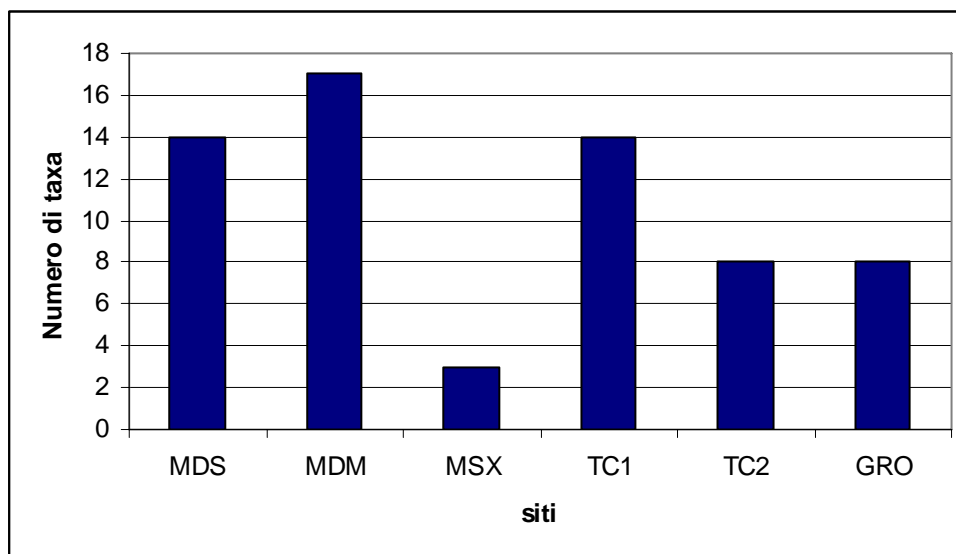


Figura 8: Numero di taxa rinvenuti in ciascun sito di campionamento.

Sui dati di struttura (composizione e abbondanza) delle comunità di macroinvertebrati sono state applicate alcune metriche descrittive, e in tabella (Tab. 8) ne vengono riportati i risultati.

Tabella 8: Valori delle metriche descrittive applicate per l'analisi della struttura di comunità

	Siti di campionamento					
	MDS	MDM	MSX	TC1	TC2	GRO
Totale organismi	272	658	746	784	295	84
EPT	0,18	0,07	0,00	0,10	0,63	0,52
1-GOLD	0,76	0,76	1,00	0,95	0,95	0,98
Numero Famiglie	14	17	3	14	8	8
Shannon-Famiglie	0,54	0,37	0,06	0,30	0,45	0,49

Il secondo valore più elevato del numero totale di organismi è quello fatto rilevare dalla Marrana sinistra, sebbene sia dovuto in massima parte ai soli Gammaridae, come mostrato dal bassissimo valore dell'indice di Shannon-Wiener. Viceversa la Marrana destra Media mostra sia un elevato totale di organismi sia un valore discreto dell'indice di Shannon, al pari di Tor Carbone al pioppeto (TC1). Nel complesso la Marrana destra alla sorgente fa registrare i valori più equilibrati per tutte e cinque le metriche applicate. Come già illustrato, ciascuna delle metriche prescelte descrive un carattere della comunità, ma solo un esame globale dei loro risultati permette di analizzare le condizioni delle comunità. A tal fine, sulla base di queste grandezze è stata operata una classificazione per similarità delle comunità di invertebrati raccolti (Fig. 9).

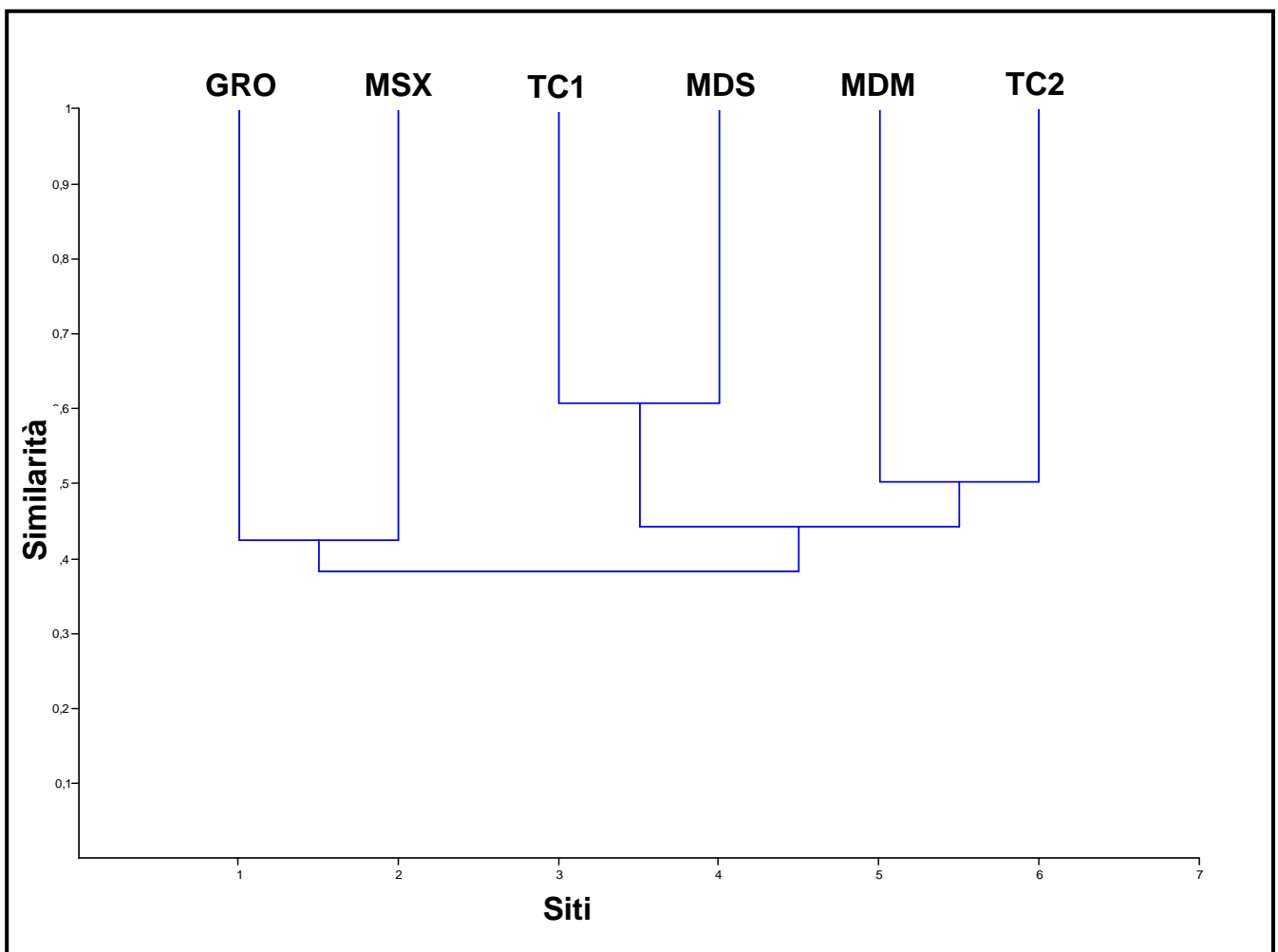


Figura 9: Classificazione per similarità rispetto alle metriche delle comunità di macroinvertebrati nei 6 siti studiati.

Il grafico mostra come i biotopi della Marrana destra e quelli del fosso di Tor Carbone siano classificati, in base alle metriche applicate, come molto simili per comunità di invertebrati. Si tratta delle comunità meglio conservate e quindi più ricche e equilibrate. Viceversa la comunità della

Marrana sinistra, e quella del fosso del Grottone, caratterizzate da scarso numero di taxa e alterazioni delle proporzioni tra taxa, si discostano dalle altre e tra loro stesse.

Per studiare le comunità alla ricerca dei taxa che maggiormente influenzano le distinzioni tra i siti, è stata effettuata un'Analisi delle componenti principali sui dati di abbondanza, standardizzati in funzione del logaritmo in base 10 (Fig. 10). Nel biplot vengono presentati solo i fattori (i taxa) che influenzano significativamente l'ordinamento del grafico. I due generi di Efemerotteri (*Caenis* e *Baetis*) insieme con i tricoteri e i molluschi (*Pisidium* e *Bythinia*) influenzano la separazione tra Grottone e Marrana sinistra da una parte, e gli altri siti dall'altra. Anche i coleotteri Elmidae (=Elminthidae) e la sanguisuga *Dina lineata* sono fattori di separazione tra i due gruppi

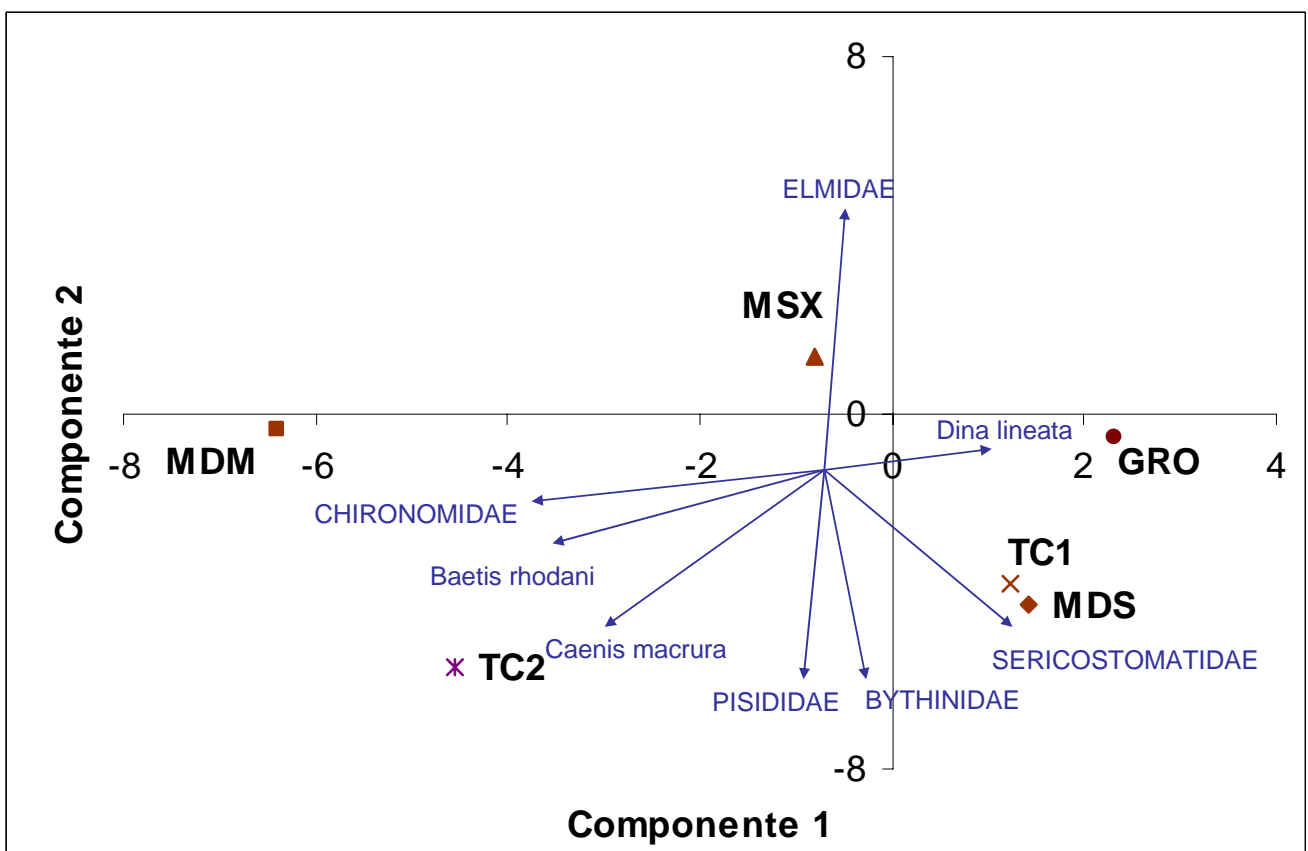


Figura 10: Analisi delle componenti principali (PCA), con relativo biplot, basata sulla struttura delle comunità di invertebrati dei fossi (taxa e loro abbondanze, standardizzate con $\text{Log}(x)$).

Il laghetto

Nella tabella 9 vengono riportati i dati di rinvenimento dei macroinvertebrati nelle tre repliche effettuate in ciascuno dei tre siti di campionamento del Laghetto della Caffarella.

Tabella 9: Macroinvertebrati nel Laghetto della Caffarella

	Sito A ¹	Sito A ²	Sito A ³	Sito C ¹	Sito C ²	Sito C ³	Sito B ¹	Sito B ²	Sito B ³
Hirudinea									
<i>Dina lineata</i>						1		1	
Oligochaeta									
Tubificidae									
Turbellaria									
Dugesia sp									1
Crustacea									
Asellidae	2						1		3
Gammaridae							1		
Ephemeroptera									
<i>Baetis rhodani</i>									1
<i>Caenis macrura</i>	1				2		1	1	3
Heteroptera									
Naucoridae	18	15	10	16	11	25	48	29	37
Corixidae				1					
Coleoptera									
Dytiscidae	3	1	2			8	1		1
Hydrophilidae	14	25	21			26	8	10	2
Scirtidae	10	17	11	5	11	2	53	7	9
Helophoridae		2	1		2	1		2	
Halplidae					1				
Odonata									
Coenagrionidae									
<i>Ischnura</i> sp.	7	14		20	25	4	1		1
Libellulidae									
<i>Sympetrum</i> sp.		1	4		1		1	4	4
Diptera									
Ceratopogonidae		6	1				1	3	
Chironomidae	180	34	5	10	332	25	10	200	676
Stratiomyidae		4		1		2	6	6	4
Gastropoda									
Physidae									
<i>Physa</i> sp.	30	6		30	14	33			
Limnaeidae									
<i>Limnaea</i> sp.	39	10	30		3	10	13	42	22
Bithyniidae	374	268	498	186	145	1675	810	300	1450

La tarda stagione primaverile in cui è stato svolto il campionamento spiega in gran parte la quantità di vegetazione acquatica (in particolare *Lemna minor*) che ricopriva le acque del laghetto. Questo ha reso troppo complicata l'operazione di pre-smistamento degli organismi *in situ* e i campioni sono stati portati per intero in laboratorio.

Risulta netto il carattere "lentico" delle comunità campionate, con grande abbondanza di Gastropoda e Coleoptera e l'assenza di tutti i taxa propri degli ambienti lotici (compresa la stessa Marrana destra che alimenta il lago). Si osserva inoltre un scarsissima varietà nel gruppo degli Heteroptera (praticamente il solo *Naucoris*), in contrasto con quanto riscontrato in precedenti campagne di studio. Si tratta probabilmente di un fenomeno stagionale di esclusione competitiva tra organismi carnivori. Scarsi anche i Crustacea, mentre il gruppo dei Diptera ha fatto registrare un gran numero di individui esclusivamente per la famiglia dei Chironomidae.

Gli stessi dati possono essere presentati mediando i valori delle tre repliche di campionamento per ciascuna stazione (Tab.10).

Tabella 10: Valori medie e deviazioni standard del numero di rinvenimenti di invertebrati nei tre siti del laghetto

	sito A		sito B		sito C	
	media	dev. stand.	media	dev stand.	media	dev. stand.
Hirudinea						
<i>Dina lineata</i>			0,33	0,58	0,33	0,58
Oligochaeta						
Tubificidae						
Turbellaria						
Dugesia sp			0,33	0,58		
Crustacea						
Asellidae	0,67	1,15	1,33	1,53		
Gammaridae			0,33	0,58		
Ephemeroptera						
<i>Baetis rhodani</i>			0,33	0,58		
<i>Caenis macrura</i>	0,33	0,58	1,67	1,15	0,67	1,15
Heteroptera						
Naucoridae	14,33	4,04	38,00	9,54	17,33	7,09
Corixidae			0,00	0,00	0,33	0,58
Coleoptera						
Dytiscidae	2,00	1,00	0,67	0,58	2,67	4,62
Hydrophilidae	20,00	5,57	6,67	4,16	8,67	15,01
Scirtidae	12,67	3,79	23,00	26,00	6,00	4,58
Helophoridae	1,00	1,00	0,67	1,15	1,00	1,00
Halplidae					0,33	0,58
Odonata						
Coenagrionidae						
<i>Ischnura</i> sp.	7,00	7,00	0,67	0,58	16,33	10,97
Libellulidae						
<i>Sympetrum</i> sp.	1,67	2,08	3,00	1,73	0,33	0,58
Diptera						
Dixidae						
Ceratopogonidae	2,33	3,21	1,33	1,53		
Chironomidae	73,00	93,79	295,33	343,08	122,33	181,73
Stratiomyidae	1,33	2,31	5,33	1,15	1,00	1,00
Gastropoda						
Physidae						
<i>Physa</i> sp.	12,00	15,87			25,67	10,21
Limnaeidae						
<i>Limnaea</i> sp.	26,33	14,84	25,67	14,84	4,33	5,13
Bithyniidae	380,00	115,12	853,33	576,22	668,67	871,75

Già ad un primo esame si può osservare la relativa sovrapposibilità delle strutture/composizioni delle comunità dei tre siti, senza particolari peculiarità faunistiche nell'uno o nell'altro ambiente studiato (lotico all'immissione; lentic; lotico all'emissione). Per confermare statisticamente questa osservazione è stato applicato il test di Friedman per dati appaiati. Questo test statistico non parametrico verifica l'ipotesi che ci sia o meno un andamento nelle variazioni di un valore (l'abbondanza di un taxon in questo caso) tra differenti blocchi di dati (i siti di campionamento). Il

un valore di χ^2_o è il valore calcolato dai dati con la formula $\chi^2_o = [12/3nk - \Sigma (R^2)] - 2n(k+1)$, laddove n è il numero di taxa, k il numero di comunità studiate e R è la somma dei ranghi di ciascuna comunità. Nel caso del laghetto, χ^2_o è minore del χ^2 tabellare (valori soglia in letteratura) e quindi non esiste differenza statisticamente significativa fra le comunità dei tre siti del laghetto.

Discussioni

Gli ambienti umidi del Parco Naturale Regionale dell'Appia Antica sono ormai oggetto di uno studio pluriennale (Mancini *et al.*, 2005; Ciadamidaro e Mancini, 2006; Mancini *et al.*, 2007; Ciadamidaro *et al.*, 2008). L'acquisizione di nuovi dati e la costanza nel monitoraggio della qualità dei corsi d'acqua e del laghetto permettono di migliorare la conoscenza dell'ecologia di questi ambienti, ed analizzare in una scala spazio-temporale i risultati ottenuti dalle strategie di gestione adottate dal Parco.

Per quanto riguarda i piccoli corsi d'acqua, le condizioni dei fossi del Parco sono fortemente influenzate dalle alterazioni morfologiche legate all'attività umana. Come presentato nei risultati, le analisi chimiche restituiscono una grande omogeneità nel livello di inquinamento delle acque correnti studiate. Il giudizio di "mediocrità" assegnato dall'indice LIM a tutte le acque dei fossi è legato sia alla localizzazione dei fossi in un ambiente circondato dal contesto urbano, sia alle attività agricole e pastorali che continuano ad essere svolte in certi settori del Parco proprio a ridosso dei corsi d'acqua stessi. Le concentrazioni elevate di nutrienti da una parte e i bassi valori di ione ammonio e concentrazione di *Escherichia coli* dall'altra suggeriscono comunque che le attività agricole siano la maggiore pressione sugli ambienti studiati. Anche il fatto che l'acqua della sorgentella, studiata solo a livello chimico, presenti un livello di inquinamento LIM a giudizio Buono riflette la mancanza di forti fenomeni di inquinamento a livello della falda acquifera, come spesso si verifica nelle aree urbane e come è stato documentato da analisi svolte anche a Roma (La Vigna *et al.*, 2006). Questo fenomeno viene causato dallo scavo di numerosi pozzi mal sigillati che lasciano percolare acque superficiali inquinate in profondità, andando a compromettere la qualità della riserva d'acqua principale dell'ecosistema.

Durante questo anno di studio sono state caratterizzate per la prima volta le comunità diatomiche dei piccoli corsi d'acqua e del laghetto. Le comunità diatomiche ritrovate nei siti oggetto di questo studio sono composte da un limitato numero di specie; questo probabilmente è dovuto alla scarsa diversificazione degli habitat fluviali presenti. La stazione del Fosso del Grottone (GRO) presenta uno scarso numero di individui, probabilmente dovuta alla uniformità del substrato e ai frequenti interventi di ripulitura delle sponde. Una comunità ridotta è stata ritrovata anche nella stazione TC2 di Tor Carbone: tale fenomeno è dovuta alla vegetazione piuttosto fitta.. Come è possibile osservare nella lista di individui (Tab. 5) la comunità del sito MDS della Marrana Destra, è dominata, a differenza delle altre, da *Rhoicosphenia abbreviata* (Agardh) Lange-Bertalot, specie che in generale si sviluppa in ambienti poco eutrofizzati.

Alcune specie sono risultate essere ampiamente diffuse nella maggior parte dei siti quali, *Amphora pediculus* (Kützing) Grunow; *Nitzschia linearis* (Agardh) W. Smith, *Achnantheidium minutissimum* (Kützing) Czarn.v e *Rhoicosphenia abbreviata* (Agardh) Lange-Bertalot; le prime due sono specie caratteristiche di ambienti meso/eutrofizzati. La terza invece si sviluppa con elevato numero di individui, in ambienti oligotrofici; nei siti presi in esame è presente invece con uno scarso numero di individui. Altra specie ritrovate nella maggior parte dei siti sono *Cocconeis placentula* Ehrenberg e *Planothidium lanceolatum* specie ampiamente diffuse nelle acque correnti, che si sviluppano, la prima, in presenza di moderate quantità di inquinamento organico, la seconda in acque oligotrofiche; entrambe non sono considerate affidabili come indicatori. Nella maggior parte dei campioni, è stata identificata *Nitzschia amphibia* Grunow caratteristica di ambienti eutrofizzati ed è un affidabile indicatore (Dell' Uomo, 2004).

Per quanto riguarda la struttura delle comunità si riscontra una differenza tra quelle dei siti localizzati sui corsi d'acqua e quelle dei siti del Laghetto della Caffarella: le caratteristiche chimiche e chimico-fisiche, come l'assenza di corrente, la temperatura dell'acqua più elevata degli ambienti lentici a differenza di quelle dei corsi d'acqua influenzano la struttura delle comunità biotiche, ed in particolare delle diatomee. I tre siti selezionati nel Laghetto (Sito A, Sito C, Sito B) presentano le stesse specie diatomiche ma con differenti dominanze di alcune specie: nei primi due siti sono dominanti *Gomphonema truncatum* Ehrenberg e *Nitzschia tryblionella* Hantzsch mentre nel sito B è dominante *Nitzschia amphibia* Grunow. La distanza dell'immissione della Marrana Destra può creare una situazione di maggior stress per le diatomee, con minor disponibilità di ossigeno ed una temperatura più elevata, non permettendo lo sviluppo a specie poco tolleranti come *Gomphonema truncatum* Ehrenberg e consentendo invece la dominanza di specie tolleranti ai diversi tipi di inquinamento.

Dall'applicazione dei tre indici diatomici (Figg. 6-7), viene mostrato come il giudizio di qualità globale (EPI-D) oscilla tra una II e III classe, ma per la maggior parte dei siti si tratta di III classe; invece il giudizio espresso dal TI, indice trofico, indica una V classe per tutti i siti andando a rivelare come il carico dei nutrienti influenzi notevolmente la comunità diatomiche. In aggiunta la percentuale di specie tolleranti all'inquinamento organico presenti in ogni sito indica come l'inquinamento organico non sia rilevante in nessuno dei siti studiati.

In conclusione la struttura delle comunità diatomiche analizzate, poche specie e la maggiore parte tollerante all'inquinamento e ubiquitarie, riflette sia le condizioni naturali di questi piccoli corsi d'acqua, che non presentano diversificazioni del substrato e del tratto fluviale, sia il carico significativo di nutrienti che viene riversato in questi corpi idrici.

Le condizioni chimiche mediocri dell'acqua in tutti i siti spiegano in parte anche la pressoché totale assenza dei taxa di invertebrati macrobentonici più sensibili all'inquinamento. Assenti del tutto i Plecotteri, gli Efemerotteri sono rappresentati dai soli generi *Baetis* e *Caenis*, noti per la loro particolare tolleranza in confronto agli altri appartenenti all'ordine. Scarsi, seppur con numero di individui maggiore, anche i gruppi di Tricotteri, con solo tre famiglie. Gli altri taxa, più tolleranti, sono invece distribuiti in quasi tutte le stazioni; fa eccezione la Marrana Sinistra, particolarmente povera di macroinvertebrati. Interessante a livello faunistico il rinvenimento nella Marrana destra del Simuliidae *Simulium tomosvary*, specie tipica dei piccoli corsi d'acqua, purché in condizioni qualitative non troppo compromesse. Efemerotteri e Tricotteri sono stati rinvenuti significativamente soprattutto nei siti "Marrana destra media - MDM" e "Fosso di Tor Carbone nel boschetto di bambù - TC2", laddove le condizioni particolari del fondo (pietre nel primo caso, radici di salici nel secondo) permettono la sopravvivenza di comunità che in substrati meno diversificati, come limo e sabbia, non possono instaurarsi anche per motivi fisici. Limo e sabbia, substrati molto semplici a grana fine, sono effettivamente i substrati più comunemente incontrati nei fossi del Parco dell'Appia, in particolare nel fosso del Grottone e nella Marrana sinistra. L'alterazione morfologica, causa della semplificazione a livello dei microhabitat, è quindi il principale fattore di impoverimento delle comunità di macroinvertebrati nei fossi, e proprio sulla morfologia degli ambienti bisognerebbe intervenire per ripristinare condizioni ecologiche migliori. La piantumazione di essenze igrofile come i salici (*Salix alba*) e i pioppi (*Populus alba* e *Populus nigra*) al posto del canneto (*Arundo donax*), dei rovi (*Rubus ulmifolius*) e delle erbe di greto come l'ortica (*Urtica dioica*) sarebbe sicuramente un'importante fonte di arricchimento della diversità degli habitat e allo stesso tempo migliorerebbe la funzionalità fluviale e la connessa capacità autodepurativa dei corsi d'acqua. Lo stesso può dirsi riguardo all'utilità di sperimentare la sistemazione di pietre in alveo per favorire la colonizzazione delle specie litofile.

Lo studio degli invertebrati del laghetto, ripetuto secondo lo schema di campionamento già utilizzato negli anni passati (3 siti x 3 repliche) ha rivelato una relativa omogeneità nelle tre aree prese in considerazione. La fauna a invertebrati non presenta particolarità nell'una o nell'altra area del laghetto, anche a causa delle limitate dimensioni dello specchio d'acqua che consentono da una parte un facile rimescolamento delle acque, dall'altra un'estrema facilità di spostamento per le popolazioni delle diverse specie. Le analisi chimiche hanno confermato questa omogeneità tra le tre stazioni, con valori delle variabili ambientali pressoché sovrapponibili tra il Sito A e il Sito C, e valori di concentrazione leggermente più bassi nel sito B all'uscita dell'emissario dal laghetto. Questo può senz'altro essere attribuito all'azione fitodepurante delle piante acquatiche presenti nel laghetto, che sottraggono nutrienti dall'acqua. Questo andamento non si registra nei valori

dell'ossigeno (che è comunque molto elevato per l'azione fotosintetica delle piante e delle alghe abbondanti nel laghetto) né per i valori di concentrazione di *E. coli*, elevati in tutte e tre le stazioni (soprattutto rispetto alla Marrana destra che alimenta il lago) anche per la presenza di una ricca fauna ornitica e la vicinanza con un pascolo per i bovini, causa di inquinamento diffuso delle acque.

Conclusioni

L'analisi degli ecosistemi legati ai fossi e al laghetto del Parco dell'Appia Antica svolta in parallelo con l'utilizzo dei due principali indicatori biologici previsti per il monitoraggio delle acque dolci ha permesso di raggiungere una valutazione complessiva molto dettagliata dello stato ecologico di questi biotopi, non ottenibile valutando solo una delle due componenti. Diatomee e macroinvertebrati, supportati dalle classiche analisi chimiche e chimico-fisiche, sono stati studiati nelle stesse stazioni sia nei fossi sia in tre siti del laghetto.

L'alterazione morfologica dei sistemi acquatici è così risultata essere il punto di criticità principale del Parco, a fronte di condizioni chimico-fisiche delle acque non eccessivamente compromesse in considerazione del particolare contesto in cui si trovano i fossi e il laghetto.

Da questa considerazione si comprende come interventi di riqualificazione e tutela dell'ambiente ripariale, soprattutto delle sponde dei fossi, e una più attenta gestione dei territori ad essi circostanti possano essere la risposta più efficace per il miglioramento delle condizioni degli ecosistemi acquatici del Parco regionale dell'Appia Antica.

In questo studio dei corpi idrici del parco della Appia Antica è stata ottenuta una prima caratterizzazione delle comunità diatomiche dei piccoli corsi d'acqua che scorrono in questa fetta di territorio romano, ancora verde ma circondato da zone completamente urbanizzate. Ciò pone ancora una volta il Parco Regionale dell'Appia Antica all'avanguardia in Italia nello studio e nella gestione degli ecosistemi acquatici. Tale lavoro inoltre rappresenta una fase di sperimentazione nella valutazione dello stato ecologico di questi corpi idrici del Parco attraverso questi bioindicatori, come previsto dalla Direttiva 2000/60/CE. Le diatomee ritrovate in questi corsi d'acqua danno ulteriori e utili indicazioni sulle condizioni chimiche e chimico fisiche delle acque, rilevando un maggior carico nutrienti, piuttosto che organico.

La collaborazione tecnico-scientifica tra il Parco Regionale dell'Appia Antica e l'Istituto Superiore di Sanità ha ormai raggiunto il decennio di attività. L'ecologia delle acque superficiali del Parco è stata studiata approfonditamente sia sotto l'aspetto chimico e chimico-fisico degli ecosistemi acquatici, sia sotto l'aspetto biologico delle comunità che popolano questi ecosistemi. Se lo studio delle diatomee ha avuto inizio quest'anno, l'analisi delle comunità di macroinvertebrati è sempre stata portata avanti senza soluzione di continuità in vari settori del Parco, focalizzando le ricerche laddove i dati mostravano situazioni di maggiore significatività a livello di Biodiversità e conservazione degli ambienti. Il quadro che emerge da uno sguardo d'insieme, è l'esistenza di una situazione di stabilità nei corsi d'acqua, con una lieve tendenza al peggioramento (mancato rinvenimento di alcuni taxa, sproporzionamento delle comunità verso i taxa più tolleranti). Questo

fenomeno, attribuibile alla crescente pressione dell'urbanizzazione sui corpi idrici superficiali dell'area romana, deve essere uno stimolo all'utilizzo di sempre crescenti risorse e impegno nella tutela e riqualificazione di questi ambienti, per non perdere una parte importante di quel ricco patrimonio naturalistico che il Parco dell'Appia Antica rappresenta per tutti gli abitanti di Roma e per quello che significa questa area protetta in ambito urbano per la conservazione della Biodiversità.

Bibliografia

APAT, 2008. Metodi Biologici per le acque. Parte I Protocollo di campionamento e analisi delle diatomee bentoniche dei corsi d'acqua. Disponibile su http://www.apat.gov.it/site/it-IT/APAT/Pubblicazioni/metodi_bio_acque.html (ultima accesso: 20 Settembre 2008).

APAT, 2008. Metodi Biologici per le acque. Parte I. Protocollo di campionamento dei macroinvertebrati bentonici dei corsi d'acqua guadabili. Disponibile su http://www.apat.gov.it/site/it-IT/APAT/Pubblicazioni/metodi_bio_acque.html (ultima accesso: 20 Settembre 2008).

APHA, AWWA, WPCF, 1998. Standard methods for the examination of water and waste-water , 20th ed., American Public Health Association, Washington D.C.

Bray J. R. & Curtis J. T., 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.* 27: 325-349.

Campaioli S., Ghetti P.F., Minelli A., Ruffo S., 1994. Manuale per il Riconoscimento dei Macroinvertebrati delle Acque Dolci Italiane. Vol. I e II. Provincia Autonoma di Trento, 484 pp.

Ciadamidaro S. e Mancini L. (Ed.). Stato ecologico del reticolo idrografico minore di Roma. Roma, Istituto Superiore di Sanità; 2006. (Rapporti ISTISAN 06/42).

Ciadamidaro S., Della Bella V., Marcheggiani S., Pace G., Puccinelli C., Piccari F., Guarino A., Rossi A., Paletti G., Somaschini A e L. Mancini, 2008. Diversità macrobentonica e indicatori d'impatto antropico nei corsi d'acqua di alcuni Parchi Naturali Regionali (Lazio). Poster presentato alla VIII Giornata Mondiale dell'Acqua - acque interne in Italia: uomo e natura. Accademia dei Lincei, Roma, 28 marzo 2008.

EN 13946, 2003. Water quality - Guidance standard for the routine sampling and pre-treatment of benthic diatoms from rivers.

EN 14407, 2004. Water quality - Guidance standard for the identification, enumeration and interpretation of benthic diatom samples from running waters.

Ghetti P.F., 1997. Manuale di applicazione: Indice Biotico Esteso (IBE). I macroinvertebrati nel controllo della qualità degli ambienti di acque correnti. Provincia Autonoma di Trento. Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente. 222 pp.

Hellawell J.M., 1986. Biological Indicators of Freshwater Pollution and environmental management. Elsevier Applied Science Publishers, New York. 546 pp.

Italia 1994. Decreto legislativo 19 settembre 1994, n.626. Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE e 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro.

Italia, 1999. Allegato I. In: Decreto legislativo 11 maggio 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. Sup . O. G.U. n. 124 del 29 maggio 1999 (n. 101/L)

Italia, 1999. Decreto legislativo 11 maggio 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. Sup . O. G.U. n. 124 del 29 maggio 1999 (n. 101/L).

La Vigna F., Taviani S., Mazza R. and G. Capelli, 2006. Hydrogeology of North-East of Rome: The Aniene River basin. 5th European Congress on Regional Geoscientific Cartography and Information Systems, Barcelona, España.

Krammer K. & Lange-Bertalot H., 1986. Bacillariophyceae 1. Teil: Naviculaceae. In: Ettl H, et al (Ed). Süßwasserflora von Mitteleuropa. 2/1: 876 pp.

Krammer K. & Lange-Bertalot H., 1988. Bacillariophyceae 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In: Ettl H., et al (Ed) Süßwasserflora von Mitteleuropa. 2/2: 596 pp.

Krammer K. & Lange-Bertalot H., 1991a. Bacillariophyceae 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In: Ettl H, et al (Ed) Süßwasserflora von Mitteleuropa. 2/3: 576 pp.

Krammer K. & Lange-Bertalot H., 1991b. Bacillariophyceae 4. Teil: Achnathaceae. Kritische Ergänzungen zu Navicula und Gomphonema. In: Ettl H, et al (Ed) Süßwasserflora von Mitteleuropa. 2/4: 437 pp.

Krammer K. & Lange-Bertalot H., 2000. Bacillariophyceae 5. Teil: English and french translation of the keys. In: Ettl H, et al (Ed) Süßwasserflora von Mitteleuropa. 2/5: 300 pp.

Prygiel J. & Coste M., 1999. Progress in the use of diatoms for monitoring rivers in France. In: Prygiel J., Whitton B.A. & Bukowska J. (Eds) Use of Algae for Monitoring Rivers III, pp. 165-179.

Mancini L., Formichetti P., D'Angelo A. M., Pierdominici E., Sorace A., Bottoni P. ; Iaconelli M., Ferrari C., Tancioni L., Rossi N., Rossi A., 2005. Freshwater quality in urban areas: a case study from Rome, Italy. *Microchemical Journal*, 79:177-183.

Mancini L, Ciadamidaro S, Fabiani S, Della Bella V, Pace G, Rossi A (ed.). Studio ecologico ed economico dei corsi d'acqua e delle aree umide del Parco dell'Appia Antica (Roma). Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2007. (Rapporti ISTISAN 07/9).

Kelly M.G. & Whitton B.A., 1995. The Trophic Diatom Index: a new index for monitoring eutrophication in rivers. *Journal of Applied Phycology* 7: 433-444.

ROTT, E. (ed.) (1999). Indikationslisten für Aufwuchsalgen in Österreichischen fließgewässern. Teil 2: Trophieindikation sowie geochemische Präferenz; taxonomische und toxikologische Anmerkungen, WWK, Bundesministerium für Land-und Forstwirtschaft, Wien.

Leiconte C., Coste M. & Prygiel J., 1993. "OMNIDIA": software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management. *Hydrobiologia* 269/270: 509-513.

Prygiel J. & Coste M., 2000. Guide metodologique pour la mise en oeuvre de l'Indice Biologique Diatomées Afnor – NF T 90-354.

Rosenberg M.D. & Resh H.R., 1992. Introduction to Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. In: Rosenberg M.D. e Resh H.R.(Eds), 1992. Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman & Hall, London and New York, pp.1-9.

Sansoni G., 1988. Atlante per il riconoscimento dei macroinvertebrati dei corsi d'acqua italiani. Provincia Autonoma di Trento, Stazione Sperimentale di Agraria Forestale, Servizio Protezione Ambiente. APR & B Editrice, 190 pp.

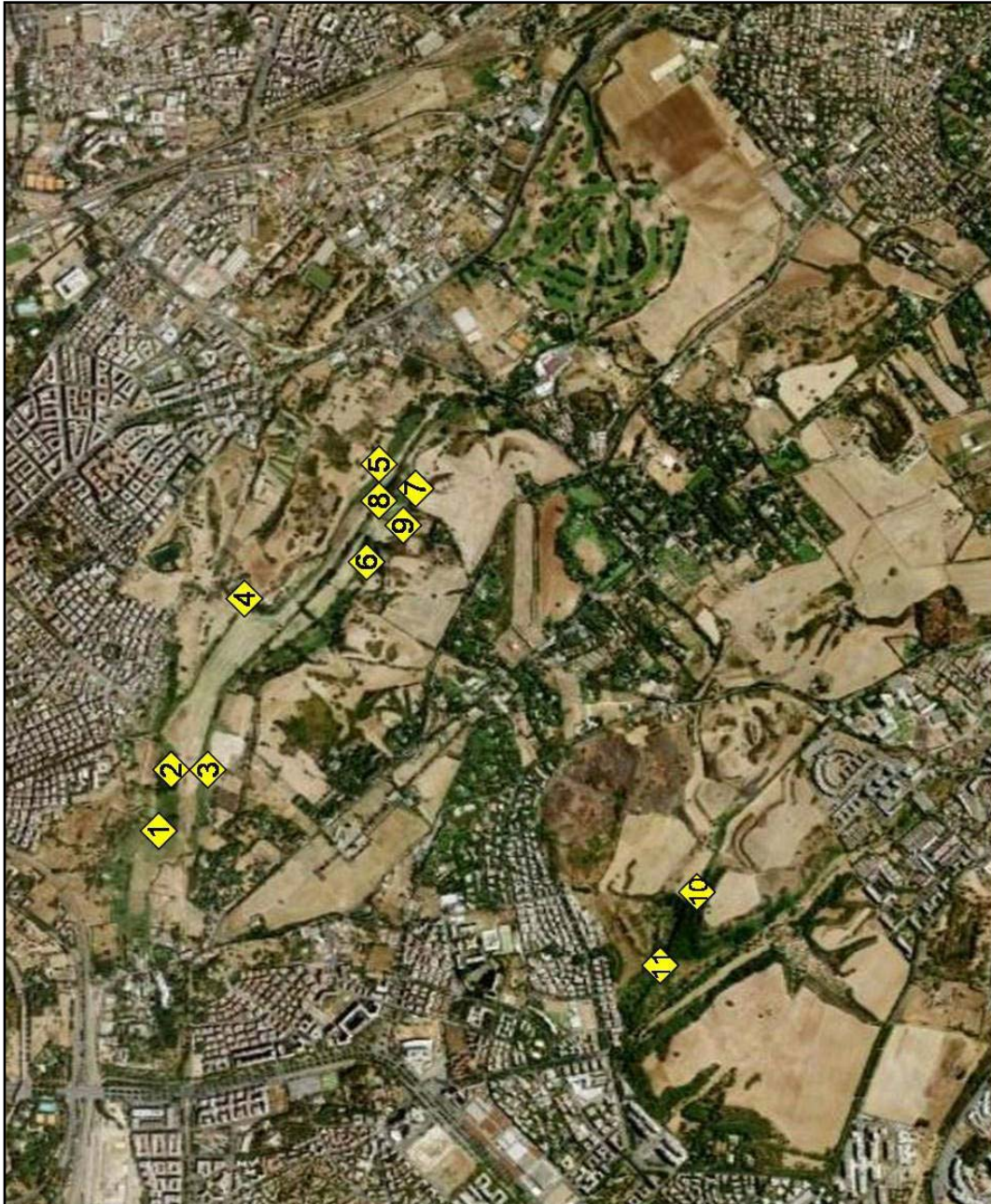
Tachet H., Bournard M., Richoux P., 1987. Introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces (systématique élémentaire et aperçu écologique). Université de Lyon, Biologie animale et écologie. Villeurbanne Cedex, France, 150 pp.

UNI EN 27828:1996 : Qualità dell'acqua – Guida al campionamento di macroinvertebrati bentonici mediante retino manuale.

UNI EN 28265:1995: Qualità dell'acqua – progettazione e utilizzo di campionatori quantitativi di macroinvertebrati bentonici su substrati rocciosi in acque dolci poco profonde;

Allegato 1

Mappa delle stazioni rappresentate nella Bentoteca



- 1) Marrana destra dopo lago
- 2) Marrana destra prima lago
- 3) Almone
- 4) Marrana destra media
- 5) Marrana destra sorgente
- 6) Marrana sinistra

- 7) Fossetto Ninfeo
- 8) Canaletto Naturale
- 9) Canaletto Artificiale
- 10) Tor Carbone st. 1
- 11) Tor Carbone st. 2

Allegato 2

Elenco dei campioni conservati nella Bentoteca

Nome stazione	Data campionamento	Classe	Ordine	Famiglia	Classificazione in latino
Canaletto artificiale	15/09/2004	Insetti	Ditteri	Chironomidi	Insecta Diptera Chironomidae
Canaletto artificiale	15/09/2004	Crostacei	Anfipodi	Gammaridi	Crustacea Amphipoda Gammaridae
Canaletto artificiale	15/09/2004	Insetti	Ditteri	Chironomidi	Insecta Diptera Chironomidae
Canaletto artificiale	15/09/2004	Crostacei	Anfipodi	Gammaridi	Crustacea Amphipoda Gammaridae
Canaletto artificiale	15/09/2004	Insetti	Ditteri	Chironomidi	Insecta Diptera Chironomidae
Canaletto artificiale	15/09/2004	Insetti	Ditteri	Chironomidi	Insecta Diptera Chironomidae
Canaletto artificiale	15/09/2004	Insetti	Ditteri	Chironomidi	Insecta Diptera Chironomidae
Canaletto artificiale	15/09/2004	Insetti	Ditteri	Chironomidi	Insecta Diptera Chironomidae
Canaletto artificiale	15/09/2004	Crostacei	Anfipodi	Gammaridi	Crustacea Amphipoda Gammaridae
Canaletto naturale	15/09/2004	Crostacei	Anfipodi	Gammaridi	Crustacea Amphipoda Gammaridae
Canaletto naturale	15/09/2004	Crostacei	Anfipodi	Gammaridi	Crustacea Amphipoda Gammaridae
Canaletto naturale	15/09/2004	Crostacei	Isopodi	Asellidi	Crustacea Isopoda Asellidae
Canaletto naturale	15/09/2004	Crostacei	Isopodi	Asellidi	Crustacea Isopoda Asellidae
Canaletto naturale	15/09/2004	Crostacei	Anfipodi	Gammaridi	Crustacea Amphipoda Gammaridae
Canaletto naturale	15/09/2004	Insetti	Ditteri	Chironomidi	Insecta Diptera Chironomidae
Canaletto naturale	15/09/2004	Crostacei	Anfipodi	Gammaridi	Crustacea Amphipoda Gammaridae
Canaletto naturale	15/09/2004	Crostacei	Anfipodi	Gammaridi	Crustacea Amphipoda Gammaridae
Canaletto naturale	15/09/2004	Insetti	Ditteri	Chironomidi	Insecta Diptera Chironomidae
Canaletto naturale	15/09/2004	Insetti	Ditteri	Chironomidi	Insecta Diptera Chironomidae
Fossetto Ninfeo	15/09/2004	Crostacei	Isopodi	Asellidi	Crustacea Isopoda Asellidae
Fossetto Ninfeo	15/09/2004	Crostacei	Anfipodi	Gammaridi	Crustacea Amphipoda Gammaridae

Fossetto Ninfeo	15/09/2004	Crostacei	Anfipodi	Gammaridi	Crustacea Amphipoda Gammaridae
Marrana destra dopo lago	15/09/2004	Insetti	Efemerotteri	Betidi	Insecta Ephemeroptera Baetidae
Marrana destra medio corso	15/09/2004	Insetti	Coleotteri	Elodidi	Insecta Coleoptera Helodidae (Scirtidae)
Marrana destra medio corso	15/09/2004	Irudinei		Erpobdellidi	Hirudinea Erpobdellidae <i>Dina lineata</i>
Marrana destra medio corso	15/09/2004	Insetti	Efemerotteri	Betidi	Insecta Ephemeroptera Baetidae
Marrana destra medio corso	15/09/2004	Irudinei		Erpobdellidi	Hirudinea Erpobdellidae <i>Dina lineata</i>
Marrana destra medio corso	15/09/2004	Insetti	Coleotteri	Elodidi	Insecta Coleoptera Helodidae (Scirtidae)
Marrana destra prima lago	15/09/2004	Irudinei		Erpobdellidi	Hirudinea Erpobdellidae <i>Dina lineata</i>
Marrana destra sorgente	15/09/2004	Insetti	Ditteri	Chironomidi	Insecta Diptera Chironomidae
Marrana destra sorgente	15/09/2004	Insetti	Ditteri	Tipulidi	Insecta Diptera Tipulidae
Marrana destra sorgente	15/09/2004	Crostacei	Anfipodi	Gammaridi	Crustacea Amphipoda Gammaridae
Marrana destra sorgente	15/09/2004	Insetti	Ditteri	Straziomidi	Insecta Diptera Stratiomyidae
Marrana sinistra	15/09/2004	Insetti	Ditteri	Straziomidi	Insecta Diptera Stratiomyidae
Marrana sinistra	15/09/2004	Insetti	Ditteri	Straziomidi	Insecta Diptera Stratiomyidae
Marrana sinistra	15/09/2004	Insetti	Ditteri	Ceratopogonidi	Insecta Diptera Ceratopogoniidae
Marrana sinistra	15/09/2004	Insetti	Ditteri	Straziomidi	Insecta Diptera Stratiomyidae
Marrana sinistra	15/09/2004	Insetti	Ditteri	Straziomidi	Insecta Diptera Stratiomyidae
Canaletto naturale	17/03/2005	Crostacei	Isopodi	Asellidi	Crustacea Isopoda Asellidae
Canaletto naturale	17/03/2005	Crostacei	Anfipodi	Gammaridi	Crustacea Amphipoda Gammaridae
Canaletto naturale	17/03/2005	Irudinei		Erpobdellidi	Hirudinea Erpobdellidae <i>Dina lineata</i>
Canaletto naturale	17/03/2005	Crostacei	Anfipodi,	Gammaridi	Crustacea Amphipoda Gammaridae
Canaletto naturale	17/03/2005	Crostacei	Isopodi	Asellidi	Crustacea Isopoda Asellidae
Fossetto Ninfeo	17/03/2005	Irudinei		Erpobdellidi	Hirudinea Erpobdellidae <i>Dina lineata</i>
Fossetto Ninfeo	17/03/2005	Crostacei	Anfipodi	Gammaridi	Crustacea Amphipoda Gammaridae
Fossetto Ninfeo	17/03/2005	Crostacei	Anfipodi	Gammaridi	Crustacea Amphipoda Gammaridae
Fossetto Ninfeo	17/03/2005	Crostacei	Anfipodi	Gammaridi	Crustacea Amphipoda Gammaridae

Fossetto Ninfeo	17/03/2005	Crostacei	Anfipodi	Gammaridi	Crustacea Amphipoda Gammaridae
Fossetto Ninfeo	17/03/2005	Crostacei	Isopodi	Asellidi	Crustacea Isopoda Asellidae
Fossetto Ninfeo	17/03/2005	Insetti	Ditteri	Chironomidi	Insecta Diptera Chironomidae
Fossetto Ninfeo	17/03/2005	Gasteropodi		Fisidi	Gastropoda Pulmonata Physidae
Fossetto Ninfeo	17/03/2005	Irudinei		Erpobdellidi	Hirudinea Erpobdellidae <i>Dina</i>
Fossetto Ninfeo	17/03/2005	Insetti	Coleotteri	Elodidi	Insecta Coleoptera Helodidae (Scirtidae)
Marrana destra medio corso	17/03/2005	Insetti	Coleotteri	Elodidi	Insecta Coleoptera Helodidae (Scirtidae)
Marrana destra medio corso	17/03/2005	Insetti	Efemerotteri	Cenidi	Insecta Ephemeroptera Caenidae
Marrana destra prima lago	17/03/2005	Irudinei		Erpobdellidi	Hirudinea Erpobdellidae <i>Dina lineata</i>
Marrana destra sorgente	17/03/2005	Crostacei	Isopodi	Asellidi	Crustacea Isopoda Asellidae
Marrana destra sorgente	17/03/2005	Insetti	Eterotteri	Nepidi	Insecta Heteroptera Nepidae
Marrana destra sorgente	17/03/2005	Insetti	Coleotteri	Elodidi	Insecta Coleoptera Helodidae (Scirtidae)
Marrana sinistra	17/03/2005	Insetti	Coleotteri	Elodidi	Insecta Coleoptera Helodidae (Scirtidae)
Marrana sinistra	17/03/2005	Insetti	Tricotteri	Sericostomatidi	Insecta Trichoptera Sericostomatidae
Tor carbone	17/03/2005	Insetti	Ditteri	Ptycopteridi	Insecta Diptera Ptycopteridae
Tor carbone	17/03/2005	Insetti	Ditteri	Tipulidi	Insecta Diptera Tipulidae
Tor carbone	17/03/2005	Insetti	Odonati	Cordulegasteridi	Insecta Odonata Cordulegasteridae
Tor carbone	17/03/2005	Insetti	Ditteri	Ptycopteridi	Insecta Diptera Ptycopteridae
Tor carbone	17/03/2005	Insetti	Odonati	Libellulidi	Insecta Odonata Libellulidae
Fossetto Ninfeo	19/04/2006	Crostacei	Anfipodi	Gammaridi	Crustacea Amphipoda Gammaridae
Marrana destra	19/04/2006	Insetti	Coleotteri	Elmintidi	Insecta Coleoptera Elmidae
Tor Carbone st.1	19/04/2006	Crostacei	Isopodi	Asellidi	Crustacea Isopoda Asellidae
Tor Carbone st.1	19/04/2006	Insetti	Coleotteri	Elodidi	Insecta Coleoptera Helodidae (Scirtidae)
Tor Carbone st.2	19/04/2006	Irudinei		Erpobdellidi	Hirudinea Erpobdellidae <i>Dina lineata</i>
Tor Carbone st.2	19/04/2006	Insetti	Ditteri	Dixidi	Insecta Diptera Dixidae
Tor Carbone st.2	19/04/2006	Irudinei		Erpobdellidi	Hirudinea Erpobdellidae <i>Dina lineata</i>
Tor Carbone st.2	19/04/2006	Insetti	Ditteri	Tabanidae	Insecta Diptera Tabanidae
Tor Carbone st.2	19/04/2006	Crostacei	Anfipodi	Gammaridi	Crustacea Amphipoda Gammaridae
Almone	19/04/2006	Insetti	Ditteri	Chironomidi	Insecta Diptera Chironomidae

Almone	19/04/2006	Gasteropodi		Bitinidi	Gastropoda Prosobranca Bythinidae
Almone	19/04/2006	Crostacei	Isopodi	Asellidi	Crustacea Isopoda Asellidae
Canaletto naturale	19/04/2006	Oligocheti		Tubificidi	Anellida Oligochaeta Tubificidae
Canaletto naturale	19/04/2006	Crostacei	Anfipodi	Gammaridi	Crustacea Amphipoda Gammaridae
Canaletto naturale	19/04/2006	Insetti	Ditteri	Ceratopogonidi	Insecta Diptera Ceratopogoniidae
Canaletto naturale	19/04/2006	Insetti	Ditteri	Ptycopteridi	Insecta Diptera Ptycopteridae
Canaletto naturale	19/04/2006	Insetti	Efemerotteri	Betidi	Insecta Ephemeroptera Baetidae
Canaletto naturale	19/04/2006	Insetti	Efemerotteri	Cenidi	Insecta Ephemeroptera Caenidae
Marrana destra dopo lago	19/04/2006	Gasteropodi		Limneidi	Gastropoda Pulmonata Lymnaeidae
Marrana destra dopo lago	19/04/2006	Insetti	Ditteri	Chironomidi	Insecta Diptera Chironomidae
Marrana destra dopo lago	19/04/2006	Irudinei		Erpobdellidi	Hirudinea Erpobdellidae <i>Dina</i>
Marrana destra prima lago	19/04/2006	Gasteropodi		Bitinidi	Gastropoda Prosobranca Bythinidae
Marrana destra prima lago	19/04/2006	Insetti	Efemerotteri	Cenidi	Insecta Ephemeroptera Caenidae
Marrana destra prima lago	19/04/2006	Crostacei	Anfipodi	Gammaridi	Crustacea Amphipoda Gammaridae
Marrana destra prima lago	19/04/2006	Insetti	Odonati	Libellulidi	Insecta Odonata Libellulidae
Marrana destra prima lago	19/04/2006	Oligocheti		Tubificidi	Anellida Oligochaeta Tubificidae
Marrana destra prima lago	19/04/2006	Crostacei	Anfipodi	Gammaridi	Crustacea Amphipoda Gammaridae
Marrana destra prima lago	19/04/2006	Insetti	Ditteri	Chironomidi	Insecta Diptera Chironomidae
Marrana destra sorgente	19/04/2006	Crostacei	Anfipodi	Gammaridi	Crustacea Amphipoda Gammaridae
Marrana destra sorgente	19/04/2006	Gasteropodi		Limneidi	Gastropoda Pulmonata Lymnaeidae
Marrana destra sorgente	19/04/2006	Insetti	Coleotteri	Elodidi	Insecta Coleoptera Helodidae (Scirtidae)
Marrana destra sorgente	19/04/2006	Insetti	Coleotteri	Nepidi	Insecta Heteroptera Nepidae
Marrana destra sorgente	19/04/2006	Crostacei	Isopodi	Asellidi	Crustacea Isopoda Asellidae
Marrana destra sorgente	19/04/2006	Insetti	Ditteri	Chironomidi	Insecta Diptera Chironomidae
Fossetto Ninfeo	11/05/2006	Crostacei	Anfipodi	Gammaridi	Crustacea Amphipoda Gammaridae

Canaletto naturale	11/05/2006	Insetti	Coleotteri	Elodidi	Insecta Coleoptera Helodidae (Scirtidae)
Canaletto naturale	11/05/2006	Oligocheti		Lumbricidi	Anellida Oligochaeta Lumbricidae
Canaletto naturale	11/05/2006	Insetti	Ditteri	Limoniidi	Insecta Diptera Limoniidae
Canaletto naturale	11/05/2006	Insetti	Tricotteri	Sericostomatidi	Insecta Trichoptera Sericostomatidae
Canaletto naturale	11/05/2006	Insetti	Ditteri	Ptycopteridi	Insecta Diptera Ptycopteridae
Canaletto artificiale	11/05/2006	Insetti	Odonati	Calopterigidi	Insecta Odonata Calopterigidae
Canaletto artificiale	11/05/2006	Oligocheti		Tubificidi	Anellida Oligochaeta Tubificidae
Canaletto artificiale	11/05/2006	Insetti	Coleotteri	Idrofilidi	Insecta Coleoptera Hydrophilidae
Canaletto artificiale	11/05/2006	Insetti	Efemerotteri	Cenidi	Insecta Ephemeroptera Caenidae
Canaletto artificiale	11/05/2006	Crostacei	Anfipodi	Gammaridi	Crustacea Amphipoda Gammaridae
Canaletto artificiale	11/05/2006	Irudinei		Erpobdellidi	Hirudinea Erpobdellidae <i>Dina</i>
Canaletto artificiale	11/05/2006	Insetti	Coleotteri	Elmintidi	Insecta Coleoptera Elmidae
Canaletto artificiale	11/05/2006	Insetti	Coleotteri	Eloforidi	Insecta Coleoptera Helophoridae
Fossetto Ninfeo	11/05/2006	Insetti	Tricotteri	Psicomidi	Insecta Trichoptera Psychomidae
Fossetto Ninfeo	11/05/2006	Gasteropodi		Fisidi	Gastropoda Pulmonata Physidae
Fossetto Ninfeo	11/05/2006	Insetti	Ditteri	Chironomidi	Insecta Diptera Chironomidae
Fossetto Ninfeo	11/05/2006	Crostacei	Isopodi	Asellidi	Crustacea Isopoda Asellidae
Fossetto Ninfeo	11/05/2006	Insetti	Coleotteri	Elodidi	Insecta Coleoptera Helodidae (Scirtidae)
Fossetto Ninfeo	11/05/2006	Insetti	Efemerotteri	Betidi	Insecta Ephemeroptera Baetidae
Marrana destra sorgente	20/11/2006	Insetti	Ditteri	Ptycopteridi	Insecta Diptera Ptycopteridae
Marrana destra sorgente	20/11/2006	Insetti	Tricotteri	Sericostomatidi	Insecta Trichoptera Sericostomatidae
Marrana destra sorgente	20/11/2006	Insetti	Ditteri	Chironomidi	Insecta Diptera Chironomidae
Marrana destra sorgente	20/11/2006	Insetti	Odonati	Calopterigidi	Insecta Odonata Calopterigidae
Marrana sinistra	20/11/2006	Insetti	Coleotteri	Elodidi	Insecta Coleoptera Helodidae (Scirtidae)
Marrana sinistra	20/11/2006	Insetti	Ditteri	Chironomidi	Insecta Diptera Chironomidae
Marrana sinistra	20/11/2006	Insetti	Ditteri	Ptycopteridi	Insecta Diptera Ptycopteridae
Marrana sinistra	20/11/2006	Crostacei	Isopodi	Asellidi	Crustacea Isopoda Asellidae
Marrana sinistra	20/11/2006	Insetti	Ditteri	Ceratopogonidi	Insecta Diptera Ceratopogoniidae
Marrana destra media	20/11/2006	Insetti	Ditteri	Limoniidi	Insecta Diptera Limoniidae
Marrana destra media	20/11/2006	Oligocheti		Tubificidi	Anellida Oligochaeta Tubificidae

Marrana destra media	20/11/2006	Irudinei		Erpobdellidi	Hirudinea Erpobdellidae <i>Dina</i>
Marrana destra medio corso	20/11/2006	Oligocheti		Tubificidi	Anellida Oligochaeta Tubificidae
Marrana destra medio corso	20/11/2006	Irudinei		Erpobdellidi	Hirudinea Erpobdellidae <i>Dina</i>
Marrana destra medio corso	20/11/2006	Insetti	Ditteri	Chironomidi	Insecta Diptera Chironomidae
Marrana destra medio corso	20/11/2006	Insetti	Coleotteri	Nepidi	Insecta Heteroptera Nepidae
Marrana destra medio corso	20/11/2006	Insetti	Ditteri	Ceratopogonidi	Insecta Diptera Ceratopogoniidae
Marrana destra medio corso	20/11/2006	Gasteropodi		Limneidi	Gastropoda Pulmonata Lymnaeidae
Marrana destra medio corso	20/11/2006	Crostacei	Isopodi	Asellidi	Crustacea Isopoda Asellidae
Marrana destra medio corso	20/11/2006	Insetti	Ditteri	Chironomidi	Insecta Diptera Chironomidae
Marrana destra medio corso	20/11/2006	Insetti	Efemerotteri	Cenidi	Insecta Ephemeroptera Caenidae
Marrana destra medio corso	20/11/2006	Insetti	Coleotteri	Corixidi	Insecta Diptera Corixidae
Marrana destra medio corso	20/11/2006	Insetti	Ditteri	Chironomidi	Insecta Diptera Chironomidae
Tor carbone1	20/11/2006	Insetti	Odonati	Coenagrionidi	Insecta Odonata Coenagrionidae
Tor carbone1	20/11/2006	Insetti	Ditteri	Ceratopogonidi	Insecta Diptera Ceratopogoniidae
Tor carbone1	20/11/2006	Bivalvi	Eulamellibranchi	Pisidiidi	Bivalva Eulamellibranchia Pisididae
Tor carbone1	20/11/2006	Gasteropodi		Bitinidi	Gastropoda Prosobranchia Bythinidae
Tor carbone1	20/11/2006	Insetti	Efemerotteri	Cenidi	Insecta Ephemeroptera Caenidae
Tor carbone1	20/11/2006	Insetti	Ditteri	Chironomidi	Insecta Diptera Chironomidae
Canaletto Naturale	20/11/2006	Bivalvi	Eulamellibranchi	Pisidiidi	Bivalva Eulamellibranchia Pisididae
Canaletto Naturale	20/11/2006	Insetti	Tricotteri	Limnefilidi	Insecta Trichoptera Limnephilidae
Canaletto Naturale	20/11/2006	Crostacei	Isopodi	Asellidi	Crustacea Isopoda Asellidae
Canaletto Naturale	20/11/2006	Gasteropodi		Bitinidi	Gastropoda Prosobranchia Bythinidae
Canaletto Naturale	20/11/2006	Insetti	Coleotteri	Elmintidi	Insecta Coleoptera Elmidae
Canaletto Naturale	20/11/2006	Gasteropodi		Bitinidi	Gastropoda Prosobranchia Bythinidae
Canaletto Naturale	20/11/2006	Insetti	Ditteri	Limoniidi	Insecta Diptera Limoniidae
Marrana destra dopo lago	20/11/2006	Insetti	Tricotteri	Sericostomatidi	Insecta Trichoptera Sericostomatidae
Marrana destra dopo lago	20/11/2006	Insetti	Ditteri	Ptycopteridi	Insecta Diptera Ptycopteridae

Marrana destra dopo lago	20/11/2006	Insetti	Ditteri	Ceratopogonidi	Insecta Diptera Ceratopogoniidae
Marrana destra dopo lago	20/11/2006	Insetti	Ditteri	Chironomidi	Insecta Diptera Chironomidae
Marrana destra dopo lago	20/11/2006	Bivalvi	Eulamellibranchi	Pisidiidi	Bivalva Eulamellibranchia Pisididae