

**ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ**

**Studio ecologico ed economico  
dei corsi d'acqua e delle aree umide  
del Parco Regionale dell'Appia Antica (Roma)**

A cura di

Laura Mancini (a), Simone Ciadamidaro (a),  
Stefano Fabiani (a), Valentina Della Bella (a),  
Giorgio Pace (a) e Alma Rossi (b)

*(a) Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria,  
Istituto Superiore di Sanità, Roma*

*(b) Parco Naturale Regionale dell'Appia Antica, Roma*

ISSN 1123-3117

**Rapporti ISTISAN**

**07/9**

Istituto Superiore di Sanità

**Studio ecologico ed economico dei corsi d'acqua e delle aree umide del Parco dell'Appia Antica (Roma).**

A cura di Laura Mancini, Simone Ciadamidaro, Stefano Fabiani, Valentina Della Bella, Giorgio Pace e Alma Rossi  
2007, ii, 74 p. Rapporti ISTISAN 07/9

Ecologia ed economia, nonostante la comune origine etimologica, non sempre condividono interessi e scopi comuni. Eppure solo un approccio sinergico di queste discipline ai problemi dell'ambiente può portare, a lungo termine, al raggiungimento di una gestione virtuosa degli ecosistemi. Ciò vale tanto più per gli ambienti naturali in ambito urbano, soggetti più di altri alle dinamiche dei cicli di produzione e sfruttamento innescate dalle attività umane. Gli ambienti acquatici del Parco Regionale dell'Appia Antica, a Roma, sono stati analizzati sotto questa duplice prospettiva. I piccoli corsi d'acqua e le aree umide, fondamentali serbatoi di biodiversità, diventano, alla luce delle indicazioni della WFD 2000/60/CE, importanti come punto di partenza nella progettazione di interventi di risanamento dei "corpi idrici significativi". Allo stesso tempo lo studio economico delle risorse idriche del parco può permettere una più oggettiva valutazione del valore di un bene che, ritenuto in passato inesauribile, viene ora riscoperto fragile e bisognoso di oculata gestione.

*Parole chiave:* WFD 2000/60/CE, Corsi idrici minori, Aree umide, Valore risorse idriche, Analisi economica

Istituto Superiore di Sanità

**Ecological and economic study of streams and wetlands of the Regional Park of "Appia Antica" (Rome).**

Edited by Laura Mancini, Simone Ciadamidaro, Stefano Fabiani, Valentina Della Bella, Giorgio Pace and Alma Rossi  
2007, ii, 74 p. Rapporti ISTISAN 07/9 (in Italian)

Ecology and economics, although the common etymological origin of their names, rarely share common interests and targets. Still, the collaboration of the two disciplines is necessary to achieve a good management of the ecosystem in the long-term. This is even truer for the natural environment in urban areas, afflicted more than other to the dynamics of human activities and productive cycles. The aquatic habitats of the Regional Park of "Appia Antica" in Rome have been studied under this perspective. Following the instructions of the WFD 2000/60/EC, the small streams and the wetlands, fundamental reservoir of biodiversity, become important in the planning of restoration actions of "significant water bodies". At the same time, the economic study of the waters of the park can enable a more objective assessment of the worth of a resource that, considered inexhaustible in the past, has been rediscovered fragile and being in need of shrewd management.

*Key words:* WFD 2000/60/EC, Streams, Wetlands, Water resources, Economic analysis

Per informazioni su questo documento scrivere a: [laura.mancini@iss.it](mailto:laura.mancini@iss.it)

Autori del presente rapporto

*Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria (Istituto Superiore di Sanità),*

Simone Ciadamidaro, Maria Elena Beltrami, Elisabetta Cara, Anna Maria D'Angelo, Valentina Della Bella,  
Stefano Fabiani, Stefania Marcheggiani, Giorgio Pace, Elio Pierdominici, Laura Mancini

*Parco Naturale Regionale dell'Appia Antica*

Alma Rossi, Fabrizio Piccari

*Regione Toscana*

Riccardo Grifoni

Il rapporto è accessibile online dal sito di questo Istituto: [www.iss.it](http://www.iss.it).

Citare questo documento come segue:

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).

---

Presidente dell'Istituto Superiore di Sanità e Direttore responsabile: *Enrico Garaci*  
Registro della Stampa - Tribunale di Roma n. 131/88 del 1° marzo 1988

Redazione: *Paola De Castro, Sara Modigliani e Sandra Salinetti*  
La responsabilità dei dati scientifici e tecnici è dei singoli autori.

© Istituto Superiore di Sanità 2007

# INDICE

Introduzione.....	1
-------------------	---

## Parte A

### STUDIO ECOLOGICO DEL PARCO DELL'APPIA ANTICA

<b>Area di studio</b> .....	5
Vegetazione.....	5
Idrografia.....	5
Fossi .....	5
Laghetto della Caffarella .....	7
<b>Materiali e metodi</b> .....	8
Stazioni di campionamento .....	8
Analisi chimiche .....	8
Analisi microbiologiche.....	9
Analisi biologiche .....	10
Comunità ittica .....	10
Comunità macrobentonica nei fossi.....	10
Comunità macrobentonica nel Laghetto.....	12
<b>Risultati</b> .....	13
Dati chimici e microbiologici dei fossi .....	13
Dati chimici e microbiologici nel Laghetto.....	15
Dati biologici.....	18
Comunità bentonica nei fossi .....	18
Comunità a macroinvertebrati nel Laghetto .....	20
<b>Considerazioni conclusive</b> .....	23

## Parte B

### STUDIO ECONOMICO DEL PARCO DELL'APPIA ANTICA

<b>Cenni di economia ambientale</b> .....	27
Analisi economica degli usi delle acque .....	28
Step 1: caratterizzazione economica del bacino .....	30
Step 2: identificazione dei corpi idrici che richiedono misure specifiche .....	31
Step 3: valutazione dei costi e dell'efficacia dei programmi di misure .....	32
<b>Caratteristiche generali del Parco</b> .....	34
I vincoli .....	34
Dati amministrativi.....	34
Dati fisiografici .....	34
Usi dell'acqua .....	35
Pressione antropica sul bacino idrografico del Fosso Almone.....	36
Copertura del suolo e destinazione d'uso del territorio .....	37
Settore civile.....	38
Settore industriale.....	39
Settore agricolo.....	41

<b>Aspetti economici del Parco</b> .....	43
Costi dei servizi idrici .....	43
Struttura dei costi del Servizio Idrico Integrato .....	44
Costi ambientali e costi della risorsa .....	50
Ipotesi metodologiche per la caratterizzazione economica di Bacino.....	52
Valore economico dei beni ambientali .....	53
Valore economico dell'acqua nel settore civile .....	58
Valore economico dell'acqua nel settore irriguo .....	60
Valore economico dell'acqua nel settore industriale .....	62
 <b>Conclusioni</b> .....	 62
 <b>Bibliografia</b> .....	 64
 <b>Appendice</b>	
Liste faunistiche rilevate nei fossi e nel Laghetto del Parco .....	67

## INTRODUZIONE

La conservazione delle zone umide è una problematica ambientale che attualmente ha assunto una rilevanza internazionale. Nello scorso secolo, secondo una stima dell'IUCN (*International Union for the Conservation of Nature*, 1998) circa il 50% delle zone umide a livello mondiale è stato già distrutto dall'uomo e si valuta che questa perdita continuerà a procedere a velocità allarmante.

Questo fenomeno riguarda in special modo le zone incluse all'interno delle aree urbane dove, in conseguenza dello sviluppo edilizio e viario, pochissimo spazio viene lasciato agli originari ambienti, tanto meno a quelli acquatici, associati spesso a condizioni igieniche pericolose e da bonificare. Il caso della città di Roma non fa eccezione. Il territorio urbano, un tempo acquitrinoso, soprattutto intorno al Tevere e nei fondovalle tra i colli sui quali sorsero i primi nuclei abitativi, è a tutt'oggi attraversato da numerosi fossi, localmente detti "Marrane", che costituiscono il naturale sistema di drenaggio dell'area capitolina. Durante il corso degli anni, in coincidenza con lo sviluppo urbanistico, si è verificata la progressiva scomparsa degli ambienti acquatici superficiali, correnti o stagnanti, nell'area cittadina. Molti di essi sono stati bonificati o coperti poiché considerati ambienti malsani e utili solo per il collettamento di scarichi civili (D'Arca Simonetti *et al.*, 1976), perdendo le funzioni svolte presso gli abitanti di Roma nei secoli passati (approvvigionamento d'acqua per usi domestici, acqua per l'irrigazione, persino balneazione fino alla metà del secolo XX). Nella maggior parte dei quartieri della città il reticolo idrografico è stato completamente sconvolto dalle opere umane e più in generale dall'urbanizzazione.

In tale contesto il Parco Regionale dell'Appia Antica, cuneo verde superstite tra le consolari Appia Antica, Appia Nuova e Tuscolana, si presenta in una posizione privilegiata, in quanto strettamente integrato con il reticolo urbano della città di Roma ma al contempo collegamento naturalistico tra il centro della città e le aree rurali circostanti (Parco dei Castelli Romani), oggi tutelato da ulteriori espansioni edilizie. Gli ambienti acquatici del Parco dell'Appia Antica comprendono il Fosso Almone e i suoi piccoli affluenti, alcune aree umide temporanee e un piccolo lago artificiale di recente costituzione. Nonostante la protezione offerta dal Parco Regionale, questi ambienti sono ancora minacciati sia da pressioni esterne all'area protetta, legate alla immediata vicinanza della città, sia da impatti provenienti dall'interno, come coltivazioni, pascolo, insediamenti abusivi.

Il progetto "Caratterizzazione delle aree umide del Parco Regionale dell'Appia Antica (Caffarella, Tor Marancia) e analisi economica degli usi e delle risorse idriche nel Parco Regionale dell'Appia Antica", frutto di una collaborazione tra il Parco Regionale dell'Appia Antica e l'Istituto Superiore di Sanità tra il luglio 2004 e il dicembre 2005, ha comportato lo studio a livello biologico, naturalistico, ed economico dei corpi idrici più significativi del parco, con lo scopo di individuare i principali elementi di valore degli ambienti acquatici dell'area protetta e le relative fonti di disturbo, anche nell'ottica dell'individuazione di linee di gestione e conservazione.

Le due parti che compongono il rapporto riportano: la prima lo studio degli aspetti ecologici del Parco; la seconda l'analisi economica. Tale divisione è motivata da necessità di chiarezza, ma non vuole ridurre l'importanza di una visione generale dell'argomento. .



**PARTE A**  
**Studio ecologico**  
**del Parco dell'Appia Antica**





## AREA DI STUDIO

Il territorio del Parco Regionale dell'Appia Antica si estende per circa 3.500 ha, e comprende la via Appia Antica e le sue adiacenze per un tratto di 16 km, la valle della Caffarella per 200 ha, l'area archeologica della via Latina e l'area archeologica degli acquedotti per circa 200 ha. Inoltre è attualmente in corso l'acquisizione pubblica di 132 ha nel comprensorio della Caffarella e di circa 100 a ridosso della via Ardeatina.

Il perimetro del Parco è delimitato a nord dalla cinta delle Mura Aureliane di Roma, a ovest dalla via Ardeatina e dalla ferrovia Roma-Napoli, a est dalla via Tuscolana e dalla via Appia Nuova fino a Frattocchie, mentre a sud tocca l'abitato di S. Maria delle Mole e il Fosso delle Cornacchiole ai margini dell'area archeologica delle Telline.

La struttura idrogeologica è assolutamente omogenea e rispecchia fedelmente la struttura idrografica dei Castelli Romani, presentando una serie di corpi idrici di dimensioni e portata abbastanza limitate, oltre ad una discreta quantità di pozzi e manifestazioni sorgentizie di tipo spontaneo.

## Vegetazione

La morfologia della valle della Caffarella è tipica di una valle alluvionale, costituita da tufo con versanti più o meno scoscesi e un fondo piatto formato dal materiale trasportato dalle acque della marrana della Caffarella (Fosso Almone). Un'agricoltura e una pastorizia controllata e i diversi vincoli che insistono sul territorio, hanno favorito la permanenza di ambienti residuali di grande interesse:

- zone umide, costituite da falde e numerose sorgenti, che mantenendo un elevato grado di umidità, hanno consentito il proliferare di una vegetazione spontanea idrofila caratterizzata da alberi di pioppo nero e salice comune, canneto a cannuccia di palude, prati allagati e grandi alberi di farnia;
- prati naturali, pascoli, utilizzati parzialmente da greggi di ovini;
- cespuglieti;
- boschi di querce, cerri, lecci;
- un bosco sacro, con tre lecci secolari.

Il tutto per un totale di 569 entità floristiche raccolte, appartenenti a 86 famiglie e 330 generi. Tuttavia l'inquinamento delle acque e l'abbassamento delle falde, unita alla perdita di suolo fertile, alle discariche abusive, mettono in pericolo la persistenza di questi ambienti che sono stati proposti come Siti di Importanza Regionale in base alla direttiva Habitat 92/43/CEE.

## Idrografia

### Fossi

Il Fosso Almone, o Marrana della Caffarella, rappresenta l'asta terminale di un complesso sistema di corsi d'acqua, che ha subito nel tempo il totale stravolgimento del proprio assetto idrografico, e che è oggi costituito da un susseguirsi di tratti chiamati Fosso Patatona, Fosso di

Morena, Fosso dell'Acqua Mariana, Fosso dello Statuario e Marrana della Caffarella (Almone) (Figura 1).

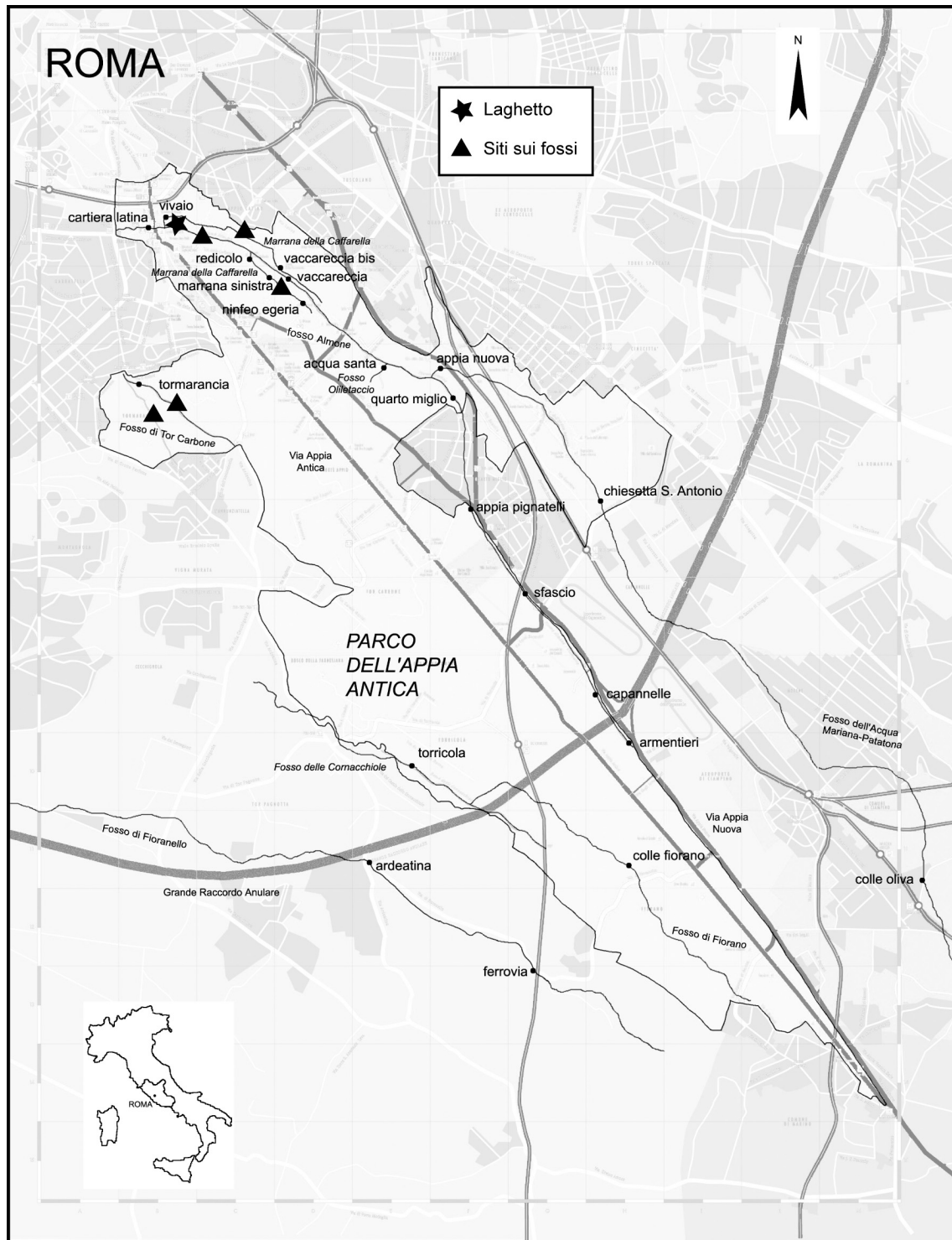


Figura 1. Mappa del Parco dell'Appia Antica

L'urbanizzazione del tratto terminale ha portato in tempi più recenti alla copertura di lunghi tratti del fiume e il progressivo arretramento dell'immissione nel Tevere, sino all'attuale condizione che vede il bacino imbrifero estremamente antropizzato e anche ampliato rispetto all'estensione originale. Esso si sviluppa dalle propaggini settentrionali dell'apparato vulcanico Albano (pendici nord occidentali di Monte Cavo) sino all'area della ex Cartiera Latina, sede del Parco Regionale dell'Appia Antica; qui a causa della forte contaminazione delle acque prodotta dagli scarichi civili, il Fosso Almone viene immesso nel collettore fognario collegato all'impianto di depurazione di Roma Sud.

Con una superficie di circa 40 km<sup>2</sup>, il bacino ha una forma fortemente allungata in direzione nord ovest – sud est, con uno sviluppo in lunghezza di 22 km e con una larghezza massima di circa 4 km. In esso ricadono i sobborghi meridionali di Roma, Quadraro e Cinecittà, le borgate Capannelle e Morena, gli abitati di Ciampino, Marino e parzialmente di Rocca di Papa.

I corsi d'acqua oggetto di questo studio sono il Fosso Almone, due suoi affluenti (la Marrana destra e la Marrana sinistra) e il Fosso di Tor Carbone, che scorre nella tenuta di Tor Marancia.

Dal punto di vista qualitativo, i reticoli idrografici sono caratterizzati in modo fortemente negativo dall'insufficienza e dallo stato critico del sistema fognario e depurativo, così come da una situazione di marcato degrado legata a microdiscariche di rifiuti solidi lungo le rive, occupazione di alveo con abitazioni e strutture abusive di varia natura, cementificazioni, tombamenti e derivazioni incontrollate. Da questo degrado generalizzato si distinguono solo in parte le acque del Fosso di Tor Carbone, che pur avendo una qualità migliore rispetto agli altri fossi, vengono comunque deviate verso il depuratore di Roma sud.

### **Laghetto della Caffarella**

Il Laghetto è sito alla destra idrografica del Fosso Almone, in località Caffarella, ed è stato realizzato nell'estate del 2004 nell'area precedentemente occupata da uno stagno temporaneo, deviando le acque della Marrana destra tramite un canale di entrata e uno di uscita.

## MATERIALI E METODI

### Stazioni di campionamento

I campionamenti sono stati effettuati, per quanto riguarda il Fosso Almone, la Marrana destra e la Marrana sinistra, in corrispondenza della Vaccareccia, all'interno dell'area della Caffarella.

Il territorio circostante è caratterizzato da campi coltivati, tranne che per la destra idrografica della Marrana destra in cui vi si trovano allevamenti di ovini e casali abitati.

La stazione situata sul Fosso Almone è caratterizzata da una stretta fascia di circa 1-2 m di vegetazione arbustiva non riparia con associazioni di canneto a tratti, con frequenti interruzioni. Sono evidenti segni di erosione, che mettono in evidenza le radici degli alberi, assenza di vegetazione in alveo, estesa anaerobiosi sul fondo e discreta presenza di periphyton. Non esistono strutture di ritenzione degli apporti trofici e il detrito organico si presenta polposo.

La vegetazione perifluviale della Marrana destra è rappresentata da formazioni arboree e arbustive riparie (*Salix nigra*, *Phragmites australis*, *Arundo donax*) mentre lungo le rive della Marrana sinistra è presente una stretta fascia di vegetazione non ripariale. La sezione delle marrane è naturale con qualche intervento artificiale per il consolidamento delle sponde; gli alvei, larghi circa 2,5 m, sono costituiti principalmente da sabbia e limo ricoperti solo in parte di macrofite acquatiche, periphyton discreto.

Per quanto riguarda il Fosso di Tor Carbone sono state scelte due stazioni, Tor Carbone 1 e Tor Carbone 2, a distanza di 200 metri lungo il tratto di fosso ancora superficiale. Entrambe le stazioni risultano essere le più integre nel Parco da un punto di vista naturalistico e, cosa notevole per un corso d'acqua inserito in un contesto urbanizzato, è presente una vegetazione perifluviale ampia anche 30 m senza interruzioni e con vegetazione arborea e arbustiva ripariale e non, che ne consolida le rive. L'erosione, infatti, non è rilevante, la sezione dell'alveo è naturale e non presenta anaerobiosi o periphyton rilevabile ad occhio.

Per quanto riguarda il Laghetto, per valutare l'effetto della distanza dal punto di immissione dell'acqua della Marrana (ramo destro) sono stati scelti due siti dove l'acqua è più corrente, in due aree situate rispettivamente nei pressi del punto di immissione e di emissione della Marrana (denominati di seguito come sito A e B).

Per evidenziare eventuali differenze nella colonizzazione della zona più lenticale del bacino è stato scelto un terzo sito di campionamento (denominato sito C) in quest'area situata alla sinistra dell'emissione dell'acqua della Marrana ad una distanza di circa 20 m. La vegetazione circostante il Laghetto è prevalentemente erbacea, con radi arbusti e alcuni alberi di pioppo nero (*Populus nigra*).

Le campagne di campionamento sono state svolte, per quanto riguarda i fossi, nell'estate e nell'autunno del 2004 e nell'inverno e nella primavera del 2005, per avere una visione stagionale della situazione dei corsi d'acqua.

Per il Laghetto le date di campionamento, per quanto più possibile coincidenti con quelli dei fossi, sono state stabilite nell'ottica dello studio dell'evoluzione per successione ecologica di questo biotopo costituito artificialmente solo nel 2004.

## Analisi chimiche

Sono state effettuate sia analisi chimico-fisiche *in situ*, sia analisi chimiche in laboratorio:

– *Analisi chimico-fisiche in situ*

Sono state effettuate sul campo misurazioni di pH, conducibilità, temperatura e ossigeno disciolto utilizzando sonde portatili della ditta WTW.

– *Analisi chimiche di laboratorio*

Il prelievo dell'acqua è stato effettuato con flaconi in vetro da 1000 mL dotati di chiusura ermetica con tappo a vite preventivamente lavate, e avvinate poi con l'acqua di superficie di ciascuna stazione. Il trasporto in laboratorio è stato effettuato in contenitori frigoriferi dotati di panetti refrigeranti sufficienti a mantenere la temperatura di circa 5-6°C. In laboratorio sono state conservate in frigorifero ad una temperatura di 4°C. Le analisi sono state effettuate di norma entro pochi giorni dalla data del campionamento. Le determinazioni effettuate sono di tipo colorimetrico ed è stato utilizzato uno spettrofotometro (UV visibile). Esse hanno riguardato la misurazione di concentrazione dei seguenti parametri:

- 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.

## 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 (DL.vo 152/1999).

I campioni di acqua per le analisi microbiologiche sono stati prelevati in bottiglie sterili (250 mL), riposti in frigoriferi portatili a 4°C e trasportati in laboratorio. Le analisi sono state effettuate entro le 24 ore successive. La tecnica di semina utilizzata è stata quella delle membrane filtranti (APHA, 1998) che permette il conteggio diretto delle colonie. Ogni campione è stato opportunamente diluito ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ) e sono state filtrate aliquote di 10 mL di acqua, sia del tal quale sia di ciascuna diluizione.

Per la filtrazione sono state utilizzate membrane costituite da dischi di esteri di cellulosa con pori aventi diametro di 0,45 µm. Le membrane vengono successivamente poste in capsule Petri contenenti terreno di coltura agarizzato TBX (Tryptone, Bile salts, agar, X-Glu), Oxoid, preparato seguendo le istruzioni della ditta produttrice.

Le capsule sono poi state incubate in una stufa termostata a  $43 \pm 1$  °C per 24 h per permettere lo sviluppo di colonie batteriche sulla superficie della membrana.

I risultati ottenuti dalla conta delle colonie sviluppatesi sono stati riportati a 100 mL ed espressi come Unità Formanti Colonia (UFC).

## Analisi biologiche

### Comunità ittica

L'indagine sull'ittiofauna è stata svolta eseguendo pescate sperimentali, con un elettrostorditore "spallabile" da 3,5 kW, in tre siti di campionamento (Marrana destra, Marrana sinistra e asta principale Fosso Almone). Soltanto nella Marrana destra, come nei campionamenti del 1998-1999, è stata rilevata la presenza di fauna ittica. Tutti gli esemplari catturati, subito dopo il riconoscimento tassonomico e i rilievi biometrici, sono stati rilasciati nello stesso sito di prelievo.

### Comunità macrobentonica nei fossi

Il campionamento della comunità macrobentonica nei fossi è stato effettuato lungo un transetto obliquo che interessasse l'intera larghezza del corso d'acqua. Sono stati indagati i diversi microhabitat presenti: raschi con maggior velocità di flusso e turbolenza, pozze caratterizzate da sedimenti fini e basse velocità di flusso; tratti vicini alle sponde e con maggior presenza di vegetazione.

La raccolta dei macroinvertebrati bentonici è stata condotta seguendo la metodologia standard (UNI EN 27828, 1996), riportata in Ghetti (1997). Il campionamento è stato effettuato usando un retino immanicato di dimensioni standard (25 × 40 cm e 20 maglie per centimetro). Il retino veniva posizionato sul fondo dell'alveo con l'apertura rivolta contro corrente, affinché vi si raccogliesse il materiale smosso dal fondo con i piedi. Ove possibile si aveva cura di pulire con le mani i ciottoli presenti al fine di raccogliere più accuratamente possibili organismi ad essi aderenti.

Il materiale raccolto è stato riversato in una bacinella a fondo bianco, e i macroinvertebrati raccolti con delle pinzette entomologiche. Dopo un primo riconoscimento sul campo, gli organismi sono stati conservati in provette con etanolo al 95%, il restante materiale era posto in sacchetti di polietilene, fissato in alcol etilico e portato in laboratorio per un più accurato smistamento e per l'identificazione tassonomica. Gli organismi sono stati riconosciuti al livello tassonomico di genere o famiglia, così come richiesto per applicare l'IBE (Indice Biotico Esteso) (Ghetti, 1997) (Tabella 1).

**Tabella 1. Livello di determinazione di riconoscimento tassonomico**

<b>Gruppi faunistici</b>	<b>Livelli di determinazione tassonomica</b>
Plecoptera	<i>Genere</i>
Tricoptera	Famiglia
Ephemeroptera	<i>Genere</i>
Coleoptera	Famiglia
Odonata	<i>Genere</i>
Diptera	Famiglia
Hemiptera	Famiglia
Crustacea	Famiglia
Mollusca	Famiglia
Turbellaria	<i>Genere</i>
Hirudinea	<i>Genere</i>
Oligochaeta	Famiglia
Megaloptera	Ordine
Planipennia	Ordine
Nematomorpha	Classe
Nemertea	<i>Phylum</i>

Il riconoscimento è stato effettuato utilizzando uno stereoscopio e con l'ausilio di guide per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci (Campaioli *et al.*, 1994; Sansoni, 1988; Tachet *et al.*, 1987).

Gli organismi sono stati conservati in provette con etanolo 95%, opportunamente etichettate e datate e suddivisi in base al *taxon* di appartenenza. Per ogni stazione campionata è stata compilata una scheda in cui sono state riportate le caratteristiche del sito, la lista faunistica e il relativo valore dell'IBE calcolato, con la classe di qualità ad esso attribuita. Per calcolare i valori dell'indice il metodo prevede una tabella a doppia entrata (Tabella 2) (Ghetti, 1997), costruita considerando il numero delle Unità Sistematiche (US) campionate e un ordine di *taxa* con sensibilità decrescente all'inquinamento.

**Tabella 2. Tabella per il calcolo del valore IBE**

Gruppi faunistici che determinano l'ingresso orizzontale in tabella (primo ingresso)	Numero totale delle US costituenti la comunità (secondo ingresso)								
	0-1	2-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	≥36
<b>Plecotteri (<i>Leuctra</i>)<sup>o</sup></b>									
>1 US	–	–	8	9	10	11	12	13*	14*
1 US	–	–	7	8	9	10	11	12	13*
<b>Efemerotteri (esclusi <i>Baetidae</i> e <i>Caenidae</i>)<sup>oo</sup></b>									
>1 US	–	–	7	8	9	10	11	12	–
1 US	–	–	6	7	8	9	10	11	–
<b>Tricotteri</b>									
>1 US	–	5	6	7	8	9	10	11	–
1 US	–	4	5	6	7	8	9	10	–
<b>Gammaridi, Atiidi e Palemonidi</b>									
tutte US sopra assenti	–	4	5	6	7	8	9	10	–
<b>Asellidi</b>									
tutte US sopra assenti	–	3	4	5	6	7	8	9	–
<b>Oligocheti o Chironomidi</b>									
tutte US sopra assenti	1	2	3	4	5	–	–	–	–
<b>Tutti i <i>taxa</i> precedenti assenti</b>									
possono essere presenti	–	–	–	–	–	–	–	–	–
organismi a respirazione aerea	–	–	–	–	–	–	–	–	–

<sup>o</sup> Nelle comunità in cui il genere *Leuctra* è presente come unico *taxon* di Plecotteri e sono contemporaneamente assenti gli Efemerotteri tranne *Baetidae* e *Caenidae*, esso deve essere considerato al livello dei Tricotteri al fine dell'entrata orizzontale in tabella;

<sup>oo</sup> Nelle comunità in cui sono assenti i Plecotteri (tranne eventualmente *Leuctra*) e fra gli Efemerotteri sono presenti solo *Baetidae* e *Caenidae*, l'ingresso orizzontale in tabella avviene al livello dei Tricotteri;

– indica un giudizio dubbio per errore di campionamento, per presenza di organismi da drift erroneamente considerati nel computo, per ambiente non colonizzato adeguatamente, per tipologie non valutabili con l'indice (es. sorgenti, acque di scioglimento di nevai, acque ferme, zone deltizie, zone salmastre, ecc.);

\* indica valori dell'indice raggiunti raramente nelle acque correnti italiane. Si tratta in genere di ambienti ad elevata diversità, ma occorre evitare la somma di biotipologie diverse che porterebbe ad un incremento artificioso della ricchezza in *taxa*.

Il valore dell'indice può essere tradotto in Classi di Qualità (CQ) (Tabella 3) che vanno da I (acque non inquinate) a V (acque fortemente inquinate) (Ghetti, 1997). Poiché l'indice assume valori discreti, sono previste classi di qualità intermedie, per meglio tradurre il dato biologico in

valore numerico. Le diverse classi possono essere rappresentate cartograficamente mediante colori o tratteggi stabiliti convenzionalmente e riportate in mappe di qualità biologica.

**Tabella 3. Conversione dei valori dell'IBE in classi di qualità**

Valore IBE	Definizione	Classe	Colore di riferimento
≥10	Ambiente non inquinato o non alterato in modo sensibile	I	blu
8-9	Ambiente con moderati sintomi di inquinamento o alterazione	II	verde
6-7	Ambiente inquinato	III	giallo
4-5	Ambiente molto inquinato	IV	arancione
0-1-2-3	Ambiente fortemente inquinato	V	rosso

### Comunità macrobentonica nel Laghetto

Per monitorare la colonizzazione da parte dei macroinvertebrati della nuova zona umida realizzata nella Valle della Caffarella, collegata al reticolo idrografico del Fosso Almone, sono iniziati a luglio 2004 prelievi stagionali degli organismi con una rete a mano standard (apertura maglie 0,5 mm) ognuno su un volume standard di circa 30 dm<sup>3</sup>, campionando sia nella colonna d'acqua che sulla superficie di fondo. Questo metodo permette di campionare le comunità a macroinvertebrati di zone umide in modo efficiente e preciso in quanto permette di catturare un maggior numero di specie, comprese le forme attive nuotatrici (es. Emitteri, Coleotteri adulti, Efemerotteri) che quelle meno mobili (Oligocheti, Gasteropodi) rispetto ad altri campionatori bentonici o planctonici. La vegetazione acquatica rappresenta in questi biotopi il mesohabitat che generalmente ospita la ricchezza tassonomica più elevata (Della Bella *et al.*, 2005), i prelievi sono stati quindi effettuati nelle aree in cui sono presenti piante acquatiche.



## RISULTATI

### Dati chimici e microbiologici dei fossi

Nella Tabella 4 vengono riportati i risultati delle analisi chimiche effettuate nelle diverse stazioni di campionamento nei fossi studiati.

**Tabella 4. Valori dei principali parametri chimici nelle diverse stazioni e stagioni**

Stagione	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> mg/L	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/L	pH	Conducibilità μS/s	OD* mg/L	Temp °C
<b>Estate 2004</b>						
Marrana dx	0,78	19,87	7,74	958	5,57	19,1
Almone	2,99	6,58	6,79	988	1,47	21,6
Marrana sx	1,07	13,08	6,46	912	4,75	20,2
Tor Carbone 1*	0,87	23	-	-	-	-
Tor Carbone 2*	0,91	22,65	-	-	-	-
<b>Inverno 2005</b>						
Marrana dx	1,09	26,40	7,0	808	4,05	16,6
Almone	3,89	14,10	-	-	-	-
Marrana sx	0,87	21,96	6,7	730	5,10	16,6
Tor Carbone 1*	1,03	>20,00	7,3	772	6,30	13,3
Tor Carbone 2*	1,03	23,50	7,1	803	5,30	14,9
<b>Primavera 2005</b>						
Marrana dx	0,75	20,9	7,5	775	6,01	16,5
Almone	5,19	15,8	6,95	920	3,0	17,6
Marrana sx	0,91	21,31	6,80	735	5,60	17,0
Tor Carbone 1*	0,64	23,3	6,81	754	-	-
Tor Carbone 2*	0,90	23,7	7,8	793	-	-
<b>Autunno 2005</b>						
Marrana dx	0,68	30	7,15	975	-	16,7
Almone	2,38	18,37	6,73	990	-	17,2
Marrana sx	0,85	21,52	6,84	881	-	20
Tor Carbone 1*	0,86	30	7,36	1028	-	17,5
Tor Carbone 2*	0,90	25	7,00	980	-	17,5

\* ossigeno disciolto

Vengono, inoltre, riportati in grafico gli andamenti dei nutrienti misurati nei fossi (Figura 2 e 3).

Si può notare come i fosfati si mantengano elevati e a concentrazioni costanti durante tutte le stagioni, mentre i nitrati presentino un andamento crescente nel periodo invernale. Tale andamento può essere imputato alla concimazione dei campi circostanti i corsi d'acqua, che, se attuata con lo spargimento di letame, è responsabile di un significativo aumento dell'apporto di nitrati nelle acque.

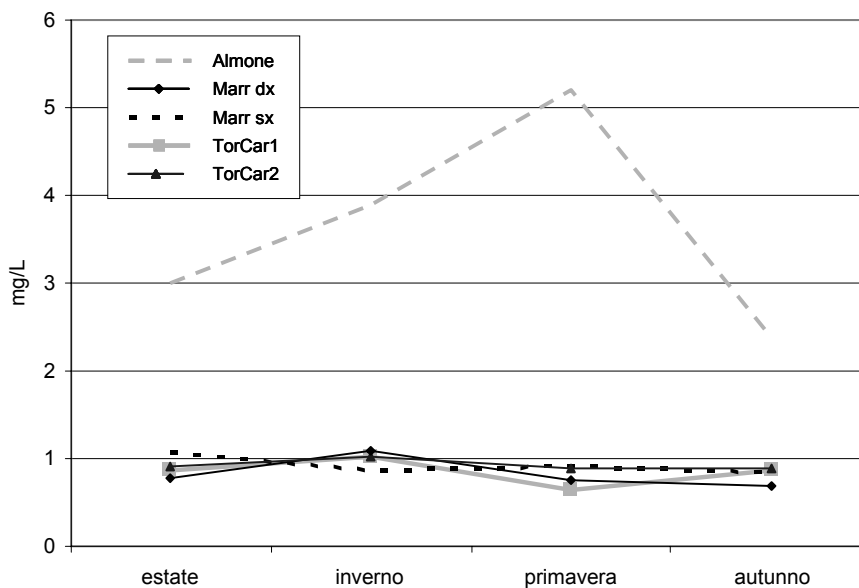


Figura 2. Andamento dei fosfati nelle diverse stagioni

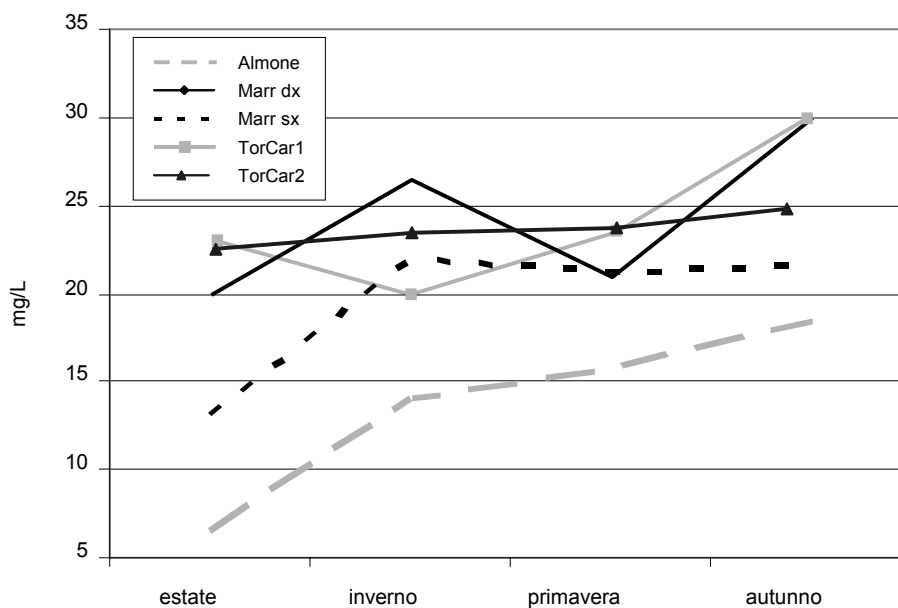


Figura 3. Andamento dei nitrati nelle diverse stagioni

La Tabella 5 mostra i valori di contaminazione da *E.coli* delle acque di tutti i fossi studiati. L'analisi microbiologica delle acque dei fossi ha mostrato valori di concentrazione mediamente bassi, con l'esclusione del Fosso Almone, dove si rinvennero 1740 UFC/100 mL. Nel dettaglio

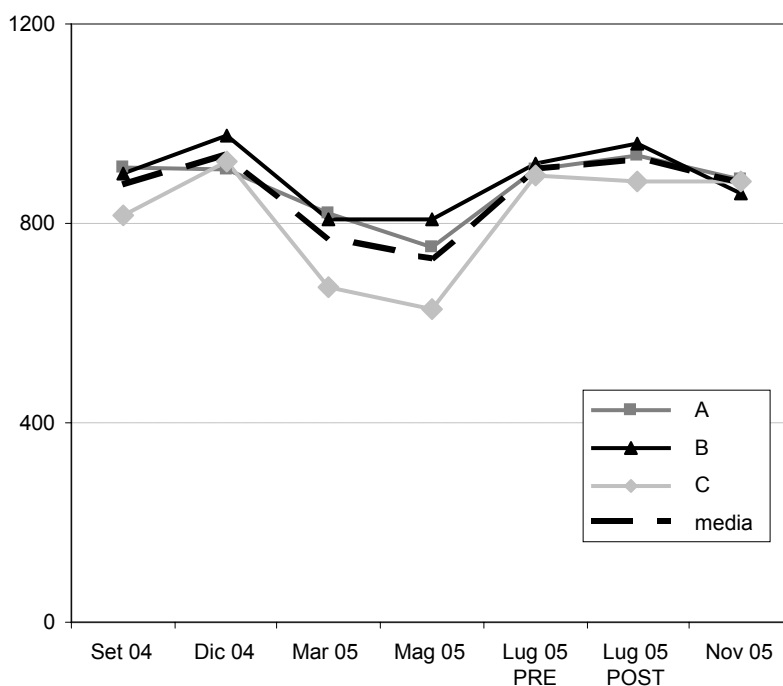
il 17 marzo del 2005 sono state rilevate 30 UFC/100 mL nella Marrana destra, 10 UFC/100 mL nelle due stazioni del Fosso di Tor Carbone, e nessuna nella Marrana sinistra.

## Dati chimici e microbiologici nel Laghetto

Per quanto riguarda le analisi svolte nel Laghetto, la conducibilità (Tabella 5 e Figura 4) è risultato il parametro più stabile durante l'anno, come anche il pH che dopo un aumento a valori piuttosto basici a dicembre 2004 si è stabilizzato ad un valore intorno a 8 (Tabella 6 e Figura 5).

**Tabella 5. Valori di conducibilità ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) nei tre siti all'interno del Laghetto e nelle diverse date di monitoraggio**

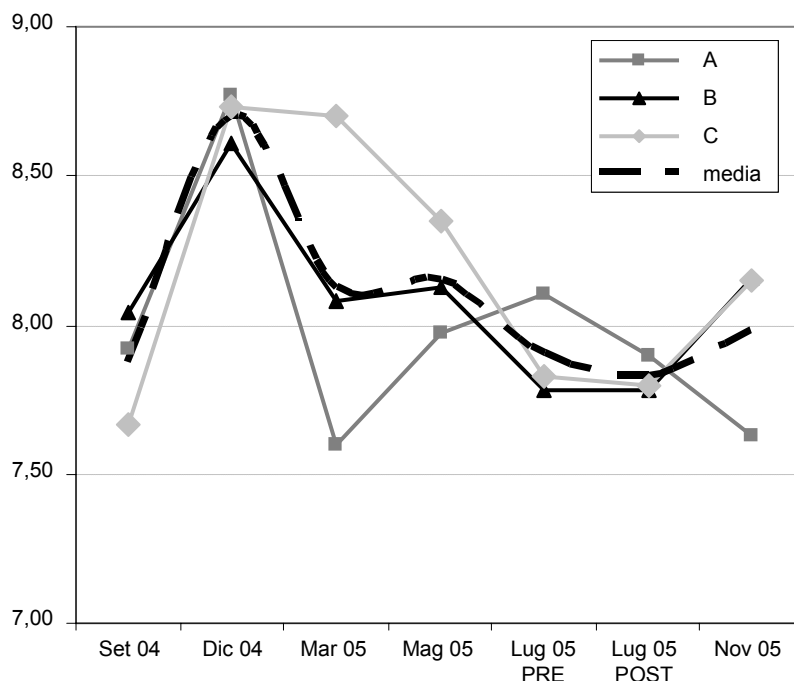
Sito	Set 2004	Dic 2004	Mar 2005	Mag 2005	Luglio 2005		Nov 2005
					PRE	POST	
A	914	910	820	751	909	938	888
B	901	975	810	810	920	960	861
C	818	925	673	628	897	886	886
Media	877	936	767	729	908	928	878



**Figura 4. Andamento della conducibilità dell'acqua nei tre siti di monitoraggio durante il periodo di studio**

**Tabella 6. Valori di pH nei tre siti all'interno del Laghetto e nelle diverse date di monitoraggio**

Sito	Set 2004	Dic 2004	Mar 2005	Mag 2005	Luglio 2005		Nov 2005
					PRE	POST	
A	7,92	8,77	7,60	7,97	8,10	7,90	7,63
B	8,04	8,61	8,08	8,13	7,78	7,78	8,16
C	7,67	8,73	8,70	8,35	7,83	7,80	8,15
Media	7,87	8,70	8,12	8,15	7,90	7,82	7,98



**Figura 5. Andamento della pH dell'acqua nei tre siti di monitoraggio durante il periodo di studio**

I fosfati hanno invece presentato un picco relativo alla data di marzo (probabilmente per lo straripamento dell'Almone e immissione di acqua carica di fosfati in corrispondenza del sito A di monitoraggio), e successivamente, dopo l'ultimo intervento di asportazione dell'alga (indicato nei grafici con luglio 05 POST) il valore medio è tornato di nuovo alto, mentre mostrava una tendenza centrale a scendere prima dell'intervento (Tabella 7 e Figura 6).

**Tabella 7. Valori dei fosfati (mg/L) nei tre siti all'interno del Laghetto e nelle diverse date di monitoraggio**

Sito	Set 2004	Dic 2004	Mar 2005	Mag 2005	Luglio 2005		Nov 2005
					PRE	POST	
A	0,29	0,15	0,87	0,11	0,37	0,07	0,24
B	0,35	0,21	0,31	0,41	0,42	0,42	0,58
C	0,06	0,06	0,04	0,36	0,42	0,16	0,50
Media	0,23	0,14	0,40	0,29	0,40	0,21	0,44

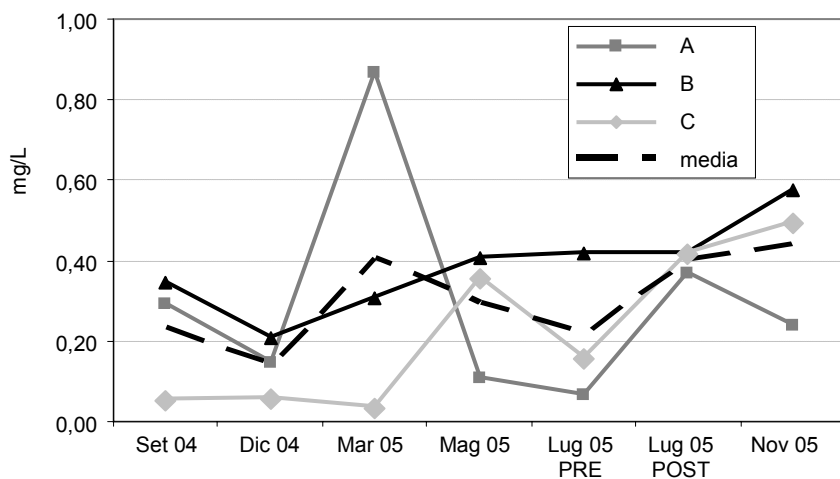


Figura 6. Andamento dei fosfati nei tre siti di monitoraggio durante il periodo di studio

I nitrati hanno mostrato durante tutto l'anno valori molto elevati, ma dopo l'intervento hanno raggiunto dei valori più bassi rispetto alle altre date per poi assumere a novembre valori di nuovo alti (Tabella 8 e Figura 7).

Tabella 8. Valori dei nitrati (mg/L) nei tre siti all'interno del Laghetto e nelle diverse date di monitoraggio

Sito	Set 2004	Dic 2004	Mar 2005	Mag 2005	Luglio 2005		Nov 2005
					PRE	POST	
A	19,21	24,5	21,2	20,97	13,35	24,26	21,64
B	24,2	26,8	21,01	24,04	19,38	20,64	23,43
C	21,19	20,8	18,1	11,42	8,72	21,09	21,01
Media	21,53	24,03	20,10	18,81	13,81	21,99	22,02

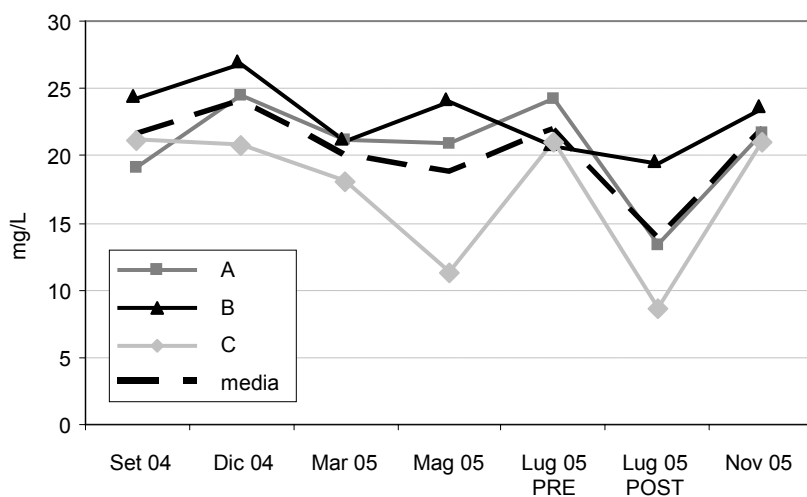
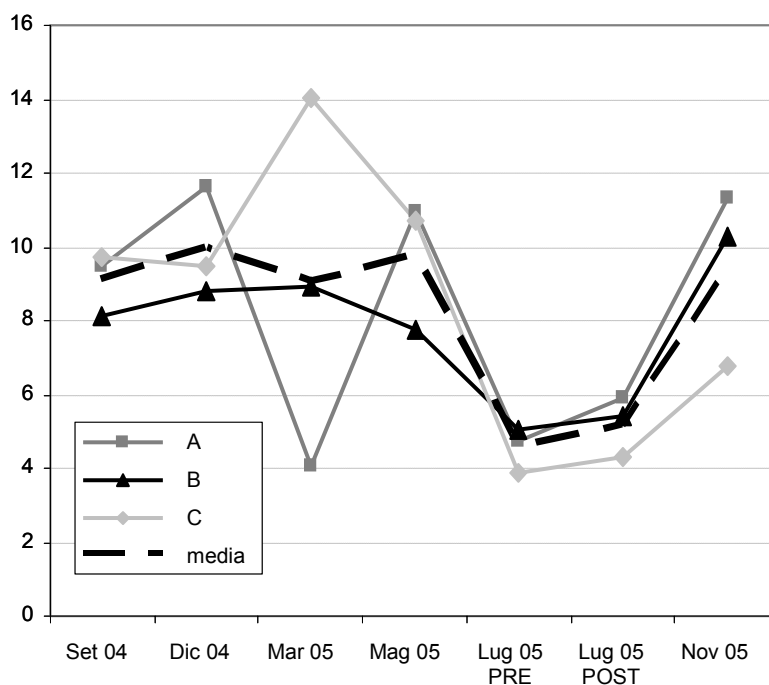


Figura 7. Andamento dei nitrati nell'acqua nei tre siti di monitoraggio durante il periodo di studio

L'ossigeno nel mese di luglio ha raggiunto i livelli più bassi dell'anno di monitoraggio, fatta eccezione del valore del sito A di marzo (probabilmente causato in questo caso dallo straripamento dell'Almone). Nel mese di novembre i valori di ossigeno sono tornati a valori più alti (Tabella 9 e Figura 8).

**Tabella 9. Valori dell'ossigeno (mg/L) disciolto nei tre siti all'interno del Laghetto e nelle diverse date di monitoraggio**

Sito	Set 2004	Dic 2004	Mar 2005	Mag 2005	Luglio 2005		Nov 2005
					PRE	POST	
A	9,50	11,65	4,05	10,93	5,9	4,75	11,3
B	8,15	8,82	8,95	7,78	5,4	5,05	10,3
C	9,70	9,50	14,06	10,70	4,3	3,85	6,8
Media	9,11	9,99	9,02	9,80	5,2	4,55	9,4



**Figura 8. Andamento dell'ossigeno disciolto nell'acqua nei tre siti di monitoraggio durante il periodo di studio**

## Dati biologici

### Comunità bentonica nei fossi

Vengono di seguito riportati i risultati dell'applicazione dell'IBE (Tabella 10) per i campionamenti effettuati nelle tre campagne di indagine, mentre in Appendice vengono riportate le liste faunistiche complete.

**Tabella 10. Valore di US, IBE e relative classi di qualità nelle varie stazioni**

Stazione	Parametro	Estate 2004	Inverno 2005	Primavera 2005	Autunno 2005
Almone	US	2	2	2	4
	IBE	2	2	2	2
	CQ	V	V	V	V
Marrana dx	US	7	5	4	12
	IBE	5	4-5	4	7
	CQ	IV	IV	IV-V	III
Marrana sx	US	5	5	4	6
	IBE	4	4	4	5-4
	CQ	IV	IV	IV	IV
Tor Carbone 1	US	8	10	6	8
	IBE	6	5-6	5	5
	CQ	III	III-IV	IV	IV
Tor Carbone 2	US	4	10	4	9
	IBE	4	5-6	4	5
	CQ	IV	III-IV	IV	IV

Come sondaggio a carattere preliminare, la matrice specie/siti, ricavata dai dati faunistico (Appendice), è stata sottoposta ad una procedura statistica di ordinamento, utilizzando l'Analisi delle Componenti Principali (*Principal Component Analysis*, PCA).

Il risultato ha mostrato una buona correlazione (Tabella 11) tra l'ordinamento delle stazioni e il valore dell'IBE evidenziando in particolare la netta distinzione del Fosso di Tor Carbone dagli altri fossi, grazie alle migliori condizioni della sua comunità di macroinvertebrati

**Tabella 11. Coefficienti di correlazione ( $\rho$  di Pearson) tra le componenti della PCA e gli indici rilevati nell'area di studio**

$\rho$	PC1	PC2	PC3	IBE	US
PC1	0				
PC2	7,30E-06	0			
PC3	5,19E-06	5,61E-06	0		
IBE	0,283875	<b>0,632612</b>	<b>0,672602</b>	0	
US	0,314779	0,592845	0,554033	<b>0,895827</b>	0

Il reticolo idrografico del Parco dell'Appia antica è stato oggetto negli anni 1998-1999 e 2000-2001 di uno studio condotto dall'Istituto Superiore di Sanità per valutare lo stato ecologico dello stesso (Formichetti *et al.*, 2003).

In Tabella 12 vengono riassunti i risultati IBE ottenuti nelle tre campagne di studio (1998-1999; 2000-2001; 2004-2005).

**Tabella 12. Confronto dei valori di US, IBE e CQ nelle tre campagne di studio svolte nel Parco dell'Appia Antica**

Stazione parametro	Campagna 1998-99				Campagna 2000-2001				Campagna 2004-2005			
	est	aut	inv	prim	est	aut	inv	prim	est	aut	inv	prim
<b>Almone</b>												
US	5	3	4	5	5	5	3	5	2	2	2	4
IBE	4	2	4	4	2-3	4-5	2	2-3	2	2	2	2
CQ	IV	V	IV	IV	V	IV	V	V	V	V	V	V
<b>Marr dx</b>												
US	16	17	18	18	10	3	10	4	7	5	4	12
IBE	8	9	8	8	5-6	4	5-6	4	5	4-5	4	7
CQ	II	II	II	II	IV-III	IV	IV-III	IV	IV	IV	IV-V	III
<b>Marr sx</b>												
US	7	14	15	12	9	6	8	4	5	5	4	6
IBE	5	7	7	7	4	5-4	5	4	4	4	4	5-4
CQ	IV	III	III	III	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
<b>Tor Carbone</b>												
US	-	-	-	-	9	9	10	9	8	10	6	9
IBE	-	-	-	-	5	6	6-7	5	6	5-6	5	5
CQ	-	-	-	-	IV	III	III	IV	III	III-IV	IV	IV

## Comunità a macroinvertebrati nel Laghetto

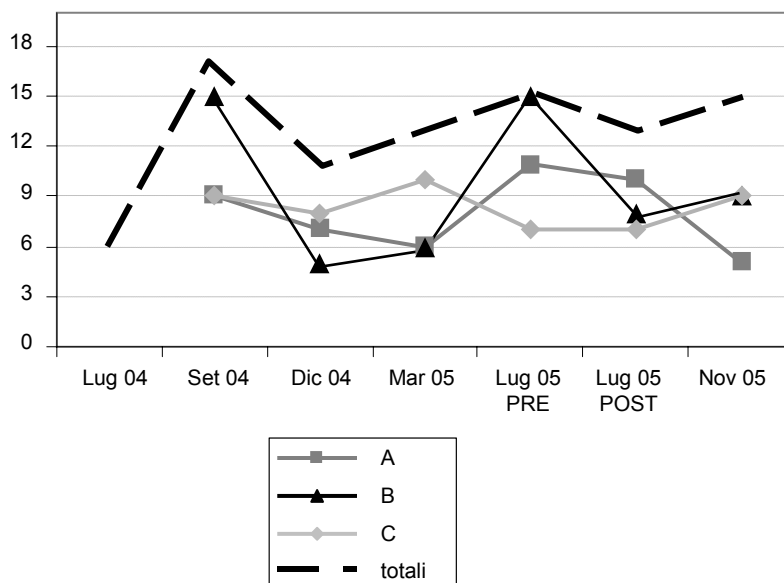
Per quanto riguarda gli invertebrati presenti nel Laghetto della Caffarella, in Appendice sono riportati i risultati quali-quantitativi della struttura di comunità nei tre siti di monitoraggio nei prelievi stagionali durante l'anno di studio (2004-2005).

Il numero di *taxa* totali al primo prelievo qualitativo effettuato due settimane dopo il riempimento dell'invaso (luglio 2004) è risultato già pari a 6; successivamente dopo un picco massimo di 17 (settembre 2004) e un minimo di 11 (dicembre 2004) si è più o meno stabilizzato su un valore compreso tra 13-15 *taxa* (Tabella 13, Figura 9).

**Tabella 13. Numero dei *taxa* reperiti nei tre siti di monitoraggio e nelle diverse date di campionamento nel Laghetto**

Sito	Lug 2004	Set 2004	Dic 2004	Mar 2005	Luglio 2005		Nov 2005
					PRE	POST	
A		9	7	6	11	10	5
B		15	5	6	15	8	9
C		9	8	10	7	7	9
Totale	6	17	11	13	15	13	15





**Figura 9. Andamento del numero di taxa durante il periodo di studio**

La Figura 10 riporta la composizione e struttura della comunità a macroinvertebrati del Laghetto nelle diverse stagioni durante l'anno di monitoraggio.

Nel prelievo di settembre 2004 la comunità è risultata dominata quantitativamente dal gruppo dei Ditteri (7 famiglie), principalmente Culicidi e Chironomidi, e dagli Emitteri (4 famiglie), rappresentati in maniera predominante dal Notonectidae *Anisops sardea*. Nei successivi prelievi di dicembre e marzo ai Ditteri si sono affiancati invece gli Efemerotteri.

Nell'estate 2005 la comunità appare più diversificata con un aumento dei Coleotteri e Odonati (Figura 10). Tutti questi gruppi sono in grado di colonizzare attivamente gli specchi d'acqua allo stadio adulto subaereo. Parallelamente all'aumento della copertura algale si è osservata una esplosione quantitativa dei Gasteropodi, invece gruppo di colonizzatori passivi, ma che potrebbero probabilmente nutrirsi proprio delle alghe. Gli interventi di rimozione delle alghe non sembrano aver alterato gravemente la comunità, come si può osservare nella Figura 10; i gruppi in cui si è avuta una diminuzione degli individui sono stati i Gasteropodi, i Coleotteri e gli Efemerotteri.

Nel prelievo di novembre 2005, molto similmente al prelievo autunnale dell'anno precedente la comunità risulta di nuovo dominata da Efemerotteri e Ditteri, ma sono risultati presenti anche molti altri gruppi, tra i quali in particolare gli Anfipodi Gammaridi, comparsi per la prima volta a marzo ma poi scomparsi nei mesi estivi, forse a causa della scarsità di ossigeno. I tre siti di monitoraggio non hanno mostrato spiccate differenze nella colonizzazione degli invertebrati. Il sito di acque lentiche (C) ha ospitato generalmente un maggior numero di Odonati ed Efemerotteri rispetto a due altri siti in acque più correnti (A e B), mentre questi ultimi hanno presentato un maggior numero di Emitteri. Gli Anfipodi sono stati invece reperiti esclusivamente nel sito B.

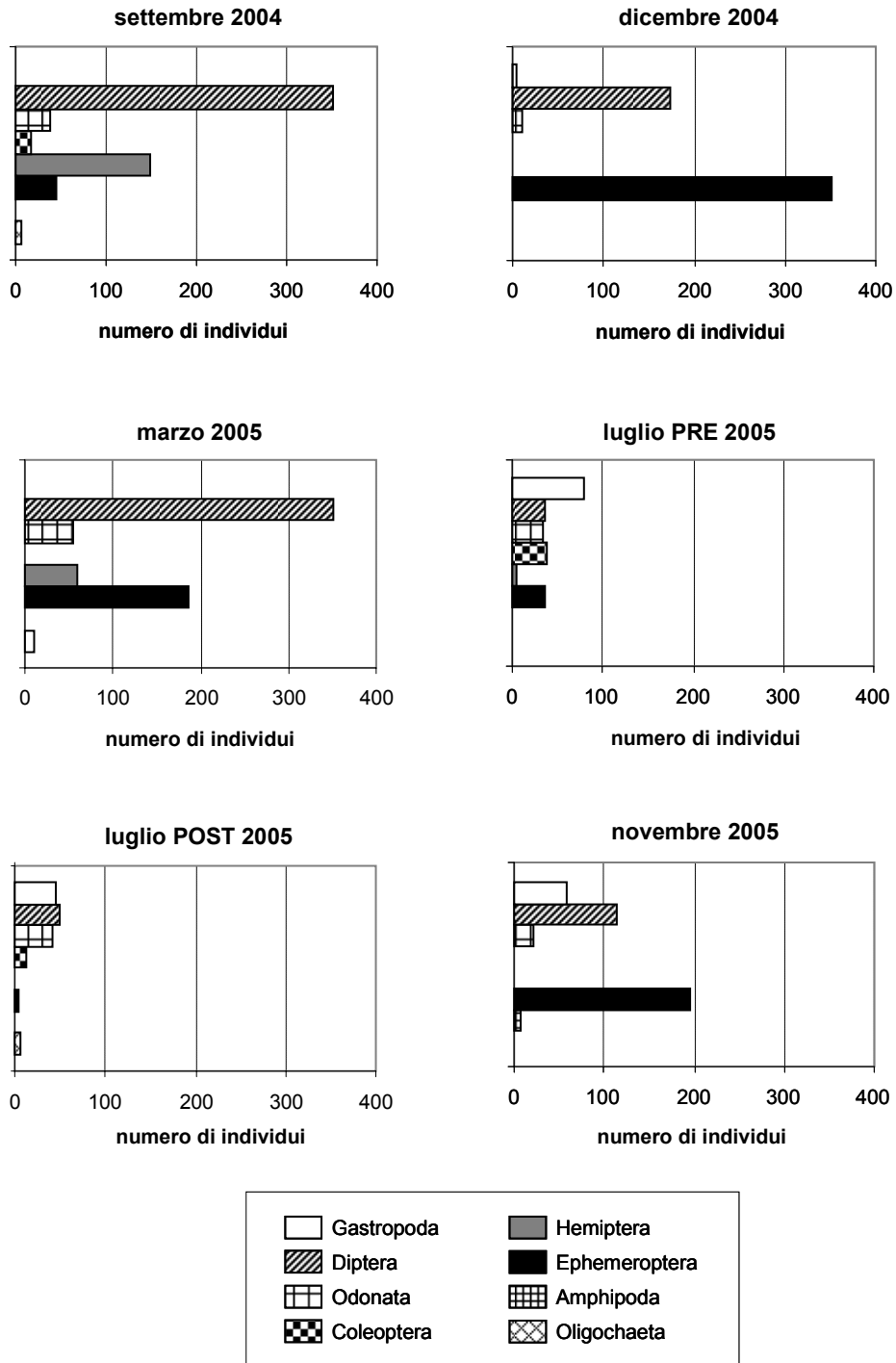


Figura 10. Composizione e struttura della comunità a macroinvertebrati del Laghetto nelle diverse stagioni

## CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

I risultati ottenuti nel corso delle tre campagne di indagine finora svolte evidenziano una situazione molto compromessa nella maggior parte dei corpi idrici studiati. La qualità dei fossi risulta essere fortemente alterata e la comunità bentonica povera in *taxa*, con un massimo di 10 unità sistematiche. Il Fosso Almone in tutti i campionamenti ha restituito un giudizio pari ad una V classe IBE (2 unità sistematiche) e i valori UFC di *E.coli* testimoniano la presenza di un forte impatto antropico di reflui civili; anche le Marrane destra e sinistra mostrano condizioni biologiche tipiche di ambienti fortemente inquinati, ma in questo caso la carica batterica è risultata essere bassa o nulla. Il Fosso di Tor Carbone ha presentato le condizioni meno alterate: in esso si è registrato il valore IBE (IBE 6; classe III) e il numero di unità sistematiche più elevato e una minima presenza di inquinamento fecale.

Il confronto tra i risultati dell'analisi della comunità bentonica campionata nelle diverse campagne di studio svolte nell'area del Parco (dal 1998 al 2005 vedi Tabella 12) ha evidenziato un netto peggioramento della qualità delle acque della Marrana destra e sinistra, mentre il fosso Almone persiste nel suo pessimo stato ecologico. I valori dei principali parametri chimici rilevati testimoniano per tutti i corpi idrici acque eutrofiche, con scarso contenuto in ossigeno (valore massimo registrato di ossigeno disciolto: 6,6 mg/L). In particolare le acque del Fosso Almone presentano valori decisamente elevati di fosfati (Figura 2), mentre dalle analisi effettuate vengono messe in evidenza (Figura 3) concentrazioni elevate di nitrati per tutti i corpi idrici esaminati.

Le acque del Fosso di Tor Carbone non subiscono peggioramenti significativi probabilmente grazie al mantenimento della naturalità dell'ambiente circostante. Dallo studio condotto viene infatti evidenziato come l'area di Tor Marancia, dove scorre il Fosso di Tor Carbone, sia l'area che mantiene le migliori caratteristiche naturali rispetto a tutto il territorio del Parco dell'Appia Antica. Essa, infatti, è un'area verde poco frequentata dalla fruitori del Parco, dove quindi gli unici problemi derivano dall'occupazione di alveo con abitazioni e manufatti abusivi.

L'importanza delle popolazioni ittiche superstiti nei due fossi di Tor Carbone e della Marrana destra, uniche segnalate nell'intero sistema di fossi romani, giustifica la necessità di interventi tesi alla salvaguardia dell'ittiofauna, in considerazione della forte contrazione di habitat riproduttivi e di "asili" idonei per lo sviluppo dei diversi stadi vitali (uova embrionate, larve e giovanili). A tal fine è ipotizzabile la realizzazione di piccoli ambienti lotici equipaggiati con "nidi artificiali" per consentire la riproduzione e lo sviluppo dei primi stadi larvali, del barbo appenninico, del ghiozzo di ruscello (di cui va confermata la presenza nel Fosso di Tor Carbone), entrambe specie a deposizione liofila che necessitano di aree di riproduzione costituite da sedimenti piuttosto grossolani (es. massi e ciottoli). Soprattutto sulla Marrana destra e sul Fosso di Tor Carbone è plausibile ipotizzare la realizzazione d'interventi tesi alla esaltazione della diversità ambientale, ad esempio attraverso la creazione di mesohabitat diversificati, come una successione di raschi e pozze (es. semplice inserimento di massi e ciottoli o piccoli sbarramenti in legno, ecc.) (Cowx & Welcomme, 1998).

Nonostante l'evidente priorità della salvaguardia dei corsi d'acqua, il quadro emergente da questo studio mostra una gestione ancora carente sia del Fosso di Tor Carbone sia della Marrana destra, che pur presentando una migliore condizione rispetto agli altri fossi, anziché essere tutelati lungo tutto il loro corso, sottoposte a forti disturbi di origine antropica e appena fuori del territorio del parco vengono deviate verso il depuratore di Roma sud.

Dall'analisi dei risultati ottenuti dagli studi svolti sul Laghetto è possibile cogliere due principali effetti della realizzazione del Laghetto della Caffarella. La prima conseguenza della

realizzazione del piccolo invaso è stato l'abbattimento delle concentrazioni dei nutrienti (in particolare i fosfati) nelle acque della Marrana destra. Questo risultato è dovuto all'opera di fitodepurazione svolta dalla fitta vegetazione algale e macrofittica che si è sviluppata nelle acque del Laghetto e nel canale emissario che riporta l'acqua dal Laghetto all'alveo naturale della Marrana destra. La seconda è che, a meno di due anni dal riempimento del bacino, la biodiversità degli ecosistemi acquatici del Parco è aumentata sensibilmente. A fronte dei 12 *taxa* di macroinvertebrati rinvenuti nella Marrana destra, che è in diretta continuità con il lago, il campionamento all'interno del lago ha rilevato la presenza di un massimo di 17 unità tassonomiche, molte delle quali entità tipiche di acque lentiche assenti nei fossi circostanti (famiglie di eterotteri Notonectidae, Gerridae, Corixidae, Veliidae, Mesovelidae), e quindi di nuova acquisizione per la fauna del parco, ai quali vanno aggiunte le varie specie di uccelli acquatici osservati nei pressi del Laghetto (*Ardea cinerea*, *Egretta garzetta*, *Gallinula chloropus*, ecc.)

A causa delle loro piccole dimensioni e della loro natura almeno in parte effimera, le piccole raccolte di acque lentiche sono spesso trascurate nei programmi di monitoraggio per la delineazione di strategie di conservazione su scala locale, regionale e nazionale (Everad, 1997; Williams, 1999). I risultati ottenuti in questa ricerca indicano che le piccole raccolte d'acqua, per la loro ricchezza e composizione tassonomica, sono di per sé meritevoli di specifici interventi di conservazione. Le raccolte d'acqua minori dovrebbero pertanto essere tenute in considerazione nel raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi d'acqua "significativi" delineati dalla Direttiva Quadro sulle Acque (2000/60/CE, 2000/UE), che rappresenta il più importante e recente atto legislativo comunitario sulla tutela degli ambienti acquatici. Nella Direttiva, infatti, le raccolte d'acqua lentiche di minori dimensioni, così come pure le zone umide nel senso più ampio del termine, non sono state comprese, almeno non direttamente, tra quegli elementi del reticolo superficiale, definiti come "corpi idrici significativi", ai quali si applicano gli obiettivi ambientali stabiliti dalla stessa Direttiva. Per questo motivo, nell'ambito della strategia comune di implementazione della Direttiva Quadro sulle Acque, un gruppo di esperti guidato dall'Italia, ha sviluppato un documento guida per definire le zone umide, comprendenti potenzialmente diverse tipologie di acque lentiche non contemplate dalla Direttiva, e il loro ruolo nell'ambito della Direttiva stessa.

Altrettanta attenzione dovrebbe essere riservata ai corpi idrici che compongono il reticolo idrografico minore. I piccoli corsi d'acqua che attraversano il parco dell'Appia Antica, ad esempio, confluiscono tutte nell'Almone, le cui acque all'uscita del Parco vengono intubate e deviate al collettore di Roma sud. Ciò in palese contrasto con le indicazioni della Direttiva europea sulle Acque. Il raggiungimento degli obiettivi ambientali di qualità richiesti dalla Direttiva per i corpi idrici significativi, come il Tevere in questo caso, non può, infatti, prescindere da una corretta gestione di tutto il bacino idrografico, compreso il reticolo minore, fondamentale nella regolazione delle quantità d'acqua drenata dal bacino così come nel controllo della qualità delle acque stesse.

**PARTE B**  
**Studio economico**  
**del Parco dell'Appia Antica**



## CENNI DI ECONOMIA AMBIENTALE

Questo studio trae spunto dalle considerazioni di natura economica contenute nell'art. 5 della Direttiva 2000/60/CE (di seguito "Direttiva quadro") – *Caratteristiche del distretto idrografico, esame dell'impatto ambientale delle attività umane e analisi economica dell'utilizzo idrico* – relativamente agli usi delle acque all'interno del Parco Regionale dell'Appia Antica.

L'attenzione è stata quindi rivolta principalmente agli usi della risorsa sul territorio, in un'ottica di "caratterizzazione economica" dell'area. In questo senso l'analisi economica degli usi delle acque non riguarda solo la considerazione degli aspetti finanziari inerenti le fasi di erogazione del servizio, ma mira ad estendere l'ambito di valutazione anche ad attività incluse negli usi di carattere sociale, industriale o agricolo - determinanti lo stato qualitativo (chimico ed ecologico) delle acque - e, sebbene non venga fatto esplicito riferimento agli usi "ricreativi", non si può prescindere dal fatto che il valore di tali aspetti è di considerevole importanza nella determinazione del "Valore Economico" della risorsa su un dato territorio. Se ci riferiamo infatti al Servizio Idrico Integrato, non possiamo non considerare che il principio della copertura integrale dei costi in tariffa proposto dalla legge n. 36/94 (di seguito "legge Galli") riguarda nella realtà, esclusivamente le fasi del ciclo del servizio idrico, non considerando il valore che impropriamente definiamo "intrinseco" della risorsa che, indipendentemente dall'uso e dell'importanza relativa in termini di valore aggiunto, viene assunto pari a zero.

Concettualmente, la valutazione economica degli usi dell'acqua consente di quantificare, in termini monetari, gli effetti delle decisioni di allocazione delle risorse idriche sui vari utilizzatori a livello di bacino idrografico. Rispettare il Deflusso Minimo Vitale ad esempio, o ristabilire determinati livelli qualitativi, possono avere importanti effetti sull'economia locale (in termini di livelli di output e occupazione). Nel momento in cui decidere come allocare un dato stock di risorsa, giudicata insufficiente a soddisfare tutti gli usi, il pianificatore dovrà tenere in considerazione le conseguenze, in termini economici e di mancato guadagno, delle sue decisioni. Valutando l'apporto, in termini di input ai processi di produzione e consumo dato dall'utilizzo della risorsa, è possibile quantificare l'impatto economico delle misure rispetto agli utilizzatori. Ad esempio, una diminuzione della quantità disponibile per l'irrigazione o per il funzionamento degli impianti idroelettrici provocherà una diminuzione di produzione, in termini di raccolto o energia elettrica generata; il valore economico sacrificato dalle imprese rappresenta una stima della cifra massima che esse sarebbero disposte a pagare per poter utilizzare l'acqua.

L'analisi economica in definitiva, consente di valutare le misure aventi un minor costo per la collettività, sia in termini di costo effettivo della misura che in termini di costo opportunità (come rinuncia a mancati guadagni derivanti dal non utilizzo della risorsa). Questo consente di allocare in maniera ottima le scarse risorse ambientali ed economiche disponibili.

Nel tentativo quindi di fornire una valutazione dell'importanza economica dell'acqua su un dato territorio, dobbiamo tener presente il contemporaneo verificarsi di due categorie distinte di fenomeni di "scarsità": da un lato, è scarsa la risorsa idrica, nel senso che le modalità della sua circolazione la rendono atta a soddisfare solo un certo numero di funzioni ambientali e la decisione pubblica ha quindi il compito di stabilire quali sono le funzioni ambientali prioritarie e allocare conseguentemente le risorse disponibili; da un altro lato, sono scarse le risorse economiche (lavoro e capitale) necessarie per rendere fruibili i servizi idrici. In generale, i servizi idrici permettono di ampliare la gamma delle funzioni ambientali disponibili da un dato corpo idrico, consentendo quindi una maggiore soddisfazione sociale; il valore associato a queste funzioni ambientali aggiuntive deve essere confrontato con il costo sostenuto per produrre i servizi.

Al primo concetto di scarsità è associato il concetto di “Costo Ambientale” e di “Costo della Risorsa”; al secondo, quello di “Costo Industriale”. La collettività dovrebbe cercare di ottenere il miglior rapporto costi/benefici, considerato lo spettro di azioni disponibili. Nel momento in cui si debba decidere come allocare lo stock di risorsa disponibile tra i diversi usi, allo scopo di garantire la riproducibilità della risorsa stessa, la considerazione del valore associato alle diverse funzioni ambientali consente di effettuare una scelta meno arbitraria, nel momento in cui si decida di privilegiare gli usi più meritevoli o di evitare soluzioni insostenibili, dal punto di vista economico o per la collettività. Per governare quindi efficacemente la risorsa, conservarla sia in termini di disponibilità per le generazioni future che in termini qualitativi, è indispensabile attuare una politica di gestione che tenga conto dei costi legati alla risorsa in grado di rifletterne il valore economico.

La seconda parte dello studio pertanto, presenta una serie di ipotesi valutative, suggerimenti e proposte metodologiche atte ad identificare dal punto di vista economico le grandezze ambientali (valore economico e valore aggiunto della risorsa per ogni settore produttivo, costi ambientali, costi della risorsa, danno ambientale, ecc.), ad oggi ancora indefinite, ma che rappresentano in un certo senso il punto di svolta nel recepimento della normativa comunitaria.

## **Analisi economica degli usi delle acque**

L'analisi economica dell'uso delle risorse idriche proposta nell'allegato III della Direttiva quadro, rappresenta un importante tentativo di razionalizzazione delle politiche di gestione delle acque e, vista l'attuale situazione in cui versa il settore idrico – caratterizzato da una crescente carenza sia di risorse idriche che finanziarie – l'analisi economica e le competenze in materia assumono un ruolo fondamentale di supporto alla gestione e alle politiche ambientali. Nel contesto della Direttiva quadro, infatti, per la prima volta le decisioni di politica ambientale vengono correlate e supportate dall'adozione esplicita di principi, approcci e strumenti economici: il principio del recupero dei costi, il principio “chi inquina paga”, l'analisi costi-benefici e le diverse politiche di prezzo dell'acqua.

Generalmente l'analisi economica rappresenta un processo di valutazione di informazioni per il raggiungimento di una decisione e potrebbe essere una parte essenziale dell'approccio generale alla scelta delle attività da intraprendere; ma è anche un'importante fonte di informazioni per gli operatori del settore come per il pubblico, tenendo presente che uno dei principi fondamentali della Direttiva quadro è la necessità del coinvolgimento e della partecipazione dell'opinione pubblica nell'ottica di una vera e propria gestione integrata della risorsa. La discussione di argomenti inerenti la gestione delle acque in un bacino idrografico infatti, è una sorta di raccolta dati su chi inquina, chi usa l'acqua, quale impatto determina lo sviluppo, ma anche quanto costa la risorsa, chi paga, chi trae beneficio da un determinato uso o chi ne subisce gli svantaggi. Le funzioni principali dell'analisi economica possono quindi essere individuate in due categorie:

*1. funzioni economiche esplicite*

vale a dire il fornire informazioni per valutare il corrente recupero dei costi dei servizi idrici e per stimare i costi potenziali delle misure (obiettivi questi, da raggiungere entro il 2004!);

*2. funzioni economiche implicite*

come la caratterizzazione iniziale degli HMWB (*Heavily Modified Water Bodies*: corpi idrici gravemente alterati) e l'identificazione di aree protette per la tutela delle specie economicamente significative.



L'analisi economica ci consente: di capire come gli aspetti economici connessi con l'attenzione alla qualità dell'acqua possano avere ripercussioni sulle economie a livello locale, regionale e nazionale, (considerando anche che diversi settori economici possono essere in competizione per la buona qualità delle stesse risorse idriche); di valutare l'impatto economico delle misure e dei programmi proposti per il miglioramento dello stato delle acque (chi ci rimette? o chi ne trae vantaggio?); di valutare regioni o corpi acquiferi dove gli obiettivi di sviluppo devono essere coordinati con gli obiettivi economici e sociali nel raggiungimento di una sostenibilità generale.

L'impostazione concettuale dell'analisi economica prevede che, dalla valutazione e dall'analisi preventiva degli usi delle acque in funzione di pressioni e impatti esercitati sul corpo idrico, si varino ipotesi di misure potenziali, che in seguito verranno analizzate per valutarne la sostenibilità economico-finanziaria. In un secondo momento, dopo la definizione di programmi e misure da intraprendere – con l'ausilio di strumenti economici (prezzi e tariffe, ecc.) – si arriva ad una valutazione conclusiva in merito all'attuazione e agli effetti dei programmi decisi.

Le principali funzioni dell'analisi economica sono:

- estrapolare un'analisi economica degli usi dell'acqua per ogni distretto idrografico;
- valutare i trend della fornitura d'acqua, domanda e investimenti
- facilitare la delimitazione di aree protette identificando le specie acquatiche economicamente significative
- delimitare i corpi acquiferi gravemente danneggiati sulla base delle valutazioni degli impatti (inclusi quelli economici) relativi agli usi attuali, e dei costi delle alternative per il raggiungimento dei medesimi obiettivi di qualità;
- valutare il livello corrente di recupero dei costi;
- supportare la scelta dei programmi di misure per ciascun distretto idrografico sulla base dell'analisi costi-benefici;
- valutare il ruolo potenziale delle politiche di prezzo in questi programmi di misure e le implicazioni sul recupero dei costi;
- stimare la necessità di potenziali deroghe (tempo e obiettivi) dagli obiettivi di sviluppo della Direttiva basate sulla valutazione costi-benefici e sui costi delle alternative per il raggiungimento dei medesimi obiettivi di qualità;
- valutare le possibili deroghe derivanti da nuove attività o modifiche, basate sulla valutazione dei costi e dei benefici e sui costi delle alternative per il raggiungimento dei medesimi obiettivi;
- stimare i costi dei processi e delle misure di controllo per identificare la via costi-benefici per controllare le sostanze prioritarie.

Nelle linee guida proposte per l'implementazione della Direttiva quadro dal "Drafting Group ECO2", la metodologia proposta per lo sviluppo dell'analisi economica è costituita da tre step collegati:

- Step 1: caratterizzazione economica del bacino idrografico;
- Step 2: identificazione dei corpi idrici che richiedono misure specifiche;
- Step 3: valutazione finale dei costi e dell'efficacia dei programmi di misure decisi.

## **Step 1: caratterizzazione economica del bacino**

La caratterizzazione economica del bacino, comporta essenzialmente:

- la determinazione dell'importanza economica dell'acqua per ciascun settore socio-economico;
- lo studio degli andamenti futuri in chiave economica;
- l'attuale livello del recupero dei costi dei servizi idrici.

### **Importanza economica dell'acqua per settore**

Una caratterizzazione economica delle risorse idriche di un bacino altro non è che l'identificazione degli usi delle risorse per settori produttivi e dei servizi idrici dedicati ai diversi settori (civile, industriale, idroelettrico, agricolo, turistico, ricreativo, ecc.), comprese la progettazione, la realizzazione, la gestione e il finanziamento degli incentivi, degli interventi e delle opere.

In questa prima fase è necessario determinare la pressione antropica esercitata sui corpi idrici, localizzare gli usi principali all'interno del bacino, identificare i settori di impiego di usi e servizi e valutarne l'importanza socio-economica; tutto questo nel rispetto delle aree per la protezione delle specie economicamente significative.

Le informazioni necessarie per il raggiungimento dei suddetti obiettivi vanno ricercate nei livelli di estrazione e di scarichi idrici per le diverse categorie socio-economiche, nell'importanza economica – intesa come valore aggiunto alla produttività del settore – negli usi principali e negli indicatori utili a determinare le specie acquatiche economicamente significative.

### **Valutazione degli andamenti futuri**

Si procede poi ad una previsione degli andamenti futuri in merito a valutazioni degli andamenti idrogeologici e dei fattori socio-economici (demografia, clima, politiche agricole, ecc.), delle misure e dei necessari piani di investimenti, delle previsioni dei cambiamenti delle pressioni in seguito a cambiamenti socio-economici e fisici inerenti le acque e all'analisi dello scenario di base con previsioni ottimistiche e pessimistiche.

In questo momento ci si concentra sulle analisi dei possibili sviluppi dei settori chiave che influenzano economicamente le pressioni, sulle informazioni sulla crescita della popolazione, sulla crescita economica, sui modelli di crescita per settore e sulle politiche future, sui bilanci idrici, sui costi esistenti in base alle legislazioni e sull'identificazione degli sviluppi tecnologici nel settore idrico.

### **Livello di recupero dei costi**

Il primo step, si conclude quindi con la valutazione dell'attuale recupero dei costi attraverso la stima dei costi dei servizi idrici – finanziari, ambientali e della risorsa – analizzando al contempo le tariffe, i prezzi attuali pagati dagli utenti e il contributo al recupero dei costi dagli usi chiave dell'acqua (Tabella 14).

Per far ciò è importante conoscere i quantitativi erogati, gli utenti serviti e le risorse economiche impegnate, la struttura delle tariffe ma anche la valutazione del trend degli stessi indicatori riferita alle scadenze fissate per il conseguimento degli obiettivi. La ripartizione delle risorse per settori socio-economici e l'analisi dei costi dei servizi ad essi dedicati consente di verificare se effettivamente i costi relativi alla gestione della risorsa sono attualmente recuperati.

**Tabella 14. Caratterizzazione economica del bacino idrografico**

<b>Fasi</b>	<b>Obiettivi</b>	<b>Indicatori</b>
Caratterizzazione economica di bacino	Usi dell'acqua e servizi idrici per settori socio-economici Usi prioritari per settore socio-economico Rilievo economico dei diversi tipi di risorse	Disponibilità risorsa Unità produttive servite Abitanti Volumi erogati
Definizione dei trend	Variazione della ripartizione degli usi	Trend della disponibilità Trend di sviluppo dei settori Trend di sviluppo degli usi Trend di sviluppo delle tariffe (es. piano degli ATO*)
Recupero dei costi	Stato attuale del recupero dei costi	Spese utenze Costi servizio idrico Costi finanziari, amministrativi Costi della risorsa Politica dei prezzi

\*Autorità Territoriali Ottimali

## Step 2: identificazione dei corpi idrici che richiedono misure specifiche

Il secondo step, si basa sull'identificazione dei corpi idrici che richiedono specifici interventi per conseguire gli obiettivi di qualità fissati; in altre parole, l'obiettivo è di identificare i ritardi nell'adempimento degli obblighi fissati dalla Direttiva quadro con specificazione dei corpi idrici le cui condizioni ne ritardano l'applicazione (Tabella 15).

**Tabella 15. Identificazione dei corpi idrici che richiedono misure specifiche**

<b>Fasi</b>	<b>Obiettivi</b>	<b>Indicatori</b>
Identificazione dei corpi idrici da migliorare	Dimensionare gli interventi	Indicatori di qualità dei corpi idrici
Stima dei costi delle misure	Definire i settori socio-economici responsabili delle pressioni Valutare le misure necessarie Valutare gli effetti delle misure sui settori interessati	Costi delle misure Impatti sui settori

La domanda da porsi in questa seconda fase è: ci saranno dei discostamenti dagli obiettivi della Direttiva quadro, in merito allo stato delle acque?; cosa fare una volta identificato tale mancanza?

### Identificazione dei corpi idrici che non rispettano gli obiettivi

Per quanto riguarda il primo ordine di problemi, sarà necessario trasformare le previsioni sulle analisi delle pressioni e degli investimenti del settore idrico, in previsioni sugli impatti e valutare l'entità del *gap* tra gli obiettivi della Direttiva quadro e lo stato raggiungibile dai corpi idrici. A tale scopo si renderà necessario scegliere le modalità e gli strumenti adeguati per la

trasformazione dei trend delle pressioni in trend sullo stato e determinare il ruolo potenziale dei modelli ambientali.

Una volta identificata l'entità del *gap* da colmare, occorrerà: identificare i corpi idrici in questione; definire le principali pressioni (in particolare i gruppi socio-economici) per facilitare l'individuazione delle risposte; definire le principali opzioni/misure; valutare come tali opzioni/misure possono influenzare i gruppi socioeconomici.

### Definizione e valutazione delle misure da intraprendere

Si procederà quindi alla valutazione delle eventuali misure addizionali (nuovi investimenti, politiche di settore, strumenti economici), alla stima dei costi di tali misure e alla valutazione preventiva sotto l'aspetto qualitativo degli impatti socio-economici sui gruppi specifici. In questo momento si devono identificare sulla base delle conoscenze pregresse, quali corpi idrici non rispettano o potrebbero non rispettare gli obiettivi e valutare la distanza da tali obiettivi e le cause di questo stato di fatto.

L'analisi delle cause, cioè delle pressioni inquinanti che hanno determinato gli impatti negativi riscontrati, definisce quali settori socio-economici provocano la situazione in esame e quindi il livello e le tipologie delle misure migliorative da adottare. Ciò consente di stimare i costi di attuazione dei piani e nel caso si derogasse al conseguimento degli obiettivi nei tempi fissati, i costi di queste deroghe. In particolare nel territorio del bacino in esame sono rilevanti le stime degli effetti dovuti a: scarichi industriali di sostanze pericolose e la possibilità di una loro limitazione e controllo (specie nel caso di piccoli scarichi diffusi sul territorio); discariche e loro prestazioni (in relazione a possibili rilasci di inquinanti); dilavamenti superficiali in funzione della esistenza di insediamenti agricoli e zootecnici diffusi; distribuzione e livelli delle captazioni civili, agricole e industriali autorizzate in relazione al bilancio idrico del bacino; serbatoi interrati e opere idrauliche.

### Step 3: valutazione dei costi e dell'efficacia dei programmi di misure

La terza fase consiste in una valutazione costi- efficacia delle misure decise e delle eventuali deroghe, che permette di identificare le strategie da porre in atto con i relativi impatti economici, attraverso l'analisi dei dati economici – necessaria per la definizione dei programmi di misure – e la classificazione delle misure sulla base di un criterio costi-efficacia. In questo senso il terzo step fornisce un supporto economico alla valutazione del degrado considerando allo stesso tempo gli impatti potenziali e le implicazioni finanziarie dei programmi (Tabella 16).

**Tabella 16. Valutazione costi efficacia dei programmi di misure**

Fasi	Obiettivi	Indicatori
Valutazione dei costi e della efficacia delle misure	Determinare le misure da attuare nel piano e i costi relativi di ogni misura	Limitazione delle concessioni a prelievo Limitazione degli scarichi Investimenti per nuove forniture Recupero di aree umide e di funzionalità dei corpi idrici Riduzione dei consumi
Piano effettivo di misure a costi compatibili	Analisi di scenari per individuare il piano di misure più efficace a costi sostenibili	Selezione delle misure tra quelle sopra valutate

## **Valutazione dei costi e dell'efficacia delle misure**

Occorrerà quindi considerare i costi e l'efficacia delle misure potenziali tramite: l'identificazione delle misure (di base e supplementari) potenziali per raggiungere gli obiettivi della Direttiva quadro; la stima dei costi di tali misure; la stima dell'efficacia (impatto ambientale) per ogni misura. L'attenzione verrà quindi posta sui costi delle misure potenziali, in particolare sugli investimenti necessari per aumentare la disponibilità delle erogazioni, per migliorare la gestione delle domande, per ripristinare le aree umide e limitare le estrazioni.

## **Piano effettivo delle misure compatibili**

Dopo ciò sarà possibile costruire un programma costi/efficacia delle misure seguendo il seguente approccio:

- valutazione e classificazione dei costi e dell'efficacia delle misure;
- scelta del miglior programma sulla base del rapporto costi-efficacia; redazione di un'analisi per valutare l'efficacia dei risultati.

In caso di costi eccessivi, e quindi non sostenibili dal punto di vista finanziario, si procederà alla valutazione di eventuali deroghe – se i costi possono essere ridotti o gestiti in maniera migliore su un lasso di tempo maggiore (deroghe temporali), se i costi sono eccessivi rispetto ai benefici, proporre obiettivi ambientali meno rigorosi (deroghe qualitative) – oppure a una nuova definizione dei programmi di misure in accordo con le deroghe proposte.

Dopo le due preliminari fasi di studio e analisi, si arriva dunque ad una valutazione dei costi complessivi del programma completo di misure. Ciò consente di integrare dal punto di vista economico-finanziario il programma degli interventi, di valutare il costo delle deroghe e gli impatti sui settori o soggetti su cui si esercitano le misure del programma.

La conseguenza evidente di tale analisi è quindi il recupero dei costi derivato dalle risposte operative del piano di misure per la riduzione delle pressioni e degli impatti a carico dei settori che ne sono la causa (es. revoca di autorizzazione allo scarico o di prelievo di acque, abbassamento dei limiti di scarico, limitazione dell'uso di sostanze o risorse idriche, aumento dei costi dei servizi, ecc.).

Il terzo step dell'analisi economica dunque, consiste nella determinazione di una percentuale di recupero dei costi sostenuti e presuppone implicitamente (in applicazione del principio della copertura integrale costi in tariffa della legge Galli) l'analisi di tutte le grandezze economiche e finanziarie, impeginate a fronte dell'erogazione del servizio idrico.

## CARATTERISTICHE GENERALI DEL PARCO

### I vincoli

Il territorio del Parco è sottoposto a vincolo paesistico. Il Piano Regolatore Generale (PRG) di Roma del 2005, ha destinato tutta l'area compresa nel Comune di Roma a parco pubblico, per tanto all'interno del territorio in esame, sono vietate per legge numerose attività:

- eseguire nuove opere edilizie, manufatti di qualsiasi genere e aprire nuove strade; aprire e sfruttare cave e miniere; esercitare la caccia e la pesca;
- raccogliere o danneggiare specie vegetali ed eseguire tagli di piante salvo che per le zone agricole;
- accendere fuochi all'aperto;
- abbandonare sul terreno o nelle acque rifiuti di qualsiasi genere;
- installare impianti pubblicitari.

Questi provvedimenti stanno a testimoniare come i vincoli e i divieti vigenti siano funzionali al progetto di conservazione e valorizzazione di un ambiente che contiene valori storici, artistici e naturalistici inestimabili, come dimostra l'importanza della biodiversità del Parco che, unita all'imponente presenza di strutture archeologiche, fa sì che il territorio in esame venga considerato parte del Sistema delle Aree Naturali Protette della Regione.

### Dati amministrativi

La popolazione residente totale di 124.629 abitanti è distribuita quasi totalmente nei centri urbani (circa 123.410 unità) e in piccola parte nei nuclei e nelle case sparse.

La superficie comunale totale del Parco di 4.535 ha, è distribuita per la maggior parte nel Comune di Roma e in maniera residuale negli altri Comuni (Tabella 17).

**Tabella 17. Suddivisione del territorio comunale del Parco (in ha)**

Comuni interessati	Superficie comunale	Superficie comunale nel bacino idrografico
Roma	127.544	2.506
Marino	2.422	499
Rocca di Papa	3.971	405
Grottaferrata	1.835	211
Ciampino	1.305	914

### Dati fisiografici

Per quanto riguarda la pressione antropica che insiste sul territorio, intesa come consumo di suolo in funzione delle previsioni di PRG e del grado di impermeabilizzazione, riportiamo (Autorità di Bacino del Fiume Tevere, 2003) la Tabella 18.

**Tabella 18. Pressione antropica (consumo di suolo) nel 2003 nel Bacino del Fosso Almone**

Uso del suolo	Superficie (ha)	% superficie parco
Aree residenziali di espansione (zone C di PRG)	175,19	0,10
Aree produttive di espansione (zone D di PRG)	67,54	0,04
Aree di completamento (zone B di PRG)	824,46	0,48
Superfici impermeabilizzate per più del 60%	2113,52	1,23

Ai fini della nostra analisi, l'attenzione è stata concentrata sui principali corsi d'acqua che insistono nell'area del Parco, dividendo il sistema dell'acqua nei seguenti bacini idrografici (Tabella 19).

**Tabella 19. Bacini idrografici presenti all'interno del Parco dell'Appia Antica**

Bacino idrografico	Superficie (km <sup>2</sup> )	Altitudine media s.l.m.	Pendenza media	Lunghezza d'asta (km)	Portata massima media	Tempo di corrivazione medio
Fosso Almone	54	164	0,00	21	745	6,00
Fosso di Grottaperfetta	14	46	0,60	11	367	6,44
Fosso Cecchignola	32	89	0,70	22	580	8,27
Fosso di Vallerano	67	114	0,10	23	833	8,60

Il bacino idrografico più significativo è il Fosso Almone, o Fosso della Caffarella o Fosso dell'Acqua Mariana; attualmente il corso del fiume risulta deviato e, a poche centinaia di metri dalla Cartiera Latina (sede dell'Ente Parco Regionale dell'Appia Antica) è inghiottito da una chiusa e scompare nel sistema fognario di Roma per essere convogliato verso il depuratore di Roma sud.

## Usi dell'acqua

Dal "Progetto di Piano di bacino del fiume Tevere" (Autorità di Bacino del Fiume Tevere, 2003), si vede come il settore civile (usi urbani) assorbe quasi il 90% della domanda di acqua, seguito in misura molto ridotta dal settore industriale e agricolo, con un buon livello di funzionalità del servizio di depurazione in grado di trattare più di 52.000 abitanti equivalenti su un totale di circa 89.000 (Tabella 20).

Questo dato è molto significativo perché testimonia il reale livello qualitativo della risorsa idrica all'interno del Parco, che per più del 60% è sottoposto a trattamento di depurazione per poter essere utilizzato per i consumi urbani. Questa affermazione trova un puntuale riscontro – come vedremo in seguito – nel Rapporto ISTISAN relativo alla qualità biologica delle acque nel Parco Regionale dell'Appia Antica.

Tabella 20. Domanda di acqua nel Parco dell'Appia Antica per uso

Idroesigenze	Domanda (m <sup>3</sup> /anno)	Domanda %
Usi urbani	21.619.642	87,55
Usi industriali	1.842.560	7,46
Usi agricoli	1.230.503	4,98
Totale	24.692.705	100

## Pressione antropica sul bacino idrografico del Fosso Almone

Dall'attività di studio e monitoraggio effettuata dai tecnici dell'Istituto Superiore di Sanità sullo stato ecologico e fisico-chimico dell'Almone, il bacino imbrifero risulta estremamente antropizzato; si sviluppa da Albano all'ex Cartiera Latina, dove a causa della forte contaminazione degli scarichi civili, viene immesso nel depuratore di Roma Sud. Gli altri tre fossi indagati, Fosso di Tor Carbone, Fosso di Fioranello, Fosso delle Cornacchiole, dal punto di vista qualitativo, sono caratterizzati dall'insufficienza e dallo stato critico del sistema fognante e depurativo e da una situazione di forte degrado legata a microdiscariche di rifiuti solidi lungo le rive, occupazioni dell'alveo con abitazioni e strutture abusive, cementificazioni, e derivazioni incontrollate.

Dall'analisi dei risultati ottenuti durante il primo anno di campionamento (1998-1999) risulta evidente lo stato di compromissione della qualità ambientale relativa al fosso dello Statuario-Almone, caratterizzato da una fauna molto poco diversificata, che comporta conseguentemente una classe di qualità determinata in funzione dell'IBE altalenante tra la IV e V classe (ambiente molto inquinato e fortemente inquinato). Le analisi chimico-fisica, chimica e microbiologica, evidenziano cariche microbiche costantemente alte e che oltrepassano decisamente il limite previsto dal DL.vo 152/1999 per le immissioni in acque superficiali e fognature di 5000 UFC/100 mL di *Escherichia coli*. L'analisi del regime di portata inoltre, evidenzia un andamento piuttosto irregolare, che sembra non seguire un andamento stagionale ma essere influenzato direttamente dal regime degli scarichi civili e da interventi di regimazione idraulica. L'azione antropica determina effetti superiori a quelli del regime naturale delle precipitazioni.

La seconda campagna di studio (2000-2001) sottolinea la necessità di interventi mirati alla salvaguardia dell'ittiofauna, con la creazione di apposite aree per la riproduzione e lo sviluppo delle specie indigene reofile:

- realizzazione di canali artificiali a fondo naturale e di piccoli bacini di calma ("zone umide ricostruite") che consentirà la riqualificazione delle caratteristiche qualitative delle acque e la creazione di habitat idonei per la riproduzione di diverse specie ittiche;
- avvio di programmi di ripopolamento con giovani o adulti di specie ittiche autoctone.

Anche questa campagna di analisi conferma uno stato di grave e generale compromissione delle acque superficiali, e suggerisce azioni di risanamento quali-quantitativo, ripristino e conservazione degli habitat.



## Copertura del suolo e destinazione d'uso del territorio

Per capire l'entità delle attività socio-economiche presenti nel Parco, è necessario inquadrare il territorio in esame in un'ottica di utilizzazione e destinazione d'uso dello stesso; di seguito viene proposta una prima caratterizzazione delle attività produttive sulla base degli allegati del Piano del Parco.

Il bacino idrografico del Fosso Almone si estende per un totale di circa 11 ha, costituito principalmente da seminativi (che rappresentano poco meno della metà della superficie in esame: 5.251606 ha) e aree di verde antropico (1.692635 ha). La restante metà del territorio, è suddivisa tra vegetazione arborea e arbustiva, cespuglieti, lembi di vegetazione naturale, mosaico di vegetazione erbacee, praterie e una considerevole porzione dedicata agli impianti sportivi; sono inoltre presenti, anche se in misura ridotta, aree destinate al verde pubblico o privato, aree degradate, aree militari, residui di boschi di cespuglieti, zone di verde archeologico, zone di rimboschimento, aiuole stradali; solo una minima parte infine è occupata da vigneti, oliveti, frutteti e orti urbani (Tabella 21).

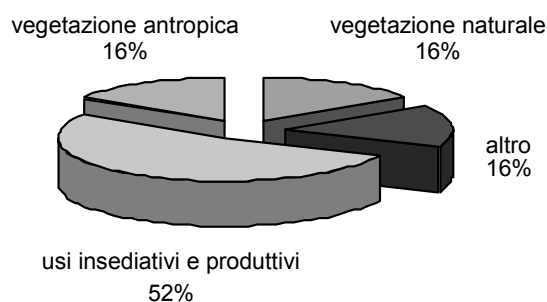
**Tabella 21. Destinazione d'uso del bacino idrografico del Fosso Almone**

<b>Destinazione d'uso</b>	<b>Superficie in ha</b>
Aree degradate	0,071444
Aree militari	0,120955
Aree destinate a verde pubblico	0,040365
Aree destinate a verde privato	0,064261
Verde antropico	1,692635
Vegetazione arborea e arbustiva	0,127937
Cespuglieti	0,201753
<b>Seminativi</b>	<b>5,251606</b>
Lembi di vegetazione naturale	0,042813
Residui di boschi e cespuglieti	0,002663
Vegetazione di zone archeologiche	0,038223
Rimboschimenti	0,341085
Mosaico di vegetazione erbacee	0,121626
Praterie	0,643740
Aiuole stradali	0,046916
<b>Impianti sportivi</b>	<b>1,959981</b>
<b>Orti urbani</b>	<b>0,048356</b>
<b>Frutteti</b>	<b>0,035790</b>
<b>Oliveti</b>	<b>0,103796</b>
<b>Vigneti</b>	<b>0,045528</b>

\* In neretto vengono segnate le destinazioni d'uso di rilevanza economica

Da questa prima caratterizzazione si evince l'importanza relativa che gli aspetti economici connessi con l'uso delle risorse idriche hanno nel territorio del Parco; i seminativi occupano la maggior parte del territorio e unitamente alle poche aree destinate a orti urbani, frutteti, vigneti e oliveti, rendono l'utilizzazione delle acque per scopi irrigui, l'unica in grado di generare riflessi e considerazione di carattere economico.

Una seconda rappresentazione della copertura del suolo, a cura dell'Autorità di bacino del Tevere, riporta la suddivisione del territorio del Parco come mostrata nella Figura 11.



**Figura 11. Suddivisione del territorio del Parco**

## Settore civile

Dalle stime dell’Autorità di Bacino del Tevere, il settore civile risulta il maggior responsabile delle pressioni in termini quantitativi, con i più alti prelievi per il soddisfacimento delle esigenze dei circa 89.000 abitanti equivalenti che insistono sul bacino idrografico dell’Almone. I quantitativi erogati registrati, infatti, ammontano a 21.619.642 m<sup>3</sup>/anno (vedi Tabella 20), vale a dire l’87,55% riferito alla superficie di Piano, risultanti da 6 pozzi d’acquedotto (il 12,77% dei pozzi presenti).

Per quanto riguarda l’aspetto qualitativo – espresso sempre utilizzando come indicatore i livelli di servizio per gli abitanti equivalenti – vediamo che la copertura del servizio depurazione raggiunge 52.515 abitanti equivalenti (parametro di equivalenza del carico inquinante prodotto per abitante pari convenzionalmente ad una domanda biologica di ossigeno di 60 g/giorno) (più del 50% del totale rilevato) – mentre gli abitanti serviti da fognatura ma non depurati, ammontano a 7.945 e quelli che non sono affatto allacciati al sistema fognario a 22.386.

Da quanto detto si evince come a fronte di un insufficiente servizio di fognatura, su cui sarà necessario investire, i depuratori operanti nel Parco, sono in grado di fornire livelli di servizio soddisfacenti, soprattutto in virtù dei maggiori sforzi effettuati. Dai dati disponibili sui Comuni di Ciampino, Grottaferrata, Rocca di Papa, e Marino, infatti, si ottiene una prima stima delle necessità finanziarie per un risanamento igienico-sanitario generale per un totale di 71.200 milioni di lire (dati relativi ai primi anni ’90) da utilizzare principalmente per la costruzione di nuovi depuratori o adeguamento degli stessi (per far fronte al sovraccarico di lavoro cui sono sottoposti i depuratori in funzione), per i collettori di collegamento, oltre che per il miglioramento delle reti di fognatura e per il risanamento dei corpi idrici compromessi.

La provincia di Roma ha aggiornato ai primi mesi del 2004 i dati relativi alla presenza e alle capacità dei depuratori comunali (Tabella 22), i 2 depuratori di Ciampino, situati in località via Lucrezia Romana e via Morosina, sono in grado di coprire un totale di 31.000 abitanti equivalenti e di trattare rispettivamente 5.500 e 3.600 m<sup>3</sup>/s che riversano entrambi nel fosso Patatone; il Comune di Marino presenta ora 6 depuratori attivi, in grado di coprire 51.100 abitanti equivalenti per un totale di 13.975 m<sup>3</sup>/s che riversano nei fossi di Fiorano, di Montelungo, delle Giostre, e Cave di Peperino; Rocca di papa, è dotata di 3 depuratori, che servono 3.500 abitanti equivalenti e sono in grado di trattare 1.300 m<sup>3</sup>/s di acqua, riversandola nel Fosso Valle Vergine e Fosso Focicchia.

Tabella 22. Grado di funzionalità dei depuratori del Bacino del Fosso Almone

Comune	Abitanti serviti da fognatura	Volume scaricato		Volume depurato		
		m <sup>3</sup> /anno	%	m <sup>3</sup> /anno	% sul volume scaricato	% sul volume totale
Ciampino	34.564	2.220.391	56,5	1.264.802	57	32
Marino	13.372	1.183.101	30	265.428	22	7
Rocca di Papa	3.500	530.410	13,5	530.418	100	13
Totale	51.436	3.933.910	100	2.060.684	-	-

Questi dati stanno a testimoniare l'entità degli interventi posti in essere negli ultimi anni, un nuovo depuratore è stato installato a Rocca di Papa in località Vivaro, mentre gli sforzi maggiori sembrano aver riguardato il comune di Marino con la costruzione di 2 nuovi impianti e il convogliamento in un mega depuratore in grado di servire circa 30.000 abitanti con una portata di 9.360 m<sup>3</sup>/s.

Tuttavia, nonostante l'impegno profuso nel tentativo di migliorare lo stato di qualità delle acque e di ridurre lo squilibrio del bilancio idrogeologico dovuto al sovrasfruttamento delle falde nell'intero territorio del Vulcano Laziale, le attività produttive compatibili sono fortemente penalizzate dalla situazione sopra descritta.

## Settore industriale

A causa dei fortissimi vincoli paesaggistici, storico-culturali e archeologici, registriamo una limitata presenza di attività industriali nel Parco; la domanda di acqua per le attività produttive, infatti, risulta di 1.842.560 m<sup>3</sup>/anno (insignificante se rapportata ai consumi civili) e gli occupati nelle industrie operanti nel Parco, sono 2.768, sui 162.123 abitanti equivalenti industriali.

In base alle ricognizioni effettuate dal personale del Parco negli anni 1997-1998 le attività produttive presenti sul territorio vengono suddivise in aziende che – per tipologia merceologica – risultano compatibili, compatibili da sottoporre a regolamentazione e incompatibili con le finalità del Parco.

Tutte le informazioni sono state raccolte consultando il sito ufficiale del Parco dell'Appia Antica ([www.parcoappiaantica.org](http://www.parcoappiaantica.org)).

Dal lavoro di analisi – volto a comprendere la distribuzione delle aziende la loro tipologia commerciale e il loro livello di interferenza con i valori del Parco – vengono rilevate 134 attività produttive compatibili come riportato in Tabella 23.

Tra le attività compatibili circa 59 sono da sottoporre a regolamentazione in funzione degli impatti e delle pressioni che esercitano sul territorio o perché risultano in contrasto con i regolamenti interni del Parco, mentre altre 10 devono necessariamente essere delocalizzate.

I settori maggiormente implicati in questi processi di controllo sono – come è facile prevedere – il commerciale, l'artigianale e il ricreativo. Le attività che, invece, sulla base della tipologia merceologica risultano incompatibili sono 138 (Tabella 24).

**Tabella 23. Attività compatibili con le finalità del Parco**

<b>Settore</b>	<b>N. imprese</b>	<b>Uso</b>	<b>Interferenze</b>	<b>Note</b>
Artigianato	11	Selleria, restauro, oggetti d'arte, ecc.	Acque pubbliche	Verifica impatto e/o legittimità ambientale e grado di interferenza
Commerciale	32	Bar, vivaistica, alimentari, ecc.	Acque pubbliche, e vegetazione di pregio	Verifica impatto e/o legittimità ambientale e grado di interferenza
Industriale	2	Acque minerali	Acque pubbliche	Verifica impatto e/o legittimità ambientale
Ricerca	1	Istituto G. Tagliacarte		Verifica grado di interferenza
Ricettivo/ Ricreativo	49	Ristoranti, trattorie, catacombe, club/circoli sportivi, ecc.	Acque pubbliche, paesaggio	Verifica impatto e/o legittimità ambientale e grado di interferenza
Servizi generali	5	Ambasciate, deposito COTRAL	Acque pubbliche	Verifica impatto e/o legittimità ambientale e grado di interferenza
Servizi privati/pubblci	13	Trasporti, commercialisti, istituti immobiliari, ACEA, ENEL, COTRAL	Acque pubbliche	Verifica impatto e/o legittimità ambientale e grado di interferenza

**Tabella 24. Attività incompatibili con le finalità del Parco**

<b>Settore</b>	<b>N. imprese</b>	<b>Uso</b>
Artigianato	14	Officine, carrozzerie, marmi, ecc.
Industriale	1	Magazzino
Servizi privati	15	Noleggio vetture, trasporti, depositi, ecc.
Edilizia	19	Cantieri, deposito mezzi e materiali, cave, ecc.
Commerciale	57	Concessionari auto, ricambi auto, depositi, distributori benzina, officine, carrozzerie, ecc.
Ricreativo	4	Minimoto, sala giochi, tennis, mini pista per modelli

### Le acque minerali

Il settore industriale è responsabile di un consumo di 1.842.560 m<sup>3</sup>/anno e presenta 2.768 addetti e 162.123 abitanti equivalenti industriali. Tra le attività compatibili, il settore industriale è interamente identificato con le imprese che operano nel campo delle acque minerali, nello specifico la sorgente Capannelle e la sorgente Egeria.

Pur non essendo in grado di presentare una descrizione dettagliata circa l'attività produttiva delle singole imprese, possiamo definire in generale le caratteristiche peculiari del settore in funzione della disponibilità idrogeologica del territorio. In particolare possiamo rilevare che all'interno del Parco sono presenti un gran numero di manifestazioni sorgentizie, provenienti principalmente dagli acquiferi vulcanici e quindi dotati di caratteristiche chimico-fisiche molto simili tra loro.

Dall'analisi degli archivi esistenti, i pozzi presenti sul territorio sono circa 112, denunciati per lo più ad uso irriguo e domestico non potabile. Sono inoltre state rilevate circa 31 sorgenti di acqua per lo più mineralizzata, mineralizzata acidula, acidula frizzante, con presenze variabili di CO<sub>2</sub> e portate che vanno dai mediamente dai 0,5 ai 5 L/s con picchi di 51 L/s per la sorgente

Ciampino 1, 22 L/s per la Fonte Egeria e 21 L/s per la sorgente P. Galoppatoio. In aggiunta a queste, troviamo 4 acque minerali coltivate: l'acqua minerale naturale Appia, l'acqua Egeria-Acqua Santa, l'acqua Santa Maria alle Capannelle e l'acqua minerale naturale San Pietro (Tabella 25).

**Tabella 25. Acque minerali coltivate presenti nel Parco**

Acque minerali	N. pozzi/n. sorgenti	Portata	Superficie in concessione (ha)
Acqua minerale naturale Appia	3/1	60 L/s	141
Acqua Egeria	0/4	20 L/s	
Acqua Santa Maria alle Capannelle	1/0	10 L/s	127
Acqua minerale S. Pietro	3/0	30 L/s	63

## Settore agricolo

L'agricoltura nel Parco, in termini di quantitativi di acqua utilizzati, sembrerebbe un'attività presente in maniera residuale, con un consumo di 1.230.503 m<sup>3</sup>/anno e con impatti presenti nella misura di 16.746 kg/anno di azoto, 3.714 kg/anno di fosforo e 2.617 kg/anno di fitofarmaci. In realtà questi dati non sono attendibili, soprattutto se si tiene conto di pozzi e prelievi abusivi o non dichiarati e delle difficoltà logistiche e operative di controllo del settore agricolo.

## Aziende presenti e Superficie Agraria Utilizzata

Le aziende agricole operanti nel Parco possono essere suddivise in sette categorie principali:

- A – allevamento ovini e bovini;
- B – allevamento cavalli per uso sportivo;
- C – produzione di cereali;
- D – produzione di ortaggi;
- E – produzione di vino;
- F – produzione di funghi;
- G – attività vivaistica.

Da un'analisi preliminare dei dati dell'Istituto G. Tagliacarne possono essere tratte alcune importanti considerazioni sulle caratteristiche strutturali delle differenti tipologie prese in esame: la più diffusa risulta essere l'allevamento ovino e bovino per la produzione di carne e latte, occupando più della metà della Superficie Agraria Utilizzata (SAU) (Tabella 26).

**Tabella 26. Aziende rilevate, loro superficie, e SAU per le diverse tipologie**

Tipologia	Aziende		Superficie totale		SAU	
	n.	%	ha	%	ha)	%
A	9	22,5	614,0	52,0	557,0	51,1
B	5	12,5	4,8	0,4	4,6	0,4
C	5	12,5	413,0	34,9	412,0	37,8
D	10	25	91,5	7,7	67,5	6,2
E	5	12,5	50,1	4,2	42,1	3,9
F	3	7,5	4,0	0,3	3,5	0,3
G	3	7,5	4,5	0,4	3,5	0,3
Totale	40	100	1181,9	100	1090,2	100

Le aziende presenti all'interno del Parco sono in maggior numero di dimensioni inferiori a 10 ha come risulta dalla Tabella 27.

**Tabella 27. Aziende agricole presenti nel Parco ordinate per superficie**

Area (ha)	Numero	Attività
≤2	15	Allevamento ovini e bovini, coltivazione ortaggi, fungaia, vigneti, coltivazioni floricole e grano
3-5	8	Ortaggi, vigneti, bovini e foraggio
6-10	11	Coltivazioni agricole associate all'allevamento, cereali e foraggio, vigneti oliveti, apicoltura
20-50	3	Cereali e foraggio, vigneti
50-100	2	Bovini, colture seminative varie
> 100	3	Vigneto, coltivazioni miste cereali e seminativi

Le aziende di allevamento e addestramento di cavalli ad uso sportivo, la produzione di vino e la produzione di cereali, sono risultate egualmente presenti sul territorio del Parco, e pur se non molto diffuse (circa il 12,5% in media), rivestono una particolare importanza per l'elevato valore aggiunto dei prodotti offerti, le prime due tipologie, e per l'elevata estensione unitaria la terza (circa il 38% dell'intera SAU del Parco).

Minore risulta la presenza di aziende dedicate alla produzione dei funghi e alle aziende vivaistiche, anche se per la loro peculiarità e per l'intensità dell'attività non sono da ritenere meno importanti nel complesso delle realtà agricole dell'area.

Per quanto riguarda invece la gestione agricola nel territorio del Parco, emerge la presenza di un'elevata superficie agricola non utilizzata, che possiamo classificare secondo due diverse tipologie: la prima è costituita da ex seminativi che in attesa di un'eventuale utilizzazione extra-agricola, da tempo non viene più regolarmente coltivata, dove si è venuta a creare una copertura erbacea spontanea solo sporadicamente e irregolarmente utilizzata con il pascolamento; la seconda è invece rappresentata da aree poste in pendenza un tempo utilizzate come fonte di foraggio con il pascolamento, che garantiva la presenza di uno strato erboso in grado di proteggere il suolo sottostante dall'erosione.

Frequentemente, infatti, il deflusso superficiale delle acque in eccesso determina eventi erosivi, anche a causa del malfunzionamento e del cattivo stato di manutenzione delle sistemazioni idraulico-agrarie. Questi dati e altri estrapolati dal dossier sulle attività produttive del Piano del Parco, stanno a indicare come, ad eccezione di quelle a carattere agricolo, queste risultino essenzialmente nulle, fatta eccezione per alcune unità nell'area della Caffarella, area densamente urbanizzata a monte del Comune di Marino, per lo più di carattere commerciale, che rendono il Bacino Marrana della Caffarella, uno dei più compromessi in termini di qualità e utilizzazioni, con una grave e generale situazione di degrado, accompagnata da ostruzioni dell'alveo scorrimento di acque maleodoranti, e relative conseguenze. Questa situazione, conseguenza diretta del malfunzionamento dei depuratori relativi agli scarichi pubblici e alle fognature, viene considerevolmente aggravata dalla carenza delle informazioni in merito agli scarichi derivanti da insediamenti produttivi.

## ASPETTI ECONOMICI DEL PARCO

### Costi dei servizi idrici

Definire i costi delle politiche di prezzo dell'acqua – operazione propedeutica alla successiva determinazione della tariffa da praticare come corrispettivo del Servizio Idrico Integrato – significa distinguerli e analizzarli in funzione della loro origine e della loro imputazione.

La normativa nazionale in materia, identificata con la legge Galli, recita a tal proposito all'articolo 13 "Tariffa del servizio idrico" comma 2:

La tariffa è determinata tenendo conto della qualità della risorsa idrica e del servizio fornito, delle opere e degli adeguamenti necessari, dell'entità dei costi di gestione delle opere, dell'adeguatezza della remunerazione del capitale investito e dei costi di gestione delle aree di salvaguardia, in modo che sia assicurata la copertura integrale dei costi di investimento e di esercizio.

Nell'ottica del futuro recepimento della Direttiva quadro sulle acque – riprendendo i concetti presenti nella legge Galli – si è voluto ampliare il panorama di valutazione dei costi dei servizi idrici, introducendo dei centri di costo da includere nell'attività gestionale, legati al valore stesso della risorsa idrica e in grado di riflettere le pressioni e gli effetti indiretti sull'ambiente della captazione e dell'utilizzo della risorsa.

Alla luce di quanto detto, i costi da considerare relativi alla gestione dei servizi idrici sono:

- *Costi finanziari (o industriali)*  
che includono i costi per provvedere all'erogazione dei servizi e all'amministrazione degli stessi, i costi operativi e di funzionamento, i costi di mantenimento del capitale e i costi propri del capitale (pagamento degli interessi e "Return On Equity", o redditività del capitale proprio, data dal rapporto Reddito Netto/Capitale Netto).
- *Costi ambientali*  
che rappresentano il costo del danno determinato da un determinato uso dell'acqua, sull'ambiente e sugli altri fruitori della risorsa.
- *Costi della risorsa*  
vale a dire i costi della mancata opportunità di utilizzo della risorsa (nel presente e nel futuro), dovuta alla diminuzione dello stock di risorsa, in relazione alla naturale capacità di carico del corpo idrico.

Il documento preparato dal gruppo WATECO (2003), di supporto all'implementazione della Direttiva 2000/60/CE, opera una distinzione tra *costi diretti* di fornitura del servizio (definiti come i costi necessari alla fornitura idropotabile nonché al collettamento e depurazione dei reflui), e i *costi indiretti* (che nascono da una variazione della disponibilità della risorsa, sia in termini quantitativi, che in termini qualitativi).

I primi fanno riferimento sia ai costi della situazione attuale, sia ai costi delle misure infrastrutturali necessarie al raggiungimento degli obiettivi stabiliti. Per i secondi facciamo riferimento principalmente alle misure non infrastrutturali (es. deflusso minimo vitale).

Il costo industriale è rappresentato dal valore delle risorse economiche (lavoro e capitale) necessarie a rendere disponibile il servizio idrico (ossia per consentire l'utilizzo dell'acqua nel luogo e nel momento desiderato dall'utente finale, e restituirla successivamente al corpo idrico) (Tabella 28).

Questo costo può essere a sua volta scisso in due componenti:

1. costi operativi e di manutenzione ordinaria;
2. costo del capitale investito: costi per nuovi investimenti, deprezzamento degli *asset* (insieme delle infrastrutture) esistenti e remunerazione del capitale investito.

**Tabella 28. Composizione del costo industriale**

Tipologia di costo	Definizione	Metodo di calcolo
Costi operativi e di manutenzione ordinaria	Costi necessari alla gestione ordinaria del servizio	Bilancio dei gestori o Metodo normalizzato (Mtn)
<b>Costi del capitale</b>		
<i>Nuovi investimenti</i>	Esborso monetario per nuovi investimenti.	Si fa riferimento al costo annuo
<i>Deprezzamento</i>	Spesa necessaria al mantenimento della funzionalità delle infrastrutture idriche.	La stima avviene sulla base del valore delle infrastrutture esistenti, valutate al costo di rinnovo.
<i>Remunerazione capitale investito</i>	Costo opportunità del capitale inteso come rendimento della migliore alternativa di investimento.	Per i nuovi investimenti 7% (Mtn). Per gli <i>asset</i> esistenti 2% (pari a un tasso medio di interesse sui titoli di debito pubblico)

In realtà bisogna considerare che i costi ambientali e i costi della risorsa non vengono esplicitamente considerati come componenti per la determinazione della tariffa del servizio idrico e che – se prendiamo ad esempio le 41 ricognizioni del COVIRI (Comitato per la Vigilanza sull'uso delle Risorse Idriche) in merito alla struttura dei costi degli ATO (Autorità Territoriali Ottimali) e alla registrazione delle spese inerenti l'erogazione del SII (Servizio Idrico Integrato) – non vengono neanche menzionati. Nei seguenti paragrafi viene presentata una breve descrizione delle principali componenti di costo riportate in tariffa secondo quanto rilevato nel *Secondo rapporto sui piani d'Ambito* del COVIRI (2004).

## Struttura dei costi del Servizio Idrico Integrato

A livello nazionale la determinazione e la quantificazione dei costi inerenti alla gestione del SII vanno ricercate a seconda del modello gestionale dell'azienda unica dell'Ambito, che ne determina la struttura. Nella maggior parte dei casi le stime dei “costi finanziari” vengono effettuate sulla base di parametri di produttività e di costo unitario e rapportati alle principali grandezze fisiche del servizio nell'Ambito in esame (popolazione residente, volumi erogati). Per quanto concerne l'evoluzione di tali valori nel tempo, si tiene conto sia dell'incremento dei costi dovuto all'entrata in funzione di nuove opere, sia dell'innalzamento dei livelli di servizio conseguenti ad un miglioramento nell'efficienza gestionale.

### Costi operativi effettivi della gestione

I costi operativi di gestione, generalmente comprendono le seguenti voci:

- costi del personale necessario per l'espletazione del SII;
- costi per le forniture dei materiali e dell'acqua acquistata da terzi;
- costi previsti di energia elettrica per l'erogazione del servizio;



- individuazione di costi di mezzi e immobili necessari alla gestione;
- costi per materie di consumo e merci;
- servizi;
- godimento beni di terzi;
- rimanenze di materie prime;
- accantonamento per rischi;
- oneri di gestione.

Tali costi devono essere valutati (in adempimento all'articolo 1 del Metodo normalizzato per la determinazione della tariffa del SII riportato nel DM del 1° agosto 1996) sulla base del confronto dei valori modellati nei tre elementi del SII (che ricordiamo sono il servizi Acque Potabili, Fognature e Trattamento Reflui) e quelli reali (o di progetto) previsti nel piano finanziario:

- *Servizio Acque Potabili*

Il Costo Operativo Acque Potabili (COAP) corrisponde a:

$$\text{COAP} = 1,1 * (\text{VE})^{0.67} * (\text{L})^{0.32} * (\text{IT})^{0.1} * e^{(0.2 * \text{Utdm}/\text{UtT})} + \text{EE} + \text{AA}$$

- dove
- VE è il volume erogato
  - L è la lunghezza della rete
  - Utdm sono gli utenti domestici con contatore diametro minimo
  - UtT sono gli utenti totali
  - EE sono le spese di energia elettrica
  - AA è il costo dell'acqua acquistata da terzi
  - IT è l'indicatore di difficoltà dei trattamenti potabilizzazione.

- *Servizio Fognature*

Il Costo Operativo Fognature (COFO) corrisponde a:

$$\text{COFO} = 0.15 - (\text{Lf})^{0.4} * (\text{Ab})^{0.6} + \text{EE}$$

- dove
- Lf è la lunghezza della rete fognaria
  - Ab sono gli abitanti serviti
  - EE sono le spese per l'energia elettrica

- *Servizio Trattamento Reflui*

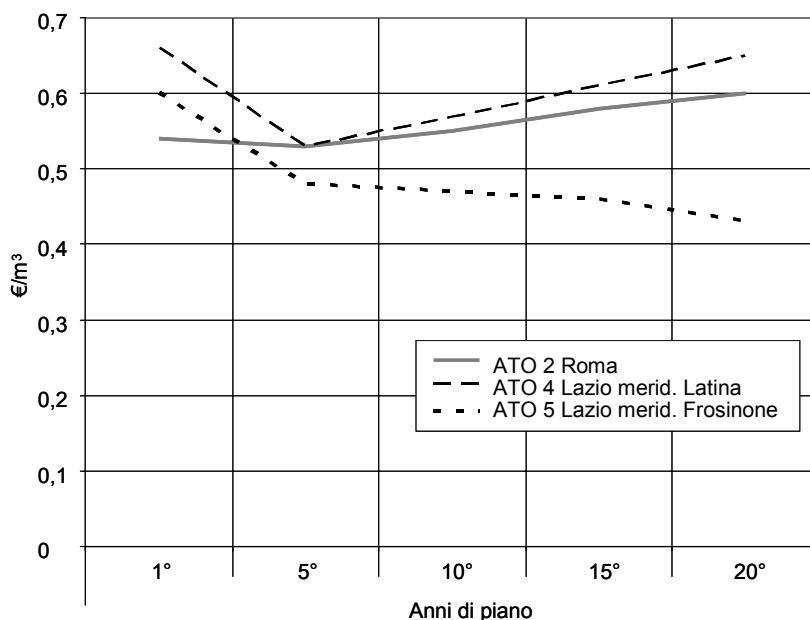
Il Costo Operativo Trattamento Reflui (COTR) corrisponde a:

$$\text{COTR} = \sum_{1-n} \alpha (\text{Ct})^{\beta} * \text{Ai} * \text{Fi}$$

- dove
- Ct è il carico inquinante trattato
  - n è il numero di impianti
  - $\alpha$  è il coefficiente funzione della classe di impianto
  - $\beta$  è l'esponente funzione della classe di impianto
  - A è il coefficiente di difficoltà trattamenti acque che si determina in funzione della tipologia di trattamento
  - F è il coefficiente di difficoltà trattamenti fanghi che si determina in funzione della tipologia di trattamento.

A titolo esemplificativo, si è voluto riportare nelle seguenti tabelle, solo i dati relativi agli ATO presenti nel Lazio, perché sebbene la loro rappresentatività non sia assoluta, vediamo che ad eccezione dell'ATO 5, pur assumendo un andamento decrescente solo per i primi anni di piano, testimoniano fedelmente l'andamento dei costi operativi a livello nazionale.

Analizzando nello specifico l'andamento dei costi operativi di progetto in termini unitari, rapportati cioè al volume che si prevede di erogare e al netto del canone di concessione (Figura 12) per renderli facilmente comparabili tra i diversi ATO, si rileva a livello nazionale un andamento decrescente nel tempo dagli 83 centesimi al metro cubo ai 72 del decimo anno di piano, confermando una tendenza al miglioramento d'efficienza di gestione previsto dall'attuazione della riforma.

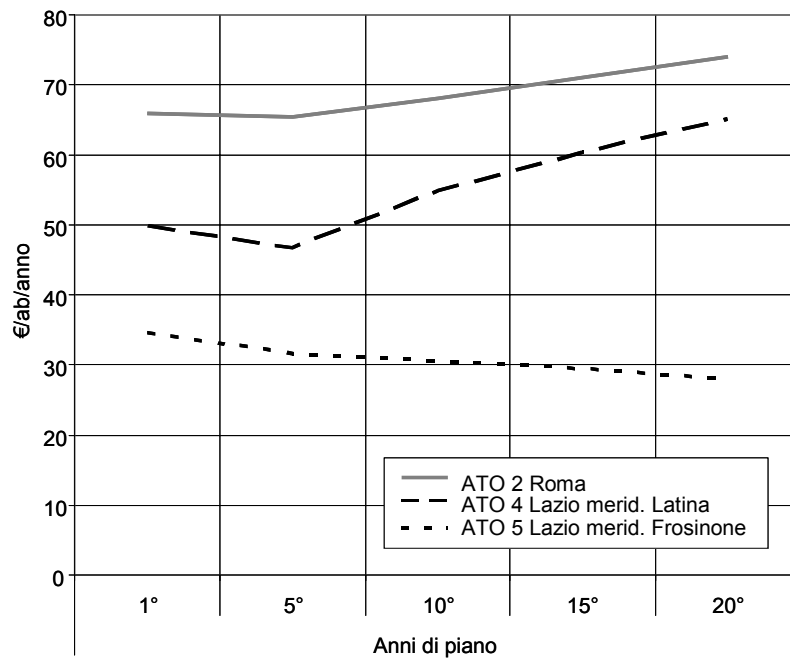


**Figura 12. Costi operativi al m<sup>3</sup> di acqua erogato al netto del canone di concessione nelle ATO del Lazio nei 20 anni di Piano considerato**

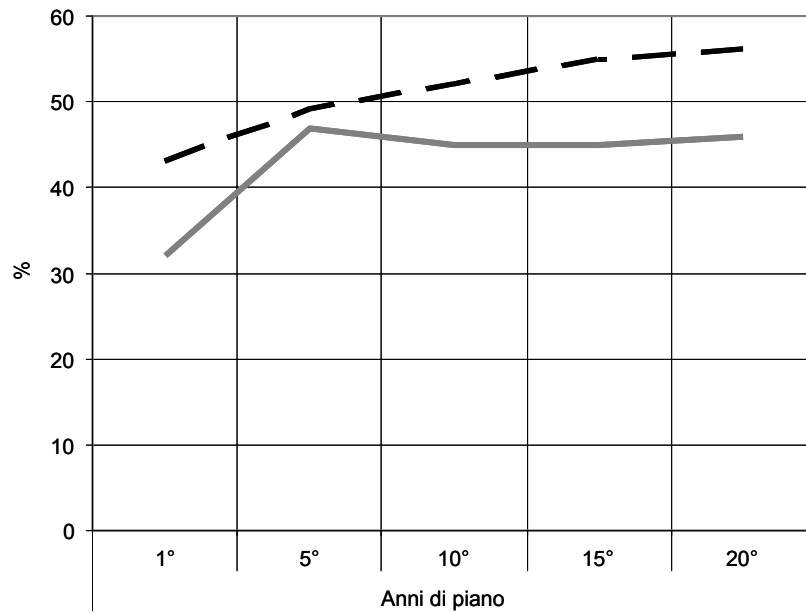
Se analizziamo l'incidenza di tali costi riferiti al primo anno di piano, l'ATO 2 Roma, registra il primato di "efficienza operativa in termini unitari" in virtù del fatto che si prevede di erogare il volume maggiore. Riportando poi gli stessi costi operativi alla popolazione residente – parametro rispetto al quale può essere utile formulare valutazioni comparate circa le previsioni dei costi operativi da inserire in tariffa – si può facilmente isolare l'effetto dell'aumento del volume erogato (Figura 13).

Questa volta il costo operativo presenta una crescita percentuale quantificata nel 6,8% nei venti anni di piano considerati e sorprende come l'ATO 5 Lazio Meridionale Frosinone risulta il meno oneroso con un valore di 34,45 Euro/ab/anno, mentre l'ATO 2 Roma, con 66,19 Euro/ab/anno, risulta poco inferiore alla media nazionale.

L'incidenza dei costi del personale (Figura 14), computati sulla base del costo pro-capite del personale – estrapolato dal Contratto Collettivo Nazionale di Lavoro della Federgasacqua nonché dai valori risultanti dalle gestioni precedenti – sui costi operativi totali al netto dei canoni, risulta dai piani esaminati con un valore medio da 38,1% a 39,7% decrescendo fino a 39,3% nell'ultimo dei 20 anni di piano considerati.



**Figura 13. Costi operativi al netto del canone di concessione per abitante residente nelle ATO del Lazio nei 20 anni di Piano considerato**



**Figura 14. Incidenza dei costi del personale sul totale dei costi operativi al netto dei canoni nelle ATO del Lazio nei 20 anni di Piano considerato**

## Costo del corrispettivo di concessione

Oltre alle convenzionali voci di costo determinate dal Metodo normalizzato (costi operativi, ammortamenti e remunerazione sul capitale investito), il canone di concessione compreso nelle componenti di costo per la determinazione della tariffa viene coperto dalle seguenti voci:

- rate dei mutui in essere al momento dell'affidamento del SII;
- spese per il funzionamento della struttura dell'Autorità d'Ambito;
- oneri finanziari dei mutui contratti dai Comuni per la realizzazione degli investimenti pregressi;
- rate dei mutui sottoscritti per la costituzione di una società a capitale misto pubblico o privato;
- ricavi destinati alla valorizzazione del patrimonio esistente;
- contributi alle comunità montane.

Il canone di concessione in realtà andrebbe determinato sulla base di un'analisi preliminare del valore della concessione stessa, in quanto incide direttamente sul livello della tariffa da praticare agli utenti del servizio e, per rispettare i vincoli dell'incremento tariffario imposti dal DM 1/8/1996, viene previsto a priori un ammontare massimo che può essere sopportato dalla tariffa. L'ammissibilità di questa voce in tariffa non è universalmente riconosciuta, ma viene legittimata esclusivamente per il primo affidamento della gestione e unicamente nella misura necessaria a coprire le rate dei mutui pregressi.

La media del canone di concessione è stata stimata intorno a 14 milioni di Euro per Ambito, con un andamento medio decrescente nel tempo che arriva ad una riduzione di circa il 20% nel ventesimo anno fino a giungere a 11 milioni di Euro. L'ATO 2 Roma, nuovamente presenta un valore limite e addirittura in aumento (Tabelle 29 e 30).

**Tabella 29. Andamento medio del corrispettivo di concessione nei 20 anni di Piano**

Costo del corrispettivo di concessione	1° anno di Piano	20° anno di Piano
Valore medio	14 milioni	11 milioni (-20%)
Incidenza tariffaria	13%	6,3%
Popolazione residente	10,94 €/ab	8,21 €/ab
Valore medio in termini unitari	13 cent./mc/anno	9 cent./mc/anno (-32%)

**Tabella 30. Sviluppo dei canoni (valori in mgl Euro/anno)**

ATO		Anni di piano			
		1°	5°	10°	20°
ATO 2	Roma	28.916	36.558	36.558	36.558
ATO 4	Lazio merid. Latina	9.493	9.024	7.966	4.035
ATO 5	Lazio merid. Frosinone	5.784	5.784	5.784	5.784

Se consideriamo l'incidenza dei canoni in termini unitari, ovvero rapportando l'ammontare complessivo al volume che si prevede di erogare nell'Ambito, rileviamo una media ponderata di 13 centesimi/m<sup>3</sup>/anno con andamento decrescente nel ventennio di gestione fino a 9 centesimi/m<sup>3</sup>/anno, evidenziando una riduzione in termini percentuali di circa il 32%, che risulta superiore rispetto a quella descritta in riferimento ai valori assoluti unicamente perché incorpora anche la crescita attesa dei volumi erogati (Figura 15).

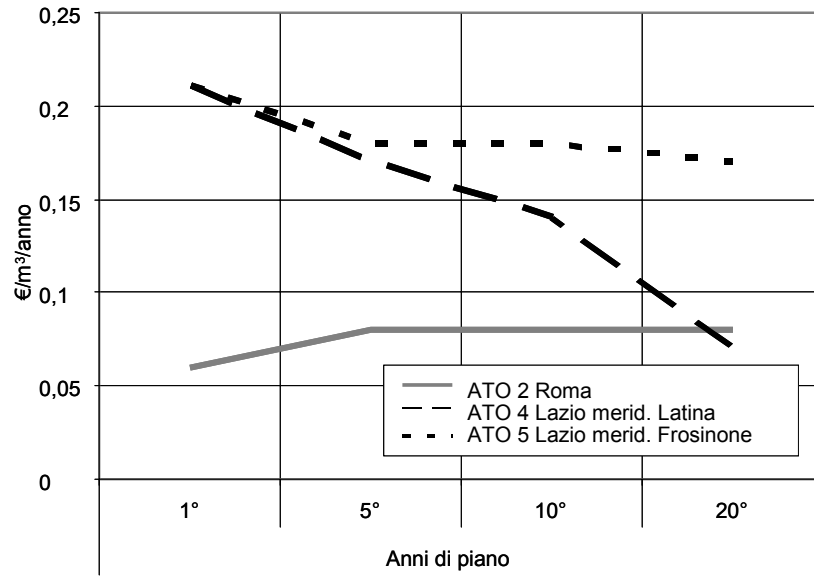


Figura 15. Incidenza dei canoni al mc erogato (euro/m<sup>3</sup>/anno)

L'ambito che presenta una incidenza contenuta della voce "canone" sui costi operativi è senz'altro l'ATO 2 Roma con un valore di 6 centesimi di Euro/m<sup>3</sup>/anno. Quanto all'incidenza tariffaria del canone, il COVIRI rileva un valore percentuale di poco superiore al 13%, con andamento decrescente fino al 20° anno di piano, dove registriamo un'incidenza del 6,3% (Figura 16).

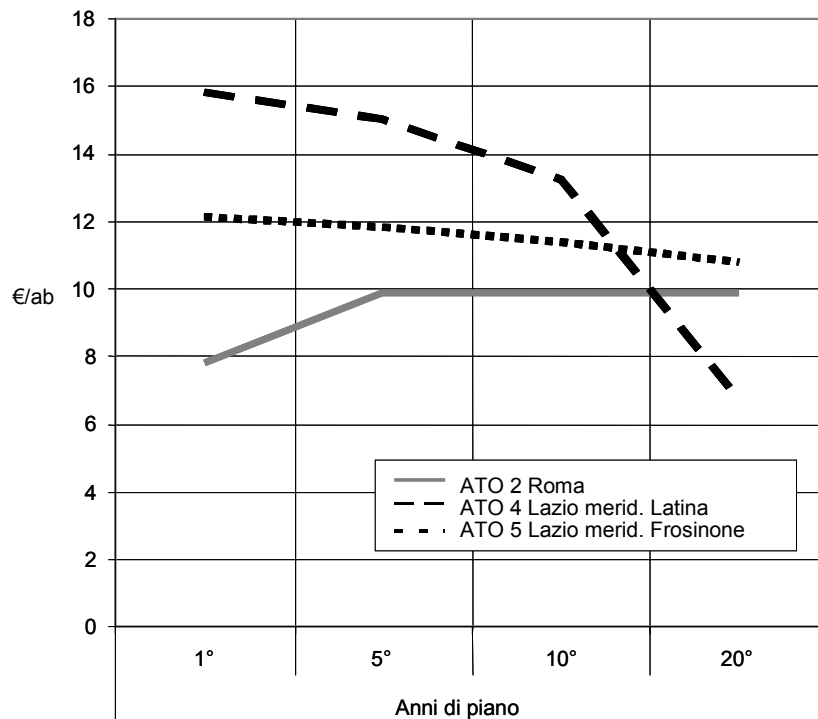


Figura 18. Canone per abitante residente euro/ab

Il valore medio dei canoni in relazione alla popolazione residente è di circa 10,94 Euro/ab il primo anno e 8,21 euro/ab il ventesimo. Questo valore se rapportato a quello calcolato per i costi operativi, ammonta a circa il 15% di tali costi.

## **Costi ambientali e costi della risorsa**

Il secondo elemento che completa “l’equazione del Costo Pieno” o Valore Economico dell’acqua, è rappresentato dai Costi ambientali e dai Costi della risorsa (CAR). La definizione di tali grandezze rappresenta uno degli argomenti di maggiore interesse nella redazione del Piano di gestione di un bacino idrografico; inoltre la considerazione degli aspetti legati al valore economico dell’acqua, assume un’importanza strategica soprattutto in virtù della scarsità della risorsa e dell’aumento continuo della domanda di acqua di buona qualità per soddisfare i diversi bisogni dell’uomo.

In passato, infatti, si è ritenuto che l’acqua fosse una risorsa a disponibilità illimitata, senza valore e tale presupposto è portato ad un uso indiscriminato della stessa ignorando i principi di sviluppo e gestione sostenibile che oggi invece rappresentano la base concettuale della normativa in tema gestione delle risorse idriche. La realtà dei fatti però, ci dice che la disponibilità di acqua in un determinato territorio non è illimitata e solo una quota parte, in funzione delle condizioni climatiche e geografiche, è periodicamente rinnovabile a seguito del ciclo stagionale-annuale delle precipitazioni e dei deflussi all’interno dei bacini idrografici.

Per quanto detto, per valutare gli effetti globali prodotti dal prelievo e dall’uso di acqua in un determinato territorio è necessario definire una tecnica di valutazione in grado di contemplare allo stesso modo gli aspetti di natura finanziaria connessi alla gestione dei servizi idrici e gli aspetti di carattere socio-economico e ambientale conseguenti alla fruizione delle risorse. In questo contesto si assume come riferimento il dettato della Direttiva quadro, che impone agli Stati Membri l’attuazione di misure atte a individuare – attraverso l’analisi economica degli usi delle risorse idriche – il mix ottimale di politiche di gestione delle acque per il raggiungimento degli obiettivi previsti:

Gli Stati Membri, devono tener conto del principio del recupero dei costi dei servizi idrici, compresi i Costi Ambientali e della Risorsa, prendendo in considerazione l’analisi economica effettuata in base all’allegato III, e in particolare, secondo il principio chi inquina paga, sulla base di previsioni a lungo termine circa l’offerta e la domanda di acqua, e se necessario, sulla base di stime del volume, dei prezzi, dei costi connessi ai servizi idrici, e degli investimenti corrispondenti.

La sfida lanciata dalla direttiva agli ordinamenti nazionali in tema di tutela delle acque, è quindi l’individuazione delle componenti economico-ambientali legate alla gestione dell’intero ciclo della acque – dalla captazione allo scarico al riuso – da includere nella definizione delle componenti di costo per la determinazione della tariffa da praticare agli utenti. A livello nazionale infatti – sebbene la normativa (legge Galli) imponga esplicitamente il principio del recupero totale dei costi dei servizi idrici (*Full Cost Recovery*) – ci troviamo in una situazione in cui la tariffa è in grado di coprire solo i costi di natura strettamente finanziaria e non considera gli aspetti legati al valore economico che la risorsa assume in funzione dei diversi usi (o del non uso). È necessario premettere che gli studi indirizzati alla determinazione dei CAR non sono ancora arrivati a definire una metodologia universalmente riconosciuta per determinarli e che in aggiunta, la loro entità dipende dal contesto e dal fine per cui vengono presi in considerazione, ammettendo diverse configurazioni più o meno attendibili in relazione all’ambito di analisi. I

risultati ottenuti in definitiva hanno portato solo ad una caratterizzazione parziale attraverso delle stime provvisorie e circostanziali.

Per dare una prima definizione dei Costi ambientali e dei Costi della risorsa, si può prendere in esame il rapporto *Assesment of environmental and resource costs in the Water Framework Directive* a cura del Drafting Group ECO2 e del Common Implementation Stragtegy Working Group 2B (2004), che definisce:

- *Costi ambientali*  
come “i costi del danno che gli usi dell’acqua provocano sull’ambiente, sugli ecosistemi e sugli altri fruitori dell’ambiente” (es. riduzione qualità ecologica di un ecosistema, oppure salinizzazione e degrado di un terreno produttivo, ecc.).
- *Costi della risorsa*  
come “i costi della mancata opportunità che si riflettono sugli altri usi, dovuta alla riduzione della risorsa oltre la sua naturale capacità di carico” (es. sovrasfruttamento delle falde sotterranee).

Il gruppo ECO2 – che ha basato i suoi studi sui documenti guida WATECO – non rileva una netta distinzione nelle definizioni dei Costi ambientali e della risorsa e tenta di chiarire meglio i due concetti, assumendo per quanto concerne i costi della risorsa che:

- si identificano con i costi opportunità di un determinato uso dell’acqua, intesa come risorsa scarsa nel tempo (ora e in futuro) e nello spazio, e rappresentano quindi la differenza tra il valore economico in termini di benefici netti derivanti da un uso attuale o futuro di acqua e il valore economico in termini di benefici netti del miglior uso alternativo (ora o in futuro);
- emergono solo se un uso alternativo della acqua genera un valore economico maggiore rispetto all’uso presente o alla possibilità perduta di uso futuro (la differenza tra i benefici netti è quindi negativa);
- si ottengono se la risorsa idrica è “danneggiata” (alterata, peggiorata o diminuita), anche se (in contrasto con quando affermato nei documenti WATECO) il termine costo della risorsa non deve essere utilizzato solamente nel contesto di una riduzione della disponibilità di acqua, ma piuttosto essere considerato come risultato di una allocazione inefficiente in termini economici, di acqua e/o del conseguente livello di inquinamento, in relazione al maggior beneficio netto generato da un uso alternativo.

I Costi ambientali, invece, riflettono i costi del danno all’ambiente sotto forma o di degrado oppure di riduzione di disponibilità di un ecosistema acquatico, causati da uno specifico uso dell’acqua – ad esempio attraverso estrazione o scarico di reflui. Riprendendo le definizioni date in precedenza, è opportuno fare una distinzione tra i costi del danno all’ambiente e i costi del danno ai fruitori dell’ambiente. Anticipando i concetti di Valore Economico Totale, che riprenderemo in seguito:

- I costi del danno all’ambiente sono riferiti ai “valori di non uso” relativi ad un ecosistema acquatico in equilibrio (sano), mentre i costi del danno ai fruitori dell’ambiente, si riferiscono al corrispondente “valore d’uso”.
- I valori d’uso sono associati ad un uso attuale o futuro (potenziale) del bene ambientale in questione (es. acqua potabile, per l’irrigazione o per la pesca) mentre i valori di non uso, non sono associati a nessun uso attuale o futuro (potenziale) della risorsa, ma si riferiscono ai valori relativi all’ambiente e alla conservazione delle risorse naturali, in virtù ad esempio, della conservazione dell’ambiente per le generazioni future, o dei diritti inespressi di tutti gli esseri viventi, piante e animali inclusi.

- La stima di questi valori di uso e non uso come risultato di un'allocazione alternativa della risorsa, getta la base per la successiva determinazione dei Costi della Risorsa.
- I Costi della risorsa emergono se il ripristino o la conservazione di un ecosistema (misurata attraverso i valori di uso e non uso che la gente attribuisce all'ambiente) genera un valore economico maggiore rispetto ad esempio, all'estrazione attuale o futura di acqua per l'agricoltura, o all'inquinamento idrico dovuto alle attività industriali.

In conclusione, possiamo riassumere che i Costi ambientali rappresentano i costi del danno ambientale che si ripercuotono sull'ambiente e sugli altri fruitori dell'ambiente stesso, in relazione ad un uso alternativo della risorsa; i Costi della risorsa invece, riflettono i costi di un'allocazione economica inefficiente dell'acqua, sia sotto l'aspetto quantitativo che qualitativo, nel tempo e in relazione agli altri usi e/o utilizzatori.

## Ipotesi metodologiche per la caratterizzazione economica di Bacino

Nell'ambito del progetto transnazionale AQUAMED, si è giunti a determinare una serie di indicatori (generali, tecnici ed economici) caratteristici di un bacino idrografico e riferiti sostanzialmente ai livelli di servizio e ai principali dati dimensionali del sistema di gestione delle acque (Tabella 31).

**Tabella 31. Indicatori per la caratterizzazione economica di Bacino**

Indicatori generali di Bacino	Indicatori dell'uso dell' acqua		
	consumo domestico	consumo industriale	agricoltura
<b>Indicatori tecnici</b>			
Volume estratto	Volume estratto	N. addetti per settore	Popolazione agricola totale
Volume distribuito	Volume fatturato	Quantitativi per settore	Area totale coltivata
Volume perdite	Indice di consumo (L/ab/gg)	Quantitativo acqua usata proveniente dal settore pubblico	Tipologia di coltura
N. imprese di distribuzione	N. fruitori del servizio pubblico	Quantitativo acqua usata proveniente dal settore privato	Volume acqua per l'irrigazione
Volume destalinizzato (fatturato)	Volume reflui urbani	Volume di reflui generati	
Volume esportato dal bacino		N. imprese	
<b>Indicatori economici</b>			
Finanziamento (stato/regione/privato)	Sistema tariffario	Contributo al PIL Sistema tariffario	Contributo al PIL Sistema tariffario
Investimento totale nel bacino	<b>Opzionali</b> Costo acqua/m <sup>3</sup> Costo danno ambientale (Esterionalità) % recupero dei costi Valore economico	<b>Opzionali</b> Costo acqua/m <sup>3</sup> Costo del danno causato dai reflui (esterionalità) % recupero dei costi Valore aggiunto alla produzione	<b>Opzionali</b> Costo acqua/m <sup>3</sup> Costo del danno causato dai reflui Valore aggiunto alla produzione



Tali indicatori sono stati suddivisi in due macro-categorie, distinguendo gli *indicatori tecnici*, volumi captati, volumi fatturati, perdite di rete, numero di utilizzatori del servizio, reflui generati, ecc., dagli *indicatori economici*, in grado di quantificare le grandezze economiche relative, che riportano tra gli altri il costo dell'acqua al m<sup>3</sup>, la percentuale di recupero dei costi ed eventualmente i costi relativi al danno ambientale o il contributo di ciascun settore al PIL. Si è inoltre ritenuto opportuno concentrare l'attenzione solo sui tre macro-settori maggiormente responsabili delle pressioni nel territorio del Parco – il civile, l'agricolo e l'industriale. Gli indicatori “opzionali”, rappresentano invece una particolare tipologia di parametri economici che, in adempimento alla Direttiva quadro, devono essere considerati nell'analisi economica per giungere ad una completa caratterizzazione di bacino; tra questi possiamo includere, il valore economico che l'acqua assume in ciascun settore socio-economico in funzione del quantitativo captato e degli usi (o valore aggiunto per settore), nonché i costi ambientali esterni (esternalità) relativi ad un determinato utilizzo.

In realtà ribadiamo che questi concetti non sono ancora chiari agli operatori di settore e questo deficit di conoscenza è dovuto essenzialmente al fatto che spesso si preferisce – a livello istituzionale – rimandare studi e approcci che risulterebbero molto onerosi e incerti nei risultati; tuttavia si ritiene che formulare delle proposte di valutazione e tentare di validarle su un dato territorio, possa essere un primo importante passo verso il totale recepimento della normativa europea che gli Stati Membri e in particolar modo l'Italia – alla luce dei provvedimenti di sanzione cui è soggetta – sono chiamati a conseguire il prima possibile.

## Valore economico dei beni ambientali

Come richiamato dal termine stesso, per “economico” si intende una valutazione in termini monetari, usando cioè la moneta come strumento di misurazione per indicare i guadagni e le perdite di utilità (o beneficio). A livello generale, l'idea di base per la misurazione in termini monetari del beneficio, è che gli individui rivelano le loro preferenze per i beni ambientali, mostrando la loro Disponibilità A Pagare (DAP) per quei beni; il prezzo di mercato costituisce la guida iniziale per misurare questa disponibilità e quindi la spesa totale per il bene rappresenta la prima approssimazione del beneficio ricevuto. La ragione per la quale la moneta viene utilizzata come unità di misura è che tutti esprimono le proprie preferenze nei termini di questa unità, se acquistiamo un bene ad esempio, esprimiamo la nostra disponibilità a pagare offrendo moneta in cambio di quel bene e indirettamente riflettiamo il valore economico che viene attribuito al bene in questione. La DAP quindi, rappresenta un indicatore monetario immediato delle preferenze individuali. Tuttavia non è possibile assumere con certezza che la DAP misura in maniera accurata l'intero beneficio per la società, potrà infatti accadere che alcuni individui saranno disposti a pagare di più del prezzo di mercato, per cui il beneficio che essi otterranno sarà maggiore. Il Surplus così ottenuto è chiamato “Surplus del consumatore”. Questa considerazione è importante perché ci porta a dire che:

$$\text{DAP lorda (bene ambientale)} = \text{Prezzo di mercato} + \text{Surplus del consumatore.}$$

Il concetto di Valore Economico Totale (VET) riferito ai beni ambientali, viene diviso in diversi usi e non usi a seconda del valore relativo che la gente attribuisce a specifici cambiamenti ambientali.

In economia ambientale si è giunti ad identificare una precisa tassonomia dei valori economici dei beni ambientali, distinguendo per prima cosa i “Valori d'uso” che comprendono il valore d'uso reale e il valore d'opzione, dai “Valori intrinseci” (o di non uso); appartengono ai primi (definiti anche benefici d'uso) i benefici che derivano dall'utilizzo concreto che si fa dei

beni ambientali (Valore d'uso reale), mentre sono più complessi i valori espressi per mezzo degli usi potenziali dell'ambiente (valori d'uso indiretti) che esprimono il valore dell'ambiente come benefico "in potenza", contrapposto al valore d'uso "in atto". Questo tipo di valore può essere considerato "Valore di opzione".

Da qui possiamo arrivare alla prima parte di una equazione generale per il VET:

$$\text{Valore d'uso totale} = \text{Valore d'uso reale} + \text{Valore di opzione}$$

Per quanto riguarda i valori intrinseci, bisogna considerare che la valutazione dei valori che risiedono "in" qualcosa, non collegato all'essere umano, percepiti dalle persone attraverso le loro preferenze nella forma di un valore non d'uso comporta una serie di considerazioni molto complesse circa la loro definizione e quindi, per semplicità il valore intrinseco verrà assimilato al valore di esistenza del bene:

$$\text{Valore intrinseco} = \text{Valore d'esistenza.}$$

In questo modo possiamo riscrivere l'equazione per il Valore Economico Totale come segue:

$$\text{Valore economico totale} = \text{Valore d'uso reale} + \text{Valore d'opzione} + \text{Valore d'esistenza}$$

dove: Valore d'opzione = Valore d'uso (dei singoli individui) + Valore d'uso degli individui futuri (valore delle generazioni future, discendenti) + Valore d'uso da parte degli altri (valore indiretto).

Questi valori economici, va ricordato, vengono determinati in un contesto dove bisogna tener presenti tre elementi fondamentali:

- irreversibilità del bene (se il bene non viene preservato, le possibilità di rigenerazione sono assai complesse e i tempi ancor più lunghi);
- incertezza (in quanto il futuro non è noto e gli attuali errori di gestione della risorsa possono generare dei costi potenziali futuri difficili da determinare);
- unicità (il bene in questione non è facilmente sostituibile, si preferirà quindi la preservazione piuttosto che lo sfruttamento indiscriminato).

## Valore d'opzione

La definizione del valore di opzione necessita un piccolo approfondimento riguardo al concetto di Surplus del consumatore, che ricordiamo è la differenza tra il prezzo di mercato pagato dagli individui per godere di un certo bene, determinato dalle forze di offerta e domanda, e un prezzo superiore a quello dato, che un altro individuo sarebbe disposto a pagare per lo stesso bene, ottenendo un beneficio maggiore.

Quindi riprendendo il concetto di DAP lorda costituita dalla spesa effettiva sostenuta per quel bene più il Surplus del Consumatore (SC), il beneficio per l'individuo allora, sarà dato dalla differenza tra la DAP e il prezzo pagato (appunto il surplus) che, dal momento che le decisioni vengono prese sulla base di ciò che ci aspetta, chiameremo Surplus del consumatore atteso E(SC).

La nozione di Surplus atteso ci consente di ottenere la misura corretta del beneficio che si ottiene dal bene; se ad esempio ottenere una buona qualità dell'acqua costa un valore C, si può dire che vale la pena sostenere quel costo se  $C < E(SC)$ . Questo risultato in realtà dovrebbe tener conto dell'incertezza che avremmo sia dal lato dell'offerta che da quello della domanda e, se come spesso accade nella realtà introduciamo l'incertezza dal lato dell'offerta e consideriamo che gli individui sono "avversi al rischio", si avrà che un individuo sarà disposto a pagare più del surplus atteso per assicurarsi la disponibilità futura di acqua di buona qualità.

## Valore d'esistenza

Per completare l'equazione del VET, analizziamo il concetto di Valore d'esistenza, definendolo come il valore attribuito ad un bene ambientale che non è collegato ad alcun uso reale o potenziale del bene.

A prima vista può sembrare uno strano tipo di valore economico, perché sembra quasi fuori discussione che tali valori derivino dall'uso. Per dimostrare come questo può essere positivo basta prendere in esame gli interventi mirati alla tutela di beni ambientali assai lontani da noi, che sarebbe irrealistico pensare di poter utilizzare né oggi né in futuro. Tuttavia l'uso di questi beni può avvenire per "consumo indiretto" e assumere per la collettività un determinato valore. Questo tipo di valore, che ripetiamo non ha alcuna relazione con l'uso, è il Valore d'esistenza, e costituisce uno dei ponti tra ambientalisti ed economisti.

Da queste definizioni sembrerebbe che il Valore d'esistenza sia strettamente correlato con le motivazioni altruistiche, familiari agli economisti, che pur complicando l'approccio all'analisi economica, rientrano decisamente nel modello tradizionale di comportamento economico razionale (l'individuo massimizza la propria utilità o il proprio benessere).

Ci sono poi altre motivazioni che possono essere rilevanti nella determinazione del Valore di esistenza. Consideriamo ad esempio che tutti gli esseri viventi diversi dagli uomini abbiano dei diritti e che quando gli agenti esprimono il Valore di esistenza di un bene ambientale, altro non fanno che dar voce a quei diritti perché quegli esseri non possono farlo.

Questa seconda ipotesi in realtà, contrasta con il modello dell'uomo economico razionale nel momento in cui questi diritti sono le motivazioni alla base di un'iniziativa (fatto questo che esclude implicitamente che la massimizzazione dell'utilità sia alla base di ogni attività dell'individuo). Gli economisti, data la potente struttura elaborata sulla base della massimizzazione dell'utilità, sembrano restii a considerare questo ultimo aspetto, tuttavia non si può neanche ignorare il fatto che il comportamento degli agenti sia spesso motivato dal rispetto dei diritti degli altri.

## Tecniche di valutazione

È noto che il punto cruciale su cui poggia sia la Direttiva quadro sia la legge Galli è la scarsità della risorsa, che il sistema di mercato vigente non ne segnala la problematica, che il sistema dei prezzi è avulso dalla effettiva disponibilità della risorsa (che non include il costo reale di produzione e distribuzione) e che i prezzi, infine, non sono correlati ai benefici reali tratti dai fruitori. Tra i fenomeni non rilevati nelle tariffe/prezzi dell'acqua, l'esternalità prodotta dal prelievo dell'acqua alla fonte sul territorio più prossimo riveste in questo conteso un'importanza strategica. Si tratta di effetti sull'ecosistema locale (fauna e flora), sull'equilibrio idrico del sottosuolo, sulle potenzialità economiche della popolazione che vive in prossimità della fonte e che non potrà utilizzare quella risorsa per i propri progetti di sviluppo.

Naturalmente queste esternalità si estendono ulteriormente quando l'uso dell'acqua, a valle del prelievo (ma ricadente all'interno dello stesso bacino idrografico), produce effetti negativi sull'ecosistema locale, che il sistema di offerta non è in grado di prevenire o attenuare. Il "Costo Ambientale Esterno" che deve essere preso in considerazione in questo caso, riguarda anche i costi collegati ad atti di produzione e di consumo che impattano negativamente sulla disponibilità futura della risorsa e che influenzano lo stato ex ante dell'ambiente e del territorio. Il problema perciò è se esistano delle tecniche in grado di stimare i Costi Ambientali Esterni, anche solo potenziali, per farne materia di base per la valutazione di un "Costo dell'acqua" più rispondente agli effetti prodotti dal prelievo.

Esistono a questo riguardo varie tecniche alternative. Una breve premessa su questo argomento (già trattato in precedenza) ci porta a dire che i valori ambientali dipendono dalla somma del valore d'uso e del valore di non uso.

Nel valore d'uso sono generalmente comprese le seguenti voci:

- valore d'uso diretto del bene, per consumo o per produzione nel luogo di prelievo;
- valore d'uso indiretto del bene (si pensi ad esempio agli effetti negativi per l'uomo derivanti dalla sottrazione di acqua da un certo ecosistema);
- valore d'opzione, legato agli usi potenziali futuri della risorsa, ovvero alla possibilità che nel futuro un determinato bene possa essere prodotto, qualora la risorsa acqua sia effettivamente disponibile.

Nel valore di non uso sono invece generalmente compresi:

- valore di esistenza, attribuito al bene per il solo fatto di esistere, indipendentemente dal fatto che l'uomo ne fruisca o lo utilizzi;
- valore di lascito, legato all'esigenza e al desiderio di conservare il bene per le generazioni future.

### **Tecniche market oriented e survey oriented**

Molte delle tecniche esistenti derivano dall'esercizio di quantificazione dei danni prodotti da attività produttive sull'ambiente; tra le varie tecniche proposte in letteratura per la quantificazione monetaria di tali valori, è possibile stabilire una fondamentale distinzione tra:

- *Tecniche market oriented*

Si basano su dati di prezzo e quantità effettivamente ricavabili dal mercato, su cui opera il decisore pubblico e dunque rientrano nell'approccio del decisore dominante. Tali tecniche possono basarsi su costi effettivi o sulla produttività;

- *Tecniche survey oriented*

Basate su mercati ipotetici, stimano direttamente (mediante indagini campionarie) o indirettamente la DAP della collettività per assicurarsi l'esistenza di particolari risorse ambientali e dei relativi servizi, o la DAC (Disponibilità ad Accettare una Compensazione) per rinunciarvi. Si tratta ovviamente di una metodologia basata sulle preferenze degli individui.

Le tecniche di tipo *market oriented* basate sui costi sono:

- metodo dei “costi di ripristino”

che fonda la valutazione del costo ambientale sulla ricostruzione del costo del costo degli interventi che sarebbe necessario effettuare per riportare la risorsa situazione precedente al verificarsi del prelievo (es. costi di depurazione nel caso di inquinamento delle acque);

- metodo dei “costi di sostituzione”

che assume che sia possibile sostituire l'acqua prelevata con altra acqua e che il costo di questa sostituzione sia misurabile (es. le piscine);

- metodo del “progetto ombra”

che altro non è che l'estensione del metodo del costo di sostituzione, che viene applicato nei casi in cui il prelievo è così grande che l'acquisto di uno o più beni sostitutivi della risorsa danneggiata risulta insufficiente e da richiedere la creazione di un vero e proprio progetto di sostituzione;

- metodo del “costo di rilocalizzazione”

che si basa invece sulla possibilità che a causa del prelievo alcune o tutte le attività economiche presenti sul territorio siano costrette a spostarsi altrove, e valuta di conseguenza il valore pari alla spesa che deve essere sostenuta per tali variazioni;

- metodo delle “spese difensive”  
secondo il quale il valore da attribuire alla qualità ambientale viene stimato in base all’ammontare delle spese che sarebbe necessario sostenere per evitare o prevenire impatti sulle componenti ambientali: installazione di impianti di depurazione, creazione di vasche e zone adatte alla vita acquatica, spostamento di eventuali fonti di inquinanti, ecc.

Le tecniche di valutazione *market oriented*, basate sulla produttività, consentono di stimare il valore derivante dagli effetti di una variazione della qualità dell’ambiente, sulla base di metodologie impiegate nell’analisi costi-benefici tradizionale. Questo tipo di approccio considera l’ambiente naturale come fattore di produzione: se un danno altera la quantità (*output*) o il prezzo di un bene o di un servizio fornito da una componente ambientale, il valore monetario di tale cambiamento può essere considerato come misura dell’esternalità stessa. Le risorse naturali la cui valutazione può essere efficacemente realizzata con questi metodi sono soprattutto:

- zone costiere o aree naturali di particolare bellezza o qualità;
- la fauna marina, pluviale o lacustre;
- le produzioni agricole o forestali;
- la produzione di acqua potabile, per l’industria, l’energia, l’agricoltura;
- le fonti di energia: biomasse, legna, carbone, ecc.

Le tecniche di valutazione sui costi o sulla produttività, fanno riferimento a mercati effettivi espliciti, ovvero ad elementi e voci ricavabili direttamente dall’analisi delle dinamiche di mercato.

Le tecniche di valutazione *survey oriented*, invece, sono basate sulle preferenze degli individui e sono dette anche di “valutazione contingente”. In questa categoria rientrano generalmente metodologie di valutazione finalizzate ad attribuire un valore ad un bene esterno al mercato, sulla base della DAP degli individui per preservare tale bene, o sulla disponibilità ad accettare denaro per rinunciarvi (DAC). In termini esemplificativi, il Valore Economico di un bene (ambientale), di cui fruisce una determinata collettività, è compreso all’interno dell’intervallo che ha come estremi la cifra massima che una parte della collettività si dichiara disponibile a spendere perché quel bene sia conservato integralmente e la cifra minima che un’altra parte della collettività dichiara di essere disponibile ad accettare per rinunciarvi.

Le disponibilità a pagare o ad accettare compensazione da parte degli individui possono essere stimate attraverso domande dirette su preferenze personali riguardo beni o situazioni ambientali, oppure dedotte analizzando le scelte da essi effettuate in simulazioni in cui vengono proposti beni o servizi ambientali alternativi. In particolare le principali tecniche utilizzate per determinare le preferenze individuali sono:

- “giochi d’asta”  
ovvero domande dirette sulla somma che si è disposti a pagare o ad accettare;
- “giochi di trade-off”  
ovvero proposte di scelta tra diverse associazioni tra quantità di denaro e quantità/qualità di beni ambientali;
- “esperimenti prendere/lasciare”  
ovvero proposte di rinuncia ad un bene ambientale in cambio di denaro;
- “scelta priva di costo”  
ovvero proposte di scelta tra quantità diverse di beni, senza sostenere costi;
- “valutazioni di priorità”  
ovvero individuazione di criteri di gestione di un budget fisso, considerando un bene ambientale e diversi beni di mercato alternativi.

È importante sottolineare che mentre con le metodologie *market oriented* è possibile stimare solo il Valore d'uso diretto e il Valore d'uso indiretto dei beni ambientali, con le metodologie *survey oriented* è invece possibile individuare sia il Valore d'uso che il Valore di non uso e dunque elaborare stime del bene più complete.

È importante ricordare nuovamente che la DAP che si basa sul prezzo di mercato del bene, altro non è che l'espressione delle preferenze degli agenti e costituisce il fondamento della misurazione del beneficio che essi traggono da un determinato bene.

I valori ambientali, come abbiamo visto, vengono generalmente misurati in termini monetari attraverso la DAP o attraverso la DAC per renderli confrontabili con altri valori di mercato. Tuttavia, essendo la DAP riferita a mercati perfettamente concorrenziali (ipotesi che non si verifica nel caso dei beni ambientali) in questo contesto è preferibile adottare un approccio alla determinazione del valore d'uso di tipo indiretto (*market oriented*):

- i metodi indiretti per la determinazione del Valore d'uso, fanno riferimento al costo sopportato dagli utilizzatori della risorsa per far fronte ad una riduzione dell'offerta di acqua;
- tale costo, può essere stimato empiricamente calcolando la funzione di danno derivante dalla mancata fornitura della risorsa o dal peggioramento dello stato qualitativo della stessa.

Possiamo considerare il costo sopportato dagli utilizzatori conseguente ad una riduzione dello stock di acqua disponibile come somma dei costi necessari per mantenere inalterata la quantità di risorsa (interventi infrastrutturali di approvvigionamento, nuove concessioni, ecc.). Ragionando in quest'ottica è possibile evidenziare i costi sociali delle misure di allocazione delle risorse idriche. Di seguito verranno proposte delle ipotesi di metodo valutativo del Valore Economico dell'acqua nei principali settori di interesse, il settore civile, il settore industriale, l'agricolo e l'idroelettrico.

## Valore economico dell'acqua nel settore civile

Per quanto riguarda gli usi civili dell'acqua, è possibile ottenere una stima del Valore Economico della risorsa vista sotto due diversi profili:

- per il *consumatore*  
considerando l'aspetto etico relativo alla appartenenza dell'acqua al mercato delle *public utility* e il fatto che la fornitura di acqua deve essere intesa come "servizio essenziale", il valore della risorsa è pari ad infinito (se consideriamo la domanda, rappresentata dal fabbisogno idrico, come variabile esogena);
- per il *produttore*  
che ha la possibilità di agire su diversi fattori (su tutti la scelta di fonti alternative di approvvigionamento), il valore dell'acqua viene identificato utilizzando come "proxy" la tariffa praticata agli utenti del servizio idrico (se per ipotesi assumiamo che essa copre interamente il costo totale connesso alla fornitura di acqua potabile, comprendendo quindi i costi operativi di gestione, e i costi del capitale).

In questa seconda ipotesi, la tariffa rappresenta in termini unitari (€/m<sup>3</sup>) la funzione di danno conseguente ad una riduzione della fornitura di acqua potabile, e allo stesso tempo la DAP degli individui per usufruire del Servizio Idrico Integrato.

Come detto, il valore della fornitura dell'acqua per gli usi civili può essere stimato utilizzando come *proxy* il costo totale connesso alla fornitura del servizio. La valutazione riguarda essenzialmente i costi diretti di fornitura del servizio, definiti come i costi necessari alla fornitura idropotabile nonché al collettamento e alla depurazione dei reflui.

I costi da prendere in considerazione sono quindi i Costi operativi (facilmente desumibili dai bilanci dei Gestori, o in alternativa ricavabili dalle formule parametriche del Metodo normalizzato) e i Costi del capitale (rappresentati dal deprezzamento degli *asset* esistenti e dalla remunerazione del capitale investito).

La prima componente dei Costi operativi incorpora le seguenti voci:

- costi del personale necessario per l'espletazione del SII;
- costi per le forniture dei materiali e dell'acqua acquistata da terzi;
- costi previsti di energia elettrica per l'erogazione del servizio;
- individuazione di costi di mezzi e immobili necessari alla gestione;
- costi per materie di consumo e merci;
- servizi;
- godimento beni di terzi;
- rimanenze di materie prime;
- accantonamento per rischi;
- oneri di gestione.

Essa può essere facilmente ricavata dai bilanci dei gestori purché questi siano costruiti in modo separato (cosa che avviene in genere nelle gestioni effettuate attraverso aziende sia pubbliche che private), mentre può darsi il caso che le gestioni in economia non dispongano di contabilità specifica. Nel caso di comuni privi di dati contabili (es. gestioni in economia), i costi di gestione possono essere stimati a partire dalla formula econometrica del “Metodo tariffario normalizzato”.

Per quanto riguarda i costi del capitale, la determinazione del deprezzamento degli *asset* non è desumibile, a differenza dei costi operativi, dai dati di bilancio: le poste infatti non indicano il vero valore economico degli *asset*, in quanto gli investimenti sono stati realizzati con finanziamenti pubblici (viene contabilizzata solamente la componente di costo non coperta dai finanziamenti pubblici) in tempi anche molto lontani (non si tiene conto dell'inflazione). Fra i vari metodi di stima, abbiamo adottato quello del “costo del rifacimento al nuovo”, ossia il costo che occorrerebbe sostenere oggi per ricostruire l'impianto; a questo costo, va applicata un'aliquota di ammortamento coerente con la vita utile dell'impianto. L'inconveniente di questo metodo è il fatto di doversi basare su dati di letteratura stimati, dunque non necessariamente corrispondenti con i costi realmente sostenuti. Per la remunerazione del capitale, infine, è necessario distinguere fra diverse opzioni, a seconda che il capitale sia messo a disposizione dalla finanza pubblica oppure reperito sul mercato. In questo ultimo caso, il costo del capitale sarà pari alla media ponderata fra il costo del capitale proprio e quello del capitale preso a prestito; in prima approssimazione, si utilizza nel calcolo il tasso di remunerazione del 7%, attualmente in vigore nel Metodo tariffario normalizzato. Nel caso in cui il capitale viene messo a disposizione dalla finanza pubblica, invece, la remunerazione “effettiva” è pari al costo dell'interesse sul debito pubblico.

L'analisi a scala di ATO ha lo scopo di delineare il *sustainability gap* dell'attuale gestione (ossia la differenza fra le tariffe attualmente pagate e il livello di equilibrio che consentirebbe anche di accantonare risorse per la ricostruzione della rete). Sulla base delle elaborazioni effettuate, siamo pertanto in grado di determinare la “Tariffa FCR” calcolata sulle infrastrutture che compongono attualmente il capitale artificiale.

Il confronto tra la tariffa attuale e la tariffa FCR, fornisce una misura della “copertura dei costi” attraverso l'attuale sistema tariffario (*sustainability gap*). Per rappresentare il livello tariffario attuale ci riferiamo alla tariffa base pagata dall'utente domestico. La tariffa base del servizio di acquedotto viene solitamente calcolata dai gestori come rapporto tra i costi sostenuti e il volume d'acqua fatturata.

## Valore economico dell'acqua nel settore irriguo

Il valore dell'acqua in agricoltura è strettamente legato al valore della produzione agricola. È opportuno distinguere tra valutazioni di breve e lungo periodo, in quanto nel breve, non è ammissibile la sostituzione del capitale naturale con quello artificiale, mentre nel lungo periodo è possibile agire a livello infrastrutturale.

Il valore dell'irrigazione o la disponibilità a pagare l'acqua per uso irriguo è rappresentato dal differenziale di reddito tra le aziende irrigate e quelle non irrigate per ettaro coltivato:

$$\frac{\text{Reddito netto aziende irrigate} - \text{Reddito netto aziende non irrigate}}{\text{Ettari coltivati}}$$

La dipendenza delle colture dalla risorsa idrica per il raggiungimento di un dato livello produttivo, determina l'importanza assunta dall'acqua nell'influenzare i risultati di produzione ed economici di un'azienda, attraverso il confronto tra la produttività e la redditività delle coltivazioni in asciutto e irrigate. Il confronto tra i bilanci colturali che ne risultano va poi rapportato all'unità di superficie.

Questo metodo in realtà permette una stima approssimativa del valore dell'acqua senza addentrarsi nella considerazione dei benefici economici dalla parte dell'agricoltore, fornisce una valutazione a livello territoriale (non aziendale) dando risposte del tipo "irrigo – non irrigo", e consente la valutazione dell'importanza economica della risorsa attraverso la perdita economica in termini di mancata produzione.

In questo senso sarà necessario disporre di una certa tipologia di dati:

– *Dati generali sulle aziende e le attività colturali:*

- superficie agricola totale;
- superficie agricola utilizzabile;
- superficie agricola irrigata;
- superfici delle colture irrigate;
- superfici delle colture non irrigate

– *Dati sul bilancio aziendale:*

- produzione lorda vendibile aziendale
- produzione lorda vendibile delle colture erbacee;
- produzione lorda vendibile delle colture arboree;
- produzione lorda vendibile degli allevamenti;
- spese specifiche per colture erbacee;
- spese specifiche per colture arboree;
- spese specifiche per gli allevamenti;
- reddito netto aziendale;
- margine lordo delle colture arboree;
- margine lordo delle colture erbacee;
- acqua di irrigazione per colture erbacee;
- acqua di irrigazione per colture arboree;
- consumo d'acqua per gli allevamenti.

I dati relativi alle rese, ai prezzi praticati dalle aziende, al valore della produzione e alla spesa colturale specifica sono desumibili dal V Censimento generale dell'agricoltura (2003). I dati da reperire per altre tipologie di grandezze sono a disposizione nella banca dati RICA (Rete di Informazione Contabile Agricola) che è uno strumento europeo finalizzato a conoscere la



situazione economica delle aziende agricole; in Italia la gestione della RICA è di competenza dell'INEA (Istituto Nazionale di Economia Agraria).

Un'ipotesi di distinzione per tipologia di azienda può essere fatta assumendo come valore soglia il 30% della Superficie Irrigata (SI) rispetto alla SAU, ad esempio saranno classificate aziende irrigate quelle aziende con SI >30% SAU e non irrigate se SI <30% SAU; una seconda distinzione può riguardare il relativo Orientamento Tecnico Economico (OTE) (es. seminativi e fruttiferi), determinato calcolando la dimensione economica per ciascuna coltura che si ottiene moltiplicando il numero di ettari coltivati per il RLS (Reddito Lordo Standard unitario) riferito alla regione e zona altimetrica in cui cade l'azienda.

L'inquadramento territoriale dell'area si conclude riportando i dati esposti seguendo lo schema tabellare relativo all'area di studio seguente:

#### AREA DI STUDIO

	N. aziende	Superficie (ha)	Superficie irrigata (%)	PLV colture	Spese specifiche	Spese per acqua	Margine lordo €/ha
<b>Colture</b>	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

La seconda fase del metodo prevede:

Per ogni anno, verranno distinte le aziende irrigue da quelle non irrigue. Dalle caratteristiche aziendali di ciascuna delle due tipologie, si calcolano le seguenti caratteristiche:

- superficie media irrigata investita a seminativi delle due tipologia di aziende;
- superficie media totale irrigata investita a seminativi;
- reddito netto medio delle due tipologie di aziende;
- reddito netto medio delle due tipologie di aziende rispetto alla SAU;
- differenziale di reddito netto rispetto agli ettari coltivati (SAU) o valore complessivo.

Calcolo del valore unitario: prodotto tra il valore complessivo (e) e la superficie media totale irrigata investita a seminativi (b).

Gli schemi seguenti esemplificano il procedimento:

#### CLASSIFICAZIONE AZIENDE IRRIGUE/NON IRRIGUE

Area indagine		
	Anno	.....
	N. aziende irrigue	.....
	N. aziende non irrigue	.....
	SAU media irrigata aziende irrigue	.....
	SAU media irrigata aziende non irrigue	.....
Caratteristiche		
<b>a</b>	Superficie irrigata media seminativi aziende irrigue	.....
<b>a</b>	Superficie irrigata media seminativi aziende non irrigue	.....
<b>b</b>	Superficie irrigata media seminativi	.....
<b>c</b>	Reddito netto medio aziende irrigue	.....
<b>c</b>	Reddito netto medio aziende non irrigue	.....
<b>d</b>	Reddito netto medio aziende irrigue/SAU	.....
<b>d</b>	Reddito netto medio aziende non irrigue/SAU	.....
<b>e</b>	Δ reddito netto medio/ha coltivati	.....

## CALCOLO DEL VALORE UNITARIO

	(b) x (e)	(b)	(e)
	Valore unitario €/ha	SAU irrigata a seminativi ha	Valore complessivo €
Area indagine	.....	.....	.....

## Valore economico dell'acqua nel settore industriale

Gli usi industriali rappresentano una pressione sullo stato della risorsa idrica soprattutto dal punto di vista qualitativo in relazione alla qualità degli scarichi. In senso strettamente quantitativo, in generale, le derivazioni per uso industriale rilasciano l'acqua prelevata praticamente nello stesso punto del prelievo, dando luogo a consumo solo in quei settori del manifatturiero che utilizzano l'acqua come input del proprio processo produttivo. Nello stimare il valore dell'acqua per gli usi produttivi, è preferibile adottare un'ottica di breve periodo, assumendo quindi che i fattori produttivi siano dati e non modificabili. A un primo livello di analisi (di breve periodo), in cui la domanda d'acqua è rigida perché l'impresa non ha la possibilità di intervenire sul processo produttivo allo scopo di modificare i suoi consumi, il danno per gli operatori industriali è rappresentato dalla diminuzione della produzione derivante da uno stop della fornitura dell'acqua. Allo scopo di valutare la perdita economica dovuta all'interruzione della produzione per un giorno, derivante dalla mancata fornitura d'acqua, si fa riferimento, per ogni settore industriale, al "Valore Aggiunto Medio Giornaliero per Addetto". Conoscendo l'intensità idrica di ogni settore, vale a dire il consumo d'acqua per addetto, è immediatamente calcolabile il contributo dato dall'utilizzo dell'acqua alla produzione. Attraverso un censimento delle attività industriali presenti sul territorio, sarà possibile fotografare la situazione produttiva dell'area in esame, in termini di settori di attività, addetti per settore e valore aggiunto per addetto (per settore produttivo). Dividendo il contributo di ogni addetto alla produzione, per l'acqua consumata in quel settore, è possibile determinare la perdita derivante da una mancata fornitura d'acqua. Si individua quindi il "Valore Aggiunto Medio" per settore per m<sup>3</sup> di acqua, che diviso per 365 giorni ci darà la perdita per l'interruzione della fornitura di acqua giornaliera:

$$\frac{\text{Valore aggiunto medio per settore}}{365 \text{ gg}}$$

## Conclusioni

Questo lavoro ha voluto riportare le disposizioni della direttiva 2000/60/CE circa l'analisi economica dell'uso delle acque in un'area di studio ben definita, il Parco Regionale dell'Appia Antica. Dopo aver presentato e approfondito le fasi definite in ambito comunitario dal Working Group ECO2, si è proceduto ad una caratterizzazione dell'area – considerando il vincolo rappresentato dalla scarsa disponibilità di informazioni puntuali – sulla base dell'impostazione metodologica riportata. In un secondo momento si è voluto incentrare l'attenzione su alcuni aspetti innovativi riguardo ai costi relativi ai valori "intrinseci" della risorsa, al valore che l'acqua assume in conseguenza dell'uso, ovvero del non uso e agli effetti ambientali conseguenti al prelievo, proponendo alcune ipotesi di metodi e tecniche di valutazione.

Questi ultimi argomenti in particolare, mancano ancora di informazioni dettagliate e di un adeguato *know-how* di base che ne consenta un'effettiva valutazione, tuttavia soprattutto in virtù

del futuro recepimento della Direttiva quadro non si può negare o ignorare la loro importanza. La risorsa idrica in questa ottica, deve assumere un valore proprio in virtù del solo fatto di esistere indipendentemente dal ciclo del servizio idrico e tale valore deve necessariamente essere contemplato nella determinazione del prezzo finale da praticare agli utenti. Per raggiungere, infatti, gli obiettivi principali di sviluppo sostenibile, su tutti la conservazione o il ripristino di un regime idrico compatibile con la tutela degli ecosistemi, con gli usi ricreativi e con l'assetto idrogeologico del territorio e il raggiungimento di qualità accettabile per tutti i corpi idrici, non si può prescindere dalla valutazione del valore dell'acqua a monte delle fasi del ciclo del servizio idrico, necessaria affinché l'importanza economica dell'acqua sia parte integrante dell'intero sistema di gestione della risorsa.

Bisogna inoltre considerare che l'acqua è un capitale che contiene sia una dimensione di capitale naturale, sia una dimensione di capitale artificiale. L'investimento in capitale artificiale, necessario per rendere utilizzabile qualunque risorsa idrica potenziale, comporta un aumento dei costi fissi (connessi con il costo del mantenimento e rinnovo del capitale investito). È quindi indispensabile che ogni generazione si faccia carico dei costi da essa generati, evitando di scaricare su quelle future oneri finanziari impropri (le esternalità o costi ambientali esterni) e questo può avvenire soltanto attraverso il meccanismo di copertura integrale dei costi proposto dalla legge Galli (operativi, del capitale, ambientali e della risorsa), che dovrebbe essere interamente a carico della generazione che fruisce dei relativi benefici. La Direttiva quadro allo stesso modo, considera l'applicazione del principio del recupero dei costi sostenuti per la gestione dell'acqua con le tariffe, compresi i costi e i valori ambientali e il valore della scarsità (opportunità), come criterio essenziale di razionalità economica, volta a promuovere la responsabilità e l'uso efficiente da parte dell'utente, che deve essere uno strumento per la gestione della scarsità, tale da consentire la costruzione di modelli di gestione sostenibile.

I metodi proposti per la determinazione del valore economico dell'acqua per settore produttivo (o valore aggiunto), sono state definite sulla base degli studi effettuati dall'Autorità di Bacini del Tevere, che con il supporto dello IEFE, Università Bocconi di Milano, ha predisposto nel mese di marzo 2005 uno studio intitolato *Analisi economica a supporto del piano della risorsa idrica dell'Autorità di bacino del fiume Tevere*; le considerazioni relative ai costi ambientali e ai costi della risorsa invece, sono state elaborate prendendo ad esempio il rapporto *Assesment of environmental and resource costs in the Water Framework Directive* a cura del Drafting Group ECO2 - Common Implementation Strategy, Working Group 2B.

## BIBLIOGRAFIA

- APHA, AWWA, WPCF. *Standard methods for the examination of water and waste-water*. 20th ed. Washington DC: American Public Health Association; 1998.
- Autorità di Bacino del Fiume Tevere. *Piano stralcio per il tratto metropolitano del Tevere da Castel Giubileo alla foce. Adottato dal Comitato Istituzionale nella seduta del 31/07/2003*. Disponibile all'indirizzo: [http://www.abtevere.it/attivita/piani\\_adottati/PS5/](http://www.abtevere.it/attivita/piani_adottati/PS5/); ultima consultazione 7/2/07.
- Bardelli L. *La regolazione tariffaria dei servizi idrici in applicazione della legge Galli*. Roma: Confservizi-Cispel, Osservatorio dei mercati dei servizi pubblici locali; 2001.
- Bratton JKH. Seasonal pools. An overlooked invertebrate habitat. *British Wildlife*, 1990; 2: 22-29.
- Campaioli S, Ghetti PF, Minelli A, Ruffo S. *Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane*. Vol. 1, 2. Trento: Provincia Autonoma di Trento; 1999.
- CEC, Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance Document No 12. Horizontal Guidance on the Role of Wetlands in the Water Framework Directive, 17th December 2003. *Official Journal of European Communities*, 2005.
- Chovanec A. Man-made wetlands in urban recreational areas - a habitat for endangered species? *Landscape and Urban Planning* 1994;29:43-54.
- COVIRI. *Secondo rapporto sui piani d'Ambito*. Roma: Comitato per la vigilanza sull'uso delle risorse idriche; 2004. Disponibile all'indirizzo: [http://www.sogesid.it/allegati/convegni\\_eventi/Irrapporto\\_piani\\_ambito\\_marzo2004.pdf](http://www.sogesid.it/allegati/convegni_eventi/Irrapporto_piani_ambito_marzo2004.pdf); ultima consultazione 17/5/07.
- Cowx IG, Welcomme RL (Ed.). *Rehabilitation of rivers for fish: a study undertaken by the European Inland Fisheries Advisory Commission of FAO*. FAO; 1998.
- D'Arca Simonetti A, Annicchiarico Sebastiani L, Borgioli A, Panà A. Indagine sulle acque delle "Marrane". *Acqua & Aria* 1976;10:757-64.
- Della Bella V, Bazzanti M, Chiarotti F. Macroinvertebrate diversity and conservation status of Mediterranean ponds in Italy: water permanence and mesohabitat influence. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 2005;15:583-600.
- Drafting Group ECO2; Common Implementation Strategy, Working Group 2B. *Assessment of environmental and resource costs in the Water Framework Directive. Information sheet*. European Commission; 2004. Disponibile all'indirizzo: <http://www.waterframeworkdirective.wdd.moa.gov.cy/docs/OtherCISDocuments/Economics/ECOResourceCosts.pdf>; ultima consultazione 17/5/07.
- Dugan P. *Wetland in danger: a world conservation atlas*. Oxford: Oxford University Press; 1993.
- Dugan PJ. *Wetland conservation. A review of current issues and required action*. Gland: International Union for the Conservation of Nature (IUNC); 1990.
- Everard M. Encouragement for work on small aquatic system. *Freshwater Forum* 1997;9:61-2.
- Formichetti P, Rossi A, Aulicino FA, Mancini L. *Acque correnti in ambiente urbano: il Parco Regionale dell'Appia Antica di Roma*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2003. (Rapporti ISTISAN 03/42).
- Fucci G, Lubello C, Mazzei A. Piani di ambito. In: Comitato per la vigilanza sull'uso delle risorse idriche (Ed.). *Analisi dei programmi economico-finanziari e gestionali predisposti dagli ATO alla data del 31/01/2001*. Livorno: ATO5 Toscana; 2001. Disponibile su [http://www.ato5acqua.toscana.it/piano\\_ambito.asp](http://www.ato5acqua.toscana.it/piano_ambito.asp), ultima consultazione 7.2.2007.
- Ghetti PF. *Indice Biotico Esteso (IBE). I macroinvertebrati nel controllo della qualità degli ambienti di acque correnti*. Trento: Provincia Autonoma di Trento; 1997.

- Gilmer DS, Miller MR, Bauer RD, De Lonne JR. California's Central Valley wintering waterfowl: concerns and challenges. *Transactions of the North American Wildlife and Natural Resources Conference* 1982;47:441-52.
- Group ECO2 - Common Implementation Strategy, Working Group 2B. *Assessment of Environmental and Resource Costs in the Water Framework Directive*. Berlin: Federal Environmental Agency; 2004.
- Hanley NJF, Shogren B. *Environmental economics in theory and practice*. Oxford: Oxford University; 1997.
- International Union for the Conservation of Nature (IUCN). *Wetlands - A source of life*. Conclusions of 2nd International Conference on Wetlands and Development; Dakar, 10-14 November 1998.
- Italia. 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. *Gazzetta Ufficiale - Supplemento Ordinario*. n. 124 del 29 maggio 1999.
- Pearce DW, Turner RK. *Economia delle risorse naturali e dell'ambiente*. Bologna: Il Mulino; 1998.
- Sansoni G. *Atlante per il riconoscimento dei macroinvertebrati dei corsi d'acqua italiani*. Trento, Provincia Autonoma di Trento: APR & B Editrice; 1988.
- Tachet H, Bournard M, Richoux P. *Introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces (systématique élémentaire et aperçu écologique)*. Villeurbanne Cedex: Université de Lyon - Biologie animale et ecologie; 1987.
- Unione Europea. Direttiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque. *Official Journal* L 327 del 22 dicembre 2000:1-72.
- Walker D, Whitfield M. Designing new ponds for wildlife. *British Wildlife* 1997;8:137-50.
- WATECO Working Group 2.6. *Common implementation strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Economics and the environment – The implementation challenge of the Water Framework Directive*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2003. (Guidance Document No 1). Disponibile all'indirizzo: [http://circa.europa.eu/Public/irc/env/wfd/library?l=/framework\\_directive/guidance\\_documents/guidancesnos1seconomicss/\\_EN\\_1.0\\_&a=d](http://circa.europa.eu/Public/irc/env/wfd/library?l=/framework_directive/guidance_documents/guidancesnos1seconomicss/_EN_1.0_&a=d); ultima consultazione 17/5/07.
- William WD. Temporary wetlands: neglected lakes. *International Lake Environment Committee Foundation (ILEC)* 1999;33:2-3.



**APPENDICE**  
**Liste faunistiche rilevate**  
**nei fossi e nel Laghetto del Parco**





**Tabella A1. FOSSI DELLA CAFFARELLA (Almone, Marrana dx e sx):  
liste faunistiche nei campionamenti stagionali**

Taxon	Famiglia o genere	Estate 2004			Inverno 2005			Primavera 2005			Autunno 2005		
		M. sx	AL	M. dx	M. sx	AL	M. dx	M. sx	AL	M. dx	M. sx	AL	M. dx
Ephemeroptera	<i>Baetis</i> <i>Caenis</i>			6					4				7 7
Coleoptera	Elminthidae Helodidae	P				3		P			P P		
Odonata	<i>Calopteryx</i> <i>Coenagrion</i>			2									1 1
Diptera	Chironomidae Ceratopogonidae Culicidae Chaoboridae		P P	P 2	P	P P	P	P P	P 2		P P P	P P P	
Hemiptera	<i>Nepa</i>	P			P								
Crustacea	Gammaridae Asellidae	P P		P	P P	P		P 2	P		P		P
Mollusca	Bythiniidae Lymnaeidae Physidae												P P P
Hirudinea	<i>Dina</i> <i>Erpobdella</i>	P		2	1	P					P	P	2 P
Oligochaeta	Tubificidae Lumbricidae	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P P	P
Turbellaria	<i>Dugesia</i>				1								
	US	5	2	7	7	5	2	4	2	4	6	4	12
	IBE	4	2	5	5	4	2	4	2	4	4.75	2	7
	CQ	IV	V	IV	IV	IV	V	IV	V	IV-V	IV	V	III

M.sx: Marrana sinistra;  
AL: Almone;  
M.dx: Marrana destra

P: presente, ma non calcolato

**Tabella A2. FOSSO DI TOR CARBONE:**  
liste faunistiche nei campionamenti stagionali

Taxon	Famiglia o genere	Estate 2004		Inverno 2005		Primavera 2005		Autunno 2005	
		st.1	st.2	st.1	st.2	st.1	st.2	st.1	st.2
Tricotera	Policentropodidae	3							
	Sericostomatidae	4		3	P	4			
Coleoptera	Elminthidae						P		P
	Helodidae	4			P				
	Girinidae				1				
Odonata	<i>Calopteryx</i>				1		P	P	P
	<i>Cordulegaster</i>			2	2				
	<i>Orthetrum</i>			2					P
	<i>Crocothemis</i>		1	2		P		P	
Diptera	Chironomidae	P	P			P	P	P	P
	Ceratopogonidae								
Hemiptera	<i>Nepa</i>			1	1	1			
Crustacea	Gammaridae	P	P	P	P	P	P	P	P
	Asellidae	6		P					
Mollusca	Bythiniidae	3				P		P	
	Lymnaeidae	1							
	<i>Pisidium</i>								P
Oligochaeta	Tubificidae			P	P			P	P
	Lumbricidae		1		P			P	P
	US	8	4	9,75	10	6	4	8	9
	IBE	6	4	5,76	5,75	5	4	5	5
	CQ	III	IV	III-IV	III-IV	IV	IV	IV	IV

P: presente, ma non calcolato

Tabella A3. LAGHETTO DEL PARCO: liste faunistiche nei campionamenti stagionali

Taxon	Famiglia	Genere	Numero di individui			
			Sito A	Sito B	Sito C	Totale
<b>Settembre 2004</b>						
Oligochaeta			5	2		7
Amphipoda	Gammaridae					
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Cleon</i> sp.	15	10	20	45
	Caenidae					
Odonata	Coenagrionidae	<i>Ischnura</i> sp.			2	2
	Aeschnidae	<i>Anax</i> sp.	1	5	30	36
	Libellulidae	<i>Crocothemis</i> sp.				
	Libellulidae	<i>Sympetrum</i> sp.				
Hemiptera	Notonectidae	<i>Anisops sardea</i>	40	96	4	140
		<i>Notonecta</i> sp.				
	Gerridae	<i>Gerris</i> sp.	1	1	2	4
		<i>Iliocoris cimicoides</i>				
	Corixidae			1	1	2
	Veliidae	<i>Microvelia</i> sp.				
	Mesovelidae	<i>Mesovelia</i> sp.		3		3
Coleoptera	Dytiscidae (larva)		6	7		13
	Dytiscidae (adulto)					
	Hydrophilidae(larva)		2	3		5
	Hydrophilidae(adulto)					
Diptera	Dixidae			1		1
	Culicidae		84	50	3	137
	Ceratopogonidae				3	3
	Chironomidae		52	116	34	202
	Syrphidae			1		1
	Stratiomyidae			1		1
	Ephydriidae			6		6
Gastropoda	Ancylidae	<i>Ancylus</i> sp.				
	Physidae	<i>Physa</i> sp.				
	Limnaeidae	<i>Limnaea</i> sp.				
<b>N taxa</b>			<b>9</b>	<b>15</b>	<b>9</b>	<b>17</b>
<b>Dicembre 2004</b>						
Oligochaeta						
Amphipoda	Gammaridae					
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Cleon</i> sp.	116	35	200	351
	Caenidae					
	Platycnemidae	<i>Platycnemis</i> sp.				
Odonata	Coenagrionidae	<i>Ischnura</i> sp.	2	1	1	4
	Coenagrionidae	<i>Coenagrion</i> sp.			3	3
	Aeschnidae	<i>Anax</i> sp.			1	1
	Libellulidae	<i>Crocothemis</i> sp.		1		1
	Libellulidae	<i>Sympetrum</i> sp.			1	1
Hemiptera	Notonectidae	<i>Anisops sardea</i>				
		<i>Notonecta</i> sp.				
	Gerridae	<i>Gerris</i> sp.				
		<i>Iliocoris cimicoides</i>				
	Corixidae					
	Veliidae	<i>Microvelia</i> sp.				
	Mesovelidae	<i>Mesovelia</i> sp.				

segue

continua

Taxon	Famiglia	Genere	Numero di individui			
			Sito A	Sito B	Sito C	Totale
Coleoptera	Dytiscidae (larva)					
	Dytiscidae (adulto)		1			1
	Hydrophilidae(larva)					
	Hydrophilidae(adulto)					
Diptera	Dixidae		1		2	3
	Culicidae		13		2	15
	Ceratopogonidae					
	Chironomidae		85	46	25	156
	Syrphidae					
Gastropoda	Stratiomyidae					
	Ephydriidae					
	Ancylidae	<i>Ancylus sp.</i>				
	Physidae	<i>Physa sp.</i>	2	3		5
	Limnaeidae	<i>Limnaea sp.</i>				
Bithyniidae						
<b>N taxa</b>			<b>7</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>11</b>
<b>Marzo 2005</b>						
Oligochaeta			6		5	11
Amphipoda	Gammaridae			1		1
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Cleon sp.</i>	42	8	136	186
	Caenidae					
Hemiptera	Notonectidae	<i>Anisops sardea</i> <i>Notonecta sp.</i>				
	Gerridae	<i>Gerris sp.</i> <i>Iliocoris cimicoides</i>				
	Corixidae		7	46		53
	Veliidae	<i>Microvelia sp.</i>			6	6
	Mesovelidae	<i>Mesovelia sp.</i>				
Coleoptera	Dytiscidae (larva)					
	Dytiscidae (adulto)				1	1
	Hydrophilidae(larva)					
	Hydrophilidae(adulto)					
Odonata	Coenagrionidae	<i>Ischnura sp.</i>			26	26
	Aeschnidae	<i>Anax sp.</i>				
	Libellulidae	<i>Crocothemis sp.</i>	1		2	3
Diptera	Libellulidae	<i>Sympetrum sp.</i>			25	25
	Dixidae				10	10
	Culicidae					
	Ceratopogonidae		1	1	1	3
	Chironomidae		200	105	33	338
Gastropoda	Syrphidae					
	Stratiomyidae					
	Ephydriidae					
	Ancylidae	<i>Ancylus sp.</i>				
	Physidae	<i>Physa sp.</i>		2		2
Limnaeidae	<i>Limnaea sp.</i>					
Bithyniidae						
<b>N taxa</b>			<b>6</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>13</b>

segue

continua

Taxon	Famiglia	Genere	Numero di individui			
			Sito A	Sito B	Sito C	Totale
<b>Luglio 2005</b>						
<b>PRIMA dell'intervento di rimozione meccanica delle alghe verdi infestanti</b>						
Oligochaeta						
Amphipoda	Gammaridae					
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Cleon</i> sp.	14	21	1	36
	Caenidae			13		
Hemiptera	Notonectidae	<i>Anisops sardea</i>				
		<i>Notonecta</i> sp.		1		1
	Gerridae	<i>Gerris</i> sp.				
		<i>Iliocoris cimicoides</i>				
Coleoptera	Corixidae		1			1
	Veliidae	<i>Microvelia</i> sp.		1	1	2
	Mesovelidae	<i>Mesovelia</i> sp.				
	Dytiscidae (larva)		1	2		3
	Dytiscidae (adulto)		2	2		4
Odonata	Hydrophilidae(larva)		16	12	4	32
	Hydrophilidae(adulto)			4		
	Coenagrionidae	<i>Ischnura</i> sp.	13	4	14	31
Diptera	Aeschnidae	<i>Anax</i> sp.				
	Libellulidae	<i>Crocothemis</i> sp.	1		2	3
	Libellulidae	<i>Sympetrum</i> sp.				
Gastropoda	Dixidae					
	Culicidae			15	1	16
	Ceratopogonidae		2	3		5
	Chironomidae		2	10	4	16
	Syrphidae					
Gastropoda	Stratiomyidae					
	Ephydriidae					
	Ancylidae	<i>Ancylus</i> sp.		3		3
	Physidae	<i>Physa</i> sp.	26	40		66
Gastropoda	Limnaeidae	<i>Limnaea</i> sp.	4	5		9
	Bithyniidae					
<b>N taxa</b>			<b>11</b>	<b>15</b>	<b>7</b>	<b>15</b>
<b>DOPO l'intervento di rimozione meccanica delle alghe verdi infestanti</b>						
Oligochaeta			4	2	1	7
Amphipoda	Gammaridae					
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Cleon</i> sp.	1	1		2
	Caenidae			3		3
Hemiptera	Notonectidae	<i>Anisops sardea</i>				
		<i>Notonecta</i> sp.				
	Gerridae	<i>Gerris</i> sp.				
		<i>Iliocoris cimicoides</i>			1	1
Coleoptera	Corixidae					
	Veliidae	<i>Microvelia</i> sp.				
	Mesovelidae	<i>Mesovelia</i> sp.				
	Dytiscidae (larva)					
	Dytiscidae (adulto)				1	1
Coleoptera	Hydrophilidae(larva)		3	2	4	9
	Hydrophilidae(adulto)		2			2

segue

continua

Taxon	Famiglia	Genere	Numero di individui			
			Sito A	Sito B	Sito C	Totale
Odonata	Coenagrionidae	<i>Ischnura</i> sp.	18		16	34
	Aeschnidae	<i>Anax</i> sp.				
	Libellulidae	<i>Crocothemis</i> sp.	5	2		7
	Libellulidae	<i>Sympetrum</i> sp.				
Diptera	Dixidae					
	Culicidae		30		15	45
	Ceratopogonidae		3	1		4
	Chironomidae					
	Syrphidae					
	Stratiomyidae					
	Ephydriidae					
Gastropoda	Ancylidae	<i>Ancylus</i> sp.				
	Physidae	<i>Physa</i> sp.	20	15	4	39
	Limnaeidae	<i>Limnaea</i> sp.	1	5		6
	Bithyniidae					
<b>N taxa</b>			<b>10</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>13</b>
<b>Novembre 2005</b>						
Oligochaeta						
Amphipoda	Gammaridae			7		7
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Cleon</i> sp.	70	113	15	198
	Caenidae			7		7
Hemiptera	Notonectidae	<i>Anisops sardea</i> <i>Notonecta</i> sp.				
	Gerridae	<i>Gerris</i> sp. <i>Iliocoris cimicoides</i>			2 1	2 1
	Corixidae					
	Veliidae	<i>Microvelia</i> sp.				
	Mesovelidae	<i>Mesovelia</i> sp.				
Coleoptera	Dytiscidae (larva)					
	Dytiscidae (adulto)				1	1
	Hydrophilidae(larva)					
	Hydrophilidae(adulto)		1		1	
Odonata	Coenagrionidae	<i>Ischnura</i> sp.	8	4	8	20
	Aeschnidae	<i>Anax</i> sp.				
	Libellulidae	<i>Crocothemis</i> sp.			2	2
	Libellulidae	<i>Sympetrum</i> sp.				
Diptera	Dixidae			1		1
	Culicidae				4	4
	Ceratopogonidae					
	Chironomidae		13	77	25	115
	Syrphidae					
	Stratiomyidae					
	Ephydriidae					
Gastropoda	Ancylidae	<i>Ancylus</i> sp.	1	11	34	46
	Physidae	<i>Physa</i> sp.	15			15
	Limnaeidae	<i>Limnaea</i> sp.				
	Bithyniidae			1		1
<b>N taxa totali</b>			<b>5</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>15</b>

*La riproduzione parziale o totale dei Rapporti e Congressi ISTISAN  
deve essere preventivamente autorizzata.  
Le richieste possono essere inviate a: [pubblicazioni@iss.it](mailto:pubblicazioni@iss.it).*

*Stampato da Litografia Chicca di Fausto Chicca  
Via di Villa Braschi 143, 00019 Tivoli (Roma)*

*Roma, giugno 2007 (n. 2)*