

Quaderno dell'Ambiente 7

# LA VALLE DEL CHIOMA

STUDIO E MONITORAGGIO AMBIENTALE

1

A cura dell'Istituto Tecnico per Geometri "B. Buontalenti"  
dell'Istituto Tecnico Industriale "G. Galilei" e del Liceo "E. Cecioni" di Livorno  
in collaborazione con l'Ufficio Tutela Ambientale del Comune di Livorno



COMUNE DI LIVORNO

**NOTA PER LA PRESENTE VERSIONE INFORMATICA DEL VOLUME:**

*A causa dell'elevato numero di fotografie presenti nell'opera cartacea si rende necessario separare la parte testuale da quella fotografica ed illustrativa per non appesantire il testo scaricabile, più del consentito. Tutte le foto e la grafica relative al testo sono quindi visibili sul sito: [www.lungomarecastiglioncello.it](http://www.lungomarecastiglioncello.it) alla sezione Galleria-Foto-Libri raggiungibile dal menu principale a sinistra e sulla pagina che si apre, cliccando sul bottone "LA VALLE DEL CHIOMA I°". Tutto il materiale illustrativo riporta la stessa numerazione e le didascalie presenti anche nel testo.*

La pubblicazione “La Valle del Chioma” riassume i lavori svolti da importanti istituti secondari della città in un lungo arco di tempo, comprendente ben quattro anni scolastici.

L’opera si articola in due volumi; nel primo, “Studio e monitoraggio ambientale”, vengono illustrati i lavori dell’Istituto Tecnico Industriale “Galilei” relativi alle indagini chimiche delle acque del Chioma e del suolo, ed al mappaggio biologico del torrente, quelli del liceo Scientifico “Cecioni” che ha condotto le analisi microbiologiche delle acque e del terreno e quelli infine dell’Istituto Tecnico per Geometri “Buontalenti” che ha predisposto un’accurata indagine storica curando gli aspetti geologici e vegetazionali preparando numerose carte tematiche.

Il secondo volume, “Dallo studio alle proposte operative”, illustra ipotesi progettuali per la ristrutturazione degli immobili presenti nell’area elaborate dall’ “Istituto Tecnico per Geometri”.

La pubblicazione, nel suo insieme, costituisce un importante contributo alla valorizzazione di un’area di così forte pregio storico—ambientale come quella del bacino idrografico del torrente Chioma; l’accuratezza delle indagini, eseguite nel rispetto di un forte rigore scientifico, i numerosi dati ed elaborati tecnici prodotti costituiscono strumenti di base per la programmazione di interventi finalizzati ad una fruizione ecocompatibile dell’ area che, ricordiamo, si trova situata nel cuore del comprensorio dei Monti livornesi.

Ma il lavoro merita di essere apprezzato anche perché costituisce un valido esempio di realizzazione di un programma di educazione ambiente, da usare come modello da parte di tutti gli Istituti Scolastici e di ricerca didattica.

Nel mettere a disposizione di tutti il risultato di questo lavoro, ritengo doveroso ringraziare particolarmente il Preside dell’Istituto Tecnico Industriale “Galilei”, il Preside del Liceo Scientifico “Cecioni” ed il Preside dell’Istituto Tecnico per Geometri “Buontalenti”, gli insegnanti che hanno seguito e coordinato le varie fasi del progetto ed i numerosi studenti che hanno svolto i lavori ed eseguito le indagini.

GIANFRANCO LAMBERTI  
Sindaco di Livorno

## INDICE

Scheda sintetica di presentazione: <i>coordinamento di R. Branchetti e S. Filippi</i>	pag. 3
Introduzione: <i>coordinamento di R. Branchetti e S. Filippi</i>	pag. 4
Analisi storica: <i>coordinamento di R. Branchetti e C. Gambacciani</i>	pag. 7
- A. La proprietà fondiaria e l’uso dei suoli	pag. 7
- B. I percorsi e le case sparse	pag. 13
- C. L’agricoltura del bacino	pag. 17
Aspetti geologici e idrogeologici: <i>coordinamento di R. Branchetti e L. Gonnelli</i>	pag. 21
- A. Inquadramento geomorfologico	pag. 21
- B. Vulnerabilità e bilancio idrogeologico	pag. 22
Il Suolo: <i>coordinamento di M. Golfarini e S. Simonetti</i>	pag. 27
- A. Caratteristiche chimiche	pag. 27
- B. Caratteristiche microbiologiche	pag. 29
Aspetti vegetazionali: <i>coordinamento di R. Branchetti</i>	pag. 36
Le acque del torrente Chioma: <i>coordinamento di M. Golfarini, S. Simonetti e A. Zucchi</i>	pag. 40
- A. Caratteristiche chimiche e fisiche	pag. 40
- B. Caratteristiche microbiologiche	pag. 46
- C. Caratteristiche biologiche	pag. 47

## **SCHEDA SINTETICA DI PRESENTAZIONE**

*coordinamento di Roberto Branchetti e Sonia Filippi*

### **Area d'indagine:**

Bacino idrografico del torrente Chioma (nei Comuni di Livorno e Rosignano Marittimo): aspetti storici, naturalistici, ambientali, socio-economici, tecnici in genere (rilievi topografici ed architettonici).

### **Classi coinvolte:**

I.T.G. Buontalenti: tutte le classi quinte del corso sperimentale (Prog. "5"), 4<sup>a</sup> Asp. e 5<sup>a</sup> C trad.

I.T.I. Galilei: classi del corso B, indirizzo Deuterio; triennio del corso Biologico-Sanitario-Ecologico.

Liceo Cecioni: classi IV, indirizzo chimico-biologico (C.B.)

### **Numero studenti partecipanti:**

*a.s. 1992-93:* I.T.G. Buontalenti: 23 studenti di 3<sup>a</sup> Asp. e 23 studenti di 3<sup>a</sup> Bsp;

I.T.I. Galilei: 48 studenti

Liceo Cecioni: 20 studenti gruppo C.B. 1 e 23 studenti gruppo C.B. 2

*a.s. 1993-94:* I.T.G. Buontalenti: 20 di 4<sup>a</sup> Asp., 21 di 4<sup>a</sup> Bsp. e 22 di 3<sup>a</sup> Asp.;

I.T.I. Galilei: 62 studenti

Liceo Cecioni: 22 studenti gruppo C.B. 1 e 25 studenti gruppo C.B. 2

*a.s. 1994-95:* I.T.G. Buontalenti: 17 di 5<sup>a</sup> Asp., 20 di 5<sup>a</sup> Bsp., 22 di 5<sup>a</sup> Csp., 17 di 5<sup>a</sup> Dsp. e 16 di 4<sup>a</sup> Asp.

I.T.I. Galilei: 63 studenti

Liceo Cecioni: 19 studenti gruppo C.B. 1 e 24 studenti gruppo C.B. 2

*a.s. 1995-96:* I.T.G. Buontalenti: 24 studenti

I.T.I. Galilei: 60 studenti

Liceo Cecioni: 25 studenti gruppo C.B. 1 e 24 studenti gruppo C.B. 2

### **Equipe di programmazione e lavoro:**

Comune di Livorno: Sonia Filippi, Leonardo Gonnelli

I.T.G. Buontalenti: R. Branchetti: coordinatore, F Mariotti, M. Carrara, C. Giuliano, G. Giorgerini (Geopedologia, economia ed estimo); C. Gambacciani, M. Mambrini, R. Mainardi, K. Sonetti, S. Allori (Lettere); M. Menicucci, G. Checcacci, M. Melani, B. Suleiman (Topografia); E

Gianfranceschi, S. Lunardi, A. Breschi, A. Lucchesi (Disegno e progettazioni); M. Bonaccorsi, C. Ciavattini, L. Galzarano, V. Lo Piccolo, E. Lucchesini, S. Picardi (Costruzioni); M. D'Anna, S. Grassi (Impianti); A. Grossi (Laboratorio di grafica).

I.T.I. Galilei: M. Golfarini, A. Zucchi, A. Bontà, R. Lencioni, M. Tampucci, D. Bertini, A. Forlani, D. Tecardi

Liceo Cecioni: S. Simonetti, E Agen, M. L. Favilla

### **Enti collaboratori:**

Archivio di Stato di Livorno, Museo Provinciale di Storia Naturale di Livorno, Settore Ambiente della Provincia di Livorno, Gruppo di Scienze Archeologiche del M.P.S.N. di Livorno, Ufficio Tecnico Erariale di Livorno, E.L.S.E. Ente Livornese Scuola Edile, Associazione Nazionale Giubbe Verdi, Università degli Studi di Pisa - Microbiologia del Suolo - Facoltà di Agraria, Centro Interuniversitario di Biologia Marina di Livorno

### **Tempi di realizzazione:**

*a.s. 1992-93:* I.T.G. Buontalenti: circa 30 ore in ambito scolastico e 70 in attività extrascolastiche (nel complesso 80% svolte dalla 3<sup>a</sup> Asp. e 20% dalla 3<sup>a</sup> Bsp.);

I.T.I. Galilei: circa 60 ore;

Liceo Cecioni: circa 40 ore in ambito scolastico e 20 in attività extrascolastica

*a.s. 1993-94:* I.T.G. Buontalenti: circa 40 ore in orario scolastico e 80 in attività extrascolastiche (40% a carico della 4<sup>a</sup> Asp., 50% della 3<sup>a</sup> Asp e 10% della 4<sup>a</sup> Bsp.);

I.T.I. Galilei: circa 60 ore;

Liceo Cecioni: circa 40 ore in ambito scolastico e 20 in attività extrascolastica  
a.s. 1994-95: I.T.G. Buontalenti: circa 250 ore in orario scolastico e 30 in orario extrascolastico  
I.T.I. Galilei: 40 ore  
Liceo Cecioni: circa 40 ore in ambito scolastico e 20 in attività extrascolastica  
a.s. 1995-96: I.T.G. Buontalenti: circa 120 ore in orario scolastico e 20 in orario extrascolastico  
I.T.I. Galilei: 60 ore  
Liceo Cecioni: circa 40 ore in ambito scolastico e 20 in attività extrascolastica

**Rapporto ore di lavoro sul campo/ore in classe:**

I.T.G. Buontalenti: 1/3  
I.T.I. Galilei: 1/4  
Liceo Cecioni: 1/4

**Strumenti:**

Cartografia tecnica di base, testi e carte storiche, testi e riviste specialistiche, computer con plotter e scanner, tecnigrafo, planimetro polare, rotella metrica, stadia, paline, autolivello, macchina fotografica, videocamera, microscopio, materiali ed attrezzature per il campionamento, materiali ed attrezzature per analisi chimico-fisiche e microbiologiche

**Metodi:**

Formalizzazione dell'équipe esperti-docenti-studenti come strumento, ricerca bibliografica e lavoro sul campo ed in classe per gruppi, con momenti di interscambio dati e comunicazione fra i gruppi, programmazione, verifiche periodiche all'interno dell'équipe di lavoro

**Prodotti:**

Cartografia tematica, elaborati grafici, relazioni, fotografie, diapositive, videocassetta, risultati del monitoraggio ambientale

**Destinatari:**

Enti Locali, altri soggetti interessati all'istituzione del Parco dei Monti Livornesi, altre scuole interessate allo sviluppo di un analogo modello di educazione ambientale, Commissione di maturità a.s. 1994-95, 1995-96 e 1996-97, cittadini

**Strumenti per la valutazione:**

Esamina e discussione in itinere dei lavori prodotti dagli studenti, osservazione dei comportamenti e degli atteggiamenti, analisi dei rapporti conclusivi

**Indicatori di qualità:**

Interdisciplinarietà, complessità, finalità di conservazione-sviluppo, collaborazioni esterne ed interne al sistema formativo, lavoro sul campo, sviluppo di qualità dinamiche interne alla classe, interazione scuola-lavoro, pluriannualità del lavoro, efficacia dell'oggetto di studio ai fini sia dell'educazione ambientale che del rendimento scolastico, conoscenza del territorio di interesse locale.

## **INTRODUZIONE**

*coordinamento di Roberto Branchetti e Sonia Filippi*

Nel corso del 1992 l'Ufficio Tutela Ambientale del Comune di Livorno attivava il progetto pilota pluriennale di educazione ambientale denominato: "Studio e valorizzazione dell'area della Valle del torrente Chioma".

Al progetto partecipavano tre Istituti di scuola media superiore della città di Livorno, ciascuno con una specifica finalità d'intervento in linea col tipo di studi del relativo curriculum:

- all'Istituto tecnico per Geometri "B. Buontalenti" veniva affidato l'incarico di studiare gli aspetti paesaggistici della vallata nelle sue componenti naturalistiche (geologia e vegetazione) ed antropiche (storia), nonché di formulare eventuali proposte di recupero dei manufatti presenti;
- all'Istituto Tecnico Industriale "G. Galilei" andava il compito di effettuare uno studio chimico-biologico delle acque del torrente nonché l'analisi chimica di terreni dei luoghi;

- il Liceo Scientifico “Cecioni” avrebbe svolto analisi microbiologiche dei suoli (a diversa utilizzazione) e delle acque del Chioma.

Ciascuna scuola risultava autonoma nella redazione del proprio progetto pedagogico, salvo il raccordo fra i tre Istituti coinvolti e l’Amministrazione Comunale riguardo a:

— finalità generali;

— valutazione complessiva del progetto;

- disponibilità di strutture, mezzi, personale e risorse finanziarie esterne alla scuola.

I lavori sono stati svolti nell’arco di quattro anni scolastici, a partire dall’anno scolastico 1992-1993; in tale periodo sono state organizzate varie giornate di studio al fine di presentare pubblicamente i risultati delle varie indagini e degli studi realizzati, Nell’anno 1995 l’iniziativa pubblica “La Valle del Chioma” è stata inserita nell’ambito della 5<sup>a</sup> Settimana della Cultura Scientifica.

Al termine di ogni anno scolastico l’Amministrazione Comunale ha conferito ad ognuno degli Istituti coinvolti una borsa di studio al fine di incentivare ancora di più i ragazzi in uno studio che costituisce senza dubbio un validissimo strumento di sensibilizzazione nei riguardi delle tematiche ambientali,

Tutte le attività di educazione ambientale hanno sempre, qualunque sia il tipo di scuola in cui esse vengono svolte, una valenza educativo-formativa non indifferente e soprattutto, in virtù della loro trasversalità disciplinare, toccano una messe di aspetti cognitivi e culturali che giustificano la validità dell’operazione.

Il progetto, calato nella realtà dei tre diversi Istituti ed adeguato a quelle che sono le esigenze specifiche di ognuna delle tre scuole coinvolte, nonché al tipo di professionalità conferito, si è posto come obiettivo primario quello di unire docenti ed alunni nello studio comune di una entità territoriale, individuata geograficamente nel bacino idrografico del torrente Chioma,

Le motivazioni che hanno indotto alla scelta dell’area possono essere così riassunte:

- centralità della stessa nell’ambito del comprensorio dei Monti Livornesi;

- elevata valenza naturalistica di alcune componenti ambientali caratterizzanti gli ecosistemi di base;

- presenza di emergenze di interesse storico;

- basso grado di antropizzazione, con tendenza in atto all’abbandono e alla dimenticanza di vaste aree e strutture ivi esistenti,

Per i suddetti motivi l’area in questione merita di essere riscoperta e valorizzata secondo una logica di sviluppo rigorosamente “sostenibile”, dove una condizione rimane prioritaria su tutte, vale a dire la salvaguardia permanente della risorsa naturale più pregiata del sito: “la qualità” delle acque del torrente Chioma per le quali, a suo tempo, è stata avanzata una proposta di parco fluviale (Olivieri 1986).

Nella prospettiva dell’istituzione del Parco dei Monti Livornesi, il presente lavoro intende individuare le opportunità per fare del bacino idrografico del torrente Chioma un’area “pilota” in cui saggiare la fattibilità socio-economica della proposta contenuta in questo progetto (es: agriturismo, settimane verdi, itinerari didattico - scientifici e per il tempo libero, agricoltura biologica), proposte che potrebbero trovare concreta applicazione in tutto il sistema parco nel momento della sua effettiva realizzazione. L’ipotesi sulla quale tutto il progetto Chioma si incentra è confortata anche dai seguenti elementi:

- l’area occupa una posizione strategica nella geografia dei circuiti turistico - culturali della Regione (Tav. 1);

- l’area è già sufficientemente tutelata da una serie di vincoli (Tav. 2);

- il P.R.G. del Comune di Rosignano M.mo (1990) prevede per la stessa una destinazione a parco naturale (zona H12);

- il Comune di Livorno, promotore della presente ricerca e che gestisce per conto della Regione Toscana circa il 40% dei terreni ricadenti nel bacino del Chioma, si sta dotando di un nuovo PRG; le idee sviluppate in questo progetto, risultando in linea con quanto previsto dal Piano Strutturale,

potranno fornire un utile contributo alla stesura del regolamento urbanistico di prossima predisposizione;

- questa proposta “didattica”, proveniente dal mondo della scuola, può divenire proposta “politica” nel momento in cui essa si configura come “PROGETTO SPECIALE CON VALENZA PAESAGGISTICA ED AMBIENTALE” a norma dell’art. 23 della Delibera 296/1988 del CR. della Toscana.

Poiché uno studio completo del territorio, riguardo ad un periodo più o meno lungo della sua storia, richiede competenze generali e specifiche di vasta portata che spaziano nei campi delle scienze naturali ed umane, è stato necessario mettere gli studenti in condizioni tali da potersi orientare nel lavoro e non disperdersi nella frammentarietà delle conoscenze.

La metodologia seguita, pertanto, ha cercato di far cogliere allo studente la complessità attraverso una visione sintetica delle conoscenze, così da offrire una chiave di lettura unitaria del territorio. Nella prima fase del lavoro si è voluto rendere più evidente il rapporto uomo-risorse naturali e culturali procedendo dal generale al particolare: infatti non si sono valutati i fattori eco sistemici per capire quale fosse il loro comportamento ma, attraverso forme di rappresentazione diverse (soprattutto grafiche e cartografiche), si è cercato di giungere alla sintesi finale delle loro interazioni in modo da evidenziare la complementarità che lega ciascuna componente ambientale con le altre così che “il tutto è sempre qualcosa di più complesso della somma delle sue parti” (Gibelli, 1983). Successivamente si è proceduto a rielaborare i dati acquisiti durante le fasi di analisi e ricerca, sia bibliografica che di campagna. Ed infine (lavoro che ha riguardato le classi terminali) sono state formulate le proposte di intervento.

Il progetto, nel suo complesso, si configura quindi come un mediatore analogico che, ispirandosi ai fondamenti dell’ecologia del paesaggio (Romani, 1992), tende a far cogliere la complessità della realtà attraverso un approccio simile a quello normalmente seguito nell’analisi paesistica. Questo tipo di analisi, oggi alla base di ogni processo di pianificazione che si rispetti, consta delle seguenti fasi (Di Fidio, 1991):

- 1) INVENTARIO degli elementi paesistici ed ambientali (es.: geologia, idrologia, clima, emergenze storico-naturalistiche, qualità delle acque e del suolo, etc.)
- 2) INVENTARIO delle utilizzazioni e dei vincoli esistenti (es.: uso suoli, proprietà, aree protette, etc.).

I dati e le informazioni raccolte servono poi per la “DIAGNOSI PAESISTICA” con la quale si giudicano le possibilità ed i limiti delle esistenti forme di utilizzazione del paesaggio in rapporto al suo potenziale naturale e ai danni già verificatisi o possibili (es.: erosioni, frane, disordini ai corpi idrici, etc.); si passa quindi alle “PROPOSTE DI PIANO” riguardanti per esempio la futura ripartizione delle utilizzazioni, le misure di cura e sviluppo del paesaggio (es.: riassetto fondi, recupero terre, promozione del turismo).

*TAVOLA 1. Inquadramento geografico del bacino del torrente Chioma in relazione ai circuiti turistico-culturali della Toscana.*

*TAVOLA 2. Carta dei vincoli.*

Quello sopra descritto è l’itinerario concettuale che il progetto ha inteso far seguire agli allievi; dobbiamo precisare che mentre le fasi di “analisi” e “diagnosi” paesistica ed ambientale possono rientrare nell’ambito delle competenze professionali di un diplomato specializzato nell’ambito dell’assetto territoriale, ciò non vale per la parte relativa al secondo tomo che racchiude le “proposte di piano” (ad esempio il geometra non pianifica, ma gestisce la pianificazione).

Considerando comunque la valenza educativa e le capacità speculative che questa fase richiede, il progetto ha offerto la possibilità agli studenti di completare il “gioco di simulazione” facendoli esprimere anche su questo importante aspetto così da renderli in grado di rendersi conto di come, per poter utilizzare bene una risorsa — nella fattispecie un ambito territoriale ben definito —, sia necessario conoscerla a fondo.

Tre sono stati i livelli gerarchici presi in considerazione:

- a) uno corrispondente al sistema oggetto dello studio ovvero il bacino del Chioma;
- b) uno superiore che condiziona e indirizza il precedente e che può essere individuato nel comprensorio dei Monti Livornesi;
- c) uno inferiore dove avvengono i processi che nel loro insieme danno origine alla vita e all'evoluzione del bacino stesso, nel quale si identificano tre ecosistemi (Tav. 3) in relazione fra loro:
  - 1) l'ecosistema forestale, dominante per estensione ed attualmente in naturale espansione;
  - 2) l'agroecosistema, in netta regressione, oggi relegato in forma attiva solo nei poderi Quarata, Debbione, Vaiolo, Carcivisoli, Botrone ed ai margini del bacino (abitati di Nibbiaia e Castellaccio);
  - 3) l'ecosistema fluviale rappresentato dalle acque del torrente Chioma e rispettivi affluenti.

### *TAVOLA 3. Carta degli ecosistemi.*

Le relazioni che legano i suddetti ecosistemi possono essere individuate in (Agnelli *et al.*, 1993):

- a) relazioni verticali o topologiche (es. geologia, vegetazione, uso dei suoli: a ciascuno di questi aspetti sarà dedicato un capitolo del lavoro);
- b) relazioni orizzontali o spaziali: di natura ABIOTICA (es. trasporto di materia dai versanti in erosione verso aree di accumulo e trasporto di energia) e BIOTICA (formazione di fitocenosi e movimenti di specie animali fra ecotipi diversi);
- c) relazioni temporali e cronologiche: variazione nel tempo degli ecotipi determinate da processi naturali (di successione) o antropici (di sostituzione).

Inizieremo la nostra disamina da quest'ultimo tipo di processi che hanno indotto sul territorio rapidi e intensi cambiamenti.

#### **BIBLIOGRAFIA**

- Agnelli P. *et al.* (1993). *Analisi e cartografia delle'ecologia del paesaggio: l'esempio della bassa valle dell'Albegna*. G. R. n. 9.
- Di Fidio M. (1991). *Tutela dell'ambiente naturale* Ed. Pirola.
- Gibelli M. G. (1993), *L'ecologia del paesaggio e la progettazione ambientale*. Genio Rurale n. 7/8.
- Olivieri E. (1986), *Il mappaggio biologico dei corsi d'acqua delle colline Livornesi*. Atti del I° Convegno sullo stato dell'ambiente a Livorno.
- Romani V. (1992), *Introduzione all'ecologia del paesaggio*. G.R. n. 4

## **1 .ANALISI STORICA**

*coordinamento di Roberto Bronchetti e Cecilia Gambacciani*

### **A. La proprietà fondiaria e l'uso dei suoli**

#### *Principi e scelte operative della ricerca storica*

Il primo punto dal quale siamo partiti è stato quello dell'analisi storica per comprendere le modalità di formazione del sito al fine di capire le trasformazioni che lo hanno interessato, gli usi e l'aspetto che lo caratterizzavano in epoche passate. Queste informazioni appaiono indispensabili per guidare correttamente le logiche progettuali sia che si operi nel recupero del patrimonio edilizio esistente sia che si voglia procedere, nel contesto ambientale considerato, ad una collocazione razionale di nuovi interventi strutturali o infrastrutturali.

L'analisi storica della Valle del Chioma, dunque, è funzionale oltremodo al progetto, ma consente, anche autonomamente, un percorso di grande valore didattico.

Decaduta infatti - ormai da più di mezzo secolo - la storia "événementielle", si è fatta sempre più posto la storia "della cultura materiale" e in special modo di quella rurale, delle coltivazioni, del clima, delle abitazioni, delle tecniche agricole, grazie all'opera di tanta eccellente storiografia francese, e non solo, legata agli "Annales".

È chiaro che questo tipo di storia è attraente per chi s'interessa dell'ambiente e della sua salvaguardia.

Quindi, in mezzo a tante motivazioni che hanno indotto alla scelta della Valle come oggetto del nostro studio, ce ne sono alcune che riguardano in particolare la storia.

L'area in esame appare particolarmente adatta e significativa per formare i discenti alla lettura storica del territorio. Il paesaggio che si presenta al visitatore è quello per molti aspetti tipico di una zona collinare toscana, ricca di piante e di acque, ma portante i segni evidenti dell'abbandono. La vegetazione spontanea tende a soverchiare campi che una volta erano coltivati, le strade più antiche si perdono nella macchia e tra i sassi, le case coloniche sono in buona parte ruderi, tranne poche ristrutturate da privati o utilizzate dall'Ente locale.

La Valle del Chioma dunque pone allo studioso di storia contemporanea, anche al primo sguardo, interrogativi di fondo, quali il perché dell'abbandono o del ritorno e della ristrutturazione, mentre a quello di storia moderna pone interrogativi sui segni delle allivellazioni che tuttora permangono o allo storico medievale sull'appartenenza dei castelli di cui vediamo le tracce o sull'origine dei toponimi, quali "Cafaggio", "Imboscata" o altro.

Nell'indagine storica su questo ecosistema creato e modificato lentamente dall'uomo, su cui hanno operato in una dimensione di equilibri sempre provvisori e instabili molteplici condizionamenti tanto socio-tecnici che naturali, abbiamo proceduto, nel cogliere *mutamenti e permanenze*, con l'ausilio delle fonti storiche opportunamente selezionate per interpretare le tracce del passato che avevamo davanti e rispondere agli interrogativi che ci eravamo posti.

Le carte, le mappe, i documenti notarili, i reperti archeologici di cui ci siamo avvalsi e che abbiamo confrontato con le fonti storiografiche sono stati utilizzati mantenendo costante il rapporto tra la *piccola storia* e la *grande storia*.

Abbiamo, pertanto, iniziato, da un lato a studiare l'evoluzione della proprietà e la struttura della stessa, dall'altro al rilevamento dei dati quantitativi e qualitativi degli insediamenti esistenti, nella consapevolezza che quest'ultimi devono sicuramente aver interagito con interventi a vasta scala realizzati nel comprensorio quali allivellazioni e appoderamenti.

### *La proprietà fondiaria*

Le prime informazioni storiche relative ai possedimenti dei beni fondiari situati nell'area di studio ci provengono in forma scritta e risalgono agli inizi del XII secolo (*Collezione Minutelli*, n.283, pp. 1119 e 1122). Si tratta di due manoscritti in latino riguardanti la vendita di una parte del castello di Cafaggio e relativa corte e la successiva richiesta di protezione dei vecchi proprietari all'autorità ecclesiastica pisana. Ulteriori e più precise notizie ci provengono dal Catasto di Livorno del 1427-29 (Casini, 1984): dopo la sconfitta di Pisa ad opera di Firenze avvenuta nel 1406, la Signoria Medicea non poté esimersi da gravare il contado pisano di nuovi tributi (sia per rifarsi delle spese di guerra sostenute, sia per il costo dell'operazione relativa all'acquisto di Livorno - al tempo sotto il dominio di Genova - avvenuto nel 1421) e lo fece con il sistema del catasto.

Tutti i civili e i vari enti, religiosi e laici, che avevano possedimenti nel territorio livornese furono obbligati a presentare denuncia. Mentre i primi difficilmente erano proprietari di pezzi di terra lontani dal piano di Livorno, i secondi, grazie ad antichi privilegi di origine feudale (sono noti i lasciti della contessa Matilde di Canossa a favore della Chiesa Pisana e quelli dei conti della Gherardesca alla Misericordia di Pisa), dominavano su gran parte del territorio dei Monti Livornesi. Nel bacino del torrente Chioma in particolare si estendevano le proprietà di due istituzioni pisane: l'"Ospedale di Santo Spirito" detto anche "Ospedale Nuovo o di S. Chiara", costituito su privilegio di Papa Alessandro nel 1257, e la "Pia Casa di Misericordia", di costituzione ancora più antica (1053) (Caciagli, 1991).

La prima istituzione dominava sulle terre situate nei confini di Montenero a nord del Chioma e ad est del botro Quarata; la seconda sui terreni a sud del Chioma, nei confini di Gabbro e Castelnuovo della Misericordia, e presumibilmente anche sui terreni ad ovest del botro Quarata.

Successivamente alle sconfitte del 1406 e 1509 molti proprietari pisani abbandonarono le loro terre ed una massiccia infiltrazione di fiorentini, favorita dalla stessa Casa Medici, si verificò nella



campagna pisana e livornese (Mazzanti, 1984). Verso la metà del XVI sec., per esempio, un certo Vivaldo Vivaldi da S. Gimignano, cittadino fiorentino, risulta intestatario di terreni boscati e lavorativi in località Popogna e Cafaggio (A.S.L., Estimo del Castello di Livorno e suo contado, nov. 1559).

*TAVOLA 4. Carta delle proprietà fondiarie alla metà del 1500.*

Le accurate descrizioni dei confini delimitanti i beni fondiari riportati nel citato estimo hanno permesso di ridisegnare in mappa la carta della proprietà fondiaria nella valle del Chioma alla metà del 1500 (Tav. 4).

La ricostruzione è stata possibile grazie anche alla individuazione di toponimi riportati nella prima rappresentazione cartografica della zona, disegnata con dovizia di particolari e in scala a buon dettaglio dall'Ing. Santini nel 1686, raffigurante la Tenuta Granducale di Antignano e Montenero (originale presso A.S.E, foto: A.S.L.). Dalla carta si evince come, a quella data, vaste estensioni di terreno siano passate a livello perpetuo dalle istituzioni pisane sopra citate alla Casa dei Medici e vadano così a costituire la grande tenuta granducale del cardinale Leopoldo dei Medici.

In questi luoghi molto probabilmente la proprietà non dovette variare fino alla metà del 1700 dal momento che nella carta dell'Ing. Cartoni (1744) (originale presso A.S.E, foto: A.S.L.) la troviamo ancora formata da istituzioni religiose e casati nobiliari; tuttavia nel mezzo secolo che intercorre fra le due rappresentazioni cartografiche la tenuta granducale sembra ridurre la sua estensione: i terreni a nord dell'attuale botro della Casina e del botro Quarantola passano alla casa Ceoli di Pisa mentre agli eredi di Pandolfo Tidi, già proprietari della vasta fattoria di Popogna, vanno i sodi di Gorgo e il poggio dell'Ortola.

Nella Tenuta Medicea, alla metà del XVIII sec. (Tav. 5) permangono accesi, sulle antiche proprietà quattrocentesche, i seguenti livelli passivi e fitti perpetui:

“A: Dalla Pia Casa della Misericordia di Pisa”

“B : Dallo Spedale Nuovo di Pisa”.

Se quella ora illustrata è la situazione dei possedimenti fondiari a nord del Chioma, a sud domina ancora la vastissima tenuta della Misericordia di Pisa che arriva fino a Castelnuovo della M.dia e oltre.

Mentre nel piano di Livorno, grazie all'influenza della città, le allivellazioni, sinonimo di appoderamento e quindi di progresso agrario, erano quasi terminate già alla metà del '700, per le disabitate aree boschive dei monti Livornesi ed i latifondi a coltura estensiva che costituivano le grandi proprietà degli enti laicali e religiosi bisognava attendere la politica illuminata dei Lorena. Fu Pietro Leopoldo, con una serie di leggi emanate tra il 1769 ed il 1789, ad avviare un processo di rinnovamento agrario senza precedenti che determinò profonde modificazioni negli assetti paesaggistici della campagna toscana: in sintesi la riforma dell'agricoltura si basava sull'inserimento nelle grandi proprietà, fino a quel momento condotte col sistema delle “manimorte”, di privati possessori (particolari) che, grazie alla loro operosità, garantivano la buona gestione dei terreni.

Si smobilitarono le grandi e improduttive bandite di caccia dei Medici i quali, per salvaguardare la “loro” selvaggina, avevano di fatto impedito il taglio dei boschi; furono allivellati e alienati beni comunitativi, proprietà granducali, beni stabili ecclesiastici e laici; si abolirono le servitù di pascolo e di macchiatico così come le dogane interne; fu liberalizzato il commercio del grano e si provvide alla costruzione di case coloniche per i livellari.

Nella valle del Chioma i primi beni ad essere alienati furono sicuramente quelli della Misericordia di Pisa; infatti, come risulta da un piantario dei beni situati nel Comune di Castelnuovo della Misericordia eseguito nel 1795 dall'Ing. G. Andreini (A.S.L.), la suddivisione in appezzamenti dei terreni a sud del torrente, a quella data, era già stata completata (Tav. 6).

A nord del Chioma la grande proprietà pubblica fu allivellata ai primi dell'800 mediante asta ed i terreni passarono a due grandi proprietari terrieri: Michon che si accaparrò i boschi sulla destra di botro Quarata fino al Piastrone e i Tidi, ai quali andarono quelli sulla sinistra ovvero il podere di

Quarata e i boschi di Poggio alle Vacche; al Conte Pagani andarono estensioni più piccole di lavorativi e pascoli in destra del Chioma (Mazzanti *et al.*, 1981).

I terreni in prossimità del Castellaccio (già Castello delle Formiche) appartenenti alla Casa Ceoli di Pisa andarono alle famiglie Bicchierai-Franceschi, Evangelisti, Domenici, Filippi, Spagnoli ed altri. Alcune di queste famiglie abitano ancora oggi negli stessi poderi.

Un quadro completo, altamente significativo per comprendere la distribuzione della proprietà e le qualità di coltura praticate nell'area, ci viene offerto dalle mappe e dai registri del Catasto Leopoldino (1824) e Napoleonico (1808) conservati all'A.S.L., la cui rielaborazione è rappresentata rispettivamente nelle Tavole 7 e 8.

In queste carte siamo in grado di "leggere" gli appoderamenti e l'uso del suolo nella valle del Chioma agli inizi della grande riforma agraria e di conseguenza capire i profondi mutamenti territoriali che ne derivarono. Da quel momento in poi, grazie all'impianto dei successivi catasti, alle carte topografiche e alle foto aeree diviene molto più semplice seguire l'evoluzione del territorio in esame fino ai nostri giorni.

Se, per esempio, confrontiamo le suddette carte con il catastale attuale (Tav. 9) osserviamo come ancora oggi risultino ben evidenti, specie nel comprensorio di Nibbiaia, le originarie linee di confine delle antiche allivellazioni e come su queste, in più di un secolo, si sia progressivamente appoggiata una fitta rete di frazionamenti particellari conseguenti alla crescita demografica che andava interessando quelle campagne parallelamente all'importanza che il settore agrario assumeva nell'economia del comprensorio.

#### *Antropizzazione del luogo: uso dei suoli e aspetti del paesaggio*

"L'uomo, nelle diverse fasi di conquista e organizzazione del territorio ha prodotto, per gradi successivi, una serie di strutture tali da rendere il territorio stesso funzionale ai suoi bisogni: ognuno di questi lasciti ha condizionato quelli successivi tanto che si può affermare che l'elemento caratterizzante maggiormente un territorio è la continuità delle fasi di antropizzazione" (Arrigoni *et al.*, 1984).

Da queste considerazioni si evince l'importanza di un metodo di lettura del territorio di tipo storico-tipologico che, per completezza, deve integrarsi con le informazioni provenienti dai documenti storici di carattere archivistico o archeologico.

Nella valle del Chioma possiamo leggere i quattro grandi cicli di antropizzazione che hanno interessato i Monti Livornesi.

Del primo ciclo, quello di "IMPIANTO" (periodo paleolitico e neolitico) caratterizzato dal progressivo adattamento dell'uomo agli elementi naturali, dove l'uso del territorio procede da monte a valle, abbiamo segnalazioni di ritrovamenti dell'industria musteriana (Stoduti - Della Vella, 1990) e reperti del neolitico in zona Quarata.

Nel secondo ciclo, quello di "CONSOLIDAMENTO" (epoca romana) dove l'uso del territorio avviene da valle verso monte, insediamenti certi appaiono presso gli attuali poderi di Gorgo (Foto 1) e Quarata (Foto 2).

*TAVOLA 5. Carta delle proprietà Fondiarie alla metà del 1700.*

*TAVOLA 6. Carta delle allivellazioni granducali in Nibbiaia (1795).*

In queste località, infatti, si riscontrano condizioni ambientali (terreni pianeggianti, abbondanza di acqua, clima favorevole per quanto riguarda il riparo dai venti ed una buona esposizione) particolarmente favorevoli all'insediamento, specie se raffrontate al contesto territoriale circostante. Ricordiamo, a proposito, che "nell'area livornese la colonizzazione romana inizia nel II sec. a.C. e trasforma in coltivi le aree boscate lungo la costa mentre sui Monti Livornesi l'asprezza e la sterilità dei suoli rendono difficile, se non impraticabile, ogni forma di agricoltura" (Foto 3).

Il terzo ciclo è quello di "RECUPERO" dell'impianto di antropizzazione (medioevo), caratterizzato dal ritorno alla struttura preromana e quindi da un uso del territorio che procede da monte verso

valle. È in questo periodo (presumibilmente intorno al X sec.) che a difesa della vallata vengono costruiti il castello di Quarata ed il castello di Cafaggio.

*TAVOLA 7. Carta delle proprietà fondiarie al 1824.*

*TAVOLA 8. Carta dell'uso del suolo al 1824.*

Oggi questi castelli sono ridotti a ruderi (rispettivamente Foto 4 e 5). Entrambi sorgevano a quota 200 m. s.l.m., su ripidi colli difficilmente accessibili. È probabile che in quel periodo alcuni terreni sottostanti, compresi oggi negli omonimi poderi, venissero disboscati e messi a coltura ovvero trasformati in corte. Al riguardo vogliamo citare l'indicazione riportata per la particella 134, relativa ai beni intestati all'Ospedale S. Spirito di Pisa nel già citato Catasto di Livorno 1427-29" (Casini, 1984, p.168):

“1 pt sopra il quale è il castello di Quarantula nei confini di Montenero con torre guasta della chiesa di S. Martino con sua giurisdizione, corte, peschi, boschi, terre domestiche e selvatiche ... e ogni sua pertinenza (...confini di Cinto e Cafaggio, botro Quarantula soprascritto, botro detto Gorgo Iudicio, botro Rigagnuli) gira sei miglia ed oltre”.

Nel quarto ciclo, quello di RISTRUTTURAZIONE" (dal rinascimento fino ad oggi), l'uso del territorio avviene, come in epoca romana, da valle verso monte se pur con ritmi diversificati a seconda delle vicende sociali economiche e politiche del periodo che ora andremo ad illustrare. Per tutto il 1500 ed il 1600 la vallata non deve aver cambiato molto la sua fisionomia rispetto al precedente periodo medioevale se è vero che la dinastia Medicea, con la sua politica di conservazione dei boschi, di fatto aveva sclerotizzato il paesaggio che si presentava in alcuni luoghi (ad es. “le Serre” e “le Gronde” di Poggio Caprone e di Poggio Castello) costituito da selve tanto fitte ed insicure, per la presenza di lupi e banditi (nella zona si trova una grotta conosciuta con il nome “Buca dei banditi”, Foto 6) da essere considerate veri e propri orridi”. La foresta a prevalenza di querce (soprattutto leccio, sughera, roverella, etc.) presumibilmente si estendeva nei fondovalle, mentre la macchia primaria a sclerofille sempreverdi ricopriva i poggi più acclivi ed aridi. Saltuariamente, in vicinanza dei sentieri più battuti, erano aperti “debbi” per il pascolo di ovini e caprini. Nel versante livornese, alla fine del 1600 (Mappa del Santini, 1686) risultavano presenti con certezza due fabbricati: Casa dei Corsi (Foto 9) e Casa Quarata (quest'ultima pare non si trovasse dov'è oggi - Foto 10 - ma più spostata di alcune centinaia di metri verso sud-est). Se questi edifici facevano capo a veri propri poderi o servissero come ricovero per pastori ed armenti non lo sappiamo. Per quanto riguarda il versante di Rosignano non disponiamo di mappe seicentesche ma è da presumere che in zona Gabbro, proprio per la vicinanza all'abitato, strutture insediative siano già presenti in quel periodo: per es. una casa doveva sorgere dove oggi si trova “Villa Fagioli”: l'edificio è indicato nel Catasto Napoleonico (1808) con il toponimo Tampucci; dagli Stati delle Anime” conservati all'archivio parrocchiale di Gabbro risulta che una certa Tampucci Margherita visse nella zona dal 1149 al 1718.

Altre strutture forse già presenti nel 1600 sono: il mulino a vento di Poggio D'Arco (Foto 7) ed una casa vicino ai Mulini di Chioma” (Foto 8). Questa casa, abbandonata da molti anni (nel catastale del 1941 on è più indicata), è oggi ridotta a rudere seminascolato dalla vegetazione (Foto 11).

Dalla seconda metà del Settecento alla prima metà dell'Ottocento con riforma agraria dei Lorena si verificano i cambiamenti più significativi nell'aspetto paesaggistico della vallata: si abbattono boschi, si aprono nuovi percorsi (acciottolando quelli più battuti), si disegnano i campi e con essi le sistemazioni dei terreni. Vengono costruite case sparse e prendono corpo, ai margini del bacino, gli abitati di Nibbiaia e Castellaccio.

Uno dei problemi più urgenti che la famiglia contadina si trova a dover affrontare è quello dell'approvvigionamento idrico: quando è possibile la casa viene dotata di un pozzo o più frequentemente di una cisterna che raccoglie le acque piovane dal tetto. Mentre si cercano nuove acque sorgive se ne scoprono alcune (in loc. Debbione) che presentano particolari proprietà rinfrescanti o purgative (Foto 12), esse verranno commercializzate fino ai primi anni del Novecento (Vigo, 1902). Le pietre raccolte nei campi o nel greto dei torrenti non bastano più per costruire

edifici, terrazzamenti e muri a secco; è necessario perciò coltivare nuove cave e costruire fornaci per cuocere la calce (Campo alla fornace in loc. Castellaccio).

Il numero delle famiglie contadine cresce rapidamente e con esse va configurandosi un nuovo sistema ecologico che per funzionare necessita di input energetici via via crescenti; cambia così il modello energetico di base che si impronta a criteri di maggiore efficienza: occorre mettere a coltura nuovi terreni, migliorare le tecniche agronomiche mediante le rotazioni ed il lavoro degli animali così da aumentare le rese unitarie. Si imbrigliano le acque del Botro di Pietra per far funzionare un mulino che integri il lavoro di quello “a vento” di Poggio D’Arco; vengono attivate nuove carbonaie, mentre l’ubicazione e l’orientamento delle case è pensato in modo da favorire l’esposizione solare nelle diverse stagioni.

*TAVOLA 9. Rappresentazione degli antichi confini nelle mappe catastali attuali.*

- 1. Iscrizioni romane (località Gorgo).*
- 2. Frammenti di ceramica romana (località Quarata).*
- 3. Piano topografico storico di Livorno.*
- 4. Ruederi del Castello di Quarata.*
- 5. Ruederi del Castello di Cafaggio.*
- 6. Buca dei banditi (località Val Quarata).*
- 7. Ruederi del Molino a vento di Poggio D’Arco.*
- 8. Camera del molino ad acqua sul torrente Chioma.*
- 9. Casa dei Corsi (località Val Quarata).*
- 10. Casa Quarata.*
- 11. Ruederi di antico fabbricato rurale (Podere “Ceretella bassa”).*
- 12. Sorgente di “acque rinfrescanti” (località Debbione).*

Le fonti energetiche utilizzate dalla comunità sono ancora completamente rinnovabili ma non rimarranno tali ancora per molto. Nella prima metà di questo secolo lo sviluppo demografico e edilizio (di tipo rurale) nella vallata procede senza sosta, favorito sia dalla politica autarchica del fascismo sia dagli eventi bellici che hanno fortemente impoverito il Paese e ne hanno mantenuto una struttura economica sostanzialmente agricola. Il settore primario comincia a porsi seriamente l’obiettivo dell’incremento delle rese produttive, obiettivo che viene conseguito grazie al flusso di un nuovo tipo di energia (detta ausiliaria) non più rinnovabile; essa, integrando quella nativa” di origine solare, arriva al sistema sotto forma di mezzi chimici e meccanici (Caporali, 1991). Con il boom economico degli anni sessanta anche nella valle del Chioma si verificano fenomeni di esodo agricolo e soprattutto rurale. Per evidenti motivi di ordine socio-economico sono le aree di pianura quelle preferite nella pratica agricola mentre in collina - dove la meccanizzazione delle coltivazioni risulta più difficile - si verifica un lento ma progressivo depauperamento con fenomeni di marginalizzazione che toccano l’apice nell’ultimo ventennio. Un esempio emblematico del fenomeno è rilevabile proprio in questa valle dove gran parte del patrimonio fondiario è lasciato nel più completo abbandono: i coltivi sono stati riconquistati dalle essenze arbustive che nella successione ecologica precedono la macchia mediterranea, mentre gran parte dell’antica viabilità ed i confini delle originarie allivellazioni rimangono evidenti sulle carte catastali e topografiche ma non sono più distinguibili sul terreno.

I fabbricati rurali, testimonianza preziosa di una cultura contadina che in due secoli di generazioni ha fatto la storia della valle, privi della necessaria manutenzione decadono sotto l’azione degli agenti atmosferici e vengono invasi dalla vegetazione spontanea tanto da scomparire dal paesaggio ed in alcuni casi solo grazie alla presenza di vecchi alberi ‘monumentali’ (cipressi, pini, tamerici, lecci), un tempo posti ad ornamento delle rispettive aie, è oggi possibile individuarne i ruderi (Foto 13). Stessa sorte tocca alle mirabili sistemazioni idraulico-agrarie (terrazzamenti) che tanto lavoro hanno richiesto per essere realizzate (Foto 14).

Uno dei problemi centrali che il progetto “Valle del Chioma” intende affrontare è proprio quello di non disperdere la testimonianza di questo patrimonio culturale legato al passato che abbiamo

l'obbligo di conservare e tramandare alle generazioni future. A questo scopo è stata redatta la Tavola 10 nella quale vengono segnalate le emergenze storiche ed archeologiche presenti nell'area di studio. Di ogni emergenza indicata in mappa è stata prodotta documentazione fotografica. Per cogliere le differenze e riflettere sulle vicende che hanno disegnato la fisionomia del paesaggio della vallata in quest'ultimi due secoli può essere di aiuto la consultazione della Tabella 1 nella quale sono posti a confronto gli usi del territorio rappresentati rispettivamente nelle Tavole 8, 11, 12, 13.

Proseguendo nell'approccio storico-tipologico del nostro studio se riduciamo progressivamente la scala di lettura delle strutturazioni antropiche del territorio possiamo analizzare i percorsi e ancor più nel dettaglio le case sparse.

## **B. I percorsi e le case sparse**

### *I Percorsi*

La prima coscienza che l'uomo assume nei confronti del territorio è la possibilità di percorrerlo; cercare di capire la logica che ha guidato i diversi tipi di percorsi può quindi aiutare a comprendere i caratteri dei vari cicli storici che hanno determinato la civilizzazione della vallata. Per questo motivo nella tavola delle emergenze storiche è stata rappresentata anche l'antica viabilità (acciottolata e non, con la rispettiva denominazione riportata nel catasto del 1824) che, fino ad oggi, siamo riusciti a ritrovare e percorrere grazie alle indicazioni pervenuteci dalle antiche carte sei - settecentesche, ma soprattutto dalle mappe dei catasti ottocenteschi (Napoleonico e Toscano), primo documento cartografico moderno confrontabile con la cartografia attuale. Prima di entrare nel merito di questa ricerca che ha portato a riscoprire percorsi spesso dimenticati è necessario effettuare un breve richiamo bibliografico alla viabilità risalente al periodo "Antico" che è stata segnalata nell'area di studio. Per Agostini (Agostini) una strada romana collegava Vada Volterrana a Porto Pisano "passando da Rosignano M.mo, la Maestà, la Tagliola, le Serre, Poggio Pelato, Nibbiaia, arrivava al guado sul torrente Chioma e dopo averlo attraversato si dirigeva verso Montenero da dove raggiungeva Salviano ed il Trivio D'Adule". Al riguardo troverebbero una logica spiegazione i ruderi di un grosso ponte in pietra sul botro Quarata (Foto 15) di cui non appare traccia sia nelle carte sei - settecentesche sia nei documenti scritti, dove nessuna viabilità appare tanto importante da richiedere una struttura di tali dimensioni. Secondo Mazzanti (Mazzanti 1984) un percorso di crinale, seppur di minore importanza, esisteva già in epoca romana proprio nel cuore di dette colline fra il Gabbro, la Valle Benedetta e Salviano.

Questo percorso probabilmente si sviluppava lungo la linea di spartiacque passando dalla sommità est del bacino del Chioma poco distante dall'attuale via di Popogna.

Nel medioevo una viabilità che collegava i castelli ed i borghi presenti nel comprensorio (Camaiano, Quarata, Cafaggio, Motorno, Montauto, Castellaccio, Monte Carvoli, etc.) certamente passava anche per la valle del Chioma ed è da ritenere che non fosse molto diversa da quella delle carte d'epoca più volte citate. Nella mappa dell'Ing. Santini (1686) appare una strada che Mazzanti (Mazzanti, 1984) così descrive:

"Una lunga via diritta, il cui tracciato ci lascia piuttosto perplessi, appare invece dalla bocca di Chioma, per risalire tutto quanto il torrente e raggiunge il Gabbro e, quindi Stagione, Postignanello, S. Regolo, Luciana, Fauglia; qui indicata come nodo viario delle Colline Pisane."

Nella Tavola 10 (1795) una sola strada scende da Nibbiaia verso il Chioma ed è denominata: "strada che da Nibbiaia conduce a Livorno"; la stessa la ritroviamo circa trent'anni più tardi indicata nel catasto Leopoldino con il nome di: "Strada che va a Montenero" ed ancora: "Via delle Corazze" nel N.C.T. (1941). Questa strada esiste ancora oggi, ma, per lo stato in cui versa, appare difficile immaginarla carrabile anche nel periodo del suo pieno utilizzo. In alcuni tratti (loc. Debbione) mantiene un buon acciottolato mentre più a valle, in epoca recente, è stata deviata per passare davanti a casa Ciambelli e quindi ritornare, negli ultimi 50 metri prima del guado, nel tracciato originario. Testimonianze raccolte in zona ci dicono che fino ai primi anni del secolo questa strada era abitualmente percorsa, "a piedi", dalle donne di Castelnuovo della M.dia per

recarsi a Livorno a vendere i prodotti dei campi. Nel 1824 dal crinale del Castellaccio, ‘tre percorsi scendevano verso il Chioma (la rete viaria dell’epoca appare, in questa zona, molto simile a quella del 1686): una prima via, detta “Gabrigiana”, si staccava dalla strada “Maestra” e si dirigeva in Val Quarata passando vicino alle attuali case “La Buca” e “Dami”, già presenti all’epoca. Proseguendo verso sud la strada Maestra si divideva in loc. “Due Vie” (curva Nuvolari), un tratto si dirigeva verso il mare prendendo il nome di “Via che va a Montenero”, l’altro si manteneva sullo spartiacque e proseguiva per la casa dei “Corsi” prendendo il nome dell’antica chiesa (S. Brucaia) che si trovava nelle vicinanze. Lungo questo breve tragitto, ancora oggi acciottolato, si potevano prendere varie direzioni cui facevano capo altrettante vie: una scendeva verso Quercianella (detta “Vecchia Maremmana”), altre due scendevano verso il Chioma: la prima era conosciuta con il nome di “via di Rosignano”, la seconda come “stradello da Castiglioncello a Montenero”. Oggi questi due percorsi sono ridotti a sentieri impraticabili che si perdono nel folto della boscaglia ma certamente anche nel passato è difficile immaginarli più che somabili. In pratica tutti i percorsi di controcrinale una volta giunti al torrente finivano per collegarsi con la lunga strada di fondo valle che permetteva di procedere sia verso il mare (dove si congiungeva con la “Via del Littorale”) sia di risalire la vallata e collegarsi all’antica viabilità di crinale (via di Popogna-Poggio D’Arco) dalla quale ridiscendere poi verso l’entroterra pisano. Possiamo ritenere che il nodo viario più importante della vallata fosse situato in loc. Gorgo, dove si incrociavano le Principali strade di fondovalle costeggianti i rispettivi corsi d’acqua (Chioma e Quarata). Da questa località iniziava una strada ampia ed acciottolata, ancora oggi esistente e ben conservata (Foto 16), denominata: “Via che dal Gorgo va in Popogna” dalla quale, il mulino sul Chioma, si staccava un percorso, per tratti acciottolato, che passando davanti a casa Troianni (oggi “ruderi del Capannino”), risaliva il versante del Gabbro per raggiungere Via di Poggio D’Arco (Foto 22). La via Gorgo-Popogna proseguiva poi verso i poderi Cafaggio da dove si poteva procedere ancora verso il Gabbro grazie ad uno stradello quasi interamente disegnato su roccia che prendeva il nome di “Via che va in Chioma”. Detta via passava vicino a due case oggi conosciute come: “Villa Fagioli” e “Cerretella Alta”. La strada principale, da Cafaggio, piegava verso la casa “Albergo Solitario dei Pastori” e da qui conduceva in Popogna. Questo percorso esiste ancora oggi (Foto 17), ma gran parte dell’acciottolato che lo ricopriva è andato perduto sia per lavori agricoli (la strada si interrompe in prossimità di un campo coltivato) sia per fenomeni erosivi ancora in atto. Fra la seconda metà dell’Ottocento e i primi anni di questo secolo vengono aperte nuove strade “vicinali” che dal crinale del bacino scendono nella vallata; dette strade sono rappresentate, con la relativa denominazione, sulle canapine del N.C.T. (1941). Anche questa viabilità “più recente” (ma non di minore importanza culturale e paesaggistica) si trova nelle stesse condizioni di quella prima vista, vale a dire versa in uno stato di grave abbandono che, in alcuni casi, ne sta compromettendo l’esistenza. Una linea comune ha caratterizzato i diversi periodi di civilizzazione che si sono susseguiti nella vallata: in ciascuna fase si è sempre cercato di non abbandonare, ma piuttosto di riutilizzare i percorsi anteriori, magari secondo una nuova gerarchia; viceversa nella seconda metà di questo secolo, per via dell’esodo rurale e soprattutto per la crescente diffusione dell’automobile, questa viabilità è stata dimenticata. A questo progetto il compito di riscoprirla e segnalarla per salvaguardarne la conservazione e favorirne usi alternativi (percorsi trekking, a cavallo, mountain bike: itinerari didattici: storici e naturalistici).

*13. Cipresso “monumentale” di Casa Molino.*

*TAVOLA 10. Carte delle emergenze storiche ed archeologiche.*

*14. Antichi terrazzamenti*

*15. Ruderi di ponte rivestito in pietra sul botro Quarata,*

*16. Antica via da Gorgo a Popogna.*

*17. Antico via da Popogna a Cafaggio.*

*TAVOLA 11. Carta dell’uso del suolo al 1941*

### *Le Case Sparse*

Le case sparse presenti nel bacino appartengono quasi tutte alla tipologia dei fabbricati rurali tradizionali e sono rappresentative di un'ampia *facies* di abitazioni tipiche della campagna locale: soprattutto "case coloniche", costruite nel periodo che va dalla fine del Settecento alla prima metà del Novecento (l'epoca di costruzione è stata desunta dalla consultazione delle carte d'epoca più volte citate e dalle mappe d'impianto - periodo 1941/42 - del N.C.T.). Del tipo "unitario di collina" (Biasutti, 1938) con abitazione sovrapposta al rustico, queste case presentano in genere scala esterna e cucina al piano superiore ma non mancano edifici con scala interna e cucina al piano terreno giustapposta al rustico. Gli annessi, raramente isolati, sono addossati alla facciata posteriore. Il tetto, negli edifici più vecchi, è a due spioventi ed il camino, di tipo basso (circa 20 cm dal pavimento), presenta la gola nel corpo della parete. Dette case, situate all'interno di una propria area di pertinenza, erano quasi sempre poste al centro dell'unità produttiva agricola, "il podere", con il quale formavano, nell'organizzazione mezzadrile, una entità fisica indissolubile, funzionale alla coltura promiscua ed all'allevamento del bestiame. Edificate nel punto più elevato del podere, con materiale tradizionale spesso derivato dallo stesso terreno lavorato (pietra, sabbia, argilla, legno), di scarsa qualità e molto spesso di recupero (vedi pietre del castello di Cafaggio rinvenute nel sottostante edificio, Foto 18 e 19), queste case presentano sovente una progressiva stratificazione nel tempo in quanto vi hanno lavorato più di una generazione per adeguarle alle necessità del lavoro, della famiglia, della vita. Esse sono state costruite con il criterio di ottenere il massimo risultato di funzionalità con i minimi e poveri mezzi di cui si disponeva; per questo non vi si trova niente di più di quanto realmente servisse.

Nonostante l'elevato valore estetico, culturale e storico che questi edifici possiedono, il problema della loro conservazione o dell'eventuale recupero non si presenta di facile soluzione; come è stato infatti rilevato anche per altre realtà territoriali vicine alla nostra: "l'inadeguatezza degli strumenti legislativi, il regime giuridico dei suoli e soprattutto i diversi interessi economici in gioco rendono l'operazione spesso inattuabile" (Caciagli, 1989).

In ogni caso eventuali interventi di restauro dovrebbero sempre rifuggire da manomissioni ed inclusioni di tecnologia troppo pesanti che prevedono impiego di materiali da costruzione non tradizionali (calcestruzzo prefabbricato, colore, etc.), anche se, per assicurare servizi oggi reputati essenziali, alcune concessioni all'edilizia moderna divengono indispensabili. Si dovrebbe, comunque, sempre evitare di cancellare le tracce delle fasi di formazione della casa, preziose testimonianze della sua evoluzione e della cultura del costruire dell'epoca (A.R.E e I.B.C. - Regione Emilia Romagna, 1986). La localizzazione di questi edifici, proprio in virtù della loro posizione rispetto alla morfologia del territorio della vallata, è un altro elemento che li qualifica in modo rilevante soprattutto dal punto di vista paesaggistico (Foto 20 e 21).

Il recupero di simili strutture edilizie (ma anche del paesaggio agrario di cui fanno parte integrante), come abbiamo più volte sottolineato, si impone per motivi di ordine culturale ma può concretizzarsi nella realtà solo se l'operazione risulterà conveniente anche da un punto di vista economico; per questo le uniche utilizzazioni oggi prevedibili in ambito privatistico sono quelle che passano attraverso un processo di valorizzazione di tutta la vallata incentrato sull'esaltazione delle sue qualità ambientali, sull'attivazione di circuiti connessi all'agriturismo e all'introduzione dell'agricoltura biologica, mentre in ambito pubblicistico il problema si sposta sul loro valore sociale e, di riflesso, sulla loro conservazione storica. In alcuni casi la destinazione di queste case, una volta restaurate, non sarà quella di abitazioni permanenti, utilizzabili tutto l'anno, ma di centri attrezzati ovvero di case abitate stagionalmente, a rotazione da turisti, escursionisti, studenti ecc. Si pensi alla ricaduta culturale ma anche al ritorno economico-occupazionale che potrebbe avere la proposta di destinare l'area in esame a "sentiero didattico per l'educazione ambientale" in area tipica della collina litoranea toscana. Il progetto potrebbe entrare a far parte della rete IRRSAE Toscana per le iniziative: "Scuola a spazio aperto".

Chi ci abita potrà sopportare, per breve periodo, una serie di disagi che non accetterebbe nella sua abitazione permanente, ma affinché ciò avvenga è necessario acquisire la consapevolezza di riusare

oggi queste case in un senso il più possibile vicino a quello per il quale furono realizzate, solo così sarà possibile riscoprire valori e sensazioni sempre più rari negli attuali modi di vivere. Prima di procedere alla scelta degli edifici sui quali intervenire con progetti di recupero o ristrutturazione abbiamo individuato e fotografato tutti i fabbricati di interesse storico (considerando tali anche quelli costruiti nella prima metà del Novecento) presenti nel bacino; questi, discriminati per epoca di costruzione e destinazione attuale, sono stati rappresentati nella Tavola 14. Le operazioni di inventariazione hanno evidenziato che nella generalità dei casi la situazione del patrimonio edilizio esistente, sia quello censito al N.C.T. sia quello censito al N.C.E.U., risulta fortemente compromessa ed alterata. Diversi edifici sono stati radicalmente trasformati perdendo ogni rapporto con la precedente condizione storica (e ciò è stato sicuramente un limite culturale che in futuro dovrebbe essere evitato); molti altri versano in uno stato di conservazione fisico-architettonica piuttosto scadente a causa di interventi di manutenzione ordinaria (di pessima qualità) che non hanno saputo rispettarne l'integrità architettonica; numerosi appaiono infine i fabbricati ridotti a ruderi per l'abbandono della struttura da parte dei proprietari o degli imprenditori. È su queste ultime due tipologie che gli alunni, operando in gruppo, hanno effettuato il rilievo sia descrittivo che metrico - grafico del fabbricato nonché le relative proposte di recupero. In totale sono stati individuati dodici edifici: quattro, di proprietà demaniale, risultano abitati (Albergo dei pastori: Foto 22, Cafaggio 1: Foto 23, Cafaggio 2: Foto 19, Gorgo 1: Foto 24); tre sono disabitati (Dorciarino: Foto 25, Ciambelli: Foto 26, Gorgo 2: Foto 27); cinque sono ruderi (Poderino: Foto 28, Capannino: Foto 29, Casa Mulino: Foto 30, Carcivisoli 1: Foto 31 e Carcivisoli 2: Foto 32) tutti appartenenti a privati.

*TAVOLA 12. Carte dell'uso del suolo al 1981.*

*18. Pietra con incisioni medievali*

*19. Casa "Cafaggio 2"*

*TAVOLA 13. Carta dell'uso del suolo al 1985.*

*TAVOLA 14. Carta del patrimonio immobiliare di interesse storico.*

*20. Panoramica di Val Quarata.*

*21. Panoramica di Val di Chioma,*

### *Considerazioni*

Lo stato attuale dei luoghi, rivisto alla luce degli eventi precedentemente descritti, induce alle seguenti considerazioni: l'elevato grado di naturalità della zona e la qualità della sue risorse (in primis l'acqua del torrente), derivano da una serie di fattori che hanno interagito positivamente tra loro e, contrariamente a quanto avvenuto in altri contesti territoriali vicini, hanno finito per preservare, o forse addirittura migliorare, alcune componenti ambientali del bacino. Se pensiamo, per esempio, all'esodo rurale verificatosi nella vallata durante gli anni sessanta, in un periodo nel quale l'agricoltura italiana cambiava profondamente fisionomia (vedi tabella che segue), ci accorgiamo che il fenomeno, in questo particolare contesto ambientale, ha di fatto impedito il diffondersi di potenziali rischi da inquinamento connessi all'uso di pesticidi e fertilizzanti chimici di cui l'odierna agricoltura industrializzata non può fare a meno.

### **Principali cambiamenti che hanno interessato il settore agrario nel ventennio 1945-1965**

<b>Periodo</b>	<b>Tipo di economia aziendale</b>	<b>Forma di agricoltura</b>	<b>Imput Energia ausiliaria</b>	<b>Inquinam. Agroecos.</b>	<b>Prodotti agricoli</b>
prima del 1950-60	di consumo	tradizionale	basso	basso	>qualità
dopo il 1960	di mercato	industrializzata	alto	alto	>quantità



I motivi che hanno impedito a questo tipo di agricoltura di affermarsi nella valle del Chioma possono essere così riassunti:

- 1) generalizzata carenza di risorse idriche un po' in tutto il bacino;
- 2) nel versante del Comune di Rosignano M.mo la frammentazione e la polverizzazione della proprietà fondiaria (così ben evidenziate nella Tavola 9), nonché la presenza di numerosi terrazzamenti, hanno fortemente limitato se non, in alcuni casi, impedito la meccanizzazione delle operazioni colturali rendendo antieconomica ogni forma di coltivazione;
- 3) nel versante livornese, dove l'estensione della proprietà risulta meno frammentata, sono le pessime condizioni fisiche dei suoli - tenacità, pietrosità, pendenza, etc. - a limitarne l'utilizzo agricolo (per il Catasto, ad esempio, i seminativi compresi nell'area demaniale sono tutti di 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> classe di produttività).

Se alla voce inquinamenti il bilancio della vallata può ritenersi sicuramente attivo, altrettanto non può dirsi per gli aspetti storico-culturali, paesaggistici e anche faunistici. Al riguardo c'è da rilevare come le coltivazioni agrarie, se condotte con criteri tradizionali, rappresentino un ambiente idoneo allo sviluppo della fauna in genere e di quella di interesse venatorio in particolare (Checchi, 1993), certe tecniche agronomiche come il maggese (oggi reintrodotta con la pratica del set-aside) o lo sfalcio delle erbe spontanee preservano i nidi e le cove dall'aggressione dei predatori che nell'area sono in costante aumento (volpi e corvidi). Un altro importante obiettivo che potrebbe essere conseguito con la realizzazione di questo progetto è quello del riequilibrio dei rapporti fra specie selvatiche oggi scomparse (es. la starna) o sempre più rare (es. la lepre) in questi ambienti. Provvedimenti agro-faunistici volti al miglioramento degli habitat appaiono perfettamente in linea con la filosofia del progetto.

### **C. L'agricoltura del bacino**

#### *L'agricoltura del bacino: passato, presente e futuro*

Notizie precise sul tipo di agricoltura praticato nell'area in epoca passata non ne abbiamo, possiamo però intuirne le caratteristiche consultando fonti bibliografiche che descrivono in maniera dettagliata sistemi colturali praticati nella comunità di Collesalveti, già fattoria granducale, nel periodo che va dal Settecento fino ai primi anni del Novecento (Mineccia 1982, Mineccia *et al.*, 1991). Per l'Autore questa zona costituiva una fascia di confine fra due tipi di agricoltura diversi: uno basato sul podere mezzadrile tipico della Toscana interna e l'altro sulle coltivazioni estensive "campi ed erba" caratteristico della Maremma pisana e senese. In questa zona di frontiera i due sistemi colturali spesso si confondevano; a partir dal XVI sec., infatti, con il progressivo diffondersi della mezzadria ad opera della nuova proprietà fiorentina, cominciarono a sorgere poderi provvisti di case coloniche (Popogna/Cafaggio), ma al processo di appoderamento non seguì, contemporaneamente, la diffusione della coltura promiscua vite ed olivo, tipica della mezzadria classica toscana. Quest'ultima continuerà ad essere assente ancora a lungo, almeno fino alla fine del Settecento ed oltre. Le ragioni di questo ritardo erano da imputarsi all'eccessivo sfruttamento della terra e del colono da parte dei padroni i quali, praticando un'agricoltura di rapina, non effettuavano i necessari investimenti di capitale indispensabili ad alleviare le fatiche del mezzadro che, in suoli tanto argillosi con i rudimentali attrezzi di cui disponeva, non poteva certo fornire tutte quelle cure che dette colture richiedevano.

Nel paesaggio agrario settecentesco dominavano pertanto i lavorati nudi, destinati quasi esclusivamente alla produzione cerealicola, indispensabile all'alimentazione della povera famiglia contadina. Il periodo è caratterizzato da una vera e propria "corsa al grano" che si svilupperà a scapito dei boschi e delle praterie con gravi danni all'assetto idrogeologico del territorio e alla fertilità dei suoli. All'inizio dell'Ottocento con la comparsa della coltivazione promiscua (lavorativo arborato) del granturco le produzioni ed i rendimenti (seme/prodotto) crescono sensibilmente risultando più elevati rispetto al seminativo nudo, a eccezione dall'avena. Questo cereale, non panizzabile, ma resistente ed adattabile alle peggiori condizioni pedoclimatiche, era molto coltivato fin dal Settecento in queste zone, dove pare fosse praticata la migliore coltivazione della Toscana.

Le colture foraggere, “uno degli elementi di fondo della nuova agricoltura”, fanno la loro comparsa partire dal 1830, ad esse è legata la possibilità di diffusione del bestiame con tutti i risvolti positivi per quanto concerne sia la forza lavoro animale, sia la disponibilità di fertili “sughi”. Fra le colture arborei domina la vite mentre l’olivicoltura è praticamente assente (il dato confermato dalle superfici - in Tab. 1 - dei lavorativi vitati ed olivati presenti nel bacino al 1824) e rimarrà tale fin oltre la metà dell’Ottocento.

22. Casa “Albergo solitario dei pastori”.

23. Casa “Cafaggio 1”.

24. Fabbricato del “Gorgo 1”.

25. Casa “Dorciarino”

26. Casa “Ciambelli”

27 Fabbricato del “Gorgo 2”.

28. Ruder del “Poderino”.

29. Ruder del “Capannino”.

30. Ruder di “Casa Mulino”.

31. Ruder di “Casa Carcivisoli 1”.

32. Ruder di “Casa Carcivisoli 2”.

L’avversione dei contadini per questa coltura, bisognosa di lunghe ed accurate lavorazioni, era dovuta oltre che al dispendio di tempo e fatica, anche alla convinzione che “l’olio sarebbe cresciuto a scapito del pane”; ciò fa intendere quali fossero le esigenze alimentari della famiglia mezzadrile dell’epoca. Dalla Tabella 1 e relativo grafico si può inoltre constatare come il massimo sviluppo dell’agricoltura nel bacino si verificò alla vigilia del secondo conflitto mondiale quando risulta utilizzata a fini agricoli il 40% della superficie. I dati al 1981 e al 1995 non possono che confermare quanto è già stato sufficientemente descritto nei precedenti capitoli; in questa sede vogliamo solo ricordare come la vegetazione spontanea post-agricola possa manifestare inconvenienti ambientali di varia natura dovuti ad una maggiore probabilità di incendi non dolosi, alla formazione di macchie arbustive chiuse e di difficile penetrazione che creano problemi alla gestione del territorio, ad una maggiore suscettibilità al dissesto idrogeologico per via di un apparato radicale che oltre ad essere insufficiente a trattenere il terreno rappresenta un ulteriore elemento di appesantimento della massa detritica (Di Pietro, 1993). Per quanto concerne gli scenari futuri cercheremo ora di valutare in che modo questo settore è in grado di assicurare il mantenimento di certi equilibri ambientali e del quadro paesistico tradizionale, congiuntamente alle possibilità di un effettivo recupero economico, sociale e culturale del territorio allo studio.

Una premessa è necessaria: l’agricoltura, in questo particolare contesto ambientale, dovrà espletare funzioni prevalentemente paesaggistico - conservative piuttosto che produttive e per questo dovrà essere adeguatamente incentivata attraverso quegli interventi finanziari che la normativa (Comunitaria, Nazionale e Regionale) in materia prevede a sostegno di simili iniziative. Proporre uno sviluppo intensivo del settore in questi luoghi, significa commettere un crimine contro l’ambiente ed un sicuro insuccesso economico, dal momento che permangono valide, ancora oggi, le cause che hanno determinato la marginalità della vallata. Non si dovranno perciò imporre nuove situazioni colturali ma piuttosto ricavare dalla storia le informazioni che possono guidare un possibile riutilizzo a fini produttivi sia degli edifici sia di certi terreni oggi abbandonati. Esigenze ecologiche, economiche, etiche ed estetiche impongono, per quest’area, l’adozione di modelli aziendali alternativi a quelli convenzionali e proprio dall’informazione storica possiamo dedurre strategie idonee allo scopo. Per es. può essere utile ispirarsi all’organizzazione agraria dell’azienda mezzadrile, ovviamente non per riproporre questo tipo di contratto ormai giuridicamente, socialmente ed economicamente superato, ma per coglierne l’elevato grado di efficienza per quanto riguardava lo sfruttamento delle risorse native. Piccola proprietà, basso carico di bestiame integrato all’azienda agricola, avvicendamenti, lotta biologica, colture promiscue e lavorazioni ridotte al minimo, appaiono gli ingredienti indispensabili per raggiungere gli obiettivi prefissati.

I vincoli di cui si dovrà tener conto nel realizzare modelli aziendali funzionali alle esigenze di qualità ambientale richieste dal progetto riguardano:

1) mantenimento di antiche sistemazioni (terrazzamenti), salvaguardia delle siepi, dei boschetti di campo, di muri a secco, dei cumuli di pietre lungo i confini;

2) contenimento dei consumi energetici attraverso un uso ridotto delle lavorazioni del terreno, che provocano erosione superficiale e mineralizzazione della sostanza organica in esso contenuta, delle fertilizzazioni con prodotti chimici ed il divieto assoluto di impiego antiparassitari di sintesi.

In base a quanto sopra esposto ed in considerazione anche del tipo allevamento (equini) più congeniale alle esigenze del progetto, le coltivazioni praticabili nel bacino appaiono le seguenti:

a) Seminativi asciutti a cereali autunno-vernini (preferibilmente avena) avvicendamento con il prato di leguminose (erba medica e sulla) eventuale rinnovo a base di favino. Queste colture dovranno essere localizzate nelle aree di dolce collina più distanti dal torrente. Dette aree sono state individuate nelle seguenti località: “le Sughere” (ha 27), Debbino (ha 7) e Debbione (ha 8) nel comprensorio di Nibbiaia; “Quarata (ha 7) e “Livelli” (ha 5) in zona Castellaccio.

b) Colture prato-pascolive in ex-seminativi non ancora colonizzati dalla vegetazione spontanea di tipo arbustivo. Poderi: Gorgo (ha 40), Cafaggio (ha 17) e Albergo dei Pastori (ha 3).

c) Olivicoltura, con recupero produttivo delle piante presenti nei seminati arborati abbandonati del Poderino, Casa Mulino, Albergo dei Pastori, Botrone, Dorciarino, Gorgo, Carcivisoli, etc.

d) Orticoltura familiare: di estensione variabile, comunque modesta, in base alle disponibilità idriche del fondo ed al fabbisogno dei componenti nucleo abitativo (comprese quindi le necessità agrituristiche).

e) Frutticoltura familiare: poche decine di piante di specie diversa, preferibilmente recuperando vecchie cultivar esistenti sul fondo (es. fichi) per le stesse finalità del punto d).

f) Viticoltura in prossimità degli abitati di Castellaccio, Nibbiaia e Gabbro (Malavolta).

La localizzazione di questi usi colturali è rappresentata nelle Tavole delle proposte di piano, presentate nel II tomo.

Per evitare danni da selvaggina (es. cinghiali) le coltivazioni indicate punti d), e), f), dovranno essere opportunamente recintate.

USO SUOLO	CAT. TOSCANO		N.C.T.		AEROFOTOGRAMM.		STIMATI [**]	
	1824		1941		1981		1995	
	SUP. (ha)	%	SUP. (ha)	%	SUP. (ha)	%	SUP. (ha)	%
BOSCHI	1.206,7	81,22	1034,3	59,88	1424	78,57	1618	89,24
SEMINATIVI	164,8	11,09	383	22,17	149,2	8,23	60	3,31
SEM. ARB.	(*) 75,4	5,08	89,8	5,20	15,6	0,86	5	0,28
PASCOLI	35,9	2,42	[*] 170,2	9,85	188,6	10,41	90	4,96
VIGNETI	0,0	0,00	30	1,74	12,5	0,69	12	0,66
OLIVETI	0,0	0,00	9,8	0,57	9,3	0,51	15	0,83
F. RURALI	2,9	0,20	10,3	0,60	13,2	0,73	13	0,72
TOTALE	1.485,7 (**)		1.727,4		1.812,4		1.813,0	

• TABELLA 1 - Uso dei suoli nel bacino del torrente Chioma.

NOTE:

(\*) Di cui: ha 67,2 a vite, ha 8,2 ad olivo.

[\*] Il dato comprende anche gli incolti produttivi.

(\*\*) Mancano circa ha 300 relativi alla comunità di Collesalveti di cui si sono perse le tavole indicative.

[\*\*] Le superfici sono state stimate per raffronto fra l'aerofotogrammetrico del 1981, le foto aeree del volo 1991 ed i sopralluoghi effettuati nel triennio 1993-95.

Gli allevamenti più idonei all'agro ecosistema in questione ed alle esigenze del progetto appaiono:

- gli equini: principale mezzo di locomozione nella vallata;

- gli ovini: da impiegare non più in pascoli liberi, come è avvenuto fino ad oggi, ma in pascoli a rotazione. Al riguardo sarebbe preferibile non far stabulare permanentemente greggi numerosi in

strutture presenti nella vallata, ma accogliere gli animali da zone vicine solo in certe stagioni e su pascoli all'uopo individuati; il carico dovrà essere proporzionato alle effettive capacità produttive del cotico;

- i bovini (pochi capi per azienda) anche se questa specie non appare particolarmente adatta a valorizzare i magri pascoli dell'ambiente collinare mediterraneo;
- caprini, suini e bassa corte, da ospitarsi solo in vicinanza del fabbricato rurale ed in numero rispondente al fabbisogno familiare ed al servizio agrituristico;
- l'apicoltura.

Tutte le produzioni animali e vegetali conseguite nel bacino dovrebbero essere consumate o reimpiegate nell'ambito dello stesso (prevedendo e favorendo scambi interaziendali) per cercare di chiudere in pareggio il bilancio energetico della vallata.

Un'attenzione particolare può essere rivolta anche a produzioni naturali capaci di integrare l'economia dell'azienda agrituristica ad es.: more per marmellate, asparagi, funghi, piante officinali, coltivazioni di ginestre come piante industriali da fibra, da carta e da essenza odorosa (Terra e vita, 1991).

Altra fonte di reddito da non trascurare è rappresentata dalla biomassa legnosa proveniente dal settore forestale: anche se il fine del progetto, a questo riguardo, è quello di favorire, per quanto possibile, lo sviluppo di una selvicoltura naturalistica, determinate operazioni di mantenimento e cura del bosco appaiono necessarie sia per la prevenzione degli incendi sia per la pulizia dei vari tipi di percorsi; il legname, infine, rimane una risorsa fondamentale per soddisfare i fabbisogni energetici della casa isolata. Le proposte di piano, per le quali l'indagine storica costituisce base fondamentale, saranno illustrate nel tomo 2.

## Bibliografia

Agostini D., *Vada tra mito e realtà. Commento ai giornali di scavo dal 1975 al 1979*, "Quaderni del Mus. di St. Nat. di Rosignano S."

A.R.E e I.B.C. della Regione E. Romagna (1986), *Casa di pietra. Il recupero del patrimonio edilizio nel demanio forestale*.

Arrigoni N. et al. (1984), *Il luogo e la continuità. I percorsi, i nuclei e le case sparse nella vallata del Bidente*. C.C.II.A.4. Forlì.

Biasutti R. (1938), *La casa rurale nella Toscana*. Arnoldo Forni Edit. (rist.).

Caciagli C. (1989), *La casa colonica ed il paesaggio agrario nel volterrano*. Ed. Bandecchi e Vivaldi.

Caciagli G. (1991), *Pisa*. Ediz. Arnera.

Caporali E (1991), *Ecologia per l'agricoltura*. UTET.

Casini B, (1984), *Il catasto di Livorno del 1427-29*. Ediz. Pacini.

Checchi A. (1993), *Studio di fattibilità per la costruzione di un'azienda faunistico venatoria in territorio collinare*. GR. n. /8, 1993.

Di Pietro E, *Trasformazione del paesaggio rurale: un esempio nella Francia del sud*. Acer n. 3. 1993.

Mazzanti R. (1984), *Il capitanato nuovo di Livorno (1606-1808). Due secoli di storia del territorio attraverso la cartografia*. Ediz. Pacini

Mazzanti R. et al. (1981), *Colline Livornesi studio di parco*. Prov. di Livorno.

Mineccia E (1982), *Da fattoria granducale a comunità: Collesalveti 1737-1861*. Ediz. Scientifiche Italiane.

Mineccia E et al. (1991), *Lo sviluppo di una comunità: Collesalveti 1861-1915*. Ediz. Scientifiche Italiane.

Stoduti P. - Della Vela G. (1990), *La stazione preistorica di Valle Quarata sui Monti Livornesi*, Studi Livornesi", 'vol. V.

*Terra e Vita*, 3, 1991, pp. 7374.

Vigo P. (1902), *Montenero*. Tip. Fabbreschi, Livorno.

## 2. ASPETTI GEOLOGICI E IDROGEOLOGICI

Coordinamento di Roberto Branchetti e Leonardo Gonnelli

### A. Inquadramento geomorfologico

L'unità territoriale oggetto del nostro studio è individuata fisiocraticamente nel bacino idrografico del Torrente Chioma (Fostiglione, 1984). Ubicato al centro dei Monti Livornesi, detto bacino si estende per circa 1800 Ha su un territorio prevalentemente collinare.

Dall'analisi della carta altimetrica (Tav. 15), ricavata da una cartografia di base in scala 1:10000 (del 1984) risulta infatti che la quota più elevata non supera i 350 m. slm. (poggio Ginepraio, in prossimità del quale si trova la sorgente del torrente) e solo verso la foce la vallata si apre in una modesta pianura. Il profilo altimetrico del torrente, ottenuto dalla elaborazione di una carta topografica in scala 1:5000, è rappresentato nella Tavola 16 (Ghetti, 1993). Nella parte inferiore del profilo sono indicati gli affluenti di destra mentre nella parte superiore quelli di sinistra; altri siti evidenti riguardano ponti o guadi che si incontrano lungo il percorso. Il torrente presenta una lunghezza planimetrica di 8355 m ed una lunghezza effettiva di 8371 m; nei primi 1500 m la sua pendenza è in media del 13%, restanti 6 Km si mantiene intorno al 2%.

Dopo alcuni rilevamenti di campagna tesi a verificare la rispondenza della carta geologica (in scala 1:25000) (Mazzanti *et al.*, 1989) abbiamo proceduto a riportare le formazioni geologiche alla scala 1:10000. Dall'analisi di questa carta (Tav. 17 A) risulta che nel bacino sono presenti circa venti affioramenti litologici raggruppati in tre complessi geologici (Tav. 18):

- 1) Neoautoctono (miocene superiore - olocene);
- 2) Alloctono superiore (giurese superiore - cretaceo inferiore);
- 3) Alloctono intermedio (cretaceo superiore).

Per comprendere meglio la distribuzione delle diverse formazioni all'interno del territorio in esame ed i loro rapporti stratigrafici abbiamo elaborato tre "sezioni tipo" trasversali all'asta fluviale (in Tav. 17 B)

Avvalendoci ancora della cartografia di base abbiamo redatto la carta tematica della acclività (Tav. 19) con rappresentate 4 diverse classi di pendenza:

- 1° - da 0% a 8% (possibilità di movimenti di sabbie);
- 2° - da 8% a 24% (movimenti di argille e marne);
- 3° - da 24% a 35% (movimenti di argille);
- oltre il 35% (movimenti di litoidi).

Dall'analisi di questa carta, congiuntamente a quella altimetrica, è possibile individuare nell'unità territoriale di studio tre unità geomorfologiche o di paesaggio (Tav. 20):

- 1) Area di fondovalle;
- 2) Area collinare ondulata con pendenza minore del 24%;
- 3) Area collinare più declive con pendenza maggiore del 24%. Alla loro costituzione partecipano rispettivamente le seguenti sott'unità:  
in 1) depositi alluvionali dell'olocene;  
in 2) marne, formazioni calcaree e conglomerati del miocene;  
in 3) formazioni ofiolitiche, siltiti e flisch calcareo-marnosi.

Nella maggior parte dell'unità territoriale si evidenzia la presenza di formazioni alloctone (liguridi) consistenti fundamentalmente in argille e calcari a palombini (C2) (Bartoletti *et al.*, 1985) con la presenza di fasce detritiche lungo l'asta fluviale. Verso la parte di confluenza con il botro Quarata affiora in maniera evidente il miocene superiore, composto da marne e marne argillose che sovrastano i calcari di Castelnuovo, i conglomerati di villa Mirabella ed i conglomerati rossi (m5, m4, m3, m). In questa zona presso la casa di Gorgo, affiora un'interessante antica scogliera (Foto 33) in cui sono stati reperiti alcuni fossili di lamellibranchi e gasteropodi, tra i migliori come stato di conservazione citiamo alcuni *clamidi*.

TAVOLA 15. Carta altimetrica.

*TAVOLA 16. Profilo altimetrico del Torrente Chioma.*

*TAVOLA 17 A. Carta geologica.*

*TAVOLA 17 B. Sezioni stratigrafiche.*

*TAVOLA 18. Carta dei complessi geologici.*

*TAVOLA 19. Carta clivometrica.*

*TAVOLA 20. Carta delle unità geomorfologiche.*

Procedendo verso la parte alta del bacino entriamo in un'area fortemente disturbata sotto il profilo tettonico (presenza di faglie e sovrascorrimenti tettonici); qui affiora il complesso ofiolitico composto dalla successione delle "rocce verdi" (serpentini, gabbri e basalti) (I.T.G. Buontalenti, 1991), sovrascorso rispetto al complesso alloctono intermedio, costituito da argilliti, arenarie e siltiti. Sulle rocce verdi vive una flora di notevole interesse botanico con specie endemiche (serpentinofite) ad areale esclusivamente toscano (es. *Alyssum bertoloni* Foto 34).

#### *Mineralogia*

A livello mineralogico nel bacino del torrente Chioma le rocce si presentano ricche di fillosilicati, minerali di calcio e quarzo, e di tipici minerali delle argille come le montmorilloniti.

#### *Pedogenesi*

I terreni, originatisi dalla pedogenesi delle formazioni geologiche sopradescritte, come risulta dalle analisi fisico-meccaniche effettuate in quattro località del bacino, sono prevalentemente di natura franco-limosa (Tab.2) e contengono una significativa presenza di scheletro. La reazione dei suoli presenti nel versante livornese (campionamenti effettuati nei poderi di Cafaggio e Quarrata) è risultata sub. alcalina/alcalina con PH compresi fra 7,5 e i valori più elevati sono stati riscontrati nei terreni miocenici di quest'ultima località dove il contenuto di calcare, per l'abbondante presenza di conchiglie fossili, risulta maggiore. La vegetazione erbacea spontanea di interesse foraggero in questi suoli è rappresentata da piante appartenenti alla famiglia delle leguminose (trifogli vari, sulla, ginestrino, ecc.), mentre nel podere di Cafaggio predominano specie appartenenti alla famiglia delle graminacee (loietto, erba mazzolina, festuca, ecc.) (Bemedini - Gisotti, 1985).

### **B. Vulnerabilità e bilancio idrogeologico**

Dalla interpretazione della carta geologica abbiamo predisposto un quadro sinottico (Tab. 3) che ci ha permesso di effettuare la redazione di due altre carte tematiche: la carta della permeabilità (Tav. 21) e quella della coerenza (Tav. 22) (Provincia di Modena, 1982). La prima è stata utilizzata per predisporre un bilancio idrogeologico di massima del bacino, la seconda per ricavare la carta della vulnerabilità al dissesto idrogeologico, o meglio una carta "della propensione al dissesto" (Tav. 23) (Gonnelli, 1993). Lo schema n. 1 mostra, in sintesi, le fasi del lavoro svolto. Il bilancio è stato calcolato tenendo presente i dati climatici (Graf. 2 e Tab. 4, 5 e 6) rilevati dagli annali idrologici del Servizio Idrografico del Genio Civile per quanto riguarda le piogge nelle stazioni di Nibbiaia (280 m. s.l.m) e Quercianella (20 m. s.l.m) nel periodo 1959 - 1989 e le temperature della stazione di Livorno, nel periodo 1968-1987. Questi dati elaborati attraverso l'utilizzo della formula del COUTAGNE e del TURC (Gonnelli - Corsini, 1997) hanno permesso di ricavare due diversi valori di ETR (evapotraspirazione).

*TAVOLA 21. Carta della permeabilità.*

*33. Affioramento di scogliera fossile.*

*34. Alyssum bertoloni (serpentinofite).*

*TAVOLA 22. Carta della coerenza.*

*TAVOLA 23. Carta della vulnerabilità al dissesto idrogeologico.*

### CALCOLO CON LA FORMULA DEL COUTAGNE:

$$ETR = P - LcP^2$$

$$Lc = \frac{1}{0,8 + 0,14T}$$

dove:

P = Precipitazione media annua: 911 mm;

T = Temperatura media annua al suolo: 15,5 °C

$$Lc = \frac{1}{0,8 + 0,14 \times 15,5} = 0,3367$$

$$ETR = 911000 - 0,3367 \times 911^2 = 638,9 \text{ mm}$$

### CALCOLO CON LA FORMULA DEL TURC:

$$ETR = P \times \left(0,9 + \frac{P^2}{Lt^2}\right)^{-1/2}$$

$$Lt = 300 + 25T + 0,05T^3$$

dove:

T = temperatura in °C al suolo (media) : 15,5 °C

P = precipitazione media annua: 911 mm/anno

$$Lt = 300 + 25 \times 15,5 + 0,05 \times 15,5^3 = 873,6937$$

$$ETR = 911 \times \left(0,9 + \frac{911^2}{873,7^2}\right)^{-1/2} = 646,26 \text{ mm}$$

La media fra i valori di evapotraspirazione ottenuti con le due formule dato indispensabile per il completamento del bilancio, è pari a:

$$ETR = 642,58 \text{ mm}$$

L'acqua meteorica (P) che precipita su un bacino percorre, in sostanza, tre strade:

1) Acqua che viene assorbita dalle piante e che evapora dal terreno;

(ETR= evapotraspirazione - valore calcolato con l'algoritmo precedente)

2) Acqua che si infiltra nelle rocce;

(I= infiltrazione - funzione del grado di permeabilità e di fratturazione di una roccia);

3) Acqua che scorre in superficie;

(DS= deflussi superficiali - scorrimenti d'alveo e scorrimenti "meno organizzati")

### L'EQUAZIONE IDROGEOLOGICA IMPOSTABILE È:

$$P = ETR + DS + I$$

Nota la piovosità media annua (P) e l'ETR è possibile ricavare per differenza DISPONIBILITÀ IDRICA (D.I.) del bacino costituita dalla somma di DS + I.

$$P - ETR = DS + I \quad DI = DS + I$$

Per trovare quanta acqua si infiltra e quanta defluisce usiamo un metodo logico che richiede l'utilizzo della carta delle permeabilità (Mosetti, 1981).

I francesi che per primi hanno attuato questo metodo hanno adottato una semplificazione pensando che su una roccia impermeabile il deflusso rappresenterà il 100% della quantità di acqua disponibile poichè questa non permette infiltrazioni (ciò non è completamente vero, ma il metodo funziona se si

considerano irrilevanti le percentuali di acqua infiltrata), mentre su una roccia permeabile accadrà esattamente il contrario: saranno le infiltrazioni a rappresentare il 100% dell'acqua disponibile (anche questo non è completamente esatto). Assumendo percentuali intermedie per le rocce a diversa permeabilità si può quindi arrivare, con un'approssimazione accettabile, al dato di DS che ci permette il completamento del bilancio.

Calcolo della disponibilità idrica:

$$P - ETR = 911 - 642,58 = 268,42 \text{ mm/anno}$$

Moltiplicando poi il dato ottenuto per la superficie totale del bacino (1813 ha) otteniamo la quantità totale di acqua disponibile in media in un anno nell'intero bacino.

$$Di(\text{tot}) = 0,26842 \times 1813 \times 10^4 = 4866454,6 \text{ mc/anno} \quad \text{circa } 486 \times 10^6 \text{ mc/anno}$$

Ottenuta la quantità di acqua disponibile sul bacino possiamo ricavare (con il sistema prima descritto delle percentuali), quanti mc ogni anno di acqua defluiscono a valle e vengono restituiti al mare:

	(Superficie)		(Disp. idrica)		(D.s.%)	
classe 1°	1809000	x	0,26842	x	10%	= 48557,178 mc/a
classe 2°	0	x	0	x	0%	= 0 mc/a
classe 3°	89000	x	0,26842	x	50%	= 11944,69 mc/a
classe 4°	743000	x	0,26842	x	50%	= 99718,03 mc/a
classe 5°	3273000	x	0,26842	x	70%	= 614977,062 mc/a
classe 6°	12216000	x	0,26842	x	85%	= 2787165,912 mc/a

totale 3562362,872 mc/a

Totale annuo arrotondato:  $Ds = 3,56 \times 10^6 \text{ mc/anno}$

Noto il deflusso superficiale è possibile risalire alle infiltrazioni ancora per differenza attraverso la formula:

$$I = Di - Ds$$

$$I = 4,86 \times 10^6 - 3,56 \times 10^6 = 1,3 \times 10^6 \text{ mc/anno}$$

Le infiltrazioni rappresentano la quantità di acqua utilizzabile attraverso pozzi, ovvero i mc di fluido che si possono emungere. Bisogna considerare che il valore dell'infiltrazione così ottenuto tiene di conto anche delle masse idriche che per qualche ragione possono andare perdute, quindi il dato ottenuto deve essere ulteriormente suddiviso, visto che non tutte le acque infiltrate possono essere utilizzate.

Esistono tre tipi di infiltrazioni:

- l'infiltrazione subdola stimabile in misura pari al 10% del totale;
- l'infiltrazione profonda stimabile intorno al 30% di acqua infiltrata;
- l'infiltrazione utile pari al 60% del totale di acqua infiltrata che rappresenta l'acqua realmente utilizzabile attraverso l'emungimento dei pozzi.

Nel nostro caso il valore dell'infiltrazione utile risulta pari a:  $7,8 \times 10^5 \text{ mc/anno}$ , pari a 780000 mc/anno (Comune di Cecina, 1988).

In sintesi possiamo concludere che fatto pari a 100 il totale delle precipitazioni, il 70% ritorna nell'atmosfera per evapotraspirazione, 18% si infiltra e va a ricaricare le falde, mentre il 22% defluisce verso il mare (Tav. 24).

$I = Di - Ds$

parametri	quantità in mc/anno	percentuale
P	16516430	100,0%
Etr	11649975,4	70,5%
Ds	3560000	21,5%
I	1300000	8,0%

Sarebbe quindi interessante, ai fini di una valorizzazione socio-economica ed ambientale del bacino (sviluppo agrituristico, laghetti per interventi anti-incendio ecc.), prevedere la captazione di una parte delle acque di deflusso superficiale (3560000 mc/anno), mediante la costruzione, in siti idonei,



di laghetti collinari tali da formare veri e propri bacini di ritenuta, che aumenterebbero in maniera significativa le disponibilità idriche del comprensorio.

Località	Componenti (%)	Tipo di terreno
Pod.re Cafaggio	Sabbia 35,0 Limo 50,5 Argilla 14,5	Franco-limoso
Pod.re Carcivisoli	Sabbia 41,0 Limo 41,0 Argilla 18,0	Franco
Pod.re Gorgo	Sabbia 49,0 Limo 37,0 Argilla 14,0	Franco
Pod.re Quarata	Sabbia 29,0 Limo 54,0 Argilla 17,0	Franco-limoso

TABELLA 2. Classi tessiturali dei terreni in quattro località della vallata.

	INCOERENTI	PSEUDOCOERENTI	SEMICOERENTI	COERENTI
ROCCE PERMEABILI PER POROSITÀ	Alluvioni, at, dC2, d, dOf, di			
ROCCE MOLTO PERMEABILI PER FESSURAZIONE E CARSIAMO				
ROCCE PERMEABILI PER FESSURAZIONE E LIMITATI FENOMENI DI CARSIAMO. PERMEABILITÀ MISTA				C1, g
ROCCE LIMITATAMENTE PERMEABILI PER FESSURAZIONE				Σ
ROCCE IMPERMEABILI O SOLO LOCALMENTE PERMEABILI PER FESSURAZIONE	m3, Pe, m		C6	Pe1, C7, r, C3, m4, Pg, Δ
ROCCE IMPERMEABILI		m5	C2	C4

TABELLA 3. Caratteristiche di permeabilità e di coesione delle rocce affioranti nell'area di studio.

Grafico 1. Piano di lavoro

Grafico 2. Diagramma termo pluviometrico periodo 1959-89

TAVOLA 24. Ciclo dell'acqua e distribuzione del patrimonio idrico del bacino.

TABELLA 4. Zona di Quercianella. Piovosità.

TABELLA 5. Località Nibbiaia. Piovosità.

La **Carta della vulnerabilità** al dissesto idrogeologico, intesa come dinamismo di masse terrigene e solide, è stata realizzata sovrapponendo le seguenti carte:

- 1) di base;
- 2) geologica;
- 3) della coerenza;
- 4) dell'acclività.

La carta così ottenuta divide il bacino in 7 classi a differente vulnerabilità con alla base quelle zone che uniscono rocce coerenti a una situazione morfologica pianeggiante ed al vertice le zone che oltre ad avere rocce incoerenti presentano una situazione morfologica con pendenze elevate; quest'ultime evidenziano spesso aree soggette a frane e quindi già colpite da dissesto idrogeologico. La vulnerabilità al dissesto idrogeologico può essere *primaria* se è insita nella natura del terreno: litologia, acclività, giacitura, morfologia; o *indotta* nel caso in cui un fattore esterno intervenga a

rompere una situazione in equilibrio: tale fattore può essere naturale (es. un incendio) o antropico (es. un progetto). Per questo è necessario effettuare una corretta valutazione dell'impatto ambientale per ogni intervento progettuale che, in una unità territoriale sensibile come questa, rischia di modificare in maniera radicale le caratteristiche naturali degli ecosistemi presenti.

A tale proposito intendevamo lavorare alla realizzazione di una carta capace di indicare la fattibilità di certi progetti che saranno oggetto di proposta nel corso del presente lavoro; questa carta è definita appunto **Carta della fattibilità** (compatibilità ambientale di certe opere).

L'importanza di produrre una simile cartografia sarebbe stata grandissima, essa infatti avrebbe potuto fornire informazioni relative non solo alle possibilità progettuali per ogni zona, ma anche indicazioni in merito alle tecnologie ed ai materiali che devono essere utilizzati per la loro realizzazione. In tal modo si possono desumere, in maniera indiretta, anche indicazioni sui costi di realizzazione, così da evitare sprechi di denaro pubblico e privato, nonché eventuali costi sociali sempre gravosi per la collettività.

TEMPERATURE MEDIE MENSILI DI LIVORNO NEL PERIODO 1968-87			
G	8,5	A	23,5
F	9	S	20,9
M	10,8	O	17,1
A	13,4	N	12,5
M	17	D	9,4
G	20,5		
L	23,6	MEDIA	15,5

TABELLA 6. Temperature di Livorno 1968-87.

### Bibliografia

- Bartoletti et al. (1985) *La scienza della terra. Nuovo strumento di lettura e pianificazione del territorio di Rosignano Mmo*. "Quaderni del M.P.S.N. di Livorno", vol. 6, supplemento n. 1, 1985.
- Bemedini M. - Gisotti G. (1985), *Il dissesto idrogeologico*. Ediz.N.I.S.
- Fostiglione A. (1984), *Manuale dell'ambiente*. Ediz. N.I.S. (1984).
- Ghetti P. E (1993) *Manuale per la difesa dei fiumi*. Edizioni della Fondazione Giovanni Agnelli.
- Gonnelli L. - Corsini R. *Studio idrogeologico con relativa proposta di bilancio nella zona compresa tra la Fossa Camilla e l'abitato di S. Vincenzo*. Università degli Studi di Pisa, Facoltà di Scienze Geologiche, a. a. 1986/87. Tesi di laurea.
- Mazzanti R. et al. (1989), *La scienza della terra nei Comuni di Livorno e di Collesalvetti*, "Quaderni del M.P.S.N. di Livorno", vol. 11, supplemento n. 2, 1989.
- Mosetti E (1981), *Le acque*. UTET.
- Ambiente e sviluppo condizioni per qualificare il nostro territorio*. Comune di Livorno, "Quaderni dell'Ambiente", n. 3, 1993.
- Il recupero ambientale delle ex-cave di gabbriccio nel futuro parco naturale dei Monti Livornesi. Valorizzazione degli endemismi vegetali dei serpentini toscani*. I.T.G. "Buontalenti"
- Livorno in "Progetto Natura" a cura dell'ENI - Scuola. a.s. 1991-92.
- La tutela idrogeologica e l'impatto sull'ambiente*. Atti seminario di studio. Cecina, 1988.
- Relazione sullo stato dell'ambiente nella provincia di Modena*. Provincia di Modena (1982).

## 3.IL SUOLO

*coordinamento di Manrico Golfarini e Stefania Simonetti*

### A. Caratteristiche chimiche

#### *Campionamento*

I campioni di suolo da esaminare sono stati presi:

- Campionamento n. 1: località Cafaggio
- Campionamento n. 2: località Calcivisoli
- Campionamento n. 3: località Gorgo
- Campionamento n. 4: località Quarata

#### **Preparazione del campione**

Il campione umido viene seccato all'aria per circa una settimana in vassoi; viene ulteriormente polverizzato con un rullo di legno e passato attraverso un setaccio di due millimetri.

#### *Umidità (metodo ponderale)*

#### **Generalità teoriche**

Il contenuto di acqua di un terreno varia entro due limiti estremi. Uno di questi è raggiunto in un campo quando tutto il volume di terra non occupato da materiale solido è riempito con acqua (terreno completamente bagnato) e l'altro estremo si raggiunge in laboratorio, quando per essiccamento artificiale, tutti i pori del terreno restano pieni di aria mentre l'acqua può essere presente solo come acqua di idratazione di eventuali minerali idrati.

#### **Procedimento**

In una capsula tarata, portata a peso costante a 105°C, si pongono 10 g. di suolo da analizzare. Il campione, così preparato, si essicca in muffola per 16 ore a 105°C, dopodiché viene ulteriormente pesato. Si determina, per differenza fra i due valori ottenuti, il contenuto di acqua del campione.

#### *Azoto totale (Metodo Kjeldahl)*

#### **Generalità teoriche**

La disponibilità azotata di un terreno viene valutata in base al contenuto di azoto totale, che a sua volta dipende dal tenore di sostanza organica.

L'azoto è determinato con il metodo di Kjeldahl e un terreno è considerato povero di azoto se quest'ultimo contiene meno dello 0,1% di N. Il dato non ha comunque diretto rapporto con la concimazione azotata; in considerazione del rapido esaurimento dell'azoto nel suolo e quindi della necessità di apporti continui di azoto per ogni tipo di coltura.

#### **Reattivi**

- Soluzione di acido solforico concentrata;
- Soluzione di acido solforico N/28; ottenibile per diluizione della precedente;
- Soluzione di NaOH al 50%; ottenuta sciogliendo 500 gr di NaOH in gocce in 1 l di soluzione;
- Soluzione di acido borico all'1%;
- Soluzione di indicatore misto; ottenuta sciogliendo in 100 ml di alcol etilico 0,1 gr di rosso di metile e 0,2 gr di verde di bromo cresolo;
- miscela catalizzatrice; ottenuta mescolando CuSO<sub>4</sub> e K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> in rapporto 1:3.

#### **Procedimento**

A 2 gr di terra si aggiungono 40 ml di acido solforico concentrato e 2 gr di miscela catalizzatrice, formata da solfato rameico e solfato potassico 1:3. Si porta ad ebollizione entro un pallone Kjeldahl di vetro robusto e a collo lungo, continuando il riscaldamento finché il liquido è diventato limpido. Tutto l'azoto organico è adesso trasformato in solfato di ammonio (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Dopo il raffreddamento, il liquido del pallone viene addizionato di un eccesso di NaOH al 50% e collegato immediatamente ad un apparecchio di distillazione. Si distilla l'ammoniaca proveniente dalla reazione:



raccogliendola in una soluzione all' 1% di acido borico contenente poche gocce di indicatore misto (verde di bromo cresolo/rosso di metile) e alla fine si titola con una soluzione N/28 di acido solforico fino al viraggio dal verde al rosso.

### **Risultati**

Il risultato viene espresso in N% utilizzando la seguente formula:

$$N\% = \frac{0,5-A}{p} \cdot 100$$

dove il fattore 0.5 proviene dal fatto che 1 mg di N equivale al consumo di 2 ml di acido solforico N/28; A corrisponde ai ml di acido solforico utilizzato nella titolazione; p, infine rappresenta il peso del campione di suolo.

*TOC (carbonio organico totale)*

### **Procedimento**

Il campione si prepara attaccando 2 gr. di suolo di analisi in un matraccio da 100 cc con 20 cc di bicromato di potassio (2N) in soluzione acidificata con 20 cc di acido solforico concentrato, aggiunto goccia a goccia. La soluzione così preparata si pone a bagnomaria per 1 ora e 30' sotto agitazione. Successivamente si raffredda con acqua corrente e si porta a volume con acqua distillata; 25 cc di soluzione limpida si pongono in una beuta e si porta a volume con acqua distillata; 25 cc di soluzione limpida si pongono in una beuta da 250 cc e si diluiscono con 100 cc di acqua distillata. A questa si aggiungono 25 cc di acido solforico conc. e 5 gocce di indicatore. Si effettua poi la titolazione con sale di Mohr. Il campione per la titolazione in bianco si prepara con la stessa procedura degli altri omettendo raggiunta del suolo.

### **Risultati**

Per calcolare il tenore di carbonio nel campione si utilizza la seguente formula:

$$C\% = \frac{(a-b) N 0,0034}{p} \cdot 100$$

dove a e b sono rispettivamente i ml di titolante per il bianco e per il campione, p è il peso del campione preso in esame e 3 è il peso equivalente del carbonio.

*Eh, pH, rH*

Tale determinazione viene eseguita con un pHmetro che possiede anche una scala in mV su un estratto acquoso del terreno (rapporto terra:acqua = 1:2,5). Il fattore rH si determina tramite la formula già menzionata.

*Fosforo assimilabile (Metodo di Olsen)*

### **Generalità teoriche**

È un macroelemento nutritivo che, sottoforma di radicale dell'acido ortofosforico, occupa un posto rilevante nel biochimismo vegetale, in quanto tutto il metabolismo dei carboidrati procede normalmente solo se i vari composti sono stati prima esterificati dall'acido fosforico.

È inoltre presente in tutti i processi che comportano trasformazioni energetiche e partecipa al metabolismo dei grassi.

Il metodo usato per la determinazione del fosforo è quello di Olsen, preferito ad altri perché determina con buona approssimazione la quantità di fosforo realmente assimilabile da una pianta. Tale metodo esegue un attacco a pH lievemente basico; a pH acido, infatti, si scioglierebbe gran parte del fosforo disponibile nel campione di suolo.

## Reattivi

- Preparazione soluzione estraente:

ad una soluzione 0,5 M di  $\text{NaHCO}_3$ , si aggiunge  $\text{NaOH}$  2N goccia a goccia fino a raggiungere un valore di pH pari a 8,5; ciò viene fatto eseguendo l'aggiunta con l'ausilio di un pHmetro.

- Preparazione soluzione colorante:

*Soluzione 1:* si sciolgono 8 gr di molibdato ammonico in 250 di acqua distillata; tale soluzione si pone in un matraccio da 2 litri ad una soluzione preparata sciogliendo 0,25 gr di potassio antimonil tartrato in 100 cc d'acqua distillata.

*Soluzione 2:* si scioglie 1 gr di acido ascorbico in 250 cc della soluzione 1; tale soluzione è stabile per circa 24 ore.

## Procedimento

Il campione viene preparato attaccando, sotto agitazione per circa 30", 5 gr di suolo di analisi con 100 cc di soluzione estraente; 50 cc della soluzione ottenuta, preventivamente centrifugata, si pongono in un pallone da 100 cc. Ad essa si aggiungono 12 cc di acido solforico 2N sotto agitazione, fino alla completa scomparsa dell'effervescenza ( $\text{CO}_2$ ), 18 cc di acqua distillata e 20 cc della soluzione colorante. Successivamente si porta a volume e si aspetta circa 15' per la comparsa del colore che rimane stabile per circa 2 ore (blu).

La concentrazione del fosforo è direttamente proporzionale all'intensità del colore sviluppato, quindi si procede con un'analisi spettrofotometrica.

*Analisi in S.A.A. e S.E.A.*

Tutte le seguenti analisi vengono effettuate su una soluzione ottenuta attaccando 10 gr di suolo con 100 ml di soluzione estraente sotto agitazione per 1 h centrifugandola e filtrandola (frazione assimilabile).

La soluzione estraente si prepara sciogliendo 38,5 gr di  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  500 ml di acqua distillata a cui si aggiungono 265 ml di acido acetico glaciale e 5,85 gr di EDTA; il tutto viene portato a 1 litro. Su questa soluzione vengono determinati i seguenti metalli:

Metallo determinato	Metodo analitico
Potassio assimilabile	Emissione
Calcio assimilabile	Emissione
Magnesio assimilabile	Emissione
Ferro assimilabile	Assorbimento
Manganese assimilabile	Assorbimento

TABELLA 7. Metalli su soluzione estraente.

TABELLA 8. Riepilogo risultati delle analisi chimiche effettuate nel febbraio 1996.

## B. Caratteristiche microbiologiche

A carico del suolo sono state ricercate le categorie di microrganismi più rappresentative, nei confronti delle quali sono state effettuate analisi di tipo quantitativo.

L'indagine microbiologica del suolo offre indicazioni importanti dal punto di vista agronomico, ma basandosi su tecniche laboriose e dispendiose risulta troppo complessa per la comune pratica agronomica. Tale indagine è molto importante nel campo della ricerca scientifica, specie se accompagnata da analisi chimiche, e offre indicazioni utili alla descrizione completa della condizione di un terreno allo stato naturale. Consente di rilevare la presenza di alterazioni, derivanti da sostanze pervenute nell'ecosistema suolo, a carico delle popolazioni microbiche responsabili delle trasformazioni chimiche e quindi della fertilità naturale.

## Ambiente suolo

Il suolo è un ecosistema in continua evoluzione per gli effetti esercitati su di esso dalla biosfera, dall'idrosfera e dall'atmosfera. Esso è il risultato dell'azione simultanea concomitante dei fattori pedogenetici quali il clima, gli organismi viventi, la natura della roccia madre, la configurazione superficiale e l'età.

La diffusione dei microrganismi è dovuta ai vari fattori quali il trasporto del pulviscolo dalle correnti atmosferiche, l'azione delle acque sia superficiali che profonde, la presenza di organismi animali, vegetali e la facilità con la quale essi si moltiplicano. I microrganismi sono quindi presenti in tutti i terreni, sia naturali che agrari qualsiasi siano le loro condizioni e la loro ubicazione. Nessun terreno si presenta sterile, né i freddi terreni polari, né gli aridi terreni desertici. Le variazioni quantitative e qualitative di microrganismi sono in stretta relazione con la latitudine, l'altitudine, l'alternarsi delle stagioni, la costituzione chimico-fisica del terreno, la profondità etc. Per quanto concerne le variazioni numeriche l'influenza esercitata dal clima è più che altro legata al succedersi delle stagioni e in minor misura dipendente dalla latitudine in quanto quest'ultima correlazione risente dell'interferenza dei fattori pedologici.

Il numero più elevato di microrganismi si riscontra nel periodo primaverile e successivamente in quello autunnale; nelle altre stagioni la carica microbica raggiunge i valori più bassi a testimonianza del fatto che le alte o basse temperature costituiscono un fattore limitante. Le condizioni fisiche e chimiche svolgono un'azione regolatrice nelle comunità microbiche del suolo; una struttura scarsamente compatta favorisce gli scambi gassosi e la circolazione dei liquidi nutritivi, una temperatura eccessivamente alta o bassa, come già detto, riduce la carica microbica totale a valori minimi. L'umidità infine ne favorisce la presenza facendo aumentare le specie anaerobiche a discapito di quelle aerobiche. Il PH riveste inoltre importanza qualora assuma valori alcalini, in quanto in tale condizione favorisce lo sviluppo batterico. Un ambiente acido, al contrario, ne ostacola la moltiplicazione con conseguenze diverse relativamente alle varie specie microbiche, sino ad inibire la crescita degli azotofissatori e dei nitrificanti.

Grande importanza riveste anche la sostanza organica presente nel suolo, alla quale la carica microbica è strettamente correlata.

Il numero di microrganismi diminuisce progressivamente con la profondità a causa della riduzione delle sostanze nutritive disponibili e della carenza di ossigeno atmosferico. Le specie anaerobiche prevalgono su quelle aerobiche, ma anche il loro numero subisce una brusca diminuzione finché alla profondità di circa 4-6 m i microrganismi sono in parte o del tutto assenti. Tuttavia la carica microbica può presentare una riduzione meno regolare in relazione alle diverse condizioni chimico-fisiche che possono presentarsi nei vari orizzonti in dipendenza della diversa costituzione degli stessi e della presenza di fluidi circolanti.

### I microrganismi del suolo

Nel terreno sono o possono essere presenti microrganismi di varie forme e funzione, specie coccoidi o bacillari, autotrofe ed eterotrofe, aerobiche e anaerobiche, psicrofile e termofile, patogene e non patogene. Le categorie più diffuse sono in ordine di frequenza i batteri, i protozoi, gli attinomiceti, i funghi e le alghe. I batteri possono essere riscontrati in quantità che variano da poche migliaia a qualche milione per grammo fino a raggiungere valori più elevati in terreni particolarmente fertili. Le forme coccoidi prevalgono nei terreni in equilibrio, quelle bacillari si sviluppano in particolar modo qualora al terreno venga addizionata sostanza organica.

In generale specie presenti sono attribuibili ai generi *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Nitrosomonas*, *Thiobacillus*, *Nitrobacter*, *Vibrio*, *Rhizobium*, *Agrobacterium*, *Cromobacterium*, *Azobacter*. Questi batteri sono responsabili della putrefazione delle sostanze proteiche, delle fermentazioni degli zuccheri, della degradazione della cellulosa e della pectina. Numerose specie intervengono nella trasformazione dell'azoto ammoniacale e nitrico, come ad es. i nitrosanti, i nitrificanti, denitrificanti e i riduttori di nitrati a nitriti, i riduttori di azoto, gli azoto fissatori simbiotici ed autotrofi.

Gli attinomiceti rappresentano un gruppo di batteri peculiari per la capacità di crescere in modo miceliare e di riprodursi tramite la formazione di spore unicellulari che si formano all'estremità delle ife. Nel suolo sono abbondanti anche se in quantità sempre inferiore batteri, specie nei terreni incolti e in quelli boschivi. Il loro numero si riduce con la profondità, anche se meno marcatamente rispetto ad altri gruppi microbici, e risente in minor misura delle variazioni stagionali; in autunno si registrano comunque i valori più bassi. Nel suolo sono riscontrabili diverse categorie di attinomiceti, le quali presentano attitudini funzionali non comuni ai batteri veri e propri. Degradano le sostanze organiche non biodegradabili da batteri e funghi e producono vitamine (B1, B2, B6, B12, biotina e acido folico), antibiotici (streptomina, clortetraciclina), prodotti tossici per le piante, altri stimolanti la crescita. Attaccano la cellulosa, gli steroli, la lignina, la paraffina, i pentosani, i glucosidi, riducono i nitrati a nitriti, assimilano l'urea e la dicianidamide. In presenza di idrati di carbonio, utilizzano di preferenza invece come fonte di azoto proteine degradate e amminoacidi con produzione di forti quantità di ammoniaca.

I funghi, salvo condizioni generali, sono presenti nel terreno in quantità inferiori rispetto a batteri e attinomiceti, ma comunque dipendenti dalle stagioni, dalle condizioni pedologiche, specie in relazione al pH ed alla sostanza organica. Le specie riscontrabili sono assai numerose e appartengono a tutti i gruppi sistematici (ficomiceti, ascomiceti, basidiomiceti, denteromiceti).

Nella maggior parte dei terreni sono presenti i lieviti soprattutto negli strati più superficiali, mentre sono meno abbondanti in quelli più profondi. Presentano una vitalità meno duratura e sono registrabili con cariche variabili in relazione alla natura del terreno e al tipo di coltura.

I funghi sono responsabili dell'inizio di processi di degradazione di residui vegetali ed animali indecomposti. Ad eccezione della funzione micorrizogena, i funghi non presiedono a specifiche funzioni, ma assumono un ruolo di rilevante importanza partecipando ai processi di umificazione mineralizzazione della sostanza organica.

### **Funzione dei microrganismi**

In generale le funzioni svolte dai microrganismi nei confronti della fertilità del suolo sono legate alla carica totale e alla presenza di tutte le categorie. Sono infatti le molteplici attività enzimatiche microbiche che regolano e comandano le reazioni biochimiche dalle quali dipendono i processi di umificazione, di fissazione dell'azoto atmosferico, di nitrificazione e di nitrificazione, il metabolismo dei potassio, fosforo, zolfo, microelementi, in definitiva degli elementi fertilizzanti.

All'interno delle cellule microbiche avvengono processi che, in conseguenza dell'effetto dei succhi secreti dalle radici e dell'assorbimento vegetale in un microclima in continua evoluzione, sono responsabili della fertilità e quindi degli equilibri che si instaurano in natura tra i principali elementi nutritivi.

### *Analisi microbiologiche del suolo*

#### **Criteri di campionatura**

La scelta dei suoli da sottoporre ad analisi microbiologiche è stata condotta sulla base delle caratteristiche geomorfologiche dell'unità territoriale oggetto di studio, individuando zone di campionatura appartenenti ad ambienti naturalistici tra loro diversi sia per le associazioni vegetali presenti che per l'utilizzo operato dall'uomo. Una parte dei terreni è infatti coperto da pascoli, taluni dei quali ridotti a gariga a causa dell'abbandono; in altri invece sono presenti aree adibite a coltivazione ad uso familiare e quindi di modesta estensione, altri ancora sono coperti da boschi. Considerato inoltre che il Bacino del Chioma è stato in parte interessato dall'incendio verificatosi nel 1990, si è provveduto ad accertare la condizione microbiologica di questi suoli confrontandoli con quelli che non hanno subito tale calamità. Nelle aree boschive si è proceduto alla determinazione quantitativa delle categorie di microrganismi presenti a varie profondità e alla loro distribuzione.

#### **Periodi di campionatura**

Il primo periodo di analisi è stato nei mesi di aprile e maggio 1993. I punti di prelievo relativi all'aprile sono stati individuati in quattro aree così distribuite (Tab. 9).

<b>campione</b>	<b>descrizione</b>
Campione 1 (C1)	suolo percorso da incendio
Campione 2 (C2)	suolo non percorso da incendio
Campione 3 (C3)	oliveta
Campione 4 (C4)	carciofaia

*TABELLA 9. Descrizione tipologica dei punti di prelievo del suolo.*

Nel maggio 1995 sono state svolte indagini in aree distribuite lungo il percorso del torrente Chioma differenti per geomorfologia: C1 e C2 argillose, C3 alluvionale, C4 calcareo, e per la destinazione (Tab. 10).

<b>campione</b>	<b>luogo</b>	<b>descrizione</b>	
Campione 1 (C1)	Cafaggio	pascolo	collina argillosa
Campione 2 (C2)	Calcivisoli	orto	collina argillosa
Campione 3 (C3)	Gorgo	pascolo	terreno alluvionale
Campione 4 (C4)	Quarata	carciofaia	terreno calcareo

*TABELLA 10. Aree lungo il Chioma, soggetto di indagini.*

Nel mese di febbraio 1996 queste stesse zone sono state sottoposte a successive analisi per controllo. In maggio sono state invece condotte indagini nell'area boschiva situata in prossimità della confluenza del torrente Chioma con il torrente Quarata. A tale proposito sono stati raccolti tre campioni di terreno effettuando prelievi a tre profondità (Tab. 11).

<b>campione</b>	<b>descrizione</b>
Campione 1 (C1)	0-15 cm
Campione 2 (C2)	15-30 cm
Campione 3 (C3)	30-45 cm

*TABELLA 11. Profondità dei punti di prelievo del suolo alla confluenza del Chioma con il Quarata (area boschiva).*

### **Preparazione del campione**

Ogni campione è stato preventivamente privato di detriti vegetali e minerali presenti. Successivamente si è proceduto alla preparazione della quantità di terreno da sottoporre ad analisi microbiologica.

A tal scopo sono state effettuate due pesate di dieci grammi ciascuna - l'indagine viene infatti condotta su una quantità piccola rispetto a quella prelevata. Dieci grammi di campione sono stati portati a secco in stufa termostata a 100°C per uno - due giorni e successivamente sottoposti a pesata per la determinazione del peso secco, al quale è riferito il conteggio dei microrganismi isolati.

Sugli altri dieci grammi di campione si è proceduto alla realizzazione delle analisi microbiologiche. Tale quantità di terreno è stata dapprima pestata in mortaio per favorire la disaggregazione delle particelle di terreno e quindi la conseguente dispersione di microrganismi ad esso associati.

### **Procedimento**

L'analisi microbiologica ha avuto, come già detto, carattere qualitativo e quantitativo. Allo scopo di giungere all'isolamento delle varie categorie di microrganismi ricercate, sono stati impiegati opportuni terreni selettivi (Tab. 12).

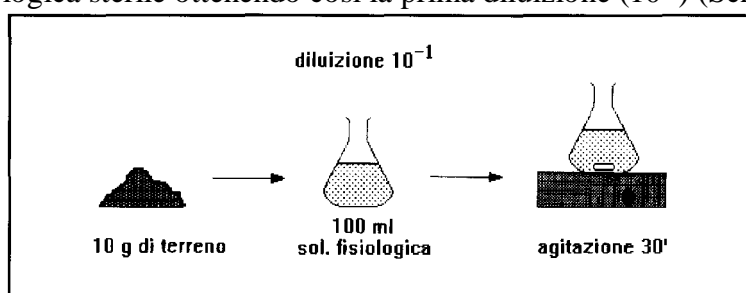


utilizzo	terreno
carica microbica totale, batteri	nutrient agar
ricerca miceti	potato dextrose agar
ricerca miceti	mycological agar
ricerca attinomiceti e miceti	waxman agar
ricerca attinomiceti e lieviti	malt agar

TABELLA 12. Tipologie di terreno selettivo utilizzate per le indagini.

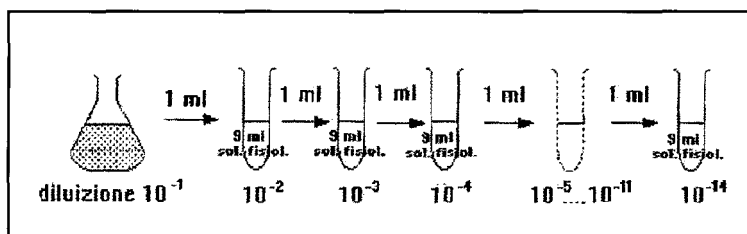
In questi terreni i microrganismi si sono sviluppati consentendo la determinazione della carica microbica. Il campione, prima della semina, è stato sottoposto a diluizioni in serie in ragione dell'elevato numero di microrganismi presenti nel suolo.

A dieci grammi di campione trattato, come già precedentemente descritto, sono stati aggiunti 100 ml di soluzione fisiologica sterile ottenendo così la prima diluizione ( $10^{-1}$ ) (Schema 1).



SCHEMA 1. Trattamento del campione di suolo.

Questa è stata sottoposta, successivamente, ad agitazione meccanica per trenta minuti. Si è proceduto poi ad eseguire diluizioni in serie, usando ancora fisiologica sterile, a partire da  $10^{-2}$  fino a  $10^{-14}$  (Schema 2).



SCHEMA 2. Diluizione in serie del campione.

L'impiego della tecnica delle diluizioni in serie è necessario, considerato che la carica microbica del suolo può essere molto elevata ed è dettato anche dal fatto che le varie categorie di microrganismi ricercate sono presenti nel suolo in quantità diverse e, per giungere al loro isolamento e alla lettura del numero delle colonie relative, occorre avere a disposizione diluizioni adatte. Sono state quindi individuate serie di diluizioni specifiche da seminare sugli appositi terreni selettivi. La scelta è stata effettuata sulla base di quanto prima esposto, tenendo presente anche la natura del suolo e la sua destinazione di impiego (Tab. 13).

utilizzo	terreno	intervallo diluizioni
carica microbica totale	nutrient agar	$10^{-10} - 10^{-14}$
ricerca miceti	potato dextrose agar	$10^{-5} - 10^{-8}$
ricerca miceti	mycological agar	$10^{-5} - 10^{-8}$
ricerca attinomiceti	waxman agar	$10^{-5} - 10^{-8}$
ricerca lieviti	malt agar	$10^{-2} - 10^{-4}$

TABELLA 13. Diluizioni usate sui terreni selettivi.

Ad esempio per la ricerca dei miceti nel campione n. 4 del 26/04/93 è stato utilizzato l'intervallo di diluizione  $10^{-5} - 10^{-8}$  seminando ogni diluizione su terreno Mycological agar. I terreni impiegati per l'isolamento e la determinazione della carica microbica sono ricchi in componenti nutritivi, permettendo così una crescita rapida sia dei batteri che dei miceti e attinomiceti. Ai terreni nei quali si è voluto isolare i miceti è stata aggiunta una opportuna sostanza antibiotica per evitare la crescita batterica. La semina di ognuna delle diluizioni individuate è stata effettuata in quattro piastre, aggiungendo con pipetta sterile 0,25 ml di campione diluito. Con apposita bacchetta di vetro il campione è stato distribuito sulla superficie del terreno di isolamento. Le piastre sono state incubate in termostato a 27°C per circa 48 ore per la ricerca dei batteri e per un periodo di sette - otto giorni per la ricerca degli altri microrganismi. Successivamente le piastre sono state prese in esame per la rilevazione qualitativa e quantitativa scegliendo quelle che meglio si prestavano per un conteggio chiaro e preciso dei microrganismi ricercati. È stata effettuata la conta delle colonie sviluppatesi su ognuna delle quattro piastre relative ad ogni diluizione, sono stati sommati tra loro i valori ottenuti esprimendo il dato come numero di colonie per ml. Si è moltiplicato poi questo valore per l'inverso della diluizione saggiata. Il dato così ottenuto è quello relativo ai grammi di terreno corrispondenti al peso secco, separatamente determinato, ed è stato pertanto riportato a 10 g per la formulazione finale.

### Risultati e conclusioni

La nostra indagine nell'arco dei quattro anni considerati è stata condotta nel periodo da febbraio a maggio; questo periodo è stato il più idoneo per il lavoro svolto dagli studenti, i quali avevano acquisito competenze in materia durante la prima parte dell'anno scolastico.

Nei saggi effettuati nel 1993 è stata riscontrata una maggior abbondanza di miceti nel suolo percorso da incendio rispetto a quello non interessato. Quest'ultimo terreno ha presentato una quantità di miceti dello stesso ordine di grandezza del campione prelevato dall'oliveta. Il campione di terreno che ha presentato la maggiore concentrazione di miceti è stato quello prelevato dalla carciofaia. La ricerca dei batteri ha evidenziato una omogeneità di concentrazione nei quattro campioni (Tab. 14). I valori ottenuti sono risultati superiori ad una concentrazione di  $10^{11}$  batteri per 10 g di terreno, che non è stata, però, quantificata esattamente in quanto la diluizione massima effettuata era stata preventivamente fissata a questo valore. Sulla base di questa esperienza negli anni successivi ci siamo spinti a concentrazioni maggiori.

26/04/1993	nutrient agar	mycological agar
luogo prelievo campione	batteri	miceti
	carica microbica /10 g	carica microbica /10 g
suolo percorso da incendio	$>10^{11}$	$5,8 \cdot 10^7$
suolo non percorso da incendio	$>10^{11}$	$8,4 \cdot 10^5$
oliveta	$>10^{11}$	$5,8 \cdot 10^5$
carciofaia	$>10^{11}$	$2,4 \cdot 10^{11}$

TABELLA 14. Dati ricerca dei batteri.

Il quadro dei risultati è stato concorde con le aspettative. Il suolo più ricco di vita microbica si è rivelato la carciofaia; si tratta d'altronde di un suolo agricolo e quindi presumibilmente concimato, in grado di offrire ampie possibilità di sviluppo ai microrganismi. A conferma di ciò sono stati ritrovati alti valori sia di batteri che di miceti.

Per quanto riguarda l'indagine condotta lungo il profilo del suolo effettuata nel mese di maggio 1993, nell'area boschiva esaminata, è stata evidenziata (Tab. 15) per i miceti una più 'alta concentrazione nello strato più superficiale (campione 1), mentre gli attinomiceti sono stati trovati in maggior concentrazione nello stato intermedio (campione 2), anziché negli altri due (campioni 1 e 3).

26/05/1993		nutrient agar	waxman agar	potato dextrose agar
<i>campione</i>	<i>profondità</i>	<b>batteri</b> carica microbica /10 g	<b>miceti</b> carica microbica /10 g	<b>attinomiceti</b> carica microbica /10 g
Campione 1	0-15 cm	1.78 10 <sup>6</sup>	3.6 10 <sup>5</sup>	7.06 10 <sup>4</sup>
Campione 2	15-30 cm	1.31 10 <sup>6</sup>	1.53 10 <sup>4</sup>	4.89 10 <sup>5</sup>
Campione 3	30-45 cm	8.2 10 <sup>5</sup>	5.0 10 <sup>4</sup>	1.73 10 <sup>5</sup>

TABELLA 15. Dati ricerca dei batteri nell'area boschiva.

La concentrazione dei miceti è risultata diminuire progressivamente con la profondità, come previsto, a causa della diminuzione delle sostanze nutritive e dell'ossigeno atmosferico. I batteri sono invece omogeneamente distribuiti in tutta la profondità del terreno analizzato. Nell'anno 1995 tutte le categorie di microrganismi ricercate sono risultate presenti contemporaneamente in tre campioni ad eccezione di quello relativo a Quarata nel quale non è stata riscontrata la presenza di attinomiceti (Tab. 16). I batteri sono risultati la categoria più abbondante, secondo le attese. Nella località Cafaggio, pascolo, si sono riscontrati i livelli più bassi tra i campioni ( $5,61 \cdot 10^{11}/10g$ ), mentre Calcivisoli, orto, ha presentato il valore più alto ( $2 \cdot 10^{15}/10g$ ), in accordo con le aspettative di un terreno coltivato e quindi più ricco rispetto ad un pascolo, quale Cafaggio o Gorgo.

I miceti sono presenti in un ordine di grandezza compreso tra  $10^5$  e  $10^6/10g$  nei quattro campioni.

06/05/1995	nutrient agar	potato dextrose agar	malt agar
	<b>batteri</b> carica microbica /10 g	<b>miceti</b> carica microbica /10 g	<b>attinomiceti</b> carica microbica /10 g
Cafaggio	$5.61 \cdot 10^{11}$	$2.24 \cdot 10^5$	$9.62 \cdot 10^4$
Calcivisoli	$2.01 \cdot 10^{15}$	$2.11 \cdot 10^6$	$7.98 \cdot 10^{14}$
Gorgo	$>10^{15}$	$2.08 \cdot 10^5$	$5.94 \cdot 10^5$
Quarata	$7.96 \cdot 10^{13}$	$1.03 \cdot 10^6$	-

TABELLA 16. Dati ricerca dei batteri nelle aree lungo il Chioma. 1995.

I terreni utilizzati sono stati il Nutrient Agar, Malt Agar, Waxman Agar, Potato Dextrose Agar. Il Nutrient agar ha dato buoni risultati per la ricerca dei batteri. Il Malt agar è risultato idoneo per gli attinomiceti. Gli altri due terreni contenevano antibiotici e questo li ha resi elettivi per i miceti, in particolare il PDA.

Nel 1996 i quattro campioni (Tab. 17) hanno mostrato ancora una carica batterica elevata, più omogeneamente rappresentata in confronto al precedente anno.

14/02/1996	nutrient agar	potato dextrose agar	agar malt
<b>luogo prelievo</b>	<b>batteri</b> carica microbica /10 g	<b>miceti</b> carica microbica /10 g	<b>attinomiceti</b> carica microbica /10 g
Cafaggio	$7.29 \cdot 10^{14}$	$1.62 \cdot 10^4$	$4.86 \cdot 10^5$
Calcivisoli	$7.6 \cdot 10^{14}$	$2.28 \cdot 10^5$	$2.28 \cdot 10^6$
Gorgo	$8.3 \cdot 10^{13}$	$2.49 \cdot 10^5$	$3.32 \cdot 10^5$
Quarata	$2.81 \cdot 10^{14}$	$8.36 \cdot 10^4$	$8.36 \cdot 10^5$

TABELLA 17. Dati ricerca dei batteri nelle aree lungo il Chioma. 1996.

I miceti hanno un intervallo di concentrazione tra  $10^3$  e  $10^4$ , poco inferiori rispetto 1995, mentre gli attinomiceti si sono trovati poco più abbondanti.

Da questo si potrebbe intravedere una minore ricchezza del terreno, ma più probabilmente le differenze tra i due anni rientrano nelle variazioni di condizioni meteorologiche stagionali presenti inevitabilmente tra i due periodi di raccolta dei campioni.

In entrambi gli ultimi due anni la popolazione batterica è risultata decisamente superiore a quella dei miceti e degli attinomiceti, confermando la normale distribuzione quantitativa che è possibile riscontrare in un suolo.

Sulla base dei dati raccolti nell'arco dei quattro anni di studio è stata riscontrata la presenza di tutte e tre le categorie di microrganismi, normalmente presenti nel suolo.

La quantità di microrganismi, sia come concentrazione assoluta che relativa tra le varie categorie, indica una attività microbica sufficiente al verificarsi dei normali processi biochimici che presiedono alla vita dell'ecosistema suolo. Questo terreno quindi presenta le caratteristiche microbiologiche adatte al mantenimento della vegetazione caratterizzante il bacino.

35. *Miceti sviluppati su terreni di coltura Patato Dextrose Agar.*
36. *Miceti sviluppati su terreni di coltura Patato Dextrose Agar.*
37. *Miceti sviluppati su terreni di coltura Potato Dextrose Agar.*
38. *Miceti sviluppati su terreni di coltura Patato Dextrose Agar*
39. *Miceti sviluppati su terreni di coltura Patato Dextrose Agar.*
40. *Batteri ed attinomiceti sviluppati su terreno di coltura Malt Agar.*
41. *Batteri ed attinomiceti sviluppati su terreno di coltura Malt Agar.*
42. *Batteri ed attinomiceti sviluppati su terreno di coltura Malt Agar.*

#### *Bibliografia*

Florenzano G. (1986), *Fondamenti di microbiologia del terreno*. Reda Editore.

*Elementi di Scienze del suolo e di biologia vegetali. Guida alla interpretazione delle analisi dei terreni*. Ed. Agricole, 1989.

## **4. ASPETTI VEGETAZIONALI**

*coordinamento di Roberto Branchetti*

Nel biennio 1994-95 il gruppo di alunni incaricato di svolgere l'analisi sui paesaggi vegetali presenti nel bacino del Torrente Chioma ha effettuato una serie di sopralluoghi che, unitamente alla consultazione delle foto aeree (1991) gentilmente autorizzata dall'Ufficio Ambiente della Provincia di Livorno, hanno permesso di elaborare la carta tematica della vegetazione (Tav. 25) nella quale sono rappresentati i tipi vegetazionali secondo la classificazione adottata nell'analisi del paesaggio vegetale della bassa Val di Cecina (Ansaldo, 1991). Nelle escursioni siamo stati accompagnati oltre che dall'insegnante di ecologia anche dai collaboratori del Museo Provinciale di Storia Naturale di Livorno che ci hanno guidato nella raccolta e classificazione delle principali piante forestali presenti nell'area, piante che sono state riunite in un erbario e quindi fotografate. Ulteriori informazioni sono state desunte dall'analisi floristica relativa a 5 transeetti vegetazionali che alunni delle classi 3<sup>a</sup>A sp. e 3<sup>a</sup>B sp. avevano rilevato topograficamente nel corso dell'anno scolastico 1992-93.

Alla redazione della carta ha collaborato anche la classe 3<sup>a</sup>E della scuola media statale "G. Marconi" di Livorno che ha indagato sulla porzione di territorio compresa tra la foce del torrente e la località Botrone.

La carta è stata realizzata con l'ausilio delle seguenti carte preparatorie: una cartografia tecnica di base alla scala 1:10.000 ed una carta tematica derivata nella medesima scala: la Carta dell'uso del suolo.

Il grado di discretizzazione è risultato piuttosto elevato sia per la difficoltà di coprire con i sopralluoghi un'area tanto vasta sia per distinguere con precisione i diversi tipi di vegetazione presenti nei vari siti. Per cogliere le possibili interrelazioni fra le suddette associazioni ed i

principali parametri ambientali che caratterizzano l'area di studio possiamo confrontare la carta della vegetazione con quella dell'assolazione (Tav. 26) della geologia, delle pendenze e dell'altimetria (vedi relazione geologica); in particolare sarà interessante osservare i diversi paesaggi vegetali che si riscontrano nelle stesse sezioni tipo utilizzate per rappresentare le formazioni geologiche presenti nel bacino del Torrente Chioma (Tav. 27).

### 1) Bosco misto di transizione (Tav. 28)

Questa fitocenosi è l'espressione della vegetazione forestale dell'orizzonte sub-mediterraneo, dove specie sempreverdi si associano a piante a foglie caduche.

La presenza di questi boschi dipende sia da condizioni climatiche legate all'esposizione N-NE, che da condizioni orografiche locali come zone vallive e dalle caratteristiche fisico-chimiche del suolo; tutti questi fattori permettono la coesistenza di specie appartenenti alla flora mediterranea e medio europea. Questi boschi, che presentano uno strato arboreo superiore ai 4- 5 metri, sono costituiti, per la componente sempreverde, da leccio (*Quercus ilex*) e sughera (*Quercus suber*), e per la componente caducifolia da cerro (*Quercus cerris*), roverella (*Quercus pubescens*, Foto 43) e orniello (*Fraxinus ornus*).

Il sottobosco è composto prevalentemente da corbezzolo (*Arbutus unedo*), fillirea (*Phyllirea angustifolia*), scopa (*Erica arborea*), lentisco (*Pistacia lentiscus*), mirto (*Myrtus communis*, Foto 44), alaterno (*Rhamnus alaternus*), smilace (*Smilax aspera*, Foto 45), caprifoglio (*Lonicera caprifolium*, Foto 46) e viburno (*Viburnum tinus* L., Foto 47).

Nel bacino questo tipo di bosco lo troviamo rappresentato solo in poche stazioni (Val Quarata versante Castellaccio, Località Botrone, Dorciano, confluenza tra i Botri Quarata e Canibotri con il Torrente Chioma) dove si possono riscontrare quelle condizioni mesoclimatiche e pedologiche alle quali facevamo cenno in precedenza.

### Macchia

Per macchia si intende una boscaglia costituita da arbusti e alberi (con portamento arbustivo) sempreverdi alti da 2 a 3 metri, con foglie di un verde scuro e di consistenza coriacea (sclerofille). Il carattere sempreverde delle specie legnose è un tipico adattamento al clima arido e al lungo ed intenso irraggiamento cui sono sottoposte durante l'estate; infatti il carattere sclerofillo delle foglie costituisce una barriera al passaggio della radiazione solare.

La ricchezza di rampicanti nel sottobosco contribuisce a rendere la macchia fitta al punto da non lasciar filtrare luce sufficiente allo sviluppo della vegetazione erbacea.

Componenti principali dello strato arbustivo della macchia sono: corbezzolo, mirto, lentisco, fillirea, alaterno, erica e, tra i rampicanti, caprifoglio, smilace e clematide.

### 2) Macchia mediterranea alta (Tav. 29)

Questo tipo di macchia è rappresentata da alberi o arbusti alti fino a 4-5 metri, in cui dominano il leccio, la sughera, il corbezzolo e, nei luoghi più freschi, la roverella e il cerro.

In alcuni casi possiamo trovare come esponenti dello strato arboreo anche il pino d'Aleppo, il pino domestico o il pino marittimo, in seguito ad impianti artificiali fatti in prossimità della macchia o all'interno di essa. La classe è sufficientemente diffusa in tutto il bacino e si riscontra preferibilmente dove la matrice geologica è costituita da argilliti.

### 3) Macchia mediterranea bassa (Tav. 30)

Questo tipo di macchia è costituito prevalentemente da arbusti di modesta altezza, per lo più di 1,5-2 metri, ed è priva dello strato arboreo. Si tratta di uno stadio evolutivo di transizione, che va dalla gariga alla macchia alta e successivamente alla foresta.

Essa si forma per cause naturali, su terreni con affioramenti rocciosi, esposti a venti forti ecc., oppure in conseguenza di tagli, incendi, allo scopo di ricavare coltivi, pascoli, cave di estrazione ecc., successivamente abbandonati. Nel bacino questa classe la troviamo, per quanto riguarda il versante livornese, nelle aree percorse dall'incendio del 1990, dove tende ad evolvere rapidamente

verso le classi 2<sup>a</sup> o 6<sup>a</sup> nel versante di Rosignano si riscontra stabilmente nelle aree dove la matrice geologica è costituita da ofioliti.

Tra le formazioni più comuni di macchia bassa, troviamo:

- la macchia a scopa (*Erica scoparia*), corbezzolo e ginepro (*Juniperus oxycedrus* L., Foto 48), che predilige i suoli acidi, cui si accompagnano il mirto, l'alaterno e il lentisco;
- la macchia a cisto bianco (*Cistus monspeliensis*; *Cistus salvifolius*) e rosa (*Cistus incanus*), che predilige i terreni silicei;
- la macchia a ginestra (*Spartium junceum*) e coronilla (*Coronilla emerus*), che troviamo negli ex coltivi abbandonati di vari poderi della vallata.

Inoltre tra i vari tipi di macchia bassa si trovano elencati anche quelli dove lo strato arbustivo è formato, oltre che dall'erica e dal corbezzolo, anche dal leccio, dalla sughera e dalla roverella, che assumono già in molti casi il carattere di dominanti; dominanza che si accentuerà con il procedere di queste associazioni vegetali verso il successivo stadio evolutivo della macchia alta.

#### **4) Gariga (Tav. 31)**

La vegetazione della gariga è formata da arbusti alti circa 50 cm (più raramente 1 m), ampiamente distanziati fra loro, emergenti su un terreno nudo e sassoso. Molte specie sono aromatiche e sempreverdi, la presenza di foglie coriacee e tomentose è condizione necessaria per superare le estati calde ed aride. Specie comuni sono l'elicriso (*Helicrysum italicum* G., Foto 49) e la ginestra genovese (*Genista januensis* L.).

La gariga colonizza i terreni ad elevata aridità soggetti per lungo tempo ad attività di pascolo o ripetutamente percorsi da fuoco. Tali fattori sono la causa di una severa erosione del suolo e, come risultato finale, portano all'affioramento dello strato roccioso.

Questo tipo di vegetazione può considerarsi pioniera, quando precede la formazione della macchia e della foresta (ad esempio nei pressi delle cave, sui pascoli abbandonati ecc.); in rari casi esso può rappresentare lo stadio definitivo di climax, quando le condizioni atmosferiche e pedologiche non permettono l'evoluzione a macchia. Nel bacino la troviamo rappresentata soprattutto nei terreni agricoli degradati e nei substrati pietrosi di gabbro e serpentino.

#### **5) Bosco di conifere**

Vengono inseriti in questo tipo di boschi quelli di conifere, naturali e naturalizzati. Questi boschi si trovano soprattutto nei versanti più vicini alla foce ed in altre poche stazioni. Il loro sottobosco è generalmente costituito da graminacee.

Le differenze ecologiche tra pino domestico (*Pinus pinea*), pino marittimo (*Pinus pinaster*) e pino d'Aleppo (*Pinus halepensis*), che concorrono alla formazione di questa fitocenosi, dipendono da parametri come clima e suolo: il pino marittimo predilige il clima sub-mediterraneo ed i suoli a reazione alcalina; il pino domestico predilige il clima mediterraneo ed è indifferente al tipo di suolo; il pino d'Aleppo è il più termofilo di questi pini, è indifferente al tipo di suolo (anche se predilige i suoli calcarei) ed ha il suo optimum climatico nella fascia mediterraneo-arida, dove si associa al lentisco, olivastro, palma nana e simili.

I boschi di conifere si rivelano molto fitti; a causa della scarsa luminosità e dell'acidità del suolo che viene determinata dagli aghi di pino, il sottobosco di queste pinete è costituito essenzialmente da graminacee. La classe è presente soprattutto nei versanti più vicini alla foce ed in altre poche stazioni (Loc. Gorgo e Rialto) dove furono eseguiti rimboschimenti; essa tende ad evolvere verso la classe 6<sup>a</sup>.

#### **6) Bosco di conifere con macchia mediterranea**

Anche questi boschi sono costituiti per lo più da essenze appartenenti al genere *Pinus* ma, a differenza dei precedenti, essi sono radi e il sole che filtra tra le chiome dei pini favorisce lo sviluppo di arbusti della macchia mediterranea.

Questi boschi sono distribuiti in tutta l'area ed occupano preferibilmente i versanti che godono di una maggiore illuminazione (esposizione sud-ovest).

## 7) Rimboschimento a conifere

Per opere di rimboschimento sono state spesso utilizzate le conifere, che associano ad una crescita rapida una funzione di copertura e quindi di protezione del suolo.

Le specie impiegate più comunemente sono *Pinus pinea*, *Pinus pinaster*, *Pinus halepensis* e, talora, *Cupressus* SP.

I rimboschimenti sono spesso caratterizzati da una distribuzione regolare di piante giovani e coetanee, che consentono di riconoscere in questa fitocenosi un “bosco artificiale”.

Il sottobosco è quasi assente, come per i boschi di cui al punto 5, ed è composto prevalentemente da specie erbacee appartenenti alla famiglia delle graminacee. Gli impianti artificiali sono oggi pochissimo rappresentati nel bacino.

## 8) Vegetazione riparia (Tav. 32)

Nel particolare mesoclima dei corsi d'acqua mediterranei si trovano popolamenti di salice (*Salix alba*), pioppo (*Populus alba* e *Populus nigra*) e orniello (*Fraxinus ornus*).

Il pioppo si sviluppa con esemplari sparsi (Foto 51), infatti non riesce a competere con i salici e ad organizzarsi in forme forestali dense.

Associati alle entità arboree si possono trovare specie arbustive ed erbacee igrofile, come: *Cornus sanguinea*, *Ligustrum vulgare*, *Prunus pinosa*, *Petasites albus*, *Eupatorium cannabinum*.

Le funzioni ecologiche esplicate da questo tipo di vegetazione sono ritenute, nell'ambito delle zone riparie, molto importanti per il mantenimento di una buona qualità delle acque correnti.

Alla confluenza fra il botro Quarata ed il torrente Chioma è segnalata la presenza di una liana di notevole interesse geobotanico appartenente alla famiglia delle Asclepiadacee: *Periploca graeca* L. (Foto 52). Questa pianta, relitto dell'era terziaria, è la testimonianza di un paleoclima tropicale che milioni di anni fa caratterizzava questi luoghi, la sua sopravvivenza alle glaciazioni è dovuta proprio al mesoclima, più temperato, che normalmente si riscontra lungo i corsi d'acqua.

## 9) Colture agrarie in atto o di recente abbandono con siepi

In questa categoria vengono raccolti i seminativi semplici, sia asciutti che irrigui (9s.), nei quali si alternano le coltivazioni erbacee; fanno parte di questa classe anche i pascoli (9p.) e gli orti (9o.).

Nelle siepi alberate lungo i campi coltivati e in quelli di recente abbandono è frequente il biancospino (*Crataegus monogyna* L., Foto 50) e il sorbo (*Sorbus domestica* L.).

## 10) Colture agrarie arborate

In questa categoria vengono comprese le colture specializzate come i vigneti (10v.), gli oliveti (10o.) ed i frutteti (10f.) nei quali le piante presentano una disposizione ordinata, in filari o altro sesto d'impianto.

TAVOLA 25. Carta delle vegetazioni.

TAVOLA 26. Carta della assolazione.

43. *Quercus pubescens*.

44. *Myrtus communis*.

45. *Smilax aspera*.

46. *Lonicera caprifolium*

47. *Viburnum tinus*.

48. *Juniperus oxycedrus*.

49. *Helicrysu italicum*.

50. *Crataegus monogyna*.

TAVOLA 27. Associazione dei paesaggi vegetali con gli affioramenti geologici.

TAVOLA 28. Bosco misto di transizione.

TAVOLA 29. Macchia mediterranea alta.

TAVOLA 30. Macchia mediterranea bassa.

TAVOLA 31. Gariga.

TAVOLA 32. Vegetazione riparia.

51. Pioppo  
52. *Periploca graeca* L.

## Bibliografia

- Ansaldo C. et al. (1991), *Archivio del paesaggio vegetale "Il valore dell'ambiente, elementi naturalistici e paesaggistico-culturali nella bassa Val di Cecina"*. Vol. I. Regione Toscana.
- Barsotti G. - Petagna M. (1986), *Il sistema dei parchi collinari dei monti livornesi*. Atti dal 1 Convegno sullo stato dell'ambiente a Livorno, 1986.
- Olivieri E. (1993), *La vegetazione riparia. Strumento per la gestione del territorio. Il caso delle acque correnti dei Monti Livornesi*. Atti della conferenza di programmazione *L'isola che non c'è. I Monti Livornesi una realtà da scoprire*. Castiglioncello, 11-12 ottobre 1993.

## 5. LE ACQUE DEL TORRENTE CHIOMA

*coordinamento di Manrico Golfarini, Stefania Simonetti e Amedeo Zucchi*

### A. Caratteristiche chimiche e fisiche

#### Premessa

L'esigenza di conoscere la qualità delle acque del torrente Chioma, nell'ambito delle attività previste dal Progetto Triennale di Educazione Ambientale, ha reso necessario uno studio dei principali parametri chimici, biologici e microbiologici, capaci di dare un primo quadro d'insieme della situazione.

L'intento della ricerca è stato quello di verificare se la qualità delle acque del torrente ed il loro monitoraggio possa fornire utili e significative indicazioni sullo stato di salute dell'intero ecosistema "Valle del Chioma".

Sono stati del tutto assenti, fino ad oggi, a parte i campionamenti di legge alla foce del torrente ed alcune ricerche sui nutrienti lungo il lido di Chioma, studi di tipo ecosistemico. Gli unici lavori di rilievo sul torrente Chioma si devono al dott. E. Olivieri dell'USL 6 che ha tenuto sotto controllo per anni la qualità delle acque del Torrente con il calcolo dell'EBI (Extend Biotic Index). Per la pregiatezza delle specie dei macroinvertebrati individuati, il dott. Olivieri ha proposto per l'intero ecosistema la destinazione di Parco Fluviale.

La proposta non ha ancora trovato specifico accoglimento; è auspicabile comunque che il bacino del torrente Chioma trovi una meritata valorizzazione nell'ambito del Parco dei Monti Livornesi.

#### *Scelta dei parametri chimici da valutare*

Consapevoli che il dato chimico in sé, se non viene integrato da altre importantissime informazioni di carattere biologico, microbiologico, idrologico, ecc., ha i limiti della rappresentazione istantanea, relativa al tempo del campionamento, abbiamo cercato di valutare quasi tutti i parametri più facilmente integrabili con le altre conoscenze, dando contemporaneità alle nostre osservazioni e misure sperimentali con le osservazioni e misure fatte dagli altri gruppi di lavoro.

Anche se in forma non completa, per l'impossibilità materiale di valutare tutti i parametri necessari, abbiamo tuttavia voluto impostare il nostro lavoro seguendo un modello logico ed ecologico che individua i nessi, i rapporti e le relazioni tra i vari parametri connessi ai cicli della materia: ciclo dell'ossigeno, ciclo dell'azoto, del fosforo, del carbonio, dello zolfo, ecc.

Pur con la modestia della mole di dati che si può ragionevolmente raccogliere con una classe "in apprendimento", all'interno dell'orario scolastico, ci è sembrato opportuno indicare una traccia metodologica che dovrebbe ispirare studi più approfonditi necessari per accrescere la conoscenza ecosistemica. L'obiettivo sarebbe quello di poter giungere a dei veri e propri bilanci ecologici.



Per quanto ci riguarda, abbiamo dovuto tener conto, inoltre, delle abilità degli allievi che nel primo anno dello studio sono essenzialmente le abilità di tipo qualitativo o semiquantitativo; da qui l'impossibilità, nella prima fase, di utilizzare metodi analitici più complessi, che sono stati utilizzati negli anni successivi.

### ***Periodo e frequenza delle misure chimiche***

Il primo periodo di osservazione ha coinciso con i mesi che vanno da aprile 1993 all'agosto 1993. La frequenza che abbiamo potuto garantire, non senza difficoltà, è stata quella mensile. Il secondo periodo ha coinciso con l'anno scolastico 94/95. Nel terzo periodo, nel febbraio '96, sono state ripetute le indagini sui campioni di suolo.

### **Stazioni di campionamento**

Le stazioni di campionamento delle acque sono state cinque e sono state concordate sia con il gruppo microbiologico del Liceo Sperimentale Cecioni sia con il gruppo Biologico dell'I.T.I.S.. Sono state così individuate le seguenti stazioni:

- Stazione n. 1 : Sorgente del Chioma
- Stazione n. 2 : Bivio con l'albergo del pastore
- Stazione n. 3 : Località "Gorgo" prima della confluenza con il torrente Quarata
- Stazione n. 4 : A monte del depuratore
- Stazione n. 5 : Alla foce, sotto l'ultimo ponte.

### ***Metodi utilizzati per le analisi chimiche***

Abbiamo dovuto tener presente nel primo anno le ancora limitate conoscenze ed abilità degli studenti e della necessità di operare spesso sul "campo", oltre che in laboratorio. Abbiamo optato per alcuni parametri, per l'uso di Kit (acquistati dal Comune di Livorno) che hanno consentito maggior velocità di esecuzione ed una accettabile accuratezza del lavoro.

Negli anni successivi, lo stesso gruppo di ragazzi, al crescere delle competenze ed abilità analitiche ha affrontato i problemi analitici con strumentazione e metodi più sofisticati e più accurati come, ad esempio, la spettrofotometria di assorbimento atomico, la polarografia ad impulsi, ecc.

### ***Caratteristiche chimico-fisiche delle acque del torrente Chioma***

Abbiamo raccolto in questa sottosezione tutti i dati disponibili capaci di caratterizzare e tipicizzare le acque per i seguenti parametri: temperatura, pH, EH ed rH, residuo fisso, conducibilità specifica, cloruri, durezza, calcio, magnesio, alcalinità.

- *Temperatura*: è un parametro importantissimo che regola il metabolismo del torrente, la popolazione, l'accrescimento di tutte le specie viventi, la velocità dei processi biochimici che avvengono nel fiume e soprattutto regola le condizioni di equilibrio di dissoluzione dell'ossigeno.
- *PH*: indica complessivamente la qualità di tutte le sostanze disciolte dall'acqua del torrente relativamente alla loro acidità o basicità. Ci informa sulla natura delle rocce e sedimenti dilavati dal fiume e ci segnala eventuali situazioni di inquinamento di sostanze acide o basiche e di eventuali pronunciati eventi di degrado della sostanza organica.
- *Potenziale redox e rH* : rileva la tendenza del corpo idrico ad ossidare/ridurre le sostanze disciolte. La capacità di ossidazione dipende essenzialmente dalla quantità di ossigeno presente nel torrente. È la misura fondamentale per classificare le acque del torrente come aerobie (ossidanti) o anaerobie (riducenti) secondo le classificazioni proposte da Bergman. L'intervallo del potenziale più favorevole allo sviluppo dei batteri aerobi è quello superiore a +200 mV, mentre gli anaerobi lavorano bene a potenziali inferiori a +50 mV. Nell'intervallo compreso tra +50 e +200 mV si creano condizioni favorevoli allo sviluppo di batteri facoltativi.

• L' *rH* è definito come il cologaritmo della pressione dell'idrogeno e rappresenta sinteticamente, in unità convenzionali, lo stato ossido-riduttivo dell'ambiente esaminato. È un indice più complesso in quanto valuta simultaneamente potenziale redox e pH secondo l'espressione:

$$rH = \frac{EH}{0,0295} + 2pH$$

valida a 25°C ed esprimendo il potenziale in Volt. Migliori chiarimenti sono descritti nella parte analitica delle acque.

• *Residuo fisso e conducibilità specifica*: sono, in genere, due parametri correlati entrambi alla quantità di sali e quindi alla quantità di ioni disciolti nel corpo idrico. Servono a classificare le acque come oligominerali (residuo fisso < 200 ppm), medio minerali (residuo fisso compreso tra 200 e 1000 ppm), minerali (residuo fisso > 1000 ppm). Per acque comuni, 1 mS/cm corrisponde grossolanamente a 0,6 ppm di residuo solido inorganico.

• *Cloruri*: un tenore elevato di cloruri nell'acqua di un fiume può essere provocato da un inquinamento di origine industriale o da contaminazioni da parte di acqua di mare o di acque saline fossili (miniere). Se l'inquinamento è dovuto ad acque di fogna i cloruri possono aumentare, perché contenuti in molti alimenti.

• *Durezza, calcio, magnesio, alcalinità*: Tra i sali disciolti nelle acque i più comuni sono i carbonati di calcio e magnesio (poco solubili), in equilibrio con i loro bicarbonati (più solubili). L'equilibrio è regolato essenzialmente dalla temperatura e quindi dalla concentrazione del biossido di carbonio nelle acque. La durezza è espressa nel nostro lavoro in °F (1°F = 10 ppm CaCO<sub>3</sub>); il titolo del calcio e del magnesio presenti sono utili per risalire al tipo di roccia dilavata dal torrente in tutto il suo cammino e per comprendere seppure parzialmente i complessi sistemi tampone che si formano e che tendono a stabilizzare il PH del torrente. La misura dell'alcalinità rientra in questa esigenza di conoscere questa capacità tamponante del sistema idrico.

### **Valutazioni sintetiche sui parametri chimico-fisici**

L'acqua del torrente Chioma risulta sicuramente alcalina, discretamente dura e ricca di calcio e magnesio. Contiene discrete quantità di cloruri e mostra gli indicatori redox decisamente alti in tutte le stazioni. Il torrente garantisce un ambiente aerobio e possiede, nonostante la sua piccola portata, una capacità di autodepurazione soddisfacente perlomeno fino alla fine di maggio. La conducibilità ed il residuo fisso sono mediamente alti e questo conferma che l'acqua è discretamente ricca di sali minerali. L'arricchimento in sali disciolti aumenta quasi costantemente, andando dalla sorgente alla foce, tendendo quasi a raddoppiarsi. Una valutazione attenta va fatta sulla temperatura. Data la piccola portata e l'indebolimento delle fasce riparie che si verifica nell'ultimo tratto, si nota un aumento della temperatura del torrente verso la foce e proprio nel tratto nel quale confluisce lo scarico dei liquami depurati del sistema fognario di Quercianella. Anche per questo motivo, la capacità del torrente di autodepurarsi tende a flettere soprattutto nel periodo (quello estivo) nel quale l'esigenza di qualità delle acque che si riversano nel Lido di Chioma, sempre frequentatissimo, diventa sicuramente grande. Per non eludere questa esigenza, al termine della presentazione dei dati, torneremo su queste prime valutazioni per proporre all'Amministrazione Comunale alcuni interventi di salvaguardia che ci sembrano utili.

### **Ciclo dell'ossigeno**

La quantità di ossigeno disciolto in un fiume è determinata, in un certo istante dalla contemporaneità di due importanti fenomeni che realizzano le condizioni cicliche di dissoluzione dell'ossigeno (ossigeno disciolto: O.D.) e di consumo dell'ossigeno (ossigeno consumato: B.O.D.). La risultante di questi complessi processi è quella che comunemente viene chiamata "curva a sacco" (Schema 3):

### *SCHEMA 3. Ciclo dell'ossigeno. Curva a sacco*

La curva a sacco è stata descritta matematicamente da Streeter e Phelps nel modo:

$$D = K_1 \cdot \frac{L_0}{K_2 - K_1} \cdot (10^{-K_1 t} - 10^{-K_2 t}) + D_0 \cdot 10^{-K_2 t}$$

dove D rappresenta il deficit alla saturazione al tempo t,  $D_0$  rappresenta il deficit alla saturazione iniziale,  $K_1$  è la costante di deossigenazione,  $K_2$  è il coefficiente di riareazione,  $L_0$  è il  $BOD_0$ . L'equazione è valida se la deossigenazione è dovuta solo all'ossidazione della sostanza organica presente nel corpo recipiente e se la riossigenazione è solamente dovuta alla riareazione atmosferica. La curva a sacco costituisce l'immagine della capacità del fiume di autodepurarsi. Il rapporto  $K_2/K_1$  rappresenta la costante di auto depurazione. Tanto più elevato è questo valore tanto più grande è il potere autodepurante.

Per le nostre osservazioni sul torrente Chioma ci siamo limitati a misurare l'ossigeno disciolto alle varie stazioni, l'ossigeno consumato con il metodo di Kubel e il COD.

#### ***Valutazione sullo stato di ossigenazione del torrente Chioma***

Dai dati risulta che le acque del torrente sebbene escano dalla sorgente con un deficit di ossigeno rispetto alla saturazione, man mano che le acque precipitano verso valle e soprattutto nel primo chilometro dell'asta, a causa della discreta pendenza, riescono ad ossigenarsi completamente e mantengono questa situazione favorevole fin quasi alla foce. Dal mese di giugno fino ad agosto, il torrente va in sofferenza e la situazione presenta i caratteri critici. Escluso questo periodo, tuttavia il torrente sembra possedere discrete capacità di autodepurazione. Il consumo di ossigeno Kubel è un indicatore generico di sostanze chimicamente ossidabili. I suoi valori dimostrano che nel torrente sono presenti discrete quantità di sostanze organiche ed inorganiche ossidabili. Nonostante la loro presenza il Chioma dimostra discreta capacità di degradazione e di stabilizzazione nei periodi non di magra e per stazioni diverse dall'ultima.

#### ***Ciclo dell'azoto***

Negli ecosistemi, anche in quelli fluviali, per i complessi fenomeni di carattere biochimico che avvengono, le varie forme dell'azoto sono interconnesse in un ciclo (vedi Schema 4).

### *SCHEMA 4. Ciclo dell'azoto.*

Le varie forme dell'azoto presenti nelle acque dipendono da molte variabili e le principali sono espresse sinteticamente nel diagramma di Pourbaix (Schema 5).

### *SCHEMA 5. Diagramma di Pourbaix.*

Questo diagramma pone in evidenza che alla saturazione dell'ossigeno lo ione nitrato è alla forma stabile dell'azoto, mentre in fase anaerobica la forma stabile è l'ammoniaca o lo ione ammonio a seconda del pH. La presenza di forti quantità di ammoniaca e di nitriti è in genere prova di inquinamento organico recente. L'ammoniaca, nella forma non ionizzata, è particolarmente tossica per la fauna ittica anche a concentrazioni molto basse (1 ppm).

La presenza di notevoli quantità di nitrati può essere dovuta sia ad un uso massiccio di concimi chimici nei campi coltivati, che vengono dilavati con la pioggia e che non trovano assorbimento sufficiente nelle fasce riparie dei fiumi, oppure all'apporto di scarichi depurati da impianti efficienti.

Nei fiumi molto inquinati, la presenza dei nitrati può essere utile qualora scarseggi l'ossigeno. In tal caso i nitrati svolgono la loro azione ossidante contribuendo a degradare le sostanze organiche presenti nel fiume.

### **Valutazioni dei composti dell'azoto**

Dai dati raccolti si può osservare che in tutte le stazioni, eccetto l'ultima, si rintracciano piccole quantità delle varie forme indagate. In genere la situazione è nettamente diversa alla stazione 5, dove i parametri si alzano in maniera rilevante e diventano cospicui proprio nel periodo estivo. E' in questa stazione che si trovano le punte per i nitrati, per l'ammoniaca, per i nitriti. Per questi valori, questa stazione è quella che risulta più carica di sostanze inquinanti.

La presenza dello scarico del depuratore tra la stazione 4 e la 5 sembra essere la causa più probabile di questo inquinamento. Particolarmente rilevanti risultano le quantità dei nitrati che finiscono in mare tra giugno e agosto. La loro presenza induce, nella parte terminale del torrente, fenomeni evidenti di crescita algale e di macrofite, che tendono di giorno ad elevare l'ossigeno prodotto per fotosintesi.

A proposito del ciclo dell'azoto ci preme riferire un'ultima considerazione che vale anche per gli altri cicli della materia che interessano l'ecosistema Chioma. Sebbene in questo caso i dati riguardano quasi tutte le forme di azoto presenti, si è ben lungi dal conoscere il bilancio ecosistemico dell'azoto. Le conoscenze collettive a tale proposito sono quasi nulle. Nessuno ha per ora quantificato l'azoto in entrata nel bacino del Chioma, nè tanto meno l'azoto consumato dall'ecosistema. Eppure è da questi approfondimenti conoscitivi che si dovrà passare per affermare un corretto uso delle risorse.

Sembra tuttavia confermata da questi dati l'osservazione del dott. Olivieri, l'unico ricercatore che si interessa di questi problemi nella nostra città: il torrente Chioma è in stato oligotrofico. Questo fa supporre che grandi apporti di nutrienti (N+P) da tutto il bilancio non ve ne siano. C'è solo da aggiornare l'osservazione, tenendo conto dell'attivazione del depuratore, che, con i propri scarichi, sembra essere diventato il principale apporto di nutrienti nell'ultimo Km del torrente, apporto che ha cambiato drasticamente le condizioni originarie di equilibrio. Queste considerazioni sono poi confermate dal valore dell'EBI (v. dati del gruppo biologico coordinato dal dott. A. Zucchi) che nell'ultimo tratto segnala un deciso peggioramento della qualità delle acque del torrente. Le ultime osservazioni (maggio 1996) mostrano, per fortuna, una situazione in via di risanamento.

### ***Ciclo del fosforo negli ecosistemi acquatici***

Il fosforo nelle acque può essere presente, sia in forma solubile o sospesa, in tre forme principali: come ortofosfato, polifosfato o fosforo-organico. Lo stato di ossidazione prevalente è quindi quello +5. Anche il ciclo del fosforo è estremamente complesso e difficilmente indagabile in tutte le sue componenti (Schema 6).

#### *SCHEMA 6. Ciclo del fosforo.*

La presenza delle varie forme dipende ovviamente sia dal potenziale redox del mezzo che del pH. Mediante analisi chimica si può risalire alla concentrazione di tutte e tre le forme presenti sia in sospensione che in soluzione. Noi ci siamo limitati a valutare soltanto gli ortofosfati solubili. In genere, questa forma rappresenta soltanto il 30-40% del totale, tuttavia, anche da solo, questo parametro può dare alcune prime indicazioni utili. Il fosforo infatti, e le forme solubili in esso, rappresentano insieme all'azoto un fattore limitante dell'ecosistema. Il loro dosaggio è utile sia per stimare l'apporto di nutrienti che per controllare il fenomeno dell'eutrofizzazione. Affinché non si producano fenomeni eutrofici è necessario che la concentrazione del fosforo non superi i 10 ppb come P e quella dell'azoto i 300 ppb come N.

### ***Valutazioni degli ortofosfati solubili***

Dai dati si rileva che gli ortofosfati sono praticamente assenti in tutte le stazioni eccetto l'ultima. In questa stazione vengono superati i limiti di sicurezza per evitare l'avvio di fenomeni eutrofici, soprattutto nei mesi estivi.

### ***Ciclo dello zolfo***

Appare meno importante degli altri cicli discussi, tuttavia è attivo in natura come gli altri e sicuramente ha svolto una grande funzione in passato quando l'ossigeno su questo pianeta non c'era ancora. Il ciclo continua a svolgere molti processi di regolazione dei vari composti solforati presenti nell'ecosistema (Schema 7).

*SCHEMA 7. Ciclo dello zolfo.*

*SCHEMA 8. Distribuzione delle forme dello zolfo.*

Le forme più comunemente incontrate nelle acque sono i solfuri e i solfati. La distribuzione dipende anche in questo caso sia dal potenziale redox che dal pH (vedi Schema 9).

I solfuri sono presenti (escludendo origini minerarie) in corpi idrici anossici e stagnanti, sono causa di odori molesti e indicato, in genere, rilevante inquinamento e insufficiente degrado della sostanza organica presente. I solfati, la forma più ossidata, sono legati, oltre al ciclo del degrado della sostanza organica presente in un fiume, anche ai potenti processi di solubilizzazione delle rocce. In genere rocce solfatiche (i gessi) rilasciano discrete quantità di solfato di calcio.

### ***Valutazione dei composti dello zolfo presenti nel Chioma***

Saggi preliminari non hanno confermato presenza significativa di solfuri in tutte le stazioni, per cui ci siamo limitati a valutare sistematicamente solo i solfati.

I dati mostrano una crescita continua dei solfati presenti nel torrente, procedendo da monte a valle, fino a raggiungere concentrazioni assai rilevanti. Occorre osservare a questo proposito che il metodo utilizzato, quello turbidimetrico, tende probabilmente a sovrastimare questo parametro.

Ci sembra tuttavia di poter affermare che l'accrescimento cospicuo della concentrazione dei solfati da monte a valle sia legata alle tipologie di rocce incontrate, inizialmente povere di solfati e via via, invece, più capaci di rilasciare in forma solubile questa forma dello zolfo. Questa forma sembra in grado di competere nella veicolazione dello ione calcio e di altri ioni, con la catena carbonati-bicarbonati.

### ***Sostanze organiche estranee all'ecosistema***

Ci sono molte classi di composti organici, introdotti dall'uomo e che si rintracciano nei fiumi. Tra queste, in tracce, si possono trovare pesticidi, erbicidi, PCB, IPA, diossine, tensioattivi, ecc...

Le quantità a livello di ppb o ppt e la complessità analitica sono tali che, a livello della nostra indagine, era possibile raccogliere dati solo sui tensioattivi.

Questa classe di composti comprende diverse sostanze, usate, in genere, nei formulati dei detersivi sintetici. Essenzialmente si possono distinguere tre categorie: anionici, cationici, non ionici. Ci siamo limitati a determinare i tensioattivi anionici sensibili al Blu di Metilene, che sono quelli più diffusi. Molte di queste molecole sono del tutto biodegradabili, altre lo sono assai meno a causa della loro struttura chimica e vengono accumulate dall'ecosistema. In genere sono sostanze tossiche per gli organismi, in quanto sembra che alterino i meccanismi che avvengono a livello delle membrane cellulari, modificando la permeabilità.

### ***Valutazioni delle sostanze organiche estranee***

Queste sostanze sono generalmente assenti, una traccia si rileva alla stazione 5. I livelli sono al limite inferiore di sensibilità del nostro test.

### ***I metalli pesanti***

L'inacidirsi delle piogge, le emissioni atmosferiche dovute alle combustioni del petrolio, carbone, benzine con additivi, le attività produttive in genere, la degradazione dei rifiuti prodotti dalla nostra società, hanno incrementato la veicolazione dei metalli, la maggior parte dei quali, in misura più o meno rilevante, risultano tossici per gli organismi viventi. Abbiamo iniziato la nostra indagine da due metalli comunemente presenti nelle acque del livornese per valutarne la presenza nelle acque del Chioma: il ferro e il manganese. Questi metalli non appartengono alla categoria dei più tossici ma la loro presenza, quando è rilevante, ne abbassa la qualità per l'uso potabile ed è causa di

formazione di precipitati essenzialmente dovuti a idrossido ferrico e biossido di manganese. Abbiamo poi condotto indagini sul piombo in quanto sono diventati disponibili per le accresciute competenze degli studenti, altre metodiche analitiche più sensibili: l'assorbimento atomico e la polarografia ad impulsi differenziali.

### **Valutazioni dei metalli pesanti**

Le ricerche hanno dato esito negativo; la probabile presenza dei due metalli indagati è rimasta sotto la soglia minima di rivelazione del nostro test che era 0.02 ppm per il Mn e 0.03 ppm per il Fe. Il piombo è risultato al disotto della sensibilità nel nostro polarografo ad impulsi (<0.05 ppm).

*TABELLA 18. Risultati delle analisi fisico-chimiche di campioni prelevati presso la Stazione 1.*

*TABELLA 19. Risultati delle analisi fisico-chimiche di campioni prelevati presso la Stazione 2.*

*TABELLA 20. Risultati delle analisi fisico-chimiche di campioni prelevati presso la Stazione 3.*

*TABELLA 21. Risultati delle analisi fisico-chimiche di campioni prelevati presso la Stazione 4.*

*TABELLA 22. Risultati delle analisi fisico-chimiche di campioni prelevati presso la Stazione 5.*

## **B. Caratteristiche microbiologiche**

### **Criteri di campionatura**

Le acque del torrente Chioma sono state saggiate dal punto di vista microbiologico per la valutazione del loro stato igienico, al fine di evidenziare eventuali inquinamenti di origine animale. Si è pertanto proceduto alla rilevazione dei parametri classici, ovvero gli indicatori di contaminazione fecale.

### **Periodi di campionatura**

Le analisi microbiologiche a carico delle acque del torrente Chioma sono state effettuate nei mesi di aprile e maggio 1993.

Le ricerche sono state limitate a questo periodo di tempo in quanto negli anni successivi si è preferito approfondire lo studio microbiologico del suolo considerato anche che il monitoraggio delle acque veniva proseguito dall'ITIS.

### **Stazioni di campionamento**

Le stazioni di campionamento sono state cinque (Tab. 23) e sono state concordate con il gruppo chimico dell'ITIS che ha condotto parallelamente le analisi chimiche.

<b>località campionatura</b>	<b>descrizione</b>
Stazione 1	sorgente del Chioma
Stazione 2	bivio con l'albergo del pastore
Stazione 3	località Gorgo, prima della confluenza con il torrente Quarata
Stazione 4	a monte del depuratore
Stazione 5	alla foce, sotto l'ultimo ponte

*TABELLA 23. Stazioni di campionatura.*

### **Procedimento**

Mediante la colimetria si è effettuata la determinazione quantitativa dei coliformi totali e fecali e con la streptococcimetria sono stati rilevati gli streptococchi fecali.

Le metodiche impiegate sono state quelle previste dalla legislazione in materia, *Most Probable Number (MPN)* per la ricerca dei coliformi totali e fecali e degli streptococchi fecali, i quali sono stati anche saggiati con la metodica delle membrane filtranti (MF). È stata anche determinata la carica microbica a 20°C e 37°C.

### ***Risultati e conclusioni***

Dalla analisi dei dati raccolti riguardanti la carica dei coliformi totali e fecali è risultato più alto il valore del mese di aprile 1996 nella Stazione 3. Questo dato rappresentava una condizione microbiologica sospetta che è stata successivamente confermata dal fatto che nella località in questione si erano verificati episodi di pascolo abusivo.

Nel mese di maggio 1993 il dato più alto è stato invece riscontrato nel punto di prelievo 5, presumibilmente imputabile all'attività svolta dal depuratore.

La determinazione degli streptococchi fecali, con metodo MPN, ha evidenziato valori più elevati nelle Stazioni 2 e 3 nel mese di aprile 1993; nel maggio invece questa situazione è risultata confermata solo per la zona di prelievo 2. Quanto rilevato conferma i dati emersi dalla colimetria, e quindi che nei pressi di tale località si è avuta la presenza temporanea di animali al pascolo che hanno provocato una contaminazione fecale delle acque del torrente.

In generale, ad eccezione di quanto sopra descritto, i dati raccolti in base alle analisi condotte nei due diversi periodi di campionatura non mostrano sostanziali differenze per cui è possibile indicare, sulla base di quanto rilevato uno stato di buona salute delle acque del torrente Chioma dal punto di vista microbiologico.

*TABELLA 24. Dati Analisi microbiologiche del torrente Chioma 26 aprile 1993.*

*TABELLA 25. Dati Analisi microbiologiche del torrente Chioma 28 maggio 1993.*

### **C. Caratteristiche biologiche**

#### ***Valutazione della qualità ambientale***

Il fiume raccoglie le acque del suo bacino imbrifero e le conduce al mare. Esso rappresenta quindi il principale elemento di collegamento tra l'ecosistema terrestre e quello marino.

Il fiume non è però un semplice collettore che trasporta l'acqua da monte a valle, ma è a sua volta un ecosistema complesso di tipo aperto in stretta relazione con l'ambiente terrestre circostante con il quale scambia continuamente materia ed energia.

La qualità delle acque fluviali è quindi il risultato di questi scambi e di ciò che l'ambiente terrestre ha dato al fiume. La valutazione di questa qualità può dare indicazioni importanti sullo stato di salute dell'intero bacino.

Fino a tempi recenti il concetto di qualità delle acque era però limitato alle caratteristiche che queste devono possedere per rispondere alle esigenze dei diversi usi umani. Solo negli ultimi anni si è andato diffondendo, anche sotto la spinta della necessità di salvaguardia degli ambienti idrici, il concetto di qualità ambientale. In questo contesto più generale è contenuto il principio di qualità biologica delle acque come idoneità a consentire la vita degli organismi acquatici.

L'analisi chimico-fisica, la più diffusa ed utilizzata nella normale routine del controllo ambientale, si dimostra talora inadeguata a fornire gli strumenti di conoscenza indispensabili per esprimere un giudizio complessivo di qualità dell'ambiente. Essa impiega metodiche standardizzate e riproducibili che consentono di determinare e quantificare una serie di parametri che, espressi in termini numerici, forniscono informazioni sulla composizione dell'acqua, sullo stato dell'inquinamento e sulle sue cause. È insostituibile per individuare specifiche sostanze inquinanti, sia di natura organica che inorganica, stabilirne la provenienza e suggerire gli interventi necessari. All'indagine chimico-fisica si affianca frequentemente quella microbiologica utilizzata per verificare la qualità igienica di un corpo idrico evidenziandone la contaminazione con materiale fecale. Essa inoltre fornisce dati sull'apporto di materiale organico da parte delle comunità che si trovano lungo il bacino.

L'uso di questi metodi di indagine non è però privo di complicazioni che rendono spesso problematica la sintesi dei dati analitici in un giudizio di qualità. In primo luogo esiste la difficoltà di stabilire quale sia il valore naturale o "normale" di ciascun parametro, limite oltre il quale il dato è da considerarsi alterato (standard di qualità).

Inoltre le indagini chimico-fisiche e batteriologiche delle acque correnti soffrono di precisi limiti spazio temporali: i dati analitici sono infatti puntiformi ed istantanei e sicuramente rappresentativi solo della situazione nel punto e nel momento del prelievo. Molte cause, come sversamenti estemporanei o intermittenti e variazioni di portata, sono in grado di indurre rapidamente notevoli fluttuazioni dei parametri che possono sfuggire al rilevamento. Infine risulta in pratica impossibile riuscire a definire gli effetti che le diverse cause perturbanti, le loro interazioni e sinergismi, possono produrre sugli organismi e quindi il reale impatto sull'ecosistema.

Per superare questi limiti sono perciò indispensabili ampie conoscenze su tutte le componenti dell'ecosistema, sulle reciproche influenze e sui fattori che possono perturbarne l'equilibrio. Da alcuni anni è stato introdotto nella routine del controllo sui corsi d'acqua il monitoraggio biologico che utilizza alcuni organismi acquatici quali indicatori biologici di qualità. Questo metodo di indagine, valutando gli effetti indotti sulle comunità biologiche dalle diverse cause di turbativa, permette di fornire un quadro sintetico dello stato di qualità biologica dei corsi d'acqua ma non è in grado di fornire risposte precise sulle possibili cause di inquinamento. I risultati ottenuti con il monitoraggio biologico non si pongono quindi in alternativa a quelli dell'analisi chimico-fisica e microbiologica, ma sono ad essi complementari.

Solo l'integrazione di dati provenienti da diversi approcci metodologici, compresa l'indagine biologica, permette di ottenere una valutazione più corretta e completa possibile sullo stato di qualità di un corso d'acqua.

Nella valutazione della qualità biologica del torrente Chioma è stato utilizzato il calcolo dell'E.B.I. (Extended Biotic Index).

### ***Gli indicatori biologici***

L'ecosistema è l'insieme di una comunità biologica (biocenosi) e dell'ambiente fisico in cui essa vive. Queste due componenti interagiscono tra loro in modo dinamico tanto da determinare reciproche modificazioni,

In un ecosistema equilibrato la comunità biologica presenta tutti i livelli trofici ed è diversificata, ricca di specie ciascuna delle quali non prevale numericamente sulle altre.

Quando un agente perturbante causa una alterazione superiore ai limiti delle capacità omeostatiche degli organismi, la componente biotica tende a perdere il suo equilibrio semplificando la sua composizione con la scomparsa delle specie più sensibili e con un aumento nel numero di individui di quelle più tolleranti che trovano un ambiente a ridotta competitività. Alcune specie potranno essere sostituite da altre meglio adattate alle mutate condizioni.

La presenza o l'assenza di particolari gruppi di organismi, o le modificazioni nella composizione dell'intera biocenosi, possono fornire indicazioni sulle alterazioni subite dall'ambiente per varie cause, spesso complesse e difficilmente misurabili direttamente, e quindi contribuire a definirne lo stato di qualità. Questi organismi sono chiamati indicatori biologici della qualità ambientale. Un buon indicatore biologico deve rispondere ad alcuni requisiti fondamentali come essere sensibile alle variazioni ambientali, essere di uso pratico, generalizzabile e privo di errori sistematici, fornire informazioni originali esprimibili in un linguaggio comprensibile a tutti.

### ***Gli indicatori biologici delle acque correnti***

Tra i diversi gruppi di organismi che compongono le biocenosi delle acque correnti (Batteri, Alghe, Protozoi, Macrofite, Micro e Macroinvertebrati) i macroinvertebrati sono considerati i più adatti ad essere utilizzati come indicatori della qualità ambientale.

I principali vantaggi nell'uso delle popolazioni macrobentoniche quali indicatori biologici sono rappresentati dal diverso grado di sensibilità verso gli agenti inquinanti delle diverse specie, dalla loro scarsa mobilità e dalla facilità di raccolta e di identificazione. Inoltre, avendo cicli biologici abbastanza lunghi, sono reperibili in pratica tutto l'anno. La relativa stabilità dei cambiamenti indotti nelle loro popolazioni consente di riconoscere, anche a distanza di tempo, gli effetti cumulativi prodotti dalle diverse cause perturbanti, siano esse continue o solo temporanee, che hanno agito per tutto il periodo precedente al campionamento.



“Queste comunità funzionano come dei nastri registratori: uno scarico tossico saltuario potrà forse sfuggire al controllo chimico, ma lascerà una cicatrice evidente nelle comunità di organismi che vivono in quest’acqua 24 ore su 24 e costituiscono la più sofisticata rete di controllo dislocata su ogni metro quadrato del fiume.” (Ghetti, 1988).

### ***I macroinvertebrati***

I macroinvertebrati (così chiamati in contrapposizione ai cosiddetti microinvertebrati, piccoli organismi microscopici come Protozoi, Nematodi, Rotiferi, Ostracodi, Copepodi ecc.) sono piccoli organismi di dimensioni comprese tra il millimetro e pochi centimetri che colonizzano il fondo dei corsi d’acqua. Essi comprendono principalmente forme larvali di insetti, ma anche insetti adulti, Anellidi, Molluschi, Crostacei, Platelminiti ecc. Sono animali che vivono abitualmente, o per almeno una parte della loro vita, in rapporto con il substrato. Alcuni tendono a vivere sulla superficie di esso o nei primissimi centimetri (organismi epibentonici), altri popolano l’interno dei sedimenti (organismi freaticoli). Le caratteristiche del substrato, insieme alla variabilità delle altre condizioni fisico chimiche condizionano la struttura e la distribuzione delle biocenosi macrobentoniche.

### ***Fattori che influenzano la struttura delle biocenosi macrobentoniche***

Un corso d’acqua non costituisce un ecosistema omogeneo ma deve essere interpretato come una serie di ecosistemi successivi nella direzione della corrente. Dalla sorgente alla foce variano la pendenza, la velocità della corrente, le caratteristiche del substrato, la portata, l’ossigenazione, il contenuto di nutrienti, la temperatura, la torbidità. Esiste inoltre un gradiente trasversale determinato dalla forma dell’alveo, dalla diversa profondità, tipo di substrato e velocità della corrente tra il centro del corso d’acqua e le sue sponde. L’interazione tra tutti questi fattori crea un mosaico di microhabitat ciascuno colonizzato da una comunità con struttura caratteristica. La corrente è uno dei fattori che più influiscono nel determinare le caratteristiche e la struttura delle biocenosi macrobentoniche. I macroinvertebrati utilizzano tutta una serie di meccanismi di tipo morfologico e comportamentale per contrastare l’azione della corrente. Essi si adattano all’ambiente modificando il proprio corpo che spesso si presenta appiattito, con forma idrodinamica e privo di strutture sporgenti, oppure sviluppando ventose, uncini, unghie o producendo secrezioni adesive per ancorarsi al substrato. Tra gli adattamenti comportamentali sono: la ricerca di ambienti protetti, come fanno gli organismi freaticoli o quelli che vivono sotto le pietre e tra la vegetazione, le migrazioni contro corrente ed i voli di risalita per colonizzare nuove zone a monte. Nonostante questi accorgimenti, un piccolo numero di individui viene comunque asportato dalla corrente verso valle. Questo fenomeno, chiamato drift, assume una notevole importanza per la regolazione del numero di individui presenti in un certo habitat e per la possibilità di ricolonizzare tratti a valle che abbiano subito eccessive riduzioni per periodi di magra prolungati, piene o inquinamento. Un basso numero di individui viene asportato continuamente (drift costante) mentre nei primi momenti di una piena il numero può essere elevato (drift catastrofico). Di direzione contraria ai precedenti è il drift comportamentale che è principalmente legato a fenomeni di risalita degli adulti verso monte per la deposizione. Anche il ruolo trofico e la competizione alimentare possono influenzare la distribuzione dei macrobenthos. Le comunità dei macroinvertebrati svolgono negli ambienti di acque correnti un ruolo trofico molteplice e complesso essendo presenti in pratica a tutti i livelli dei consumatori. Accanto a organismi erbivori (tagliuzzatori, raschiatori ecc.) sono presenti organismi detritivori (raccoglitori, filtratori, collettori ecc.) che si nutrono di detrito organico di origine sia vegetale che animale. Al vertice si pongono vari gruppi di predatori. In un corso d’acqua però i produttori primari sono generalmente assai scarsi e rappresentati solo dal periphiton (una pellicola che ricopre i fondi duri formata principalmente da microalghe incrostanti, ma anche da funghi, batteri e muschi) e talvolta da macroalghe filamentose sessili. La poca sostanza organica autoctona non è sufficiente a sostenere una catena trofica complessa. Questa perciò dipende in gran parte dall’apporto di materiale organico alloctono (foglie, residui vegetali e resti di animali) provenienti dalla vegetazione circostante. Le foglie ed i detriti vegetali (particolato

grossolano) vengono utilizzate da vari organismi tagliuzzatori e macroraccoglitori, macrofiltratori che producono particelle più piccole (particolato fine). Queste sono a loro volta metabolizzate da altri organismi microraccoglitori, microfiltratori, raschiatori ecc.

Nella parte alta del corso d'acqua, dove è maggiore la quantità di particolato grossolano, prevalgono i trituratori-sminuzzatori e i macroraccoglitori-filtratori, mentre nel tratto vallivo sono preponderanti i microfiltratori e gli erbivori raschiatori. Oltre all'apporto trofico la copertura vegetale ripariale e di bacino favorisce in molti altri modi le comunità fluviali ed è indispensabile per la sopravvivenza e la stabilità dell'ecosistema fluviale. La vegetazione ripariale esercita infatti un controllo sulle condizioni fisiche dell'ambiente acquatico: regola con l'ombreggiatura la temperatura dell'acqua attenuando l'escursione termica giornaliera e stagionale; con le radici stabilizza le sponde ritardando l'erosione e contribuendo così al mantenimento delle caratteristiche del corso d'acqua; favorisce la diversificazione degli ambienti creando particolari habitat ripariali; riduce la velocità della corrente favorendo la sedimentazione delle particelle più fini che provocano la torbidità delle acque. Infine le fasce di vegetazione ripariale hanno un elevato potere di rimozione dei nutrienti (denitrificazione) svolgendo così un notevole effetto protettivo nei confronti dell'eutrofizzazione. La copertura vegetale di bacino riduce l'impatto della pioggia sul suolo limitandone l'erosione, favorisce l'infiltrazione delle acque mantenendo elevata la porosità del terreno, attenua le oscillazioni di portata e riduce il tenore dei solidi sospesi contribuendo a ridurre la torbidità delle acque.

Infine la struttura delle comunità può non essere costante durante il corso dell'anno e variare in funzione dei cicli biologici degli organismi. Infatti molti di essi, come gran parte degli insetti, vivono nell'acqua solo durante la fase larvale. Alcuni di questi hanno una sola generazione all'anno (specie univoltine) e si trovano nel corso d'acqua solo in alcuni periodi. Altre specie, che hanno più generazioni per anno (polivoltine) ed altri ancora cicli di più anni (poliannuali), sono di rinvenimento più costante.

I macroinvertebrati costituiscono a loro volta l'alimento preferenziale dei pesci. Gli invertebrati acquatici più sensibili e quindi più utili come indicatori biologici appartengono alla classe degli Insetti. Tra questi i più importanti sono:

*TAVOLA 33 Alcuni esempi dei principali gruppi di macroinvertebrati bentonici (modif. da Campaioli et al., 1994).*

*TAVOLA 34. Adulta e larva del Plecottero Perla marginata (modif. da Campaioli et al., 1994).*

*TAVOLA 35. Efemeratteri: adulta e larve. Da sinistra forme piatte, scavatrici, nuotatrici, marciatrici (modif. da Campaioli et al., 1994).*

*53. Residui fogliari dopo l'azione degli organismi tagliuzzatori.*

*54. Larva di Plecottero del genere Perla.*

*55. Larva di Plecottero del genere Siphonoperla.*

*56. Larva di Efemerottero del genere Ecdyonurus.*

*57. Larva di Efemerottera del genere Ephemerella.*

*58. Larva di Tricottero della famiglia Sericostomatidae.*

*59. Larva di Tricottero della famiglia Hydroptilidae.*

*60. Larva di Coleottero della famiglia Dytiscidae.*

*61. Larva di Dittero della famiglia Anthomyidae.*

*62. Eterotteri adulti del genere Gerris che pattinano sull'acqua.*

*63. Crostaceo della famiglia Gammaridae.*

*64. Retino durante il campionamento.*

*65. Particolari del bicchiere di raccolta con il campione.*

*66. Raccolta manuale degli organismi.*

*67. Un Efemerottero del genere Ecdyonurus raccolto manualmente.*

### ***I Plecotteri***

I Plecotteri sono un ordine di insetti emimetaboli (a metamorfosi graduale) con larve acquatiche abbastanza simili all'adulto, ma prive di ali e munite di due lunghi cerci caudali (Tav. 33). Il periodo larvale è generalmente lungo, arrivando a due-tre anni per le forme più grandi. Dopo numerose mute raggiungono lo stadio di ninfa con il completo sviluppo degli astucci alari. Hanno apparato boccale masticatore; alcuni sono predatori altri detritivori o erbivori. La respirazione è cuticolare, ma in alcune specie sono presenti tracheobranchie toraciche.

Gli adulti, che vivono fuori dall'acqua, hanno quattro ali membranose tenute sovrapposte sul dorso. Poco adatti al volo, non si allontanano molto dalla zona di sfarfallamento. Generalmente non si alimentano e la loro breve vita si esaurisce in meno di un mese.

Le larve sono stenoterme fredde e necessitano di acque chiare, fresche e ben ossigenate. Litofili, vivono di preferenza su substrati duri privilegiando le zone dove la corrente è meno forte: sotto le pietre e vicino alle rive. I Plecotteri sono generalmente molto sensibili all'inquinamento anche se alcune specie ne tollerano modesti livelli. Vengono considerati come i più importanti indicatori biologici di qualità delle acque correnti.

I Plecotteri più frequentemente rinvenuti nel torrente Chioma appartengono ai generi *Leuctra*, *Siphonoperla* (Foto 55), *Isoperla* e, nella parte alta del corso, al genere *Perla* (Foto 54) e, più raramente, *Protonemura*.

### ***Gli Efemerotteri***

Sono insetti emimetaboli noti per l'estrema brevità della vita immaginale che dura generalmente da poche ore a pochi giorni. Gli adulti hanno infatti l'apparato buccale regredito e non si nutrono dedicandosi esclusivamente alla riproduzione. Le ali membranose, con le posteriori ridotte o assenti, sono portate verticalmente al corpo. Il ciclo vitale può essere univoltino o polivoltino con 2 o più generazioni all'anno.

Le forme larvali, generalmente erbivore o detritivore, conducono vita acquatica e sono caratterizzate dalla presenza di tracheobranchie addominali e di tre prolungamenti caudali: i due cerci laterali ed il paracercio centrale.

Le larve di Efemerotteri presentano adattamenti morfologici e comportamentali notevolmente diversificati in funzione della corrente, del substrato e, in genere, del tipo di habitat preferenziale. Per questo motivo vengono distinte in: larve piatte con il corpo fortemente appiattito per ridurre la resistenza alla corrente, sono litofile e possono infilarci sotto e tra le pietre; larve nuotatrici, con il corpo fusiforme e idrodinamico per opporsi alla corrente, sono in grado di nuotare efficacemente; larve scavatrici, con il corpo allungato, cilindrico e forti zampe, scavano gallerie nei fondi sabbiosi e limosi; larve marciatrici, con il corpo più tozzo e zampe robuste, preferiscono zone protette dalla corrente e si spostano camminando (Tav. 35).

Gli Efemerotteri sono i macroinvertebrati più abbondanti nelle acque correnti e costituiscono una importante risorsa alimentare per i pesci. Sono in genere abbastanza sensibili all'inquinamento rappresentando indicatori di buona qualità ambientale. Gli appartenenti alla famiglia Heptageniidae (genere più diffuso *Ecdyonurus*) sono piuttosto esigenti, mentre *Beatidae* e *Coenidae* sopportano livelli di inquinamento relativamente elevati.

Le larve di Efemerotteri di più frequente riscontro nelle acque del torrente Chioma appartengono ai generi *Baetis*, *Caenis*, *Ecdyonurus* (Foto 56), *Ephemerella* (Foto 57), *Habroleptoides*, *Habrophlebia* con diversa gradualità di frequenza (*Habroleptoides* è presente solo nelle stazioni più alte).

### ***I Tricotteri***

Sono insetti olometaboli (a metamorfosi completa) con larve acquatiche. Gli adulti, che conducono vita aerea, assomigliano a piccole farfalle notturne con le ali ricoperte di peli portate a tetto sul dorso e lunghissime antenne.

TAVOLA 36. Ciclo biologico di un Tricottero. A: massa ovigera deposta sulla pagina inferiore di una foglia; B: massa ovigera che cade sul fondo; C: giovane larva; D: larva matura che cammina sul fondo; E: fodero pupale; F: pupa che nuotando raggiunge la superficie dell'acqua; G: pupa matura dalla quale emerge l'insetto perfetto; H: immagine che si asciuga all'aria; I: immagine in volo (Moretti, 1983).

TAVOLA 37. Tricotteri: forma libera e forma con astuccio larvale (modif. da Moretti, 1983)

68. Allievi durante l'esame iniziale sul posto degli organismi raccolti.

69. Allievi durante il lavoro alla Stazione 4.

Le larve di molte specie proteggono il loro addome all'interno di un fodero larvale che viene trascinato dietro durante gli spostamenti. Questo astuccio protettivo è costruito cementando insieme granelli di sabbia, sassolini o frammenti vegetali. Talvolta questo assume un aspetto regolare e caratteristico per alcune famiglie costituendo un ausilio per l'identificazione. Poche specie conducono vita libera o all'interno di ricoveri rivestiti di materiale sericeo (Tav. 37). All'interno dell'astuccio le larve mature si impupano e subiscono la metamorfosi. Le larve di Tricotteri presentano sull'ultimo segmento addominale due tipiche appendici (pigopodi) munite di forti unghie che servono all'animale come ancoraggio all'astuccio larvale o al substrato nelle forme libere.

I Tricotteri popolano svariati ambienti di acqua dolce: alcune specie colonizzano i laghi o le acque stagnanti, altre i corsi d'acqua dai ruscelli ai fiumi. La variabilità ecologica è notevole come è vario il regime alimentare (erbivori, detritivori, carnivori). Salvo alcune eccezioni, la sensibilità all'inquinamento è elevata e fa ritenere i Tricotteri buoni indicatori biologici di qualità dell'acqua. Le famiglie più rappresentate nel torrente Chioma sono *Philopotamidae*, *Hydropsichidae*, *Hydroptilidae* (Foto 59), *Policentropodidae* e, in minor misura, *Beraeidae*, *Rhyacophilidae* e *Sericostomatidae* (Foto 58).

Altri ordini di insetti, come Coleotteri, Ditteri, Odonati, Eterotteri, sono rinvenibili nelle acque correnti ma rivestono in genere un'importanza minore, anche se non trascurabile, come indicatori di qualità per la loro limitata sensibilità all'inquinamento.

Alcuni di questi possono però presentare un interesse proprio per questo motivo e fornire comunque utili informazioni. Ad esempio le larve dei Ditteri Chironomidi sono molto resistenti agli agenti inquinanti e divengono numerosissime e dominanti in ambienti notevolmente alterati. Tra questi Chironomidi i *Chironomus* gr. *thummi-plumosus* posseggono un pigmento respiratorio simile all'emoglobina che dà al loro corpo un caratteristico colore rosso. Questo adattamento consente loro di vivere in acque a basso tenore di ossigeno e forte carico organico: questi Chironomidi vengono utilizzati come indicatori di inquinamento organico. Rappresentanti di questo gruppo sono stati rinvenuti in alcuni campionamenti alla foce del torrente Chioma.

### ***Gli indici sintetici***

Le informazioni fornite dagli indicatori biologici possono risultare talora difficilmente valutabili dai non specialisti. È necessario allora tradurle in una forma, possibilmente numerica, di più rapida e facile comprensione. I segnali provenienti da più indicatori possono poi essere combinati e integrati tra loro ed espressi con una scala di valori numerici convenzionali ottenendo i cosiddetti indici sintetici. Per le acque correnti sono stati proposti vari indici basati sull'analisi delle biocenosi bentoniche quali i Sistemi Sabrobici, gli Indici Biotici, gli Indici di Biodiversità. Tra questi l'Extended Biotic Index è quello che ha mostrato di adattarsi meglio alla situazione italiana ed è diventato di uso generalizzato.

Adottato già a metà degli anni 80 da alcune regioni italiane (tra cui la Regione Toscana), l'E.B.I. è stato successivamente inserito anche dalla legislazione nazionale tra i metodi ufficiali previsti per il controllo della qualità delle acque (D. Lgs. del 25.01.92 n° 130).

### **L'Extended Biotic Index (E.B.I.) modif. Ghetti, 1986**

L'E.B.I. (Extended Biotic Index) è conosciuto anche nella traduzione italiana I.B.E. (Indice Biotico Esteso). Proposto da Woodiwiss nel 1978, è stato adattato alla situazione italiana da Ghetti e Bonazzi nel 1981 e successivamente formalizzato nella stesura definitiva da Ghetti nel 1986. L'E.B.I. esprime la sintesi di due diversi indici di qualità tenendo conto da un lato della diversa sensibilità all'inquinamento di alcuni gruppi faunistici di macroinvertebrati e dall'altro degli effetti prodotti da questo sulla variabilità biologica, cioè della ricchezza complessiva in *taxa* della comunità macrobentonica. Esprime perciò la correlazione esistente tra la composizione della comunità e la qualità dell'ambiente fornendo, con un valore numerico convenzionale, una valutazione sintetica della qualità biologica del corso d'acqua, complementare al controllo chimico fisico, che non è più dipendente dal momento del prelievo, ma dalla somma degli effetti dei vari momenti inquinanti. Ciò consente anche una gestione più corretta e finalizzata delle indagini chimico-fisiche e microbiologiche, che rimangono comunque le uniche in grado di fornire informazioni sulla natura e sulla quantità degli agenti inquinanti. La visione di insieme ottenibile fornisce anche utili indicazioni sullo stato del processo di autodepurazione del corso d'acqua e consente l'analisi di impatto ambientale, la programmazione di interventi di tutela per le zone di particolare pregio e di recupero di quelle più degradate permettendo inoltre la valutazione degli effetti ottenuti in seguito ai provvedimenti presi.

### ***Il Protocollo di applicazione dell'E.B.I.***

Al fine di ridurre il margine di errore e di variabilità dovuti all'operatore, il protocollo di applicazione dell'E.B.I. prevede una serie di procedure relativamente standardizzate. Le varie fasi possono essere così riassunte:

- studio preliminare del corso d'acqua, comprendente principalmente informazioni sul reticolo idrografico, morfologia del corso e profili delle pendenze, localizzazione degli scarichi ecc. Sulla base di questi dati si procede alla localizzazione delle stazioni di campionamento.
- procedure di campionamento e prima definizione del valore di indice. Dopo aver compilato una scheda di campo rilevando i caratteri ambientali della stazione (morfologia dell'alveo, tipo e dimensione del substrato, profondità, velocità della corrente, eventuali indicatori ambientali ecc.) si procede al campionamento. Questo viene effettuato ponendo controcorrente un retino immanicato con rete a maglie fitte. Procedendo lungo un ideale percorso diagonale, rappresentativo del tipo di ambiente più diffuso nel tratto considerato, si smuove il fondo raccogliendo con il retino gli organismi così liberati e rimuovendo manualmente quelli non ancora distaccati. Dopo un esame iniziale sul posto degli organismi raccolti ed una prima valutazione della struttura della comunità macrobentonica, è opportuno procedere ad un ulteriore campionamento volto a confermare il risultato precedente e ad eliminare le eventuali incertezze. I campioni vengono fissati e portati in laboratorio per una verifica finale.
- procedure per il controllo in laboratorio e definizione del valore dell'E.B.I. I campioni portati in laboratorio sono sottoposti ad una più accurata separazione degli organismi dal detrito e ad una verifica e approfondimento della determinazione sistematica con l'identificazione delle Unità Sistematiche. L'Unità Sistematica è il livello obbligato di definizione tassonomica (genere o famiglia) a cui è necessario giungere per ogni Gruppo Faunistico (Tab. 26). Dopo aver identificato tutte le U.S. che compongono la comunità macrobentonica, si procede al calcolo definitivo del valore di E.B.I. ed alla formulazione del giudizio di qualità, valutando le possibili cause di turbative ambientali.

Gruppi Faunistici	Livelli di determinazione tassonomica per definire le "Unità Sistematiche"
PLECOTTERI	genere
TRICOTTERI	famiglia
EFEMEROTTERI	genere
COLEOTTERI	famiglia
ODONATI	genere
DITTERI	famiglia
ETEROTTERI	genere
CROSTACEI	famiglia
MOLLUSCHI	genere
TRICLADI	famiglia
IRUDINEI	genere
OLIGOCHETI	famiglia

TABELLA 26. Livelli obbligati di definizione tassonomica.

### **Il calcolo del valore dell'E.B.I.**

Per il calcolo del valore dell'E.B.I. si utilizza una tabella a due entrate (Ghetti, 1986), dove nelle righe dell'ingresso orizzontale sono riportati alcuni Gruppi Faunistici in ordine decrescente di sensibilità all'inquinamento, mentre nelle colonne dell'ingresso verticale il numero totale delle U. S. costituenti la comunità (Tab. 27).

Il punto di incontro dell'ingresso orizzontale dato dalla riga corrispondente al gruppo più sensibile presente con l'ingresso verticale definito dalla colonna del numero totale delle U.S. trovate, determina il valore dell'indice biotico espresso come numero intero. I valori di E.B.I. sono compresi tra 14 per situazioni eccellenti e 1 per quelle pessime. In pratica solo eccezionalmente vengono superati nei corsi d'acqua italiani valori di E.B.I. di 11 o 12.

### **Le Classi di Qualità**

Per una comprensione più immediata i valori dell'E.B.I. possono essere trasformati e raggruppati in 5 Classi di Qualità delle acque definite da un giudizio di qualità e da un numero romano.

A ciascuna Classe di Qualità viene quindi assegnato un colore convenzionale (dall'azzurro per la Classe I, ambiente non inquinato, al rosso per la Classe V, ambiente fortemente inquinato) che riportato su mappe, consente la stesura di carte di qualità anche di interi reticoli idrografici (Tab. 28). Questa visualizzazione permette una lettura immediata ed agevole della situazione nel suo complesso e costituisce uno strumento di notevole utilità per la gestione del territorio.

*TABELLA 27. Tabella per il calcolo del valore di E. B. I. Legenda: giudizio dubbio per errore di campionamento, per presenza di organismi di drift non scartati dal computo, per ambiente non colonizzata adeguatamente, per tipologia non valutabile con l'E.B.I. (es. sorgenti, acque di scioglimento dei nevai, acque ferme, zone deltizie, salmastre).*

*\* : questi valori di indice vengono raggiunti raramente nelle acque correnti italiane per cui occorre prestare attenzione, sia nell'evitare la somma di biotipologie (incremento artificioso della ricchezza in taxa), che nel valutare eventuali effetti prodotti dall'inquinamento, trattandosi di ambienti con una naturale elevata ricchezza in taxa.*

*TABELLA 28-. Tabella di conversione dei valori di E.B.I. in Classi di Qualità, con relativo giudizio e colore per la rappresentazione in cartografia. I valori intermedi tra due classi vanno rappresentati mediante tratti alternati dei colori corrispondenti alle due classi.*

### **Il mappaggio biologico del torrente Chioma**

Il Chioma è un piccolo torrente tirrenico che drena un bacino di circa 20 kmq quasi interamente coperto da macchia mediterranea. Il regime idrologico, strettamente dipendente dalle condizioni meteorologiche, è tipicamente mediterraneo con lunghi periodi estivi di magra. La portata è

comunque piuttosto limitata anche durante il regime di morbida. Sono possibili episodi primaverili o autunnali di piena, talora intensi. La sorgente è posta alle falde di poggio Ginepraia, sulla strada per Gabbro e la sua foce nei pressi di Quercianella. L'asta principale si sviluppa per circa 8,5 Km con un dislivello di poco superiore ai 260 metri. Nei primi 2 Km del percorso la pendenza è più elevata (mediamente intorno all'8%) per poi ridursi a valori inferiori al 2%.

In tutto il bacino si rileva un basso grado di antropizzazione con testimonianze di abbandono di aree e strutture. Sono presenti alcuni fabbricati rurali, ovili occasionali e, a valle nei pressi della foce, l'impianto di depurazione delle acque urbane di Quercianella. Maggiori particolari su questo argomento sono forniti dal lavoro del gruppo dell'I.T.G. Buontalenti.

### ***Stazioni di campionamento***

Lungo l'asta principale del torrente sono state individuate cinque stazioni di campionamento. La localizzazione delle stazioni è stata concordata con gli altri gruppi, chimico e microbiologico, che hanno operato sulle acque del torrente. Per quanto ci riguarda la scelta è stata dettata da motivazioni sia di carattere tecnico che didattico. Le principali sono state la loro rappresentatività della zonazione longitudinale e della tipologia dominante nei diversi tratti, la necessità di valutare l'impatto del depuratore e degli altri insediamenti significativi dal punto di vista dell'inquinamento e, naturalmente, la loro accessibilità.

Stazione 1: Sorgenti, è rappresentativa dell'ambiente sorgivo,

Stazione 2: Cafaggio, rappresentativa del tratto torrentizio,

Stazione 3 : Gorgo, rappresentativa della parte alta del tratto pedemontano,

Stazione 4: Monte depuratore, rappresentativa del tratto vallivo;

Stazione 5: Valle depuratore, posta a valle del depuratore nella zona di foce.

### ***I periodi di campionamento***

I campionamenti sono iniziati nella primavera del 1993 e sono proseguiti per il triennio previsto dal Progetto. Un ulteriore campionamento è stato effettuato anche nel 1996.

Per ragioni legate ai tempi ed ai programmi scolastici, le uscite per i campionamenti sono state possibili una sola volta l'anno, generalmente a maggio. Non sono perciò disponibili dati relativi ad altri periodi. Ad ogni uscita sono state campionate tutte le stazioni.

Le condizioni idrologiche incontrate durante i prelievi, pur nella diversità delle portate, erano classificabili come regime di morbida con l'unica eccezione del 1994. In quell'occasione la quantità d'acqua particolarmente bassa ci ha indotto a definire un regime di magra. Questa situazione idrologica, che si protraveva da diverso tempo, ha determinato uno stress ambientale che ha avuto come effetto una riduzione della variabilità biologica, e quindi del valore di E.B.I., evidente in tutte le stazioni.

### ***Le modalità di campionamento***

Data la preminente finalità didattica del progetto, tutte le operazioni previste sono state effettuate per ciascuna stazione da uno solo dei diversi gruppi di allievi che partecipavano all'uscita (Foto 69). Il gruppo, dopo aver compilato la scheda di campo rilevando le principali caratteristiche ambientali della stazione, procedeva al campionamento utilizzando un retino standard per macroinvertebrati (21 maglie al cm) e bicchiere di raccolta terminale (Foto 64, 65, 66, 67).

Il successivo esame sul campo degli organismi raccolti (Foto 68) per una prima valutazione della struttura della comunità non è stato sempre completato. Ciò non ha consentito in tutti i casi di rilevare subito gli errori di campionamento compiuti e di porvi rimedio. Solo a posteriori è stato perciò possibile rendersi conto dell'errore compiuto nel campionamento della stazione 4 del 1993 che ha determinato una evidente sottostima della ricchezza biologica di quell'ambiente. I campioni raccolti sono stati fissati con alcol al 70% e portati in laboratorio.

### ***Controllo finale in laboratorio e calcolo dell'E.B.I.***

Buona parte delle operazioni di separazione e determinazione sistematica è stata quindi svolta successivamente in laboratorio sul materiale fissato, con più calma e privilegiando gli aspetti didattici del lavoro. Questa fase ha richiesto l'uso di microscopi stereoscopici, e occasionalmente di microscopi ottici, per l'identificazione delle Unità Sistematiche dei più diffusi manuali per il riconoscimento dei macroinvertebrati.

Si è proceduto quindi al calcolo finale dell'E.B.I. ed alla formulazione del giudizio di qualità.

*70. Ambiente della Stazione 1.*

*71. Ambiente della Stazione 2.*

*72. Ambiente della Stazione 3.*

*73. Particolare del guado in cemento e dello sviluppo algale a monte.*

*74. Ambiente della Stazione 4.*

*75. Ambiente della Stazione 5.*

*76. L'abbondante sviluppo algale nel 1994 alla Stazione 5.*

*TAVOLA 38. Mappa del torrente Chioma con le stazioni di rilevamento.*

### ***La valutazione dei risultati***

In luogo di una analisi su base annua dell'intero corso, si è preferita una valutazione stazione per stazione confrontando i dati provenienti dai diversi campionamenti annuali in modo da evidenziare l'evoluzione temporale della situazione di ciascun tratto. Alcune considerazioni generali sul torrente nel suo complesso sono comunque riportate nelle conclusioni. Per il loro interesse sono stati utilizzati nella valutazione e nell'esposizione dei risultati anche i dati provenienti dal campionamento eseguito nel 1996.

### **STAZIONE 1 (Sorgenti)**

Posta presso la località Palazzine, a circa 200 metri dalle Sorgenti e ad una altitudine di 260 s.l.m., risulta completamente immersa in una densa copertura arborea e arbustiva che limita notevolmente la penetrazione della luce. L'alveo è costituito da una trincea nel terreno di scarsa profondità e larghezza (circa 90 cm) nella quale al momento dei prelievi scorreva una limitata quantità di acqua limpida. Il substrato è costituito da roccia, ghiaia fine ed una consistente quantità di residui vegetali non ancora degradati (Foto 70).

### ***Commenti***

La comunità macrobentonica risulta semplificata e composta da solo una decina di Unità Sistematiche, ciascuna rappresentata da un numero elevato di individui. Da notare l'assenza di Plecotteri, la ridotta presenza di Efemerotteri e Tricotteri, e, al contrario, l'abbondanza dei Crostacei Gammandi e dei Ditteri Chironomidi. Questa situazione, che può apparire come conseguenza di un inquinamento, è invece determinata da alcune condizioni naturali comuni a tutte le acque appena sorgenti. L'ambiente, come dimostrano le analisi chimiche, è infatti caratterizzato da un basso tenore di ossigeno disciolto e da uno scarso contenuto in sostanze nutritive (oligotrofia). Questi fattori limitanti non permettono alle acque della stazione di sostenere una catena trofica complessa e le rendono poco adatte alla colonizzazione ed alla stabile presenza di popolamenti equilibrati. In ambienti di questo tipo è di norma sconsigliabile applicare il metodo dell'E.B.I. che porterebbe ad una sottostima del reale livello la qualità. Per questo motivo ci siamo limitati solo ad una indagine conoscitiva della popolazione macrobentonica procedendo ad un unico campionamento, anche in considerazione della limitatezza e della fragilità dell'ambiente.

### **STAZIONE 2 (Località Cafaggio)**

La stazione è situata nelle vicinanze di località Cafaggio, a circa 1700 metri dalla sorgente e ad una altitudine di 110 m s.l.m., poco a valle del punto in cui la strada, incontrato il torrente, presenta il bivio per l'albergo del pastore. È individuata dalla confluenza del Chioma con il tributario di destra proveniente dalla zona Cafaggio. Si presenta ricca di vegetazione che ricopre completamente il



torrente come la volta di una galleria. L'alveo, relativamente ampio (circa 4,5 m), ha una apprezzabile pendenza e morfologia disomogenea. L'acqua limpida scorre con alternanza di piccole cascatelle, raschi e pozze. Il substrato è costituito da massi, ciottoli e ghiaia con abbondante detrito e frammenti vegetali in parte degradati. Il *periphiton* non è molto sviluppato (Foto 71).

### **Commenti**

La stazione presenta le caratteristiche di substrato, turbolenza, acque fresche e ossigenate tipiche del tratto metaritrale. La variabilità biologica della fauna bentonica è alta con 24 Unità Sistematiche sicure più altre probabili. La comunità appare ben strutturata, in equilibrio tra i diversi ruoli trofici e nei rapporti numerici tra le varie popolazioni. L'ottima qualità generale è testimoniata inoltre dalla presenza di quattro, forse cinque, generi di Plecotteri, tra i quali *Perla*, particolarmente sensibile all'inquinamento; di cinque generi di Efemerotteri tra cui *Ecdyonurus* e di almeno sei famiglie di Tricotteri. Il calcolo dell'E.B.I. ha fornito sempre valori di 11 (con l'eccezione del 1994 per i motivi già esposti), che hanno permesso di classificare le acque come decisamente appartenenti alla I classe di qualità. Questa stabilità nel tempo delle caratteristiche biologiche della stazione indica un buon equilibrio ambientale e assenza di turbative importanti. L'unica nota negativa è presente alla confluenza con il piccolo corso secondario di destra proveniente dall'area Cafaggio. Negli ultimi due anni in questo punto si è evidenziato una crescita di alghe verdi filamentose (*cladophora*) numerosi Ditteri Chironomidi e, sotto le pietre, di un feltro mucoso prodotto da diatomee peduncolate (*Gomphonema*). Questa locale e limitata eutrofizzazione, che non sembra alterare significativamente la qualità del corso principale, è presumibilmente causata da un aumentato apporto organico proveniente dalla suddetta località.

### **STAZIONE 3 (Località il Gorgo)**

Posta nei pressi della località Gorgo, immediatamente a valle del punto dove la strada per Nibbiaia guarda il torrente, ha una altitudine di 60 m s.l.m. e dista circa 4300 m dalla sorgente. L'alveo è più largo (circa 7 metri) con il substrato costituito da massi, ciottoli e ghiaia. La vegetazione arborea è ancora abbondante ma non copre più completamente l'alveo. La parziale insolazione determina un aumento e una maggiore variabilità della temperatura dell'acqua. È presente un feltro perfitico abbastanza diffuso, e in alcune pozze si nota lo sviluppo di alghe verdi filamentose. Poco a monte della stazione è presente un ovile utilizzato fino al 1994 e in seguito abbandonato (Foto 72).

### **Commenti**

Il popolamento macrobentonico appare ricco e ben diversificato nei diversi ruoli trofici e nei rapporti tra gruppi faunistici. La variabilità biologica complessiva è ancora alta, tuttavia si evidenzia un certo cambiamento conseguente alle diverse condizioni ambientali del tratto più vallivo. Tendono a scomparire alcuni dei *taxa* maggiormente reofili ed esigenti come i Plecotteri *Perla* e *Protonemura*, i Tricotteri *Beraeidae* e *Sericostomatidae* sostituiti da organismi più tolleranti come l'Efemerottero *Caenis*, vari Coleotteri, Ditteri e Oligocheti. Da notare per altro la tendenza ad un certo miglioramento nel tempo della qualità delle acque: nei primi due anni di campionamento il calcolo dell'E.B.I. ha fornito valori di 10, mentre in entrambi gli anni successivi il valore è passato a 11. La classe di qualità è comunque sempre la I. Questo miglioramento è significativamente concomitante al mancato utilizzo dell'ovile a partire dal 1995. La riduzione dell'apporto trofico risulta visibile anche ad un esame superficiale dell'ambiente per la riduzione della crescita delle alghe verdi filamentose.

Un aspetto negativo è dato invece dalla presenza del guado che, limitando il libero fluire delle acque, provoca la formazione a monte di una zona di raccolta di acque più ferme con caratteristiche di tipo quasi lenticale e notevole sviluppo algale. Questo fenomeno si è accentuato con l'innalzamento del piano di guado per la copertura con uno spesso strato di cemento. I tubi di plastica inseriti nello spessore della struttura sono facilmente otturati dai detriti vegetali e spesso contribuiscono poco al deflusso delle acque. La presenza del guado, oltre ad evidenti modifiche alle

caratteristiche ambientali e paesaggistiche del torrente, crea un ostacolo ai normali movimenti di risalita degli organismi acquatici e quindi una discontinuità biologica del corso (Foto 73).

#### **STAZIONE 4 (a monte del depuratore)**

Situata a circa 600 m. a monte del depuratore, dista circa 7400 m dalla sorgente ed ha un'altitudine di 12 m s.l.m. L'alveo è relativamente ampio (circa 13 m) ed ha morfologia e substrato piuttosto variabili: zone ciottolose con acqua corrente si alternano a pozze con acqua ferma delimitate da barre di ghiaia e sabbia. La vegetazione riparia è ricca ed il salice di ripa cresce abbondante sugli isolotti sabbiosi. L'insolazione favorisce il riscaldamento ed una maggiore escursione termica dell'acqua. Il feltro perifitico è maggiormente presente nei punti dove le acque scorrono più lentamente e l'illuminazione è maggiore (Foto 74).

#### **Commenti**

La comunità macrobentonica della stazione presenta una ulteriore lieve riduzione della variabilità biologica con rarefazione dei gruppi faunistici più esigenti come i Plecotteri che in pratica sono limitati ad un unico genere. Contribuiscono a determinare questa situazione sia le condizioni ambientali meno favorevoli alle biodiversità tipiche del tratto potamale del corso, sia gli effetti delle pur limitate attività antropiche che si svolgono a monte di questa zona. A questo proposito sarebbe interessante valutare la possibile influenza dei tributari di sinistra del Chioma che originano nei pressi dell'abitato di Nibbiaia.

L'esame dei risultati ottenuti nei diversi campionamenti fa emergere il dato anomalo relativo al 1993 Con 12 U.S. ed E.B.I. = 8. Questi bassi valori non trovano conferma nei successivi campionamenti né sono giustificati da particolari condizioni ambientali presenti al momento del prelievo. Anche un confronto con quanto ottenuto nelle altre stazioni sembra confermare l'anomalia. È quindi molto probabile trattarsi di una sottostima determinata da una ridotta efficienza di cattura o da altri errori del campionamento. Negli anni successivi l'E.B.I. si attesta su valori compresi tra 9 e 10 corrispondenti ad acque attribuibili alla II-I classe di qualità con un giudizio di ambiente solo leggermente inquinato.

#### **STAZIONE n. 5 (foce)**

Posta a circa 400 m a valle del depuratore e a 100 m dalla foce, dista circa 8400 m dalla sorgente con una altitudine di 3 m s.l.m. È individuata dal ponte della statale Aurelia. L'alveo è ampio circa 15 m ed è limitato lateralmente da terrapieni in parte artificiali. Il substrato, più omogeneo, è costituito da alcuni massi con ghiaia, sabbia e limo. La vegetazione riparia è limitata a canne e rovi. Il *perifiton* è diffuso ed è evidente uno sviluppo molto abbondante di alghe verdi filamentose (*Cladophora*) che è però risultato molto ridotto nell'ultimo campionamento (Foto 75).

#### **Commenti**

Questa stazione, dove la presenza e le attività umane sono evidenti, mostra i segni maggiori di degrado, sia da un punto di vista biologico che ambientale. Nell'esprimere una valutazione sulla qualità di queste acque è però necessario tener conto dell'evidente tendenza nel tempo ad un miglioramento e considerare separatamente la situazione esistente nei primi due anni da quelle dei due successivi.

Nei campionamenti effettuati nel 1993 e 1994 la stazione presentava una comunità macrobentonica decisamente ridotta (9—10 U.S.) nella quale erano assenti i gruppi più sensibili come i Plecotteri, i Tricotteri e gli Efemerotteri Heptagenidi. I *taxa* più resistenti erano invece rappresentati da un numero elevato di individui, i rapporti trofici risultavano sbilanciati a favore di forme carnivore. Uno sviluppo molto abbondante di alghe verdi filamentose del genere *Cladophora* testimoniava il notevole grado di eutrofizzazione (Foto 76). Questo era confermato anche dalla presenza di numerosi Ditteri Chironomidi del gruppo *thummi-plumosus* che sono indicatori di un elevato inquinamento organico.

La presenza di questi Chironomidi, che con il loro particolare adattamento sono in grado di vivere in ambienti poveri di ossigeno, indica anche che in quelle acque potevano determinarsi condizioni nelle quali l'ossigeno disciolto scendeva a valori particolarmente bassi, anche inferiori a quelli che l'analisi chimica aveva evidenziato. In ambienti di questo tipo il fenomeno di solito si accentua durante la notte quando l'attività fotosintetica dei numerosi organismi vegetali non contribuisce più a ridurre il deficit di ossigeno provocato dall'elevato B.O.D.

In questo periodo la valutazione dell'E.B.I. dava valori di 7 corrispondenti alla III classe di qualità con un giudizio di ambiente inquinato.

Nel 1995 la situazione era leggermente migliorata: la variabilità biologica della comunità risultava più elevata (16 U.S.) con anche alcuni individui di *Leuctra*, uno dei generi di Plecotteri più resistenti all'inquinamento. Erano però ancora presenti alcuni Chironomidi del gruppo *thumni-plumosus*. L'E.B.I. forniva un valore di 9-10 corrispondente alla II-I classe di qualità.

Nel 1996 la situazione ha subito un'ulteriore evoluzione positiva. La comunità macrobentonica è più ricca con 22 U.S. e più equilibrata nei rapporti numerici tra i diversi gruppi e tra i ruoli trofici. I Plecotteri del genere *Leuctra* sono numerosi e sono presenti anche Efemerotteri Heptagenidi del genere *Ecdyonurus*, indicatori di buona qualità delle acque. Sono scomparsi invece i rossi Chironomidi del gruppo *thumni-plumosus* e la vegetazione algale si è grandemente ridotta. Il calcolo dell'E.B.I. dà un valore di 10 che permette di attribuire le acque alla I classe di qualità. Questa favorevole situazione, che sarebbe comunque necessario confermare con ulteriori successivi campionamenti, appare conseguenza di una riduzione dell'apporto organico proveniente dal depuratore.

### **La fauna ittica**

In concomitanza con i campionamenti effettuati per l'indagine biologica sono stati raccolti anche alcuni elementi riguardanti i popolamenti ittici. Dalla confluenza con il Rio Quarrata alla foce sono presenti numerosi individui del Ciprinide *Rutilus rubilio*, chiamato comunemente rovello. Questa specie gregaria sembra essere l'unica componente l'ittiofauna in tutto il corso del torrente Chioma ad eccezione della zona della foce dove è presente anche l'anguilla (*Anguilla anguilla*).

### **Valutazione finale**

Il grafico sottostante riassume l'andamento del valore dell'E.B.I. per ogni stazione nei vari anni di campionamento.

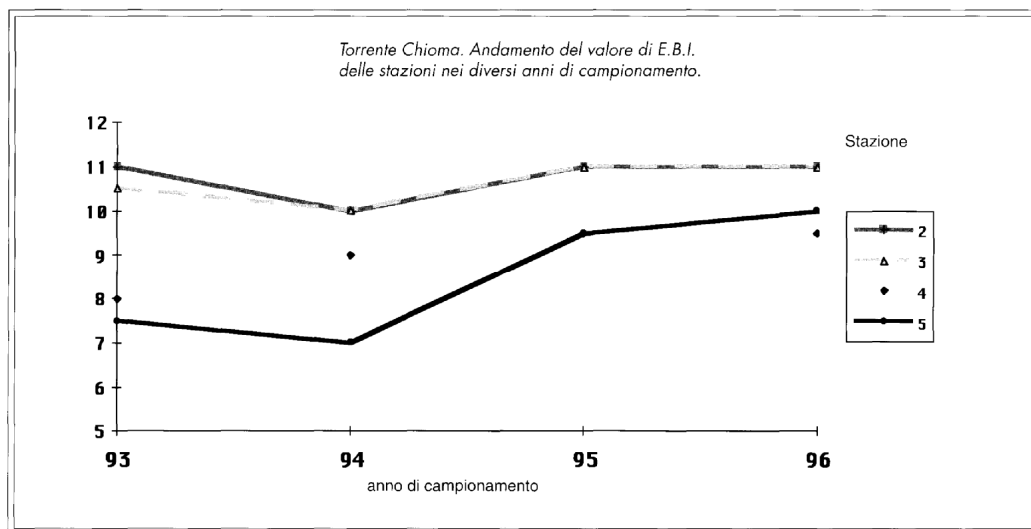
Dall'esame del grafico risulta evidente la flessione presente in tutte le stazioni in corrispondenza del campionamento nel periodo di magra del 1994, la probabile sottostima della qualità relativamente alla stazione 4 nel campionamento del 1993 e l'andamento con tendenza crescente della qualità nella stazione 5. Si può rilevare ancora che la qualità complessiva delle 2 e 3 è attualmente comparabile, con le ovvie differenze dovute al diverso tratto del corso. Una riduzione, più marcata nei primi anni di campionamento, è invece presente nella qualità delle stazioni 4 e 5 imputabile ad un relativo peggioramento delle condizioni generali dell'ambiente.

L'analisi delle comunità macrobentoniche del Chioma sembra inoltre indicare che la situazione trofica del torrente, con l'eccezione della zona a valle del depuratore, rimane nei limiti di una stretta dipendenza dall'input di materia organica alloctona.

### **Conclusioni**

I risultati del monitoraggio biologico condotto sulle acque del torrente Chioma con il metodo dell'E.B.I., pur con i limiti noti del metodo e con quelli derivanti dagli errori, dall'inesperienza e dai condizionamenti pratici degli operatori, indica che le acque del torrente hanno nel complesso caratteristiche di qualità ottime con situazioni di notevole pregio. Saranno naturalmente necessari ulteriori e più qualificati approfondimenti per valutare appieno tutte le altre caratteristiche ecosistemiche. Riteniamo però di poter fare già ora una importante considerazione: il torrente Chioma è un ecosistema piccolo, in parte ancora relativamente intatto, ma per questo estremamente fragile e sensibile a modificazioni anche di modesta entità. Vista anche la rilevanza del valore

paesaggistico dell'ambiente, non possiamo quindi non concordare con la proposta del dott. Olivieri che prevede l'opportunità di un programma di tutela dell'intero bacino idrografico con la costituzione di un Parco Fluviale. D'obbligo un apprezzamento particolare agli studi di Olivieri che hanno costituito un significativo contributo al riconoscimento del valore ambientale dell'area.



*TABELLA 29. Scheda di rilevamento della stazione n° 1*

*1-2-3 = numero esatto di individui catturati*

*\* alcuni individui (>5)*

*\*\* = molti individui*

*\*\*\* = moltissimi individui. (a) = Taxa a respirazione aerea non conteggiato nell'EBI  
[1] = Taxa ritenuto di drift e non conteggiato nel calcolo dell'EBI.*

*TABELLA 30. Scheda di rilevamento della stazione n2.*

*1-2-3 = numero esatto di individui catturati*

*\* = alcuni individui (>5)*

*\*\* = molti individui*

*\*\*\* = moltissimi individui. (a) = Taxa a respirazione aerea non conteggiata nell'EBI  
[1] = Taxa ritenuto di drift e non conteggiata nel calcolo dell'EBI.*

*TABELLA 31. Scheda di rilevamento della stazione n3*

*1-2-3 = numero esatto di individui catturati*

*\* = alcuni individui (>5)*

*\*\* = molti individui*

*\*\*\* = moltissimi individui.*

*(a) = Taxa a respirazione aerea non conteggiato nell'EBI  
[1] = Taxa ritenuto di drift e non conteggiato nel calcolo dell'EBI.*

*TABELLA 32. Scheda di rilevamento della stazione n4*

*1-2-3 = numero esatto di individui catturati*

*\* = alcuni individui (>5)*

*\*\* = molti individui*

*\*\*\* = moltissimi individui*

*(a) = Taxa a respirazione aerea non conteggiata nell'EBI  
[1] = Taxa ritenuto di drift e non conteggiata nel calcolo dell'EBI.*

*TABELLA 33. Scheda di rilevamento della stazione n 5*

*1-2-3 = numero esatto di individui catturati*

*\* = alcuni individui (>5)*

*\* \* = molti individui*

*= moltissimi individui.*

*(a) = Taxa a respirazione aerea non conteggiata nell'EBI*

*[ 1 ] = Taxa ritenuto di drift e non conteggiata nel calcolo dell'EBI.*

### *Bibliografia*

Bianucci G. - Ribaldone E. (1980). *L'analisi chimica delle acque naturali ed inquinate*. Hoepli.

Berbenni P. - Galassi G. (198), *Chimica ed ecologia delle acque*. Etas.

Campaioli S. et al. (1994). *Manuale per il riconoscimento dei Macroinvertebrati delle acque dolci italiane*. Provincia Autonoma di Trento, Vol. 1.

Cozzi R. - Protti P. (1987), *Analisi chimica moderni metodi strumentali*. Esu Clued.

Crea A. - Falchet L. (1993), *Chimica analitica*. Masson.

*Esperienze e confronti nell'applicazione degli indicatori biologici in corsi d'acqua italiani*. Atti del Convegno 6-7 Settembre 1985. Provincia Autonoma di Trento, Stazione Sperimentale Agraria Forestale, Servizio Protezione Ambient, 1986.

Ghetti PF, (1986) *Manuale di applicazione: I Macroinvertebrati nella analisi di qualità dei corsi d'acqua*. Indice Biotico e E.B.I. modif. Ghetti. Provincia autonoma di Trento, Stazione Sperimentale Agraria Forestale, Servizio Protezione Ambiente.

Ghetti PF - Bonazzi G. (1981), *I Macroinvertebrati nella sorveglianza ecologica dei corsi d'acqua*. Collana del Progetto finalizzato Promozione della qualità dell'Ambiente, CNR AQ1/127.

Hynes H.B.N. (1970), *The ecology of running waters*. Liverpool University Press.

Irsa CNR, *Metodologie analitiche per le acque*. Istituto Poligrafico dello Stato. n. 2, 1994.

Moretti G. (1983), *Tricotteri (Trichoptera) - Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane*. Collana del Progetto finalizzato promozione della qualità dell'Ambiente. CNR AQ1/196.

Odum E.P (1988). *Basi di ecologia*. Piccin.

Olivieri E. (1986). *Il mappaggio biologico dei corsi d'acqua*. Atti convegno sullo stato dell'ambiente a Livorno, Vol. 1.

Olivieri E. (1987). *I corsi d'acqua della costa centrale toscana*, Atti del Convegno: "Mappaggio Biologico: strumento di valutazione della qualità delle acque correnti- esperienze toscane", Firenze 1986. Regione Toscana. pp. 49-52.

Piegav M. - Maridet L. (199), *Formation végétale arborées riveraines des cours d'eau et potentials piscicoles*. Bull. fr . pêche piscic .333 : 125 - 147.

Sansoni G. (1988). *Atlante per il riconoscimento dei Macroinvertebrati dei corsi d'acqua italiani*. Provincia Autonoma di Trento.

Sequi P. (1989). *Chimica del suolo*. Patron.

Skoog D. - West M. (1963). *Analytical Chemistry*. Winston.

Tachet H. - Bounnard M. - Richoux P. (1984). *Introduction à l'étude des macroinvertebrés des eaux douces*. Ed.Ass. Franc. de limnologie 1 - IST.

Tassara E. - De Ferrari G. (1980). *Il controllo analitico delle acque inquinate*. Etas.

Stampato nel Gennaio 1998.

Publicato su questo sito per gentile concessione del Comune di Livorno (Dott. Giovanni Cerini) 17/5/2010