

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PARMA
Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali
Corso di Laurea in Scienze Ambientali

**INDIVIDUAZIONE DI INDICI DI QUALITA' DELLE
ACQUE SUPERFICIALI NEL BACINO DEL
TORRENTE ENZA**

Relatori:

Prof. ARNALDO DOSSENA

Prof. PIERLUIGI VIAROLI

Co-relatori:

Dott. ROBERTO SPAGGIARI

Sig. FRANCO SARTORE

Tesi di Laurea di:
SILVIA FRANCESCHINI

Anno Accademico 1997 – 1998

INDICE

1 - PREMESSA	5
2 - SCOPO DELLA RICERCA	9
3 - AREA DI STUDIO: IL BACINO DEL TORRENTE ENZA.....	11
3.1 - IL CONTESTO FISICO E AMBIENTALE	11
3.1.1 - <i>Inquadramento geografico e realtà idrografica superficiale.....</i>	11
3.1.2 - <i>Climatologia e meteorologia</i>	16
3.1.3 - <i>Geomorfologia</i>	19
3.1.4 - <i>Litologia</i>	20
3.1.5 - <i>Idrologia.....</i>	22
3.1.6 - <i>Il sottosuolo e gli acquiferi</i>	23
3.1.7 - <i>Fontanili della conoide dell'Enza.....</i>	25
3.1.8 - <i>Carta del rischio geoambientale</i>	27
3.2 - APPROVVIGIONAMENTO ED USI DELLE ACQUE DEL BACINO	30
3.2.1 - <i>Le derivazioni di acque superficiali.....</i>	30
3.2.2 - <i>Gli emungimenti di acque dal sottosuolo.....</i>	33
3.2.3 - <i>Il sistema infrastrutturale di approvvigionamento idrico.....</i>	34
3.2.4 - <i>Usi antropici della risorsa: consumi attuali e orizzonti previsionali.....</i>	38
3.2.5 - <i>Fattori critici quali-quantitativi delle acque superficiali e sotterranee</i>	40
3.3 - FONTI DI PRESSIONE ED INQUINAMENTO	48
3.3.1 - <i>Quadro degli impianti di depurazione recapitanti in acque superficiali del bacino... </i>	48
3.3.2 - <i>Attività industriali con recapito diretto in corpi idrici superficiali</i>	51
3.3.3 - <i>Stima dei carichi inquinanti generati nel bacino.....</i>	54
3.3.4 - <i>Stima dei carichi inquinanti sversati nei corpi idrici recettori</i>	58
4 - IL SISTEMA DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE SUPERFICIALI.....	61
4.1 - IL MONITORAGGIO CHIMICO E MICROBIOLOGICO	62
4.1.1 - <i>Le stazioni di campionamento</i>	62
4.1.2 - <i>Materiali e metodi</i>	70
4.2 - IL MONITORAGGIO BIOLOGICO	75
5 - RISULTATI: LA QUALITÀ DELLE ACQUE SUPERFICIALI	82
5.1 - PRESENTAZIONE DEI DATI RILEVATI NEL 1997.....	82
5.2 - VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELLE ACQUE IN FUNZIONE DEGLI USI	96

5.2.1 - <i>Usa potabile</i>	96
5.2.2 - <i>Balneazione ed usi ricreativi</i>	97
5.2.3 - <i>Usa irriguo</i>	98
5.2.4 - <i>Conservazione della vita acquatica</i>	99
5.3 - LA QUALITÀ CHIMICO- MICROBIOLOGICA	100
5.4 - LA QUALITÀ BIOLOGICA.....	105
6 - ELABORAZIONE DEI DATI	109
6.1 - INDIVIDUAZIONE DEI PARAMETRI CRITICI NELLA DEFINIZIONE DELL'INQUINAMENTO DELLE ACQUE.....	109
6.2 - PROPOSTA DI UN SISTEMA BIDIMENSIONALE DI CLASSIFICAZIONE DELLA QUALITÀ DELLE ACQUE	129
7 - CONCLUSIONI	139
7.1 - CONCLUSIONI	139
7.2 - TRASFERIMENTO DEI RISULTATI	144
BIBLIOGRAFIA	146

Solamente *“ad un occhio distratto un corso d’acqua appare come un materasso ciottoloso inanimato nel quale scorre, per pura gravità, una massa d’acqua”* (Sansoni, 1989).

1 - PREMESSA

Lo sviluppo sociale ed economico degli ultimi decenni ha portato ad un progressivo deterioramento della qualità delle acque superficiali, tale da richiedere un deciso intervento da parte degli Enti pubblici preposti alla salvaguardia di tale risorsa. In questo contesto l'approccio in materia di protezione delle acque ha subito una significativa evoluzione, con l'introduzione nella normativa non solo dei valori limite per le sostanze inquinanti negli scarichi, ma anche di criteri di qualità in funzione dei diversi usi. La recente proposta di direttiva comunitaria sulla "Qualità ecologica delle acque" ha definitivamente sancito l'importanza dell'approccio ecosistemico nelle politiche di protezione delle acque, prevedendo tra l'altro un largo utilizzo di strumenti metodologici propri dell'area biologica (Premazzi e Chiaudani, 1992). La qualità ecologica di un corpo idrico superficiale è infatti la risultante delle interazioni di numerosi fattori fisici, chimici e biologici.

"La conoscenza delle caratteristiche qualitative di un corpo idrico è premessa fondamentale a qualsiasi intento che aspiri a tutelare, migliorare e gestire correttamente il corpo idrico stesso. Ciò richiede, a sua volta, che sia adeguatamente definito che cosa si intende per qualità del corpo idrico, che vengano individuati i parametri necessari a fornire un quadro esauriente dello stato di qualità e richiede inoltre che siano disponibili i metodi atti al rilevamento di tali parametri" (Pagnotta e Viganò, 1996). Risulta dunque evidente l'esigenza di poter disporre di sistemi di monitoraggio (procedure, parametri, metodi) efficienti per le attività di controllo delle acque.

Una ricerca in questo senso è stata avviata nel 1993 con il Programma di collaborazione tra l'Autorità di Bacino del Po e la National Rivers Authority, che ha come obiettivo la definizione di un

sistema integrato di monitoraggio della qualità delle acque a scala di bacino mediante un'indagine sperimentale, per la quale il t. Enza è stato individuato come bacino campione rappresentativo del regime torrentizio (Autorità di Bacino del Po, 1995).

La definizione di "qualità" delle acque è un problema centrale che emerge nella pianificazione del monitoraggio. La qualità ambientale è una proprietà relativa, correlata con le caratteristiche biologiche ed ecologiche dei sistemi acquatici e con la percezione da parte dell'uomo. Ciò significa che non è possibile esprimere il grado di inquinamento di un ambiente in senso assoluto, ma solo in funzione di determinati criteri, come per esempio l'uso delle risorse idriche da parte dell'uomo. La salvaguardia della qualità in funzione degli usi produttivi non deve tuttavia far perdere di vista una necessità prioritaria che, come testimoniano le legislazioni internazionali più avanzate, è quella della tutela degli ambienti acquatici: il che significa conservare la diversità biologica attuale e salvaguardare gli aspetti strutturali e funzionali delle comunità biotiche (Nicolai, 1992).

Per questo motivo non esiste un unico termine di riferimento per valutare la qualità dell'acqua.

Per quanto riguarda la normativa nazionale, la delibera del Comitato dei Ministri del 4 febbraio 1977 di attuazione della legge 319/76, nell'allegato 1, al capitolo 1, precisa che:

“per corpo idrico deve intendersi qualsiasi massa d'acqua che indipendentemente dalla sua entità, presenti proprie caratteristiche idrologiche, fisiche, chimiche, biologiche e sia, o possa essere, suscettibile di uno o più impieghi. A tale riguardo le acque che debbono essere protette dai danni derivanti da una degradazione della qualità, possono configurarsi in quelle relative ai seguenti impieghi, peraltro non necessariamente limitativi:

1. utilizzazione a scopo potabile,

2. *utilizzazione per usi agricoli,*
3. *utilizzazione per usi industriali,*
4. *mantenimento della vita acquatica,*
5. *attività ricreativa*
6. *navigazione.”*

Per ognuno di questi impieghi è possibile definire opportuni criteri di qualità, in base ai quali si scelgono parametri analitici di tipo diverso (fisico, chimico, microbiologico, biologico), utilizzati per il controllo della risorsa. Vengono poi stabiliti valori limite per ogni parametro (standards), il cui superamento (o non raggiungimento) impedisce l'utilizzo dell'acqua per quel particolare scopo. Per la maggioranza delle categorie di impiego citate in precedenza, la legislazione nazionale fissa standards di qualità (si veda cap. 5).

L'attività di monitoraggio e la conseguente definizione di classi di qualità delle acque si basa sull'uso di variabili e parametri che hanno la funzione di indicatori. A questo proposito si riportano le definizioni fornite dall'OECD (1994):

Indicatore:

- parametro, o valore derivato da parametri, che fornisce informazioni per descrivere lo stato di un fenomeno/ambiente/area, con un significato che va oltre quello direttamente associato con il valore del parametro stesso. Gli indicatori possiedono un significato sintetico e sono sviluppati per uno scopo specifico.

Funzioni degli indicatori:

- riducono il numero di misure e parametri che normalmente sarebbero richiesti per dare una “esatta” rappresentazione di una situazione;
- semplificano il processo di comunicazione delle informazioni attraverso cui i risultati delle misure sono forniti agli utilizzatori.

L'indicatore ideale deve:

- fornire una rappresentazione sintetica delle condizioni ambientali;
- essere semplice, facile da interpretare e in grado di mostrare tendenze nel tempo;
- avere una soglia (o un valore) di riferimento con cui confrontarlo, così che gli utilizzatori siano in grado di valutarne il significato e i valori associati con l'indicatore;
- essere ben fondato dal punto di vista teorico in termini tecnici e scientifici;
- prestarsi ad essere collegato a modelli economici, previsioni e sistemi di informazione;
- essere facilmente disponibili o disponibili ad un ragionevole rapporto costi/benefici

In definitiva, l'indicatore di qualità è uno strumento diagnostico. Esso non ha la pretesa di rappresentare l'universo delle informazioni relative ad un fenomeno; per spiegarne i cambiamenti e per evitare cattive interpretazioni è utile fare ricorso ad altre informazioni di carattere qualitativo (AAVV, 1997 a).

2 - SCOPO DELLA RICERCA

Questa tesi si inserisce nel contesto delle ricerche per lo sviluppo di metodologie ottimali e per il miglioramento dell'attuale sistema di monitoraggio delle acque. E' stato infatti osservato che l'attività di sorveglianza svolta dalle Autorità competenti prevede generalmente il controllo "routinario" di un notevole numero di variabili, il cui rilevamento risulta oneroso in termini di tempi e di costi. Queste variabili spesso forniscono informazioni ridondanti e non sempre "mirate" rispetto agli scopi prefissati.

Un quadro delle attività di monitoraggio è stato fornito da una ricerca condotta nel triennio 1990-1992 dall'Autorità di bacino del Po, che ha portato al censimento di 1779 stazioni di monitoraggio attive in tutto il bacino padano. Il numero di parametri fisici, chimici e biologici analizzati per ogni prelievo è risultato mediamente pari a 19 ed il costo medio per ogni parametro è compreso tra le 15 e le 22 mila lire. Sulla base di questi dati, il costo annuo complessivo delle attività di monitoraggio (comprendente le spese di campionamento, analisi, ammortamento della strumentazione per le misure di portata ed elaborazione dei dati) è stato stimato in circa 9,3 miliardi di lire per tutto il bacino padano (Autorità di Bacino del Po, 1995).

Obiettivo della presente indagine, realizzata nel bacino idrografico del torrente Enza, è l'individuazione di indicatori di qualità delle acque superficiali. Sulla base di questa finalità il lavoro è stato articolato in due fasi: la prima ha riguardato la partecipazione in prima persona alle attività di campionamento ed analisi relative alla campagna di monitoraggio 1997 dell'ARPA (Agenzia Regionale per la Prevenzione e l'Ambiente), sulle 7 stazioni scelte per il bacino del t. Enza, allo scopo di apprendere le metodologie utilizzate e di fornire una

rappresentazione delle caratteristiche di qualità delle acque sulla base dei correnti sistemi di classificazione; la seconda fase ha invece comportato l'elaborazione, mediante l'utilizzo di tecniche di analisi multivariata, della serie di dati di qualità relativa al periodo 1990-1997, fornita dall'ARPA di Reggio Emilia.

In particolare sono stati considerati i seguenti obiettivi:

- identificare le variabili "critiche" in relazione alla caratterizzazione antropica del bacino considerato;
- individuare le possibili ridondanze;
- individuare il set minimo di variabili da analizzare per rappresentare in modo significativo la qualità delle acque, con maggiore frequenza e con un accettabile rapporto costi / benefici;
- confrontare il sistema di indicatori ottenuto con gli indicatori attualmente in uso.

3 - AREA DI STUDIO: IL BACINO DEL TORRENTE ENZA

3.1 - Il contesto fisico e ambientale

La maggior parte delle informazioni riguardanti la caratterizzazione ambientale del bacino sono state tratte dal “Piano di Risanamento idrico del Bacino del Torrente Enza”, Provincia di Reggio Emilia, 1986.

3.1.1 - Inquadramento geografico e realtà idrografica superficiale

Il torrente Enza, affluente di destra del fiume Po, già nel Diploma di Carlo Magno del 781 sta a segnare approssimativamente i confini tra le diocesi di Parma e Reggio Emilia.

Il suo bacino idrografico è delimitato a sud dalla sezione dell'alto crinale appenninico che va dal Monte Paitino (1815 m) al Monte Alto (1904 m). Dalla linea di crinale si staccano i due contrafforti che lo separano rispettivamente dalla Val Parma e dai bacini del fiume Secchia e del torrente Crostolo.

Il t. Enza nasce in provincia di Massa Carrara, tra il Passo del Giogo (1262 m) e il Monte Palerà (1425 m) e, dopo un breve percorso nella Valle dei Paduli, a quota 1166 m subisce uno sbarramento che forma il Lago Paduli o Lagastrello .

Il torrente ha una lunghezza di 112 km e convoglia in Po le acque di drenaggio di un bacino di 887,5 km², con una pendenza media del 7% e una portata media annua alla foce di circa 14 m³/s.

Tra gli affluenti di destra della zona collinare sono da ricordare: il torrente Liocca, che sbocca a quota 657 m; il torrente Lonza,

emissario del Lago del Ventasso, che sbocca a quota 340 m; il torrente Tassobbio che sottende un bacino di dimensioni discrete (102 kmq) e sbocca a quota 258 m.

Più a valle, in località Cerezzola (Comune di Canossa), il Canale d'Enza, voluto da Borso d'Este nel 1462 e capace di una portata di 8 m³/s, consente la derivazione d'acqua a scopo irriguo; nel periodo estivo la captazione può derivare tutta l'acqua che proviene da monte. In località Partitore, a valle di Ciano, il Canale si divide, cedendo circa metà della sua portata al Canale della Spelta che, in galleria, sottopassa l'Enza in direzione Traversetolo-Montecchio, per ritornare in territorio reggiano a monte della via Emilia, presso S. Ilario.

Il Canalazzo di Brescello (Canale artificiale del Consorzio Bentivoglio-Enza) ha origine in Comune di Gattatico e si getta, sempre in destra idraulica, tra Coenzo e la foce.

In sinistra idraulica l'Enza riceve: il torrente Cedra, che sbocca a quota 456 m, riportando nel corso principale le acque del Lago Paduli e della captazione di Nirone, utilizzate per la produzione di energia elettrica; il torrente Bardea, che sbocca a quota 385 m; il torrente Termina, che sottende un bacino denso di insediamenti agro-alimentari e sfocia poco a valle di Traversetolo. Quasi in chiusura del bacino naturale a monte della via Emilia, giungono in Enza le acque salso-bromo-iodiche delle Terme di Monticelli. Infine, tra Sorbolo e Coenzo, si gettano in Enza i canali Cavo Gambalone, Cavo Parmetta ed il Canalazzo Naviglio Terrieri.

Fig. 1 - Area di studio

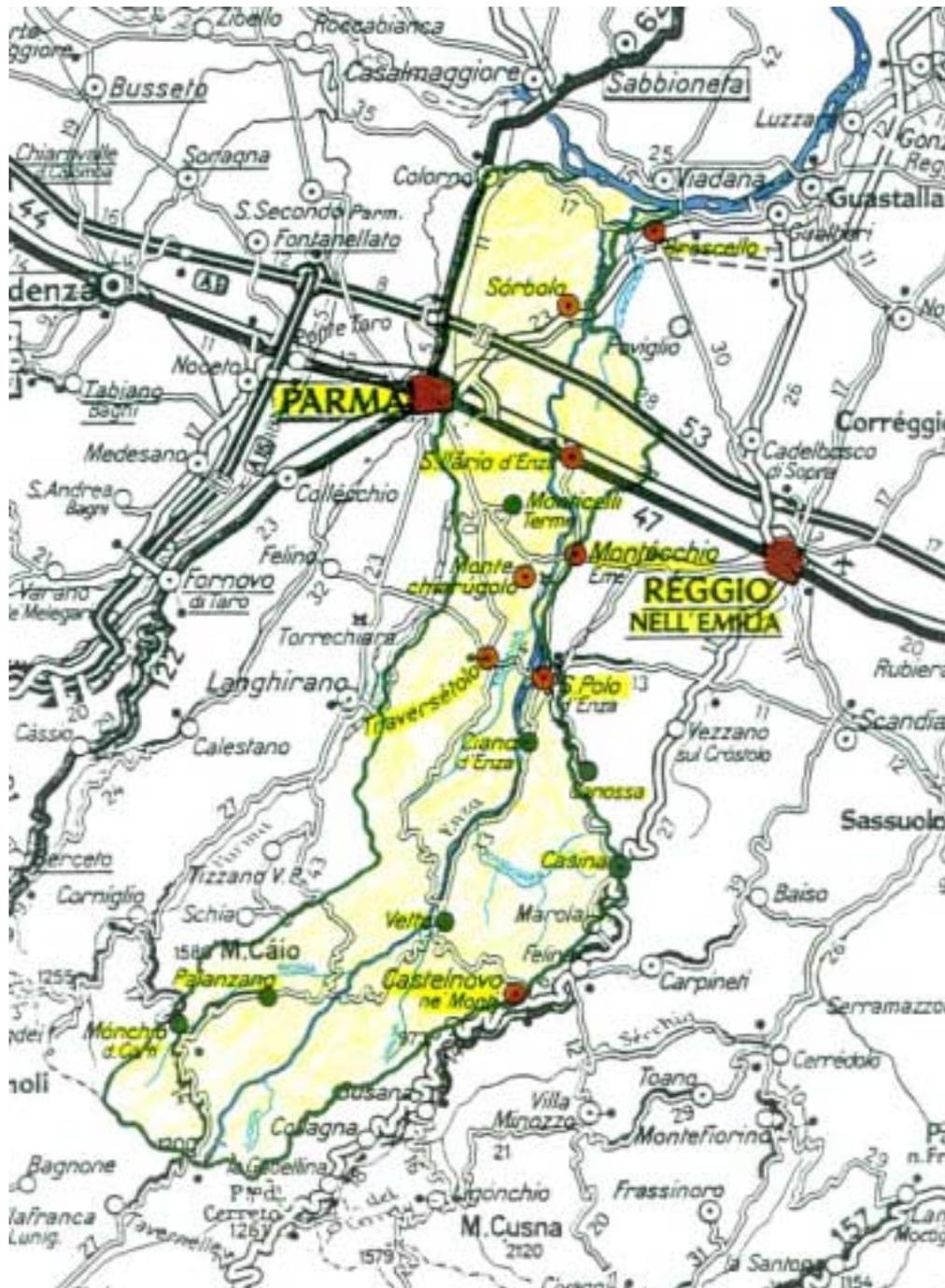
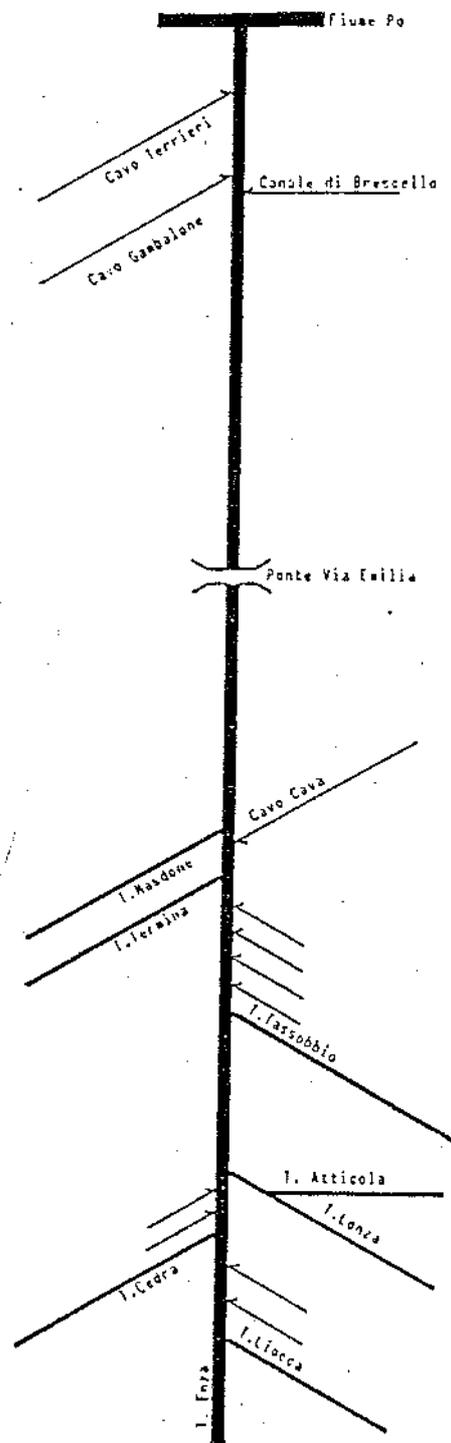


Fig. 2 - Asta fluviale rettificata del T. Enza



Tab. 1 - Suddivisione nei sottobacini di scolo

N°	DENOMINAZIONE	SUP (Km ²)	COMUNI INTERESSATI TERRITORIALMENTE	ENTI DI BONIFICA
1.	Torrente Enza	185	Traversetolo Montechiarugolo Brescello Sorbolo Parma Ramiseto Vetto Montecchio Gattatico Palanzano Neviano A. S.Polo d'Enza Monchio delle Corti Casina Ciano d'Enza S. Ilario d'Enza	Reggiana Bentivoglio Bassa Parmense
2.	Torrente Liocca	21,2	Ramiseto	
3.	Torrente Andrella	12,2	Ramiseto	
4.	Torrente Cedra	84,8	Palanzano Monchio delle Corti	
5.	Rio Romiolo	9,2	Tizzano Val Parma Palanzano	
6.	Torrente Lonza	61,2	Ramiseto Vetto Busana Cast. Monti	
7.	Torrente Tassobbio	99,4	Cast. Monti Vetto Ciano d'Enza Casina	
8.	Torrente Bardea	22,3	Tizzano Val Parma Neviano A. Palanzano	
9.	Rio Cerezola	12,6	Casina	
10.	Torrente Termina	81,3	Ciano d'Enza Traversetolo Neviano A. Montechiarugolo Lesignano Bagni	Bassa Parmense
11.	Rio Masdone	24,9	Traversetolo Montechiarugolo Lesignano Bagni	Bassa Parmense
12.	Rio Zola Rio Arianazzo	29,7	Traversetolo Montechiarugolo Lesignano Bagni	Bassa Parmense
13.	Cavo Gambalone	48,9	Traversetolo Sorbolo Montechiarugolo Parma Lesignano Bagni	Bassa Parmense
14.	Cavo Naviglia	37,9	Sorbolo Parma	Bassa Parmense
15.	Canalazzo Brescello 2°	24,7	Montecchio S. Ilario d'Enza Campegine	Reggiana Bentivoglio
16.	Canalazzo Brescello 1°	49,5	S. Ilario d'Enza Gattatico Campegine Poviglio Brescello	Reggiana Bentivoglio
17.	Cavo Fumolenta	24,8	Sorbolo Parma	Bassa Parmense
18.	Canalazzo Terrieri 1°	18,2	Sorbolo Mezzani Parma Torrile	Bassa Parmense
19.	Canalazzo Terrieri 2	4	Sorbolo	Bassa Parmense
20.	Bonifica Meccanica	33,6	Sorbolo Mezzani Parma Torrile Colono	Bassa Parmense
TOTALE 887,5				

3.1.2 - Climatologia e meteorologia

Una prima descrizione della realtà fisica del territorio in esame è fornita dal clima, che contribuisce alla formazione del paesaggio influenzando sul modellamento dei rilievi, sull'idrografia, sulla formazione del suolo e sulla distribuzione della vegetazione. I parametri più significativi considerati per la caratterizzazione climatica dell'area sono la temperatura e le precipitazioni, sia liquide che solide.

Le informazioni sono tratte principalmente da Moroni et al. (1993) e da AAVV (1992).

Temperatura

Dal punto di vista termico il clima dell'area in esame varia in funzione del rapporto di dipendenza della temperatura dell'aria dall'altitudine (il gradiente altimetrico è stimato nell'ordine di 0,55°C per ogni 100 m di quota): si passa gradatamente dal tipo temperato subcontinentale dell'area di pianura e della bassa collina, al tipo temperato fresco dell'alta collina e della media montagna, fino al tipo temperato freddo delle aree di crinale e delle cime più elevate oltre i 1700 m, al di sopra del limite zonale della vegetazione arborea.

Si osserva che procedendo dalla pianura verso la collina e la media montagna, le temperature medie annue decrescono dapprima lentamente, poi più rapidamente in corrispondenza dei rilievi. Ciò è dovuto al fatto che, nel periodo più freddo dell'anno, tra le prime propaggini dell'Appennino e la pianura si verifica un fenomeno di inversione del gradiente termico. Questa inversione è dovuta alla elevata frequenza della nebbia, in pianura e all'imbocco delle valli, che impedisce in queste aree il soleggiamento, mentre i primi rilievi montuosi usufruiscono di un maggior riscaldamento dell'aria. Per questo le località di collina registrano, nella maggioranza dei casi, temperature medie superiori a quelle delle località di pianura: per

esempio, la temperatura media di gennaio risulta di 0,5°C a Montechiarugolo (120 m) mentre è di 1,4°C a Vedriano (590 m).

In genere le temperature medie annue raggiungono i 13-14°C in pianura, oscillano tra 9 e 12 °C nella fascia compresa tra 500 e 1000 m di altitudine e possono scendere fino a 6°C in prossimità del crinale.

Il mese più freddo è sempre gennaio; in questo periodo l'isoterma 0°C passa presso lo spartiacque sopra i 1000 m, ed in tutte le stazioni la media delle temperature minime risulta inferiore a 0°C.

Un dato significativo che caratterizza il periodo invernale, soprattutto alle quote più elevate, è la frequenza dei giorni di gelo, cioè quelli in cui la temperatura minima scende sotto gli 0°C: essi si registrano già nel mese di ottobre ed aumentano fino a gennaio e febbraio, dove possono rappresentare più della metà dei giorni del mese.

La primavera risulta generalmente più fresca dell'autunno.

In tutto l'Appennino il mese più caldo è luglio. In questo periodo la temperatura dell'aria diminuisce abbastanza regolarmente dalla pianura, dove si raggiungono valori assai elevati, andando verso la montagna: le temperature medie si mantengono generalmente al di sotto dei 23°C nelle stazioni di fondovalle e collina, intorno ai 20°C nella media montagna e tra i 10 e i 20°C sopra i 1000 m di quota. Questo periodo è anche caratterizzato dalla massima escursione termica.

Precipitazioni

L'esame della distribuzione delle precipitazioni nell'arco dell'anno permette di classificare il regime pluviometrico del bacino del torrente Enza nel tipo sub-litoraneo appenninico, con due cuspidi in primavera e in autunno, intercalati da due minimi (estivo ed invernale), dove il massimo autunnale e il minimo estivo sono più accentuati.

L'autunno risulta infatti la stagione più piovosa (30-35% del totale annuo), seguita dalla primavera, dall'inverno e dall'estate (11-19%).

La distribuzione spaziale delle isoiete annue mostra un andamento che segue a grandi linee quello del crinale: gli importi di precipitazione aumentano rapidamente dai 1000 mm della fascia collinare, agli oltre 2000 mm in corrispondenza dello spartiacque appenninico. Un caso di forte piovosità è rappresentato da Paduli (1139 m), con 2544 mm.

Il numero medio annuo di giorni piovosi oscilla tra 70 (nella fascia di collina) e 130 (al di sopra dei 1000 m).

Nevosità

Di notevole interesse anche per i riflessi che possono avere sui regimi dei corsi d'acqua, sulla vegetazione e sugli aspetti turistici, sono i dati riguardanti le precipitazioni nevose e la permanenza della neve al suolo. La neve è un evento meteorologico caratterizzato da marcata variabilità, sia interannuale che spaziale, con valori medi che si discostano spesso vistosamente dai minimi e dai massimi.

Nel nostro Appennino la neve cade normalmente da ottobre a maggio: il mese più nevoso è generalmente gennaio (febbraio alle quote più alte) e la primavera risulta ovunque più nevosa dell'autunno.

La quantità media annua di neve caduta varia da 50-90 cm a quote inferiori ai 500 m, a 100-160 cm nella fascia 500-1000 m, a 170-380 cm oltre i 1000.

La durata del manto nevoso oscilla dai 25-30 giorni, al di sotto dei 500 m di quota, fino agli oltre 150 giorni sopra i 1500 m. La maggiore durata del manto nevoso si riscontra in gennaio.

3.1.3 - Geomorfologia

Dal punto di vista geomorfologico la Val d'Enza presenta caratteristiche tipiche del nostro Appennino: risalendo la valle dal basso, si passa dalle alluvioni argillose, sabbiose, ghiaiose del Quaternario recente ai primi rilievi dove l'erosione torrentizia ha messo allo scoperto le diverse formazioni geologiche.

L'interpretazione della curva ipsometrica porta alla considerazione che il bacino dell'Enza si trovi nel suo complesso in uno stadio maturo tendente al senile, mentre in alcune particolari aree esiste ancora una forte propensione al dissesto idrologico.

Le caratteristiche forme glaciali comuni a molte vallate Appenniniche in alta Val d'Enza sono poco evidenti a causa della forte incisione fluviale dei versanti, mentre buone testimonianze del glacialismo Wurmiano risultano evidenti nelle alte Valli del t. Cedra e t. Liocca, con apparati morenici relativamente completi.

L'alta valle compresa tra il Lagastrello e la confluenza del Cedra è caratterizzata da notevole incisione torrentizia; l'alveo scorre spesso incassato tra ripidi versanti. La curva di fondo dell'Enza in questo tratto presenta un andamento irregolare, con continue variazioni locali di pendenza in relazione alla diversa consistenza delle rocce attraversate.

A valle di Selvanizza l'alveo si allarga e la pendenza diminuisce, indicando una fase evolutiva di maggior equilibrio, per ritrovare nuovamente una breve "strettoia" nella zona di Vetto.

Quindi, poco prima della confluenza con il torrente Tassobbio, la valle diviene più ampia, a versanti poco acclivi, l'alveo si allarga e diminuisce la pendenza; tale andamento si mantiene sino a San Polo, dove si apre sulla pianura.

Il greto ghiaioso, in questo tratto, tende ad allargarsi, la pendenza a diminuire ulteriormente. A questo punto infatti l'Enza corre nei terreni alluvionali dell'ampia e bassa Paleoconoide incassato fra alte scarpate, corrispondenti agli orli dei terrazzi Pleistocenici. In questa zona l'alveo ha subito un ulteriore abbassamento a causa dell'intensa attività estrattiva di materiali ghiaiosi, che ha determinato la formazione di gradini di erosione alti 3-4 metri.

Tale morfologia si mantiene sino all'altezza dell'Autostrada del Sole, dove si rastrema il greto ghiaioso, che diviene limo-argilloso (a questa altezza infatti sfuma anche la Paleoconoide) e l'alveo assume le caratteristiche tipiche dei corsi d'acqua della Bassa Pianura Emiliana. Nel tratto terminale, all'altezza di Sorbolo, l'Enza presenta andamento meandriforme, con meandri di pianura alluvionale divaganti. Fattore di primaria importanza per la formazione di meandri di questo tipo è la scarsa pendenza dell'alveo, calcolata nello 0,47%. In questo tratto le alluvioni sono costituite da materiali molto fini, granulometricamente assimilabili a "limi argillosi".

3.1.4 - Litologia

La costituzione litologica del bacino è quella tipica della regione appenninica padana, in cui spesso le formazioni geologiche più antiche si trovano sovrapposte tettonicamente ad altre più recenti.

La zona sommitale di crinale è modellata in rocce di arenaria stratificata in grosse bancate di età oligocenica (il cosiddetto "Macigno" Toscano), ai cui piedi si estende una linea quasi continua di depositi morenici a litologia prevalentemente arenacea.

A parte i rilievi arenacei del M. Ventasso (arenarie omonime) e quelli del M. Campastrino (arenarie di Groppo Sovrano) la parte alta del bacino è comunque impostata nella formazione indifferenziata

argilloso-calcareo, caratterizzata dalla presenza di versanti particolarmente dissestati o propensi al dissesto.

La media valle è caratterizzata dalla presenza di formazioni sedimentarie stratificate prevalentemente arenaceo-marnose (Bismantova) e da affioramenti di Flysch di tipo M. Caio (Flysch calcareo).

Nella parte bassa del bacino attorno ai numerosi affioramenti di Flysch, si trovano estesissimi affioramenti di argille caotiche, appartenenti a numerose e diverse formazioni, che danno a queste zone il caratteristico aspetto dissestato, con presenza di numerosi versanti calanchivi in cui sono attivi processi di denudazione molto accentuati.

Il torrente Enza scorre quindi in un territorio prevalentemente degradato, o potenzialmente degradabile in concomitanza di manifestazioni idrologiche intense e poco frequenti.

La parte collinare del bacino, essenzialmente argillosa e intensamente coltivata, partecipa sensibilmente all'alimentazione limosa delle acque di piena, in quanto i rimaneggiamenti agricoli a cui è sottoposta favoriscono l'azione demolitrice del suolo da parte delle acque meteoriche e di quelle di scorrimento superficiale.

Le condizioni litologiche generali del bacino concorrono dunque ad elevare il volume di materiale solido che viene convogliato verso il mare, così come gli interrimenti della parte inferiore del torrente: il trasporto solido apportato dal t. Enza infatti, quantificabile intorno agli $858 \text{ m}^3/\text{km}^2$, è il più alto in assoluto tra tutti gli affluenti del Po.

3.1.5 - Idrologia

Il torrente Enza si presenta come un corso d'acqua a regime spiccatamente appenninico torrentizio, con portate massime mensili nei periodi primaverile (febbraio, marzo, aprile) e autunnale (novembre). I volumi principali di deflusso anche in questi mesi sono sovente concentrati in archi temporali limitati, a causa della prevalenza dei deflussi superficiali o ipodermici rispetto a quelli profondi, in ragione della natura prevalentemente argillosa e scarsamente permeabile di gran parte dei suoli che compongono l'area montana del bacino (Regione E.R., 1997 a).

Nel periodo estivo gli esigui deflussi naturali determinano spesso, a valle delle principali derivazioni del tratto pedemontano, notevoli problemi sia di ordine quantitativo che qualitativo delle acque. La scarsa disponibilità di risorsa nell'alveo è infatti imputabile anche ai continui prelievi che da monte a valle diversi Enti esercitano per i propri compiti di istituto: le prese dell'ENEL alle dighe dei laghi Paduli e Nirone favoriscono prolungate secche dell'alveo principale per diversi chilometri, mentre l'incile dal Canale d'Enza a Cerezzola, capace di derivare fino a 8.000 l/s produce, con il prelievo, secche estive fino oltre Montecchio (Spaggiari et al., 1995).

Il regime idrologico ed idraulico del t. Enza è stato ulteriormente compromesso negli anni passati da due interventi antropici in netto contrasto con il mantenimento od il ripristino dell'ecosistema naturale: l'asportazione di materiale litoide dall'alveo e la rettificazione delle sponde. Ciò ha comportato l'abbassamento repentino dell'alveo, una volta che l'acqua sia stata condotta a scorrere sulle argille scoperte; la diminuzione dei tempi di corrivazione nei rettilinei risagomati in sostituzione dei meandri; la cancellazione delle golene.

Per rimediare a tali inconvenienti, che provocano da un lato lo scalzo dei ponti e dall'altro problemi di tenuta degli argini di valle a causa della violenza della massa d'acqua che preme su di loro in caso di piena, sono stati costruiti manufatti ben individuabili e sistemi di sicurezza contro le esondazioni chiamati "casce di espansione", la cui realizzazione ha comportato ulteriore asportazione di materiale nelle golene a valle di Montecchio (Spaggiari et al.,1995).

I corsi d'acqua della zona montana e collinare del bacino idrografico dell'Enza sono tutti di origine naturale a prevalente regime torrentizio, mentre quelli della zona pedecollinare e di alta pianura sono per lo più canali artificiali derivatori ad uso prevalentemente irriguo. I canali artificiali della zona di pianura a valle della via Emilia sono invece ad uso promiscuo. Il torrente Enza, quindi, svolge alternativamente le funzioni di recettore delle acque di scolo (nel periodo invernale) ed in modesta parte di adduttore di acque irrigue (nel periodo estivo).

3.1.6 - Il sottosuolo e gli acquiferi

Il sistema acquifero della pianura Parmense-Reggiana, cui fa riferimento il bacino dell'Enza, è costituito da un insieme di falde che trovano sede nei sedimenti alluvionali (ghiaiosi, sabbiosi, siltosi e argillosi) di età Quaternaria, per la maggior parte di origine fluviale. In prossimità del margine appenninico, dove sono depositati i materiali più permeabili, le falde che permeano i sedimenti si trovano a diretto contatto con la superficie e l'acquifero può essere pertanto definito a pelo libero. Procedendo verso la medio-bassa pianura l'acquifero profondo si divide in più livelli, diviene isolato dalla superficie per effetto di coperture limo-argillose a bassa permeabilità ed è caratterizzato quasi ovunque da una falda in pressione; essa emerge

in superficie, in corrispondenza di variazioni di permeabilità dell'acquifero, sotto forma di risorgive o "fontanili"(Zavatti, 1990).

Nella zona di conoide avviene la principale ricarica dell'acquifero, attraverso una rapida e diretta infiltrazione delle acque piovane e di quelle presenti nei corsi d'acqua, favorita dalla particolare composizione litologica dei suoli. Per questo motivo essa risulta anche la zona più vulnerabile del sistema, cioè quella che presenta la maggiore sensibilità naturale rispetto all'immissione di eventuali elementi inquinanti. Dal punto di vista qualitativo le acque potenzialmente migliori sono quelle dell'acquifero libero dell'alta pianura; procedendo verso valle i lunghi tempi di permanenza, le reazioni chimiche con le sostanze naturali presenti, i fenomeni di soluzione e di precipitazione e altro ancora peggiorano progressivamente lo stato delle acque profonde, rendendole non idonee all'uso potabile (Regione E.R., 1997 a).

L'unità idrogeologica del t. Enza è la più ricca di acque e la più importante per l'approvvigionamento di acqua potabile della zona.

La conoide presenta il suo apice presso S Polo ed aumenta rapidamente di spessore verso valle fino a raggiungere la profondità di 250 m presso la via Emilia. Nel tratto S: Polo - Montecchio il torrente è prevalentemente drenante nei confronti della falda, tranne che in condizioni di piena, probabilmente a causa dell'approfondimento degli alvei conseguente all'attività di escavazione. Oltre Montecchio l'Enza alimenta le falde in sponda destra e drena in sponda sinistra. La zona del Ghiardo, grazie alla presenza di una dorsale sepolta che funziona da soglia, diventa un serbatoio di accumulo delle acque di infiltrazione laterale dell'Enza. A nord della via Emilia il flusso sotterraneo si dirige verso est, dando vita, al fronte della conoide, al fenomeno delle risorgive (Marconi et al.,1995).

3.1.7 - Fontanili della conoide dell'Enza

La zona dei fontanili si colloca nella fascia di transizione tra la pianura pedemontana e la media pianura alluvionale. Qui l'intersezione tra le conoidi fluviali e i sedimenti argillosi determina il fenomeno delle risorgive, vere sorgenti idriche di pianura, dove sgorgano acque limpide e ricche di ossigeno, caratterizzate da modeste escursioni termiche nell'arco annuale

Queste peculiarità conferiscono ai fontanili una notevole valenza sul piano naturalistico ed ecologico, in quanto molte specie vegetali e animali trovano in questi ambienti il luogo ideale per la loro stessa sopravvivenza o lo svolgimento di determinati cicli biologici (ad es. il Luccio per la riproduzione). Questi luoghi costituiscono inoltre un rifugio per molte specie spontanee tipiche delle zone umide, qui confinate dalla massiccia antropizzazione cui la nostra pianura è stata oggetto (bonifiche, inquinamento idrico, ecc.).

L'interesse ecologico dei fontanili è infatti legato all'esistenza di una elevata diversità biologica, associata alla presenza di un patrimonio genetico relitto della antica vegetazione planiziale, che la pressione antropica ha ormai drasticamente semplificato in tutta la pianura reggiana (Gilli et al., 1994).

I fontanili erano diffusamente presenti nella nostra pianura fino a poche decine di anni orsono: nella sola conoide dell'Enza, considerando anche quelli scomparsi o ormai inattivi, se ne possono contare 29. La loro individuazione cartografica mostra una fascia pressochè continua, compresa tra l'attuale percorso del torrente Crostolo e la sponda sinistra dell'Enza (in territorio parmense, loc. Casa Aiella), per una estensione di circa 4 km a valle della Via Emilia. Purtroppo è doveroso rilevare come le profonde modificazioni operate all'assetto idrogeologico della conoide dell'Enza ed al torrente stesso,

connesse ad un forte incremento dei prelievi idrici dal sottosuolo, ne abbiano provocato la massiccia scomparsa o la drastica riduzione dei livelli di artesianesimo. Nella maggior parte dei fontanili residui, il fenomeno di risorgiva si manifesta in modo stagionale con punte minime, e talora il totale disseccamento, verso la fine del mese di agosto.

Fontanili di particolare interesse naturalistico sono presenti nel Comune di Gattatico , Fontane Passarinaro e Fontane dei Laghetti e nel Comune di Reggio Emilia in località Casaloffia.

Del massimo interesse naturalistico e scientifico, in quanto unico per il territorio della provincia di Reggio Emilia e raro nell'ambito regionale, è invece il complesso di fontanili posti a nord-ovest di Corte Valle Re, nel Comune di Campegine, divenuto nella storia recente una Riserva naturale orientata, ai sensi della L.R. n. 11 del 1988. Dal momento che l'evoluzione fisica e biologica di questa zona è direttamente influenzata dalle condizioni di contorno dell'area ed in particolare di una significativa parte del bacino dell'Enza, "risulta evidente che la tutela dei fontanili di Corte Valle Re non possa prescindere dalla tutela dell'intera unità idrogeologica della conoide del t. Enza" (Gilli, 1994).

3.1.8 - Carta del rischio geoambientale

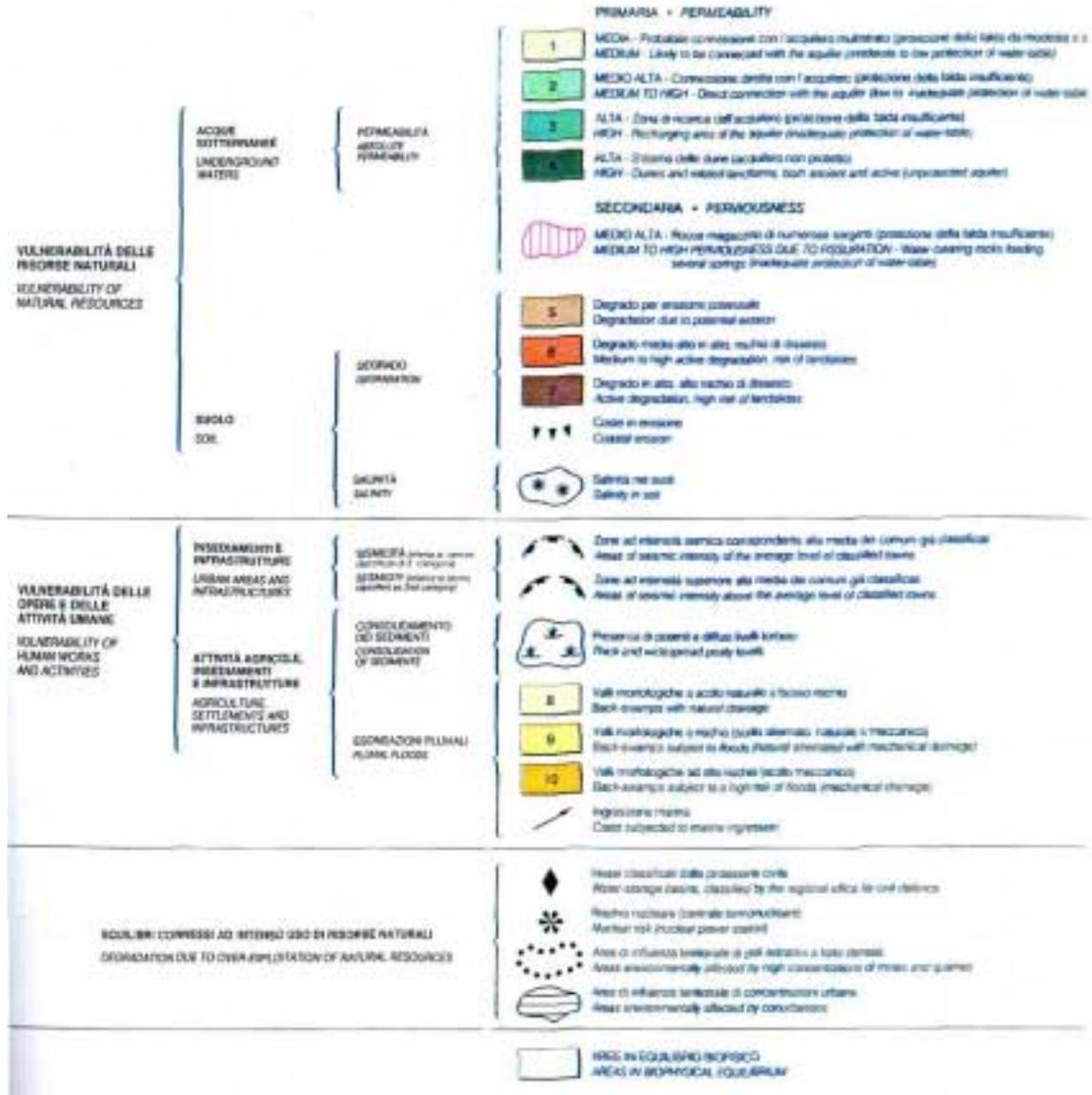
Questo documento cartografico (Regione Emilia Romagna, 1994) è stato ottenuto utilizzando i dati e le cartografie tematiche realizzate dal Servizio Cartografico della Regione Emilia-Romagna, in particolare: Carta Geologica, Carta del Dissesto, Carta della Stabilità, Carta dell'Uso reale del suolo, Carta della Capacità d'uso dei suoli, Carta morfologica di pianura, Inventario delle stratigrafie dei pozzi per acqua e varie altre informazioni inventariali.

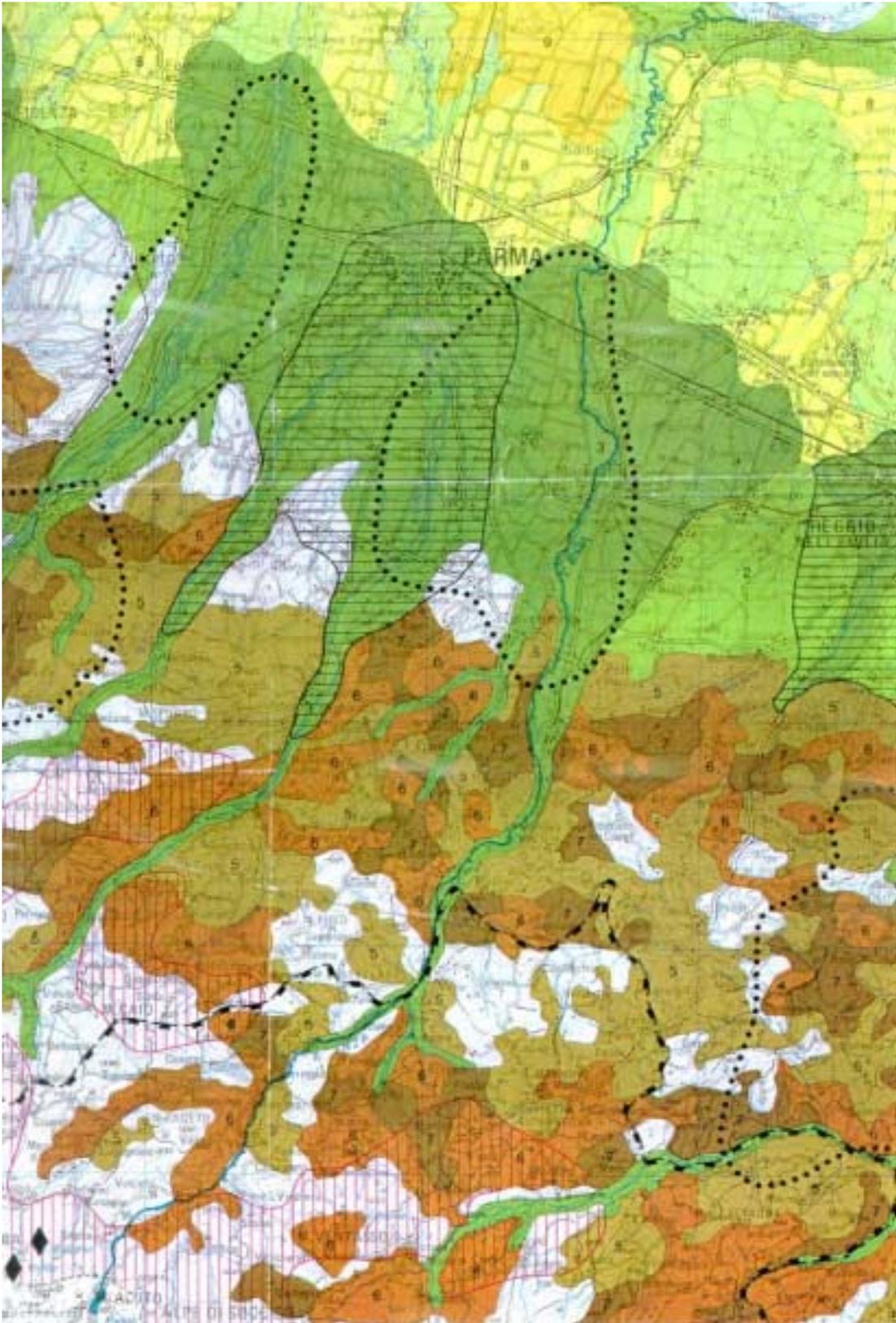
Esso propone un'immagine sintetica dei problemi geo-ambientali del territorio, che appare differenziato in "aree problema" caratterizzate da livello di degrado e da processi in atto di diversa intensità e natura, a volte variamente sovrapposti ed interagenti.

La legenda è costruita in modo da offrire uno spaccato sia della vulnerabilità delle risorse fisiche rispetto alle azioni antropiche ed ai processi naturali, sia della vulnerabilità delle opere rispetto agli eventi geo-naturali e delle relative interazioni.

Fig. 3 - Carta del rischio geo-ambientale 1:250.000

Legenda





3.2 - Approvvigionamento ed usi delle acque del bacino

3.2.1 - Le derivazioni di acque superficiali

I prelievi di acque superficiali dal bacino del torrente Enza ammontano a circa 50.000 l/s, ripartiti in base alle diverse destinazioni d'uso come mostrato in tab. 2.

Tab. 2 - Derivazioni idriche autorizzate in acque superficiali

	Grandi derivazioni	Piccole derivazioni	Complessivo
Uso	l/s	l/s	l/s
Civile	-	182	182
Irriguo	5800	5360	11160
Industriale	-	946	946
Zootecnico	-	15	15
Ittico	-	173	173
Idroelettrico	23790	1110	24900
Molitorio	1000	6399	7399
Irriguo/Molitorio	1500	2218	3718
Totale	32090	16405	48495

(Rapporto Ambiente Provinciale R.E., 1994)

Facendo riferimento al T.U. del 1933 delle disposizioni di legge sulle acque, si considerano piccole derivazioni quelle che non eccedono i seguenti limiti:

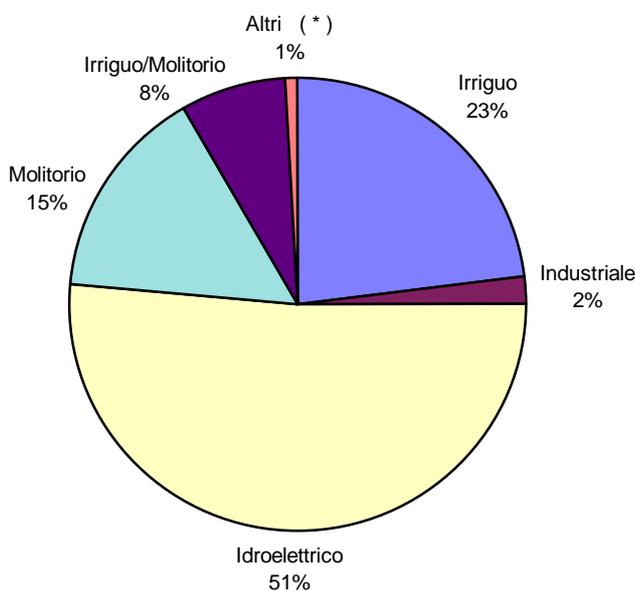
- per forza elettromotrice: potenza nominale media annua 3.000 Kw;
- per uso idropotabile 100 l/s;
- per uso irriguo 1.000 l/s, o anche meno se si irriga una superficie al limite dei 500 ha;
- per bonificazione per colmata 5.000 l/s;

- per gli usi non contemplati nel T.U. (industriale, ittico, zootecnico, etc.) i limiti sono riferiti all'uso potabile.

La distinzione tra grandi e piccole derivazioni ha un interesse amministrativo in quanto le prime sono autorizzate dallo Stato e le seconde dalla Regione, a norma del D.P.R. n. 616/77.

In fig. 4 viene evidenziata l'incidenza percentuale delle diverse destinazioni d'uso.

Fig. 4 - Destinazioni d'uso delle derivazioni idriche autorizzate



(*) Civile, Zootecnico, Ittico

Come si può notare gli usi fortemente predominanti rispetto agli altri sono quello per la produzione di energia elettrica e quello irriguo, oltre a quello molitorio per quanto riguarda la parte di bacino in territorio parmense.

Va osservato che le acque destinate agli usi idroelettrico, ittico e molitorio, dopo l'utilizzo vengono restituite al corso d'acqua e sono quindi potenzialmente riutilizzabili. Ciò avviene però generalmente più a valle del punto di prelievo, determinando comunque una carenza idrica nel tratto intermedio (Marconi et al., 1995).

Per quanto riguarda la distribuzione territoriale dei punti di derivazione, si può osservare che essi risultano concentrati in parte nell'alto bacino ed in parte nella zona di pedecollina e di alta pianura. Il torrente Enza concorre da solo al prelievo di circa il 45% del totale di acqua prelevata dall'intero bacino (AAVV, 1986).

I forti quantitativi utilizzati a fini idroelettrici provengono dal t. Enza (15.745 l/s), nella zona montana e presso Canossa (dal Canale d'Enza), e dal t. Cedra (8.220 l/s), in più località.

Il prelievo a scopo irriguo più consistente è quello realizzato sul Canale d'Enza dal Consorzio di Bonifica Bentivoglio-Enza (5.000 l/s), a cui si aggiungono numerose derivazioni minori sia in territorio reggiano (Gattatico, S.Polo, Ciano d'Enza), che parmense (Neviano degli Arduini, Traversetolo, Montechiarugolo, Parma Est, Sorbolo). Scendendo verso le zone di pianura, l'uso irriguo diviene la destinazione quasi esclusiva delle derivazioni di acque superficiali.

L'utilizzo a scopo molitorio avviene nella zona montana di Vetto (951 l/s) e presso Ciano d'Enza (244 l/s), nonché in territorio parmense, in cui è presente un grande numero di derivazioni a vari usi, probabilmente oggi in parte rinunciate (AAVV, 1986).

Si osservano prelievi ad uso potabile da alcuni affluenti di destra Enza, in territorio reggiano: a Succiso dal t. Liocca (20 l/s); presso il Lago Calamone dal t. Lonza (20,8 l/s); a Marola dal Rio di Leguigno (0,6 l/s) e a Casina (0,6 l/s). Ad uso potabile è destinata anche la galleria filtrante di Cerezzola, gestita da AGAC - Energia e Ambiente di Reggio Emilia, ma non ancora operativa, di 90 l/s con previsione di raddoppio (Autorità di Bacino del Po, 1997 a).

Soltanto nella parte alta del bacino si verificano prelievi ad uso ittico: a Palanzano (125 l/s) e Monchio delle Corti (48 l/s).

3.2.2 - Gli emungimenti di acque dal sottosuolo

La ricchezza di risorsa idrica dell'alta pianura del bacino dell'Enza, per altro a basso costo e di ottima qualità, ha incentivato storicamente gli emungimenti di acqua dal sottosuolo sia da parte degli Enti acquedottistici che di numerosi privati (AAVV, 1986).

La conoide del t. Enza costituisce per la pianura reggiana la zona strategica per l'approvvigionamento idrico: qui sono localizzati i campi pozzi più produttivi (Quercioli, Roncocesi e Caprara) e da quest'area deriva il 55-60% della risorsa idropotabile della provincia (Marconi et al., 1995).

Il quantitativo estratto nel settore acquedottistico ammonta a circa 30 milioni di mc/anno in sponda destra e a circa 2,5 milioni di mc/anno in sponda sinistra del torrente, nei comuni di Traversetolo e Montechiarugolo (Autorità di Bacino del Po, 1997 a).

Il territorio interessato dai prelievi di risorse idriche sotterranee comprende le zone di pianura fino al margine collinare di S. Polo, Canossa e Traversetolo. Da un'analisi cartografica circa l'ubicazione attuale dei pozzi si individua una zona di conoide intensamente sfruttata, posta in prossimità e a monte della via Emilia, che interessa i comuni di Campegine, S. Ilario, Montecchio, Cavriago, Quattro Castella e la parte più ad ovest di Reggio Emilia. Le maggiori concentrazioni degli emungimenti sono ubicate, nella parte reggiana, intorno a Montecchio e Bibbiano, dove peraltro insistono i più importanti punti di prelievo ad uso idropotabile in gestione pubblica.

Nella stessa zona le acque dei pozzi utilizzati dai privati sono destinate per la maggior parte all'agricoltura. Più a valle un'altra concentrazione, sia pure arealmente più ristretta, si rileva intorno a S. Ilario, con destinazioni prevalentemente industriali. Proseguendo verso la media pianura gli emungimenti di acque sotterranee

diminuiscono, sia per la presenza del Consorzio di Bonifica che risponde alla domanda ad uso irriguo con acque superficiali, sia per la scarsa potenzialità dell'acquifero nella media pianura. In sponda parmense la distribuzione dei prelievi si presenta più uniforme almeno in tutta la parte medio-alta. (AAVV, 1986).

Sostanzialmente la maggior parte delle acque estratte dal sottosuolo del bacino è destinata all'uso agricolo; gli usi industriali, sia pur modesti rispetto a quelli irrigui e zootecnici, prevalgono nella zona parmense rispetto a quella reggiana ed aumentano numericamente a nord della via Emilia e nella media pianura, più carente di risorsa (AAVV, 1986).

3.2.3 - Il sistema infrastrutturale di approvvigionamento idrico

Sul territorio del bacino dell'Enza sono presenti infrastrutture idriche di ambito intercomunale sia per il settore acquedottistico che per quello irriguo. Mentre le reti acquedottistiche sono sempre delimitate dai confini provinciali, nel settore irriguo esistono anche strutture sovraprovinciali, come quella connessa al prelievo alla traversa di Cerezzola, destinato all'approvvigionamento di areali sia Reggiani che Parmensi.

La rete acquedottistica

La tipologia e la gestione delle infrastrutture acquedottistiche risultano nettamente diverse nelle due province a cui appartiene il bacino del t. Enza. Per il territorio reggiano esiste un unico organismo, l'A.G.A.C. (Consorzio tra Comuni per la Gestione dei Servizi Energetici e Ambientali), che gestisce sia l'approvvigionamento e l'adduzione primaria, sia la distribuzione all'utenza. Per il territorio parmense sono presenti due aziende che

provvedono alle forniture di gran parte dell'areale di pianura (A.S.C.A.A. e A.M.P.S.) e due consorzi acquedottistici che alimentano porzioni limitate della zona montano-collinare, mentre il restante territorio dispone di reti di tipo comunale (Regione E.R., 1997 a).

Per quanto riguarda la provincia di Reggio Emilia, le reti acquedottistiche intercomunali sono generalmente costituite da più schemi interconnessi, soprattutto nell'area di pianura, e alimentati da fonti "diffuse", cioè da campi pozzi o da gruppi di sorgenti.

Tutto il territorio a nord della via Emilia è servito da due estesi acquedotti facenti capo alle centrali di Roncocesi (375 l/s) e di Caprara (235 l/s), che assicurano l'approvvigionamento idrico a tutti i comuni della zona ad eccezione di Guastalla e Luzzara. Nella bassa pianura non esistono livelli permeabili superficiali e le perforazioni devono raggiungere i 100 m. Le acque si arricchiscono in questa zona di alcune sostanze indesiderabili come ferro e manganese, per cui sono spesso necessari trattamenti di deferromanganizzazione.

L'area di media pianura, che comprende il comune capoluogo e richiede dunque il maggiore rifornimento idrico, è servita dalla adduttrice Quercioli-Reggio Emilia, dalle ultime propaggini dell'acquedotto della Gabellina e da numerosi pozzi localizzati nel bacino idrografico del t. Crostolo ma ricadenti nell'unità idrogeologica del t. Enza (AAVV, 1986).

Tutta l'area montana è servita dall'acquedotto principale della Gabellina nonché da 25 piccoli acquedotti; la rete adduttrice in questa zona è alimentata quasi esclusivamente da acque sorgive.

Per quanto riguarda la provincia di Parma, l'area di pianura compresa nel bacino dell'Enza è servita da due sistemi acquedottistici principali e indipendenti, approvvigionati con acque di falda, non tutte ricadenti nell'unità idrogeologica della conoide dell'Enza. Nella zona montana esiste una maggiore integrazione acquedottistica che permette il rifornimento di aree a valenza non solo municipale (sistema Neviano

degli Arduini-Traversetolo), tranne nella parte più alta del bacino in cui i comuni sono serviti da sistemi acquedottistici locali. L'approvvigionamento è qui realizzato in massima parte attraverso la captazione di sorgenti, in misura più consistente che nel reggiano (AAVV, 1986).

La rete irrigua

Le informazioni sulla rete irrigua del bacino sono tratte principalmente da Autorità di Bacino del Po, 1997 a.

Sull'area in esame operano due principali consorzi di bonifica e irrigazione: il Consorzio della Bonifica Parmense tra il t. Ongina e il t. Enza e il Consorzio Bentivoglio-Enza tra il t. Enza e il t. Crostolo.

Il primo dispone di numerose concessioni di prelievo di acque superficiali sui principali torrenti dell'area, anche se allo stato attuale i volumi effettivamente impiegabili risultano ridotti a causa della modesta entità delle portate prelevabili alla chiusura dei bacini montani. Per ovviare a questa carenza il Consorzio ha attivato un certo numero di pozzi in prossimità della via Emilia, da cui vengono prelevati dai 2 ai 5-6 milioni di mc/anno. Altri pozzi sono stati perforati da privati. Altri provvedimenti adottati per rimediare alla penuria d'acqua sono stati: la trasformazione dei metodi di irrigazione, da quello a scorrimento a quello a pioggia, per consentire un maggior risparmio della risorsa, nonché l'adozione di colture più idonee a questo metodo, riducendo la presenza del prato stabile che origina i foraggi tipici per la produzione del Parmigiano-Reggiano.

Il secondo Consorzio dispone di due fonti di approvvigionamento superficiale: il fiume Po e il t. Enza. Dal Po, a Boretto, vengono prelevati per sollevamento circa 36 milioni di mc/anno, che servono ad irrigare tutta l'area compresa fino all'altezza dell'autostrada A1, permettendovi colture di tipo prevalentemente industriale, oltre che medicaie e prati stabili. Il restante comprensorio del Consorzio, posto

tra il limite pedecollinare e la via Emilia, utilizza invece le acque del t. Enza. La principale derivazione è quella connessa alla traversa di Cerezzola: qui vengono prelevati fino a 8 m³/s che vengono poi suddivisi in parti uguali tra il Canale d'Enza, che prosegue verso Reggio Emilia, ed il Canale della Spelta, che attraversa il torrente in galleria, andando a rifornire una fascia in sinistra Enza.

Dal Canale d'Enza la Cartiera Sicem-Saga è autorizzata ad utilizzare per fini idroelettrici fino a 8 m³/s (Marconi et al.,1995).

I volumi prelevati a Cerezzola a scopo irriguo ammontano mediamente a circa 28-30 milioni di m³/anno.

La scarsità di acqua (specialmente nei mesi estivi) fa sì che nella zona siano presenti prevalentemente meadici e prati stabili.

Anche in quest'area sono stati perforati numerosi pozzi da parte di privati (circa 160-170), con massima concentrazione nella zona di Montecchio e Cavriago.

Complessivamente la quantità di risorsa richiesta per uso irriguo al t. Enza è stata stimata in 32 milioni di m³/anno, con deficit valutabile in 24 milioni di m³/anno attualmente soddisfatti in buona parte da falda, in destra idraulica ed in 10 milioni di m³/anno, con un deficit di circa 5 milioni di m³/anno, in sinistra idraulica.

3.2.4 - Usi antropici della risorsa: consumi attuali e orizzonti previsionali

Questo paragrafo utilizza informazioni tratte principalmente da Marconi et al., (1995).

La valutazione dei consumi idrici è un elemento di fondamentale importanza per la programmazione dell'uso di una risorsa limitata come l'acqua e per la definizione di politiche di risparmio idrico.

Anche se in riferimento alle politiche nazionali e comunitarie si osserva che "le risorse idriche vanno assumendo via via una crescente rilevanza, nel senso che da res nullius o res comunis si stanno trasformando in bene economicamente valutabile" (Ventresca,1992), la finitezza della risorsa acqua e la sua limitata rinnovabilità sono concetti che si stanno imponendo all'attenzione generale con grande lentezza.

Relativamente agli usi antropici della risorsa nel bacino del t. Enza e alle previsioni della domanda futura relativa ai diversi usi, si possono fare le seguenti considerazioni:

- Usi industriali - L'industria si approvvigiona per la quasi totalità tramite prelievi autonomi da falda: circa l'80% dell'acqua utilizzata a questo scopo nella provincia di Reggio Emilia proviene dagli acquiferi sotterranei. Al comparto industriale infatti, in assenza di altre disposizioni, risulta generalmente più semplice e conveniente prelevare acqua dal sottosuolo, anche se questa si configura come una scelta poco razionale dal momento che si utilizza una risorsa pregiata per impieghi che spesso richiederebbero requisiti di qualità molto inferiori. I prelievi da acque superficiali esistenti vengono normalmente effettuati dalle industrie per produrre forza elettromotrice; in seguito l'acqua viene restituita ai corpi idrici. In questo settore è molto difficile fare previsioni, non esistendo proiezioni affidabili sul trend di sviluppo nel lungo periodo; si è però

ipotizzato che la pressione congiunta dell'opinione pubblica e delle amministrazioni condurrà, tramite misure normative e tariffarie, ad una riduzione dei consumi nei cicli produttivi.

- Usi irrigui - Dall'agricoltura deriva la più consistente richiesta d'acqua, dato confermato anche a livello regionale. Per questo uso si fa in prevalenza ricorso alle acque superficiali, in ragione dell'elevato fabbisogno e dei modesti requisiti di qualità richiesti, anche se a fronte della scarsità di risorsa è presente un elevato ricorso alle acque di falda nella zona di conoide. La tendenza generale prevista in questo settore è verso un contenimento dei consumi dovuto al miglioramento delle tecniche irrigue relative alla adduzione ed adacquamento; il trend evidenziato è infatti di una conversione dai metodi più idroesigenti verso metodi a più elevata efficienza.
- Usi acquedottistici - La voce di consumo principale risulta quella per uso domestico, seguita dagli usi produttivo e misto, che insieme rappresentano gli impieghi propri dell'acqua di rete. Lo sfruttamento di risorse sotterranee per uso idropotabile risulta una scelta quasi obbligata, nella quale però si registra un'inversione di tendenza verso il prelievo da acque superficiali (galleria AGAC a Cerezzola).
- Usi zootecnici - Per questo settore si fa ricorso principalmente ad acque di falda (tramite prelievi autonomi o attraverso la rete acquedottistica) e ciò è giustificato dagli elevati standards igienico-sanitari richiesti. Il comparto zootecnico presenta una situazione consolidata per cui il suo fabbisogno idrico si prevede destinato a calare già nel medio termine grazie all'introduzione di sistemi di allevamento meno idroesigenti.

In definitiva, la tendenza ipotizzata per il medio e lungo termine è alla generale riduzione dei consumi, cui si contrappone il dato relativo alla domanda per usi civili, in aumento nel medio periodo a causa

dell'incremento dei consumi pro capite (ma tendente a stabilizzarsi nel lungo termine per un effetto di saturazione degli stessi). Attualmente la principale voce di consumo è rappresentata dall'uso irriguo, che manterrà probabilmente il primato, con la tendenza però alla diminuzione dell'incidenza percentuale.

3.2.5.- Fattori critici quali-quantitativi delle acque superficiali e sotterranee

- Analisi dei deflussi minimi vitali (DMV)

Le numerose captazioni di acque superficiali operate su un regime idrologico torrentizio come quello del t. Enza provocano spesso, soprattutto nel periodo estivo (caratterizzato anche dai maggiori prelievi per uso irriguo), riduzioni anche totali della portata, con conseguenze molto gravi per l'ecosistema fluviale ed in particolare modo per la vita acquatica. Per salvaguardare l'integrità ecologica del corso d'acqua è infatti necessario garantire il mantenimento in alveo di un valore minimo di deflusso, detto DMV.

I criteri proposti dalla Regione Emilia-Romagna per il calcolo del DMV utilizzano il metodo "Valtellina", modificato per adeguarlo ai corsi d'acqua emiliani. Il valore di DMV è ottenuto come prodotto tra la superficie del bacino sotteso dalla sezione fluviale (km^2) e la portata limite unitaria ($\text{l s}^{-1} \text{km}^{-2}$), che viene definita tenendo conto dei fattori precipitazioni, altitudine, qualità ambientale (secondo il metodo IBE) e valore naturalistico (Regione E.R., 1997 b).

L'applicazione di tale metodo al bacino del torrente Enza ha portato ai risultati esposti in tab. 3.

Tab. 3 - Deflussi minimi vitali calcolati per alcune sezioni del t. Enza

Località	Superficie bacino (Km ²)	DMV unitario (l s ⁻¹ Km ⁻²)	DMV totale (m ² s ⁻¹)
Temporia	197	5,51	1,09
Vetto	312	4,26	1,33
Cerezzola	488	3,00	1,46
S. Ilario	670	2,49	1,67
Brescello	670	2,30	1,54

In base a questi dati si può dedurre come almeno luglio e agosto, tipicamente caratterizzati da portate molto esigue o nulle, risultino mesi a rischio per l'intero corso d'acqua.

Un punto particolarmente critico è rappresentato dalla traversa di Cerezzola, che nei mesi estivi provoca a valle dello sbarramento un rilascio in regime di magra nullo o comunque inferiore alla portata auspicabile (Marconi et al.,1995).

Non esistono ancora conclusioni unanimemente condivise sui criteri di calcolo del DMV (Regione E.R., 1997 a); spesso gli approcci ingegneristici tendono a trascurare alcune valutazioni ecologiche determinanti al fine della reale salvaguardia della vita acquatica (Antonietti et al.,1995). Nel caso considerato, per esempio, il valore minimo di portata da mantenere risulta calcolato indipendentemente dalla sezione dell'alveo: più questo risulterà largo, minore sarà la lama d'acqua a disposizione della fauna ittica.

Risulta comunque evidente che la decisione del livello di protezione da conseguire deve prendere in considerazione una molteplicità di fattori di tipo economico, sociale, ecologico ed ambientale (Antonietti et al.,1995).

Nel caso in esame, l'applicazione del DMV determinerebbe una minore disponibilità di risorsa per gli altri usi, in particolare quello irriguo; in tal caso la richiesta non soddisfatta tenderebbe a rivolgersi in buona parte verso la falda (Regione E.R.,1997 a).

Un secondo aspetto di criticità riguardante le acque superficiali è costituito dal peggioramento delle caratteristiche qualitative delle acque fluenti, soprattutto in concomitanza del verificarsi di basse portate, quando una percentuale rilevante della portata stessa è rappresentata da scarichi, anche se depurati (Regione E.R.,1997 a). Per un'analisi qualitativa delle acque superficiali in riferimento agli usi previsti si rimanda al cap.5.

- Inquinamento e sovrasfruttamento degli acquiferi

Qualità delle acque di falda

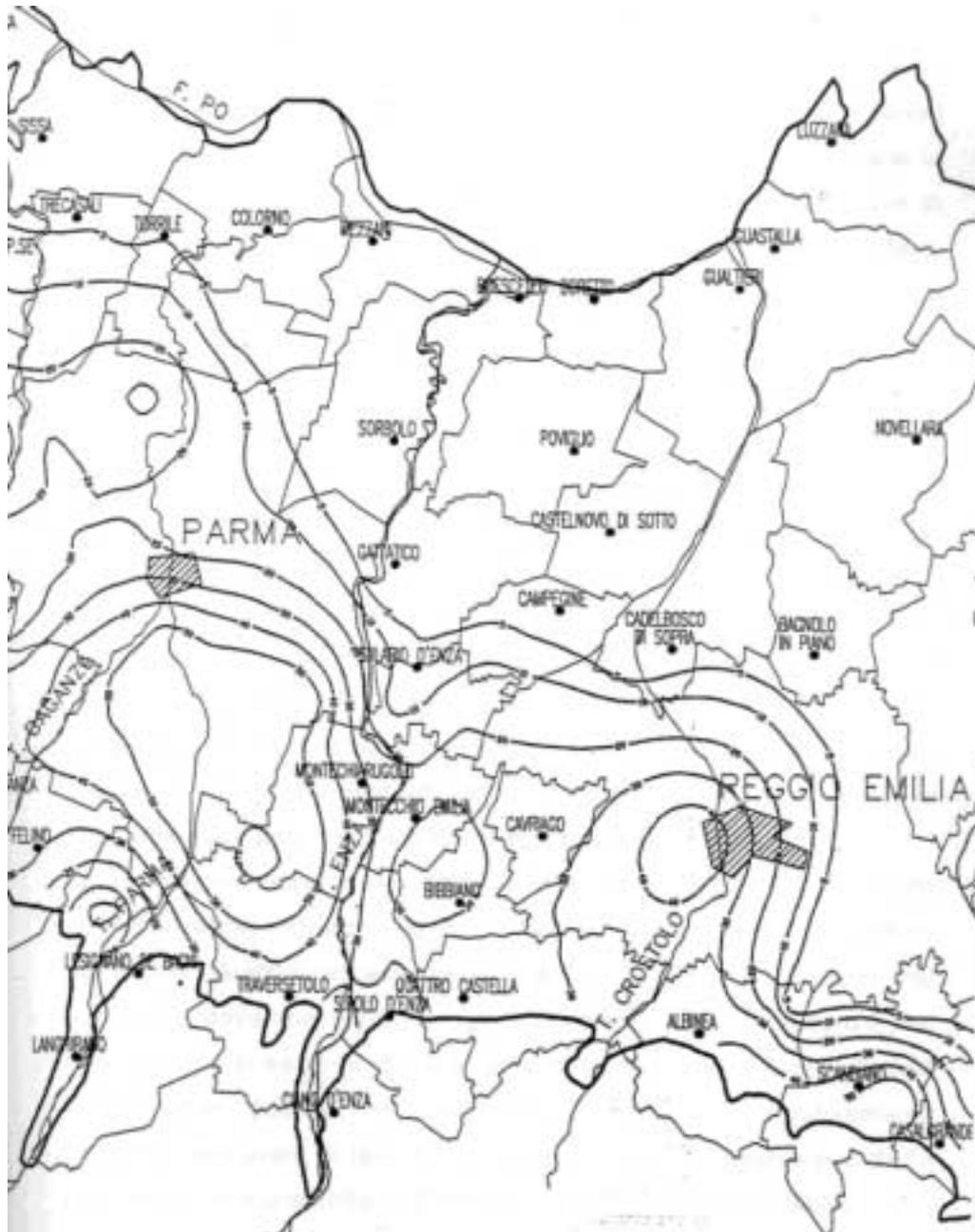
Le caratteristiche idrodinamiche degli acquiferi sono studiate attraverso la "rete regionale di controllo dell'acquifero" gestita da ARPA, che dispone nella zona di una settantina di pozzi, maggiormente concentrati nelle aree di conoide, a cui si affianca una rete di controllo di 130 pozzi gestita da A.G.A.C., su cui si effettuano analisi fisico-chimiche e microbiologiche.

Dal punto di vista idrochimico le acque sono caratterizzate da media salinità, con concentrazioni degli anioni fondamentali relativamente bassa e quindi particolarmente adatta all'uso potabile. La durezza media si aggira intorno ai 40 F. L'ammoniaca è praticamente assente; tracce di ferro e manganese cominciano a comparire nella zona nord della conoide (zona di Roncocesi). In passato sono state rilevate, in pozzi oggi non più utilizzati, concentrazioni anomale di bario; la sua presenza risulta di origine naturale (Marconi et al.,1995).

Il principale fattore di rischio di inquinamento dell'acquifero sotterraneo è rappresentato dall'uso agro-zootecnico dei suoli nella zona di ricarica (concimazioni, spandimento di liquami) e dalla presenza di inquinanti di origine civile, agro-zootecnica e industriale nelle acque che scorrono, con le relative infiltrazioni, sul tratto di conoide ad elevata vulnerabilità: la conseguenza è la contaminazione da nitrati delle acque sotterranee che spesso ha portato al superamento del valore limite di potabilità (50 mg/l, in base al DPR 236/88) e per la quale la zona di conoide dell'Enza è stata dichiarata nel 1989 "Area ad elevato rischio di crisi ambientale" ai sensi della Legge n. 349/86 (Marconi et al.,1995).

Il rischio per la salute nell'assunzione di nitrati è dovuto alla formazione, nell'apparato digerente, di nitrosammine, composti ritenuti cancerogeni; il rischio è particolarmente elevato per i neonati. Le concentrazioni di nitrati nell'acquifero nel 1995, mostrate in fig. 5, confermano la presenza del problema nelle zone di alta pianura ed anche una maggiore criticità nella parte parmense rispetto a quella reggiana. In particolare concentrazioni superiori a 50 mg/l si riscontrano in una vasta area a monte di Parma, che mostra una tendenza al peggioramento; nel reggiano si ha comunque una diffusa presenza di nitrati, soprattutto a ridosso del margine pedecollinare e in una zona a sud-ovest della città, dove si raggiungono i 40 mg/l, ma la situazione è relativamente stabile e le concentrazioni si mantengono al di sotto del limite di legge (Regione E.R.,1997 a).

Fig. 5 - Concentrazione media annua di nitrati nel 1995 (1: 250.000)



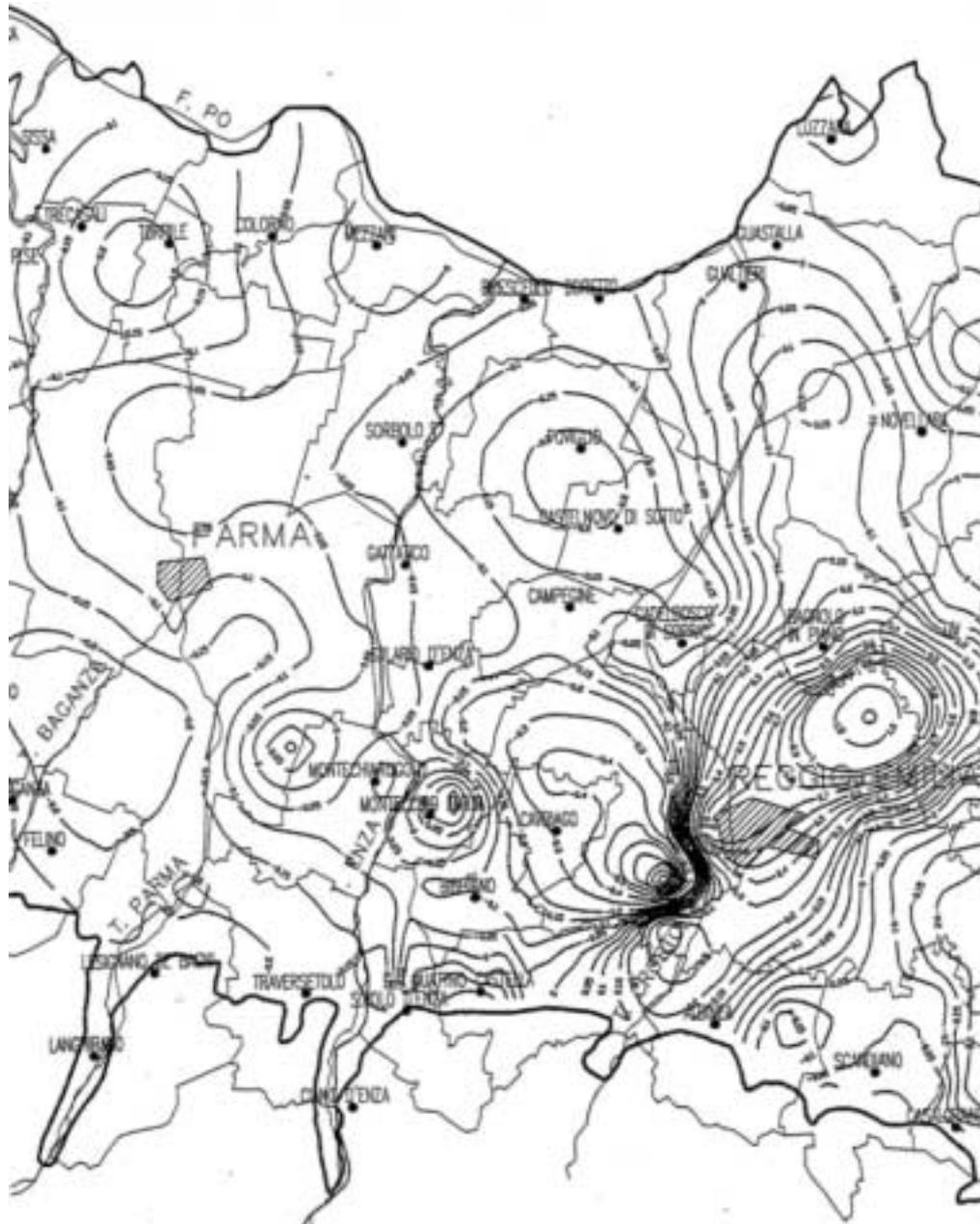
Variazione del livello di falda e subsidenza

Per sovrasfruttamento delle falde acquifere si intende una situazione di bilancio idrico negativo, in cui la somma delle quantità estratte e di quelle perse per deflusso sotterraneo risulta superiore agli afflussi di acque dalla superficie. Le principali cause di questo fenomeno sono i massicci prelievi di risorsa tramite pozzi, le attività di escavazione in alveo, le alterazioni del regime idrologico e l'impermeabilizzazione di vaste superfici urbane, che impediscono il rifornimento dell'acquifero. Una situazione di sovrasfruttamento, oltre a configurare una tendenza all'esaurimento della risorsa idrica estraibile dal sottosuolo (ed un aumento dei costi di estrazione), comporta diverse conseguenze negative sull'ambiente, tra cui: il peggioramento della qualità delle acque sotterranee; i fenomeni di subsidenza; l'esaurimento di risorgive e fontanili (Marconi et al.,1995).

La ricostruzione delle serie storiche dei livelli di falda, relativa al ventennio 1976-1996, mostra nel territorio in esame un andamento discontinuo, probabilmente correlabile non solo ad eventi esterni ma anche ad oscillazioni naturali con ciclicità pluriennale (7-8 anni). Le tendenze di lungo periodo presentano comunque andamento medio negativo, con un recupero diffuso nei primi anni 90 ed una nuova flessione negli anni 1995 e 1996 (Regione E.R.,1997 a).

La variazione media annua della superficie piezometrica nel periodo 1976-96, rappresentata in fig. 6, evidenzia un generale abbassamento dei livelli. Questo andamento risulta più regolare e costante nel parmense, dove non si hanno significative inversioni di tendenza; nel reggiano, se si esclude la zona di Montecchio dove si hanno trends leggermente positivi, si registrano diminuzioni relativamente contenute dei livelli di falda, che solo tra Poviglio e Castelnovo Sotto si accentuano superando i 20 cm all'anno (Regione E.R.,1997 a).

Fig. 6 - Variazione media annua della superficie piezometrica nel ventennio 1976-1996 (scala 1:250000)



Per quanto riguarda gli abbassamenti del suolo, i confronti fra livellazioni geometriche eseguite in tempi diversi (I.G.M.I 1949 - Catasto 1974) hanno consentito di rilevare un considerevole abbassamento del suolo in buona parte della pianura reggiana, con massimi in corrispondenza dei centri urbani (fino a 75 cm in corrispondenza del Palazzo Comunale di Reggio Emilia) e valori minori ma pur sempre apprezzabili (dell'ordine dei 15-20 cm), fuori dalle zone urbane. Il fenomeno si può ritenere dovuto a cause naturali, ma accelerato dalle attività antropiche (estrazione di acque di falda). I dati rilevati in modo puntuale lungo la via Emilia, possono essere ragionevolmente estesi alla pianura adiacente, considerando anche la natura del sottosuolo che fornisce indicazioni sulle aree potenzialmente subsidenti: il maggiore abbassamento del suolo si riscontra generalmente in corrispondenza dei sedimenti ad elevata compressibilità (limi e argille) mentre risulta minore nelle zone a sedimenti ghiaiosi delle conoidi (Ferretti et al., 1988).

3.3 - Fonti di pressione ed inquinamento

3.3.1 - Quadro degli impianti di depurazione recapitanti in acque superficiali del bacino

Il quadro informativo delle infrastrutture impiantistiche di depurazione delle acque presenti nel bacino del t. Enza, aggiornato al 1995, è stato desunto dai dati specifici forniti da AGAC e AMNU (enti gestori della maggior parte dei depuratori in esercizio nelle rispettive provincie di Reggio Emilia e Parma) e contenuti nella documentazione dell'Autorità di Bacino del Po (1997 b).

Gli impianti sono stati distinti in due fasce tecnico-dimensionali (I e II livello) in relazione alla tipologia di funzionamento ed alla potenzialità di trattamento. Per impianti di depurazione di I e II livello si intende, ai sensi della L.R.n. 7/83, rispettivamente un impianto che effettui la sola separazione dei solidi sospesi (ad es. Fosse Imhoff), o un impianto che effettui la separazione dei solidi sospesi, l'ossidazione biologica (con diverse tecnologie, quali fanghi attivi, letti percolatori, biodischi) e la stabilizzazione dei fanghi di risulta (Marconi et al.,1995).

Nel bacino del t. Enza esistono numerosi depuratori di I livello di tipo Fossa Imhoff, esposti in modo sintetico in tab. 4. Essi sono tutti localizzati in comuni di montagna o collina, pertanto sono caratterizzati da carichi organici non particolarmente elevati, ad eccezione del periodo estivo per le località di villeggiatura (Marconi et al.,1995).

Tab. 4 - Schema riassuntivo degli impianti di depurazione di I livello
recapitanti nel bacino del t.Enza

Depuratori di I livello			
Comune	n° impianti	A.E. trattati compless.	Corpo idrico recettore
Casina	15	1.940	sistema del T.Tassobbio
Carpineti	4	1.505	T. Tassobbio
Canossa	1	70	Rio Cerezzola
Totale		3.515	

I depuratori di II livello, elencati in tab. 5, sono una quindicina, quasi tutti caratterizzati da tipologia di funzionamento a fanghi attivi. La maggior parte serve un'utenza di tipo civile ad eccezione di Barilla, Mulazzano, Praticello e Sorbolo 2 che sono di tipo civile-industriale. Gli insediamenti produttivi serviti da questi impianti sono prevalentemente di origine alimentare (macelli, salumifici, aziende vinicole, latterie) e di tipo chimico (vernici, colorifici, etc.).

E' da rilevare che, mentre la maggior parte dei depuratori di II livello risulta sovradimensionata rispetto al carico organico effettivamente trattato (gli A.E. effettivi sono solo una frazione di quelli previsti dal progetto), tanto che spesso sorgono problemi legati alla eccessiva diluizione causata dal carico idraulico (acque bianche o di drenaggio) che confluisce al depuratore, al contrario quasi tutti gli impianti di I livello risultano fortemente sottodimensionati rispetto agli A.E. serviti: ad esempio si possono citare quelli di Busanella (409 A.E. trattati sui 70 previsti), Montata (352 su 70), Rovetto (358 su 70) nel comune di Casina e quello di Casa Morelli (1218 su 50) nel comune di Carpineti.

Considerando la caratteristiche torrentizie dei corpi idrici recettori si può dedurre come questo tipo di scarichi possa avere un impatto ambientale rilevante in tratti di corsi d'acqua dove la densità degli scarichi è elevata e le portate idriche ridotte.

Tab. 5 - Schema degli impianti di depurazione di II livello recapitanti nel bacino del t. Enza

Depuratori di II livello			
Denominazione	Comune	A.E. trattati	Corpo idrico recettore
Barilla G.R.F.Ili	Parma	3800	Cavo Burla
Casina	Casina	2000	T. Tassobbio
La Fratta	Montechiarugolo	665	T. Enza
Marola	Carpineti	400	T. Tassobbio
Mezzani	Mezzani	6000	Cavo Mezzani
Monticelli	Montechiarugolo	5000	Rio Arianazzo
Mulazzano	Lesignano	31000	T. Termina
Praticello	Gattatico	5000	Cavo Canalazzo
Ramiseto	Ramiseto	200	f. Bora
Rio Maillo	Castelnovo nei Monti	1800	Rio Maillo
Sorbolo-Levante	Brescello	1000	Cavo Enzoletta
Sorbolo 2	Sorbolo	164	Cavo Gambalone
Sorbolo 3	Sorbolo	1000	Cavo Naviglia
Traversetolo	Traversetolo	5100	T. Termina
Vetto	Vetto	800	Rio di Vetto
Totale		63929	

Come si può notare dalla tabella, gli unici comuni reggiani che recapitano i loro scarichi depurati in Enza appartengono alla zona montana del bacino. Infatti i principali comuni posti in sponda destra

della Val d'Enza (Canossa, S. Polo, Montecchio, S. Ilario) sono serviti dai due principali depuratori del capoluogo, Roncocesi e Mancasale, i cui scarichi confluiscono nel t. Crostolo.

3.3.2 - Attività industriali con recapito diretto in corpi idrici superficiali

Si è ritenuto opportuno considerare distintamente l'entità degli apporti inquinanti da scarichi con recapito diretto in acque superficiali rispetto a quelli recapitanti in fognatura che, interessati più o meno da processi di depurazione aziendale, vengono poi convogliati negli impianti civili e/o misti già considerati nell'ambito dell'analisi delle infrastrutture depurative. Le informazioni sono tratte da Autorità di Bacino del Po (1997 c). In tab. 6 viene fornito un quadro relativo alla caratterizzazione delle attività industriali recapitanti gli scarichi nel bacino del t. Enza; in particolare vengono riportati, per ciascuna tipologia di attività industriale individuata secondo il codice ISTAT, i valori aggregati su base comunale di tre parametri disponibili e utili a definire l'impatto potenziale sulle acque del sistema drenante il bacino: Numero di Addetti, Abitanti Equivalenti, Portata allo scarico ($m^3/giorno$). Sulla base della prima disaggregazione a livello comunale si è quindi operata una stima dell'incidenza degli apporti inquinanti per singolo sottobacino, riconducendo così l'analisi ad una impostazione correlata con l'ubicazione delle stazioni di monitoraggio della qualità delle acque superficiali (Par. 4.1.1). In tab. 7 vengono pertanto presentate le stime dei valori relativi agli Abitanti Equivalenti e ai Volumi versati ($m^3/giorno$) in corrispondenza dei singoli sottobacini del bacino idrografico del t. Enza.

Tab. 6 - Attività industriali con scarichi diretti in corpi idrici superficiali del bacino nel t. Enza

Provincia	Comune	Addetti	A.E.	Vol. (mc/d)	Cod. Attività	Attività
FR	MONTECHIARUGOLO	20	20	14,8	3241	Costruzione e installazione di macchine e apparecchi per le industrie meccaniche
FR	MONTECHIARUGOLO	44	26,4	12,32	4538	Confezioni varie e accessori per l'abbigliamento
FR	PALANZANO	3	192	14,4	4120	Ind. della macellazione del bestiame, prep. e cons. carne (escluse le macellerie e salumerie)
FR	PARMA	6	13,8	8,94	2222	Produzione di tubi avvicinati, aggraffati, saldati e simili
FR	PARMA	67	67	49,58	3241	Costruzione e installazione di macchine e apparecchi per le industrie meccaniche
FR	PARMA	12	768	57,6	4120	Ind. della macellazione del bestiame, prep. e cons. carne (escluse le macellerie e salumerie)
FR	PARMA	7	1085	47,6	4140	Industria per la trasformazione di frutta, ortaggi, e funghi (esclusa la surgelazione)
FR	SORBOLO	12	18	14,52	2410	Produzione di materiali da costruzione in laterizi
FR	SORBOLO	24	48	21,12	3135	Trattamento e rivestimento dei materiali
FR	SORBOLO	57	57	42,18	3253	Costruzione e installazione di apparecchi per impianti di sollevamento e trasporto
FR	TRAVERSETOLO	4	6	30,8	2434	Produzione di calcestruzzo fresco (centrali di betonaggio)
FR	TRAVERSETOLO	10	640	48	4120	Ind. della macellazione del bestiame, prep. e cons. carne (escluse le macellerie e salumerie)
RE	BRESCELLO	10	20	8,8	3136	Ind. manifatturiera per la lavorazione e la trasformazione dei metalli: meccanica generale
RE	BRESCELLO	3	171	13,08	4132	Industria casearia: trasformazione del latte
RE	CAMPEGINE	5	285	21,8	4132	Industria casearia: trasformazione del latte
RE	CAMPEGINE	6	342	26,16	4132	Industria casearia: trasformazione del latte
RE	CAMPEGINE	3	342	6,33	4251	Produzione e conservazione dei vini
RE	CASALGRANDE	120	180	44,4	2483	Produzione di piastrelle per pavimenti e rivestimenti
RE	CASINA	2	114	8,72	4132	Industria casearia: trasformazione del latte
RE	CASINA	3	171	13,08	4132	Industria casearia: trasformazione del latte
RE	CASINA	4	228	17,44	4132	Industria casearia: trasformazione del latte
RE	CIANO D'ENZA	3	171	13,08	4132	Industria casearia: trasformazione del latte
RE	CIANO D'ENZA	4	228	17,44	4132	Industria casearia: trasformazione del latte
RE	GATTATICO	5	285	21,8	4132	Industria casearia: trasformazione del latte
RE	GATTATICO	2	5098	47,07	4242	Produzione di Acquaviti
RE	POVIGLIO	4	228	17,44	4132	Industria casearia: trasformazione del latte
RE	RAMISETO	3	171	13,08	4132	Industria casearia: trasformazione del latte
RE	RAMISETO	5	285	21,8	4132	Industria casearia: trasformazione del latte
RE	SANTILARIO D'ENZA	2	136	2,06	2550	Produzione di mastici, pitture, vernici, e inchiostri da stampa

Tab. 7 -Stima della ripartizione per sottobacini degli apporti di inquinanti da attività industriali con recapito diretto in acque superficiali

Stazioni	Sottobacini	A.E.		Volume sversato (m ³ /d)	
	T. Liocca	123		9	
	T. Andrella	105		8	
	T. Cedra	77		6	
	T. Enza - I° tratto	140		10	
La Mora			445		33
	Rio Romiolo	19		1	
	T. Lonza	140		10	
	T. Bardea	29		2	
	T. Enza - II° tratto	67		5	
Vetto			255		18
	T. Tassobbio	279		21	
	T. Enza - III° tratto				
Cedogno			279		21
	Rio Cerezzola	136		10	
	T. Enza - IV° tratto	128		10	
Carbonizzo			264		20
	T. Termina	194		30	
	Rio Masdone	97		15	
	Rio Zola/Rio Arianazzo	119		29	
	T. Enza - V° tratto	197		22	
S.Illario			607		96
	Cavo Gambalone	303		39	
	Cavo Fumolenta	81		41	
	T. Enza - VI° tratto	279		5	
Coenzo			663		85
	Canalazzo Brescello	5269		95	
	Cavo naviglio	205		34	
	Canalazzo Terrieri	216		36	
	Immissione Po	76		9	
Immissione Po			5767		174
Totali		8279		448	

3.3.3 - Stima dei carichi inquinanti generati nel bacino

Le stime più recenti dei carichi inquinanti generati e sversati nel territorio in esame provengono dalla bozza dell'Aggiornamento del Piano Territoriale per il risanamento e la tutela delle acque della Regione E.R., 1993. La seguente esposizione fa riferimento alla elaborazione di tali dati contenuta nel cap. "L'acqua" del Rapporto Ambientale della Provincia di Reggio Emilia del 1995.

I fattori di generazione dell'inquinamento, puntuale e diffuso, sono stati suddivisi in: popolazione civile, industria/artigianato, zootecnia e agricoltura, per i quali sono state utilizzate le seguenti basi informative:

- popolazione civile: dati del Movimento anagrafico ISTAT 1990 e dell'Assessorato al Turismo regionale per le presenze fluttuanti;
- industria/artigianato: si è fatto riferimento alle attività idroinquinanti e/o idroesigenti, valutando il numero di addetti sulla base delle banche dati ASTER per il settore industriale e CRESS per quello artigianale;
- agricoltura e zootecnia: censimento generale dell'Agricoltura '90-'91, ISTAT.

Per ottenere una stima del carico inquinante per addetto nel settore industria/artigianato sono stati utilizzati i coefficienti contenuti nell'appendice 2 del Quad. n. 90 dell'IRSA.

I coefficienti adottati per la stima dei carichi di origine civile e zootecnica sono riportati in tab. 8.

I carichi di azoto e fosforo generati in agricoltura e dovuti all'utilizzo di fertilizzanti sono stimati sulla base di coefficienti specifici per ogni gruppo di coltivazioni, mostrati in tab. 9.

Tab. 8 - Coefficienti utilizzati per la stima dei carichi generati dalla popolazione civile e dal comparto zootecnico

Fonte	A.E.	BOD₅ (g/giorno)	Azoto (g N/giorno)	Fosforo (g P/giorno)
Popolaz.civile	1,00	60	12,33	1,84
Bovini	8,16	490	37	13
Suini	1,95	117	42	14
Avicoli	0,20	12	30	10

Tab. 9 - Coefficienti utilizzati per la stima dei carichi generati dall'uso di fertilizzanti in agricoltura

Coltura	Azoto Kg/ha/anno	Fosforo Kg/ha/anno
Frumento	150	30
Mais	250	39
Altri cereali	90	26
Barbabietola	100	50
Patate e ortive	160	50
Foraggiere avvicend.	40	35
Prati, pascoli	30	20
Vite	100	20
Frutteti e altri legnami	100	26

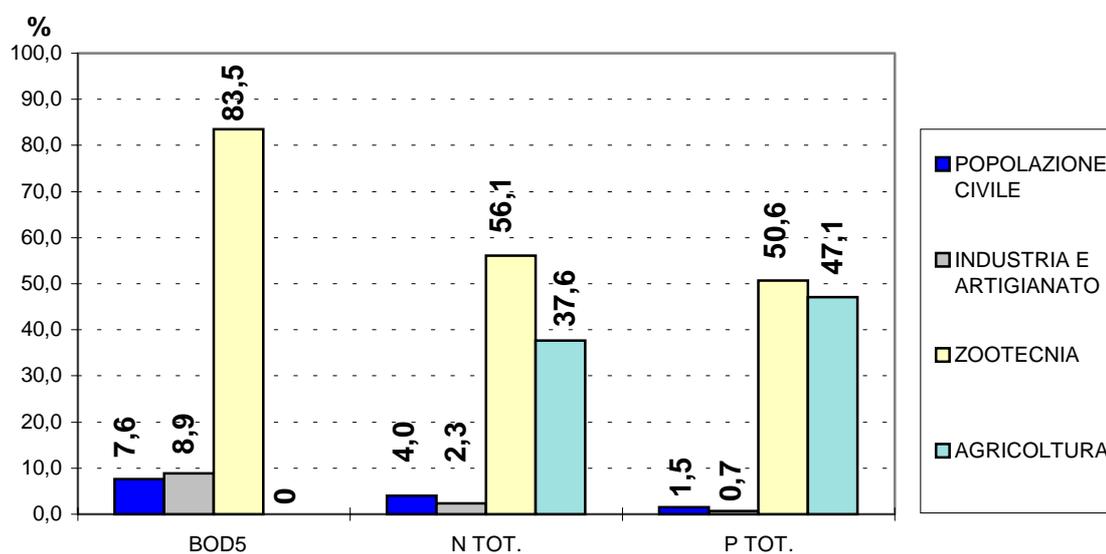
Sulla base dei coefficienti indicati è stata effettuata la stima dei carichi inquinanti di natura organica (BOD₅) e di tipo eutrofizzante

(azoto e fosforo) generati sul territorio del bacino idrografico del T. Enza. Essi sono riportati in tab. 10, suddivisi per fattore di generazione. L'incidenza percentuale delle varie fonti è mostrata in fig. 7.

Tab. 10 - Carichi inquinanti generati nel bacino, per fattore e attività

Fonte di generazione	BOD ₅ (Kg/giorno)	N tot. (Kg/giorno)	P tot. (Kg/giorno)
Popolazione civile	4.521	929	138
Industria e artigianato	5.290	540	65
Zootecnia	49.514	13.057	4.533
Agricoltura	-	8.764	4.214
Totale	59.325	23.290	8.950

Fig. 7 - Incidenza percentuale delle diverse fonti di generazione

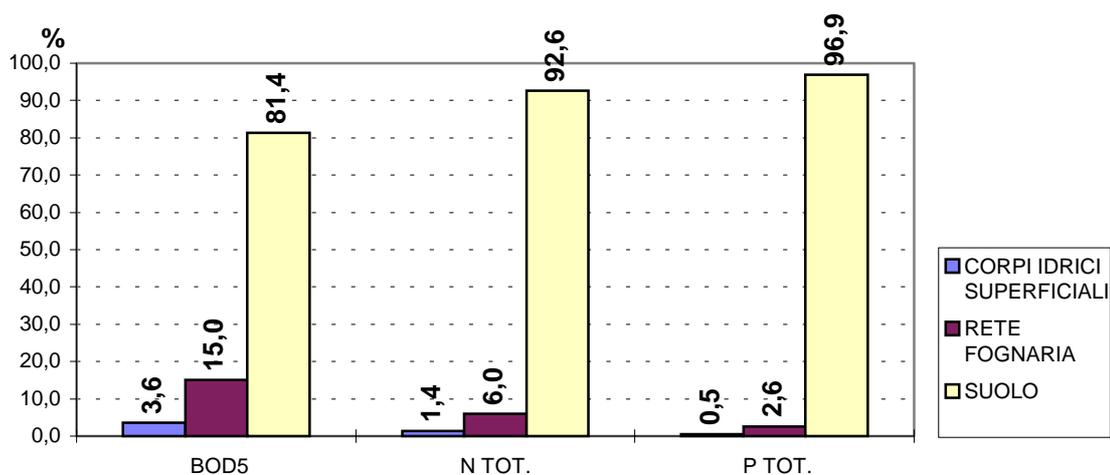


Come si può notare il settore zootecnico risulta responsabile della maggiore frazione del carico organico (83%) e di almeno della metà del carico eutrofizzante (56% di N e 50% di P). A quest'ultimo contribuisce in secondo luogo l'agricoltura (38 e 47%); le altre fonti di

generazione (componenti civile e industriale) risultano di importanza marginale.

La fig. 8 rappresenta la ripartizione percentuale dei carichi fra le diverse tipologie di scarico (acque superficiali, suolo, pubblica fognatura).

Fig. 8 - Incidenza percentuale delle diverse tipologie di scarico



Dal grafico risulta evidente che la quasi totalità del carico generato (sia organico che eutrofizzante) risulta recapitata su suolo, indicando che la principale causa di inquinamento nel territorio esaminato è rappresentata dalle fonti diffuse (spandimento di fanghi di depurazione e liquami zootecnici, uso di fertilizzanti).

3.3.4 - Stima dei carichi inquinanti sversati nei corpi idrici recettori

I carichi sversati rappresentano la quota dei carichi generati dalle diverse fonti inquinanti che giungono effettivamente ai corsi d'acqua; il carico sversato risulta normalmente inferiore a quello generato a causa dei processi di riduzione degli inquinanti dovuti ad una serie di fattori, come impianti di depurazione o capacità di abbattimento dei carichi organici e eutrofizzanti dovuto ai fenomeni chimici e biologici presenti nel suolo.

Per il calcolo dei carichi sversati sono stati considerati i seguenti criteri:

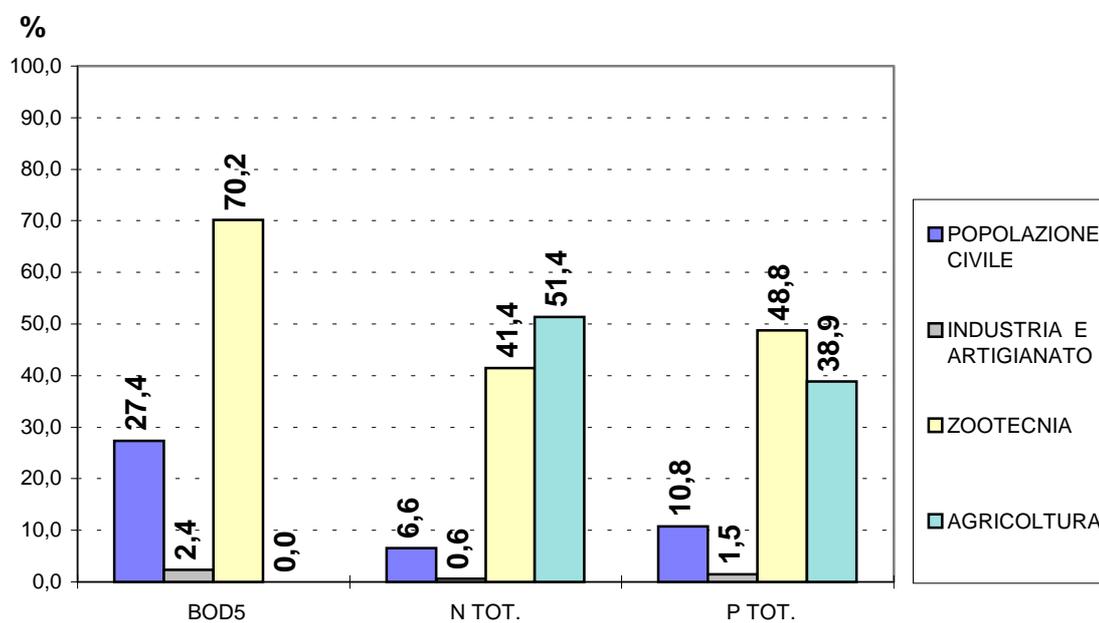
- per i carichi di origine civile serviti da impianti di depurazione di I livello e con recapito in corpi idrici superficiali sono stati attribuiti coefficienti di abbattimento del 25% per la componente organica e del 15% e 10% per azoto e fosforo rispettivamente;
- per i carichi industriali e artigianali è stato ipotizzato un pretrattamento aziendale, quando necessario a renderli compatibili con le tabelle di legge (Legge 319/76 e regolamenti comunali);
- i carichi di azoto e fosforo dovuti all'uso di fertilizzanti chimici, all'uso agronomico di fanghi depurazione ed allo spandimento di reflui industriali o zootecnici sono stati ipotizzati pari rispettivamente al 20% e 3% del carico generato;
- il carico eutrofizzante dovuto a suolo non coltivato è stato stimato pari a 2Kg N/ha e 0,1 Kg P/ha ogni anno;
- per i carichi interessati da depurazione di II livello: per gli impianti con potenzialità superiore ai 2000 A.E. sono stati considerati i dati effettivi di abbattimento dei carichi; per gli impianti con potenzialità inferiore ai 2000 A.E. sono stati assunti coefficienti di abbattimento dell'80% per la componente organica e del 35% e 25% per azoto e fosforo.

I carichi sversati così stimati sono riportati, per fattore e attività, in tab. 11, mentre in fig. 9 è mostrata l'incidenza delle varie fonti di generazione.

Tab. 11 - Carichi inquinanti sversati nel bacino, per fattore e attività

Fonte di generazione	BOD5 (Kg/giorno)	N Tot. (Kg/giorno)	P Tot. (Kg/giorno)
Popolazione civile	964	224	35
Industria e artigianato	83	22	5
Zootecnia	2.470	1.412	158
Agricoltura	-	1.753	126
Totale	3.517	3.411	324

Fig. 9 - Incidenza percentuale delle diverse fonti di generazione



Il comparto zootecnico si conferma la principale fonte di provenienza del carico organico (70%), seguito dalla popolazione civile (27%);

quasi tutto il carico eutrofizzante sversato deriva dall'agricoltura (51% di N e 39% di P) e dalla zootecnia (41% di N e 49% di P).

Questi dati trovano piena correlazione con l'assetto territoriale ed economico della zona indagata, la Val d'Enza, caratterizzata appunto da vocazione agricola e zootecnica e da un ridotto impatto delle aree a forte urbanizzazione rispetto a quanto avviene nei bacini limitrofi del t. Crostolo e t. Secchia.

Per quanto riguarda i carichi veicolati, il contributo del t.Enza all'eutrofizzazione dell'Adriatico è stato stimato in 1475 t di azoto e 152 t di fosforo all'anno, pari per entrambi allo 0,7% del carico proveniente dall'intero bacino padano.

4 - IL SISTEMA DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE SUPERFICIALI

L'art. 4 della Legge 319/76 "Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento" affida alle Regioni l'esecuzione delle operazioni di rilevamento delle caratteristiche dei corpi idrici, avvalendosi degli uffici della Provincia per quanto attiene gli aspetti qualitativi.

Il monitoraggio delle acque superficiali del bacino del torrente Enza si basa principalmente sulla Rete Regionale di controllo di 1° grado definita dalla Regione Emilia-Romagna nel Piano Territoriale Regionale per il risanamento e la tutela delle acque (Legge Regionale n. 9/83). L'art. 11 di tale legge delega alle Province il rilevamento delle caratteristiche idrologiche, fisiche, chimiche e biologiche dei corpi idrici, avvalendosi dei Presidi Multizonali di Prevenzione della U.S.L. (confluiti nelle sezioni A.R.P.A., Agenzia Regionale per la Prevenzione e l'Ambiente, istituita con la legge regionale n.44/95) per gli aspetti analitici, e dei Servizi provinciali per la "Difesa del suolo, risorse idriche e forestali" per le misure di portata.

L'attività di censimento sul bacino del torrente Enza, iniziata dal P.M.P. nel 1979, è stata modificata più volte negli anni fino al consolidamento ed alla validazione della procedura attuale, avvenuta a partire dal 1988. I dati acquisiti in questo modo vengono raccolti in archivio elettronico e, oltre a costituire un punto di partenza per successive elaborazioni, consentono alle Autorità di controllo di definire lo stato generale di qualità dei corpi idrici superficiali e di conseguenza programmare la realizzazione degli interventi per la loro salvaguardia od il loro risanamento.

L'attività di monitoraggio si avvale di due contributi fondamentali: quello basato sulle analisi fisico-chimiche e microbiologiche e quello relativo all'utilizzo di indicatori biologici (Indice Biotico Esteso).

4.1 - Il monitoraggio chimico e microbiologico

Il rilevamento dei parametri chimico-fisici e batteriologici viene effettuato facendo principale riferimento ai metodi ufficiali dell'Istituto di Ricerca sulle Acque del C.N.R.

4.1.1 - Le stazioni di campionamento

I criteri operativi di scelta delle stazioni di campionamento privilegiano le sezioni:

- di chiusura del bacino idrografico;
- di chiusura del bacino montano;
- delle confluenze principali;
- a monte dei prelievi importanti;
- a valle di scarichi importanti.

Nella scelta delle stazioni sono inoltre considerati altri fattori come l'accessibilità e la possibilità di misurare la portata, nonché i criteri relativi ai costi e ai benefici.

Sulla base di queste indicazioni è stata organizzata l'attuale rete di monitoraggio, che ha come obiettivo l'identificazione puntuale di episodi di inquinamento e lo studio dell'evoluzione temporale della qualità ambientale in relazione alla pianificazione ed alle opere di risanamento nei sottobacini (AAVV, 1997 b).

Relativamente al bacino idrografico del t. Enza sono state individuate 7 stazioni di prelievo, di cui 5 localizzate sul corso principale del torrente e 2 in chiusura di bacino dei principali affluenti (fig. 10).

Stazione 1 - Temporia: si trova a valle dell'immissione del torrente Cedra, poichè a monte dell'affluente il regime idrologico risente degli inconvenienti causati dalle captazioni per usi idroelettrici alle dighe di Paduli e di Nirone. E' influenzata dagli scarichi dell'abitato di Ranzano (foto 1).

Stazione 2 - Vetto Lido: è situata nella chiusura del bacino montano. Risente degli scarichi depurati di Vetto (foto 2).

Stazione 3 - T. Tassobbio a Buvolo: si trova nella sezione di chiusura dell'affluente principale di destra, che riceve le acque di scarico depurate di Casina e di parte di Castelnovo Monti (foto 3).

Stazione 4 - Cerezzola: si trova a monte dell'incile in grado di derivare fino a 8 mc/sec, che vengono restituiti subito più a valle (dopo utilizzo idroelettrico) ed in parte distribuiti fra il Canale della Spelta (PR) ed il Canale d'Enza (RE). In genere nel periodo estivo tutta la portata viene derivata per fini irrigui, causando secche prolungate nell'alveo principale a valle (foto 4).

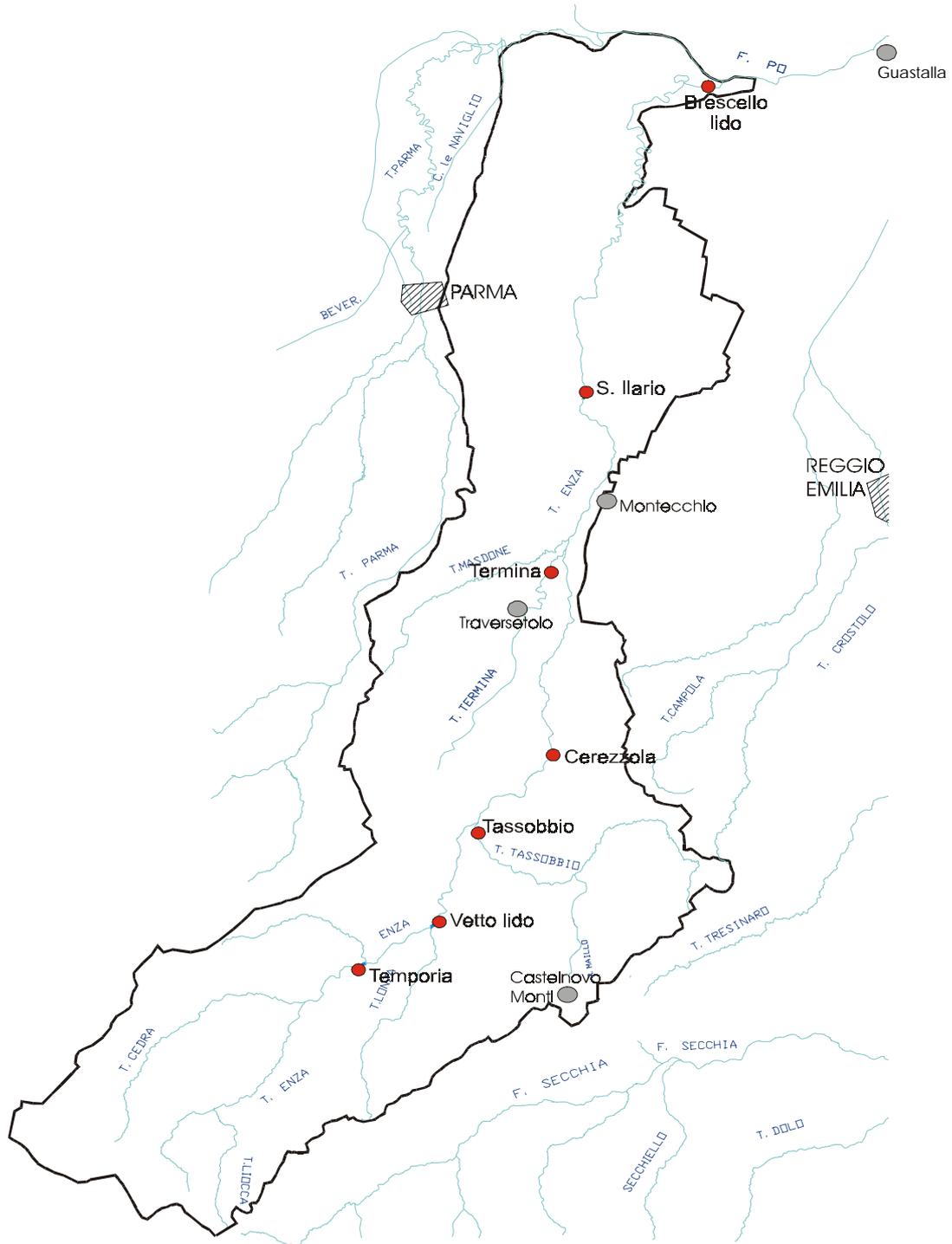
Stazione 5 - T. Termina a Traversetolo: si trova sulla sezione del torrente Termina, affluente di sinistra dell'Enza, a valle di Traversetolo, di cui riceve gli scarichi depurati (foto 5).

Stazione 6 - S. Ilario: è in sezione di chiusura del bacino collinare. Si trova a monte del centro abitato di S. Ilario, che non recapita i propri scarichi in Enza. Nel periodo estivo la maggior parte del carico

idraulico deriva da risorgiva. Subito a valle l'Enza presenta arginature (foto 6).

Stazione 7 - Brescello: è in sezione di chiusura del bacino idrografico, prima della confluenza nel fiume Po. Quando esiste il pericolo di una ingressione di acque di Po il campionamento viene effettuato più a monte, a in località Coenzo (foto 7).

Fig. 10 - Ubicazione delle stazioni di campionamento



BACINO IDROGRAFICO TORRENTE ENZA





Stazione 1 - Temporia



Stazione 2 - Vetto Lido



Stazione 3 - T. Tassobbio a Buvolo



Stazione 4 - Cerezzola



Stazione 5 - T. Termina a Traversetolo



Stazione 6 - S. Ilario



Stazione 7 - Brescello

4.1.2 - Materiali e metodi

- Il campionamento

La frequenza del campionamento è mensile; solo nella stazione di chiusura del bacino risulta quindicinale.

I prelievi vengono effettuati nel corso della mattinata, da monte verso valle, in date prestabilite all'inizio dell'anno e quindi indipendenti dalle condizioni meteorologiche che si possono verificare, al fine di assicurare la casualità e la rappresentatività del campione.

- I parametri rilevati

I parametri analitici ricercati sono indicati nel prospetto di monitoraggio (tab. 12).

Alcune determinazioni vengono eseguite direttamente sul campo, come la temperatura dell'aria, la temperatura dell'acqua e la fissazione dell'ossigeno disciolto; altre subito dopo l'arrivo dei campioni in laboratorio, come pH, conducibilità, BOD, COD, azoto ammoniacale e tutte le analisi batteriologiche; altre ancora entro le successive 24 ore, come materiale in sospensione, cloruri, azoto nitroso, azoto nitrico, piombo, zinco, rame, cromo, etc. (AAVV, 1986).

Come si può notare dal prospetto di monitoraggio, le analisi dei parametri relativi ai metalli vengono effettuate con cadenza trimestrale. Questa riduzione di frequenza rispetto a quella mensile è stata adottata in seguito all'affinamento delle procedure di campionamento, nell'ottica del criterio "costi-benefici", dal momento che tutti i metalli campionati potenzialmente tossici o nocivi (i cosiddetti metalli pesanti) si presentano costantemente al di sotto dei limiti di rilevabilità.

Tab. 12 - Prospetto di monitoraggio per il bacino del T. Enza

Parametri ricercati		Frequenza
Parametri chimico-fisici	Temperatura	Mensile
	pH	Mensile
	Durezza	Mensile
	Conducibilità elettrica specifica	Mensile
	Torbidità	Mensile
	Materiale in sospensione	Mensile
	Ossigeno disciolto	Mensile
	B.O.D.	Mensile
	C.O.D.	Mensile
	Fosforo totale (P)	Mensile
	Fosforo reattivo (P-PO4)	Mensile
	Silice reattiva (SiO2)	Mensile
	Ammoniaca (NH4)	Mensile
	Nitriti (NO2)	Mensile
	Nitrati (NO3)	Mensile
	Solfati (SO4)	Mensile
	Cloruri (Cl)	Mensile
	Tensioattivi anionici	Mensile
	Ca	Trimestrale
	Mg	Trimestrale
	Na	Trimestrale
	K	Trimestrale
	Pb	Trimestrale
Zn	Trimestrale	
Cu	Trimestrale	
Cr	Trimestrale	
B	Trimestrale	
As	Trimestrale	
Parametri batteriologici	Coliformi totali	Mensile
	Coliformi fecali	Mensile
	Streptococchi fecali	Mensile
	Salmonelle	Mensile
	Batteriofagi	Mensile

- **I metodi analitici**

Una sintetica descrizione delle metodologie di analisi utilizzate è riportata in tabella 13, in corrispondenza dell'elenco dei parametri rilevati e delle relative unità di misura:

Tab. 13 - I metodi analitici

Parametro	Unità di misura	Metodo analitico
Portata	mc/sec	
Temperatura aria acqua	°C	Termometro digitale
pH a 20°C	unità di pH	Potenziometria
Durezza totale	F	Titolazione complessometrica con EDTA
Conducibilità el. spec. K a 20°C	µS/cm	Conduittometria
Torbidità	N.T.U.	Nefelometria
Materiali in sospensione totali	mg/l	Gravimetria su filtro tarato (0,45 µm)
Ossigeno disciolto	mg/l	Metodo iodometrico di Winkler
Ossigeno disciolto alla saturazione	%	
B.O.D. 5	mg/l	Metodo iodometrico, dopo incubazione a 20°C per 5 gg
C.O.D.	mg/l	Ossidazione con dicromato di potassio e titolazione con solfato di ammonio e ferro II
Fosforo totale	mg/l	Spettrofotometria con molibdato

Fosforo reattivo	mg/l	Spettrofotometria con molibdato
Silice reattiva	mg/l	Spettrofotometria UV-VIS
Ammoniaca	mg/l	Spettrofotometria UV-VIS metodo al salicilato
Nitriti	mg/l	Spettrofotometria UV-VIS con reattivo Zambelli
Nitrati	mg/l	Cromatografia ionica (HPLC)
Solfati	mg/l	Cromatografia ionica (HPLC)
Cloruri	mg/l	Cromatografia ionica (HPLC)
Tensioattivi anionici	mg/l	Spettrofotometria UV-VIS con blu di metilene
Na, K, Ca, Mg, Zn	mg/l	Spettrofotometria AAS con atomizzatore a fiamma
Pb, Cu, Cr, Cd	µg/l	Spettrofotometria AAS con fornetto a grafite
Boro		Spettrofotometria con curcumina
Coliformi totali	U.F.C/100 ml	Membrane filtranti in mEndo Agar Les
Coliformi fecali	U.F.C/100 ml	Membrane filtranti in mFC agar
Streptococchi fecali	U.F.C/100 ml	Membrane filtranti in KF Streptococcusagar
Salmonelle	Presenza/assenza in 1 l	Membrane filtranti e prearricchimento in acqua peptonata tamponata
Batteriofagi anti <i>E. coli</i>	M.P.N /100 ml	M.P.N.

- Significato di alcuni parametri indicatori di inquinamento

Questo paragrafo è stato realizzato utilizzando informazioni tratte prevalentemente da Spaggiari et al. (1995) e IRSA-CNR (1995 b).

L'ossigeno disciolto (DO) è essenziale al metabolismo respiratorio di gran parte degli organismi viventi; viene consumato durante il processo di mineralizzazione della sostanza organica. La sua distribuzione è legata alla produttività degli ecosistemi acquatici ma anche a fattori fisici quali temperatura e turbolenza delle acque.

Il BOD₅, o domanda biochimica di ossigeno (misurata dopo 5 giorni), indica il carico di sostanze organiche biodegradabili, associate principalmente a scarichi civili, agroalimentari e zooagricoli.

Il COD costituisce la domanda chimica di ossigeno e fornisce indicazioni su tutte le sostanze ossidabili presenti nelle acque.

Lo ione ammonio deriva da scarichi di origine civile e agrozootecnica e costituisce una fonte importante di azoto assimilabile dalle piante.

Il fosforo totale è legato principalmente alle attività antropiche (uso di fertilizzanti, detersivi). Poiché costituisce in genere il fattore limitante per la crescita algale, insieme all'azoto inorganico concorre a formare il carico eutrofizzante.

Gli indicatori microbiologici vengono ricercati in quanto indicatori di contaminazione associata a patogeni. I principali gruppi sono rappresentati da Coliformi e Streptococchi.

- Coliformi totali: microrganismi gram-negativi, aerobi ed anaerobi facoltativi, non sporigeni, fermentano il lattosio con produzione di gas e acido, alla temperatura di 35°C in 48 ore. Appartengono alla

famiglia delle Enterobatteriacee (sono presenti nel materiale fecale di origine umana con una concentrazione media di un miliardo di UFC/g) ma sono largamente diffusi anche nell'ambiente, pertanto se la loro presenza nel caso di acque potabili è indice di contaminazione, non riveste invece particolare significato nel caso delle acque superficiali.

- Coliformi Fecali (di cui fa parte *Escherichia coli*): costituiscono quella frazione di coliformi totali che fermenta il lattosio con produzione di gas alla temperatura di 44,5 °C in 24 ore e rappresenta un indubbio indice di contaminazione fecale. E' l'indicatore microbiologico più diffuso nelle diverse normative e che meglio rappresenta il degrado igienico-ambientale.
- Streptococchi Fecali: gruppo eterogeneo di specie appartenenti al genere "*Streptococcus*", formato da cocci gram-positivi, aerobi ed anaerobi facoltativi, catalasi negativi. Tradizionalmente considerati indicatori di contaminazione fecale recente, oggi sono ritenuti importanti nel caso delle acque sottoposte a clorazione per la loro resistenza simile a quella degli enterovirus.

4.2 - Il monitoraggio biologico

Il monitoraggio biologico è definito come l'uso sistematico di risposte biologiche per la valutazione della qualità ambientale (Matthews et al., 1982). L'assunzione che sta alla base di questa metodologia è che le condizioni di un ecosistema possano essere valutate mediante la misura di parametri propri della comunità biotica o di sue componenti. Infatti modificazioni delle caratteristiche fisiche e chimiche di un corso d'acqua superiori alle capacità omeostatiche degli organismi, inducono modificazioni qualitative e quantitative nella struttura delle

popolazioni e delle comunità. Di norma, le specie non reagiscono tanto a fattori isolati, quanto a combinazioni di più fattori e la definizione della qualità degli ambienti di acque correnti deve quindi basarsi su una valutazione dell'effetto d'insieme (Ghetti, 1986).

L'Extended Biotic Index, metodo messo a punto da Woodiwiss nel 1978 e adattato al territorio italiano da Ghetti (1981, 1986, 1995), si basa da un lato sulla diversa sensibilità agli inquinanti di alcuni gruppi faunistici e dall'altro sulla ricchezza in specie della comunità macrobentonica complessiva permettendo così di definire la qualità biologica di un corso d'acqua mediante valori numerici convenzionali detti Indici Biotici.

Le comunità di macroinvertebrati, composte da numerose popolazioni con differenti livelli di sensibilità alle modificazioni ambientali e con differenti ruoli ecologici, vivono legate ai substrati e possiedono cicli vitali relativamente lunghi (IRSA-CNR, 1995 a).

Il controllo biologico di qualità degli ambienti di acque correnti basato sull'analisi della struttura di tali comunità è perciò in grado di rispondere alle seguenti esigenze (Spaggiari et al., 1995):

1. fornire giudizi sintetici sulla qualità complessiva dell'ambiente, stimando l'impatto che le diverse cause di alterazione determinano sulle comunità che colonizzano le diverse zone di fiume;
2. esprimere un giudizio complementare al controllo fisico e chimico: mentre quest'ultimo individua analiticamente le singole cause della dinamica del processo di alterazione dell'acqua, il monitoraggio biologico rileva gli effetti d'insieme prodotti dal complesso delle cause inquinanti,
3. individuare e quantificare gli effetti prodotti da scarichi inquinanti saltuari o accidentali, non rilevabili con altri metodi in periodi successivi allo sversamento: le risposte biologiche dei sistemi ecologici sono invece caratterizzate da una certa inerzia dovuta ai meccanismi di autoregolazione sia a livello individuale che di

comunità, per cui il loro rilevamento fornisce valutazioni di tipo integrato su scale temporali relativamente lunghe, comprensive anche di situazioni precedenti al momento del rilievo;

4. suddividere i corsi d'acqua , lungo il profilo longitudinale, in classi di qualità , in modo da ottenere un quadro d'insieme utile sia alla programmazione degli interventi risanatori, che ad una corretta pianificazione del sistema di monitoraggio fisico, chimico ed igienistico;
5. valutare le capacità autodepurative in tratti di corsi d'acqua soggetti a carichi inquinanti continui o temporanei. Questo aspetto, che dipende essenzialmente dalle capacità di autoregolazione dei sistemi ecologici, assume particolare importanza proprio nelle strategie della protezione ambientale, in quanto consente di definire le qualità e le quantità massime ammissibili degli effluenti in funzione di una soglia di accettabilità e/o di reversibilità degli impatti. La stima della ricettività ambientale presenta perciò risvolti sia protezionistici che economici, permettendo di ottimizzare il rapporto fra caratteristiche delle emissioni e sensibilità degli ecosistemi riceventi (Nicolai, 1992).

La definizione del valore di indice I.B.E. da assegnare ad una determinata sezione del corso d'acqua, su di una scala che va da 12 (qualità ottimale) a 1 (massimo degrado), si basa su una tabella a due entrate (Tab. 14). In ordinata sono riportati alcuni gruppi di macroinvertebrati che, dall'alto verso il basso, riflettono una sempre minore sensibilità agli effetti dell'inquinamento. In ascissa sono riportati intervalli numerici che fanno riferimento al numero totale di Unità Sistematiche rinvenute nella stazione di campionamento.

Tab. 14 - Tabella per il calcolo del valore di IBE

Gruppi faunistici che determinano con la loro presenza l'ingresso orizzontale in tabella (primo ingresso)		Numero totale delle Unità Sistematiche costituenti la comunità (secondo ingresso)								
		0-1	2-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-..
Plecotteri presenti	Più di una sola U.S.	-	-	8	9	10	11	12	13	14
	Una sola U.S.	-	-	7	8	9	10	11	12	13
Efemerotteri presenti (escludere Baetidae e Caenidae)	Più di una sola U.S.	-	-	7	8	9	10	11	12	-
	Una sola U.S.	-	-	6	7	8	9	10	11	-
Tricotteri presenti (comprendere Baetidae e Caenidae)	Più di una sola U.S.	-	5	6	7	8	9	10	11	-
	Una sola U.S.	-	4	5	6	7	8	9	10	-
Gammaridi presenti	Tutte le U.S. sopra assenti	-	4	5	6	7	8	9	10	-
Asellidi presenti	Tutte le U.S. sopra assenti	-	3	4	5	6	7	8	9	-
Oligocheti o Chironomidi	Tutte le U.S. sopra assenti	1	2	3	4	5	-	-	-	-
Tutti i taxa precedenti assenti	Possono esserci organismi a respirazione aerea	0	1	-	-	-	-	-	-	-

Il metodo considera inoltre che, non essendo possibile in una indagine con finalità pratiche classificare gli organismi a livello di specie, occorre stabilire un livello superiore di determinazione sistematica come ad esempio il genere o la famiglia (Tab. 15).

Tab. 15 - Limiti obbligati per la definizione delle Unità Sistematiche

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
Altri gruppi più rari	
Megalotteri	genere
Planipenni	famiglia
Nematomorfi	presenza
Briozoari	presenza
Celenterati	presenza
Poriferi	presenza

Per convenzione internazionale e per l'esigenza di rappresentare in modo efficace la qualità delle diverse tipologie fluviali, i valori di I.B.E. sono stati raggruppati in 5 classi di qualità, visualizzabili in cartografia mediante colori convenzionali che vanno dall'azzurro al rosso (Tab. 16).

Tab. 16 - Tabella di conversione dei valori di IBE in Classi di Qualità, con relativo giudizio e colore per la rappresentazione cartografica

CLASSI DI QUALITÀ	VALORI DI I.B.E.	GIUDIZIO	COLORE DI RIFERIMENTO
Classe I	10-11-12-...	Ambiente non alterato in modo sensibile	Azzurro
Classe II	8-9	Ambiente con moderati sintomi di alterazione	Verde
Classe III	6-7	Ambiente alterato	Giallo
Classe IV	4-5	Ambiente molto alterato	Arancione
Classe V	1-2-3	Ambiente fortemente degradato	Rosso

Il metodo I.B.E. è stato introdotto nella legislazione nazionale soltanto nel 1992 con il D.Lgs. n. 130, quale strumento di sorveglianza dei corsi d'acqua nei quali si intende tutelare la vita acquatica.

Le prime esperienze di mappaggio biologico di qualità del torrente Enza sono state condotte a partire dal 1982 (Spaggiari et al., 1995).

L'indagine viene svolta in un numero maggiore di stazioni rispetto a quelle individuate per il monitoraggio chimico-microbiologico, in quanto il metodo non necessita di sezioni tarate per garantire la misura della portata. L'elenco delle stazioni in cui è effettuato il rilievo è riportato in tabella 17.

Tab. 17 - Stazioni di campionamento per il monitoraggio biologico del
Torrente Enza.

Staz. n°	Località
1.	Nirone
2.	Selvanizza (a monte del T.Cedra)
3.	Selvanizza (a valle del T.Cedra)
4.	Temporia
5.	Vetto d'Enza
6.	Buvolo
7.	Cerezzola
8.	Montecchio
9.	S.Ilario
10.	Coenzo
11.	Brescello
12.	Lonza a Vetto
13.	Tassobbio a Buvolo
14.	Termina a Vignale

Il campionamento viene effettuato lungo un transetto ideale, mediante l'utilizzo di retini immanicati, secondo una procedura standardizzata. La frequenza dei prelievi è stata ridotta ai due regimi idrologici di morbida e di magra, avendo gli organismi cicli vitali sufficientemente lunghi da rappresentare e mediare un discreto periodo antecedente il prelievo (Spaggiari et al., 1995).

5 - RISULTATI: LA QUALITÀ DELLE ACQUE SUPERFICIALI

L'attività di monitoraggio, oltre a costituire uno strumento di controllo e sorveglianza, risulta finalizzata alla classificazione della qualità delle acque. Questa valutazione può essere effettuata in funzione degli usi previsti, oppure attraverso l'utilizzo di indici sintetici che consentono la rappresentazione schematica complessiva del grado di inquinamento delle acque; essi consentono la definizione di giudizi semplici e sintetici della qualità dei corpi idrici superficiali e del suo andamento nel tempo, i quali costituiscono la base per la pianificazione delle politiche ambientali e la programmazione degli interventi di risanamento.

In questo capitolo vengono esposti i risultati ottenuti durante la campagna di monitoraggio realizzata nel 1997 sul t. Enza.

5.1 - Presentazione dei dati rilevati nel 1997

I dati relativi ai parametri chimico-fisici e microbiologici analizzati mensilmente durante il 1997 sono riportati, ordinati per stazione, nelle pagine seguenti (tab. 18).

La presenza di alcuni casi mancanti è dovuta al verificarsi di condizioni meteo-climatiche e di dissesti che hanno reso impossibile l'accesso nel giorno prestabilito alle sezioni montane (in dicembre a Temporia e in gennaio a Vetto). I dati mancanti nei mesi estivi sono invece dovuti alla mancanza d'acqua in alveo (agosto e settembre nella stazione di S. Ilario).

Tab. 18 - Parametri chimico-fisici e microbiologici rilevati nel 1997 nelle diverse stazioni

Stazione 1

Data	Portata	Temperatura	pH	Durezza tot	K (20 °C)	Torbidità	Mat. sosp.	O2	O2 sat.	B.O.D	C.O.D	P totale	P reattivo	Silice	Ammoniaca	Nitriti	Nitrati	Solfati	Cloruri	Tensioattivi anionici	Coliformi totali	Coliformi fecali	Streptoc. fecali	Batteriofagi
Gen	4.66	3.5	8.4	23.6	435	11.0	17.0	11.4	87	2.0	3.0	0.02	0.01	5.92	0.02	0.02	3.1	40.6	06.7	0.01	120	90	25	0
Feb	2.81	2.0	8.2	11.9	233	2.0	2.0	14.3	104	2.0	4.0	0.01	0.01	3.63	0.02	0.02	2.0	17.7	04.9	0.01	68	52	27	1
Mar	1.03	3.5	8.4	12.0	233	3.0	3.0	14.5	109	1.0	3.0	0.01	0.01	3.33	0.02	0.02	1.5	16.9	04.4	0.01	700	680	30	3
Apr	0.49	7.0	8.6	13.0	260	4.0	5.0	13.0	107	1.0	3.0	0.01	0.01	2.50	0.02	0.02	0.8	17.0	04.1	0.01	160	40	20	0
Mai	1.14	12.0	8.4	11.0	206	1.0	2.0	13.6	126	1.0	3.0	0.01	0.01	2.83	0.02	0.02	1.3	11.5	03.4	0.01	340	190	17	0
Giu	0.49	14.5	8.4	14.8	246	4.0	5.0	11.0	108	1.0	3.0	0.01	0.01	3.06	0.02	0.02	1.9	18.3	03.9	0.01	370	140	15	0
Lug	1.23	13.9	8.3	11.0	213	2.0	3.0	10.3	99	1.0	3.0	0.01	0.01	3.09	0.02	0.02	1.2	10.8	03.1	0.01	450	200	12	3
Ago	0.15	18.7	8.5	16.0	296	1.0	2.0	09.3	98	1.0	3.0	0.01	0.01	5.05	0.03	0.02	1.8	19.0	05.2	0.01	700	350	48	1
Sett	0.29	16.7	8.3	20.0	308	1.9	3.0	09.5	97	1.0	3.0	0.01	0.01	4.91	0.02	0.02	0.3	21.2	05.2	0.01	190	170	47	3
Ott	0.23	8.0	8.3	13.4	268	0.6	1.0	11.2	94	1.0	3.0	0.04	0.02	3.66	0.02	0.02	1.1	19.0	04.6	0.01	950	390	62	8
Nov	9.40	9.2	8.2	11.0	194	53.0	61.0	11.0	94	1.0	4.0	0.05	0.01	3.57	0.02	0.02	2.5	10.2	04.6	0.01	720	360	420	25
Dic	Alveo non raggiungibile																							

Stazione 2

Data	Portata	Temperatura	pH	Durezza tot	K (20 °C)	Torbidità	Mat. sosp.	O2	O2 sat.	B.O.D	C.O.D	P totale	P reattivo	Silice	Ammoniaca	Nitriti	Nitrati	Solfati	Cloruri	Tensioattivi anionici	Coliformi totali	Coliformi fecali	Streptoc. fecali	Batteriofagi
Gen	Alveo non raggiungibile																							
Feb	4.69	2.5	8.4	17.7	340	4.0	5.0	14.8	108	2.0	3.0	0.01	0.01	4.06	0.02	0.02	2.3	29.1	06.5	0.01	380	240	85	3
Mar	1.72	6.0	8.8	13.8	290	1.0	2.0	16.0	128	1.0	3.0	0.01	0.01	3.16	0.02	0.02	0.8	26.5	06.0	0.01	3,100	3,000	25	25
Apr	0.81	8.0	8.6	13.4	279	4.0	4.0	13.7	115	1.0	3.0	0.01	0.01	2.55	0.02	0.02	0.4	22.5	06.5	0.01	220	60	10	0
Mag	1.90	13.9	8.5	13.8	275	1.0	3.0	13.2	126	1.0	3.0	0.01	0.01	2.70	0.02	0.02	0.5	18.1	05.6	0.01	700	160	14	0
Giu	0.81	17.0	8.5	17.0	312	4.0	6.0	10.6	109	1.0	3.0	0.01	0.01	3.05	0.04	0.02	1.8	26.5	05.6	0.01	800	390	27	1
Lug	2.05	16.2	8.4	13.0	255	2.0	4.0	09.9	99	1.0	3.0	0.01	0.01	3.55	0.02	0.02	0.9	14.9	04.8	0.01	2,000	1,400	20	8
Ago	0.25	19.7	8.5	16.2	310	0.7	1.0	09.3	100	1.0	3.0	0.01	0.01	4.85	0.03	0.02	0.5	22.2	08.3	0.01	640	270	28	0
Sett	0.49	17.5	8.3	21.2	329	1.9	3.0	10.2	106	1.0	3.0	0.01	0.01	5.65	0.02	0.02	0.3	24.6	07.1	0.01	190	41	24	1
Ott	0.39	9.5	8.3	14.4	286	1.0	3.0	11.6	101	1.0	3.0	0.04	0.01	3.43	0.02	0.02	0.5	21.0	09.2	0.01	550	73	70	1
Nov	15.66	9.7	8.3	12.2	212	58.0	64.0	11.0	96	1.0	5.0	0.05	0.01	3.69	0.02	0.02	2.9	13.7	05.3	0.01	760	750	230	13
Dic	2.32	4.6	8.3	19.4	341	5.0	8.0	12.4	96	1.0	3.0	0.02	0.01	3.69	0.02	0.02	2.8	27.0	07.6	0.01	620	300	96	10

Stazione 3

Data	Portata	Temperatura	pH	Durezza tot	K (20 °C)	Torbidità	Mat. sosp.	O2	O2 sat.	B.O.D	C.O.D	P totale	P reattivo	Silice	Ammoniaca	Nitriti	Nitrati	Solfati	Cloruri	Tensioattivi anionici	Coliformi totali	Coliformi fecali	Streptoc. fecali	Batteriofagi
Gen	1.50	3.0	8.4	36.6	642	32.0	47.0	14.9	110	3.0	8.0	0.07	0.03	10.32	0.09	0.04	10.0	86.8	11.3	0.01	3,000	1,600	500	79
Feb	0.44	2.5	8.3	32.4	640	4.0	4.0	16.3	120	3.0	8.0	0.03	0.01	10.56	0.02	0.05	7.3	93.3	13.1	0.01	90	40	150	2
Mar	0.04	6.5	8.4	30.4	600	6.0	5.0	14.6	118	6.0	14.0	0.02	0.01	6.48	0.02	0.04	4.6	96.0	14.3	0.01	5,500	400	120	2
Apr	0.22	9.0	8.4	28.0	616	2.0	4.0	12.6	108	2.0	8.0	0.02	0.01	3.95	0.04	0.02	1.7	100.7	16.3	0.01	3,200	1,600	130	0
Mag	0.20	18.7	8.5	25.0	572	3.0	4.0	15.5	165	5.0	14.0	0.04	0.02	8.72	0.13	0.03	1.1	104.2	18.2	0.01	7,500	440	110	5
Giu	0.03	21.0	8.6	25.0	585	4.0	6.0	15.6	173	1.0	8.0	0.04	0.02	7.15	0.03	0.04	0.7	105.7	19.6	0.01	4,400	690	230	2
Lug	0.04	19.1	8.4	27.2	580	11.0	13.0	11.1	118	1.0	8.0	0.03	0.02	2.17	0.02	0.03	0.3	97.0	20.4	0.01	37,000	7,000	120	11
Ago	0.01	22.0	8.3	23.8	585	7.1	11.0	10.5	119	1.0	10.0	0.02	0.01	7.00	0.04	0.02	0.3	97.8	19.3	0.01	300	90	120	2
Sett	0.01	21.4	7.7	29.2	623	12.5	15.0	06.4	72	1.0	9.0	0.07	0.02	6.49	0.09	0.02	0.3	112.5	19.9	0.01	11,000	480	370	17
Ott	0.01	9.5	8.4	32.2	700	8.0	12.0	10.9	95	1.0	3.0	0.14	0.10	10.30	0.02	0.03	2.8	149.0	27.5	0.01	16,000	11,000	3,700	240
Nov	0.08	9.7	8.4	32.8	704	53.0	57.0	11.7	103	1.0	10.0	0.07	0.01	9.48	0.02	0.03	3.0	154.0	31.0	0.01	2,000	1,600	630	46
Dic	0.01	2.2	8.4	41.0	843	7.0	10.0	13.3	97	2.0	7.0	0.08	0.06	9.06	0.02	0.02	5.4	165.0	49.2	0.01	2,200	540	530	33

Stazione 4

Data	Portata	Temperatura	pH	Durezza tot	K (20 °C)	Torbidità	Mat. sosp.	O2	O2 sat.	B.O.D	C.O.D	P totale	P reattivo	Silice	Ammoniaca	Nitriti	Nitrati	Solfati	Cloruri	Tensioattivi anionici	Coliformi totali	Coliformi fecali	Streptoc. fecali	Batteriofagi
Gen	15.73	3.0	8.4	25.2	446	18.5	21.0	14.8	110	3.0	3.0	0.03	0.02	6.03	0.04	0.02	4.9	49.6	07.9	0.01	1,900	800	250	11
Feb	7.62	3.5	8.4	19.0	384	2.0	3.0	15.1	114	2.0	5.0	0.01	0.01	4.70	0.02	0.02	2.8	38.6	07.5	0.01	120	50	30	3
Mar	4.53	8.0	8.4	17.0	343	1.0	3.0	14.0	118	1.0	3.0	0.01	0.01	3.38	0.02	0.02	1.6	34.6	06.8	0.01	2,000	300	42	3
Apr	3.20	9.0	8.3	14.4	304	59.0	68.0	12.2	106	2.0	5.0	0.04	0.01	2.82	0.02	0.02	1.4	29.2	06.1	0.01	480	130	20	1
Mag	3.96	16.5	8.5	14.0	295	2.0	5.0	11.9	121	1.0	3.0	0.01	0.01	2.72	0.02	0.02	0.7	23.6	05.9	0.01	2,000	660	17	13
Giu	3.10	19.0	8.6	17.2	343	2.0	4.0	10.6	113	1.0	3.0	0.03	0.01	3.18	0.02	0.02	1.4	31.1	05.9	0.01	470	80	21	0
Lug	3.88	19.7	8.6	14.2	274	3.0	3.0	10.4	112	1.0	3.0	0.01	0.01	2.52	0.04	0.02	0.4	19.4	05.1	0.01	1,000	400	05	3
Ago	1.20	21.5	8.5	17.0	340	0.8	2.0	08.8	99	1.0	4.0	0.01	0.01	5.37	0.03	0.02	0.5	28.5	07.8	0.01	800	450	74	3
Sett	0.75	20.3	8.3	26.2	358	1.1	1.0	09.8	107	1.0	3.0	0.01	0.01	7.02	0.02	0.02	0.3	31.2	08.6	0.01	1,600	210	51	8
Ott	1.40	10.9	8.4	15.8	324	1.0	2.0	11.1	100	1.0	3.0	0.01	0.01	4.93	0.02	0.02	0.5	29.3	09.2	0.01	20,000	9,000	180	2
Nov	30.19	10.0	8.3	11.8	223	70.0	72.0	10.9	96	1.0	7.0	0.05	0.01	3.68	0.02	0.02	3.0	14.5	05.5	0.01	480	290	220	5
Dic	4.50	5.0	8.3	18.4	355	3.0	6.0	12.6	98	1.0	3.0	0.01	0.01	3.82	0.02	0.02	2.9	30.1	07.9	0.01	2,200	510	90	4

Stazione 5

Data	Portata	Temperatura	pH	Durezza tot	K (20 °C)	Torbidità	Mat. sosp.	O2	O2 sat.	B.O.D	C.O.D	P totale	P reattivo	Silice	Ammoniaca	Nitriti	Nitrati	Solfati	Cloruri	Tensioattivi anionici	Coliformi totali	Coliformi fecali	Streptoc. fecali	Batteriofagi
Gen	0.92	4.5	8.3	37.0	703	20.0	26.0	13.6	105	4.0	8.0	0.11	0.08	10.80	0.46	0.10	17.1	78.1	16.8	0.01	65,000	34,000	4,000	221
Feb	0.44	5.0	8.6	32.3	745	3.0	3.0	19.6	153	2.0	11.0	0.04	0.01	6.78	0.02	0.13	15.1	85.8	32.0	0.01	9,200	5,100	490	5
Mar	0.09	10.5	8.6	33.6	750	1.0	2.0	19.0	170	2.0	9.0	0.10	0.07	4.94	0.02	0.11	12.9	86.6	44.6	0.03	36,000	6,500	50	23
Apr	0.09	11.5	8.2	34.0	847	6.0	7.0	14.2	130	2.0	8.0	0.22	0.19	7.61	0.14	0.16	11.3	86.3	66.7	0.03	120,000	72,000	290	5
Mag	0.07	17.7	8.0	37.0	876	4.0	6.0	11.2	117	1.0	5.0	0.11	0.05	13.72	0.04	0.03	10.0	88.1	81.2	0.01	6,400	5,500	190	14
Giu	0.06	19.0	8.1	34.0	871	2.0	2.0	10.8	115	1.0	4.0	0.11	0.10	7.90	0.04	0.03	5.7	84.6	72.6	0.01	5,900	1,100	140	0
Lug	0.01	18.8	8.1	24.2	475	82.0	109.0	09.9	106	2.0	26.0	0.15	0.08	7.56	0.03	0.04	5.2	36.2	22.9	0.01	20,000	10,000	6,200	11
Ago	0.01	19.8	8.1	39.0	886	2.0	5.0	11.2	121	1.0	4.0	0.08	0.07	15.55	0.04	0.02	6.5	84.6	76.0	0.01	700	180	350	11
Sett	0.01	19.6	7.9	42.0	884	5.5	8.0	08.2	88	1.0	7.0	0.10	0.08	9.98	0.04	0.02	6.5	81.6	70.1	0.01	500	300	290	17
Ott	0.01	12.6	8.1	36.4	836	2.0	5.0	08.2	76	1.0	3.0	0.29	0.22	15.60	0.02	0.02	9.7	85.8	66.1	0.01	360	160	150	2
Nov	0.01	12.1	8.0	33.0	770	2.8	5.0	08.3	77	1.0	9.0	0.09	0.09	14.60	0.02	0.04	19.0	76.3	77.8	0.01	15,000	7,600	700	348
Dic	0.03	8.7	8.0	41.0	1,030	4.0	6.0	10.1	86	1.0	5.0	0.18	0.16	11.80	0.05	0.02	25.0	106.0	114.0	0.01	570	190	140	7

Stazione 6

Data	Portata	Temperatura	pH	Durezza tot	K (20 °C)	Torbidità	Mat. sosp.	O2	O2 sat.	B.O.D	C.O.D	P totale	P reattivo	Silice	Ammoniaca	Nitriti	Nitrati	Solfati	Cloruri	Tensioattivi anionici	Coliformi totali	Coliformi fecali	Streptoc. fecali	Batteriofagi
Gen	23.52	3.5	8.4	26.8	515	39.0	45.0	15.4	116	3.0	4.0	0.07	0.04	6.58	0.12	0.05	08.5	53.6	10.4	0.01	12,000	7,000	1,200	23
Feb	8.31	4.0	8.4	19.9	426	5.0	6.0	15.4	117	3.0	4.0	0.02	0.01	4.50	0.08	0.03	05.0	41.8	11.4	0.01	2,700	1,100	50	2
Mar	5.55	9.5	8.4	19.2	401	2.0	3.0	14.5	126	2.0	5.0	0.02	0.02	2.74	0.15	0.03	03.3	41.2	13.8	0.01	4,900	1,000	30	22
Apr	0.10	14.5	8.3	25.2	738	3.0	5.0	13.0	127	2.0	8.0	0.17	0.14	4.60	1.67	0.30	04.9	52.9	92.1	0.01	100,000	9,500	270	7
Mag	0.36	22.0	8.6	20.0	519	3.0	5.0	13.2	150	1.0	6.0	0.08	0.06	4.35	0.68	0.32	02.7	59.7	33.7	0.01	7,600	470	100	2
Giu	0.59	23.0	8.5	20.2	479	23.0	27.0	10.6	122	2.0	4.0	0.14	0.13	4.70	0.14	0.13	03.0	33.0	34.3	0.01	11,000	3,700	400	0
Lug	0.44	23.3	8.4	16.4	623	46.0	51.0	10.4	121	1.0	5.0	0.10	0.08	4.38	0.04	0.06	03.1	28.1	33.2	0.01	6,000	2,400	80	7
Ago	Alveo asciutto																							
Sett	Alveo asciutto																							
Ott	0.29	13.6	8.3	22.6	757	15.0	25.0	10.0	95	2.0	8.0	0.38	0.34	5.70	0.25	0.20	01.4	36.8	127.0	0.01	200,000	160,000	4,900	221
Nov	31.69	10.4	8.3	12.2	245	350.0	224.0	11.5	103	1.0	10.0	0.13	0.01	4.08	0.05	0.02	02.8	16.2	08.0	0.01	2,800	1,200	610	348
Dic	1.68	5.0	8.3	20.0	395	5.0	9.4	13.0	101	2.0	3.0	0.03	0.01	3.98	0.05	0.02	03.4	32.9	12.9	0.01	1,500	430	270	13

Stazione 7

Data	Portata	Temperatura	pH	Durezza tot	K (20 °C)	Torbidità	Mat. sosp.	O2	O2 sat.	B.O.D	C.O.D	P totale	P reattivo	Silice	Ammoniaca	Nitriti	Nitrati	Solfati	Cloruri	Tensioattivi anionici	Coliformi totali	Coliformi fecali	Streptoc. fecali	Batteriofagi
Gen	18.33	4.0	8.1	29.6	549	48.0	67.0	13.9	106	3.0	6.0	0.12	0.08	6.72	0.29	0.11	12.0	56.5	16.5	0.02	13,000	7,000	2,300	49
Feb	9.32	6.5	8.0	26.0	535	14.0	15.0	12.3	100	2.0	7.0	0.04	0.02	5.74	0.15	0.07	09.1	49.6	18.8	0.01	6,500	980	280	5
Mar	6.96	11.5	8.1	26.9	537	11.0	13.0	12.8	117	2.0	6.0	0.05	0.02	4.14	0.17	0.07	08.8	52.5	22.8	0.03	47,000	5,100	60	109
Apr	1.24	14.0	7.8	37.2	771	25.0	31.0	09.4	91	2.0	9.0	0.09	0.01	6.08	0.39	0.18	11.9	65.5	39.5	0.02	5,400	2,500	60	11
Mag	1.64	21.6	7.9	30.2	643	14.0	18.0	07.7	86	1.0	8.0	0.13	0.09	5.49	0.23	0.26	06.7	51.3	42.2	0.02	2,200	90	40	5
Giu	2.08	26.0	8.4	20.0	462	12.0	16.0	19.6	239	6.0	19.0	0.09	0.01	4.24	0.02	0.24	04.8	48.0	26.2	0.01	13,000	290	10	2
Lug	Rigurgito di Po																							
Ago	0.31	22.5	7.7	39.4	804	36.0	48.0	07.1	81	3.0	16.0	0.66	0.02	13.80	0.35	0.10	01.1	73.1	35.1	0.01	6,100	380	210	109
Sett	1.30	23.4	8.4	31.4	713	18.0	18.0	12.5	145	4.0	19.0	0.17	0.01	6.61	0.03	0.17	00.9	51.1	48.7	0.01	1,300	110	60	5
Ott	0.40	14.7	7.9	36.2	784	25.0	37.0	06.0	58	4.0	13.0	0.24	0.19	9.22	0.39	0.28	05.1	72.1	56.1	0.01	58,000	8,400	130	4
Nov	38.25	10.6	8.1	11.2	220	1750.0	1560.0	10.0	89	1.0	43.0	0.51	0.01	3.69	0.08	0.04	03.1	13.9	07.4	0.01	16,000	5,600	5,300	79
Dic	11.10	4.5	8.2	23.8	451	14.0	22.0	12.2	94	2.0	3.0	0.07	0.03	6.08	0.18	0.02	05.3	38.4	20.4	0.01	7,400	1,600	500	13

L'andamento durante l'anno dei parametri rilevati è illustrato nelle pagine seguenti mediante l'uso di grafici descrittivi (fig. 11), che ne permettono anche la valutazione comparativa tra le diverse stazioni.

Le variabili portata e temperatura riflettono il classico andamento stagionale del regime idrologico (con un evento di piena rilevato in novembre) e termico, analogo per tutte le stazioni. Questo andamento influenza anche quello di altre variabili correlate alla temperatura, come l'ossigeno disciolto.

Il pH si mantiene costantemente in un intervallo compreso tra i valori naturali di 7,5 e 9 durante tutto l'arco dell'anno.

Durezza e conducibilità delle acque presentano un andamento nettamente crescente da monte a valle, fatta eccezione per le stazioni poste sugli affluenti, in particolare quella sul t. Termina (n°5), in cui si registrano regolarmente valori superiori a quelli rilevati in chiusura di bacino.

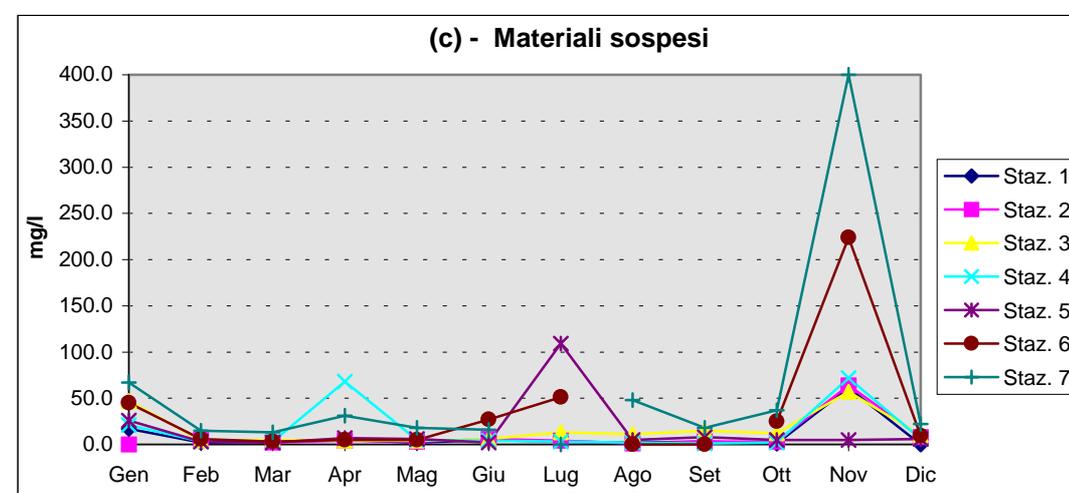
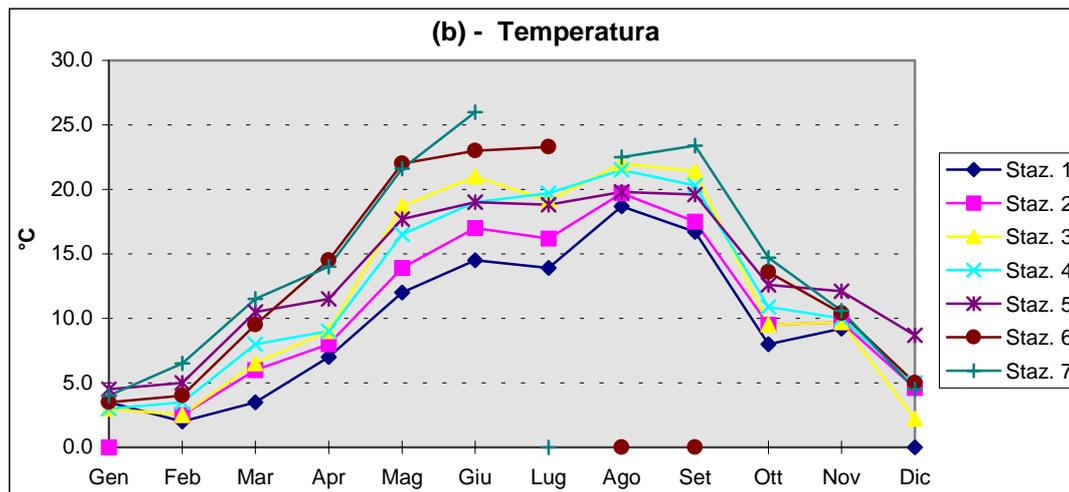
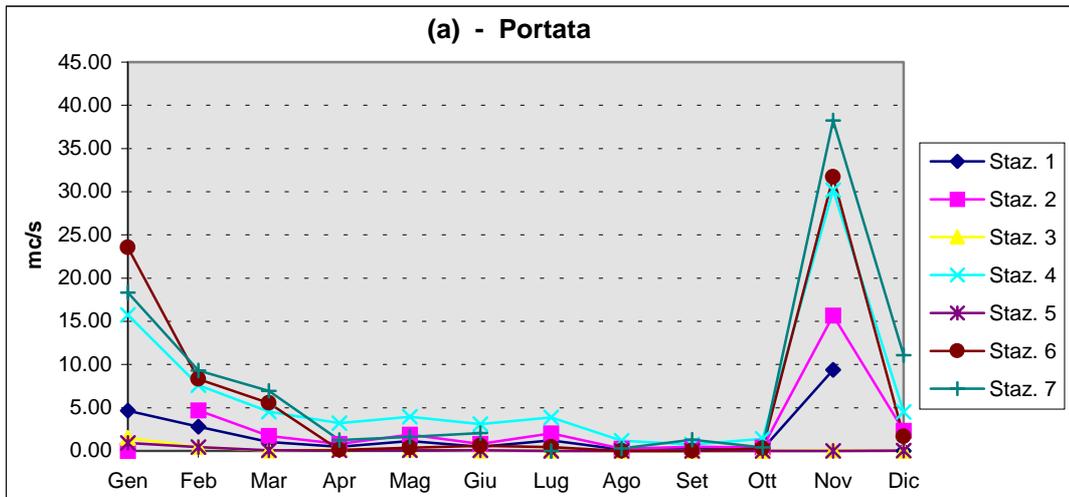
Il materiale in sospensione risulta, come è naturale, maggiore nelle stazioni di pianura; è interessante osservare che i principali picchi registrati (in luglio per la stazione 5, in novembre per la 6 e la 7) corrispondono ad altrettanti picchi nelle concentrazioni di COD (domanda chimica di ossigeno).

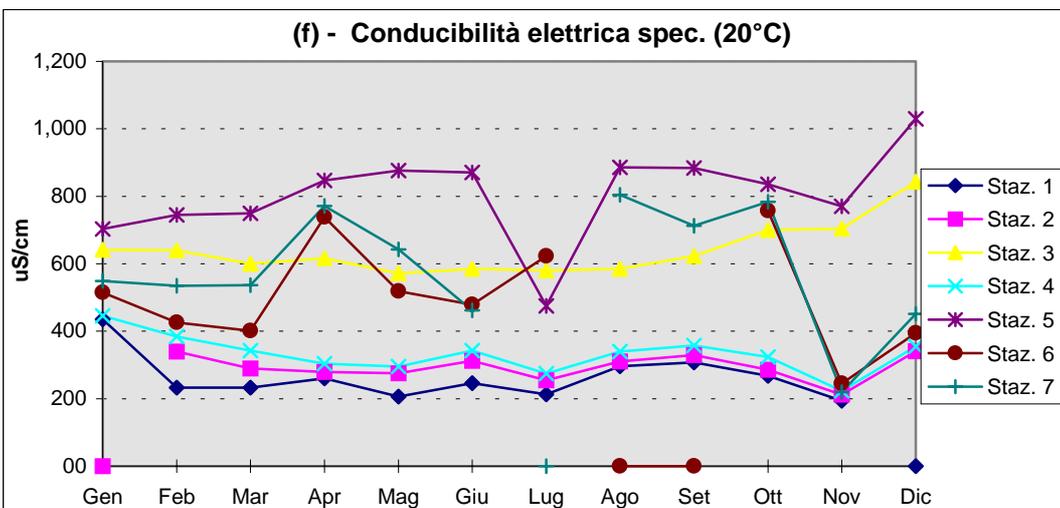
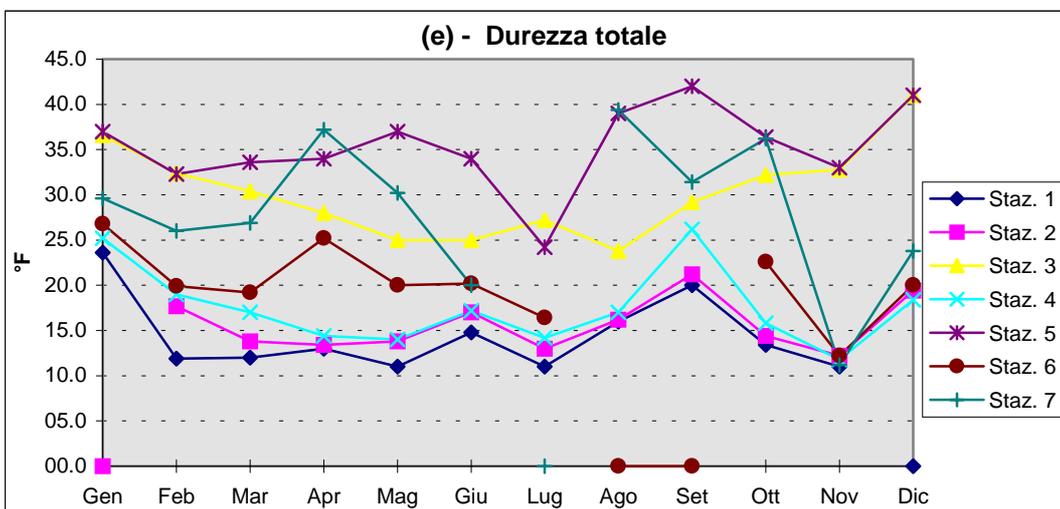
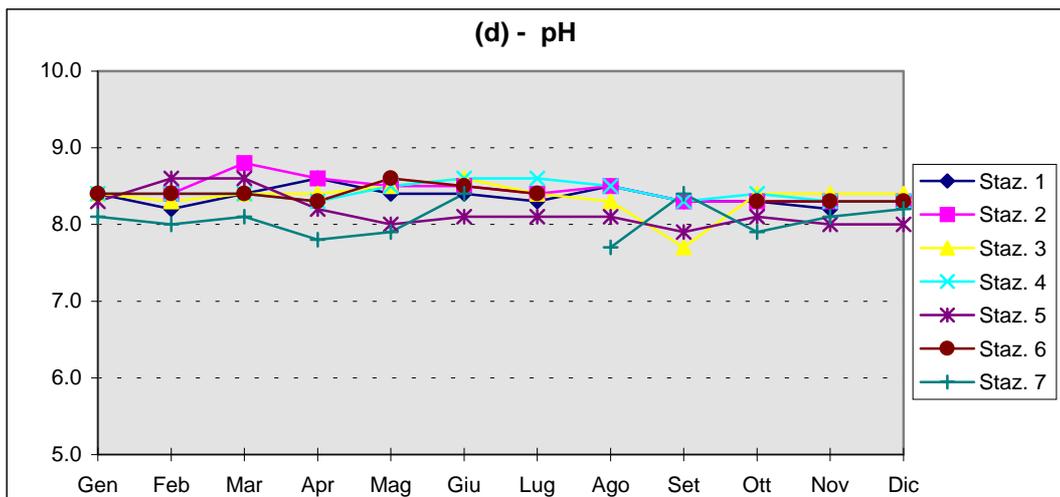
Il carico eutrofizzante, rappresentato dalle variabili azotate (ammoniaca, nitriti, nitrati) e dal fosforo (totale e reattivo), risulta modesto nelle stazioni di monte e sempre più elevato procedendo verso valle, con l'eccezione del t. Termina, che presenta le maggiori concentrazioni di nitrati; l'andamento temporale di questi parametri mostra la presenza di picchi che tendono a concentrarsi nei periodi primaverile (aprile-maggio) e autunnale (ottobre-novembre).

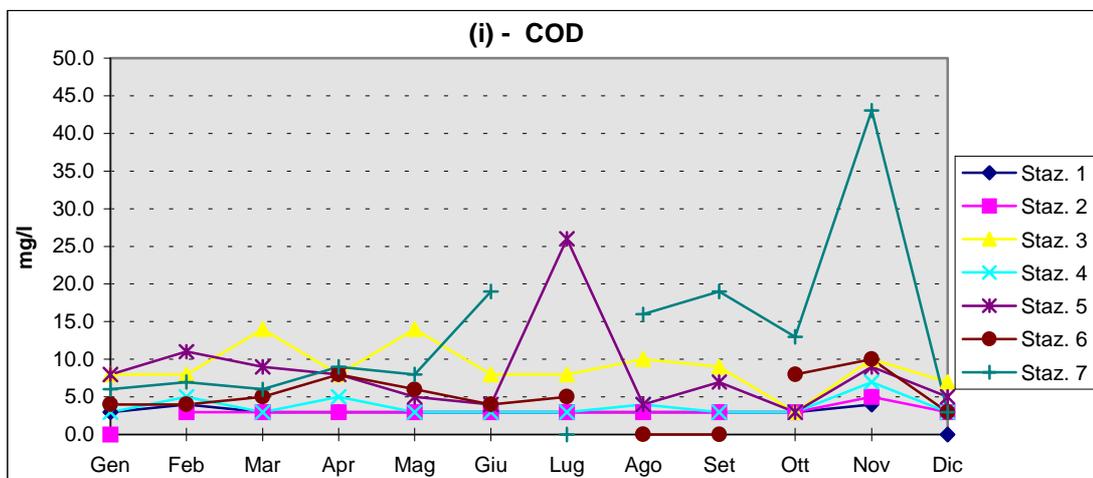
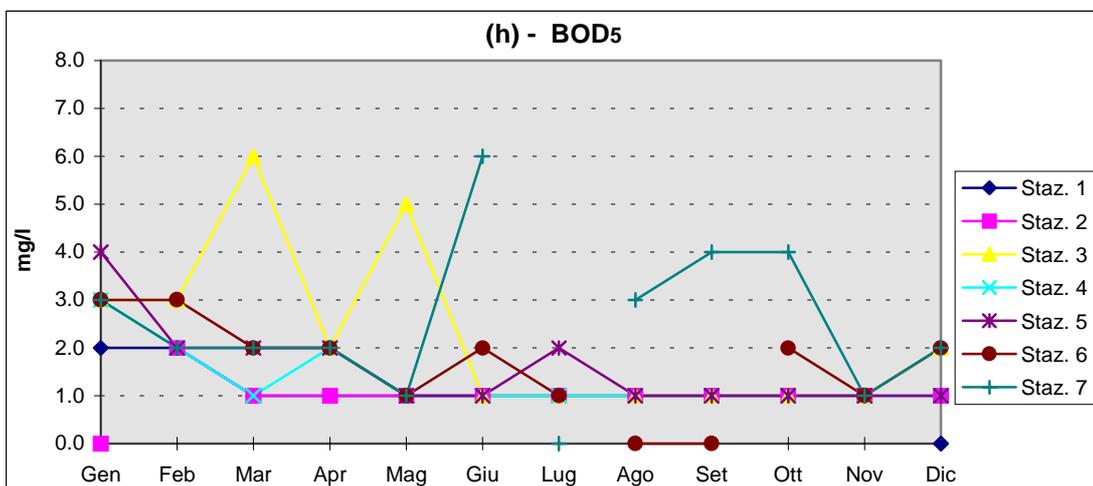
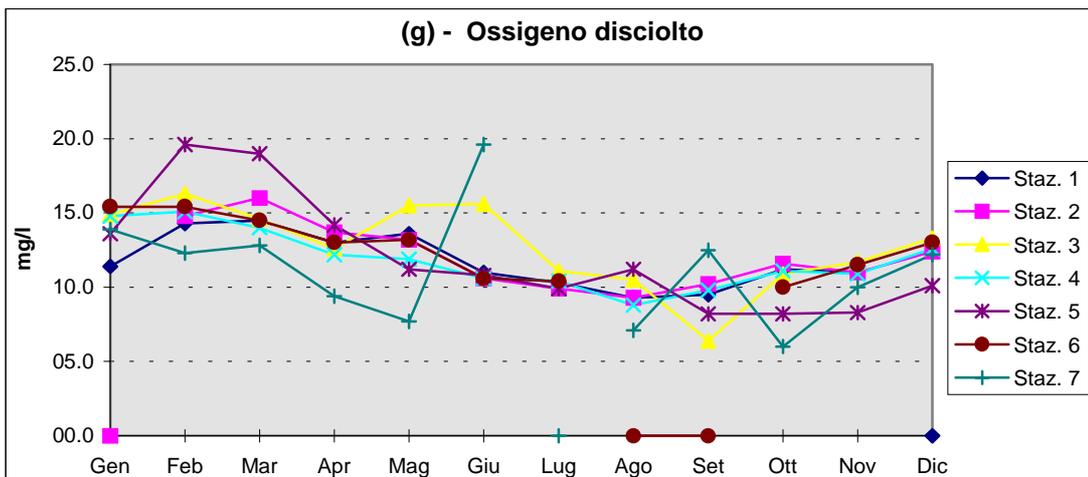
La concentrazione di solfati è particolarmente alta negli affluenti, probabilmente in conseguenza della natura litologica dei rispettivi sottobacini, mentre quella di cloruri, di provenienza più marcatamente

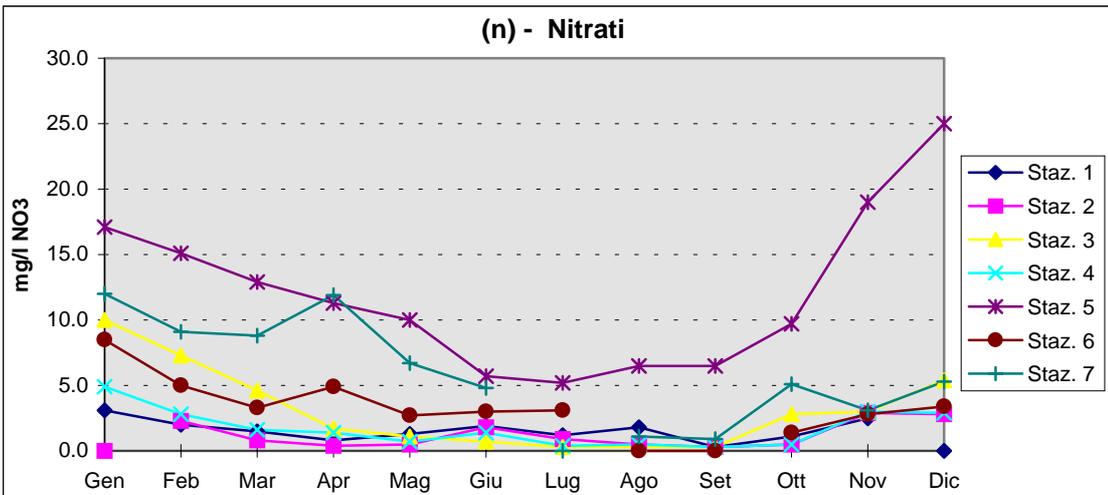
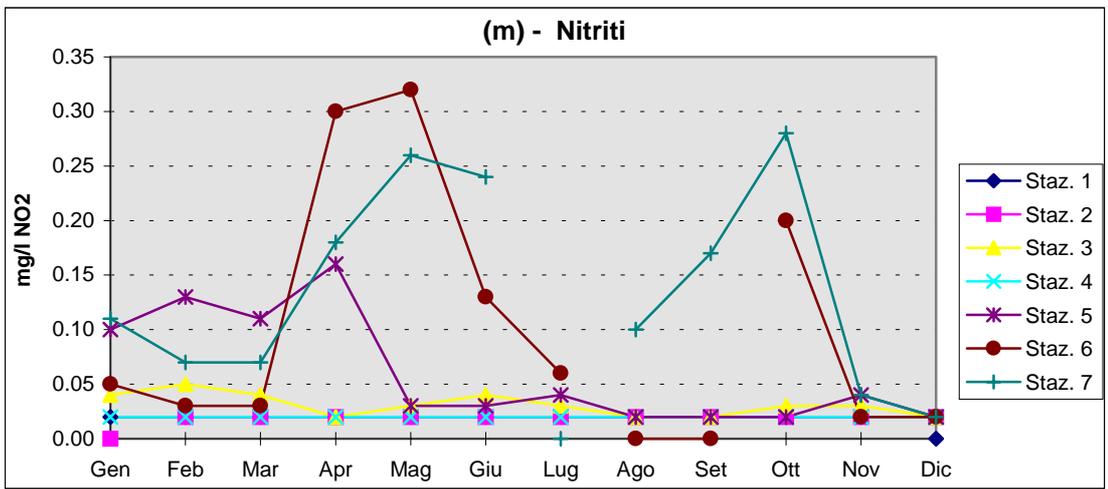
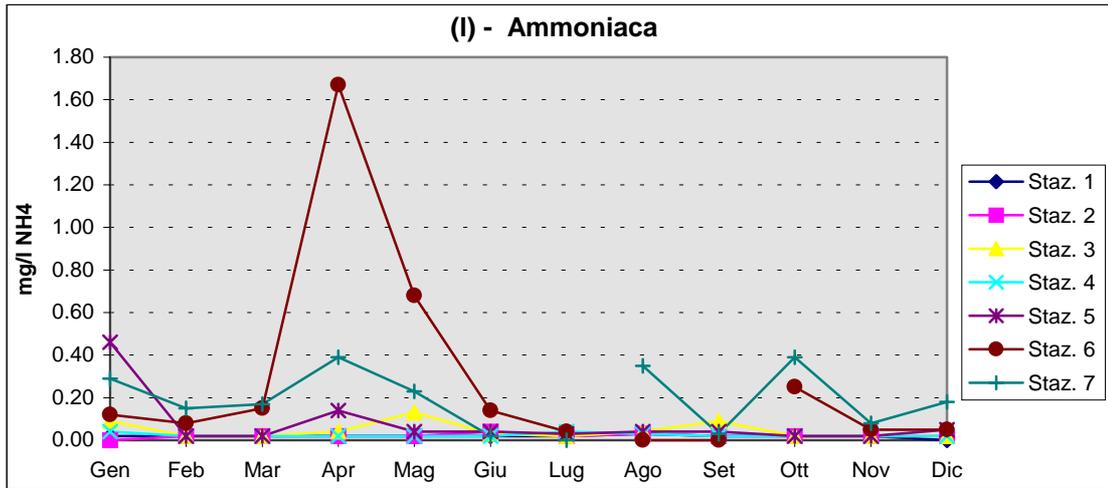
antropica, figura alta anche nelle stazioni di pianura, con picchi particolarmente elevati registrati in aprile ed ottobre presso S. Ilario. Essi coincidono con altrettanti picchi di inquinamento batteriologico fecale rilevati in tale stazione, corrispondenti rispettivamente a 100.000 e 200.000 UFC/100 ml di coliformi totali (di cui 160.000 UFC/100 ml fecali).

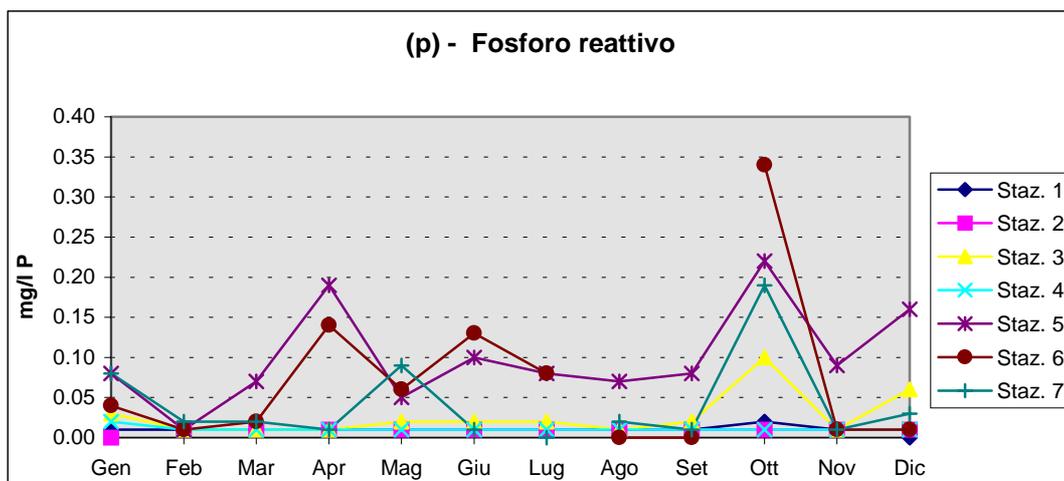
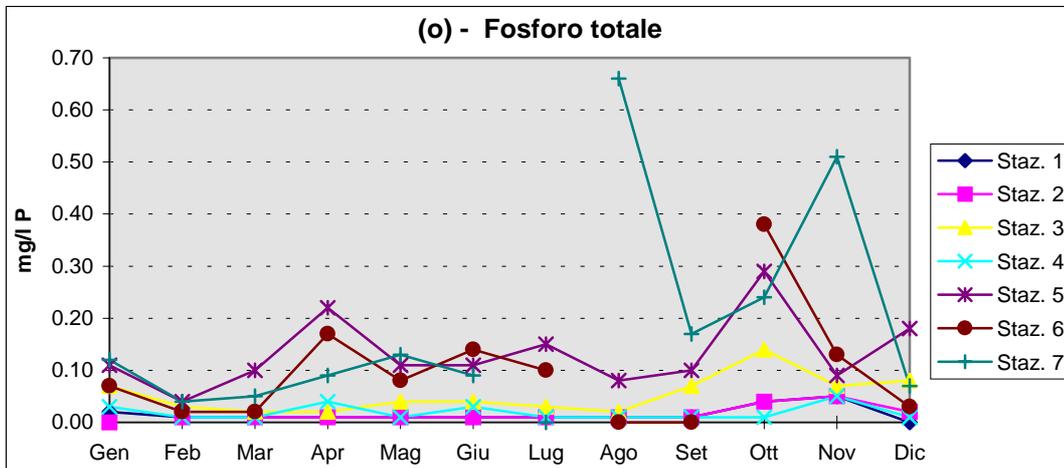
Fig. 11 - Andamento annuo dei parametri nelle diverse stazioni nel 1997

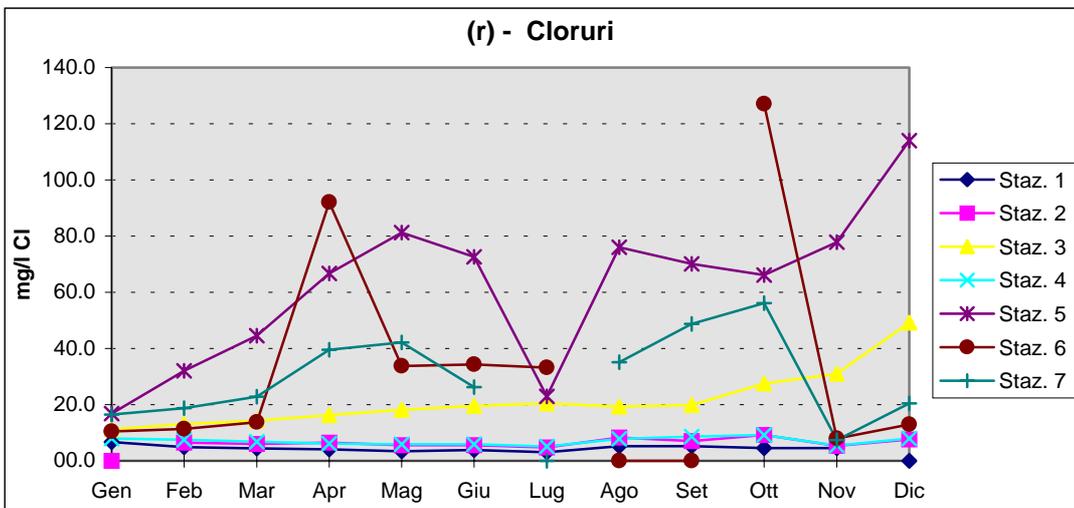
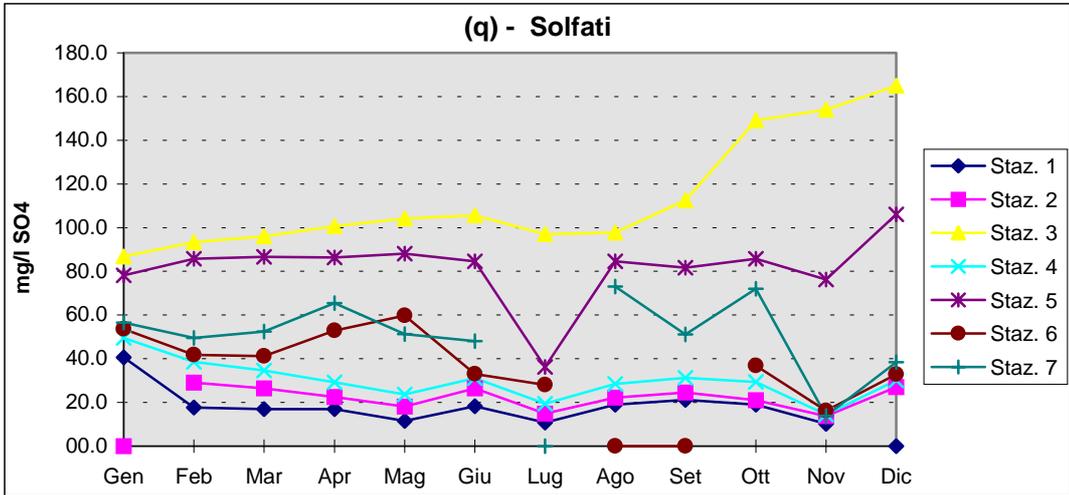


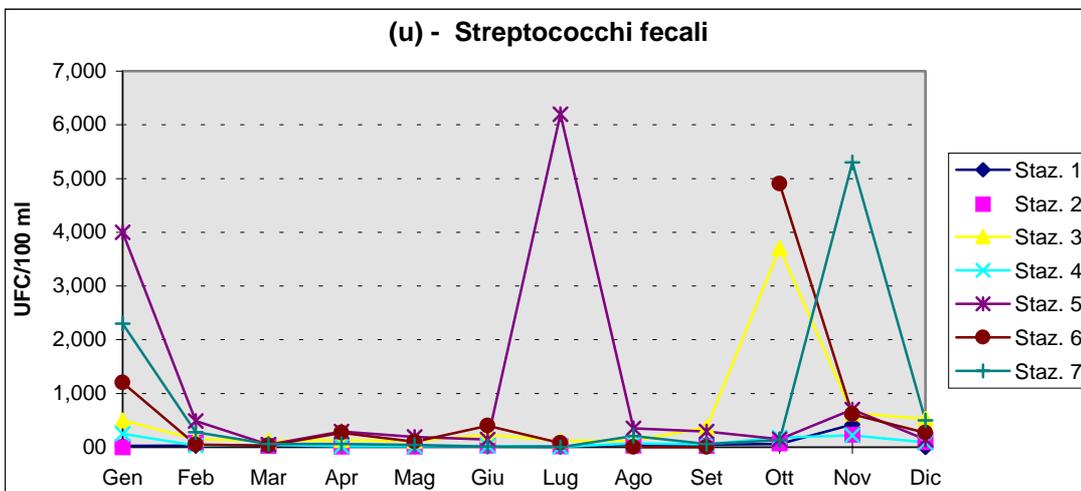
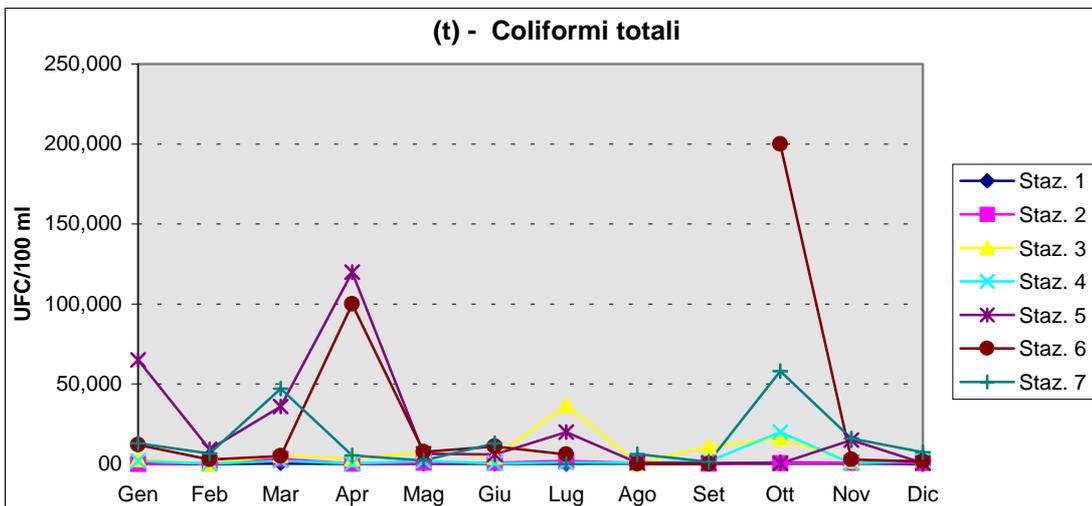
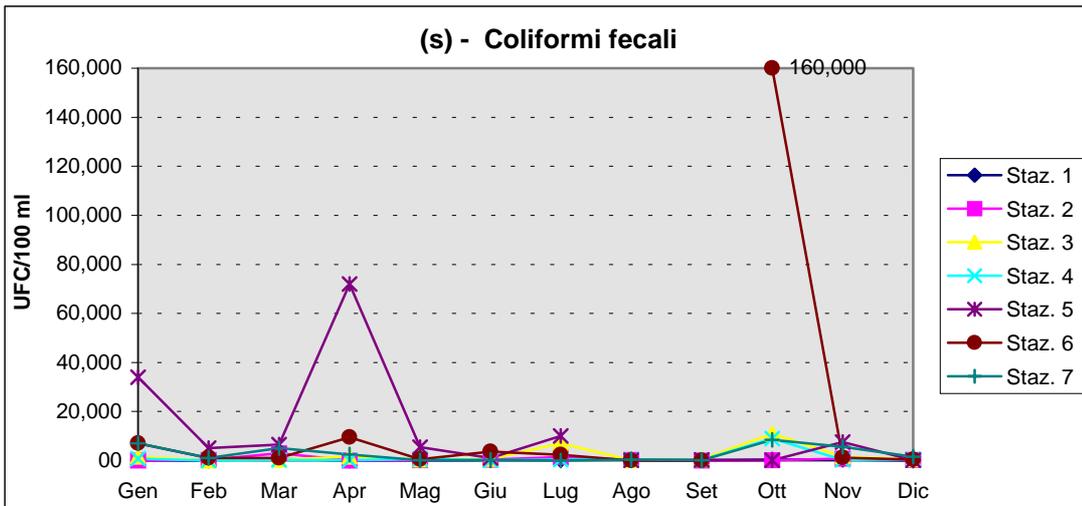












5.2 - Valutazione della qualità delle acque in funzione degli usi

La certificazione dell'idoneità della risorsa per un certo tipo di impiego viene condotta sulla base di standard di qualità, che sono differenti a seconda dell'uso previsto e sono regolati da specifiche normative.

Sulla base dei dati acquisiti è stata valutata l'idoneità delle acque del torrente Enza per l'utilizzo a fini potabili, balneabili, irrigui e di mantenimento della vita acquatica.

5.2.1 - Uso potabile

La produzione di acqua potabile a partire da acqua superficiale è regolamentata dal D.P.R. n. 515/82, dal D.M. Sanità del 15/02/83, dalla Delibera del 26/03/83 del Comitato Interministeriale per la tutela delle acque, nonché dal D.P.R. n. 236/88 per quanto riguarda la distribuzione della stessa.

Il D.P.R. n. 515/82, in dipendenza delle caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche delle acque da potabilizzare, suddivide le stesse in tre categorie in base al trattamento che devono subire:

A1: trattamento fisico semplice e disinfezione;

A2: trattamento fisico e chimico normale e disinfezione;

A3: trattamento fisico e chimico spinto, affinazione e disinfezione.

Sulla base di questi criteri le acque del t. Enza possono essere classificate come mostrato in tab. 19, da cui si evidenzia un peggioramento della qualità delle acque da monte verso valle; le acque del t. Termina, che non rientrano in cat. A3, risultano idonee soltanto ad usi speciali.

Tab. 19 - Classificazione per uso potabile

Staz. 1	Staz. 2	Staz. 3	Staz. 4	Staz. 5	Staz. 6	Staz. 7
A2	A2	A2	A3	>A3	A3	A3

5.2.2 - Balneazione ed usi ricreativi

I requisiti di qualità delle acque di balneazione sono stabiliti dal D.P.R. n. 470/82 e dalla L. n.185/93 sulla base di parametri chimici, fisici e microbiologici.

Tab. 20 - Principali parametri di riferimento per la balneazione

Parametro	Unità di misura	Valore limite
Coliformi totali	MPN/100 ml	2000
Coliformi fecali	MPN/100 ml	100
Streptococchi fecali	MPN/100 ml	100
Salmonelle	MPN/1000 ml	0
pH		6 - 9
Trasparenza	m	1
O ₂ disciolto	% saturazione	70 - 120

Applicando i criteri previsti dal D.P.R. citato a tutti i punti della rete di monitoraggio si ottiene un giudizio generalizzato di non balneabilità, dovuto al superamento dei limiti relativi all'inquinamento fecale, tale fenomeno risulta influenzato anche dal regime idrologico torrentizio che, soprattutto nei mesi estivi, non consente una sufficiente diluizione degli scarichi inquinanti.

5.2.3 - Uso irriguo

In assenza di normative nazionali e comunitarie specifiche, sono stati individuati gli standard di qualità adottati negli Stati Uniti dal Public Health Service, integrati dal parametro conducibilità proposto dal U.S. Department of agriculture (Regione Emilia Romagna, 1988). In tab. 21 si definiscono i parametri di riferimento, in relazione a tre categorie di utilizzo che dipendono da tipo di terreno e di coltivazione:

Cat. I: per tutte le colture tranne il tabacco;

Cat. II: come la categoria I su terreni ben drenati o solo per le colture tolleranti i sali su terreni con scarso drenaggio;

Cat. III: per le colture tolleranti i sali, su terreni ben drenati.

Tab. 21 - Principali parametri di riferimento per l'uso agricolo

Parametro	Cat. I	Cat. II	Cat. III
Ossigeno (mg/l)	>2	>2	>2
Conducibilità (µS/cm)	250 - 750	750 - 2250	>2250
pH	6 - 8,5	6 - 8,5	6 - 8,5
Cloruri (mg/l)	100	300	850

Sulla base di questi criteri le acque del t. Enza vengono classificate come mostrato nella seguente tabella:

Tab. 22 - Classificazione per uso irriguo

Staz. 1	Staz. 2	Staz. 3	Staz. 4	Staz. 5	Staz. 6	Staz. 7
I	I	I	I	I	I	II

5.2.4 - Conservazione della vita acquatica

Il Decreto Legislativo n.130/192, "Attuazione della direttiva 78/659/CEE sulla qualità delle acque dolci che richiedono protezione o miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci", stabilisce i valori dei parametri di riferimento per l'idoneità alla vita di salmonidi e ciprinidi (tab. 23); l'attenzione è limitata alla componente superiore della catena trofica della biocenosi acquatica, la fauna ittica. Nella stessa legge si lascia facoltà alle Regioni di applicare indici biologici.

Tab. 23 - Principali parametri di riferimento per la conservazione della vita acquatica

Parametro	Unità di misura	Salmonidi	Ciprinidi
T. acqua	°C	21,5	28
BOD ₅	mg/l	5	9
Ammoniaca	mg/l NH ₄	1	1
O ₂ disciolto	% saturazione	> 50 e >9 mg/l	> 50 e >7 mg/l
Nitriti	mg/l NO ₂	0,88	1,77
Fosfati	mg/l P ₂ O ₅	0,2	0,4

Anche in questo caso in tab. 24 sono stati attribuiti i giudizi di idoneità ai vari punti della rete di monitoraggio:

Tab. 24 - Classificazione per la conservazione della vita acquatica

Staz. 1	Staz. 2	Staz. 3	Staz. 4	Staz. 5	Staz. 6	Staz. 7
S-C	S-C	S-C	S-C	C	S-C	S-C

Sulla base dei parametri citati le acque del t. Enza risultano potenzialmente idonee alla vita di entrambi i popolamenti, mentre si evidenzia nuovamente il maggiore degrado del t. Termina, che consente soltanto la vita dei Ciprinidi.

5.3 - La qualità chimico- microbiologica

La classificazione basata sull'idoneità delle acque ai diversi usi è correlata a specifiche esigenze e realtà territoriali. Per apprezzare i requisiti di qualità delle acque in senso più ampio e poterne valutare le variazioni spazio-temporali, sono stati adottati indici sintetici che considerano i parametri più significativi in relazione agli impatti antropici sui corsi d'acqua, riguardanti in particolare la componente chimica e batteriologica.

Il sistema utilizzato dall'ARPA per la definizione della qualità chimico-microbiologica delle acque ha fatto riferimento, fino pochi anni fa, allo schema elaborato dall'IRSA (Istituto di Ricerca sulle Acque, 1989), modificato per adattarlo alla presente realtà territoriale (Spaggiari et al., 1995).

In tempi recenti è stato recepito un nuovo sistema di classificazione, contenuto nell'Allegato II della "proposta di T.U. sulla Tutela delle acque dall'inquinamento" approvata dal Ministero dell'Ambiente, oggi all'esame della Presidenza del Consiglio (tab. 25).

Esso prende in considerazione 7 parametri chimici e microbiologici (percentuale di ossigeno disciolto, BOD₅, COD, ammoniaca, nitrati, fosforo totale ed *Escherichia Coli*); per ogni variabile, l'entrata in tabella avviene in corrispondenza del 75° percentile della serie di dati considerata. La somma dei punteggi ottenuti in base ai livelli raggiunti dai singoli parametri, determina il punteggio complessivo, indicato come L.I.M. (Livello di Inquinamento da Macrodescrittori).

Sulla base di questi criteri è stata valutata la qualità chimico-microbiologica delle acque del t. Enza, relativamente all'anno 1997.

L'applicazione del metodo descritto alle sette stazioni considerate ha portato ai risultati mostrati in fig. 12.

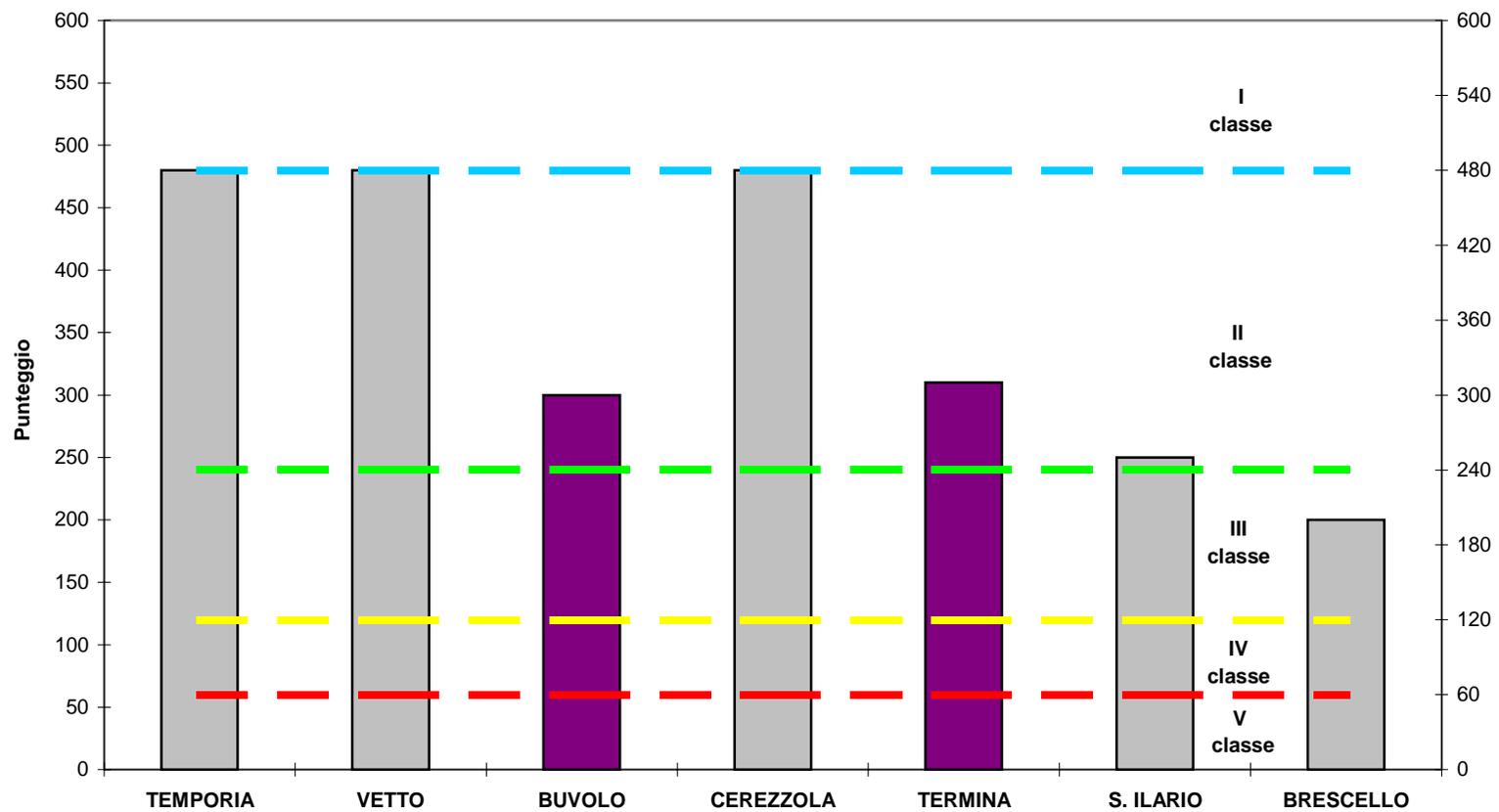
Tab. 25 - Sistema di classificazione previsto dalla proposta di T.U. sulla Tutela delle Acque dall'inquinamento

Livelli di qualità dei macrodescrittori					
Parametro	Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
100-OD (% sat.) (*)	≤ ±10 (#)	>±10 ≤ ±20	>±20 ≤ ±30	>±30 ≤ ±50	> ±50
BOD ₅ (O ₂ mg/L)	< 2,5	≤ 4	≤ 8	≤ 15	> 15
COD (O ₂ mg/L)	< 5	≤ 10	≤ 15	≤ 25	> 25
NH ₄ (N mg/L)	< 0,03	≤ 0,1	≤ 0,5	≤ 1,5	> 1,5
NO ₃ (N mg/L)	< 0,30	≤ 1,5	≤ 5	≤ 10	> 10
Fosforo totale (P mg/L)	< 0,07	≤ 0,15	≤ 0,30	≤ 0,6	> 0,6
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100 mL)	< 100	≤ 1.000	≤ 5.000	≤ 20.000	> 20.000
Punteggio da attribuire per ogni parametro analizzato (75%tile della serie)	80	40	20	10	5
Livello Inquinamento Macrodescrittori (L.I.M.)	480 - 560	240 -475	120 - 235	60 - 115	> 60

(#) : in assenza di fenomeni di eutrofia;

(*): in assenza di vortici

Fig. 12 - Classificazione di qualità delle acque nelle sette stazioni del bacino del t. Enza



Nel grafico sono stati riportati i punteggi conseguiti da ogni stazione, rappresentati sotto forma di istogramma; inoltre sono state tratte nei rispettivi colori le linee di delimitazione che separano le varie classi di qualità, al fine di evidenziare le posizioni raggiunte dalle diverse stazioni e sottolinearne le differenze. Esso fornisce una chiave di lettura per la rappresentazione cartografica dei livelli di qualità raggiunti dai corsi d'acqua considerati (fig. 13).

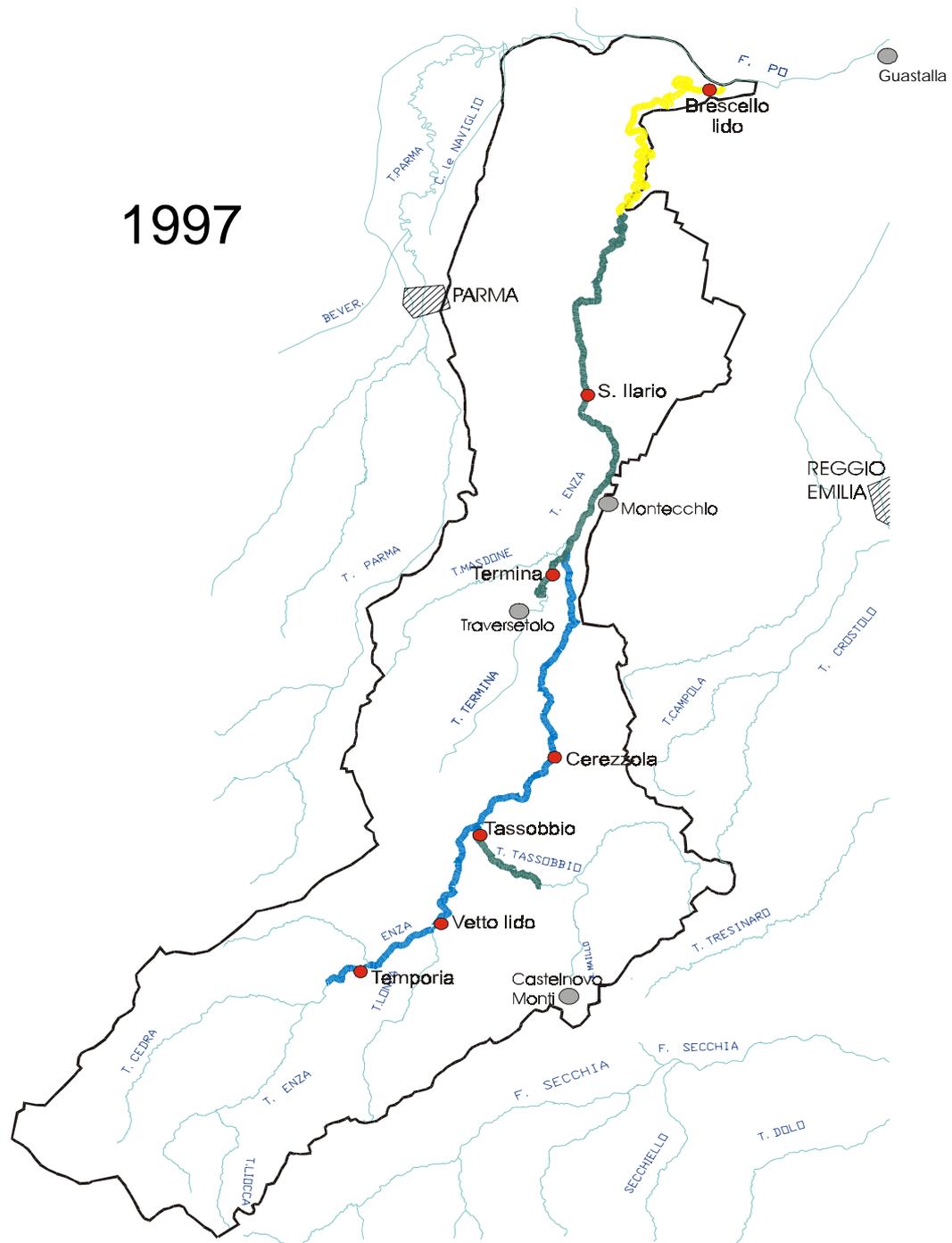
In definitiva, sulla base del metodo applicato, le acque del t. Enza risultano classificabili in C.Q. (Classe di Qualità) 1 fino alla confluenza del t. Termina, dopo la quale proseguono in C.Q. 2, fin quasi allo sbocco in Po, dove rientrano in C.Q. 3.

Il torrente è dunque caratterizzato da una elevata qualità delle acque nel tratto montano e collinare e da una buona qualità nel tratto di pianura, che diviene mediocre soltanto in prossimità della chiusura di bacino, in seguito alla immissione del Cavo Gambalone da parte parmense e degli scarichi del depuratore di Sorbolo.

Il peggioramento dalla prima alla seconda classe rilevato in corrispondenza della confluenza del t. Termina, suggerisce che esso influenzi negativamente la qualità del corso d'acqua principale; questo si verifica però principalmente nei mesi estivi, quando il regime idraulico dell'Enza, penalizzato anche dalla captazione di Cerezzola, non consente una adeguata diluizione delle acque provenienti dall'affluente.

La lettura di tali risultati non può comunque prescindere dalle informazioni contenute in fig. 12. Essa mostra infatti che le stazioni 1,2 e 4 rientrano appena al limite inferiore della C.Q. 1, così come la stazione 6 nella C.Q. 2. Inoltre si può notare che la seconda classe risulta piuttosto ampia, facendo sì che vengano classificati in buona classe di qualità anche alcuni corsi d'acqua che, come il t. Termina, sono apparsi, in base ai dati raccolti, relativamente compromessi.

Fig. 13 - Qualità chimico-microbiologica delle acque (1997)



LIVELLO INQUINAMENTO MACRODESCRITTORI



5.4 - La qualità biologica

Gli indici di carattere fisico e chimico permettono di interpretare le possibili cause di inquinamento e di stabilire le limitazioni d'uso in base a standard fissati dalla normativa di settore; quelli di carattere biologico forniscono una valutazione complessiva del grado di integrità dell'ambiente e consentono la formulazione di strategie riguardanti il suo recupero. Un giudizio completo di qualità deve dunque tenere in considerazione entrambi i tipi di indici, che svolgono un ruolo distinto e complementare nella valutazione della qualità delle acque.

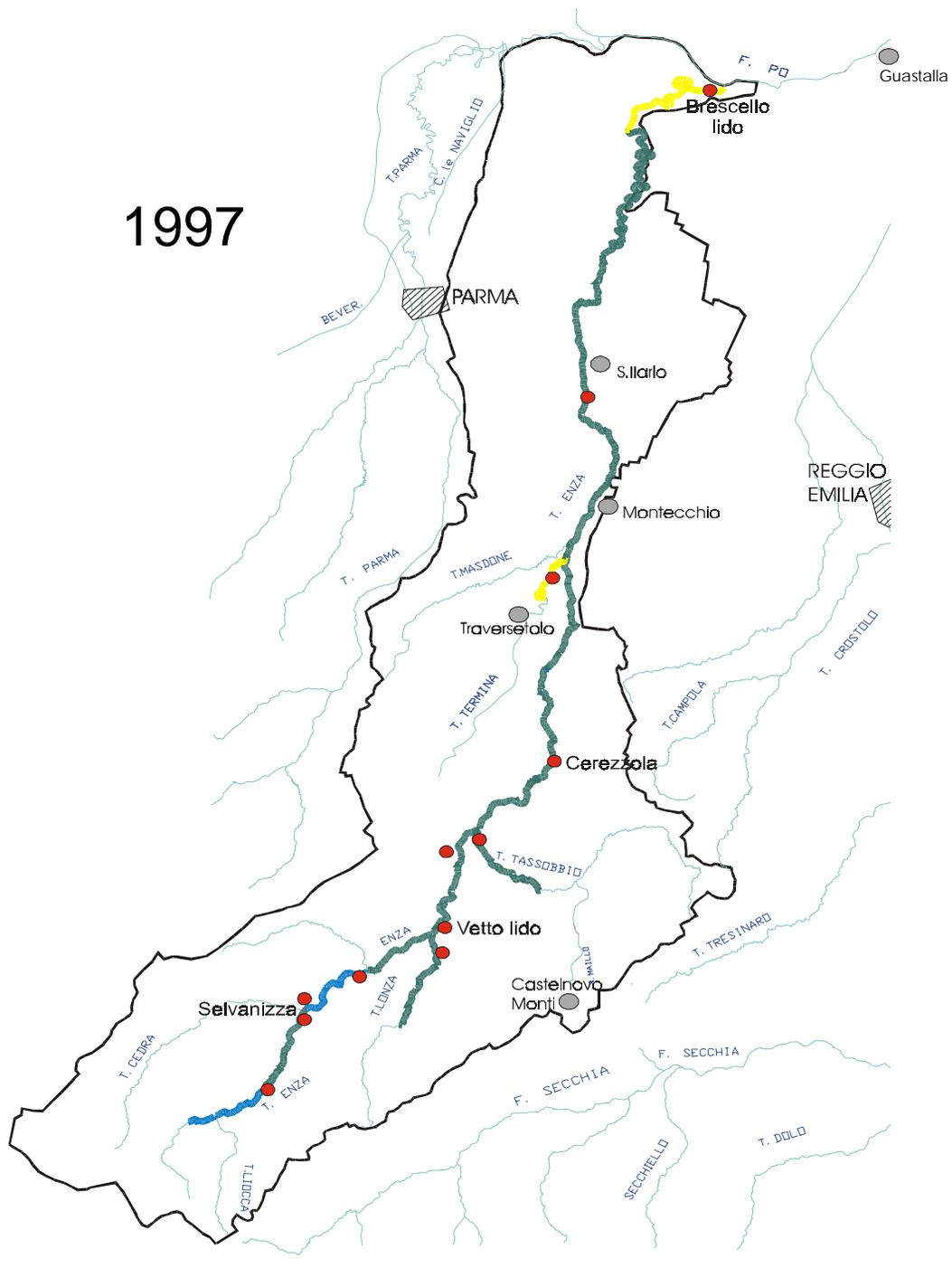
In tab. 26 sono riportati i risultati derivanti dall'applicazione del metodo I.B.E. alle stazioni considerate nel bacino del t. Enza, relativamente ai regimi idrologici di morbida e di magra, al fine di evidenziare le differenze imputabili alle condizioni di portata. La comunità macrobentonica può venire influenzata negativamente dalla diminuzione delle portate a causa del possibile innalzamento delle concentrazioni degli inquinanti, a cui contribuisce anche l'aumento della pressione antropica nelle zone a vocazione turistica (Spaggiari et al, 1995).

La rappresentazione cartografica della classificazione di qualità biologica dei corsi d'acqua considerati nel bacino è riportata in fig. 14. In essa le classi di qualità sono state ottenute come media dei regimi di morbida e di magra.

Tab. 26 - Monitoraggio biologico del t. Enza - 1997

STAZIONI DI CAMPIONAMENTO	MORBIDA		MAGRA	
	<i>I.B.E.</i>	C.Q.	<i>I.B.E.</i>	C.Q.
1. Nirone	10-11	I	10	I
2. Selvanizza monte T.Cedra	9	II	10	I
3. Selvanizza valle T.Cedra	9	II	11-12	I
4. Temporia	9-10	II-I	9-10	II-I
5. Vetto d'Enza	9-10	II-I	9	II
6. Buvolo	10-11	I	9	II
7. Cerezzola	10-9	I-II	8-9	II
8. Montecchio	8	II	-	-
9. S. Ilario	9-10	II-I	-	-
10. Coenzo	8-9	II	8	II
11. Brescello	7	III	-	-
12. Tassobbio-Buvolo	10	I	8	II
13. Termina-Vignale	6-7	III	7-8	III-II
14. Lonza-Vetto	-	-	8-9	II

Fig. 14 - Qualità biologica delle acque (1997)



1997

STATO BIOLOGICO

	C.Q. I NON INQUINATO		C.Q. IV MOLTO INQUINATO
	C.Q. II LEGGER. INQUINATO		C.Q. V FORTEMENTE INQUINATO
	C.Q. III MODERAT. INQUINATO		STAZIONI

Dal confronto con la classificazione di tipo chimico-microbiologico mostrata in fig. 13 si può osservare che gli indici biologici risultano maggiormente penalizzanti nella definizione della qualità delle acque: con l'applicazione di questi ultimi infatti la lunghezza dei tratti di torrente classificabili in prima C.Q. viene drasticamente ridotta, rimanendo limitata soltanto ad alcuni tratti montani; il corso principale dell'Enza rientra quasi interamente in seconda classe. Su questo risultato pesano certamente anche i consistenti prelievi effettuati per vari usi lungo il corso del torrente, che, come si è avuto modo di spiegare, provocano prolungate secche in alveo, arrecando danni rilevanti agli ecosistemi acquatici.

I dati riguardanti la chiusura di bacino, che figura nuovamente in terza C.Q., sono in questo caso da considerare con una certa cautela, dal momento che le caratteristiche dell'alveo non sono tali da favorire la colonizzazione da parte degli organismi macroinvertebrati, e lo stesso campionamento viene eseguito, non senza difficoltà, esaminando le sponde ed il fondo delle chiatte galleggianti.

Infine, in ragione della maggiore "severità" di questi indici nel valutare la qualità dell'acqua, emerge anche il maggiore degrado che caratterizza il t. Termina, che si differenzia dai restanti corsi d'acqua collocandosi in terza C.Q. (ambiente moderatamente inquinato).

6 - ELABORAZIONE DEI DATI

6.1 - Individuazione dei parametri critici nella definizione dell'inquinamento delle acque

L'attività di monitoraggio svolta dalla sezione ARPA di Reggio Emilia sulle 7 stazioni individuate per il bacino del t. Enza ha permesso la raccolta e l'archiviazione negli anni di una notevole mole di dati.

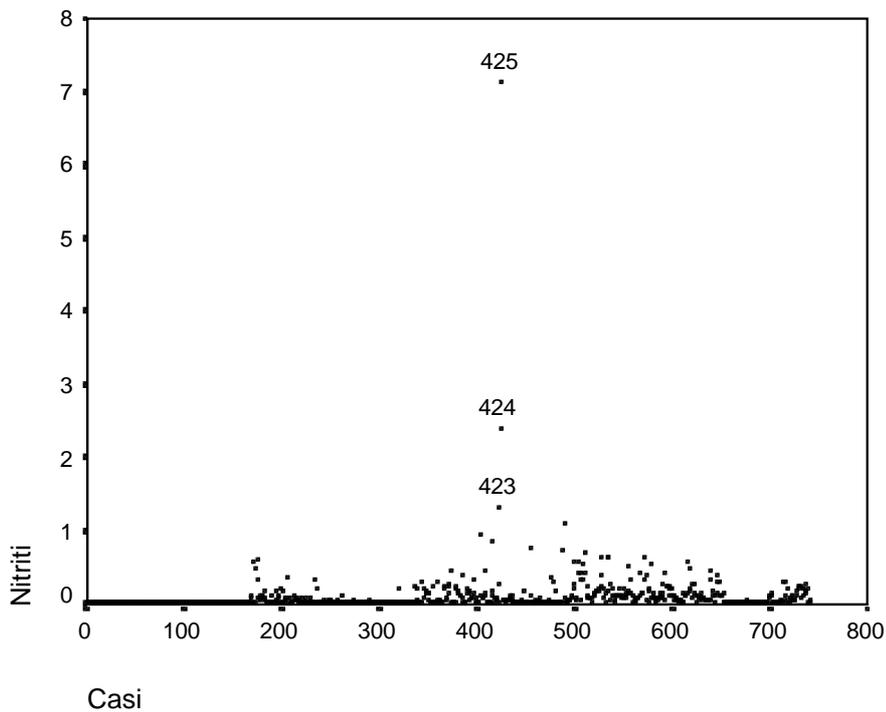
Per la presente ricerca è stata utilizzata la serie relativa al periodo 1990-1997. I dati relativi ai 24 parametri di qualità chimica e microbiologica rilevati mensilmente nelle sette stazioni (tab. 12) sono stati elaborati con tecniche di analisi multivariata al fine di individuare le variabili critiche per la definizione dell'inquinamento delle acque e di rilevare l'eventuale presenza di informazioni ridondanti.

Accettando come valida l'ipotesi dell'esistenza di un gradiente di qualità delle acque procedendo da monte verso valle, si è scelto di applicare l'analisi discriminante canonica utilizzando le stazioni (numerate da 1 a 7) come variabile classificatoria. Peraltro l'analisi delle componenti principali (PCA), tecnica utilizzata con successo in studi analoghi sulle acque superficiali (Antonietti et al., 1995), non ha portato nel caso in esame a risultati significativi.

E' stata effettuata una pulizia preliminare dei dati da alcuni casi caratterizzati da valori outliers di quasi tutti i parametri, rilevati in corrispondenza della stazione di S. Ilario durante l'estate 1990, dovuti con ogni probabilità a scarichi delle Terme di Monticelli.

In fig. 15 è riportato a titolo esemplificativo lo scatter relativo ai nitriti, in cui sono stati evidenziati i casi outliers (423,424,425).

Fig. 15 - Scatter relativo ai nitriti nei 742 casi considerati



L'analisi discriminante è stata inizialmente applicata considerando tutte le variabili di tipo fisico-chimico (ad eccezione dei tensioattivi anionici, che figurano sempre al limite di rivelabilità) ed i principali indicatori di tipo microbiologico (coliformi totali e coliformi fecali); questi ultimi sono stati trasformati logaritmicamente per l'elaborazione.

I risultati di questa prima analisi (fig. 16) mostrano chiaramente l'esistenza di un trend monte - valle lungo il corso principale del torrente Enza: le stazioni 1,2,4,6,7 risultano infatti differenziate rispetto alle prime due funzioni discriminanti (che raggiungono complessivamente il 90,4% della varianza cumulativa). Andamento completamente diverso mostrano invece le stazioni poste sugli affluenti, torrenti Tassobbio (3) e Termina (5), che risultano differenziate dalle altre rispetto alla prima funzione e separate tra loro rispetto alla seconda.

Fig. 16 - Analisi discriminante su tutti i parametri

Eigenvalues

Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation
1	6.928 ^a	72.1	72.1	.935
2	1.700 ^a	17.7	89.8	.793
3	.595 ^a	6.2	96.0	.611
4	.312 ^a	3.2	99.2	.487
5	.064 ^a	.7	99.9	.245
6	.009 ^a	.1	100.0	.094

a. First 6 canonical discriminant functions were used in the analysis.

Structure Matrix

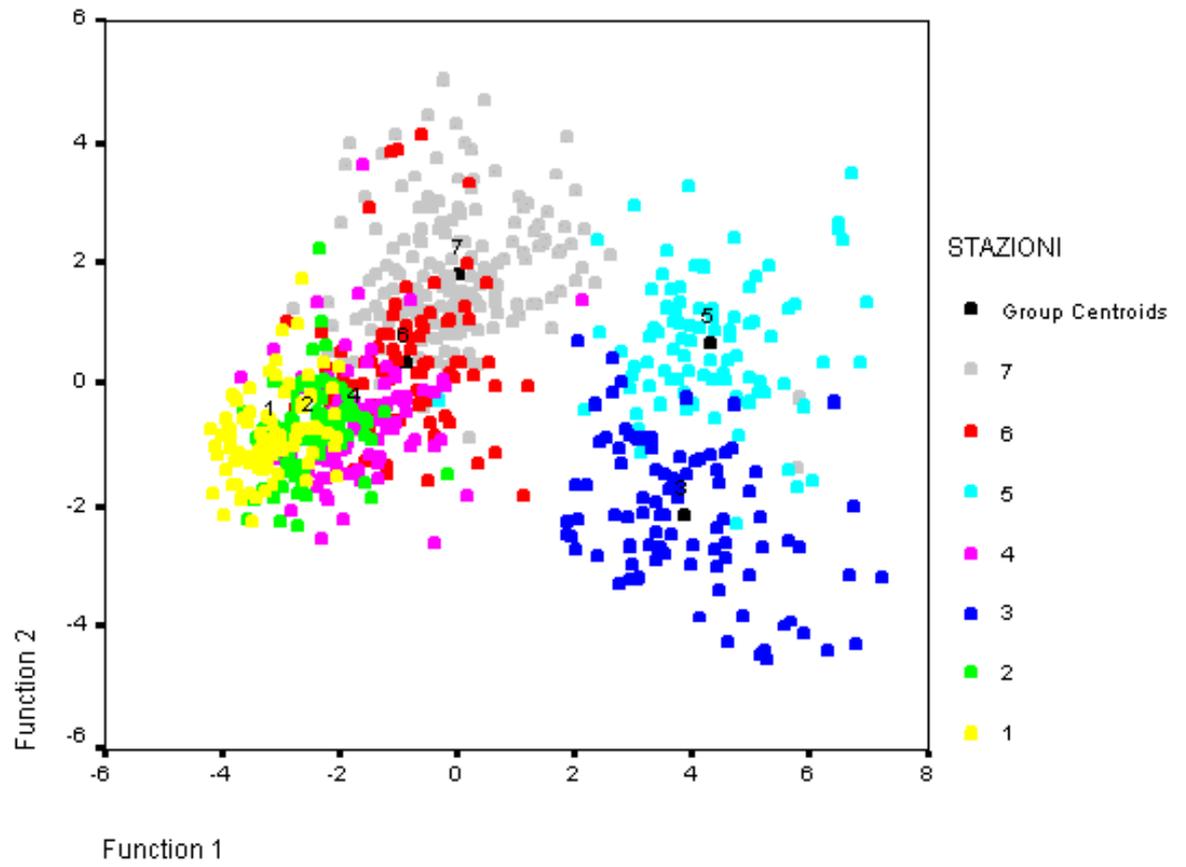
	Function					
	1	2	3	4	5	6
solforati	.832*	-.302	.225	-.141	-.025	.191
durezza	.573*	.213	.028	-.080	-.087	.003
conducibilità	.448*	.225	-.038	.294	-.296	.143
silice	.393*	.145	-.290	-.146	.037	-.041
nitriti	.103	.321*	.173	-.105	-.307	.178
coliformi totali (ln)	.196	.315*	.279	.255	-.314	-.278
BOD	.083	.257*	.214	-.128	-.182	.255
ammoniaca	.072	.233*	.119	-.197	-.126	.013
nitriti	.359	.320	-.424*	.058	.065	.210
portata	-.088	.280	.399*	.179	.311	.210
COD	.116	.133	.207*	-.062	-.206	.202
mat. sospesi	.019	.076	.153*	.029	-.112	.128
torbidità	.019	.075	.152*	.033	-.147	.109
pH	-.038	-.441	.095	.543*	.255	-.132
cloruri	.100	.165	-.069	.443*	-.381	.287
ossigeno %sat.	.007	-.145	.085	.410*	-.086	.329
fosforo totale	.127	.211	.173	.043	-.346*	.263
fosforo reattivo	.167	.138	-.085	.180	-.285*	.262
temperatura	.038	.131	.077	.021	.187*	-.158
ossigeno disciolto	-.017	-.235	.032	.382	-.153	.446*
coliformi fecali (ln)	.181	.273	.229	.226	-.399	-.402*

Pooled within-groups correlations between discriminating variables and standardized canonical discriminant functions

Variables ordered by absolute size of correlation within function.

*. Largest absolute correlation between each variable and any discriminant function

Canonical Discriminant Functions



Questa analisi fornisce un quadro generale della situazione che permette di confermare alcune delle ipotesi formulate, sebbene non consenta di caratterizzare le acque dal punto di vista dell'inquinamento. Infatti osservando i coefficienti contenuti nella matrice di struttura, che rappresentano le correlazioni di ogni variabile con le varie funzioni discriminanti, si nota che la prima funzione è principalmente influenzata da variabili di tipo geologico (solfati, durezza, silice), legate alla litologia dei sottobacini drenati, mentre le variabili di interesse compaiono in modo significativo soltanto nelle funzioni successive, che rivestono sempre minore importanza.

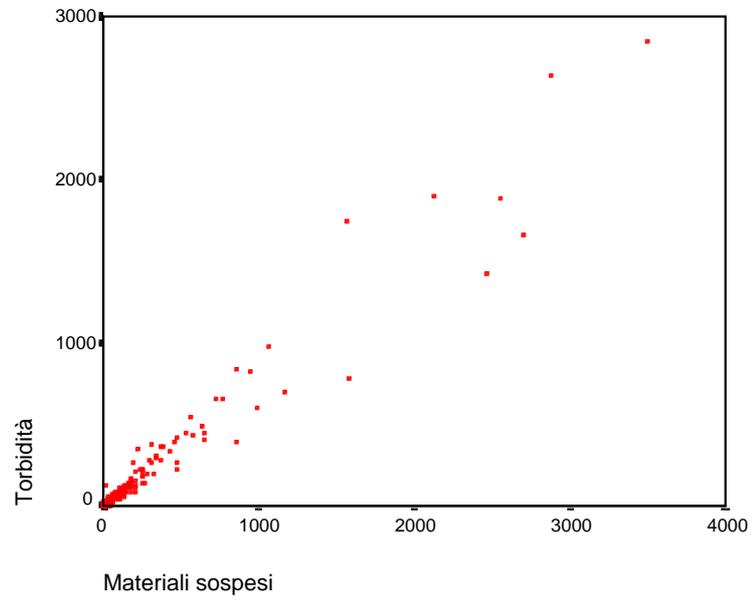
Dal momento che le informazioni associate a dati di questo tipo distorcono la distribuzione in modo indipendente dall'inquinamento, si è proceduto alla progressiva eliminazione di gruppi di variabili.

Sono stati perciò scartati i parametri dipendenti dalle caratteristiche del suolo, oltre ad alcuni di tipo fisico, come la temperatura dell'acqua, legata al gradiente termico altitudinale, e la percentuale di ossigeno alla saturazione, che è influenzata dalla velocità della corrente e da altri fattori fisici quali la temperatura.

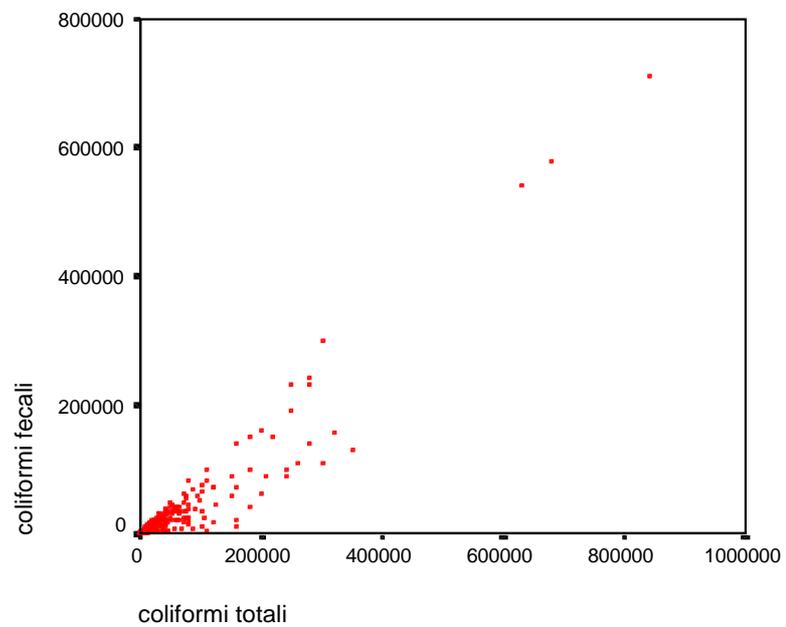
Sono state quindi fatte alcune osservazioni sulla presenza di informazioni ridondanti. Infatti, eseguendo scatters esplorativi tra coppie di variabili, sono emerse alcune forti correlazioni: in particolare quelle tra materiale in sospensione e torbidità e tra coliformi fecali e coliformi totali (fig. 17, a e b) sono tali da consentire l'eliminazione dall'analisi dei dati relativi ai secondi elementi delle coppie, ritenuti meno significativi come indicatori.

Fig. 17 - Correlazione tra coppie di parametri: materiale in sospensione/torbidità (a) e coliformi fecali/coliformi totali (b)

(a)



(b)



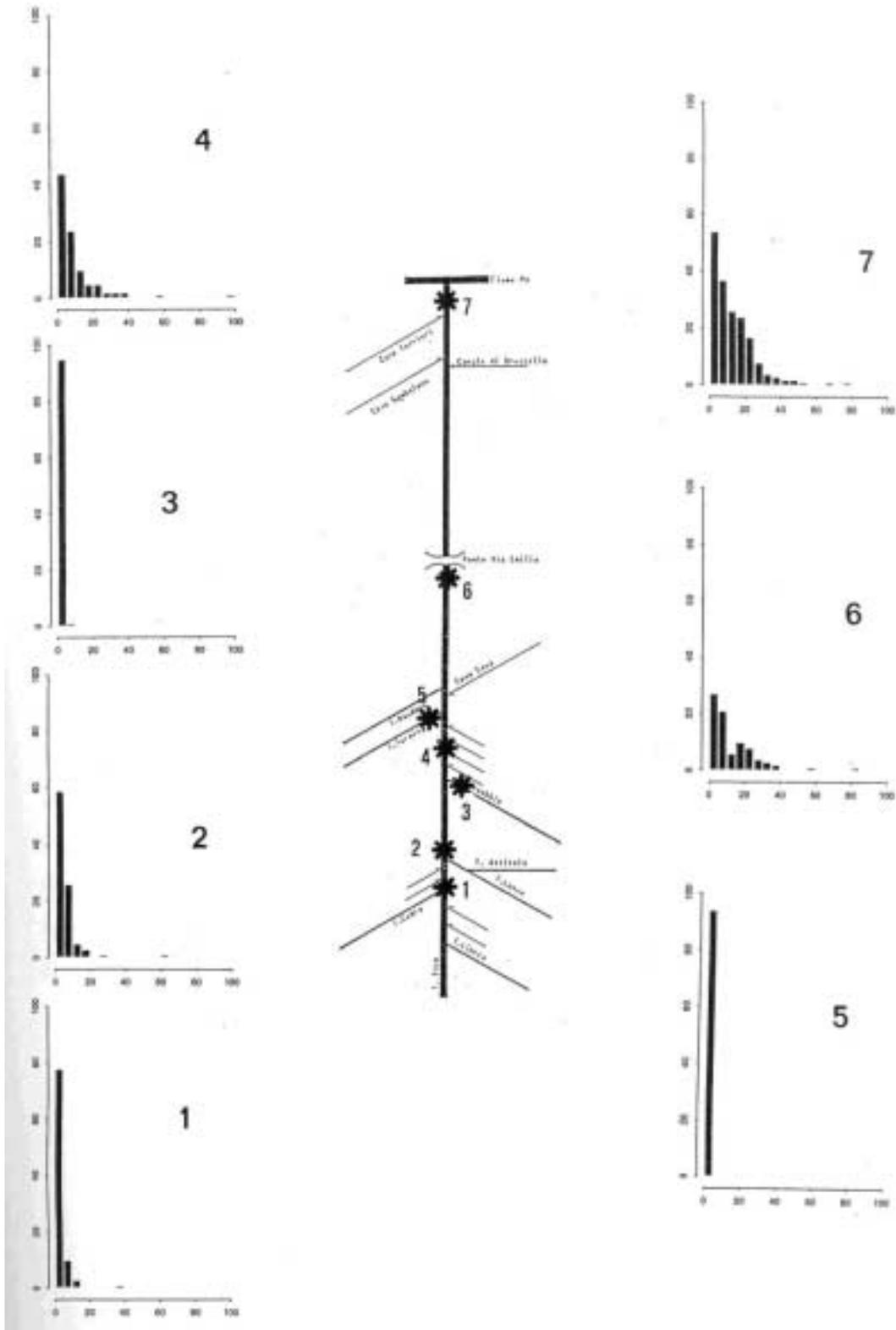
Tra i parametri relativi all'inquinamento di tipo organico, BOD₅ e COD, si è scelto di considerare il secondo, in quanto il BOD, indicatore della frazione di sostanza organica biodegradabile, presenta una maggiore variabilità ed in numerosi casi è ai limiti della soglia di rilevabilità. Analogamente, per il carico eutrofizzante si è deciso di preferire il fosforo totale a quello reattivo.

Inoltre si è ritenuto opportuno accorpate in una nuova variabile, chiamata "Azoto", i valori relativi a nitrati e nitriti, dal momento che questi ultimi presentano una minima variabilità (si veda fig. 15) e figurano quasi sempre al limite di rilevabilità.

Una ulteriore analisi ha riguardato i dati di portata, che presentano una notevole eterogeneità, come si può osservare dal confronto tra le distribuzioni delle classi di frequenza nelle singole stazioni (fig. 18).

Le portate presentano complessivamente distribuzione poissoniana, caratterizzata da elevata frequenza dei valori bassi. Questa condizione è particolarmente accentuata nelle stazioni di monte e in quelle sugli affluenti, in cui quasi il 100% dei valori misurati rientra nella prima classe di frequenza (0-5 m³/s), mentre procedendo verso valle la distribuzione tende ad allargarsi con un numero crescente di casi che ricadono nelle classi più alte. In questa fase la variabile portata è stata dunque esclusa dall'analisi per evitare distorsioni legate all'eccessiva diversità dei dati.

Fig. 18 - Istogrammi di frequenza (%) delle classi di portata (m^3/s) nelle sette stazioni



L'analisi discriminante è stata ripetuta sulle 10 variabili selezionate (fig. 19). Dalla matrice di struttura emerge che sono nuovamente due parametri chimico-fisici, conducibilità e pH, ad avere il maggiore peso nelle prima e nella seconda funzione rispettivamente. Essi ancora una volta non risultano significativi in relazione all'inquinamento, dal momento che il pH oscilla comunque tra 7 e 9, range naturale per l'ambiente considerato e ampiamente compreso nei limiti di legge, mentre la conducibilità, misura correlata con la concentrazione ionica, dipende fundamentalmente dalle caratteristiche idrochimiche di base delle acque (il 70% degli ioni presenti è costituito da cationi calcio e magnesio e da anioni carbonato e solfato). Per questo motivo anche le variabili pH e conducibilità sono state eliminate.

I risultati dell'analisi discriminante applicata agli 8 parametri rimasti sono mostrati in fig. 20. Questa volta le variabili maggiormente significative sono l'azoto (0,806) per la F1 e i Coliformi fecali (0,693) per la F2. La rappresentazione grafica è quindi caratterizzata da inquinamento chimico (ed in particolare eutrofizzante) crescente lungo la componente orizzontale e microbiologico lungo quella verticale. Le stazioni si dispongono secondo un trend crescente da monte a valle lungo la F1, mentre lungo la F2 si registra una inversione di tendenza dopo la stazione 6, che presenta alti picchi rispetto all'asse delle ordinate. Gli affluenti risultano maggiormente sovrapposti e appaiono caratterizzati da un degrado prevalentemente chimico.

Fig. 19 - Analisi discriminante su 10 variabili

Eigenvalues

Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation
1	4.019	79.5	79.5	.895
2	.600	11.9	91.4	.612
3	.220	4.3	95.7	.424
4	.202	4.0	99.7	.410
5	.012	.2	100.0	.109
6	.001	.0	100.0	.035

Structure Matrix

	Function					
	1	2	3	4	5	6
conducibilità	.609	.098	.227	.268	-.331	.064
azoto	.521	-.274	-.293	.451	-.094	.331
pH	-.122	.756	-.061	.362	.209	.291
coliformi fecali (ln)	.261	-.140	.664	.035	.294	-.195
cloruri	.158	-.094	.355	.531	-.338	.131
ossigeno disciolto	-.063	.429	.042	.322	-.615	.132
mat. sospesi	.034	-.047	.284	-.108	.040	.692
COD	.166	-.056	.336	-.268	-.132	.668
fosforo totale	.196	-.135	.449	-.130	-.260	.539
ammoniaca	.129	-.297	.263	-.296	.134	.490

Canonical Discriminant Functions

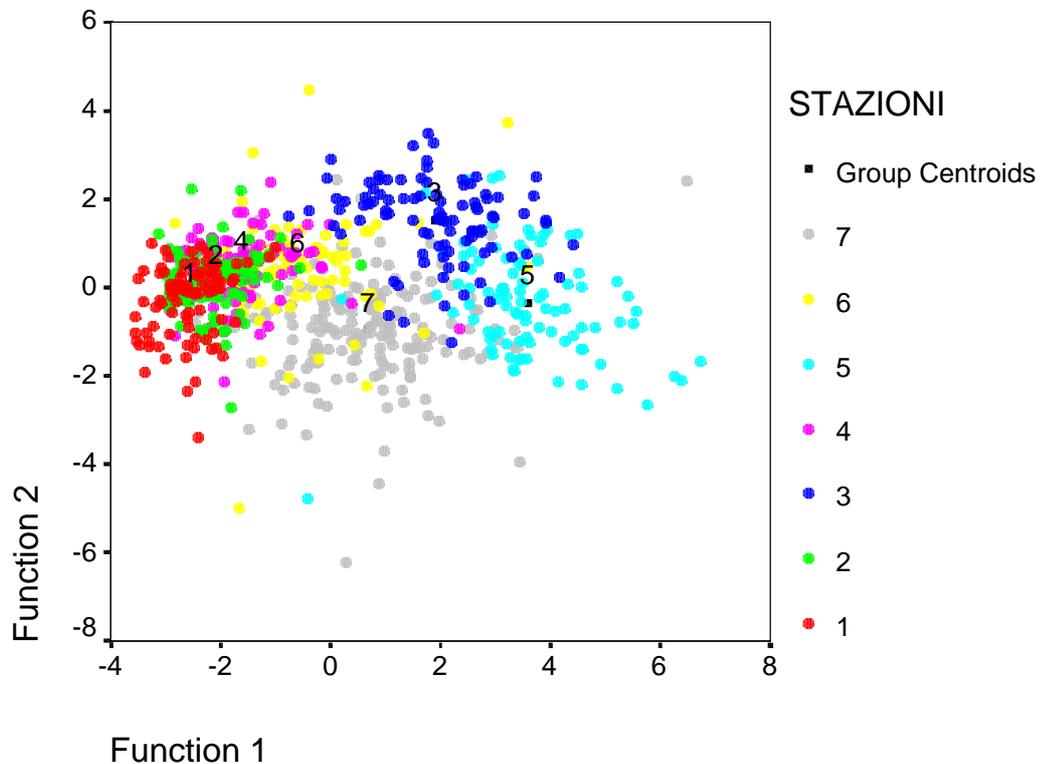


Fig. 20 - Analisi discriminante su 8 variabili

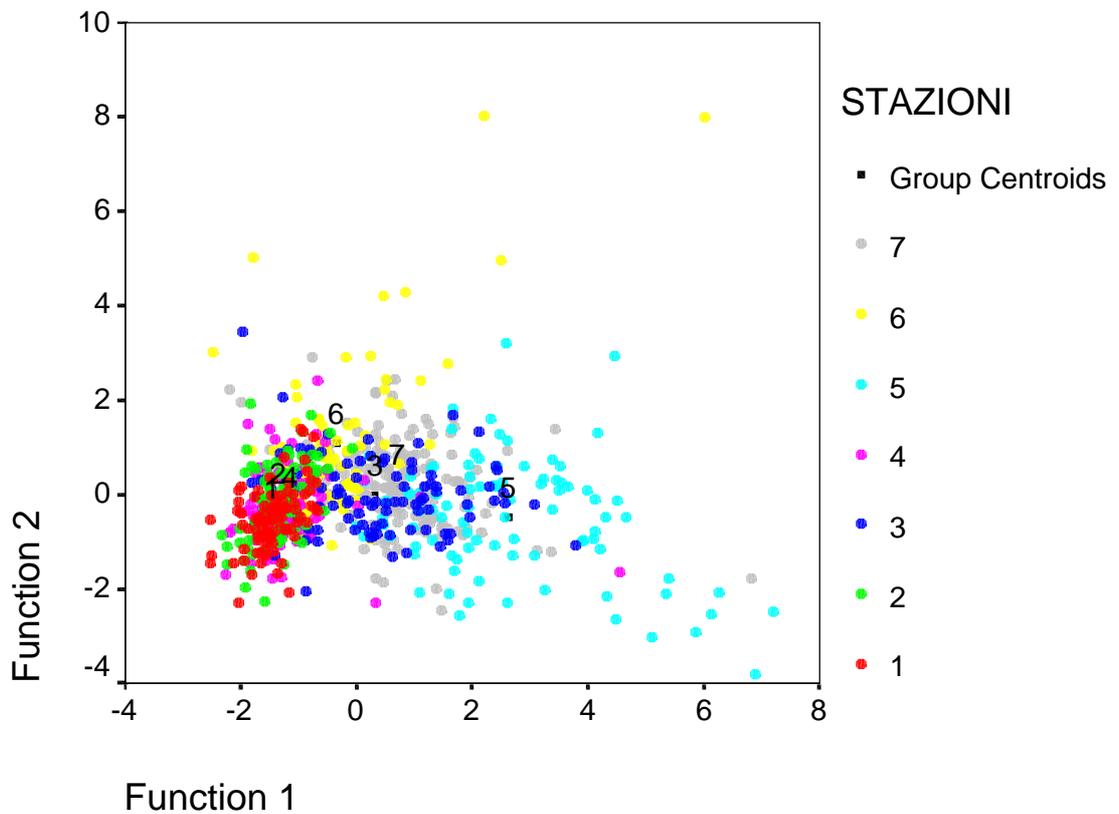
Eigenvalues

Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation
1	1.697	76.1	76.1	.793
2	.220	9.8	85.9	.424
3	.185	8.3	94.2	.395
4	.125	5.6	99.8	.333
5	.004	.2	100.0	.065
6	.001	.0	100.0	.028

Structure Matrix

	Function					
	1	2	3	4	5	6
azoto	.830	-.227	.293	-.015	.039	.311
colif. fecali (ln)	.405	.668	-.127	-.181	-.553	.004
ossigeno disciolto	-.148	.102	.713	-.382	.202	.249
ammoniaca	.224	.215	-.555	.045	.292	.264
cloruri	.265	.418	.351	.273	.551	-.162
fosforo totale	.303	.432	-.236	-.227	.502	.263
mat. sospesi	.052	.268	-.166	-.074	.089	.780
C.O.D	.241	.308	-.264	-.398	.190	.638

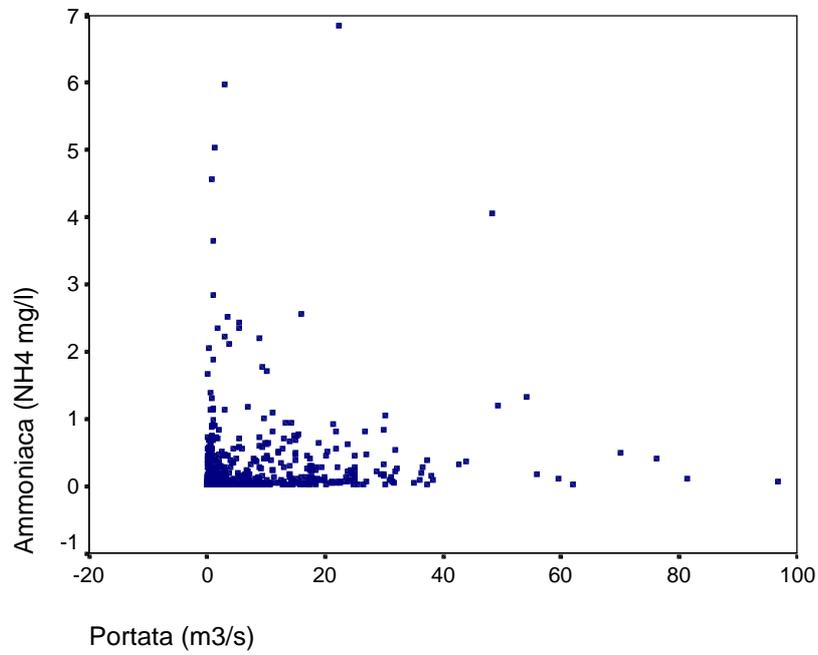
Canonical Discriminant Functions



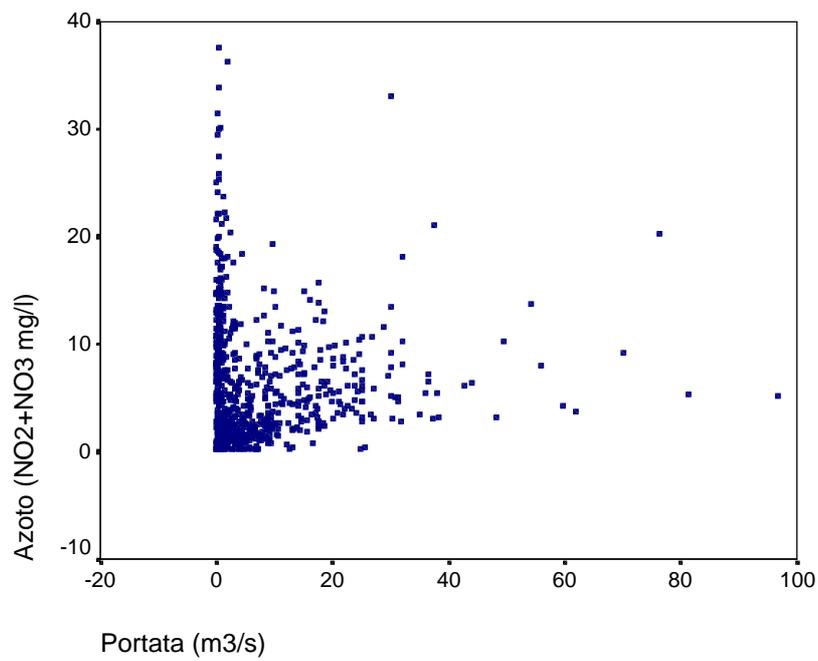
Sulla base di questi risultati è stato considerato il regime idraulico nelle diverse stazioni. Infatti attraverso gli scatters delle principali variabili in relazione alle portate (fig. 21) si è evidenziata l'esistenza di un effetto diluizione degli inquinanti in concomitanza di eventi di piena (alti valori di portata) e di un effetto concentrazione in presenza di deflussi esigui (il caso limite si verifica quando il torrente è in secca e tutta la portata rilevata proviene dall'effluente): dunque gli eventi estremi di portata mascherano o amplificano l'impatto degli inquinanti. Sulla base di questa considerazione si è proceduto ad una revisione dei dati ed all'eliminazione dei casi contraddistinti da valori estremi di portata. Data l'eterogeneità delle stazioni rispetto a questo parametro, per la selezione non è stato possibile scegliere un criterio univoco: l'eliminazione della prima classe di frequenza, per esempio, avrebbe completamente penalizzato le stazioni di monte e quelle degli affluenti. L'operazione è stata quindi effettuata su ogni stazione separatamente, scartando per ognuna i dati corrispondenti al primo e all'ultimo decile dei valori di portata. Questa procedura ha perciò comportato l'eliminazione di 151 casi (pari al 20% dei dati).

Fig. 21 - Andamento dei principali parametri (ammoniaca, azoto, COD, cloruri) in relazione alle portate

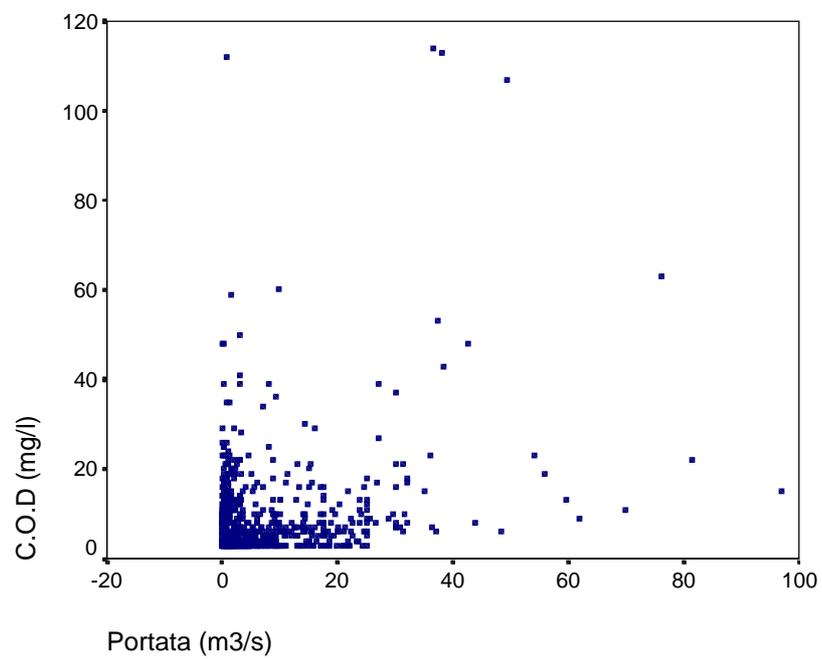
(a)



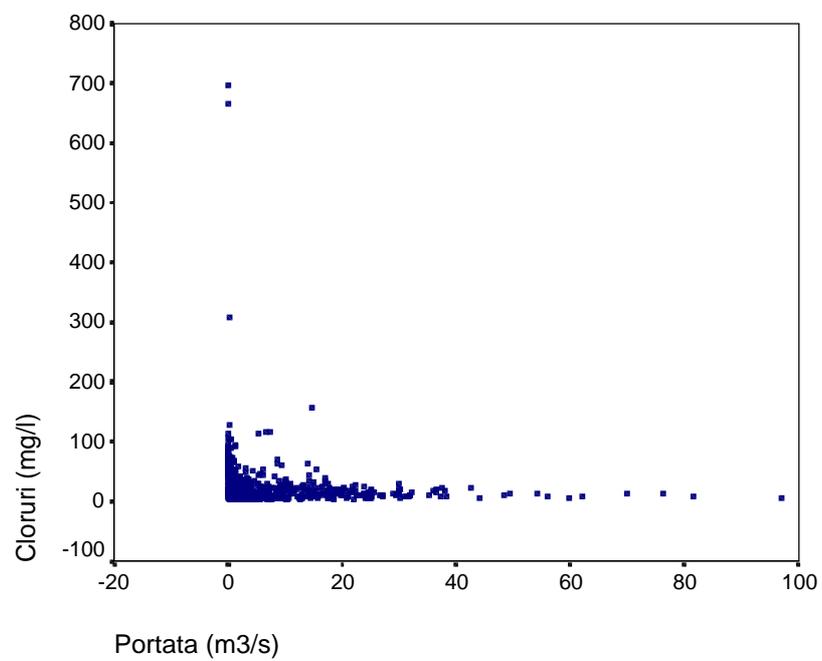
(b)



(c)



(d)



L'analisi discriminante è stata ripetuta sul rimanente 80% dei dati (fig. 22). La F1 risulta sempre caratterizzata da valori alti dell'azoto, mentre i coliformi compaiono in modo significativo solo nella F3. Nelle prime due funzioni assumono infatti peso rilevante i cloruri, che sono probabilmente anche i responsabili della dispersione verticale della stazione 6.

Questo fenomeno risulta ancora più evidente dal grafico relativo all'analisi effettuata sulle sole stazioni del corso principale del t. Enza (fig. 23). Le anomalie rilevate per le concentrazioni di cloruri nella stazione di S. Ilario, sono attribuibili agli scarichi delle Terme di Monticelli, che provocano saltuariamente picchi di questo anione. Si è perciò ritenuto opportuno eliminare i cloruri dalla lista delle variabili indicatrici di inquinamento.

Questa operazione ha riportato i risultati dell'analisi discriminante (fig. 24) verso una caratterizzazione chimica (con prevalenza dell'azoto) della F1 ed una microbiologica della F2, come visto in precedenza.

Una ulteriore semplificazione è stata introdotta con la scelta di adottare i nitrati come unico indicatore sintetico delle variabili azotate. Per ogni caso considerato si è infatti calcolato il rapporto fra azoto nitrico e azoto inorganico totale, ricavato come somma dell'azoto nitrico, nitroso e ammoniacale. L'istogramma di frequenza di tale rapporto mostra che l'azoto nitrico rappresenta mediamente l'87% dell'azoto totale inorganico (fig. 25).

Fig.22 - Analisi discriminante a meno di eventi estremi di portata

Eigenvalues

Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation
1	3.164	83.7	83.7	.872
2	.245	6.5	90.2	.444
3	.186	4.9	95.1	.396
4	.179	4.7	99.9	.389
5	.005	.1	100.0	.069
6	.001	.0	100.0	.023

Structure Matrix

	Function					
	1	2	3	4	5	6
azoto	.668	-.028	-.315	-.213	-.187	.476
cloruri	.556	.483	.178	.107	.517	-.327
C.O.D	.242	-.519	.020	.284	.213	.222
ossigeno disciolto	-.101	.237	-.561	.498	.112	.518
coliformi fecali (ln)	.312	-.215	.468	.589	-.507	.026
fosforo totale	.282	-.437	.256	.261	.498	.197
ammoniaca	.153	-.325	.514	-.094	.286	.625
mat. sospesi	.063	-.161	.128	.150	.101	.402

Canonical Discriminant Functions

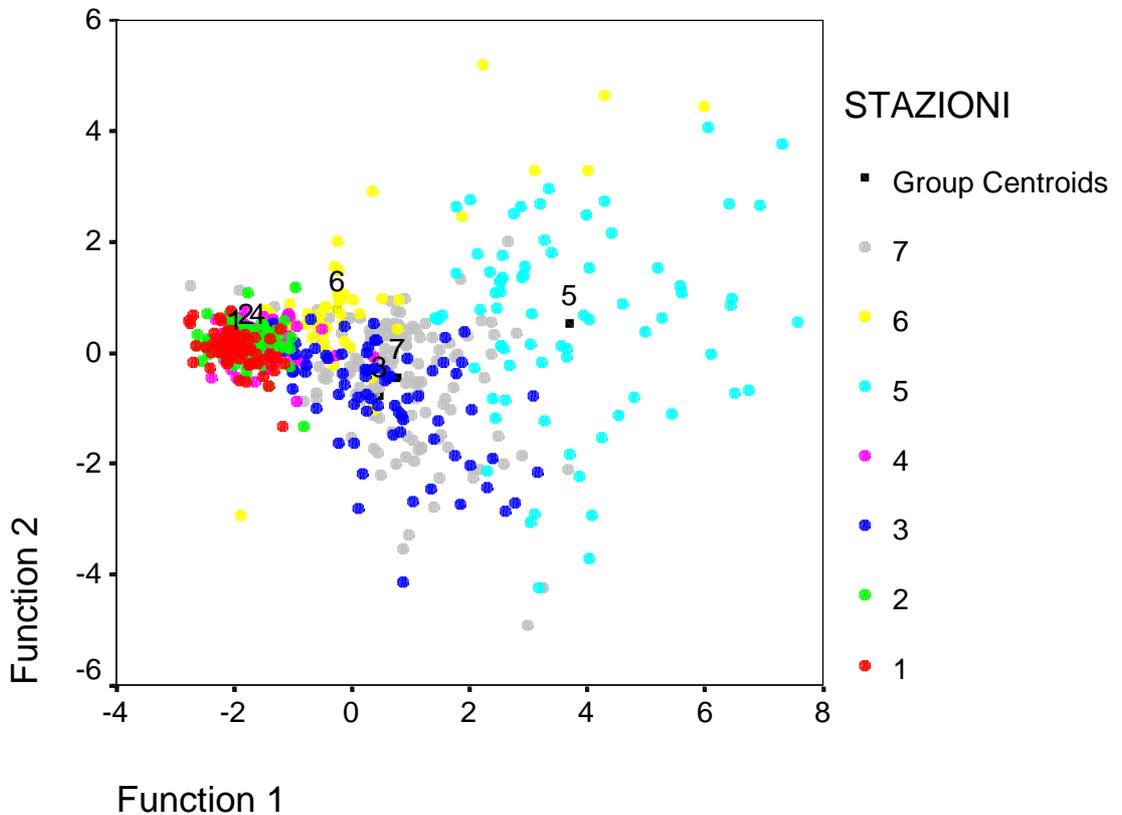


Fig. 23 - Analisi discriminante sulle sole stazioni del t. Enza

Eigenvalues

Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation
1	2.340	87.8	87.8	.837
2	.306	11.5	99.3	.484
3	.014	.5	99.8	.116
4	.005	.2	100.0	.067

Structure Matrix

	Function			
	1	2	3	4
azoto	.655	-.080	.398	-.502
C.O.D	.400	-.084	.008	.234
mat. sospesi	.145	.043	-.031	.019
cloruri	.422	.540	.264	.531
ossigeno disciolto	-.210	.433	.412	-.390
coliformi fecali (ln)	.434	.416	-.737	-.196
fosforo totale	.424	.004	.041	.551
ammoniaca	.285	-.192	-.106	.289

Canonical Discriminant Functions

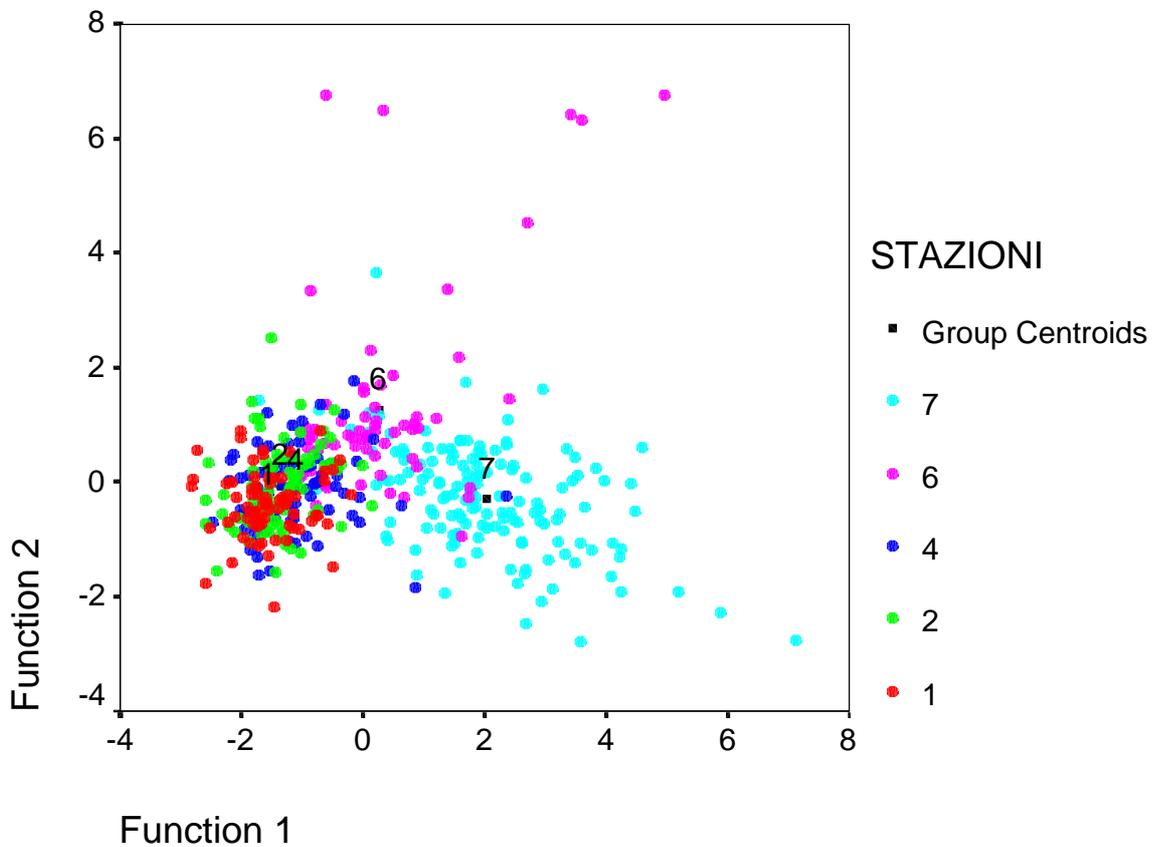


Fig. 24 - Analisi discriminante su 7 variabili

Eigenvalues

Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation
1	2.322	83.7	83.7	.836
2	.194	7.0	90.6	.403
3	.181	6.5	97.1	.391
4	.076	2.7	99.9	.266
5	.003	.1	100.0	.053
6	.000	.0	100.0	.020

Structure Matrix

	Function					
	1	2	3	4	5	6
azoto	.778	-.370	-.082	.294	.191	.270
coliformi fecali (ln)	.361	.639	.360	.488	-.289	-.032
ossigeno disciolto	-.125	-.424	.645	.186	.288	.428
C.O.D	.301	.338	.322	-.458	.012	.385
fosforo totale	.341	.482	.189	-.184	.571	.034
ammoniaca	.187	.545	-.250	-.132	.332	.623
mat. sospesi	.078	.224	.105	-.058	.116	.436

Canonical Discriminant Functions

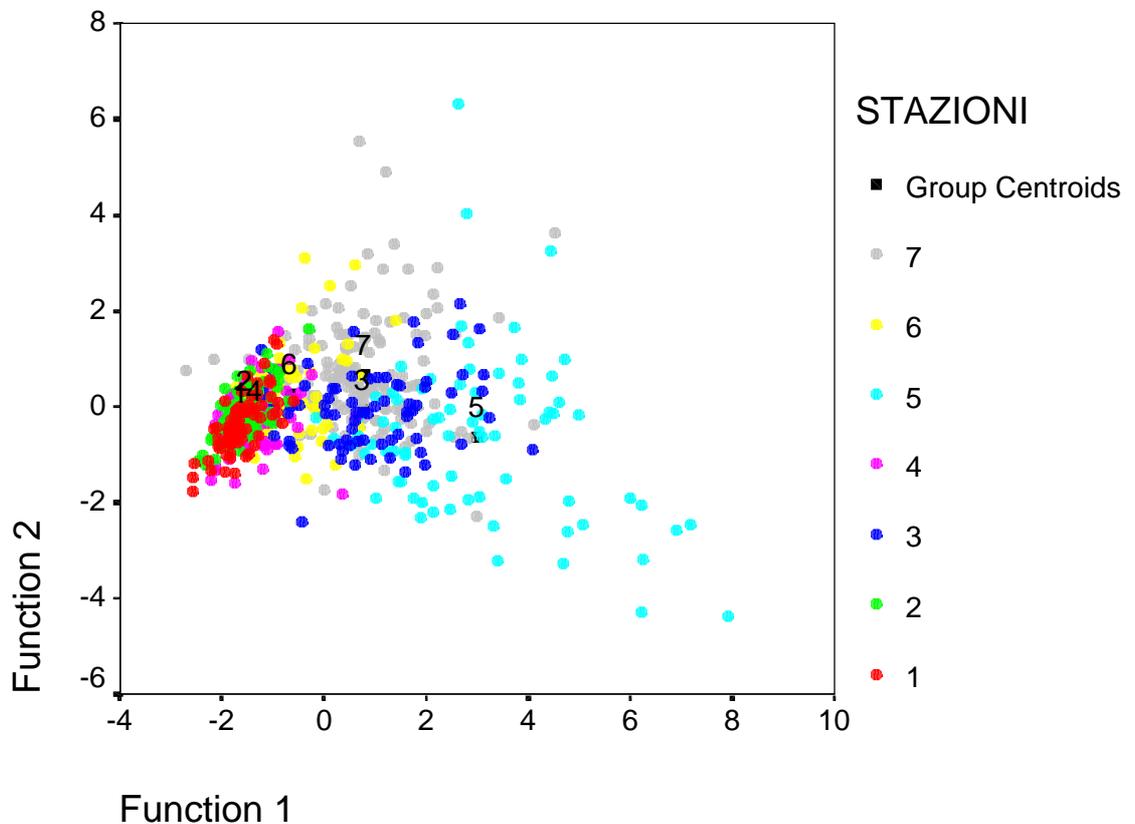
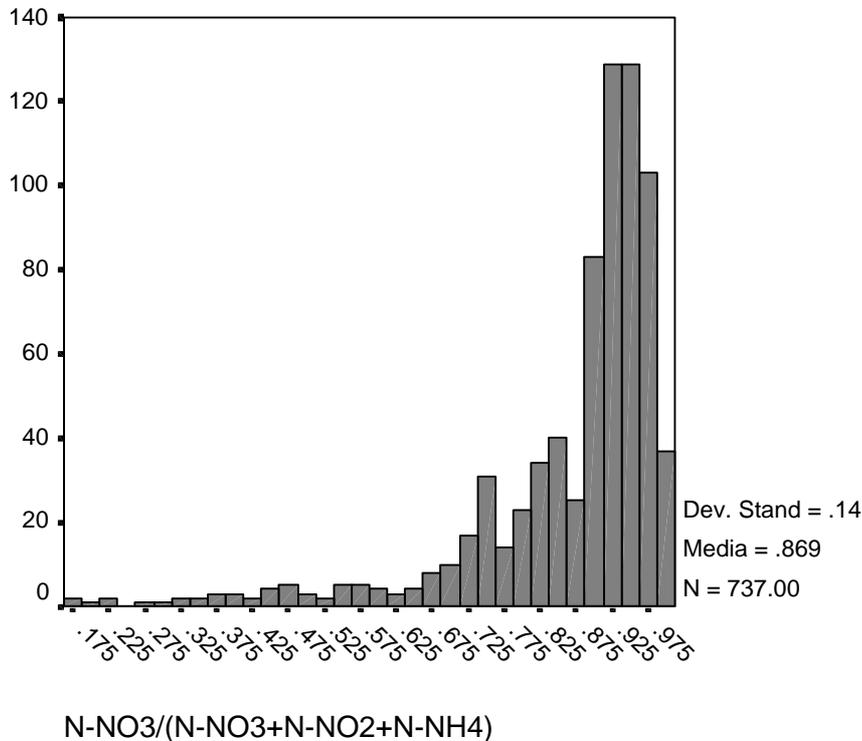


Fig. 25 - Istogramma di frequenza del rapporto fra azoto nitrico e azoto totale inorganico (mg N/l)



Infine sono state eliminate due variabili di tipo fisico che si sono rivelate poco determinanti nella caratterizzazione delle funzioni discriminanti: l'ossigeno disciolto (che risulta anche influenzato dalla temperatura dell'acqua, che varia da stazione a stazione) ed il materiale in sospensione.

L'analisi discriminante applicata al termine di questa procedura ha portato ai risultati mostrati in fig. 26, permettendo di individuare un ridotto set di variabili, composto da nitrati, coliformi fecali, COD e fosforo totale, in grado di rappresentare in modo significativo la qualità delle acque. In particolare le prime due funzioni, che da sole corrispondono ad una percentuale di varianza cumulativa del 96,8%, risultano fortemente correlate con nitrati (0,936) e coliformi (0,783) rispettivamente.

Fig. 26 - Analisi discriminante su 4 variabili

Eigenvalues

Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation
1	1.612 ^a	86.9	86.9	.786
2	.183 ^a	9.9	96.8	.393
3	.048 ^a	2.6	99.4	.215
4	.011 ^a	.6	100.0	.105

a. First 4 canonical discriminant functions were used in the analysis.

Structure Matrix

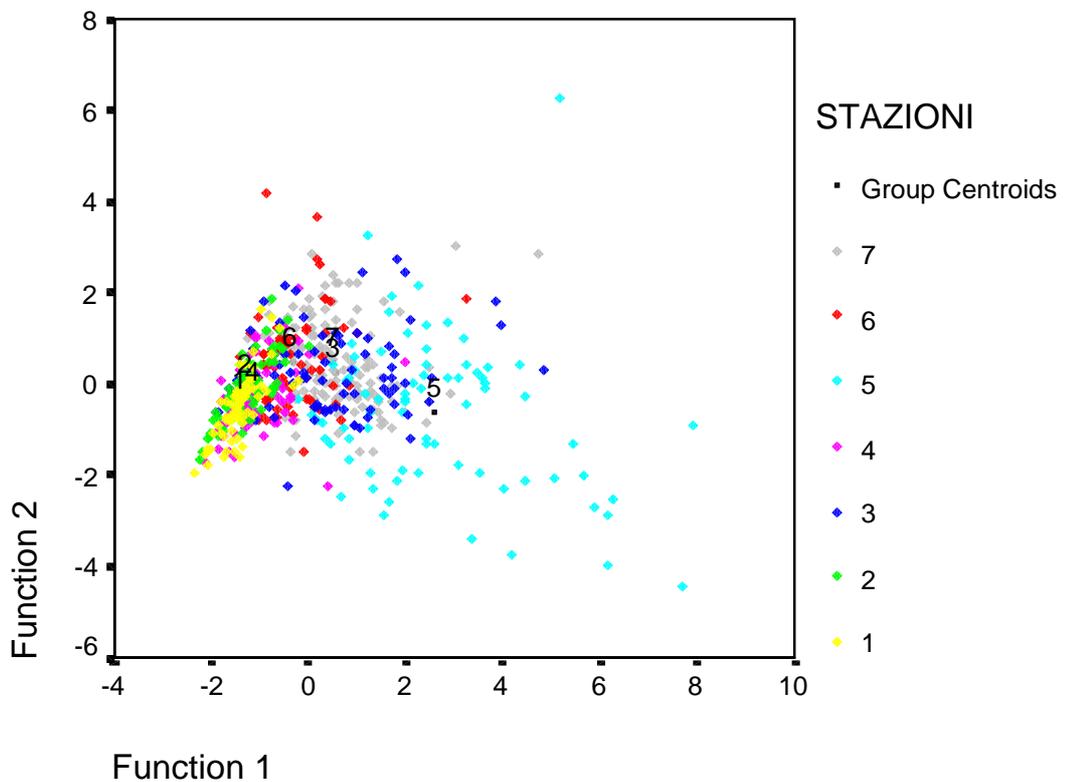
	Function			
	1	2	3	4
nitriati	.936*	-.341	.005	-.085
coliformi fecali (ln)	.437	.783*	-.326	.299
C.O.D	.346	.464	.815*	.015
fosforo totale	.400	.551	.412	-.605*

Pooled within-groups correlations between discriminating variables and standardized canonical discriminant functions

Variables ordered by absolute size of correlation within function.

*. Largest absolute correlation between each variable and any discriminant function

Canonical Discriminant Functions



6.2 - Proposta di un sistema bidimensionale di classificazione della qualità delle acque

I risultati ottenuti giustificano il passaggio ad una rappresentazione bidimensionale di inquinamento, caratterizzata da degrado chimico crescente lungo l'asse delle ascisse (concentrazione di nitrati) e degrado microbiologico crescente lungo l'asse delle ordinate (concentrazione di coliformi fecali). I punti situati sulla diagonale principale di questo sistema corrisponderanno ad una situazione di massimo inquinamento combinato.

Ai fini di rendere questa rappresentazione uno strumento operativo è però necessario definire delle classi di qualità delle acque.

Tali classi sono state costruite utilizzando valori soglia tratti dal sistema di classificazione basato su "macrodescrittori" contenuto nella "Proposta di T.U. sulla Tutela delle Acque dall'inquinamento", dopo il confronto con i limiti di legge previsti dai principali riferimenti normativi per gli usi funzionali (Par. 5.2). I valori considerati sono riportati in tab. 27.

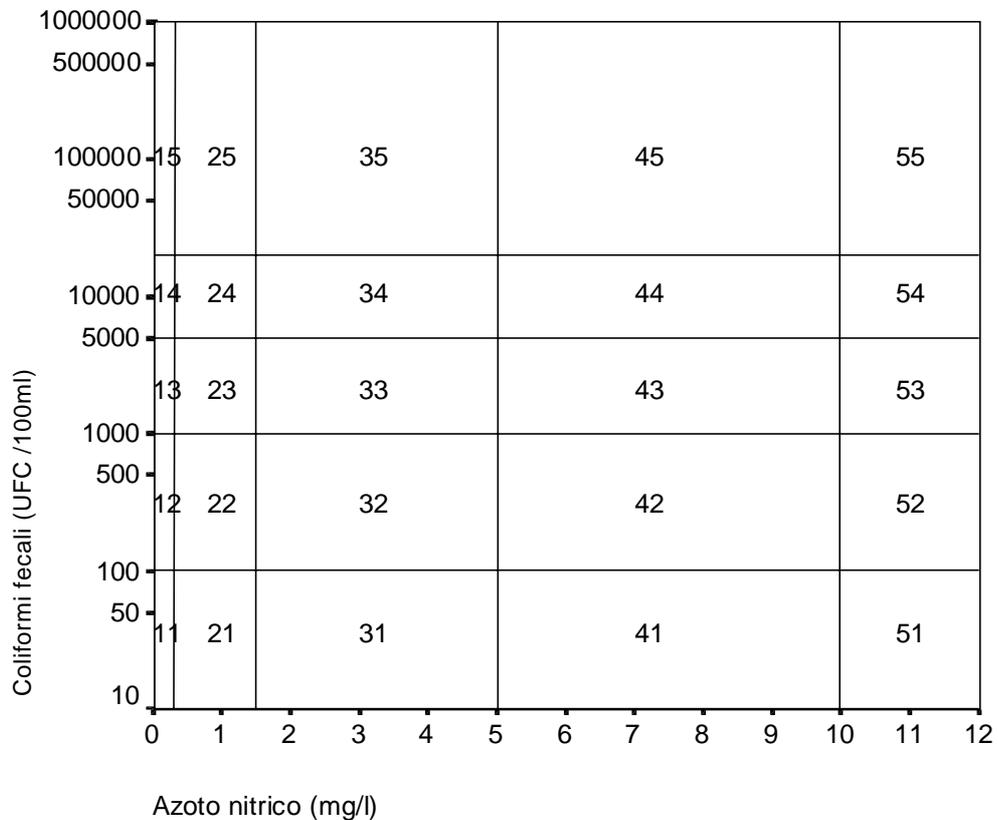
Per la definizione delle classi di qualità dei coliformi fecali sono stati ritenuti validi con buona approssimazione i limiti proposti dalla tabella per *Escherichia Coli*, che ne rappresenta mediamente una frazione pari al 90%. L'estrema variabilità di questo parametro ha reso inoltre necessaria la sua rappresentazione in scala logaritmica.

Tab. 27 - Valori soglia utilizzati per la definizione di classi di qualità

Parametro	Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
NO₃ (mg N /l)	< 0,3	≤ 1,5	≤ 5	≤ 10	> 10
Coliformi fecali (UFC /100ml)	< 100	≤ 1.000	≤ 5.000	≤ 20.000	> 20.000

L'indicatore può essere utilizzato nella versione grafica con la quale le stazioni di campionamento e le classi di qualità di appartenenza sono riportate nel piano individuato da nitrati (in ascissa) e da coliformi fecali (in ordinata). La griglia di assi che passano per i valori limite di cui alla tab. 27 suddivide il piano in porzioni, ciascuna delle quali individua una classe di qualità combinata (fig. 27). Ad esempio i casi che ricadono in classe 1-1 hanno la qualità migliore, in quanto sia nitrati che coliformi risultano inferiori ai limiti minimi; al contrario quelli in classe 4-5 hanno qualità peggiore rispetto ad entrambi i parametri; in classe 1-5 è minimo l'inquinamento da nitrati e massimo quello batteriologico, e così via.

Fig. 27 - Rappresentazione grafica del sistema di classificazione di qualità delle acque basato sull'indicatore bidimensionale (Nitrati, Coliformi fecali)



I casi relativi al t. Enza nel periodo 1990-1997, a meno di eventi estremi di portata (sono stati eliminati il primo e l'ultimo decile in ogni stazione), si distribuiscono nella griglia come mostrato in fig. 28.

Per evidenziare il contributo delle diverse stazioni alla distribuzione complessiva delle acque all'interno del sistema di classificazione, in fig. 29 i casi sono stati distinti in base alla stazione di appartenenza mediante la rappresentazione con colori diversi.

La classificazione grafica delle singole stazioni permette una analisi più dettagliata delle diverse situazioni e consente di effettuare valutazioni comparative fra le stesse (fig. 30, a,b,c,d,e,f,g).

Dal confronto fra le rappresentazioni ottenute si possono trarre le seguenti considerazioni:

- le stazioni appartenenti al tratto montano e pedemontano (n.1,2,4) presentano mediamente modeste concentrazioni di nitrati, ma valori anche elevati di coliformi, distribuendosi graficamente nel rettangolo individuato dalle classi 1-1, 2-1, 2-5 e 1-5;
- le stazioni di pianura ed in particolare quella in chiusura di bacino presentano un degrado maggiore, che le fa ricadere nell'area compresa fra le classi 2-3, 3-3, 3-5 e 2-5;
- gli affluenti presentano complessivamente una scadente qualità delle acque; in particolare il t. Termina si colloca nell'area superiore destra del grafico, corrispondente alla situazione di massimo inquinamento combinato.

Si può concludere che, in base al sistema di classificazione proposto, il torrente Enza risulta caratterizzato da un trend di inquinamento chimico crescente da monte (dove le concentrazioni di nitrati non superano gli 1,5 mg/l) verso valle; questo andamento è interrotto in corrispondenza delle situazioni di maggiore degrado degli affluenti (in particolare il t. Termina), che presentano picchi di concentrazioni

Fig.28 - Classificazione delle acque del t. Enza in base all'indicatore bidimensionale proposto

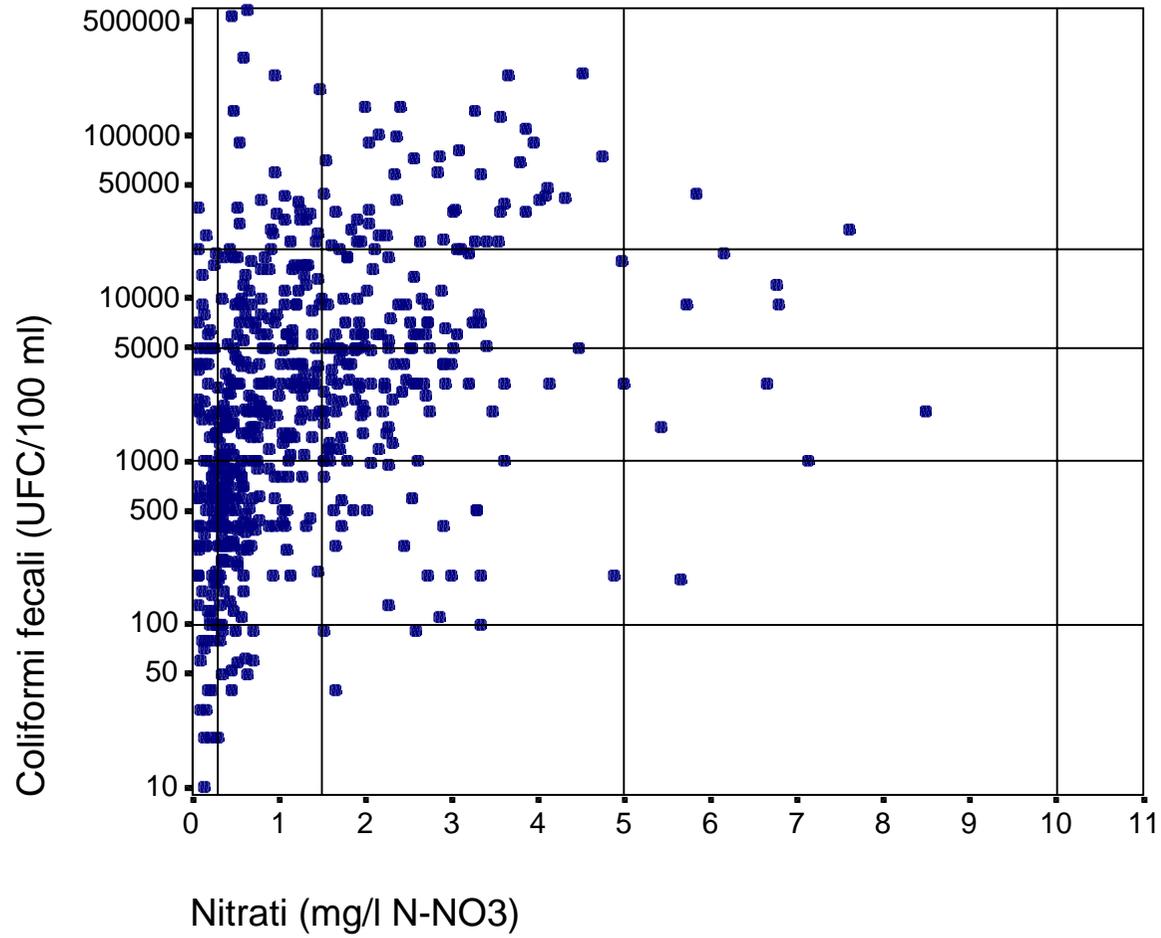


Fig.29 - Classificazione delle 7 stazioni del t. Enza in base all'indicatore bidimensionale proposto

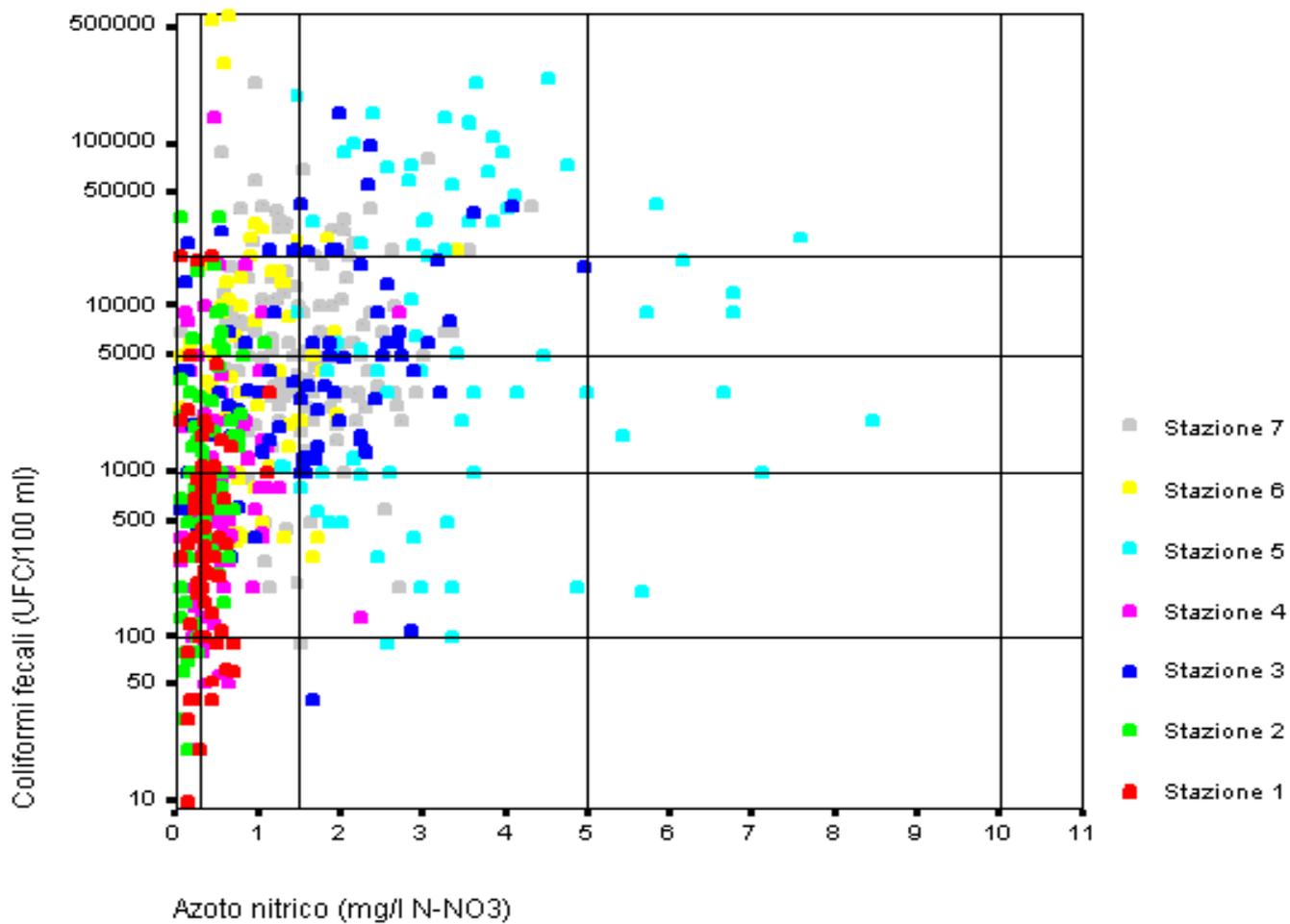
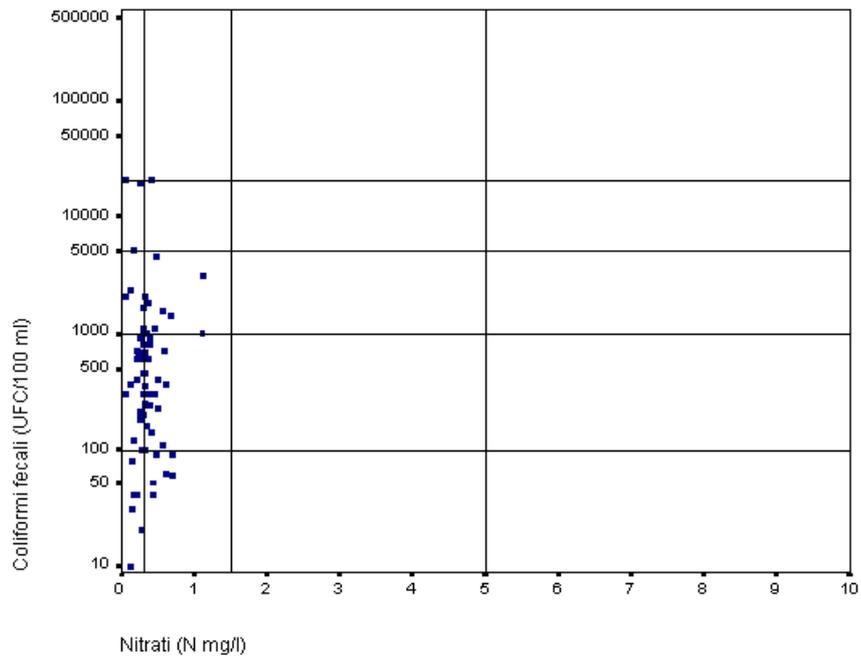
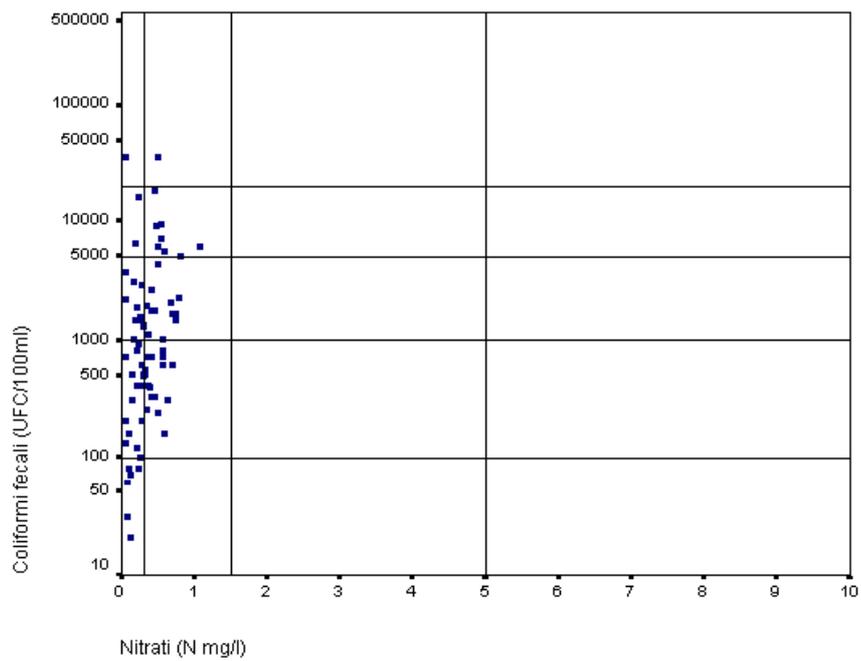


Fig. 30 - Classificazione delle diverse stazioni del t. Enza
Sulla base dell'indicatore bidimensionale proposto

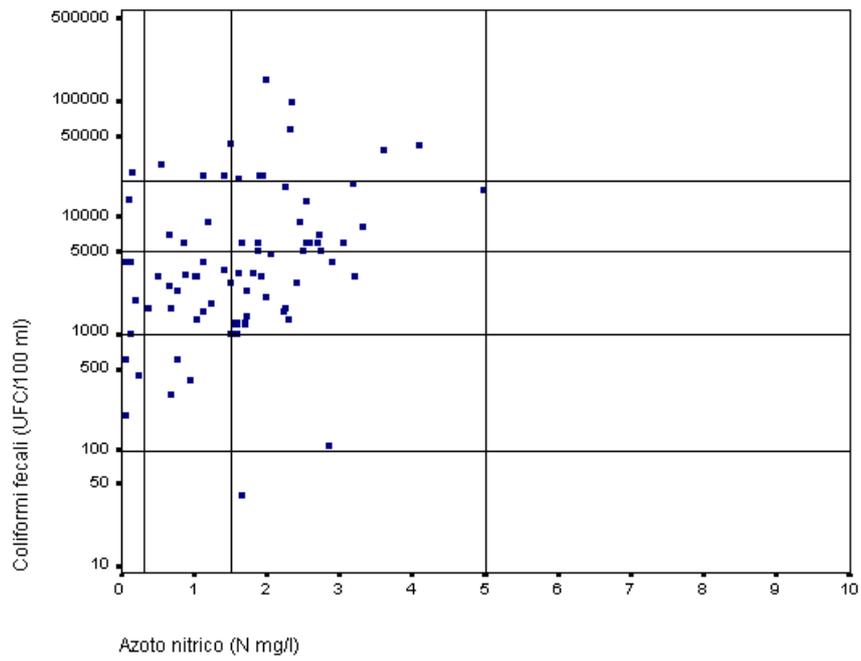
(a) - Stazione 1



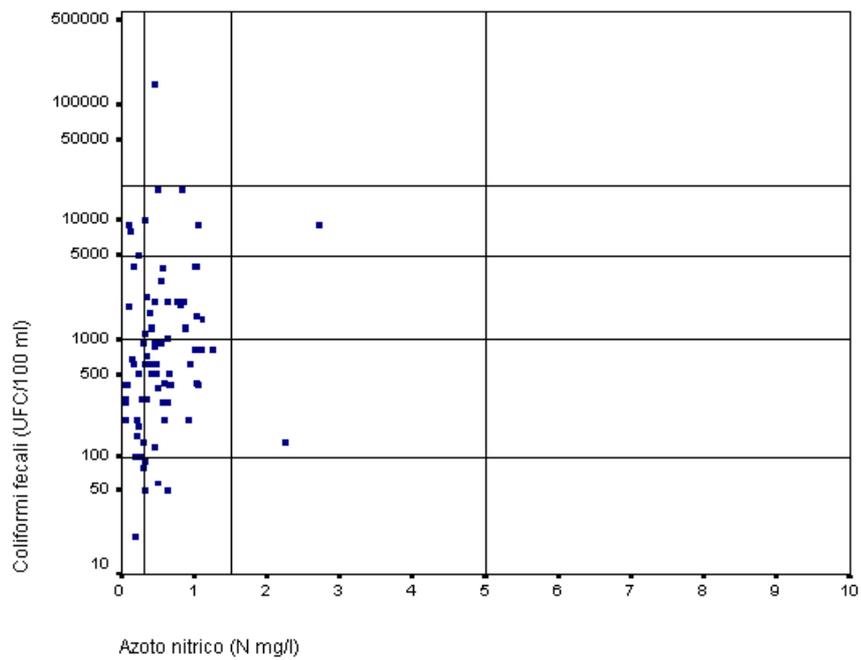
(b) - Stazione 2



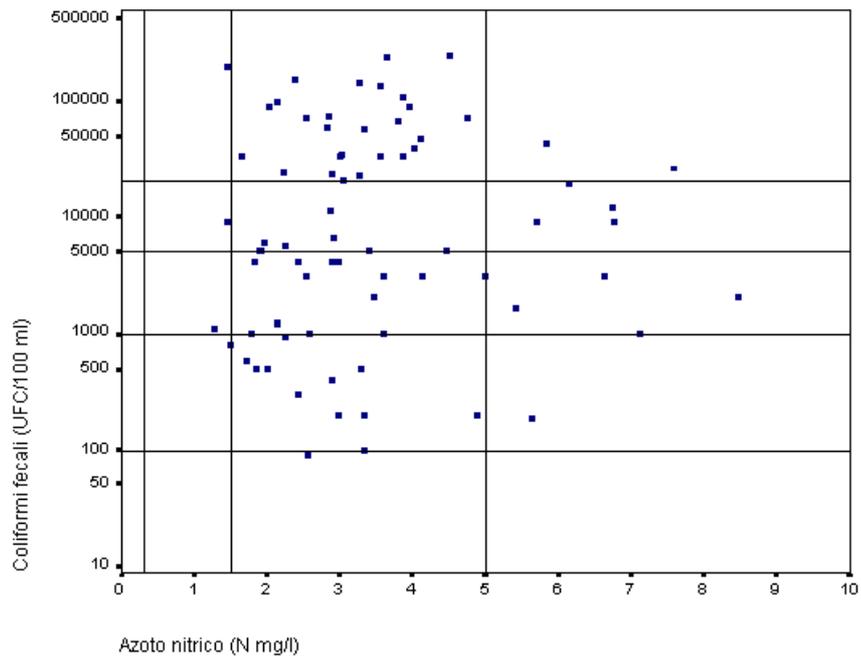
(c) - Stazione 3



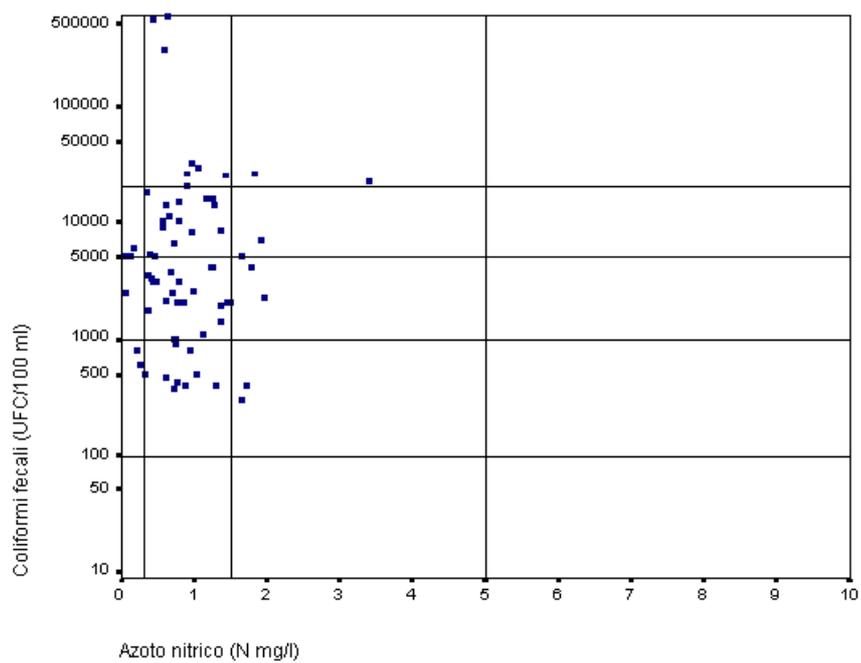
(d) - Stazione 4



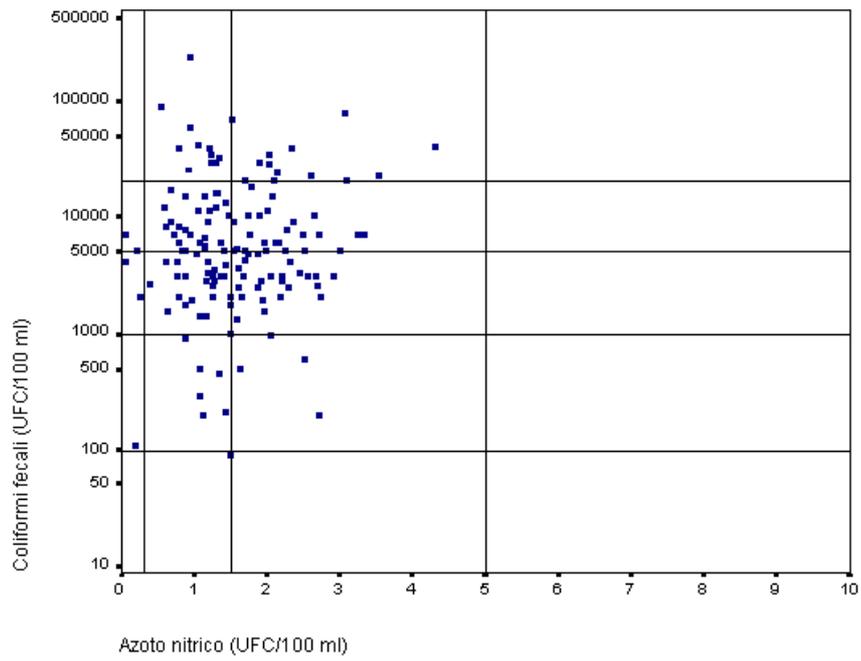
(e) - Stazione 5



(f) - Stazione 5



(g) - Stazione 7



superiori ai 5 mg/l tali da giustificare la collocazione in quarta classe di qualità. L'inquinamento batteriologico stimato attraverso il rilevamento dei coliformi fecali risulta invece piuttosto elevato lungo tutto il corso del torrente, anche se caratterizzato da estrema variabilità, con picchi massimi che superano anche di diversi ordini di grandezza i valori mediamente registrati. Questo fenomeno interessa sia le stazioni di monte, dove si raggiunge saltuariamente anche il limite di 20.000 UFC/100 ml che separa la quarta dalla quinta classe di qualità, sia le stazioni di valle, dove i valori medi ricadono mediamente in terza e quarta classe e gli eventi "anomali" assumono proporzioni dell'ordine di 200-500.000 UFC/100 ml: é il caso della stazione di S. Ilario, influenzata dagli scarichi delle zone limitrofe, a cui appartengono i valori più alti registrati (580.000 UFC/100 ml).

7 - CONCLUSIONI

7.1 - Conclusioni

Dalla presente ricerca é risultato che, fra tutti i parametri attualmente utilizzati nel sistema di monitoraggio del torrente Enza, le variabili: nitrati, COD, fosforo totale e coliformi fecali possono essere identificate come “fattori critici” in relazione ai fenomeni di inquinamento (comprendente le componenti di tipo organico, eutrofizzante e microbiologico). Il set di parametri così individuato è in grado di rappresentare in modo significativo la qualità delle acque con un minore rapporto costi/benefici, in seguito all’eliminazione di informazioni ridondanti.

In particolare il sistema di sorveglianza della qualità delle acque può essere basato sull’utilizzo di un indicatore bidimensionale, composto dai parametri che sono risultati maggiormente significativi nella caratterizzazione delle acque del bacino: nitrati e coliformi fecali, correlabili rispettivamente con un inquinamento di tipo eutrofizzante, di origine prevalentemente diffusa (agricoltura, zootecnia), e un inquinamento di tipo microbiologico, di origine prevalentemente civile. Questo indicatore può essere utilizzato come sistema di prima classificazione della qualità delle acque: esso recepisce come valori soglia i limiti previsti dal futuro T.U. sulla Tutela delle acque dall’inquinamento, anticipando le normative nazionali più avanzate; al tempo stesso ne costituisce una applicazione più restrittiva, derivante dalla scelta di due parametri che si sono rivelati maggiormente critici in relazione ai fenomeni di inquinamento, fra i 7 che contribuiscono alla definizione delle classi di qualità previste dalla proposta di legge.

Tale indicatore costituisce un sistema di sorveglianza e di primo allarme facilmente interpretabile ed applicabile a basso costo; ciò consente di effettuare controlli con frequenza più elevata, garantendo una maggiore continuità nel monitoraggio delle acque superficiali.

In questo modo diventa possibile effettuare l'analisi dei trends di qualità su entrambe le scale spaziale (da monte a valle) e temporale (a medio e lungo termine), con un dettaglio maggiore di quanto consentito dalle attuali procedure, di cui peraltro il sistema proposto non rappresenta una alternativa ma un valido completamento.

Dall'esame dei costi legati all'attività di monitoraggio, dedotti dal Tariffario ARPA 1998, è possibile effettuare un primo bilancio economico relativo all'applicazione di tale sistema. Confrontando i dati di tab. 27 e tab. 28 emerge che la spesa associata all'uso dell'indicatore bidimensionale corrisponde, a meno delle spese di campionamento, a poco più di un quinto di quella impiegata per la classificazione basata su sette parametri prevista dal futuro T.U. sulla Tutela delle acque.

Tab. 27 - Costo relativo all'analisi dei parametri previsti dal sistema di classificazione bidimensionale

Parametro	Costo per analisi effettuata (L)
1) Nitrati	37.000
2) Coliformi fecali/ <i>E. Coli</i>	23.000
Totale	60.000

Tab. 28 - Costo relativo all'analisi dei 7 parametri previsti dal sistema di classificazione contenuto nella proposta di T.U.

Parametro	Costo per analisi effettuata (L)
1) Ossigeno disciolto	21.000
2) BOD ₅	57.000
3) COD	68.000
4) Ammoniaca	34.000
5) Nitrati	37.000
6) Fosforo totale	45.000
7) Coliformi fecali/ <i>E.Coli</i>	23.000
Totale	285.000

Oltre ai costi delle analisi però è necessario tenere conto delle spese di campionamento, stimato in 40.000 lire per ogni prelievo (Tariffario ARPA 1998); esso costituisce un ulteriore parametro da considerare nel bilancio, dal momento che può assumere un peso rilevante nella pianificazione del monitoraggio.

In base a quanto osservato, il costo associato ad ogni rilevamento effettuato complessivamente sulle sette stazioni del bacino del t. Enza, secondo le procedure correnti, può essere stimato in 2.275.000 lire. Il costo di un analogo rilevamento, effettuato soltanto per i due parametri indicati, ammonta invece a 700.000 lire (tab. 29).

Certamente questi ultimi non possono apportare la stessa quantità di informazione derivante dall'analisi di un numero molto maggiore di parametri, ma la notevole differenza esistente fra i due sistemi sul piano economico fa ritenere il secondo particolarmente interessante in relazione ai vantaggi ottenibili con la sua applicazione.

Tab. 29 - Costo delle attività di monitoraggio nel bacino del t. Enza

Costi (L)	Sistema a 7 parametri	Sistema a 2 parametri
Costo delle analisi	285.000	60.000
Spese di campionamento	40.000	40.000
Totale per ogni prelievo	325.000	100.000
Totale sulle 7 stazioni	2.275.000	700.000

La prospettata normativa prevede che il monitoraggio delle acque superficiali venga effettuato con frequenza mensile, fino al raggiungimento dell'obiettivo di qualità pari a buona (II classe) su tutto il corso d'acqua, conseguito il quale la frequenza potrà divenire trimestrale. Sulla base del bilancio costi/benefici si possono quindi considerare diverse opzioni di utilizzo dell'indicatore proposto: per esempio, esso può essere applicato con frequenza mensile in modo da costituire una integrazione quindicinale dell'attuale procedura, garantendo un controllo più continuo ed un maggiore dettaglio nel rilevare le modificazioni che avvengono lungo la scala temporale. Inoltre, nell'ipotesi del raggiungimento dell'obiettivo di buona qualità delle acque, l'indicatore bidimensionale potrebbe essere applicato, almeno 8 volte all'anno, in sostituzione del monitoraggio basato su più parametri, che verrebbe invece effettuato soltanto 4 volte; questa soluzione consentirebbe di mantenere comunque una costante attività di sorveglianza a costi ragionevoli.

Le valutazioni economiche relative alle ipotesi effettuate sono considerate in tab. 30.

Tab. 30 - Bilancio costi/benefici relativo all'applicazione del sistema di monitoraggio integrato nelle due ipotesi configurate

	Sistema T.U. (7 parametri)		Sistema bidimensionale		Sistema integrato	
	Frequenza n°rilev./ anno	Costo (migliaia di lire)	Frequenza n° rilev./ anno	Costo (migliaia di lire)	Frequenza n°rilev./ anno	Costo tot (migliaia di lire)
Ipotesi 1 (attuale)	12	27.300	12	8.400	24	35.700
Ipotesi 2 (II classe)	4	9.100	8	5.600	12	14.700

In conclusione, il sistema di sorveglianza proposto, certamente applicabile al bacino del t. Enza, costituisce una valida integrazione dell'attuale sistema di monitoraggio, in quanto basato sul controllo di due parametri risultati critici nella definizione dell'inquinamento delle acque, nitrati e coliformi fecali, e rilevabili con elevata frequenza ad un contenuto rapporto costi/benefici.

In particolare, nelle due ipotesi configurate, l'utilizzo di tale sistema consentirebbe nella situazione attuale di raddoppiare la frequenza dei controlli con una maggiorazione dei costi del 30% circa, e di triplicarla, con una maggiorazione del 60% circa, nell'ipotesi del miglioramento diffuso (obiettivo di II classe) della qualità delle acque del torrente. In definitiva, esso offre, in relazione ai costi aggiuntivi richiesti, elevati vantaggi ottenibili in termini di sorveglianza della qualità dei corpi idrici superficiali.

Infine, per una applicazione più generalizzata del metodo indicato, si propone una calibrazione che consideri altri corsi d'acqua:

- con diverso carico inquinante e diverso regime idrologico;
- con diverso carico inquinante a parità di regime idrologico;

allo scopo di valutarne l'estendibilità anche agli altri corsi d'acqua del territorio provinciale (t. Tresinaro, t. Crostolo, f. Secchia).

7.2 - Trasferimento dei risultati

Il trasferimento dei risultati ai fruitori è da ritenersi fondamentale e qualificante per ogni lavoro scientifico, affinché la ricerca non rimanga in una dimensione puramente teorica, ma possa assumere un ruolo rilevante nella società.

Le caratteristiche del presente lavoro lo rendono immediatamente utilizzabile, in primo luogo, dalla sezione ARPA di Reggio Emilia, ente preposto all'attività di monitoraggio nel bacino del t. Enza, che dopo le opportune validazioni potrà anche valutarne l'applicazione agli altri corpi idrici provinciali. Analogamente esso potrà essere esteso ad altre realtà territoriali, divenendo uno strumento di sorveglianza utilizzabile principalmente da Agenzie per l'Ambiente e da Pubbliche Amministrazioni, che ne costituiscono i naturali fruitori.

I risultati conseguiti potranno inoltre essere recepiti anche a scala più ampia, in ogni ricerca scientifica finalizzata all'ottimizzazione delle procedure di monitoraggio della qualità delle acque, tenendo in dovuto conto che l'esportabilità del lavoro non risiede tanto nei risultati ottenuti, che pure sono immediatamente applicabili nel contesto esaminato, quanto nella metodologia di studio adottata.

Per quanto riguarda il trasferimento dei risultati al sistema scolastico, che riveste grande importanza nella formazione dei futuri cittadini, è

necessario osservare che il contenuto della presente tesi non può essere direttamente fruibile a tutti i livelli scolastici, viste le difficoltà di natura tecnica associate all'utilizzo dei metodi proposti a scopo didattico; ciò che invece può essere trasferito è la consapevolezza del valore dell'ambiente e delle sue risorse, ricordando che non è possibile rappresentare la complessità dei sistemi ambientali all'interno di un sistema a due dimensioni, ma che questo può costituire un valido e al tempo stesso semplice strumento per la salvaguardia e la conservazione dei nostri corsi d'acqua.

Bibliografia

1. AAVV, 1992 - Oltre il limite degli alberi. Collana dell'Assessorato Ambiente e difesa del suolo (a c. di Pina Testoni). Regione Emilia-Romagna, Bologna.
2. AAVV, 1986 - Primi lineamenti del Piano di risanamento idrico del bacino del T. Enza. Provincia di Reggio Emilia.
3. AAVV, 1997 a - La creazione di un osservatorio ambientale e territoriale. In "Rapporto sullo stato dell'ambiente della provincia di Modena", Provincia di Modena.
4. AAVV, 1997 b. Sistema di monitoraggio dell'ambiente. In "Rapporto sullo stato dell'ambiente della provincia di Modena", Provincia di Modena.
5. Antonietti R. et al., 1995 - Confronto tra approcci idraulico-ingegneristici ed ecologici nella definizione del deflusso minimo vitale: il caso del torrente Gotra (Borgo Val di Taro-Parma). In "Biologia ambientale", bollettino CISBA n. 2, marzo-aprile 1995.
6. Antonietti R., Sartore F., 1995 - Optimization of parameters used for freshwater survey.
7. Autorità di Bacino del Fiume Po, 1995 - Rapporto sullo stato della collaborazione con la National Rivers Authority sul monitoraggio della qualità delle acque. Parma.
8. Autorità di Bacino del Fiume Po, 1997 a - Sottoprogetto SP11 Piano e coordinamento interprogettuale. Monitoraggio acque superficiali e sotterranee - Bacino sperimentale del T Enza. Principali elementi caratterizzanti il bilancio idrico nei territori interconnessi al bacino del torrente Enza con riflessi sulle acque superficiali e sotterranee. Bologna.
9. Autorità di Bacino del Fiume Po, 1997 b - Sottoprogetto SP11 Piano e coordinamento interprogettuale. Monitoraggio acque superficiali - Bacino sperimentale del T Enza. Quadro di aggiornamento degli impianti di depurazione recapitanti nel

- bacino esaminati per areali serviti, parametri di funzionamento e valori analitici delle acque trattate. Bologna.
- 10 Autorità di Bacino del Fiume Po, 1997 c - Sottoprogetto 8.1 Piano e coordinamento interprogettuale. Monitoraggio acque superficiali - Bacino sperimentale del T Enza. Apporti di inquinanti da attività industriali con recapito diretto degli scarichi in corpi idrici superficiali. Bologna.
 - 11 Gilli L. et al., 1994 - I fontanili di Corte Valle Re. Una riserva naturale orientata. Regione Emilia-Romagna, Provincia di Reggio Emilia, coll. Studi e documentazioni, n°45.
 - 12 Ferretti P., Annovi A., Basenghi R., 1988 - Indagine sullo stato delle acque sotterranee nella pianura reggiana. Amministrazione Provinciale di Reggio Emilia, Reggio Emilia.
 - 13 Ghetti P.F., 1986 - I macroinvertebrati nell'analisi dei corsi d'acqua, Manuale d'applicazione, Provincia autonoma di Trento, Trento.
 - 14 IRSA - CNR, 1989 - Un sistema informativo per la gestione della qualità delle acque: una applicazione ai corsi d'acqua italiani. Quad. n°84, Roma
 - 15 IRSA - CNR, 1995 a - Indice biotico esteso IBE (metodi di analisi per ambienti di acqua corrente). Notiziario dei metodi analitici, Suppl. Quad. n.° 100. Roma.
 - 16 IRSA - CNR, 1995 b - Metodi analitici per le acque. Quad. n.° 100. Roma.
 - 17 Marconi M., Messori R., Spaggiari R., 1995 - L'acqua. In "Rapporto sullo stato dell'ambiente della provincia di Reggio Emilia" a cura di M. Anceschi. Provincia di Reggio Emilia.
 - 18 Moroni A., Ferrarini E., Anghinetti W., 1993 - Flora spontanea dell'Appennino Parmense. Guida botanica di Val d'Enza, Val Cedra, Val Parma, Val Baganza, Val Taro e Val Ceno. Fondazione Cassa di Risparmio di Parma e Monte di Credito su Pegno di Busseto, Parma.
 - 19 OECD, 1994 - Environmental Indicators, Paris
 - 20 Pagnotta R., Viganò L., 1996 - La qualità ecologica delle acque per la gestione delle risorse idriche. Atti del Seminario di Studi "I

- biologi e l'ambiente oltre il 2000", Venezia, 22 novembre 1996.
- 21 Premazzi G., Chiaudani G., 1992 - Ecological quality of surface waters. Quality assessment schemes for European Community lakes. Joint Research Centre.
 - 22 Regione Emilia Romagna, 1988 - Piano Territoriale Regionale per il risanamento e la tutela delle acque. Relazione generale. Bologna.
 - 23 Regione Emilia Romagna, 1994 - Carta del rischio geo-ambientale. Servizio Cartografico dell'Emilia Romagna, Bologna.
 - 24 Regione Emilia Romagna, 1997 a - Definizione del bilancio idrico per il territorio di Parma e Reggio Emilia. Bologna
 - 25 Regione Emilia Romagna, 1997 b - Supporto per la predisposizione di criteri tecnici e procedurali ai fini di una metodologia omogenea alla istruttoria dei prelievi idrici. Bologna.
 - 26 Sansoni G., 1989. Sistemazione idraulica dei corsi d'acqua: l'impatto biologico. Progetto Ledra, Seminari di studio 1989, Udine.
 - 27 Spaggiari R., Messori R., et al. ,1995 - Definizione della qualità dei corpi idrici mediante il monitoraggio chimico e biologico e sua evoluzione nel tempo. Presidio Multizonale di Prevenzione, Azienda U.S.L. di Reggio Emilia, Reggio Emilia.
 - 28 Ventresca R., 1992 - L'acqua nelle politiche ambientali italiane e comunitarie, aspetti legislativi ed orientamenti generali. Ciclo di incontri di studio "Acqua, Sistema Ambientale e Territorio", Provincia di Reggio Emilia, AGAC, Lega delle Autonomie Locali. Reggio Emilia.
 - 29 Zavatti A., 1990 - Studi sulla vulnerabilità degli acquiferi/1. Conoide del fiume Enza, Alta e media pianura parmense, Province di Mantova e Ravenna, Pianura Emiliano-Romagnola. Quad. Tecn. Protez. Ambient., 11, Pitagora Ed., Bologna.

Ringraziamenti

Desidero ringraziare vivamente il Prof. Pierluigi Viaroli e il Sig. Franco Sartore per il preziosissimo aiuto che mi hanno dato nello svolgimento di questo lavoro di tesi.

Ringrazio il Dott. Roberto Spaggiari per la grande disponibilità dimostrata e per tutte le informazioni che mi ha fornito; vorrei anche ringraziare il personale dei Laboratori ARPA di Reggio Emilia ed in particolare Yuri Veronesi e il Dott. Roberto Messori (che mi ha fornito anche alcune elaborazioni grafiche), per i loro insegnamenti e per la grande pazienza e simpatia.

Desidero inoltre ringraziare il Prof. Arnaldo Dossena per i preziosi consigli, il Dott. Giavelli ed il Dott. Bodini per la collaborazione ed il Prof. Soliani che mi ha “ospitato” nel suo studio in questi mesi.

Ringrazio infine di cuore la mia famiglia, sostegno insostituibile in ogni momento di difficoltà.