



|                  |   |
|------------------|---|
| <b>FASE</b>      | <b>III ANALISI DELL'IMPATTO ESERCITATO DALL'ATTIVITÀ ANTROPICA: MECCANISMI DI DIFFUSIONE E VALUTAZIONE DEI CARICHI INQUINANTI</b> |
| <b>ATTIVITÀ</b>  | <b>III.k ELABORAZIONE DEI DATI QUALITATIVI DELLE ACQUE SUPERFICIALI</b>   |
| <b>ELABORATO</b> | <b>III.k/1 Rapporto tecnico</b>   |

CODICE DOCUMENTO

1 5 7 0 - 0 3 - 1 0 1 0 1 . D O C

|      |         |           |          |                |           |
|------|---------|-----------|----------|----------------|-----------|
|      |         |           |          |                |           |
| 01   | MAR. 04 | C.MOSCA   | M.BUFFO  | A.PORCELLANA   |           |
| 00   | LUG. 03 | C.MOSCA   | M.BUFFO  | A.PORCELLANA   |           |
| REV. | DATA    | REDAZIONE | VERIFICA | AUTORIZZAZIONE | MODIFICHE |

RIPRODUZIONE O CONSEGNA A TERZI SOLO DIETRO SPECIFICA AUTORIZZAZIONE

Associazione temporanea di imprese

## INDICE

|  |    |
|--|----|
| 1. PREMESSA  | 1  |
| 1.1 La rete di monitoraggio quali-quantitativo della Regione Piemonte  | 3  |
| 1.2 Il protocollo di valutazione dello stato ambientale del D.Lgs.152/99   | 5  |
| 1.2.1 I corsi d'acqua  | 5  |
| 1.2.2 I laghi  | 10 |
| 2. ELABORAZIONI CONDOTTE DA ARPA SUL BIENNIO DI MONITORAGGIO 2001-2002 -<br>ANALISI DEI RISULTATI  | 13 |
| 2.1 Lo stato ecologico e ambientale dei corsi d'acqua  | 13 |
| 2.2 Lo stato ecologico e ambientale dei laghi  | 25 |
| 2.3 I corpi idrici artificiali   | 27 |
| 2.4 Le acque a specifica destinazione d'uso  | 29 |
| 3. ANALISI DEI DATI STORICI  | 32 |
| 3.1 Elaborazioni di ARPA dei dati di monitoraggio pregressi secondo il protocollo del D.<br>Lgs.152/99                                       | 32 |
| 3.2 Indicatori ambientali da studi pregressi   | 34 |
| 3.2.1 Censimenti dei corpi idrici - Regione Piemonte (1993)  | 35 |
| 3.2.2 Piani della Provincia di Torino (2000)   | 36 |
| 3.2.3 Gli indicatori ambientali utilizzati sulla Stura di Lanzo  | 39 |
| 4. ELABORAZIONE E ANALISI DEI CARICHI INQUINANTI   | 41 |
| 4.1 La stima del carico totale annuo   | 42 |
| 4.2 I tratti fluviali di analisi   | 44 |
| 4.3 I parametri qualitativi di analisi e i valori di portata defluente   | 45 |
| 4.3.1 I parametri qualitativi  | 45 |
| 4.3.2 Le portate in alveo  | 48 |
| 4.4 Analisi dei risultati  | 50 |
| APPENDICE 1 - Carta delle stazioni idrometriche e di qualità della rete di monitoraggio della Regione<br>Piemonte                            |    |
| APPENDICE 2 - Carta dei punti di campionamento della rete di monitoraggio della Regione<br>Piemonte  |    |
| APPENDICE 3 - Serie storiche delle concentrazioni di fosforo totale e COD misurate da ARPA su<br>alcune sezioni sul Po e sul Tanaro dal 1995 |    |
| APPENDICE 4 - Carichi totali annui e relative concentrazioni medie sulle aste del Po e del Tanaro e<br>sui loro principali affluenti         |    |

## 1. PREMESSA

Nella presente relazione si riassumono alcuni degli elementi conoscitivi raccolti, analizzati ed utilizzati nell'ambito della terza fase del progetto "INDAGINI E STUDI FINALIZZATI ALLA PREDISPOSIZIONE DEL PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE DI CUI AL DECRETO LEGISLATIVO 152/1999", denominata **"Analisi dell'impatto esercitato dall'attività antropica: meccanismi di diffusione e valutazione dei carichi inquinanti"**.

Nell'ambito della terza fase del progetto, che riguarda quindi gli aspetti relativi alla qualità delle acque dei corpi idrici regionali, la prima delle sottoattività condotte ha come scopo l' "Elaborazione dei dati qualitativi delle acque superficiali" (attività III.k), nel seguito descritta.

Infatti, alla base delle attività di analisi sullo stato qualitativo attuale dei corpi idrici regionali c'è l'elaborazione dei dati di qualità delle acque superficiali provenienti dalla rete regionale di monitoraggio quali-quantitativo dei corpi idrici, che conta di una rete strumentale fissa a terra, costituita da oltre 20 stazioni di misura della qualità dell'acqua sulle principali aste fluviali, e di una rete di campionamento manuale, gestita attraverso indagini su base mensile o trimestrale, integrante la rete fissa con ulteriori 200 sezioni di controllo, distribuite su circa 70 aste fluviali.

La rete di monitoraggio idrico regionale, sviluppata negli anni '80 e consolidata dal 1990 in modo organico e continuativo, è stata man mano ampliata fino alla consistenza attuale orientandosi recentemente alle specifiche di valutazione ambientale del D. Lgs. 152/99.

I parametri qualitativi di base considerati dal monitoraggio regionale sono infatti quelli chimici, fisici e microbiologici di base (allegato 1 d.lgs. 152/1999- tabella 4) e i microinquinanti chimici (allegato 1 d.lgs. 152/1999 - tabella 1), riportati nelle tabelle 1 e 2 seguenti.

ARPA, Agenzia Regionale per la Protezione ambientale, nell'ambito delle sue attività istituzionali e con particolare riferimento alle attività per la predisposizione del PTA, cura le indagini in campo sui siti di campionamento e le successive elaborazioni dei dati, finalizzandole alla valutazione dello stato di qualità ambientale dei corpi idrici naturali (corsi d'acqua e laghi) e dei più significativi corpi idrici artificiali.

ARPA ha pertanto organizzato ed elaborato i dati di monitoraggio relativi alla qualità delle acque superficiali, analizzando anche le serie storiche di dati di qualità chimica e biologica (IBE), misurati a partire dal 1990 sui principali corsi d'acqua piemontesi. In particolare ARPA ha sistematizzato i dati di qualità a partire dall'anno 1995 e su questi, quando possibile, sono stati valutati i principali indicatori di qualità ambientale derivanti dall'applicazione del protocollo analitico del D. Lgs.152/99.

| <b>ACQUE SUPERFICIALI/PARAMETRI DI BASE</b>  |   |
|--|---|
| Portata (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )  | <b>Ossigeno disciolto</b> (% saturazione) **    |
| pH (-)   | <b>BOD<sub>5</sub></b> (O <sub>2</sub> mg/l) ** |
| Temperatura (°C)   | <b>COD</b> (O <sub>2</sub> mg/l) **             |
| Solidi sospesi (mg/l)  | Ortofosfato (P mg/l) *                          |
| Conducibilità (µS cm <sup>-1</sup> ) **  | <b>Fosforo Totale</b> (P mg/l) **               |
| Durezza * (mg/l CaCO <sub>3</sub> )  | Cloruri * (Cl <sup>-</sup> mg/l)                |
| Azoto totale (N mg/l) **   | Solfati * (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> mg/l)   |
| <b>Azoto ammoniacale totale</b> (N mg/l) *   | <b>E. coli</b> (UFC/100 ml)                     |
| <b>Azoto nitrico</b> (N mg/l) *  |   |
| NOTE:<br>(*) determinazione sulla fase disciolta<br>(**) determinazione sul campione tal quale |   |

Tabella 1 - Elenco dei parametri di base per il monitoraggio qualitativo, con evidenziazione in grassetto dei parametri macro-descrittori utilizzati per la classificazione dello stato di qualità (D.Lgs. 152/1999- allegato 1 - tabella 4).

| <b>PRINCIPALI INQUINANTI CHIMICI DA CONTROLLARE<br/>NELLE ACQUE DOLCI SUPERFICIALI (*)</b>   |                                 |
|--|---------------------------------|
| <b>INORGANICI (disciolti) <sup>(1)</sup></b>   | <b>ORGANICI (sul tal quale)</b> |
| Cadmio   | al drin                         |
| Cromo totale   | dieldrin                        |
| Mercurio   | endrin                          |
| Nichel   | isodrin                         |
| Piombo   | DDT                             |
| Rame   | esaclorobenzene                 |
| Zinco  | esaclorocloesano                |
|  | esaclorobutadiene               |
|  | 1,2 dicloroetano                |
|  | tricloroetilene                 |
|  | triclorobenzene                 |
|  | cloroformio                     |
|  | tetracloruro di carbonio        |
|  | percloroetilene                 |
|  | pentaclorofenolo                |
| (*) Dai saggi biologici effettuati sulle acque deve emergere l'assenza di tossicità acuta e cronica, altrimenti il corpo idrico è classificato nello stato ambientale "SCADENTE".<br>(1) Se è accertata l'origine naturale di sostanze inorganiche, la loro presenza non compromette l'attribuzione di una classe di qualità definita dagli altri parametri. |                                 |

Tabella 2 - Principali inquinanti chimici (D.Lgs. 152/1999- allegato 1 - tabella 1).

Nel seguito sono meglio descritte sia le elaborazioni di dettaglio condotte sui dati del biennio di monitoraggio 2001-2002, preso come riferimento per la classificazione dello stato ambientale dei

corpi idrici regionali sulla base di 24 mesi continui di monitoraggio, come richiesto dal decreto, sia l'analisi dei dati storici, al fine di individuare possibili trend evolutivi spazio-temporali.

Infine, sulla base dei dati di misura disponibili, sono state effettuate stime (valori puntuali e valori totali annui) dei carichi inquinanti veicolati dalle principali aste fluviali piemontesi.

## **1.1 La rete di monitoraggio quali-quantitativo della Regione Piemonte**

La rete strumentale di monitoraggio quali-quantitativo dei corpi idrici (superficiali e sotterranei) della Regione Piemonte ha attualmente la seguente consistenza:

- n. 63 stazioni idrometriche per la misura del livello idrometrico e, indirettamente, della portata (stazioni di tipo A);
- n. 3 stazioni idrometriche integrate con sensori di qualità per la misura di parametri fisico-chimici dell'acqua (pH, ossigeno disciolto, conducibilità elettrica, temperatura) (stazioni di tipo B);
- n. 7 stazioni idrometriche integrate da un'installazione per il prelievo automatico di campioni di acque fluviali, costituita da impianto di pompaggio, autocampionatore refrigerato e cabina di alloggiamento (stazioni di tipo B1);
- n. 12 stazioni fluviali costituite da impianto di pompaggio per l'adduzione delle acque all'interno di una cabina-laboratorio dove vengono misurati on-line parametri chimici e fisico-chimici dell'acqua (pH, ossigeno disciolto, conducibilità elettrica, temperatura, azoto ammoniacale, torbidità), dotate di autocampionatore, sedimentatore e equipaggiate con idrometro (stazioni di tipo C);
- n. 70 stazioni piezometriche per il rilievo in automatico dei livelli freatici (stazioni di tipo G).

Le 22 stazioni di misura qualitative localizzate sulle aste principali, sono distribuite sull'intero territorio regionale come nella corografia generale riportata in appendice 1 alla presente relazione. Le stazioni C misurano in continuo i principali parametri qualitativi.

I circa 200 punti di campionamento della rete di monitoraggio ambientale manuale sul reticolo superficiale, riportati in appendice 2, sono stati individuati in funzione della tipologia del corso d'acqua e della superficie del bacino imbrifero sotteso. Il campionamento d'acqua su tali sezioni è generalmente organizzato su base mensile.

Nella tabella 3 sono elencate le stazioni di qualità attualmente installate sul reticolo idrografico piemontese.

| <b>CODICE</b> | <b>CORSO D'ACQUA</b> | <b>LOCALITA'</b>          | <b>CODICE REGIONE</b> | <b>TIPO</b> |
|---------------|----------------------|---------------------------|-----------------------|-------------|
| BORCA         | BORMIDA              | CASSINE                   | 233                   | B           |
| POCA          | PO                   | CARIGNANO                 | 271                   | B           |
| TANAB         | TANARO               | ALBA                      | 333                   | B           |
| AGONO         | AGOGNA               | NOVARA                    | 379                   | B1          |
| BORAL1        | BORMIDA              | ALESSANDRIA               | 178                   | B1          |
| CHLLO         | CHISOLA              | LA LOGGIA                 | S2752                 | B1          |
| DRITO         | DORA RIPARIA         | TORINO (Ponte Washington) | 371                   | B1          |
| POCM1         | PO                   | CASALE MONFERRATO (p.te)  | 119                   | B1          |
| POCT          | PO                   | CASTIGLIONE               | S2422                 | B1          |
| TOCCA         | TOCE                 | CANDOGLIA                 | 604                   | B1          |
| BOMCA         | BORMIDA DI MILLESIMO | CAMERANA                  | 208                   | C           |
| BOSMB         | BORMIDA DI SPIGNO    | MOMBALDONE                | 236                   | C           |
| ORBBA         | ORBA                 | BASALUZZO                 | 226                   | C           |
| POCH          | PO                   | CHIVASSO                  | S2423                 | C           |
| POTO1         | PO                   | TORINO (Murazzi Inf.)     | 155                   | C           |
| SANMO         | SANGONE              | MONCALIERI                | 365                   | C           |
| SCRAS         | SCRIVIA              | ARQUATA                   | 214                   | C           |
| SCRGU         | SCRIVIA              | GUAZZORA                  | 221                   | C           |
| SCRSE         | SCRIVIA              | SERRAVALLE                | 224                   | C           |
| SCRTO         | SCRIVIA              | CASTELLAR PONZATO-TORTONA | 215                   | C           |
| SESPA         | SEZIA                | PALESTRO                  | 200                   | C           |
| TANFE         | TANARO               | FELIZZANO                 | 302                   | C           |

Tabella 3 - Stazioni di misura quali-quantitative delle acque della Regione Piemonte sulle principali aste fluviali.

Riguardo ai laghi, il monitoraggio secondo i requisiti del 152/99 è partito solo nel 2001 ed interessa gli 8 laghi significativi individuati dalla Regione Piemonte sul suo territorio (Avigliana grande, Avigliana piccolo, Candia, Sirio, Orta, Maggiore, Mergozzo, Viverone).

Il monitoraggio viene eseguito su 10 siti di controllo, posizionati a centro lago, cui sono associati 61 punti di campionamento, ciascuno dei quali a differente profondità.

Il lago Maggiore, in particolare, è oggetto di specifici programmi di studi limnologici e di controllo del livello degli inquinanti da parte dell'I.S.E - CNR di Pallanza coordinati, a partire dagli anni '80 nell'ambito delle attività della Commissione Internazionale per la Protezione delle Acque Italo-Svizzere.

Infine occorre ricordare che sugli otto laghi principali è attivo a partire dagli anni '90 un programma di monitoraggio specifico per il controllo della balneabilità, che presenta modalità di localizzazione (solo sui siti balneabili, spiagge) e tempistiche del tutto peculiari.

## 1.2 Il protocollo di valutazione dello stato ambientale del D.Lgs.152/99

### 1.2.1 I corsi d'acqua

Il D. Lgs. 152/99 fornisce di fatto un nuovo schema di valutazione dello stato ecologico dei corsi d'acqua superficiali, funzionale all'assunzione di precisi obiettivi di qualità ambientale.

Gli obiettivi di qualità nel decreto sono individuabili come:

- obiettivi ambientali, definiti "in funzione della capacità dei corpi idrici di mantenere i processi naturali di autodepurazione e di supportare comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate";
- obiettivi funzionali, che "individuano lo stato dei corpi idrici idoneo a una particolare utilizzazione da parte dell'uomo o alla vita dei pesci".

La norma prevede innanzitutto la classificazione dei corpi idrici secondo precisi standard di qualità ambientale e, con riferimento al comparto idrico superficiale, sono previste 5 classi, corrispondenti rispettivamente agli stati ambientali definiti in tabella 4.

| CLASSI DI STATO AMBIENTALE PER LE ACQUE SUPERFICIALI |             |   |
|--|-------------|---|
| 1  | ELEVATO     | Non si rilevano alterazioni dei valori di qualità degli elementi chimico-fisici ed idromorfologici per quel dato tipo di corpo idrico in dipendenza degli impatti antropici, o sono minime rispetto ai valori normalmente associati allo stesso ecotipo in condizioni indisturbate. I valori degli elementi della qualità biologica del corpo idrico riflettono quelli normalmente associati per lo stesso tipo di ecotipo in condizioni indisturbate e non mostrano o è minima l'evidenza di alterazione. Esistono condizioni e comunità specifiche dell'ecotipo.<br>La presenza di microinquinanti, di sintesi e non di sintesi, è paragonabile alle concentrazioni di fondo rilevabili nei corpi idrici non influenzati da alcuna pressione antropica. |
| 2  | BUONO       | I valori degli elementi della qualità biologica per quel tipo di corpo idrico mostrano bassi livelli di alterazione derivanti dall'attività umana e si discostano solo leggermente da quelli normalmente associati allo stesso ecotipo in condizioni non disturbate.<br>La presenza di microinquinanti, di sintesi e non di sintesi, è in concentrazioni al di sotto degli standard di qualità definiti per lo stato ambientale "buono".  |
| 3  | SUFFICIENTE | Stato ecologico in cui i valori degli elementi della qualità biologica per quel tipo di corpo idrico si discostano moderatamente da quelli di norma associati allo stesso ecotipo in condizioni non disturbate. I valori mostrano modesti segni di alterazione derivanti dall'attività umana e sono sensibilmente più disturbati che nella condizione di "buono stato". La presenza di microinquinanti, di sintesi e non di sintesi, è in concentrazioni da non comportare effetti a breve e lungo termine sulle comunità biologiche associate al corpo idrico di riferimento.  |
| 4  | SCADENTE    | Si rilevano alterazioni considerevoli dei valori degli elementi di qualità biologica del tipo di corpo idrico superficiale, e le comunità biologiche interessate si discostano sostanzialmente da quelle di norma associate al tipo di corpo idrico superficiale inalterato. La presenza di microinquinanti, di sintesi e non di sintesi, è in concentrazioni da comportare effetti a medio e lungo termine sulle comunità biologiche associate al corpo idrico di riferimento.   |
| 5  | PESSIMO     | I valori degli elementi di qualità biologica del tipo di corpo idrico superficiale presentano alterazioni gravi e mancano ampie porzioni delle comunità biologiche di norma associate al tipo di corpo idrico superficiale inalterato. La presenza di microinquinanti, di sintesi e non di sintesi, è in concentrazioni da comportare gravi effetti a breve e lungo termine sulle comunità biologiche associate al corpo idrico di riferimento.   |

Tabella 4 - Definizione delle classi di stato ambientale dei corpi idrici superficiali (fiumi) del D. Lgs. 152/99.

Definita la classe ambientale di riferimento attuale la si confronta con gli obiettivi di qualità ambientale individuati dal D. Lgs. 152/99, legati a specifici programmi di riqualificazione degli habitat fluviali, secondo i seguenti obiettivi temporali:

- entro l'anno 2008: conseguimento dello stato ambientale sufficiente su tutti i corpi idrici significativi;
- entro l'anno 2016: conseguimento dello stato ambientale buono su tutti i corpi idrici significativi.

E' quindi richiesto che tutti i corsi d'acqua "significativi" debbano essere classificati, sulla base dei dati di misura acquisiti mediante uno specifico monitoraggio che riguardi i seguenti comparti:

- portata;
- qualità chimica (acque, sedimenti, biota):
  - parametri macrodescrittori (definiti per tutti i siti di indagine);
  - microinquinanti (specifici per ogni sito);
  - test supplementari (da stabilire in base alle problematiche presenti in ogni sito);
- qualità biologica :
  - Indice Biotico Esteso<sup>1</sup>;
  - metodologie basate su parametri biologici-strutturali (da definire in funzione delle caratteristiche degli habitat e delle problematiche riscontrate).

E' importante evidenziare che il parametro IBE rappresenta, attraverso l'analisi delle strutture macrobentoniche, l'indice biologico di qualità delle acque correnti secondo la seguente classificazione:

|           |                       |
|-----------|-----------------------|
| IBE >10   | Non inquinato         |
| IBE = 8/9 | Leggermente inquinato |
| IBE = 6/7 | Inquinato             |
| IBE = 4/5 | Nettamente inquinato  |
| IBE = 0/3 | Fortemente inquinato  |

Nelle precedenti tabelle 1 e 2 sono invece elencati i parametri macrodescrittori e i parametri microinquinanti indicati dal decreto<sup>2</sup>.

Per la valutazione completa dello stato chimico può essere prevista l'esecuzione di specifiche analisi e test di tossicità su sedimenti e componenti idriche, per le situazioni in cui siano ipotizzabili fenomeni di accumulo e scambio di inquinanti con i sedimenti o con il biota, di significativa importanza (in rapporto soprattutto alla possibilità di avere concentrazioni basse nella fase acquosa). Nella tabella 5 sono indicati i parametri da misurare sulla componente dei sedimenti.

<sup>1</sup> L'I.B.E. va misurato stagionalmente (4 volte all'anno);

<sup>2</sup> La misura dei parametri chimici, fisici, microbiologici e idrologici di base e di quelli relativi ai parametri addizionali, quando necessari, deve essere eseguita una volta al mese

| <b>ANALISI SUI SEDIMENTI: MICROINQUINANTI E SOSTANZE PERICOLOSE DI PRIMA PRIORITA'</b> |   |
|--|---|
| <b>Inorganici e Metalli</b>  | <b>Organici <sup>(1)</sup></b>          |
| Arsenico   | Policlorobifenili (PCB)                 |
| Cadmio   | Diossine (TCDD)                         |
| Zinco  | Idrocarburi policiclici aromatici (IPA) |
| Cromo totale   | Pesticidi                               |
| Mercurio   |   |
| Nichel   |   |
| Piombo   |   |
| Rame   |   |

(1) Si consiglia la determinazione dei seguenti inquinanti organici:  
**Idrocarburi Policiclici Aromatici prioritari:** Naftalene, Acenaftene, Fenantrene\*, Fluoratene, Benz(a)antracene\*\*, Crisene\*\*, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene\*\*, Benzo(a)pirene\*\*, Dibenzo(a,h)antracene, Benzo(ghi)perilene\*, Antracene, Pirene, Indeno (1,2,3 c,d,)pirene\*, Acenaftilene, Fluorene.  
 (\*) Indica le molecole con presunta attività cancerogena (\*\*) quelle che hanno attività cancerogena.  
**Composti organoclorurati prioritari:** DDTI e analoghi (DD's); Isomeri dell'Esaclorocicloesano (HCH's); Drin's; Esaclorobenzene, PCB (i PCB più rilevanti sotto il profilo ambientale consigliati anche in sede internazionale (EPA, UNEP) sono: PCB's; PCB 52, PCB 77, PCB 81, PCB 128, PCB 138, PCB 153, PCB 169).

Tabella 5 - Elenco dei microinquinanti e delle sostanze pericolose di prima priorità da ricercare nei sedimenti.

Il criterio di prima classificazione dei corpi idrici consiste nell'attribuire al tratto fluviale in esame il risultato peggiore tra quelli derivati dalle valutazioni relative al parametro I.B.E. e dall'insieme dei parametri chimico-fisici macrodescrittori, valutati attraverso un punteggio complessivo. Il meccanismo di attribuzione dei punteggi ai parametri macrodescrittori (attraverso un indicatore di sintesi denominato LIM) è evidenziato nel prospetto di tabella 6.

| <b>LIVELLO DI INQUINAMENTO ESPRESSO DAI MACRODESCRITTORI</b>                                       |                  |                  |                  |                  |                  |
|--|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Parametro  | <b>Livello 1</b> | <b>Livello 2</b> | <b>Livello 3</b> | <b>Livello 4</b> | <b>Livello 5</b> |
| 100-OD (% sat.) (*)  | ≤   10   (#)     | ≤   20           | ≤   30           | ≤   50           | >   50           |
| BOD <sub>5</sub> (O <sub>2</sub> mg/l)   | < 2.5            | ≤ 4              | ≤ 8              | ≤ 15             | > 15             |
| COD (O <sub>2</sub> mg/l)  | < 5              | ≤ 10             | ≤ 15             | ≤ 25             | > 25             |
| NH <sub>4</sub> (N mg/l)   | < 0.03           | ≤ 0.1            | ≤ 0.5            | ≤ 1,5            | > 1,5            |
| NO <sub>3</sub> (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            |
| Escherichia coli (UFC/100 ml)  | < 100            | ≤ 1.000          | ≤ 5.000          | ≤ 20.000         | > 20.000         |
| Punteggio da attribuire per ogni parametro analizzato (75° percentuale del periodo di rilevamento) | 80               | 40               | 20               | 10               | 5                |
| Livello di inquinamento dai macrodescrittori   | 480-560          | 270-475          | 120-235          | 60-115           | < 60             |

(#) in assenza di fenomeni di eutrofia;  
 (\*) la misura deve essere effettuata in assenza di vortici; il dato relativo al deficit o al surplus deve essere considerato in valore assoluto.

Tabella 6 - Punteggi dei macrodescrittori (LIM).

Per la valutazione del risultato dell'I.B.E. si considera il valore medio ottenuto dalle analisi eseguite

durante il periodo di misura per la classificazione. Il livello di qualità relativa ai macrodescrittori viene attribuito sull'insieme dei risultati ottenuti durante la fase conoscitiva; per ciascuno dei parametri riportati in tabella 1, si calcola il 75° percentile.

Ai fini della classificazione devono essere disponibili quindi almeno il 75% dei risultati delle misure eseguite nel periodo considerato. Lo stesso parametro statistico del 75° percentile viene usato inoltre per la eventuale valutazione dello stato di qualità chimica concernente gli inquinanti chimici.

Definito il punteggio dei macrodescrittori, lo si confronta con il valore di IBE e si individua la prima classificazione di tipo ecologico del corso d'acqua; nella tabella 7 sono sintetizzati i valori di riferimento di LIM e IBE per l'attribuzione dello STATO ECOLOGICO (attraverso l'indicatore denominato SECA); di fatto si considera sempre il risultato peggiore tra IBE e macrodescrittori.

|                                      | <b>CLASSE 1</b> | <b>CLASSE 2</b> | <b>CLASSE 3</b> | <b>CLASSE 4</b> | <b>CLASSE 5</b> |
|--------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| I.B.E.                               | ≥ 10            | 8-9             | 6-7             | 4-5             | 1,2,3           |
| PUNTEGGIO TOTALE<br>MACRODESCRITTORI | 480-560         | 240-475         | 120-235         | 60-115          | < 60            |

Tabella 7 - Valutazione dello stato ecologico (SECA).

Per l'attribuzione dello STATO AMBIENTALE (attraverso l'indicatore denominato SACA) del corso d'acqua viene eseguito un ulteriore controllo in base ai dati relativi alla presenza dei principali inquinanti chimici indicati dal decreto secondo la seguente classificazione.

|   | <b>CLASSE 1</b> | <b>CLASSE 2</b> | <b>CLASSE 3</b> | <b>CLASSE 4</b> | <b>CLASSE 5</b> |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Concentrazione inquinanti di cui<br>alla Tabella 14 del D. Lgs 152/99 |                 |                 |                 |                 |                 |
| ≤ Valore Soglia   | ELEVATO         | BUONO           | SUFFICIENTE     | SCADENTE        | PESSIMO         |
| > Valore Soglia   | SCADENTE        | SCADENTE        | SCADENTE        | SCADENTE        | PESSIMO         |

Tabella 8 - Valutazione dello stato ambientale (SACA).

Attualmente, riguardo ai limiti di legge dei principali inquinanti, si fa riferimento ai valori limite imperativi stabiliti per i parametri previsti nel programma di indagini dalle leggi precedenti al D. Lgs. 152/99 sotto indicate, recepiti dal decreto stesso per le acque a specifica destinazione.

- DL 25 gennaio 1992 n. 130 - Attuazione della direttiva 78/659 CEE sulla qualità delle acque dolci che richiedono protezione o miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci;
- DPR 8 giugno 1982 n. 470 - Attuazione della direttiva 76/160 CEE relativa alla qualità delle acque di balneazione;
- DPR 3 luglio 1982 n. 515 - Attuazione della direttiva 75/440 CEE concernente la qualità delle acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile.

I valori limite per i parametri standard di monitoraggio indicati nelle tabelle precedenti e per gli

idrocarburi sono sintetizzati nella tabella 9 e sono riferiti a singoli parametri chimico-fisici.

Se lo stato ambientale da attribuire alla sezione di corpo idrico risulta inferiore a "Buono", devono essere effettuati accertamenti successivi finalizzati alla individuazione delle cause del degrado alla definizione delle azioni di risanamento.

Tali accertamenti, soprattutto se il risultato derivante dall'I.B.E. è significativamente peggiore della classificazione derivante dai dati dei macrodescrittori e degli eventuali parametri addizionali, devono includere analisi supplementari volte a verificare la presenza di sostanze pericolose non ricercate in precedenza ovvero l'esistenza di eventuali effetti di tipo tossico su organismi acquatici, ovvero di fenomeni di accumulo di contaminanti nei sedimenti e nel biota

L'eventuale evidenziazione di situazioni di tossicità per gli organismi testati e/o evidenze di bioaccumulo sugli stessi portano ad attribuire lo stato ambientale scadente.

| PARAMETRI CHIMICO-FISICI                                   | VALORI LIMITE IMPERATIVI (1)         |                      |               |                   |                   |                   |
|--|--------------------------------------|----------------------|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|  | ex DL 130/92                         |                      | ex DPR 470/82 | ex DPR 515/82     |                   |                   |
|  | S <sup>(2)</sup>                     | C <sup>(2)</sup>     |               | A1 <sup>(3)</sup> | A2 <sup>(3)</sup> | A3 <sup>(3)</sup> |
| T-Temperatura (°C)   | Δ °C= 1.5<br>MAX = 21.5<br>RIPR = 10 | Δ °C = 3<br>MAX = 28 |               | 25                | 25                | 25                |
| pH (concentrazione ioni idrogeno (-))                      |                                      |                      | 6÷9           |                   |                   |                   |
| COND Conduttività elettrica a 20°C (µs/cm)                 |                                      |                      |               |                   |                   |                   |
| DO/DO% ossigeno disciolto (mg/l O <sub>2</sub> ) (%)       |                                      |                      | 70÷120        |                   |                   |                   |
| SST solidi in sospensione totali (mg/l)                    | 60                                   | 80                   |               |                   |                   |                   |
| COD Domanda chimica di ossigeno (mg/l O <sub>2</sub> )     |                                      |                      |               |                   |                   |                   |
| BOD5 Domanda biologica di ossigeno ((mg/l O <sub>2</sub> ) | 5                                    | 9                    |               |                   |                   |                   |
| FOSFORO TOTALE (mg/l P)                                    |                                      |                      |               |                   |                   |                   |
| NITRATI (mg/l NO <sub>3</sub> )                            |                                      |                      |               | 50                | 50                | 50                |
| NITRITI (mg/l NO <sub>2</sub> )                            | 0.88                                 | 1.77                 |               |                   |                   |                   |
| AMMONIACA (mg/l NH <sub>4</sub> )                          | 1                                    | 1                    |               |                   | 1.5               | 4                 |
| CLORURI (mg/l Cl)  |                                      |                      |               |                   |                   |                   |
| SOLFATI (mg/l SO <sub>4</sub> )                            |                                      |                      |               | 250               | 250               | 250               |
| FENOLI (mg/l C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH)             |                                      |                      | 0.05          | 0.001             | 0.005             | 0.1               |
| IDROCARBURI DISCIOLTI O EMULSIONATI (mg/l)                 |                                      |                      |               | 50                | 200               | 1000              |
| TENSOATTIVI ANIONICI (mg/l come MBAS)                      |                                      |                      | 0.5           |                   |                   |                   |
| PIOMBO (µg/l)  | 10                                   | 50                   |               | 50                | 50                | 50                |
| CROMO (µg/l)   | 20                                   | 100                  |               | 50                | 50                | 50                |
| NICHEL (µg/l)  | 75                                   | 75                   |               |                   |                   |                   |
| ZINCO (µg/l)   | 300                                  | 400                  |               | 3000              | 5000              | 5000              |
| RAME (µg/l)  | 40                                   | 40                   |               | 50                |                   |                   |
| ARSENICO (µg/l)  | 50                                   | 50                   |               | 50                | 50                | 100               |
| CADMIO (µg/l)  | 2.5                                  | 2.5                  |               | 5                 | 5                 | 5                 |
| MERCURIO (µg/l)  | 0.05                                 | 0.05                 |               | 1                 | 1                 | 1                 |

(1) Vengono riportati i soli "valori imperativi", rimandando per i "valori guida" al testo completo del Decreto.

(2) S = Acque salmonicole.

C = Acque ciprinicole.

(3) Classe di utilizzo potenziale.

Tabella 9 - Valori limite dei parametri chimico-batteriologicali per acque a specifica destinazione (D.Lgs. 152/99 - Allegato 2).

## 1.2.2 I laghi

Il protocollo analitico da adottare nel monitoraggio dei laghi prevede la determinazione obbligatoria su tutti i campioni dei parametri chimico fisici di base seguenti.

| Parametro                         | unità di misura                         | limite di quantificazione |
|-----------------------------------|---|---------------------------|
| Temperatura                       | ° C                                     | -                         |
| PH                                | Unità di pH                             | -                         |
| Alcalinità                        | mg/L Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> | -                         |
| Trasparenza disco di Secchi *     | m                                       | -                         |
| Ossigeno disciolto                | mg/L                                    | -                         |
| Ossigeno ipolimnico *             | % di saturazione                        | -                         |
| Clorofilla "a" *                  | µg/L                                    | 1                         |
| Fosforo totale *                  | µg/L P                                  | 10                        |
| Ortofosfati                       | µg/L P                                  | 10                        |
| Azoto nitroso                     | mg/L N                                  | 0.003                     |
| Azoto nitrico                     | mg/L N                                  | 0.1                       |
| Azoto ammoniacale                 | mg/L N                                  | 0.03                      |
| Azoto totale                      | mg/L N                                  | 1.0                       |
| Conducibilità elettrica specifica | µS/cm a 20 °C                           | -                         |
| Silice reattiva                   | mg/L Si                                 | 0.05                      |

\* Parametri macrodescrittori (la clorofilla "a" è determinata sul campione integrato prelevato nella zona fotica)

Tabella 10 - Parametri chimico fisici di base per il monitoraggio dei laghi significativi.

Sono inoltre da stimare i seguenti parametri addizionali.

| Parametro                         | unità di misura | limite di quantificazione |
|-----------------------------------|-----------------|---------------------------|
| Cadmio disciolto                  | µg/L            | 0.5                       |
| Cromo Totale (III + IV) disciolto | µg/L            | 5                         |
| Mercurio disciolto                | µg/L            | 0.5                       |
| Nichel disciolto                  | µg/L            | 5                         |
| Piombo disciolto                  | µg/L            | 5                         |
| Rame disciolto                    | µg/L            | 5                         |
| Zinco disciolto                   | µg/L            | 50                        |
| Ferro disciolto                   | µg/L            | 50                        |
| Manganese disciolto               | µg/L            | 5                         |

Tabella 11 - Parametri addizionali obbligatori - metalli.

| Parametro                           | unità di misura | limite di quantificazione |
|-------------------------------------|-----------------|---------------------------|
| 1,1,1 tricloroetano                 | µg/L            | 0.5                       |
| 1,2 dicloroetano                    | µg/L            | 10                        |
| Cloroformio                         | µg/L            | 0.5                       |
| Tetracloroetilene( Percloroetilene) | µg/L            | 0.5                       |
| Tricloroetilene                     | µg/L            | 0.5                       |
| Tetracloruro di carbonio            | µg/L            | 0.5                       |

Tabella 12 - Parametri aggiuntivi obbligatori - solventi clorurati.

| Parametro                | unità di misura | limite di quantificazione |
|--------------------------|-----------------|---------------------------|
| DDT totale e isomero p,p | µg/L            | 0.01                      |
| Esaclorobenzene HCB      | µg/L            | 0.01                      |
| Esaclorocicloesano HCH   | µg/L            | 0.01                      |

Tabella 13 - Parametri aggiuntivi obbligatori - prodotti fitosanitari (gruppo 1).

| Parametro     | unità di misura | limite di quantificazione |
|---------------|-----------------|---------------------------|
| Alaclor       | µg/L            | 0.05                      |
| Atrazina      | µg/L            | 0.05                      |
| Metolaclor    | µg/L            | 0.05                      |
| Simazina      | µg/L            | 0.05                      |
| Terbutilazina | µg/L            | 0.05                      |

Tabella 14 - Parametri aggiuntivi obbligatori - prodotti fitosanitari (gruppo 2).

Al fine di una prima classificazione dello stato ecologico dei laghi viene valutato lo stato trofico come indicato in tabella 15. La classe da attribuire è quello che emerge dal risultato peggiore tra i quattro parametri indicati.

| Parametri   | Classe 1 | Classe 2 | Classe 3 | Classe 4 | Classe 5 |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|
| Trasparenza - Valore minimo in m  | > 5      | <= 5     | <= 2     | <= 1,5   | <= 1     |
| % saturazione di o <sub>2</sub> ipolimnico - valore minimo alla massima stratificazione | > 80 %   | <= 80 %  | <= 60 %  | <= 40 %  | <= 20 %  |
| Clorofilla -valore massimo in mg/mc   | < 3      | <= 6     | <= 10    | <= 25    | > 25     |
| P totale µg/l - valore massimo  | < 10     | <= 25    | <= 50    | <= 100   | > 100    |

Tabella 15 - Definizione dello STATO ECOLOGICO (SECA) dei laghi.

Al fine della attribuzione dello stato ambientale, i dati relativi allo stato ecologico vanno confrontati con gli eventuali dati relativi alla presenza degli inquinanti chimici secondo quanto indicato nello schema riportato in Tabella 16.

| <b>Stato ecologico</b>                        | <b>Classe 1</b> | <b>Classe 2</b> | <b>Classe 3</b>    | <b>Classe 4</b> | <b>Classe 5</b> |
|---|-----------------|-----------------|--------------------|-----------------|-----------------|
| Concentrazione inquinanti di cui alla tabella |                 |                 |                    |                 |                 |
| <= valore soglia                              | <b>elevato</b>  | <b>buono</b>    | <b>sufficiente</b> | <b>scadente</b> | <b>pessimo</b>  |
| > valore soglia                               | <b>scadente</b> | <b>scadente</b> | <b>scadente</b>    | <b>scadente</b> | <b>pessimo</b>  |

Tabella 16 - Definizione dello STATO AMBIENTALE (SACA) dei laghi.

Per il D. Lgs. 152/99 questi parametri risultano sufficienti a definire lo stato ecologico e ambientale dei laghi come per le acque superficiali, ma, poiché il lago è un sistema complesso, difficile da descrivere con semplici indici di qualità, è stato verificato che l'algoritmo di calcolo proposto dal decreto porti a giudizi errati e si è ritenuto più corretto classificare i laghi in base al loro stato trofico generale, basato sulle caratteristiche intrinseche del singolo lago.

Come analizzato da ARPA, esistono in letteratura diversi indici significativi a rappresentare le condizioni qualitative di un lago, per esempio, secondo il metodo OCDE, utilizzando il parametro fosforo totale misurato in circolazione nei laghi, ottenendo la seguente classificazione:

| <b>Classi</b>    | <b>Fosforo totale in mg/m<sup>3</sup></b> |
|------------------|---|
| Ultraoligotrofia | < 4                                       |
| Oligotrofia      | < 10                                      |
| Mesotrofia       | 10-35                                     |
| Eutrofia         | 35-100                                    |
| Ipertrofia       | > 100                                     |

Tabella 17 -Classificazione dello stato trofico dei laghi attraverso il parametro fosforo totale (fonte ARPA).

Altri metodi di letteratura considerano i parametri clorofilla e trasparenza, ottenendo la seguente classificazione:

| <b>Classi</b>    | <b>Clorofilla media in mg/m<sup>3</sup></b> | <b>Clorofilla massima in mg/m<sup>3</sup></b> | <b>Trasparenza media in m</b> | <b>Trasparenza minima in m</b> |
|------------------|---|---|-------------------------------|--------------------------------|
| Ultraoligotrofia | <= 1  | <= 2.5  | <= 12                         | <= 6                           |
| Oligotrofia      | < 2.5                                       | < 8   | > 6                           | > 3                            |
| mesotrofia       | <= 2.5                                      | <= 8  | <= 6                          | <= 3                           |
| Eutrofia         | 2.5-8                                       | 8-25  | 6-2                           | 3-1.5                          |
| Ipertrofia       | >= 25                                       | 25-75   | <= 1.5                        | <= 0.7                         |

Tabella 18 -Classificazione dello stato trofico dei laghi attraverso i parametri clorofilla e trasparenza (fonte ARPA).

E' stata quindi proposta ed approvata in Conferenza Stato-Regioni la modifica del D. Lgs.152/99 riguardo al protocollo di valutazione dello stato ambientale dei laghi.

## **2. ELABORAZIONI CONDOTTE DA ARPA SUL BIENNIO DI MONITORAGGIO 2001-2002 - ANALISI DEI RISULTATI**

Il monitoraggio proposto dal D.Lgs.152/99 si articola in una fase conoscitiva iniziale che ha come scopo la classificazione dello stato di qualità ambientale dei corpi idrici ed in una fase a regime in cui viene effettuato un monitoraggio volto a verificare l'efficacia del PTA nel garantire il raggiungimento ovvero il mantenimento dell'obiettivo di qualità.

La fase conoscitiva iniziale del monitoraggio è prevista di una durata di 24 mesi e, oltre ad avere come finalità la classificazione dello stato di qualità di ciascun corpo idrico, ha altresì lo scopo di raccogliere tutte le informazioni utili alla valutazione degli elementi biologici e idromorfologici necessari a definire più compiutamente lo stato ecologico dei corpi idrici superficiali.

In parallelo alla determinazione dello stato ambientale del corpo idrico viene condotta anche una dettagliata indagine sulle pressioni antropiche insistenti sul sistema.

ARPA ha quindi avuto in carico, nell'ambito delle attività a supporto della redazione del Piano di Tutela delle Acque, oltre che la gestione e sistematizzazione dei dati di monitoraggio relativi agli aspetti qualitativi (di fatto determinazioni sulla matrice acquosa e sul biota), anche l'analisi di alcuni fattori interagenti con i parametri qualitativi analizzati.

Alla luce di 3 anni continui di misure operate secondo gli standard del decreto, validate dal gennaio 2000, è stato concordato con la Regione di considerare come biennio di riferimento quello più recente, ovvero il periodo 2001-2002, durante il quale, dal punto di vista idrologico si sono verificate sia condizioni diffuse di criticità di magra (inverno 2001-2002) sia condizioni locali di criticità di piena (estati 2001-2002), mentre dal punto di vista delle pressioni antropiche è possibile conoscere (attraverso i catasti regionali) le caratteristiche di uso dell'acqua (prelievi e restituzioni) e la consistenza degli scarichi puntuali (fognati e/o depurati), come meglio descritto negli altri elaborati di fase III.

### **2.1 Lo stato ecologico e ambientale dei corsi d'acqua**

Il protocollo di valutazione ambientale introdotto dal D. Lgs. 152/99 è stato applicato da ARPA sui valori dei parametri misurati nel corso del biennio 2001-2002, risultando una prima valutazione dell'indice SACA su tutti i corpi idrici di interesse come riportato nell'elaborato cartografico III.k/2, su cui è anche segnalato lo stato ecologico, indice SECA.

L'analisi sul territorio regionale degli indici di qualità ambientale definiti da ARPA si può sintetizzare come nella seguente tabella 19:

| 2001-2002 | Liv inq. macrodescr. | n°punti | STATO ECOLOGICO | n°punti | STATO AMBIENTALE | n°punti |
|-----------|----------------------|---------|-----------------|---------|------------------|---------|
|           | Livello 1            | 7       | CLASSE 1        | 1       | ELEVATO          | 1       |
|           | Livello 2            | 130     | CLASSE 2        | 69      | BUONO            | 69      |
|           | Livello 3            | 50      | CLASSE 3        | 97      | SUFFICIENTE      | 97      |
|           | Livello 4            | 8       | CLASSE 4        | 19      | SCADENTE         | 19      |
|           | Livello 5            | 1       | CLASSE 5        | 7       | PESSIMO          | 7       |
| punti tot |                      | 193     |                 | 193     |                  | 193     |

Tabella 19 - Punti di monitoraggio in funzione degli indici LIM, SECA, SACA valutati sul biennio 2001-2002 (fonte ARPA).

Pertanto, in Piemonte il 36% dei siti monitorati è in condizioni di stato ambientale BUONO, solo lo 0.5% è in condizioni ELEVATE, mentre il 50% è in condizioni SUFFICIENTI; un 10% dei punti è invece in condizioni SCADENTI mentre PESSIMI sono solo il 4% dei punti monitorati.

Risulta particolarmente importante interpretare sul territorio questi indici: è infatti evidente come molte situazioni pessime o scadenti siano imputabili a situazioni di alta compromissione locale, indotta dal superamento dei limiti solo su alcuni parametri, o da valori di IBE molto bassi. Similmente alcune condizioni di stato ambientale sufficiente sono appena al limite ed indicano comunque situazioni ambientali facilmente suscettibili di compromissione..

Peraltro, analizzando la distribuzione del parametro IBE sul territorio (cfr. tabella 63), considerando che valori di IBE inferiori a 8 portano direttamente ad uno stato ecologico SUFFICIENTE, si osserva come in circa il 60% dei siti monitorati l'indice biotico esteso sia il fattore limitante.

| 2001-2002 | IBE intero | n°punti |
|-----------|------------|---------|
|           | 1          | 2       |
|           | 2          | 2       |
|           | 3          | 3       |
|           | 4          | 7       |
|           | 5          | 12      |
|           | 6          | 41      |
|           | 7          | 49      |
|           | 8          | 40      |
|           | 9          | 28      |
|           | 10         | 6       |
|           | 11         | 3       |
|           | n.c.       | 3       |
|           | punti tot  | 196     |

Tabella 20 - Distribuzione dell'indice IBE sui punti di monitoraggio (fonte ARPA).

Nel seguito sono riportati tutti i siti monitorati ed il relativo stato qualitativo, con l'indicazione del fattore limitante (LIM o IBE) e dei parametri critici (influenti sull'attribuzione della classe di qualità).

INSERIRE FILE 1570-03-10100.XLS (5 PAGINE)









L'Indice Biotico Esteso (I.B.E.), pur essendo un ottimo indicatore generale degli impatti antropici sulle comunità animali dei corsi d'acqua, è però molto sensibile alla temperatura dell'acqua (e quindi poco significativo sui siti localizzati in media-alta quota), agli sbalzi di portata in alveo, indotti, per esempio, da manovre degli impianti idroelettrici o dalla presenza di prelievi discontinui. Infatti, dalle valutazioni condotte si rileva che spesso nella determinazione del SACA è l'IBE il parametro determinante in negativo.

Per questi motivi, nel quadro riassuntivo della qualità su tutti i punti di monitoraggio del reticolo superficiale piemontese, sono messe in evidenza, oltre alle situazioni ambientali individuate come compromesse (SACA pessimo o scadente), anche quelle ad alto rischio di compromissione (SACA appena sufficiente), distinguendo se siano attribuibili a un basso valore di LIM, a una bassa qualità biologica o al superamento dei valori soglia (indicazione dell'indice limitante e del fattore critico).

E' importante mettere in evidenza che, nello sviluppo delle attività successive, ulteriori elaborazioni sono state condotte relativamente allo stato ambientale attuale individuato, per correlare tale stato alle pressioni esistenti. In particolare, nelle schede monografiche realizzate per area idrografica (redatte in fase 4 e rappresentanti la sintesi degli elementi conoscitivi e propositivi), su ciascun sito di monitoraggio in condizioni pessime scadenti e sufficienti e per i parametri limitanti (o fattori critici) individuati, è stato riportato il trend storico dei valori misurati (fonte elaborazioni ARPA) che permette di verificare se lo stato ambientale critico attuale risulta essere occasionale, persistente o in evoluzione.

Per l'individuazione più puntuale delle correlazioni stato di compromissione qualitativa - pressioni antropiche si è fatto anche riferimento a studi di settore (pubblicazioni della Regione Piemonte, Arpa, Provincia e altri) e alle più recenti attività conoscitive condotte da ARPA riguardo alle problematiche relative agli scarichi inquinanti di sostanze pericolose, cui si rimanda integralmente.

Dall'analisi combinata delle criticità quantitative individuate sulle aste di pianura indotte dai prelievi dissipativi dei canali irrigui (fase II), e delle risultanze di stato ambientale (indice SACA) derivate dal monitoraggio qualitativo condotto da Arpa, con riferimento al biennio 2001-2002, in una prima definizione si individuano come compromesse le aste fluviali riportate nel seguito.

Tutti gli elementi conoscitivi raccolti sono però stati sintetizzati infine nell'elaborato di fase 4 relativo alla definizione dello stato attuale quali-quantitativo delle acque superficiali e sotterranee, nel quale sono state individuate le principali cause di criticità cui le azioni di Piano devono poter portare soluzione.

1. Il **PO** è scadente da S.Mauro alla confluenza Dora Baltea, sia per problemi di inquinamento da scarichi civili (Escherichia Coli limitanti), sia per l'esistenza di derivazioni idroelettriche che sottendono un tratto fluviale significativamente lungo (AEM- S.Mauro, ENEL- Cimena) su cui insiste lo scarico della SMAT, sia per l'apporto di acque di bassa qualità dai principali tributari in sinistra (Dora Riparia, Stura di Lanzo, Orco e Malone).

E' da tener presente, inoltre, che su tutto il Po si rilevano medie-alte concentrazioni di fosforo (>0.15 mg/l) sia nel tratto di monte (Revello, Cardè che comunque ha indice SACA appena sufficiente), sia nel tratto metropolitano fra Moncalieri e Brandizzo. A Cardè è anche alto il valore di Escherichia Coli (il comune di Cardè ha un impianto con trattamento di tipo secondario).

2. Alcuni affluenti minori del Po, a monte di Torino, quali il **BANNA** e il **TEPICE** in destra e il **CHISOLA** e il **SANGONE** in sinistra, presentano condizioni più o meno critiche di qualità delle acque.

Per il **TEPICE** il problema principale è legato a scarichi produttivi nei comuni di Cambiano e Santena (si rileva presenza di metalli pesanti come cromo e zinco) e a inquinamento di origine urbana segnalato da valori alti di Escherichia Coli (il depuratore di Cambiano circa 3600 ab.eq. è di tipo primario con sola sedimentazione). Si osservano, inoltre, un altissima concentrazione di fosforo (>1mg/l), e presenza di pesticidi. Anche gli altri parametri presentano alti valori di concentrazione, indice di un probabile deficit idrico, non imputabile però direttamente ai prelievi. Anche se non è disponibile un inquadramento idrologico specifico per il Tepice, si può ipotizzare un regime dei deflussi molto simile a quello del Banna, con valori di portata minori data la ridotta estensione del bacino contribuente, che mostra una criticità idrologica naturale principalmente nei mesi estivi.

Per il **BANNA** lo stato ambientale scadente deriva dalla scarsa efficienza dei depuratori presenti sul bacino (per la maggior parte sono impianti primari) correlata alla evidente criticità idrologica naturale dei mesi estivi (portate in alveo naturali inferiori al DMV). Presenta alte concentrazioni di fosforo, sia da carico civile sia per la tipologia prettamente agricola della porzione di pianura del bacino, sia per il regime idrologico particolarmente impulsivo e torrentizio in caso di eventi meteorici intensi. Ci sono inoltre segnalazione di pesticidi. L'impatto delle derivazioni presenti sembra del tutto trascurabile a scala di bacino.

Il **CHISOLA** presenta criticità su tutto il suo corso principale, sia per l'inquinamento da scarichi urbani (solo impianti con trattamenti primari e secondari), ma anche per la presenza di scarichi produttivi (Piovesi, Cumiana, Candiolo, Nole) dotati di semplice trattamento fisico. Presenta alte concentrazioni di fosforo. Le criticità idrologiche si presentano mediamente solo nel mese di luglio e non sembrano essere pesantemente alterate dalla presenza di derivazioni idriche significative.

Il **SANGONE** presenta condizioni scadenti sul suo tratto inferiore, all'entrata dell'area metropolitana Torinese, dove sono localizzati alcuni scarichi produttivi (principalmente di origine civile, raffreddamento, scarico acque piovane). Sono evidenti anche alti valori di Escherichia Coli . In passato ci sono stati problemi di solventi (esistono studi pregressi di buon dettaglio a cui riferirsi). Il tratto fluviale di pianura presenta significative criticità di magra nei mesi estivi amplificate dalle derivazioni esistenti. Le derivazioni principali però sono localizzate sul tratto montano e non alterano il regime delle portate nel tratto di valle.

3. Il **BORBORE**, è critico su tutta l'asta; infatti, pur non presentando derivazioni idriche significative (sopra i 100 l/s) che possano alterare il regime delle portate, presenta comunque criticità di magra

naturale nel periodo estivo (luglio e agosto), tipica dei bacini collinari; è inoltre molto evidente il problema dell'inquinamento da scarichi civili; si pensi che Asti scarica 25000 ab. eq. non depurati, infatti gli Escherichia Coli sono a oltre 500000 UFC/100 ml; anche sull'alto bacino il depuratore di Vezza d'Alba sembra essere la principale causa delle criticità rilevate nella sezione di controllo regionale. Le condizioni di "pessimo" sulla parte alta del bacino (Valle Aiello) sono legate presumibilmente a problemi di scarichi civili (vasche Imhoff). Ci sono tracce di pesticidi. Anche il **TRIVERSA**, affluente del Bobore in sinistra, presenta condizioni appena sufficienti a causa dell'inquinamento da scarichi civili. Su entrambi i corsi d'acqua si rilevano anche forti concentrazioni di fosforo

Sul **VERSA**, come per il Bobore, non ci sono derivazioni idriche significative, ma l'inquinamento da scarichi civili è il problema maggiore. Ci sono inoltre tracce di pesticidi.

Stesse problematiche sul **TIGLIONE**, dove non ci sono derivazioni idriche significative ma si rilevano problemi relativamente ai metalli pesanti (verifica l'esistenza di sito contaminato).

4. **BELBO** è critico espressamente nel tratto a valle di Canelli (cioè valle confluenza TINELLA), dove presenta problemi di carico organico legato ad inquinamento da scarichi urbani (problema delle cantine viticole, spesso denunciate come scarichi domestici e non depurate). Ci sono tracce di pesticidi. Anche il **TINELLA**, affluente in sinistra del BELBO, presenta condizioni scadenti a causa di carico organico e pesticidi; il TINELLA è molto rilevante ai fini della qualità del BELBO, che infatti diventa scadente a valle della confluenza. Sull'intero corso del BELBO le derivazioni idriche esistenti sembrano essere irrilevanti rispetto sia alle criticità idrologiche naturali (possibili nel mese di agosto) sia in relazione alle problematiche qualitative.
5. Il corso del **TERDOPPIO** è interessato da scarse derivazioni idriche, nessuna significativa, ma da numerosissimi scarichi produttivi, in particolare nel tratto fluviale dall'area urbana novarese fino al confine regionale, dove lo stato ambientale risulta infatti pessimo. Oltre ad alcuni reflui non depurati, anche di tipo urbano, significativa è la presenza di pesticidi.
6. L'**AGOGNA** è in condizioni scadenti quasi su tutto il tratto da Borgomanero a Novara a causa dei carichi organici e dei valori di Escherichia Coli molto alti
7. Il **LOVASSINO** affluente del Tanaro a valle di Alessandria è in condizioni scadenti sia per problemi legati ai depuratori (in particolare quello di Novi Ligure), sia per la presenza di scarichi produttivi sull'asta stessa e sui canali all'asta afferenti. Bassissimo è infatti l'ossigeno disciolto e le concentrazioni dei principali parametri sono molto alte, probabile indice di deficit idrico (non attribuibile però ai prelievi idrici).
8. Il **LAGNA**, affluente del Lago d'Orta, è in condizioni ambientali pessime principalmente per un indice IBE=1 e per la presenza di metalli pesanti (nicel) (legati presumibilmente a scarichi industriali). Il depuratore del comune di S. Maurizio d'Opaglio è del tipo con trattamento avanzato ed è situato a valle della sezione di misura, dove però sono misurati valori alti di Escherichia Coli .

Similmente il **FIUMETTA**, anch'esso affluente del Lago d'Orta, dove si rileva presenza di cromo e pertanto lo stato ambientale è scadente.

Di entrambi questi piccoli corsi d'acqua non è disponibile un'analisi specifica idrologica, ma è presumibile che il regime delle portate non risulti particolarmente favorevole, specialmente nei mesi estivi, alla diluizione degli inquinanti. E' invece da considerare l'esistenza dei prelievi idroelettrici sul FIUMETTA, il cui schema in effetti sottende completamente la sezione di monitoraggio, che risulta quindi soffrire di deficit idrici.

E' quindi evidente che molti degli stati ambientali pessimi e scadenti individuati dal monitoraggio si rilevano su aste fluviali minori, in aree che presentano particolarità specifiche, o di antropizzazione elevata o di scarsità della risorsa naturale tale da poter garantire i corretti processi autodepurativi nelle aste fluviali.

In molti di questi bacini critici il regime idrologico non è particolarmente alterato dagli utilizzi in atto (per lo meno rispetto alle derivazioni principali conosciute, quelle con  $Q_{max} > 100$  l/s), ma alcuni di questi ambiti presentano in effetti portate naturali già mediamente basse (bacini appenninici come il Bobore e il Belbo), con caratteristiche condizioni di magra idrologica durante i mesi estivi.

In numerosi casi, comunque, il parametro "limitante" la qualità ambientale deriva dallo stato ecologico basso legato a bassi valori di IBE, parametro che non risulta però direttamente correlabile a compromissioni indotte da condizioni idrologiche di magra (naturale o artificiale), anzi esso risulta molto più sensibile a variazioni di regime idrologico troppo repentine piuttosto che alla reale scarsità d'acqua in alveo.

Nella maggior parte dei casi critici, in effetti, l'IBE rispecchia comunque problematiche anche legate ai macrodescrittori; i fattori limitanti sono generalmente i carichi organici e i parametri batteriologici, in parte imputabili a problemi di scarsa diluizione, in parte imputabili ai carichi sversati.

In sintesi, si rileva che la maggior parte delle criticità ambientali individuate dai dati del monitoraggio sul reticolo principale piemontese sono da imputarsi a problematiche legate all'inquinamento di origine civile; in particolare è la presenza di carichi organici e di Escherichia Coli che condiziona fortemente la qualità delle acque. Talvolta si rileva la presenza di fitofarmaci, segno di inquinamento da fonti diffuse agricole. Ma solo in pochissimi casi tale criticità (legata ad alte concentrazioni di fitofarmaci) può essere direttamente correlata anche a problemi di scarsa diluizione dovuti alla presenza di prelievi idrici impattanti.

Si ritiene pertanto che nella maggior parte dei casi critici individuati i problemi di alta concentrazione di alcuni parametri non possano essere risolti con il semplice rilascio del DMV a valle delle derivazioni, bensì con una più attenta analisi dello stato di collettamento e depurazione delle acque reflue urbane e da impianti produttivi.

Un'approfondimento dell'analisi alle situazioni con stato ambientale appena SUFFICIENTE permette di meglio individuare a scala di bacino le situazioni non ancora direttamente compromesse ma suscettibili di compromissione.

In particolare, aste principali quali il Po e il Tanaro , la Dora Riparia, il Bormida di Spigno, e la maggior parte dei tratti di pianura di, per esempio, Pellice, Orco, Sesia, Cervo, Scrivia e Dora Baltea, attualmente sufficienti, sono state analizzate per individuare possibili problematiche future.

Nella tabella seguente sono sintetizzate le principali situazioni individuate con indice SACA SUFFICIENTE , distinguendo in particolare i casi, sui corpi idrici maggiori, per i quali si osserva che è il livello LIM = 3 (cioè appena sufficiente) il fattore determinante l'indice SACA. Infatti, su 37 casi totali con livello LIM = 3, solo 7 casi presentano con un livello IBE invece non limitante. Queste condizioni di potenziale criticità si rilevano sui seguenti siti :

| Fiume             | Comune            | Codice fiume | Codice punto | SECA     | SACA        | Punteggio Macrod. | LIM       | IBE intero |
|-------------------|-------------------|--------------|--------------|----------|-------------|-------------------|-----------|------------|
| PO                | CARDE'            | 001          | 030          | CLASSE 3 | SUFFICIENTE | 165               | Livello 3 | 9          |
| PO                | CASALGRASSO       | 001          | 055          | CLASSE 3 | SUFFICIENTE | 220               | Livello 3 | 9          |
| ELLERO            | BASTIA MONDOVI'   | 027          | 010          | CLASSE 3 | SUFFICIENTE | 150               | Livello 3 | 8          |
| SANGONE           | SANGANO           | 032          | 005          | CLASSE 3 | SUFFICIENTE | 220               | Livello 3 | 8          |
| BORMIDA DI SPIGNO | MERANA            | 056          | 010          | CLASSE 3 | SUFFICIENTE | 170               | Livello 3 | 8          |
| BORMIDA DI SPIGNO | MONASTERO BORMIDA | 056          | 030          | CLASSE 3 | SUFFICIENTE | 150               | Livello 3 | 8          |
| ROVASENDA         | ROVASENDA         | 415          | 004          | CLASSE 3 | SUFFICIENTE | 220               | Livello 3 | 8          |

Tabella 22 - Indicatori derivati sul biennio di monitoraggio 2001-2002: SACA= sufficiente con LIM=3 e IBE non critico (fonte ARPA).

Sull'asta dell'alto **PO**, a monte della confluenza Pellice (sezione di Cardè) e a valle della confluenza con il Varaita (sezione di Casalgrasso), le condizioni qualitative sufficienti sono legate a significativi indizi di inquinamento da scarichi civili (sono alte le forme azotate, gli Escherichia Coli e la concentrazione di fosforo). Per altro anche nell'intermedia sezione di Villafranca, nonostante un LIM leggermente in recupero, il SACA è appena sufficiente causa un basso indice IBE. E' importante segnalare che a Cardè non stati rilevati pesticidi.

Anche sulla parte alta del **SANGONE**, nella sezione di Sangano, gli indicatori e i parametri misurati mostrano problemi relativi alla presenza di scarichi civili inquinanti.

La sezione sul **BORMIDA DI SPIGNO** a Merana è localizzata sul confine della Liguria; dai valori misurati dei carichi organici , delle forme azotate e degli Escherichia Coli si osserva come anche questa sezione risenta di problematiche legate a scarichi civili, in territorio ligure. La situazione sembra peggiorare scendendo verso valle, come si osserva sia dai dati di Monastero Bormida, sezione poco a monte della confluenza con il Bormida di Millesimo, sia nella sezione intermedia di Mombaldone, che addirittura è in condizioni scadenti, anche se a causa di un basso indice IBE.

Le situazioni rilevate su **ELLERO** e **ROVASENDA** sono legate anch'esse a carichi organici e di nutrienti sopra i limiti, ma sono meno significative a scala regionale.

Alcune altre situazioni con SACA SUFFICIENTE sono infine da segnalare specificità particolari.

La classificazione di alcuni corsi d'acqua attraverso gli indici di qualità ambientale risulta, infatti, particolarmente correlata alla realtà delle pressioni antropiche sulle seguenti aste.

La **DORA RIPARIA** (e anche la **DORA DI BARDONECCHIA**) presenta lungo tutto il suo corso, salvo l'ultima sezione localizzata a Torino, un stato sufficiente con LIM =2, ma con valori di IBE compresi fra 6 e 7 e comunque con valori significativi di Escherichia Coli; sulla parte alta del bacino si evidenziano valori alti anche di conducibilità, solfati e solidi sospesi, parametri anche di origine naturale, ma sfavorevoli nei riguardi dell'indice IBE. Significative sono le problematiche legate alla presenza di impianti idroelettrici, quindi all'estensione dei tratti sottesi e depauperati, e alle manovre gestionali, che, come già segnalato, creano transitori di portata anche molto repentini risultano condizionare pesantemente la funzionalità biologica del corso d'acqua.

Peraltro anche la parte alta del **CHISONE** presenta caratteristiche simili; non per altro, fra tutte le valli montane del torinese, la val di Susa e la val Chisone, future valli olimpiche, risultano essere non solo le più antropizzate, ma anche quelle su cui negli anni recenti sono stati effettuati interventi significativi in alveo, con conseguente dissesto dell'habitat fluviale naturale preesistente.

Anche sul **CERVO** si rilevano problematiche legate agli scarichi civili e all'impatto dei prelievi irrigui sulle portate defluenti in alveo.

Un discorso a parte merita l'asta del **TANARO**, che presenta lungo il suo corso alcuni "salti" dell'indicatore SACA poco giustificabili in relazione alle effettive pressioni antropiche del territorio, ma probabilmente indotti dalla procedura di valutazione adottata, in fatti molti degli indicatori SECA e LIM sono al limite di valutazione delle rispettive classi.

## 2.2 Lo stato ecologico e ambientale dei laghi

Con riferimento all'attuale protocollo di valutazione sugli 8 laghi significativi in Piemonte si rilevano le seguenti condizioni ambientali stimate secondo il D. Lgs.152/99 dal monitoraggio ARPA:

| Lago                     | Classi D.Lgs. dei singoli parametri |                |    |     | Classi D.Lgs. finali |
|--------------------------|-------------------------------------|----------------|----|-----|----------------------|
|                          | TP                                  | O <sub>2</sub> | SD | Chl |                      |
| <b>Avigliana grande</b>  | 5                                   | 5              | 4  | 4   | <b>5</b>             |
| <b>Avigliana piccolo</b> | 4                                   | 5              | 4  | 4   | <b>5</b>             |
| <b>Candia</b>            | 5                                   | 5              | 5  | 5   | <b>5</b>             |
| <b>Sirio</b>             | 5                                   | 5              | 2  | 4   | <b>5</b>             |
| <b>Orta</b>              | 1                                   | 3              | 1  | 1   | <b>3</b>             |
| <b>Maggiore</b>          | 2                                   | 3              | 2  | 2   | <b>3</b>             |
| <b>Mergozzo</b>          | 2                                   | 4              | 1  | 1   | <b>4</b>             |
| <b>Viverone</b>          | 5                                   | 5              | 2  | 2   | <b>5</b>             |

Tabella 23 - Stato ambientale definito secondo il D. Lgs.152/99 per l'anno 2002 (fonte ARPA).

Come già segnalato nel paragrafo 1.2.1, la classificazione secondo i criteri definiti nel D. Lgs. 152/99 sembra non essere del tutto rispondente alle reali condizioni ambientali dei laghi.

Nuovi criteri di classificazione proposti dall'IRSA, che si basano sulla formulazione del CSE (cioè del nuovo sistema di Classificazione dello Stato Ecologico) utilizzando una valutazione a doppia entrata dei parametri ossigeno e fosforo e la classificazione dello stato ecologico attraverso alla normalizzazione delle singole classi, sono stati applicati da ARPA a titolo di confronto, ottenendo i seguenti risultati:

| Lago                     | Classi CSE |
|--------------------------|------------|
| <b>Avigliana grande</b>  | <b>5</b>   |
| <b>Avigliana piccolo</b> | <b>4</b>   |
| <b>Candia</b>            | <b>5</b>   |
| <b>Sirio</b>             | <b>4</b>   |
| <b>Orta</b>              | <b>2</b>   |
| <b>Maggiore</b>          | <b>2</b>   |
| <b>Mergozzo</b>          | <b>2</b>   |
| <b>Viverone</b>          | <b>4</b>   |

Tabella 24 - Stato ecologico del laghi definito secondo il metodo IRSA per l'anno 2002 (fonte ARPA).

Si osserva che l'applicazione del CSE modifica la classificazione di 6 laghi su 8 lasciando invariata solo la situazione per il lago grande di Avigliana e per quello di Candia. Il vantaggio dell'applicazione di questo metodo è in effetti tanto più sensibile sui laghi che, obiettivamente, presentano una situazione migliore, particolarmente i laghi novaresi.

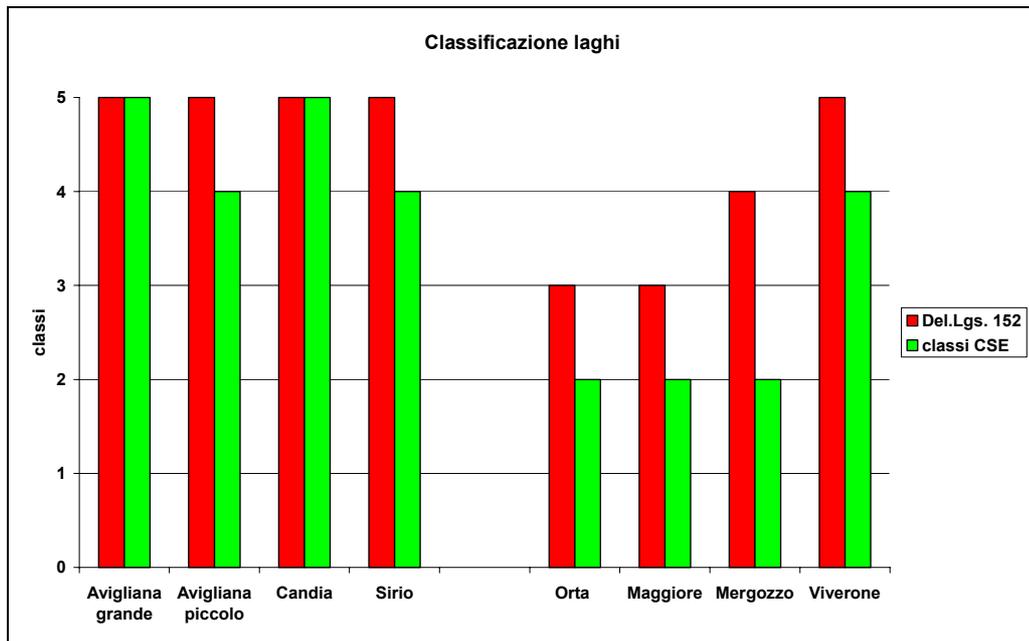


Figura 1 - Confronto fra la classificazione ex D. LGS 152/99 e il nuovo metodo CSE (fonte ARPA).

Nell'elaborato III.k/2 è riportato lo stato ecologico dei laghi stimato secondo tale nuovo metodo, che a breve diventerà il metodo ufficiale a livello nazionale.

Una trattazione più completa e dettagliata di tutti gli elementi che concorrono allo stato ambientale attuale dei laghi e alle problematiche relative alle loro caratteristiche generali qualitative, in particolare nei confronti della destinazione d'uso a scopo balneabile, è riportata nell'elaborato di fase III relativo alle aree sensibili.

### 2.3 I corpi idrici artificiali

Il D. Lgs. 152/99 prescrive che ai corpi idrici artificiali si devono applicare gli stessi elementi di qualità e gli stessi criteri di misura utilizzati per i corpi idrici superficiali naturali che più si accostano al corpo idrico artificiale in questione.

Gli obiettivi ambientali fissati per questi corpi idrici devono garantire il rispetto degli obiettivi fissati per i corpi idrici superficiali naturali ad essi connessi.

Per quanto riguarda lo stato ecologico i corpi idrici artificiali significativi devono avere un livello qualitativo corrispondente almeno a quello immediatamente più basso di quello individuato per gli analoghi corpi idrici naturali.

Per quanto riguarda lo stato chimico non devono comunque essere superate le soglie indicate per le sostanze pericolose prioritarie nella precedente tabella 2.

In particolare, nel caso di canali artificiali, la classificazione va eseguita solo sulla base dei parametri riportati nella precedente tabella 6 e del risultato del punteggio ottenuto dai macrodescrittori secondo quanto indicato in tabella 7.

ARPA, in relazione alle sue competenze, ha condotto una prima analisi sul territorio e ha individuato alcuni corpi idrici artificiali significativi ai sensi dell'Allegato 1 del D.lgs.152/99, in base al quale sono da considerare significativi tutti i canali artificiali (irrigui o scolanti, industriali, navigabili) che restituiscano almeno in parte le proprie acque in corpi idrici naturali superficiali e aventi portata di esercizio di almeno 3 m<sup>3</sup>/s.

Sul territorio piemontese, è stata considerata significativa la portata di un canale in relazione alla portata del corpo idrico recettore; sulla base di questo criterio sono stati selezionati da ARPA i canali artificiali riportati in tabella 25.

Successivamente è stato messo a punto il protocollo analitico di monitoraggio ai fini della classificazione ecologica. Sono stati previsti campionamenti trimestrali per la valutazione dell'Indice Biotico Esteso e campagne di campionamento mensili per le analisi chimiche e microbiologiche, attualmente solo sulle sezioni finali dei canali.

| Corpo Idrico                 | Codice | Punto prelievo  | Coord.<br>X | Coord.<br>Y |
|------------------------------|--------|---|-------------|-------------|
| Roggia Mora                  | 182010 | S.Pietro Mosezzo—Conf. Agogna                                     | 466937      | 5037995     |
| Colatore Sesiella            | 718010 | Vercelli - Bivio Sesia  | 456394      | 5021982     |
| Canale Carlo Alberto         | 091020 | ponte Str. Vecchia dei Pagliani                                   | 465926      | 4971947     |
| Canale De Ferrari            | 723010 | Alessandria - punto di cessione nel Rio Loreto - Fraz. S. Michele | 467299      | 4976685     |
| Canale Lanza                 | 090025 | Occimiano - scaricatore nel torrente Grana                        | 462195      | 4989010     |
| Bealera Nuova                | 722010 | Brandizzo - impianto frantumazione inerti                         | 408945      | 5002329     |
| Bedale del Corso e Rio Torto | 445010 | Saluzzo - ponte S.S. 589  | 379573      | 4947470     |
| Colatore Cervetto            | 717010 | Vercelli-Località Cappuccini-confluenza fiume Sesia               | 456007      | 5018281     |
| Naviletto della Mandria      | 804010 | Salussola - Loc. Molino dei Banditi                               | 432721      | 5031659     |
| Roggia Marcova               | 019020 | Motta De' Conti   | 463985      | 5002538     |
| Roggia Bona                  | 017020 | Caresana - cimitero   | 461474      | 5008432     |
| Roggia Ottina                | 720010 | Buronzo-confluenza Cervo  | 441221      | 5035951     |
| Canale Scaricatore           | 719010 | Quinto Vercellese-confluenza Cervo                                | 451296      | 5025134     |
| Canale di Cigliano           | 721010 | Carisio-confluenza Elvo   | 437972      | 5029242     |
| Canale dei Molini            | 724010 | Isola d'Asti-Località Molini                                      | 435750      | 4965824     |

Tabella 25 - Canali artificiali significativi oggetto di monitoraggio ex D. Lgs 152/99 (fonte ARPA).

Nel giugno 2002 è partita la fase sperimentale di tale monitoraggio, di durata 1 anno, attraverso la quale sono stati acquisite alcune informazioni indispensabili (riguardo per esempio alla regola operativa dei prelievi idrici e delle erogazioni).

Una prima valutazione dello stato qualitativo dopo un anno di monitoraggio ha portato alla definizione del seguente stato ambientale dei canali in esame:

| Corpo idrico                 | Monitoraggio | STATO ECOLOGICO | STATO AMBIENTALE | Punteggio Macrodescrittori | Liv inq macrodescr | IBE intero |
|------------------------------|--------------|-----------------|------------------|----------------------------|--------------------|------------|
| ROGGIA BONA                  | Completato   | CLASSE 3        | SUFFICIENTE      | 240                        | Livello 2          | 6          |
| ROGGIA MARCOVA               | Completato   | CLASSE 3        | SUFFICIENTE      | 260                        | Livello 2          | 6          |
| CANALE LANZA                 | n.c.         | n.c.            | n.c.             | 210                        | Livello 3          | n.c.       |
| CANALE CARLO ALBERTO         | n.c.         | n.c.            | n.c.             | 140                        | Livello 3          | n.c.       |
| ROGGIA MORA                  | Completato   | CLASSE 3        | SUFFICIENTE      | 310                        | Livello 2          | 7          |
| BEDALE DEL CORSO E RIO TORTO | Completato   | CLASSE 3        | SUFFICIENTE      | 125                        | Livello 3          | 7          |
| COLATORE CERVETTO            | n.c.         | n.c.            | n.c.             | 90                         | Livello 4          | n.c.       |
| COLATORE SESIELLA            | Completato   | CLASSE 3        | SUFFICIENTE      | 260                        | Livello 2          | 7          |
| CANALE SCARICATORE           | Completato   | CLASSE 3        | SUFFICIENTE      | 240                        | Livello 2          | 7          |
| ROGGIA OTTINA                | Completato   | CLASSE 3        | SUFFICIENTE      | 130                        | Livello 3          | 6          |
| CANALE DI CIGLIANO           | n.c.         | n.c.            | n.c.             | 280                        | Livello 2          | n.c.       |
| BEALERA NUOVA                | Completato   | CLASSE 2        | BUONO            | 240                        | Livello 2          | 8          |
| CANALE DE FERRARI            | n.c.         | n.c.            | n.c.             | 130                        | Livello 3          | n.c.       |
| CANALE DEI MOLINI            | Completato   | CLASSE 5        | PESSIMO          | 230                        | Livello 3          | 3          |
| NAVILETTO DELLA MANDRIA      | n.c.         | n.c.            | n.c.             | 100                        | Livello 4          | n.c.       |

Tabella 26 - Prima valutazione dello stato qualitativo dei corpi idrici artificiali monitorati sul periodo giugno 2002- giugno2003.

## 2.4 Le acque a specifica destinazione d'uso

Relativamente alla specifica destinazione d'uso delle acque, in Piemonte sono state designate (ex L.R.130/82) le acque dolci che richiedono protezione e miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci (acque salmonicole o acque ciprinicole); in base ai valori dei parametri di qualità conformi con quelli imperativi previsti dalla tabella 1/B dell'allegato 2 dal D. Lgs.152/99, sono classificate come acque dolci idonee alla vita dei pesci.

La classificazione di conformità è effettuata sulla base delle campagne di monitoraggio condotte da ARPA fin dagli anni '90; nella tabella seguente sono indicate le risultanze sulle sezioni di misura relative all'anno di monitoraggio 2002.

## Acque salmonicole necessitanti miglioramento nei punti di non conformità

### FIUME SESIA (dalla confluenza del torrente Artogna a Romagnano Sesia)

|   | Comune           | Stazione di campionamento   | Conformità | CQ |
|---|------------------|-----------------------------|------------|----|
| 1 | CAMPERTOGNO      | A MONTE IDROMETRO           | SI         | 2  |
| 2 | QUARONA          | FRAZ. DOCCIO                | SI         | 2  |
| 3 | SERRAVALLE SESIA | PASSERELLA                  | NO         | 3  |
| 4 | ROMAGNANO SESIA  | PT S.S. 142 (PER GATTINARA) | SI         | 3  |

### FIUME TICINO (dal Lago Maggiore al confine regionale)

|   | Comune                   | Stazione di campionamento | Conformità | CQ |
|---|--------------------------|---------------------------|------------|----|
| 1 | CASTELLETTO SOPRA TICINO | DORBIE'                   | NO         | 2  |
| 2 | OLEGGIO                  | PONTE DI FERRO            | SI         | 2  |
| 3 | BELLINZAGO NOVARESE      | CASCINONE                 | SI         | 3  |
| 4 | GALLIATE                 | CAVO ASCIUTTO             | NO         | 3  |
| 5 | CERANO                   | VILLA GIULIA              | SI         | 3  |

### FIUME PO - Tratto salmonicolo (da Crissolo alla confluenza del torrente Banna)

|   | Comune               | Stazione di campionamento         | Conformità | CQ  |
|---|----------------------|-----------------------------------|------------|-----|
| 1 | CRISSOLO             | SERRE (PASSERELLA)                | SI         | 1   |
| 2 | SANFRONT             | USCITA ABITATO                    | SI         | 2   |
| 3 | REVELLO              | PONTE SS 589                      | NO         | 2   |
| 4 | CARDE'               | PONTE ABITATO                     | SI         | 2/1 |
| 5 | VILLAFRANCA PIEMONTE | PT S.P. 139 VILLAFRANCA - MORETTA | SI         | 3   |
| 6 | CASALGRASSO          | PT PASTURASSA                     | SI         | 2/1 |
| 7 | CARMAGNOLA           | PT S.S. 20 CARMAGNOLA - CARIGNANO | SI         | 3   |

### TORRENTE STURA DI LANZO (da Lanzo alla confluenza del torrente Ceronda)

|   | Comune         | Stazione di campionamento | Conformità | CQ |
|---|----------------|---------------------------|------------|----|
| 1 | LANZO TORINESE | PT IDROMETROGRAFO         | NO         | 2  |
| 2 | CIRIE'         | PT STURA                  | NO         | 3  |
| 3 | VENARIA        | EX MARTINI                | NO         | 3  |

### Acque salmonicole necessitanti protezione

#### TORRENTE PELLICE (dalla confluenza del torrente Angrogna alla foce)

| Comune                 | Stazione di campionamento           | Conformità | CQ  |
|------------------------|-------------------------------------|------------|-----|
| 1 TORRE PELLICE        | PT BLANCIO                          | SI         | 2   |
| 2 LUSERNA SAN GIOVANNI | BOCCIARDINO                         | SI         | 2   |
| 3 GARZIGLIANA          | MADONNA DI MONTEBRUNO (PT S.S.)     | SI         | 3/4 |
| 4 VILAFRANCA PIEMONTE  | PT S.P. 130 VILAFRANCA - PANCALIERI | SI         | 3/2 |

#### TORRENTE ORCO (da Locana alla foce)

| Comune     | Stazione di campionamento | Conformità | CQ  |
|------------|---------------------------|------------|-----|
| 1 LOCANA   | FRAZIONE ROSONE           | SI         | 2   |
| 2 SPARONE  | S.S. 460 (SPARONE)        | SI         | 2   |
| 3 CUORGNE' | REG. TAVOLETTO            | SI         | 2/3 |
| 4 FELETTO  | PT S.P. FELETTO - AGLIE'  | SI         | 3   |
| 5 CHIVASSO | S.S. 11 PT PER BRANDIZZO  | SI         | 3   |

#### TORRENTE STURA DI DEMONTE (da Vinadio a Castelletto)

| Comune              | Stazione di campionamento | Conformità | CQ  |
|---------------------|---------------------------|------------|-----|
| 1 VINADIO           | PIANCHE                   | SI         | 1   |
| 2 BORG SAN DALMAZZO | PONTE PER VIGNOLO         | SI         | 1   |
| 3 CUNEO             | TETTO DEI GALLI           | SI         | 2/1 |
| 4 CASTELLETTO STURA | PONTE PER CENTALLO        | SI         | 2   |

### Acque ciprinicole necessitanti miglioramento nei punti di non conformità

#### FIUME PO - Tratto ciprinicolo (dalla confluenza del t. Banna al confine regionale)

| Comune                | Stazione di campionamento       | Conformità | CQ      |
|-----------------------|---------------------------------|------------|---------|
| 8 MONCALIERI          | PT S.S. 29 MONCALIERI - SANTENA | SI         | 3       |
| 9 TORINO              | PARCO MICHELOTTI                | SI         | 3       |
| 10 SAN MAURO TORINESE | PT S. MAURO                     | SI         | Non Cl. |
| 11 BRANDIZZO          | VIA PO                          | NO         | 4       |
| 12 LAURIANO           | EX PORTO S. SEBASTIANO          | NO         | 4       |
| 13 VERRUA SAVOIA      | PT CASTELLO VERRUA              | NO         | 4       |
| 14 TRINO              | PT S.S. 455 (PONTE DI TRINO)    | SI         | 3       |
| 15 CASALE MONFERRATO  | PT S.S. 31 CASALE - ALESSANDRIA | SI         | 3       |
| 16 VALENZA            | PT VALENZA                      | SI         | 3       |
| 17 ISOLA SANT'ANTONIO | PORTO D'ISOLA                   | SI         | 3       |

L'elaborato III.k/3 rappresenta in cartografia lo stato di conformità dei punti di monitoraggio e la conseguente condizione dei singoli tratti fluviali designati alla vita dei pesci in Piemonte.

E' infine da ricordare che alcuni dei laghi principali (Lago Maggiore, di Mergozzo, d'Orta, Viverone, Sirio) presentano acque destinate alla balneazione, secondo i requisiti di cui al decreto del Presidente della Repubblica 8 giugno 1982, n. 470 e successive modificazioni, di cui si tratta con maggior dettaglio nell'elaborato III.n/1.

### 3. ANALISI DEI DATI STORICI

#### 3.1 Elaborazioni di ARPA dei dati di monitoraggio progressi secondo il protocollo del D. Lgs.152/99

In base a quanto stabilito nel programma di attività in carico all'ARPA e con riferimento alla sottoattività "Elaborazioni dei dati qualitativi delle acque superficiali", ARPA ha raccolto, organizzato ed elaborato i dati disponibili dai precedenti censimenti dei corpi idrici regionali riguardanti la qualità delle acque superficiali nel periodo 1995 al 1999.

Tali elaborazioni, come già richiamato precedentemente, sono state utilizzate per verificare i trend delle problematiche qualitative sui corpi idrici esaminati e risultano riportate nelle schede monografiche per area idrografica di fase 4.

Dall'analisi sui dati storici condotta da ARPA, cui si rimanda integralmente per le metodologie di analisi utilizzate, si evidenzia, in breve sintesi, come sui corpi idrici piemontesi monitorati non esistano delle variazioni evidenti negli anni, specialmente per le condizioni "BUONO" e "ELEVATO"; nella tabella seguente è riportata la percentuale di punti che sono di livello buono -elevato negli ultimi anni.

| ANNO | PERCENTUALE |
|------|-------------|
| 1995 | 45%         |
| 1996 | 39%         |
| 1997 | 36%         |
| 1998 | 39%         |
| 1999 | 46%         |
| 2000 | 38%         |
| 2001 | 35%         |
| 2002 | 36%         |

Tabella 27 - Percentuale di punti con SACA buono o elevato.

L'analisi dei dati storici condotta da ARPA ha portato comunque a poter descrivere, per i corsi d'acqua con sufficienti anni di osservazione, alcuni trend evolutivi nello stato qualitativo, o di alcuni parametri significativi, sugli ultimi anni. Si riportano nel seguito alcune brevi considerazioni (fonte ARPA) per le aste più importanti. Una più dettagliata analisi delle condizioni di compromissione in atto correlate alle pressioni sul territorio è riportata nei successivi elaborati di fase 4.

Sul **Po**, per quanto riguarda LIM, IBE e SACA, dal punto di vista temporale si nota come la situazione dal 1995 sia stazionaria, se non in leggero miglioramento. Molto significativo è l'andamento spaziale degli indici che presentano livelli elevati o buoni per punti di monitoraggio montani, peggiorando gradualmente fino ad arrivare a stati scadenti, con alcuni indici che nel tempo sono risultati anche

pessimi per i punti situati a valle dell'area metropolitana torinese. Avvicinandosi alla sezione di chiusura del bacino piemontese si nota invece un relativo miglioramento generale degli indici, legato agli apporti idrici dai principali tributari, miglioramento che però non porta mai ad ottenere un SACA di livello buono. E' inoltre interessante notare come, specie per i punti critici l'indice decisivo (in negativo) sia nella quasi totalità dei casi l'IBE. Sul Po i macrodescrittori critici sono legati alla presenza sia di carico organico sia di nutrienti, indice di impatto legato prevalentemente all'urbanizzazione. In particolare sembra di interesse constatare la situazione pessima di Escherichia Coli nei punti di monitoraggio a valle dell'area urbana di Torino (a San Mauro e Brandizzo).

Sul **Tanaro**, dal punto di vista temporale, pur non potendo delineare una serie storica precisa sembra che esserci un lieve miglioramento generalizzato su tutta l'asta: infatti l'IBE, che è chiaramente il parametro critico nello stabilire il SACA su quasi tutte le sezioni, presenta i valori minimi generalmente dal 1995 al 1997. Dal punto di vista spaziale, per il Tanaro, non si individuano trend significativi. Ellero, Corsaglia e Pesio presentano indici di qualità mediamente superiori a quelli dell'asta del Tanaro, mentre Lovassino, Versa e Tiglione presentano un SACA scadente e LIM - IBE altrettanto bassi. Anche sul Tanaro i parametri macrodescrittori più critici risultano essere gli Escherichia Coli, i composti azotati e i carichi organici, che indicano significativi impatti legati all'urbanizzazione. Alcune criticità riguardo ai prodotti fitosanitari si rilevano sul tratto di Tanaro fra Neive e Castello d'Annone; meno significativi risultano i quantitativi su Corsaglia, Pesio e Ellero; storicamente invece risultano molto critici riguardo ai prodotti fitosanitari il Versa e il Tiglione. Infine per quanto riguarda metalli pesanti e solventi clorurati, per i sei anni analizzati, misure critiche di Rame sono state rilevate sia per il Tanaro a Narzole, sia per il Pesio a Carrù. Una situazione consolidata è quella del Tiglione che, a Cortiglione, presenta un trend crescente per il Cromo superando i valori soglia fissati.

Anche sul **Sesia**, per quanto riguarda IBE, LIM e SACA, dal punto di vista temporale non si assiste a variazioni evidenti su nessuno dei corsi d'acqua analizzati: tra i 22 punti che presentano indici nel 1995 e nel 2001, solo 7 variano il loro valore nel tempo e non in maniera univoca; il SACA oscilla sempre tra lo stato buono e quello sufficiente. Dal punto di vista spaziale si nota come esista un peggioramento con l'avvicinarsi alla confluenza per il Sesia, il Cervo, l'Elvo, il Tesslera e la Strona di Vallemosso. Per quanto riguarda Strona di Valduggia, Marcova, Marchiazza, Rovasenda, roggia Busca, roggia Bona negli ultimi due anni presentano sempre un SACA sufficiente. I parametri macrodescrittori più critici sono sempre quelli legati all'inquinamento di tipo urbano (Escherichia Coli); sulle aste minori (Roggia Marcova, per esempio) risultano più critici invece i composti azotati, indici di inquinamento diffuso di origine agricola. Per quanto riguarda i prodotti fitosanitari essi sono presenti su tutte le aste fluviali analizzate in modo continuativo.

Sul **Ticino sublacuale** dal punto di vista temporale sembra esserci un sostanziale equilibrio con alcune discontinuità probabilmente dovute solo ad eventi puntuali. Dal punto di vista spaziale le condizioni sono generalmente buone senza trend evidenti.

La **Dora Baltea** sembra non aver subito variazioni sostanziali nel tempo.

Sul **Pellice** dal punto di vista temporale l'unico indice sul quale si possono individuare dei trend è l'IBE e dal 1995 ad oggi si assiste ad un generale peggioramento della qualità. Dal punto di vista spaziale per il Pellice si nota chiaramente un peggioramento della qualità con l'avvicinarsi della confluenza con il Po; analogamente accade per il Chisone.

Anche sul **Malone** si assiste ad un relativo peggioramento dello stato ambientale nel tempo; sull'**Orco** la situazione è per lo più stabile per gli anni analizzati e dal punto di vista spaziale c'è un peggioramento nella zona di pianura che porta ad una qualità ambientale sufficiente a partire da Feletto.

Sul **Toce** i dati a disposizione non permettono di fare una valutazione temporale precisa, ma dal punto di vista spaziale la qualità ambientale risulta essere mediamente buona non diminuendo neanche con l'avvicinarsi al Lago Maggiore. Sulla maggior parte degli affluenti le condizioni sono invece stabilmente solo sufficienti. Le problematiche relative all'inquinamento storico a Pieve Vergante (sito Enichem) e alle conseguenti criticità prodotte sul lago Maggiore sono descritte con maggior dettaglio nell'elaborato relativo alle aree sensibili.

Sul **Bormida**, in relazione ai dati di monitoraggio storico elaborati da ARPA; dal punto di vista temporale non è possibile fare una valutazione di trend effettivo, mentre sembrano esistere due trend contrapposti tra Bormida di Spigno e di Millesimo (leggero miglioramento) e Orba (leggero peggioramento).

Su molte altre aste, in particolare quelle più decisamente compromesse quali **Banna, Chisola, Sangone, Agogna, Terdoppio, Belbo, Borbore**, la troppo breve serie dei dati disponibili non permette di poter individuare trend evolutivi, né spaziali né temporali

Altre aste a rischio di compromissione, quali la **Dora Riparia** o la **Stura di Lanzo**, mostrano dai dati storici un certo grado di recupero di qualità ambientale rispetto agli anni precedenti, sebbene, su quasi tutti i tratti di pianura, sia evidente l'assoluta prevalenza dell'Escherichia Coli come parametro critico, indice di presenza di impatti legati all'urbanizzazione.

Le aste in buone condizioni, quali per esempio la **Stura di Demonte**, non mostrano trend evidenti di evoluzione. E' da segnalare che il torrente Gesso e il torrente Vermenagna presentano storicamente valori di qualità ambientale inferiori rispetto alla media della Stura, ma comunque confermano il dato di SACA buono.

### 3.2 Indicatori ambientali da studi pregressi

Il giudizio di "stato ambientale" come descritto nel paragrafo 1.2, al di fuori delle finalità conoscitive e programmatiche del decreto e della specifica definizione dei "corsi d'acqua significativi", può essere considerato un indicatore di sintesi relativo alla qualità chimico-fisica e biologica dei corpi idrici monitorati relativi alla rete idrografica principale.

L'analisi dell'ARPA sui dati storici descritta nel paragrafo precedente ha permesso di poter confrontare le condizioni ambientali attuali con le situazione dei corsi d'acqua riscontrate nel quinquennio precedente, individuando eventuali trend evolutivi; ma altri indicatori sono stati utilizzati in passato per la caratterizzazione dello stato di qualità ambientale dei corsi d'acqua piemontesi. Questi indicatori, utilizzati per sintetizzare un giudizio qualitativo sulla risorsa idrica superficiale, sono nel seguito descritti brevemente.

### 3.2.1 Censimenti dei corpi idrici - Regione Piemonte (1993)

Fin dal lontano 1978 la Regione Piemonte ha attuato una politica di controllo della qualità delle acque, ai fini della loro tutela, in particolare attraverso la messa a punto di un sistema di monitoraggio che dagli anni '90 ha permesso una conoscenza degli aspetti quali-quantitativi delle acque regionali.

I censimenti dei corpi idrici condotti hanno costituito una notevole mole di dati che sono stati memorizzati nella apposita banca dati ambientale. Tali dati sono stati elaborati in passato attraverso indici sintetici di qualità, riferiti alle possibilità di utilizzo multiplo delle acque superficiali, definiti in base alla determinazione dei soli parametri chimico-fisici. La classificazione delle acque utilizzata, in funzione degli usi, era la seguente:

#### CLASSE A :

- approvvigionamento idrico potabile di classe 1 (acque idonee all'uso potabile mediante semplici operazioni di trattamento come la filtrazione, D.P.R. 515/82)
- Conservazione dell'ambiente naturale e di tutti gli altri usi (classe B,C,D)

#### CLASSE B:

- approvvigionamento idrico potabile di classe 2 (acque idonee all'uso potabile mediante normali processi di trattamento quali sedimentazione e filtrazione, D.P.R. 515/82)
- acque idonee alla vita dei pesci : Salmonidi (Dir. CEE 78/659)
- Conservazione dell'ambiente naturale
- Balneazione (D.P.R. 470/82) ed altri usi (classe C,D)

#### CLASSE C:

- approvvigionamento idrico potabile di classe 3 (acque che necessitano di sofisticate operazioni di trattamento, D.P.R. 515/82)
- acque idonee alla vita dei pesci : Ciprinidi (Dir. CEE 78/659)
- Conservazione dell'ambiente naturale
- Balneazione (D.P.R. 470/82)
- Uso irriguo e industriale

#### CLASSE D:

- acque idonee alla vita dei pesci : Ciprinidi (Dir. CEE 78/659)
- Uso irriguo, industriale e assenza di tossicità acuta alla vita acquatica

#### CLASSE E:

- Uso industriale con acque di pessima qualità.

Nell'ambito del III Censimento, pubblicato nel 1992, tali classi di qualità chimica sono state confrontate con le 5 classi di qualità biologica individuate dal valore IBE (che va da 0 = pessimo a 12 = ottimo), analisi empirica da cui però sono scaturite alcune interessanti considerazioni sullo stato qualitativo delle acque, che confermano in parte anche la caratterizzazione attuale condotta in base alle specifiche del D. Lgs. 152/99.

Si è osservato, in sintesi, che la coincidenza nel valutare la qualità delle acque mediante parametri chimici e biologici è legata ai casi di compromissione meno spinta (Stura di Demonte, tratti di Dora Riparia, Sesia, Tanaro) mentre in molti altri casi il sistema biologico sembra reagire in modo differenziato alla contaminazione di tipo chimico. Si sottolinea, infatti, che la componente biologica è legata anche a variabili di tipo fisico (per esempio: quantità di materiali in sospensione, variazione di portata...) e al grado di naturalità dell'ambiente fluviale.

### 3.2.2 Piani della Provincia di Torino (2000)

Nell'ambito degli studi sviluppati dalla Provincia di Torino, Dipartimento Ambiente, Servizio Pianificazione ed utilizzazione Risorse Idriche, finalizzati alla definizione di linee di gestione delle risorse idriche per i bacini idrografici dei principali affluenti del Po nel territorio provinciale, necessari per la gestione delle materie di competenza, è stato adottato un modello di valutazione della qualità idrobiologica globale dei corpi idrici (Forneris et Al., 1990), già applicato nell'ambito degli studi sulla qualità dei corsi d'acqua promossi per la redazione della "Carta Ittica della Regione Piemonte".

Nel seguito si descrive brevemente il metodo adottato.

Per la valutazione della qualità idrobiologica di un corpo idrico, utilizzando sistemi di analisi semplici e di rapida applicazione, sono necessari almeno 5 elementi conoscitivi fondamentali:

- idrologia;
- qualità chimica dell'acqua;
- qualità biologica dell'acqua;
- ittiofauna;
- carico antropico.

L'obiettivo è quello di formulare una valutazione di qualità ambientale su 5 livelli: da 1 (la qualità migliore) a 5 (la qualità peggiore) per ogni fattore.

Il giudizio finale di qualità complessiva **I** si ottiene dalla media aritmetica dei giudizi espressi per ciascuna componente ambientale:

$$I = (A*B*C*D*E)/N$$

dove:

A = fattore ambientale legato alla componente antropica;

B = fattore ambientale legato alla componente qualità chimica dell'acqua;

C = fattore ambientale legato alla componente qualità biologica dell'acqua;

D = fattore ambientale legato alla componente ittiologia;

E = fattore ambientale legato alla componente idrologica;

N = numero di fattori considerati.

I fattori indicati possono variare da 1 (ecosistema fluviale in ottime condizioni) a 5 (ecosistema fluviale in pessime condizioni).

Il fattore "idrologia" tiene conto del rapporto fra la situazione idrologica naturale di un corso d'acqua e quella reale conseguente agli usi delle acque effettuati a monte. Il giudizio può andare da 1 (ambiente idrologicamente poco o per nulla alterato) a 5 (casi di alveo asciutto).

Il fattore "qualità biologica delle acque" si basa essenzialmente sulla classificazione in 5 classi secondo il metodo I.B.E.. Il giudizio può andare da 1 (inquinamento assente) a 5 (inquinamento molto grave).

Il fattore "qualità chimica delle acque" tiene conto dei risultati delle analisi condotte sui campioni d'acqua raccolti durante le due campagne di misura, basandosi sul metodo dell' I.Q.A. (Indice di Qualità Chimica), che utilizza il rapporto fra i valori misurati relativi ad alcuni parametri e quelli di riferimento in funzione dell'utilizzo delle acque. Il giudizio può andare da 1 (acque con IQA < 2, acque di buona qualità chimica idonee ai salmonidi) a 5 (acque di pessima qualità chimica, idonee solo all'uso industriale).

Il fattore "carico antropico" si basa sulla determinazione del carico di fosforo totale teorico prodotto dal bacino imbrifero sotteso a ciascuna sezione e rapportato al deflusso medio annuo. Il giudizio può andare da 1 (carico uguale o poco superiore a quello naturale) a 5 (carico analogo a quello dei bacini più antropizzati).

Il fattore "ittiofauna" fa riferimento ai risultati ottenuti dai campionamento effettuati nelle sezioni considerate. Si passa da un giudizio pari a 1 (popolazioni ittiche ben strutturate, assenza di specie esotiche) a 5 (popolazioni ittiche sostenute quasi esclusivamente con ripopolamenti, dominanza di specie esotiche, strutture di popolamenti inesistenti).

La media dei 5 fattori determina il valore dell'indice di qualità globale attraverso il quale il modello utilizzato permettere di distinguere le sezioni di pregio (classe 1), presumibilmente altamente "naturali", da quelle allo stato attuale pesantemente alterate (classe 5).

Per tutti i principali tributari del Po della Provincia di Torino, tale metodo ha permesso sia di mettere in evidenza le maggiori criticità quanti-qualitative, sia di individuare gli ambienti che presentano caratteristiche di particolare pregio, perché hanno conservato buone condizioni ambientali o perché non risultano alterate (e pertanto, se di buona qualità, potrebbero essere suscettibili di essere utilizzate a fini idropotabili), oppure perché si possono recuperare con opportune azioni di governo.

Gli studi hanno pertanto segnalato gli ambienti fluviali di particolare pregio, anche tenendo conto sia di precedenti atti deliberativi di Enti Pubblici diversi<sup>3</sup> sia dai risultati di ricerche condotte sul reticolo idrografico a cura della Provincia stessa e della Regione Piemonte<sup>4</sup>; questi ambienti sono stati fundamentalmente individuati in funzione della tutela della fauna e della flora acquatiche e riparie e degli ecosistemi fluviali e possono costituire delle zone di valorizzazione ambientale, applicando ad esse forme di gestione della pesca particolari o forme di sperimentazione nella gestione dei rilasci.

Infine, è stata introdotta un'ulteriore classificazione delle acque secondo tre tipologie di ambiente principali:

1. Ambienti a regime di tutela;
2. Ambienti a regime di recupero;
3. Ambienti a regime normale.

**1 Ambienti a regime di tutela:** costituiscono la somma di quelli individuati secondo i seguenti criteri:

- a) ambienti compresi in aree di tutela (parchi e/o riserve nazionali, regionali, provinciali..., biotipi di interesse comunitario, oasi di protezione,...), in coerenza con le lettere a), b) e c) del comma 1 dell'art.10 del D.L.152/99;
- b) ambienti compresi nell'elenco regionale in applicazione del D.L. 130/92- lettera d) del comma 1 dell'art.10 del D.L.152/99;
- c) zone ittiche a trota marmorata e/o temolo indicate dalla Carta Ittica Relativa al Territorio della Regione Piemonte;
- d) ambienti di “...*rilevante interesse scientifico, naturalistico ambientale e produttivo in quanto costituenti habitat di specie animali o vegetali rare o in via di estinzione, ovvero in quanto sede di complessi ecosistemi acquatici...*” - lettera d) del comma 1 dell'art.10 del D.L.152/99, individuati sulla base delle attività di rilevamento sul territorio svolte nei piani d'uso;
- e) corpi idrici “.. *ove si svolgono attività tradizionali di produzione ittica sostenibile che necessitano di tutela...*” - lettera e) del comma 2 dell'art.18 del D.L.152/99<sup>5</sup>.

**2 Ambienti a regime di recupero:** sono segnalate le situazioni caratterizzate da evidenti livelli di alterazione, con esclusione di quelle per le quali si ipotizza, come unica causa (o come predominante), l'alterazione del regime idrologico (per cui si ritiene possibile il risanamento con la

---

<sup>3</sup> Aree protette nazionali, regionali e provinciali; Decreto Legislativo 130/92 ; D.G.R della Regione Piemonte 3-43684 del 8/3/95 “Biotipi di interesse comunitario”; Zone di interesse naturalistico per il D.L.152 del 11/5/99.

<sup>4</sup> Carta ittica relativa al territorio della regione piemontese (1992)

<sup>5</sup> Potrebbero essere considerati tali i migliori ambienti ove avviene il recupero delle popolazioni ittiche autoctone tramite la produzione dei Consigli di Valle.

semplice applicazione del DMV); si usano come riferimento le descrizioni riportate per i giudizi “*scadente*” e “*pessimo*” nella tabella 2 del par. 2.1.3 dell'allegato 1 del D.L.152/99.

**3 Ambiente a regime normale:** sono compresi anche i corsi d'acqua caratterizzati da una forte alterazione ambientale nei casi in cui l'unico fattore è quello di alterazione idrologica, mentre la qualità biologica è in classe prima o seconda, i parametri chimici non preoccupanti e ben inseribili nelle descrizioni riportate per i giudizi “*elevato*”, “*buono*” e “*sufficiente*” (e non compresi nelle due precedenti categorie) nella tabella 2 del par. 2.1.3 dell'allegato 1 del D.L.152/99.

Si rimanda alla specifica pubblicazione “Risorse Idriche Superficiali dei principali bacini della Provincia di Torino” (Provincia di Torino, nov. 2001) per l'elenco e la descrizione dei tratti fluviali individuati secondo le precedenti tre categorie ambientali.

### 3.2.3 Gli indicatori ambientali utilizzati sulla Stura di Lanzo

Nel dicembre 2002 è stato concluso il progetto che ha sviluppato le attività necessarie allo “*Studio del bilancio idrico e programma di riequilibrio dei prelievi d'acqua per il bacino idrografico del fiume Stura di Lanzo*”, nell'ambito del quale, è stato necessario, al fine di supportare la scelta degli scenari di gestione della risorsa idrica superficiale per verificarne gli effetti ambientali, definire opportuni indicatori in grado di caratterizzare le risposte dei corsi d'acqua a differenti condizioni di deflusso, in termini principalmente di variazione dei fattori chimici, biologici ed ecologici influenti sullo stato di qualità degli ambienti fluviali.

Per questo scopo sono stati utilizzati parametri e protocolli di valutazione vigenti, e sono state svolte le elaborazioni necessarie a renderli applicabili sul bacino della Stura di Lanzo.

La scelta degli indicatori è stata orientata ai seguenti metodi.

- Classificazione in base al D.Lgs. 152/99 dello stato ambientale dei corsi d'acqua e relativi protocolli e dati di base (monitoraggi ARPA): si tratta del sistema di indicatori fondamentale (anche in termini di legge) per le valutazioni sui corsi d'acqua significativi.
- Indicatori del comparto idraulico-biologico: parametri idraulico-strutturali e indici derivanti dal metodo dei microhabitat. Integrano l'informazione fornita dal protocollo del D.Lgs. 152/99 rispetto al comparto biologico e ad aspetti correlabili con la percezione visiva-paesaggistica dei corsi d'acqua.
- Indice di Funzionalità Fluviale: fornisce indicazioni sull'assetto ecologico globale del sistema fluviale, ad integrazione del quadro ambientale descritto dai precedenti indicatori.

Alla base della valutazione di tali indicatori sono stati utilizzati sia i dati del monitoraggio chimico-biologico regionale (ARPA), sia specifiche campagne di misura in sito, fra cui una specifica indagine sull'ittiofauna.

Per consentire di esprimere una stretta correlazione tra le portate defluenti e indicatori di stato di

qualità sotto il profilo biologico e fruizionale-paesaggistico, sono stati eseguiti rilievi in sito ed elaborazioni specifiche con il metodo dei microhabitat e con metodologie riferite a parametri idraulico-strutturali <sup>6</sup>.

I parametri idraulico-strutturali forniscono indicazioni significative in relazione alla quantità di habitat disponibile per le specie acquatiche (larghezza di deflusso, contorno bagnato), alle caratteristiche fisico/idrauliche degli habitat (numero di Froude), alla fruibilità degli stessi da parte delle specie acquatiche e per usi sociali/ricreativi (altezze di deflusso), ad aspetti di percezione visiva e paesaggistica (larghezza e altezza di deflusso). In tal modo è possibile analizzare la quantità e la diversificazione degli habitat disponibili per le biocenosi acquatiche attraverso l'analisi dei dati sintetici e distribuiti.

Il metodo dei microhabitat (Milhous et al., 1984) e gli indicatori idraulico-biologici ad esso correlati rappresentano una ulteriore specializzazione (in genere più restrittiva) rispetto agli indicatori idraulici sintetici, a cui fare riferimento nei tratti a regime di tutela di particolare interesse per l'ittiofauna. L'analisi, applicata alle curve di idoneità disponibili per la trota marmorata (principale specie bersaglio di riferimento), è stata svolta analizzando i parametri ADP totale (Area Disponibile Ponderata totale) e ADP% (Area Disponibile Ponderata %), che rappresenta la percentuale di area bagnata fruibile dalla fauna ittica nelle varie situazioni di deflusso simulate, rispetto all'area totale della superficie liquida.

L'Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F. - ANPA ottobre 2000) ha lo scopo raccogliere le informazioni relative alle principali caratteristiche ecologiche del corso d'acqua. La scheda I.F.F. si compone di 14 domande che riguardano:

- le condizioni vegetazionali delle rive e del territorio circostante al corso d'acqua ed analizzano le diverse tipologie strutturali che influenzano l'ambiente fluviale, come ad esempio l'uso del territorio o l'ampiezza della zona riparia naturale;
- l'ampiezza relativa dell'alveo bagnato e alla struttura fisica e morfologica delle rive, per le informazioni che esse forniscono sulle caratteristiche idrauliche;
- la struttura dell'alveo, con l'individuazione delle tipologie che favoriscono la diversità ambientale e la capacità di autodepurazione di un corso d'acqua;
- le caratteristiche biologiche, attraverso l'analisi strutturale delle comunità macrobentonica e macrofitica e della conformazione del detrito.

E' evidente che ciascun indicatore può descrivere le risposte relative a uno specifico comparto ambientale, significative o meno in relazione al raggiungimento di un definito obiettivo di qualità ambientale, rispetto all'azione gestionale proposta.

Nel caso della Stura di Lanzo, in cui lo stato "sufficiente" da D.Lgs. 152/99 è determinato solo dall'IBE e non esistono situazioni in condizioni "scadenti", e pertanto non si rilevano evidenti criticità correlabili ai soli carichi inquinanti, è risultato particolarmente significativo verificare l'esistenza di altri

---

<sup>6</sup> Sono metodi diffusamente utilizzati nelle valutazioni di tipo sperimentale sul deflusso minimo vitale.

fattori di criticità attraverso l'applicazione dei metodi sperimentali normalmente utilizzati per la caratterizzazione qualitativa dei corsi d'acqua.

L'applicazione di tali metodi ha portato alla definizione di una condizione di portata minima ambientale che risulta essere superiore a quella da normativa vigente, come si evidenzia nella tabella di sintesi seguente:

| <b>Fattori ambientali</b>  | <b>Stura di Lanzo a Lanzo (SLALA)</b> | <b>Stura di Lanzo a Torino (SLATO)</b> | <b>Ceronda a Venaria (CERVE)</b> |
|--|---------------------------------------|--|----------------------------------|
| DMV (Regione Piemonte)   | 2700 l/s                              | 3400 l/s                               | 450 l/s                          |
| DMV (Autorità di Bacino)   | 3500 l/s                              | 4850 l/s                               | 650 l/s                          |
| Stato ambientale (SACA-D.Lgs. 152/99)                                | buono                                 | sufficiente                            | -                                |
| Destinazione funzionale (idoneità vita pesci - D.Lgs. 152/99 All. 2) | non critico                           | -                                      | critico per temperatura          |
| IBE  | non critico                           | critico                                | -                                |
| Area Disponibile Ponderata   | 3800 l/s<br>(60 % ADP max)            | -                                      | -                                |
| Ittiofauna <sup>(1)</sup>  | buono                                 | sufficiente                            | sufficiente                      |
| Indice funzionalità fluviale   | buono                                 | scadente                               | mediocre                         |

Tabella 28 - Sintesi dei risultati degli indicatori ambientali sulla Stura di Lanzo.

#### **4. ELABORAZIONE E ANALISI DEI CARICHI INQUINANTI**

Esiste una evidente relazione fra carichi inquinanti e stato di qualità delle acque, individuata la quale è possibile determinare la massima quantità di inquinanti (possibilmente ripartendola fra le fonti di pressione presenti sul territorio) che un corpo idrico può ricevere senza alterare le sue funzionalità vitali.

Inoltre, a partire da tale relazione è possibile analizzare l'efficacia di scenari di riduzione dei carichi, attraverso adeguate misure, al fine di "guadagnare" in termini di stato generale di qualità delle acque.

La grandezza che meglio rappresenta su un asta fluviale il fenomeno dell'inquinamento, ovvero la limitazione al suo stato di funzionalità ambientale, e che sintetizza l'esistenza o meno di un problema di qualità è la concentrazione di un determinato parametro nelle acque, che deve essere inferiore a limiti prestabiliti. Si parla infatti di concentrazione massima ammissibile.

Infatti, l'Autorità di Bacino del Po, nel Piano Stralcio per il controllo dell'Eutrofizzazione (PsE) individua come obiettivo prioritario il controllo sull'asta del Po del carico dei nutrienti e definisce un obiettivo al 2016 alla sezione di Isola S. Antonio pari a 0.1 mg/l di fosforo totale e un obiettivo sul lago Maggiore di una concentrazione di fosforo pari a quella naturale incrementata del 25%.

Ma il carico, inteso come la quantità di un determinato inquinante transitante in una sezione fluviale nell'unità di tempo senza causare il superamento delle concentrazioni massime ammissibili fissate, è una grandezza derivata dalla concentrazione che assume, correlandosi alla portata defluente, il ruolo di indicatore potente che sintetizza la dinamica sul corpo idrico delle pressioni intese come somma di inquinamenti puntuali e diffusi, specialmente su base annua.

Sempre con riferimento al PsE, il carico massimo ammissibile stimato per il lago Maggiore risulta pari a 200 t/a.

La stima diretta del carico inquinante si effettua moltiplicando i valori di concentrazione per i corrispondenti valori di portata.

A partire dalle misure di concentrazione effettuate dall'ARPA sui campioni prelevati dai corsi d'acqua naturali ed analizzati secondo il protocollo di valutazione del D. Lgs.152/99, sono state quindi eseguite le necessarie elaborazioni per definire i carichi inquinanti veicolati dal reticolo superficiale, al fine di meglio definire le situazioni critiche e la loro evoluzione spazio-temporale.

#### **4.1 La stima del carico totale annuo**

La stima dei carichi inquinanti può essere condotta secondo metodi diretti o indiretti; nel primo caso si utilizzano i dati di concentrazione e portata misurati sui corpi idrici, nel secondo caso si analizzano invece le caratteristiche del sistema delle pressioni antropiche, ovvero si quantifica il contributo delle diverse fonti inquinanti.

Il metodo diretto è molto utile per la stima dei carichi inquinanti quando la base dati disponibile è consistente, ovvero ha copertura territoriale e frequenza di raccolta dati adeguata agli obiettivi dell'analisi; il metodo è di semplice applicazione (in termini anche di risorse e tempi) e offre numerose possibilità di riscontro immediato, sia riguardo a valutazioni condotte su dati pregressi, sia per la creazione di scenari differenti (dove, a parità di carico, una variazione di portata può risultare efficace o meno al raggiungimento della concentrazione limite).

L'analisi presente, quindi, basandosi sulla banca dati delle misure di ARPA, effettuate mensilmente su oltre 200 campioni prelevati sul reticolo superficiale piemontese, intende condurre una stima dei carichi sulle aste principali; un piccolo svantaggio del metodo diretto, ovvero la difficoltà nel distinguere il contributo delle diverse fonti inquinanti nella formazione dei carichi, verrà superato nelle successive attività della fase III del progetto PTA, che riguarderanno nel dettaglio l'analisi del sistema degli scarichi puntuali e delle sorgenti inquinanti diffuse, distinguendo i contributi delle diverse fonti.

Uno dei metodi maggiormente utilizzati per il calcolo dei carichi dai dati di misura diretta consiste nel considerare le misure di concentrazione disponibili come rappresentative di intervalli uniformi di

tempo; in tal caso il carico medio può essere calcolato come la media aritmetica dei carichi inquinanti riferiti ai singoli intervalli. Stesso procedimento quando si parla di carico totale annuo.

Attualmente, però, riferimento bibliografico fondamentale per la quantificazione dei carichi veicolati da corsi d'acqua monitorati sono le cosiddette "HARP<sup>7</sup> Guidelines" sviluppate nel 2000 nell'ambito del progetto della Comunità Europea legato alla Direttiva Quadro delle Acque, con riferimento al controllo dell'inquinamento da nutrienti nelle acque.

Le linee guida riguardano in particolare la quantificazione dei carichi di azoto e fosforo ed includono alcune procedure per la loro normalizzazione in relazione al dato idrologico disponibile, ovvero per la stima del carico totale annuo.

In effetti, un problema evidente per la diretta stima dei carichi veicolati è quello di valutare correttamente (se non misurata in concomitanza al prelievo del campione) la portata cui il valore di concentrazione è associato.

Inoltre, la stima del carico totale annuo di inquinanti, inteso come indicatore di pressione, soggetto quindi a azioni sul territorio attuate o attuabili per ridurlo o renderlo "ammissibile", passa attraverso la "normalizzazione" dei carichi in funzione dell'effettivo regime dei deflussi sul corso d'acqua in esame.

La formula suggerita dalle "HARP Guidelines" per il calcolo del carico totale annuo di uno specifico inquinante, utilizzando una base dati di concentrazioni e portate costituita da almeno 12 valori per ogni anno, misure su base mensile anche non ad intervalli regolari<sup>8</sup>, è la seguente:

$$L_{\text{tot}} = Q_R \cdot \frac{\sum_1^n (C_i \cdot Q_i)}{\sum_1^n (Q_i)}$$

dove:

$L_{\text{tot}}$  = carico totale annuo

$Q_R$  = portata media defluente nel periodo totale di monitoraggio

$n$  = numero di campioni prelevati nel periodo totale di monitoraggio ( $n=12$  se su base annua)

$C_i$  = concentrazione misurata nel campione

$Q_i$  = portata corrispondente al prelievo del campione

La formula è stata applicata ai dati di monitoraggio disponibili elaborati da ARPA su tutte le sezioni di misura di interesse per i principali parametri di qualità; è stato pertanto possibile ottenere una stima

---

<sup>7</sup> Harmonised Quantification and Reporting Procedure for Nutrients - A research project supported by the EC under the Fifth Framework Programme contributing to the implementation of the Key Action "Sustainable Management and Quality of Water" within the Energy, environment and Sustainable Development.

<sup>8</sup> ma almeno rappresentanti un range significativo delle portate defluenti

del carico totale annuo, di nutrienti e di composti organici, veicolato dalle principali aste fluviali piemontesi.

## **4.2 I tratti fluviali di analisi**

I corsi d'acqua oggetto degli studi del PTA sono prioritariamente quelli definiti come "significativi" sulla base dei criteri previsti nell'Allegato 1 del d.lgs. 152/1999 e individuati per il territorio piemontese nella DGR n. 46-2495 del 19/03/2001. Sono inoltre oggetto di studio i corsi d'acqua definiti, nell'ambito della citata DGR, di "rilevante interesse ambientale o potenzialmente influenti sui corsi d'acqua significativi".

Per le analisi sui carichi veicolati sul reticolo superficiale piemontese, dovendo disporre di una serie significativa di dati di portata e di concentrazione consistenti, si è ritenuto fondamentale selezionare le aste fluviali che presentano la maggior mole di dati e informazioni (in termini spazio-temporali) e trascurare quelle che, con evidenza, presentano condizioni particolari di inquinamento, legate a situazioni locali, seppur critiche .

I calcoli sono quindi stati condotti solo sui tratti fluviali su cui più facilmente si possono correlare tutte le informazioni disponibili, in modo da poter interpretare i risultati ottenuti sui carichi inquinanti veicolati da un'asta fluviale in termini spazio-temporali, correlandoli con l'analisi delle pressioni antropiche sul territorio (derivazioni e restituzioni, scarichi puntuali e diffusi, perdite ....) condotta in fase III e descritta in altri elaborati.

Risultano ovviamente di particolare interesse le aste principali del Po e del Tanaro, su cui sono localizzati numerosi punti di misura e per le quali risulta possibile rappresentare con maggior dettaglio l'evoluzione da monte verso valle dei carichi inquinanti, anche in relazione all'apporto (significativo o meno) dei tributari, analizzato in termini sia quantitativi, in modo da caratterizzarli come corpi idrici che, rispetto al recettore, hanno un'azione rispettivamente inquinante o diluente.

Sulle aste del Po e del Tanaro e sui principali tributari in prossimità della confluenza sono inoltre localizzate anche le stazioni di misura idrometriche necessarie alla valutazione delle portate defluenti in alveo attraverso le quali può essere calcolata la stima del carico istantaneo defluente.

Alcuni tratti significativi del Po e del Tanaro sono oggetto, infine, di modellazione matematica dei processi che conducono alla modificazione dei parametri caratterizzanti dalle fonti inquinanti, così come si rileva nelle sezioni di monitoraggio, ovvero tali tratti sono rappresentati attraverso la simulazione dinamica dell'apporto e della diffusione di inquinanti, come meglio descritto nell'elaborato III.o/1.

## 4.3 I parametri qualitativi di analisi e i valori di portata defluente

### 4.3.1 I parametri qualitativi

Si ritiene, in base alle considerazioni scaturite dall'analisi dei valori disponibili dal monitoraggio qualitativo condotto da ARPA, descritto nei capitoli precedenti, e anche dalla letteratura scientifica sull'argomento (HARP Guidelines), che i fattori più interessanti al fine della stima della valutazione dei carichi inquinanti sui corpi idrici superficiali siano quelli relativi al carico organico, ai nutrienti e al carico di origine civile, ovvero:

- composti azotati (nitrati, azoto ammoniacale) e azoto totale
- composti organici - BOD5 -COD
- ortofosfati e fosforo totale
- cloruri/solfati
- parametri microbiologici

Nella tabella 29 sono riportati, quindi, i parametri di interesse, indicati con gli specifici limiti di quantificazione attualmente considerati:

| Parametro                | Unità di misura | Limite quantificazione |
|--------------------------|-----------------|------------------------|
| AMMONIACA TOTALE         | mg/l NH4        | 0.04                   |
| AZOTO TOTALE             | mg/l N          |                        |
| BOD5                     | mg/l O2         | 2                      |
| CLORURI                  | mg/l            | 0.5                    |
| COD                      | mg/l O2         | 5                      |
| ESCHERICHIA COLI         | USC/100 ml      | 100                    |
| FOSFORO TOTALE           | mg/l P          | 0.05                   |
| NITRATI (AZOTO NITRICO)  | mg/l N          | 0.1                    |
| NITRITI                  | mg/l NO2        | 0.01                   |
| NITRITI (AZOTO NITROSO)  | mg/l N          | 0.003                  |
| ORTOFOSFATI              | mg/l P          | 0.05                   |
| OSSIGENO DISCIOLTO       | mg/l O2         |                        |
| OSSIGENO (% SATURAZIONE) | %               |                        |
| SOLFATI                  | mg/l            | 1                      |

Tabella 29 - Limiti di quantificazione dei parametri di interesse (fonte ARPA).

In sintesi, il significato dei parametri principali è il seguente.

*Fosforo*: è considerato il principale fattore limitante lo sviluppo vegetale nelle acque; la sua presenza è riconducibile principalmente all'immissione di scarichi di origine civile, di acque da dilavamento urbano e di suoli agricoli; può essere espresso come fosforo totale o ortofosfato.

*Ossigeno disciolto*: la concentrazione dell'ossigeno disciolto dipende da diversi fattori naturali, tra i quali la pressione parziale in atmosfera, la temperatura, la salinità, l'azione fotosintetica, le condizioni cinetiche di deflusso; la presenza di tensioattivi in superficie o di flora e plancton in alveo provocano variazioni di solubilità di tale gas. Brusche variazioni di ossigeno disciolto possono essere correlate a scarichi civili, industriali e agricoli e limitano la vita acquatica.

*COD*: esprime la quantità di ossigeno consumata per l'ossidazione chimica delle sostanze organiche e inorganiche presenti nell'acqua; elevati valori di COD possono essere indice della presenza di scarichi domestici, zootecnici e industriali.

*BOD5*: esprime la quantità di ossigeno consumata in 5 giorni per l'ossidazione biochimica, da parte di microrganismi aerobi, delle sostanze organiche presenti nell'acqua. Elevati valori di BOD5, che indica quindi la presenza di sostanze organiche biodegradabili, sono generalmente legati a fenomeni di inquinamento da scarichi civili, di industrie che trattano materiali organici (alimentari, cartiere, tessili, agricole e zootecniche).

*azoto nitroso*: rappresenta lo stato intermedio di ossidazione dell'azoto. In genere deriva da processi di ossidazione dell'ammoniaca, che si trasforma in nitriti e poi nitrati. I nitriti possono derivare anche da scarichi di attività di trattamento di materia organica, scarichi civili e di impianti di depurazione, concimi organici. E' una forma poco stabile e la sua presenza indica un processo ossidativo ancora in atto e quindi è un indice assai significativo di inquinamento recente.

*azoto nitrico*: deriva da processi di ossidazione dell'ammoniaca e quindi da scarichi di acque reflue urbane depurate e/o zootecnici, e da fertilizzanti azotati.

*ammoniaca*: è un prodotto di decomposizione di materiale organico azotato e la sua presenza nelle acque superficiali è correlata a scarichi civili, zootecnici e industriali: la sua presenza è tossica per gli organismi acquatici, provoca corrosione nelle condotte e difficoltà di clorazione.

*cloruri*: sono sempre presenti nelle acque in quanto possono avere origine minerale. Rappresentano un indice di inquinamento importante quando sono accompagnati da altri indicatori di inquinamento organico (nitrati, nitriti, ammoniaca), in quanto sono molto abbondanti nelle urine. Valori elevati possono essere collegati a scarichi civili, industriali e zootecnici e allo spandimento di fertilizzanti clorurati.

*solfati*: sono di origine naturale, dipendono dalla natura del terreno attraversato dalle acque, e sono sempre presenti; possono provenire anche da sostanze organiche, come i concimi chimici sparsi su terreni agrari.

*Escherichia coli*: le concentrazioni di coliformi fecali, batteri caratteristici della flora intestinale e delle deiezioni umane e animali, forniscono indicazioni di inquinamento in atto, data l'impossibilità di sopravvivere e riprodursi in acqua per lungo tempo.

La consistenza dei dati di misura di tali parametri sui siti del monitoraggio manuale regionale è molto alta, specialmente per gli anni recenti (dal 2000 in poi).

E' da segnalare che si è assunta la seguente ipotesi sul trattamento dei dati grezzi di misura (concordata con ARPA e con la Regione): quando il dato di misura è inferiore al suo limite di quantificazione (e quindi in banca dati compare in valore alfanumerico "...< ....") si è assunto un valore numerico di riferimento pari alla metà del valore limite di quantificazione. Pertanto i valori di concentrazione minima assunta quando la misura è disponibile ma non definita, solo nell'ambito della presente attività di valutazione dei carichi veicolati, sono i seguenti:

| <b>Parametro</b>        | <b>UM</b>  | <b>valore minimo</b> |
|-------------------------|------------|----------------------|
| AMMONIACA TOTALE        | mg/l NH4   | 0.02                 |
| AZOTO TOTALE            | mg/l N     | 0.5                  |
| BOD5                    | mg/l O2    | 1                    |
| CLORURI                 | mg/l       | 0.25                 |
| COD                     | mg/l O2    | 2.5                  |
| ESCHERICHIACOLI         | USC/100 ml | 50                   |
| FOSFORO TOTALE          | mg/l P     | 0.025                |
| NITRATI (AZOTO NITRICO) | mg/l N     | 0.05                 |
| NITRITI                 | mg/l NO2   | 0.005                |
| NITRITI (AZOTO NITROSO) | mg/l N     | 0.0015               |
| ORTOFOSFATI             | mg/l P     | 0.025                |
| SOLFATI                 | mg/l       | 0.5                  |

Tabella 30 - Valori minimi di concentrazione assunti per il calcolo dei carichi.

In appendice 3 sono riportati, a titolo di esempio, gli andamenti delle concentrazioni dei principali parametri misurate in alcune sezioni significative sulle aste del Po e del Tanaro, sia sul periodo recente sia sul periodo esteso dal 1995.

L'elaborato III.K/4 riporta, per i parametri rilevati come più significativi di compromissione ambientale, la distribuzione sul territorio delle singole componenti, secondo classi che derivano dall'applicazione del protocollo di analisi del D. Lgs.152/99 sulla base dei dati di monitoraggio disponibili per il biennio di riferimento 2001-2002.

Sono state pertanto realizzate delle cartine che rappresentano la distribuzione sul territorio dei parametri :

- IBE
- Composti organici : ossigeno disciolto. COD e BOD5
- Nutrienti: fosforo totale , azoto nitrico , azoto ammoniacale
- Batteriologici : Escherichiacoli

Il valore del 75° percentile di ciascun parametro calcolato sull'insieme dei dati misurati sul biennio 2001-2002 è rappresentato secondo le classi riportate in tabella 3 (macrodescrittori del D. Lgs. 152/99).

#### 4.3.2 Le portate in alveo

Attualmente, non è possibile disporre di una misura diretta di portata defluente contestualmente al prelievo del campione su cui si conducono successivamente le necessarie analisi di laboratorio; quindi i valori di portata istantanea da correlare alle concentrazioni rilevate durante la campagna di misura sono disponibili solo su alcuni siti strumentati con misuratore idrometrico in continuo.

Salvo i siti di monitoraggio localizzati in prossimità delle sezioni fluviali strumentate in continuo, il valore di portata istantanea deve quindi essere stimato "off-line". Le precedenti attività conoscitive del progetto PTA e la messa a punto di modelli di simulazione idrologica e di bilancio sul periodo recente hanno permesso di ricostruire i valori di portata defluente in 196 sezioni di interesse, su base giornaliera.

Nella presente attività di stima dei carichi veicolati sui corsi d'acqua piemontesi, le portate defluenti in alveo sono quindi quelle calcolate dal sistema di simulazione del bilancio idrologico sviluppato in fase II sul periodo di riferimento recente (sett.1999 - ago.2002). In questo modo si utilizzano, sulla maggior parte delle aste fluviali, non le portate teoriche naturali (stimate in fase I), bensì le portate "reali" defluenti in alveo, ovvero le portate soggette al sistema dei prelievi idrici e delle restituzioni.

Dove disponibili sono stati utilizzati anche i valori delle portate defluenti registrati nelle sezioni strumentate della rete di monitoraggio idrometrico regionale; i carichi valutati su tali sezioni sulla base dei valori misurati di portata (non simulati) sono stati confrontati con quelli stimati sulla base delle portate defluenti ricostruite dal modello.

Tale confronto è molto interessante, perché si è osservato che le portate defluenti nel modello di bilancio idrologico, stimate sulla base delle regole operative di prelievo degli utenti basate principalmente sui valori di concessione e non su modalità operative di derivazione reali, tendono talvolta a rappresentare condizioni idrologiche in alveo a valle delle derivazioni più critiche di quelle reali, e questo perché succede spesso che gli utenti stessi, nei periodi di scarsità idrica, necessariamente riducono automaticamente i loro prelievi.

Una portata defluente più bassa di quella reale porta ad una valutazione sottostimata dei carichi veicolati sul corso d'acqua. Per questo motivo, utilizzare dati di portata misurata permette di ricalibrare, dove possibile, le valutazioni dei carichi totali veicolati.

Pertanto i carichi sui corsi d'acqua del reticolo piemontese, espressi nelle sezioni fluviali riportate in tabella 31, sono calcolati come segue:

1. in termini deterministici, per i parametri significativi e solo sulle aste del Po e Tanaro con relativi affluenti principali, riproducendo l'andamento dei carichi puntuali sul periodo 1999-2002 e calcolando successivamente il carico totale annuo (utilizzando quindi i dati di portata del MIKE BASIN, scenario dinamico, e i valori puntuali di misura della concentrazione dai dati del monitoraggio ARPA)
2. in termini puntuali, per alcuni parametri e solo sulle sezioni delle stazioni di misura idrometrica della rete regionale, per analizzare l'andamento temporale reale dei carichi puntuali, da confrontare con il precedente scenario deterministico.

| SEZIONI SU ASTA PRINCIPALE  | SEZIONI SU AFFLUENTI        |
|-----------------------------|-----------------------------|
| <b>ASTA PO</b>              |                             |
| Po a Villafranca            | Pellice a Villafranca       |
| Po a Casalgrasso            | Maira a Racconigi           |
| Po a Carmagnola             | Varaita a Polonghera        |
| Po a Carignano              | Banna a Santena             |
| Po a Moncalieri             | Chisola a Moncalieri        |
| Po a Torino                 | Sangone a Torino            |
| Po a S.Mauro                | Dora Riparia a Torino       |
| Po a Brandizzo              | Stura di Lanzo a Torino     |
| Po a Lauriano               | Malone a Brandizzo          |
| Po a Verrua Savoia          | Orco a Chivasso             |
| Po a Trino                  | Dora Baltea a Saluggia      |
| Po a Casale Monferrato      | Sesia a Motta dei Conti     |
| Po a Valenza                | Tanaro a Bassignana         |
| Po a Isola                  | Scivia a Guazzora           |
| <b>ASTA TANARO</b>          |                             |
| Tanaro a Ceva               | Corsaglia a Lesegno         |
| Tanaro a Bastia             | Ellero a Bastia Mondovì     |
| Tanaro a Narzole            | Pesio a Carrù               |
| Tanaro a La Morra           | Stura di Demonte a Cherasco |
| Tanaro a Neive              | Borbore a Asti              |
| Tanaro a S. Martino Alfieri | Versa a Asti                |
| Tanaro a Asti               | Belbo a Oviglio             |
| Tanaro a Castello Annone    | Bormida ad Alessandria      |
| Tanaro a Alessandria        |                             |
| Tanaro a Montecastello      |                             |
| Tanaro a Bassignana         |                             |

Tabella 31 - Sezioni fluviali per il calcolo dei carichi.

In appendice 4 sono riportati tutti gli elementi e i dati utilizzati per la stima dei carichi sul Po e sul Tanaro (e relativi affluenti nelle sezioni di confluenza). Nell'elaborato III.k/5 sono riportati schemi di bilancio sui tratti analizzati.

#### 4.4 Analisi dei risultati

Nelle tabelle alle pagine seguenti sono riportati i risultati ottenuti nelle sezioni di analisi riguardo ai carichi totali annui dei principali parametri, espressi in tonnellate/anno, calcolati in base ai dati del monitoraggio qualitativo disponibili e ai valori di portata simulati con il modello numerico di fase II, sul periodo 2000-2001, essendo l'anno 2002 non interamente coperto dal modello di simulazione.

Sono inoltre ricalcolati i valori di concentrazione media annua associabile a tali carichi considerando il carico totale stimato e un valore di portata annua medio sul periodo considerato (valore simulato).

In alcune sezioni di analisi, localizzate in prossimità delle stazioni di misura idrometrica della rete di monitoraggio della Regione Piemonte, i calcoli di stima dei carichi defluenti in alveo sono stati condotti anche considerando i valori misurati delle portate (quelli disponibili e validati dalla Regione stessa), in quanto si è osservato che, in alcune situazioni, il modello di simulazione messo a punto in fase II<sup>9</sup> tende a sottostimare, in condizioni di magra, le portate defluenti e di conseguenza si ottiene una stima ridotta del carico totale annuo complessivo.

Il confronto su queste sezioni dei valori ottenuti dal procedimento di calcolo adottato fornisce significative indicazioni sulle future necessità di integrazione, nell'ambito del monitoraggio di controllo, delle valutazioni sulle portate realmente defluenti in alveo, attraverso la misura diretta combinata con il prelievo del campione di analisi delle acque, oppure su una miglior stima delle portate realmente prelevate (ed eventualmente restituite) dagli utenti sui tratti di interesse.

Le stazioni per le quali sono disponibili i valori di portata sul periodo di interesse 2000-2001 sono:

PO A CARIGNANO

PO A TORINO

POA ISOLA S.ANTONIO

TANARO A MONTECASTELLO

Le seguenti stazioni idrometriche localizzate alle confluenze, ed alcune altre situate lungo le aste degli affluenti, risultano attive solo dal 2001-2002 e pertanto non presentano dati di portata sul periodo preso in esame per i calcoli dei carichi; ma potranno essere utilizzate per future valutazioni.

PO A CHIVASSO

PO A CASALE

SCRIVIA A GUAZZORA

MAIRA A RACCONIGI

---

<sup>9</sup> Il modello idrologico è stato finalizzato alla definizione degli elementi di bilancio idrico sull'intero territorio regionale, attraverso la presa in conto delle utenze principali, i cui prelievi sono stati rappresentati, in mancanza di dati effettivi, con regole operative un po' rigide, che non riescono a descrivere completamente la variabilità spazio-temporale dei volumi idrici effettivamente attinti e utilizzati.

VARAITA A POLONGHERA  
 PELLICE A VILLAFRANCA  
 BANNA A SANTENA  
 DORA RIPARIA A TORINO  
 DORA BALTEA A SALUGGIA  
 CHISOLA A LA LOGGIA  
 STURA DI LANZO A TORINO  
 MALONE A BRANDIZZO

Sulle stazioni di controllo sull'asta dell'alto Po, per esempio, le differenze nella stima dei carichi totali annui che si rilevano fra le valutazioni condotte con i valori di portata istantanea misurati e quelle condotte con i valori di portata defluente (media giornaliera) simulati sono sintetizzate nella tabella seguente e mostrano scostamenti poco significativi per tali sezioni, che in effetti non risultano particolarmente alterate dalle utenze in atto.

| Stazione              |           | Ptot       | Ntot         | BOD5        | COD          |
|-----------------------|-----------|------------|--------------|-------------|--------------|
|                       |           | ton/anno   | ton/anno     | ton/anno    | ton/anno     |
| <b>PO A CARIGNANO</b> | (Qmis)    | 317        | 7510         | 2712        | 8264         |
|                       | (Qsim)    | <b>327</b> | <b>7113</b>  | <b>2814</b> | <b>8814</b>  |
|                       | delta (%) | -3%        | 5%           | -4%         | -7%          |
| <b>PO A TORINO</b>    | (Qmis)    | 308        | 10671        | 7332        | 20647        |
|                       | (Qsim)    | <b>390</b> | <b>10929</b> | <b>6763</b> | <b>18739</b> |
|                       | delta (%) | -3%        | -2%          | 8%          | 9%           |

Tabella 32 - Confronto sulla valutazione dei carichi totali utilizzando le portate misurate e le portate simulate.

## ASTA DEL PO

|           |                               | CARICHI TOTALI ANNUI |            |              |              |              |              |               |              | CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUE |             |             |             |             |
|-----------|-------------------------------|----------------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|           |                               | Ptot                 |            | Ntot         |              | BOD6         |              | COD           |              | QMEDIA                     | PTOT        | NTOT        | BOD5        | COD         |
|           |                               | g/s                  | ton/anno   | g/s          | ton/anno     | g/s          | ton/anno     | g/s           | ton/anno     | (m3/s)                     | (mg/l)      | (mg/l)      | (mg/l)      | (mg/l)      |
| STAZIONE  | <b>PO A VILAFRANCA</b>        |                      |            |              |              |              |              |               |              |                            |             |             |             |             |
| anno 2000 |                               | 1.4                  | 44         | 45.1         | 1421         | 15.1         | 475          | 55.2          | 1740         | 11.8                       | 0.12        | 3.83        | 1.28        | 4.69        |
| anno 2001 |                               | 1.2                  | 38         | 33.2         | 1047         | 9.3          | 292          | 25.1          | 792          | 8.4                        | 0.14        | 3.98        | 1.11        | 3.01        |
|           |                               | <b>1.3</b>           | <b>41</b>  | <b>39.1</b>  | <b>1234</b>  | <b>12.2</b>  | <b>384</b>   | <b>40.1</b>   | <b>1266</b>  | <b>10.1</b>                | <b>0.13</b> | <b>3.90</b> | <b>1.19</b> | <b>3.85</b> |
| STAZIONE  | <b>PO A CASALGRASSO</b>       |                      |            |              |              |              |              |               |              |                            |             |             |             |             |
| anno 2000 |                               | 7.8                  | 248        | 163.1        | 5143         | 119.0        | 3752         | 300.5         | 9476         | 65.0                       | 0.12        | 2.51        | 1.83        | 4.62        |
| anno 2001 |                               | 2.6                  | 81         | 147.3        | 4644         | 93.4         | 2946         | 321.6         | 10141        | 49.3                       | 0.05        | 2.99        | 1.90        | 6.53        |
|           |                               | <b>5.2</b>           | <b>164</b> | <b>155.2</b> | <b>4894</b>  | <b>106.2</b> | <b>3349</b>  | <b>311.0</b>  | <b>9808</b>  | <b>57.1</b>                | <b>0.09</b> | <b>2.75</b> | <b>1.86</b> | <b>5.58</b> |
| STAZIONE  | <b>PO A CARMAGNOLA</b>        |                      |            |              |              |              |              |               |              |                            |             |             |             |             |
| anno 2000 |                               | 8.5                  | 269        | 258.7        | 8159         | 150.0        | 4729         | 369.1         | 11639        | 69.5                       | 0.12        | 3.72        | 2.16        | 5.31        |
| anno 2001 |                               | 5.6                  | 178        | 209.4        | 6603         | 58.1         | 1832         | 159.0         | 5016         | 53.9                       | 0.10        | 3.88        | 1.08        | 2.95        |
|           |                               | <b>7.1</b>           | <b>224</b> | <b>234.0</b> | <b>7381</b>  | <b>104.0</b> | <b>3281</b>  | <b>264.1</b>  | <b>8327</b>  | <b>61.7</b>                | <b>0.11</b> | <b>3.80</b> | <b>1.62</b> | <b>4.13</b> |
| STAZIONE  | <b>PO A CARIGNANO</b>         |                      |            |              |              |              |              |               |              |                            |             |             |             |             |
| anno 2000 |                               | 13.5                 | 426        | 254.1        | 8014         | 108.4        | 3419         | 316.2         | 9971         | 69.5                       | 0.19        | 3.66        | 1.56        | 4.55        |
| anno 2001 |                               | 6.6                  | 209        | 222.2        | 7006         | 63.6         | 2006         | 207.9         | 6556         | 54.0                       | 0.12        | 4.11        | 1.18        | 3.85        |
|           |                               | <b>10.1</b>          | <b>317</b> | <b>238.1</b> | <b>7510</b>  | <b>86.0</b>  | <b>2712</b>  | <b>262.0</b>  | <b>8264</b>  | <b>61.8</b>                | <b>0.16</b> | <b>3.89</b> | <b>1.37</b> | <b>4.20</b> |
| STAZIONE  | <b>PO A MONCALIERI</b>        |                      |            |              |              |              |              |               |              |                            |             |             |             |             |
| anno 2000 |                               | 19.0                 | 599        | 417.0        | 13152        | 362.7        | 11440        | 999.2         | 31509        | 93.7                       | 0.20        | 4.45        | 3.87        | 10.67       |
| anno 2001 |                               | 17.2                 | 543        | 281.5        | 8876         | 170.9        | 5391         | 450.2         | 14197        | 70.9                       | 0.24        | 3.97        | 2.41        | 6.35        |
|           |                               | <b>18.1</b>          | <b>571</b> | <b>349.2</b> | <b>11014</b> | <b>266.8</b> | <b>8415</b>  | <b>724.7</b>  | <b>22853</b> | <b>82.3</b>                | <b>0.22</b> | <b>4.21</b> | <b>3.14</b> | <b>8.51</b> |
| STAZIONE  | <b>PO A TORINO</b>            |                      |            |              |              |              |              |               |              |                            |             |             |             |             |
| anno 2000 |                               | 8.9                  | 282        | 375.0        | 11827        | 392.3        | 12371        | 1063.7        | 33546        | 95.1                       | 0.09        | 3.94        | 4.12        | 11.19       |
| anno 2001 |                               | 10.6                 | 335        | 301.7        | 9516         | 72.7         | 2293         | 245.7         | 7748         | 71.1                       | 0.15        | 4.24        | 1.02        | 3.46        |
|           |                               | <b>9.8</b>           | <b>308</b> | <b>338.4</b> | <b>10671</b> | <b>232.5</b> | <b>7332</b>  | <b>654.7</b>  | <b>20647</b> | <b>83.1</b>                | <b>0.12</b> | <b>4.09</b> | <b>2.57</b> | <b>7.32</b> |
| STAZIONE  | <b>PO A S.MAURO</b>           |                      |            |              |              |              |              |               |              |                            |             |             |             |             |
| anno 2000 |                               | 19.9                 | 628        | 422.0        | 13307        | 159.1        | 5018         | 439.9         | 13874        | 132.8                      | 0.15        | 3.18        | 1.20        | 3.31        |
| anno 2001 |                               | 13.1                 | 413        | 320.5        | 10107        | 99.0         | 3121         | 309.2         | 9752         | 93.3                       | 0.14        | 3.43        | 1.06        | 3.31        |
|           |                               | <b>16.5</b>          | <b>521</b> | <b>371.2</b> | <b>11707</b> | <b>129.0</b> | <b>4070</b>  | <b>374.6</b>  | <b>11813</b> | <b>113.1</b>               | <b>0.15</b> | <b>3.31</b> | <b>1.13</b> | <b>3.31</b> |
| STAZIONE  | <b>PO A BRANDIZZO</b>         |                      |            |              |              |              |              |               |              |                            |             |             |             |             |
| anno 2000 |                               | 23.8                 | 751        | 347.1        | 10948        | 148.2        | 4673         | 490.0         | 15454        | 61.2                       | 0.39        | 5.68        | 2.42        | 8.01        |
| anno 2001 |                               | 8.4                  | 264        | 106.7        | 3365         | 55.9         | 1764         | 194.0         | 6118         | 23.3                       | 0.36        | 4.58        | 2.40        | 8.32        |
|           |                               | <b>16.1</b>          | <b>507</b> | <b>226.9</b> | <b>7156</b>  | <b>102.1</b> | <b>3219</b>  | <b>342.0</b>  | <b>10786</b> | <b>42.2</b>                | <b>0.37</b> | <b>5.13</b> | <b>2.41</b> | <b>8.17</b> |
| STAZIONE  | <b>PO A LAURIANO</b>          |                      |            |              |              |              |              |               |              |                            |             |             |             |             |
| anno 2000 |                               | 10.3                 | 325        | 554.8        | 17496        | 158.8        | 5008         | 822.8         | 25949        | 130.3                      | 0.08        | 4.26        | 1.22        | 6.32        |
| anno 2001 |                               | 4.0                  | 125        | 218.6        | 6895         | 90.5         | 2855         | 244.0         | 7695         | 75.5                       | 0.05        | 2.90        | 1.20        | 3.23        |
|           |                               | <b>7.1</b>           | <b>225</b> | <b>386.7</b> | <b>12195</b> | <b>124.7</b> | <b>3931</b>  | <b>533.4</b>  | <b>16822</b> | <b>102.9</b>               | <b>0.07</b> | <b>3.58</b> | <b>1.21</b> | <b>4.77</b> |
| STAZIONE  | <b>PO A VERRUA SAVOIA</b>     |                      |            |              |              |              |              |               |              |                            |             |             |             |             |
| anno 2000 |                               | 12.6                 | 396        | 797.7        | 25157        | 225.0        | 7096         | 927.0         | 29234        | 198.4                      | 0.06        | 4.02        | 1.13        | 4.67        |
| anno 2001 |                               | 7.1                  | 225        | 319.7        | 10082        | 148.3        | 4678         | 417.2         | 13157        | 127.6                      | 0.06        | 2.51        | 1.16        | 3.27        |
|           |                               | <b>9.8</b>           | <b>310</b> | <b>558.7</b> | <b>17619</b> | <b>186.7</b> | <b>5887</b>  | <b>672.1</b>  | <b>21195</b> | <b>163.0</b>               | <b>0.06</b> | <b>3.26</b> | <b>1.15</b> | <b>3.97</b> |
| STAZIONE  | <b>PO A TRINO</b>             |                      |            |              |              |              |              |               |              |                            |             |             |             |             |
| anno 2000 |                               | 22.5                 | 710        | 698.0        | 22014        | 322.4        | 10168        | 1031.8        | 32539        | 199.2                      | 0.11        | 3.50        | 1.62        | 5.18        |
| anno 2001 |                               | 15.7                 | 496        | 447.8        | 14122        | 379.9        | 11981        | 841.7         | 26544        | 128.5                      | 0.12        | 3.49        | 2.96        | 6.55        |
|           |                               | <b>19.1</b>          | <b>603</b> | <b>572.9</b> | <b>18068</b> | <b>351.2</b> | <b>11074</b> | <b>936.8</b>  | <b>29542</b> | <b>163.9</b>               | <b>0.12</b> | <b>3.49</b> | <b>2.29</b> | <b>5.87</b> |
| STAZIONE  | <b>PO A CASALE MONFERRATO</b> |                      |            |              |              |              |              |               |              |                            |             |             |             |             |
| anno 2000 |                               | 22.4                 | 708        | 710.3        | 22400        | 325.4        | 10262        | 858.0         | 27058        | 203.1                      | 0.11        | 3.50        | 1.60        | 4.22        |
| anno 2001 |                               | 14.7                 | 463        | 453.4        | 14299        | 300.7        | 9482         | 698.4         | 22024        | 132.4                      | 0.11        | 3.42        | 2.27        | 5.27        |
|           |                               | <b>18.6</b>          | <b>586</b> | <b>581.9</b> | <b>18350</b> | <b>313.0</b> | <b>9872</b>  | <b>778.2</b>  | <b>24541</b> | <b>167.8</b>               | <b>0.11</b> | <b>3.46</b> | <b>1.94</b> | <b>4.75</b> |
| STAZIONE  | <b>PO A VALENZA</b>           |                      |            |              |              |              |              |               |              |                            |             |             |             |             |
| anno 2000 |                               | 28.9                 | 913        | 909.2        | 28673        | 449.9        | 14188        | 1184.7        | 37361        | 272.3                      | 0.11        | 3.34        | 1.65        | 4.35        |
| anno 2001 |                               | 20.0                 | 629        | 630.6        | 19888        | 444.4        | 14014        | 1090.2        | 34380        | 188.1                      | 0.11        | 3.35        | 2.36        | 5.79        |
|           |                               | <b>24.4</b>          | <b>771</b> | <b>769.9</b> | <b>24280</b> | <b>447.1</b> | <b>14101</b> | <b>1137.4</b> | <b>35870</b> | <b>230.2</b>               | <b>0.11</b> | <b>3.35</b> | <b>2.01</b> | <b>5.07</b> |
| STAZIONE  | <b>PO A ISOLA</b>             |                      |            |              |              |              |              |               |              |                            |             |             |             |             |
| anno 2000 |                               | 14.8                 | 466        | 678.9        | 21409        | 376.7        | 11879        | 992.1         | 31286        | 421.0                      | 0.04        | 1.61        | 0.89        | 2.36        |
| anno 2001 |                               | 22.4                 | 707        | 586.2        | 18487        | 389.0        | 12268        | 933.8         | 29449        | 274.7                      | 0.08        | 2.13        | 1.42        | 3.40        |
|           |                               | <b>18.6</b>          | <b>587</b> | <b>632.6</b> | <b>19948</b> | <b>382.9</b> | <b>12074</b> | <b>962.9</b>  | <b>30367</b> | <b>347.9</b>               | <b>0.06</b> | <b>1.87</b> | <b>1.16</b> | <b>2.88</b> |

## AFFLUENTI PRINCIPALI ALL' ASTA DEL PO

|           |                                | CARICHI TOTALI ANNUI |            |              |              |              |              |              |              | CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUE |             |             |             |              |
|-----------|--------------------------------|----------------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
|           |                                | Ptot                 |            | Ntot         |              | BOD6         |              | COD          |              | QMEDIA                     | PTOT        | NTOT        | BOD5        | COD          |
|           |                                | g/s                  | ton/anno   | g/s          | ton/anno     | g/s          | ton/anno     | g/s          | ton/anno     | (m3/s)                     | (mg/l)      | (mg/l)      | (mg/l)      | (mg/l)       |
| STAZIONE  | <b>Sesia a Motta dei Conti</b> |                      |            |              |              |              |              |              |              |                            |             |             |             |              |
| anno 2000 |                                | 5.1                  | 162        | 130.6        | 4119         | 138.0        | 4353         | 675.3        | 21296        | 67.9                       | 0.08        | 1.92        | 2.03        | 9.95         |
| anno 2001 |                                | 4.8                  | 153        | 148.2        | 4675         | 98.1         | 3093         | 261.8        | 8257         | 55.6                       | 0.09        | 2.67        | 1.76        | 4.71         |
|           |                                | <b>5.0</b>           | <b>157</b> | <b>139.4</b> | <b>4397</b>  | <b>118.1</b> | <b>3723</b>  | <b>468.6</b> | <b>14776</b> | <b>61.8</b>                | <b>0.08</b> | <b>2.29</b> | <b>1.90</b> | <b>7.33</b>  |
| STAZIONE  | <b>Maira a Racconigi</b>       |                      |            |              |              |              |              |              |              |                            |             |             |             |              |
| anno 2000 |                                | 2.9                  | 93         | 61.4         | 1937         | 36.8         | 1159         | 90.4         | 2850         | 13.8                       | 0.21        | 4.45        | 2.66        | 6.54         |
| anno 2001 |                                | 1.5                  | 48         | 54.8         | 1727         | 15.3         | 484          | 42.4         | 1336         | 11.2                       | 0.13        | 4.87        | 1.37        | 3.77         |
|           |                                | <b>2.2</b>           | <b>70</b>  | <b>58.1</b>  | <b>1832</b>  | <b>26.0</b>  | <b>821</b>   | <b>66.4</b>  | <b>2093</b>  | <b>12.5</b>                | <b>0.17</b> | <b>4.66</b> | <b>2.01</b> | <b>5.16</b>  |
| STAZIONE  | <b>Varaita a Polonghera</b>    |                      |            |              |              |              |              |              |              |                            |             |             |             |              |
| anno 2000 |                                | 0.7                  | 22         | 36.9         | 1163         | 18.3         | 578          | 47.8         | 1508         | 10.5                       | 0.07        | 3.50        | 1.74        | 4.54         |
| anno 2001 |                                | 0.2                  | 7          | 35.3         | 1113         | 14.5         | 456          | 36.4         | 1147         | 9.2                        | 0.03        | 3.85        | 1.58        | 3.97         |
|           |                                | <b>0.5</b>           | <b>14</b>  | <b>36.1</b>  | <b>1138</b>  | <b>16.4</b>  | <b>517</b>   | <b>42.1</b>  | <b>1327</b>  | <b>9.8</b>                 | <b>0.05</b> | <b>3.68</b> | <b>1.66</b> | <b>4.25</b>  |
| STAZIONE  | <b>Pellice a Villafranca</b>   |                      |            |              |              |              |              |              |              |                            |             |             |             |              |
| anno 2000 |                                | 3.2                  | 100        | 61.1         | 1927         | 32.5         | 1025         | 88.3         | 2785         | 24.4                       | 0.13        | 2.50        | 1.33        | 3.61         |
| anno 2001 |                                | 1.1                  | 33         | 38.5         | 1214         | 16.6         | 522          | 58.2         | 1837         | 16.6                       | 0.06        | 2.33        | 1.00        | 3.52         |
|           |                                | <b>2.1</b>           | <b>67</b>  | <b>49.8</b>  | <b>1571</b>  | <b>24.5</b>  | <b>774</b>   | <b>73.3</b>  | <b>2311</b>  | <b>20.5</b>                | <b>0.10</b> | <b>2.41</b> | <b>1.16</b> | <b>3.57</b>  |
| STAZIONE  | <b>Sangone a Torino</b>        |                      |            |              |              |              |              |              |              |                            |             |             |             |              |
| anno 2000 |                                | 0.3                  | 10         | 13.1         | 415          | 13.5         | 425          | 42.8         | 1349         | 4.2                        | 0.07        | 3.16        | 3.24        | 10.27        |
| anno 2001 |                                | 0.2                  | 7          | 11.0         | 348          | 6.8          | 214          | 19.3         | 609          | 3.3                        | 0.06        | 3.37        | 2.08        | 5.90         |
|           |                                | <b>0.3</b>           | <b>8</b>   | <b>12.1</b>  | <b>381</b>   | <b>10.1</b>  | <b>320</b>   | <b>31.0</b>  | <b>979</b>   | <b>3.7</b>                 | <b>0.07</b> | <b>3.27</b> | <b>2.66</b> | <b>8.09</b>  |
| STAZIONE  | <b>Orco a Chivasso</b>         |                      |            |              |              |              |              |              |              |                            |             |             |             |              |
| anno 2000 |                                | 0.7                  | 21         | 51.4         | 1622         | 27.2         | 858          | 87.8         | 2768         | 26.9                       | 0.03        | 1.91        | 1.01        | 3.26         |
| anno 2001 |                                | 0.4                  | 14         | 23.6         | 744          | 19.4         | 611          | 68.0         | 2145         | 17.7                       | 0.03        | 1.33        | 1.10        | 3.85         |
|           |                                | <b>0.6</b>           | <b>18</b>  | <b>37.5</b>  | <b>1183</b>  | <b>23.3</b>  | <b>735</b>   | <b>77.9</b>  | <b>2457</b>  | <b>22.3</b>                | <b>0.03</b> | <b>1.62</b> | <b>1.05</b> | <b>3.55</b>  |
| STAZIONE  | <b>Banna a Santena</b>         |                      |            |              |              |              |              |              |              |                            |             |             |             |              |
| anno 2000 |                                | 6.1                  | 194        | 75.9         | 2393         | 96.1         | 3029         | 294.8        | 9297         | 9.8                        | 0.63        | 7.77        | 9.83        | 30.17        |
| anno 2001 |                                | 3.7                  | 116        | 46.5         | 1467         | 22.0         | 694          | 102.4        | 3229         | 6.5                        | 0.56        | 7.11        | 3.37        | 15.66        |
|           |                                | <b>4.9</b>           | <b>155</b> | <b>61.2</b>  | <b>1930</b>  | <b>59.0</b>  | <b>1862</b>  | <b>198.6</b> | <b>6263</b>  | <b>8.2</b>                 | <b>0.60</b> | <b>7.44</b> | <b>6.60</b> | <b>22.91</b> |
| STAZIONE  | <b>Dora Riparia a Torino</b>   |                      |            |              |              |              |              |              |              |                            |             |             |             |              |
| anno 2000 |                                | 0.9                  | 30         | 23.2         | 733          | 46.1         | 1454         | 97.3         | 3067         | 12.8                       | 0.07        | 1.81        | 3.59        | 7.58         |
| anno 2001 |                                | 0.4                  | 12         | 10.3         | 326          | 23.3         | 735          | 75.3         | 2375         | 11.1                       | 0.03        | 0.93        | 2.10        | 6.77         |
|           |                                | <b>0.7</b>           | <b>21</b>  | <b>16.8</b>  | <b>530</b>   | <b>34.7</b>  | <b>1095</b>  | <b>86.3</b>  | <b>2721</b>  | <b>12.0</b>                | <b>0.05</b> | <b>1.37</b> | <b>2.84</b> | <b>7.18</b>  |
| STAZIONE  | <b>Dora Baltea a Saluggia</b>  |                      |            |              |              |              |              |              |              |                            |             |             |             |              |
| anno 2000 |                                | 1.6                  | 52         | 84.5         | 2666         | 75.8         | 2391         | 285.7        | 9008         | 65.8                       | 0.03        | 1.29        | 1.15        | 4.34         |
| anno 2001 |                                | 1.2                  | 39         | 62.1         | 1958         | 49.5         | 1562         | 132.1        | 4166         | 49.5                       | 0.03        | 1.25        | 1.00        | 2.67         |
|           |                                | <b>1.4</b>           | <b>46</b>  | <b>73.3</b>  | <b>2312</b>  | <b>62.7</b>  | <b>1976</b>  | <b>208.9</b> | <b>6587</b>  | <b>57.6</b>                | <b>0.03</b> | <b>1.27</b> | <b>1.08</b> | <b>3.51</b>  |
| STAZIONE  | <b>Chisola a Moncalieri</b>    |                      |            |              |              |              |              |              |              |                            |             |             |             |              |
| anno 2000 |                                | 2.4                  | 74         | 46.7         | 1474         | 35.2         | 1109         | 97.2         | 3065         | 8.5                        | 0.28        | 5.48        | 4.12        | 11.39        |
| anno 2001 |                                | 1.2                  | 39         | 34.5         | 1088         | 12.0         | 379          | 47.0         | 1481         | 6.0                        | 0.20        | 5.76        | 2.00        | 7.84         |
|           |                                | <b>1.8</b>           | <b>57</b>  | <b>40.6</b>  | <b>1281</b>  | <b>23.6</b>  | <b>744</b>   | <b>72.1</b>  | <b>2273</b>  | <b>7.3</b>                 | <b>0.24</b> | <b>5.62</b> | <b>3.06</b> | <b>9.61</b>  |
| STAZIONE  | <b>Stura di Lanzo a Torino</b> |                      |            |              |              |              |              |              |              |                            |             |             |             |              |
| anno 2000 |                                | 0.6                  | 17         | 48.8         | 1538         | 33.5         | 1057         | 139.9        | 4411         | 22.1                       | 0.03        | 2.21        | 1.52        | 6.34         |
| anno 2001 |                                | 0.2                  | 7          | 20.9         | 658          | 10.9         | 344          | 37.6         | 1185         | 8.8                        | 0.03        | 2.38        | 1.24        | 4.29         |
|           |                                | <b>0.4</b>           | <b>12</b>  | <b>34.8</b>  | <b>1098</b>  | <b>22.2</b>  | <b>700</b>   | <b>88.7</b>  | <b>2798</b>  | <b>15.4</b>                | <b>0.03</b> | <b>2.30</b> | <b>1.38</b> | <b>5.32</b>  |
| STAZIONE  | <b>Malone a Brandizzo</b>      |                      |            |              |              |              |              |              |              |                            |             |             |             |              |
| anno 2000 |                                | 1.6                  | 49         | 58.6         | 1848         | 17.9         | 565          | 118.3        | 3731         | 14.3                       | 0.11        | 4.09        | 1.25        | 8.25         |
| anno 2001 |                                | 0.8                  | 26         | 39.6         | 1248         | 20.7         | 654          | 75.8         | 2391         | 11.8                       | 0.07        | 3.35        | 1.76        | 6.42         |
|           |                                | <b>1.2</b>           | <b>38</b>  | <b>49.1</b>  | <b>1548</b>  | <b>19.3</b>  | <b>610</b>   | <b>97.0</b>  | <b>3061</b>  | <b>13.1</b>                | <b>0.09</b> | <b>3.72</b> | <b>1.50</b> | <b>7.33</b>  |
| STAZIONE  | <b>Tanaro a Bassignana</b>     |                      |            |              |              |              |              |              |              |                            |             |             |             |              |
| anno 2000 |                                | 14.1                 | 445        | 486.5        | 15343        | 501.6        | 15819        | 1094.7       | 34521        | 144.9                      | 0.10        | 3.36        | 3.46        | 7.55         |
| anno 2001 |                                | 8.4                  | 266        | 267.5        | 8435         | 258.1        | 8141         | 573.4        | 18084        | 82.8                       | 0.10        | 3.23        | 3.12        | 6.92         |
|           |                                | <b>11.3</b>          | <b>355</b> | <b>377.0</b> | <b>11889</b> | <b>379.9</b> | <b>11980</b> | <b>834.0</b> | <b>26302</b> | <b>113.9</b>               | <b>0.10</b> | <b>3.29</b> | <b>3.29</b> | <b>7.24</b>  |
| STAZIONE  | <b>Scrvia a Guazzora</b>       |                      |            |              |              |              |              |              |              |                            |             |             |             |              |
| anno 2000 |                                | 1.0                  | 33         | 42.5         | 1341         | 39.2         | 1236         | 85.4         | 2693         | 17.7                       | 0.06        | 2.41        | 2.22        | 4.84         |
| anno 2001 |                                | 0.6                  | 19         | 51.9         | 1636         | 38.5         | 1216         | 90.3         | 2847         | 10.2                       | 0.06        | 5.10        | 3.79        | 8.88         |
|           |                                | <b>0.8</b>           | <b>26</b>  | <b>47.2</b>  | <b>1489</b>  | <b>38.9</b>  | <b>1226</b>  | <b>87.8</b>  | <b>2770</b>  | <b>13.9</b>                | <b>0.06</b> | <b>3.76</b> | <b>3.01</b> | <b>6.86</b>  |

## ASTA DEL TANARO

|           |                                    | CARICHI TOTALI ANNUI |            |              |              |              |              |              |              | CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUE |              |             |             |             |
|-----------|------------------------------------|----------------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
|           |                                    | Ptot                 |            | Ntot         |              | BOD6         |              | COD          |              | QMEDIA                     | PTOT         | NTOT        | BOD5        | COD         |
|           |                                    | g/s                  | ton/anno   | g/s          | ton/anno     | g/s          | ton/anno     | g/s          | ton/anno     | (m3/s)                     | (mg/l)       | (mg/l)      | (mg/l)      | (mg/l)      |
| STAZIONE  | <b>Tanaro a Ceva</b>               |                      |            |              |              |              |              |              |              |                            |              |             |             |             |
| anno 2000 |                                    | 0.3                  | 9          | 6.8          | 215          | 14.0         | 441          | 59.6         | 1879         | 8.1                        | 0.035        | 0.84        | 1.72        | 7.33        |
| anno 2001 |                                    | 0.1                  | 3          | 2.6          | 81           | 4.9          | 156          | 12.7         | 400          | 4.0                        | 0.025        | 0.65        | 1.24        | 3.18        |
|           |                                    | <b>0.2</b>           | <b>6</b>   | <b>4.7</b>   | <b>148</b>   | <b>9.5</b>   | <b>298</b>   | <b>36.1</b>  | <b>1139</b>  | <b>6.1</b>                 | <b>0.030</b> | <b>0.74</b> | <b>1.48</b> | <b>5.25</b> |
| STAZIONE  | <b>Tanaro a Bastia</b>             |                      |            |              |              |              |              |              |              |                            |              |             |             |             |
| anno 2000 |                                    | 2.1                  | 67         | 28.0         | 884          | 46.3         | 1460         | 165.4        | 5215         | 32.3                       | 0.066        | 0.87        | 1.43        | 5.12        |
| anno 2001 |                                    | 0.4                  | 13         | 13.6         | 429          | 22.6         | 714          | 57.9         | 1826         | 16.9                       | 0.025        | 0.81        | 1.34        | 3.44        |
|           |                                    | <b>1.3</b>           | <b>40</b>  | <b>20.8</b>  | <b>656</b>   | <b>34.5</b>  | <b>1087</b>  | <b>111.6</b> | <b>3521</b>  | <b>24.6</b>                | <b>0.046</b> | <b>0.84</b> | <b>1.39</b> | <b>4.28</b> |
| STAZIONE  | <b>Tanaro a Narzole</b>            |                      |            |              |              |              |              |              |              |                            |              |             |             |             |
| anno 2000 |                                    | 1.7                  | 53         | 70.0         | 2206         | 95.3         | 3006         | 279.6        | 8818         | 43.1                       | 0.039        | 1.62        | 2.21        | 6.48        |
| anno 2001 |                                    | 1.2                  | 38         | 42.5         | 1340         | 52.8         | 1665         | 126.6        | 3992         | 22.8                       | 0.053        | 1.86        | 2.31        | 5.54        |
|           |                                    | <b>1.4</b>           | <b>46</b>  | <b>56.2</b>  | <b>1773</b>  | <b>74.1</b>  | <b>2335</b>  | <b>203.1</b> | <b>6405</b>  | <b>33.0</b>                | <b>0.046</b> | <b>1.74</b> | <b>2.26</b> | <b>6.01</b> |
| STAZIONE  | <b>Tanaro a La Morra</b>           |                      |            |              |              |              |              |              |              |                            |              |             |             |             |
| anno 2000 |                                    | 7.5                  | 238        | 186.1        | 5867         | 127.2        | 4010         | 356.4        | 11239        | 73.0                       | 0.103        | 2.55        | 1.74        | 4.89        |
| anno 2001 |                                    | 1.0                  | 33         | 107.3        | 3384         | 44.3         | 1398         | 123.7        | 3902         | 36.5                       | 0.028        | 2.94        | 1.22        | 3.39        |
|           |                                    | <b>4.3</b>           | <b>135</b> | <b>146.7</b> | <b>4626</b>  | <b>85.7</b>  | <b>2704</b>  | <b>240.1</b> | <b>7571</b>  | <b>54.7</b>                | <b>0.066</b> | <b>2.75</b> | <b>1.48</b> | <b>4.14</b> |
| STAZIONE  | <b>Tanaro a Neive</b>              |                      |            |              |              |              |              |              |              |                            |              |             |             |             |
| anno 2000 |                                    | 4.7                  | 148        | 195.2        | 6155         | 113.7        | 3587         | 449.3        | 14169        | 74.0                       | 0.063        | 2.64        | 1.54        | 6.07        |
| anno 2001 |                                    | 1.0                  | 32         | 130.1        | 4103         | 50.6         | 1597         | 173.1        | 5460         | 37.0                       | 0.027        | 3.52        | 1.37        | 4.68        |
|           |                                    | <b>2.9</b>           | <b>90</b>  | <b>162.6</b> | <b>5129</b>  | <b>82.2</b>  | <b>2592</b>  | <b>311.2</b> | <b>9815</b>  | <b>55.5</b>                | <b>0.045</b> | <b>3.08</b> | <b>1.45</b> | <b>5.38</b> |
| STAZIONE  | <b>Tanaro a S. Martino Alfieri</b> |                      |            |              |              |              |              |              |              |                            |              |             |             |             |
| anno 2000 |                                    | 5.4                  | 169        | 204.6        | 6453         | 125.4        | 3954         | 444.4        | 14014        | 74.7                       | 0.072        | 2.74        | 1.68        | 5.95        |
| anno 2001 |                                    | 1.2                  | 38         | 186.1        | 5869         | 64.7         | 2041         | 211.8        | 6678         | 38.0                       | 0.032        | 4.90        | 1.70        | 5.57        |
|           |                                    | <b>3.3</b>           | <b>104</b> | <b>195.4</b> | <b>6161</b>  | <b>95.0</b>  | <b>2997</b>  | <b>328.1</b> | <b>10346</b> | <b>56.3</b>                | <b>0.052</b> | <b>3.82</b> | <b>1.69</b> | <b>5.76</b> |
| STAZIONE  | <b>Tanaro a Asti</b>               |                      |            |              |              |              |              |              |              |                            |              |             |             |             |
| anno 2000 |                                    | 6.3                  | 197        | 249.4        | 7864         | 158.8        | 5008         | 502.1        | 15836        | 79.8                       | 0.078        | 3.12        | 1.99        | 6.29        |
| anno 2001 |                                    | 1.4                  | 45         | 163.0        | 5140         | 90.5         | 2854         | 248.8        | 7847         | 42.5                       | 0.033        | 3.83        | 2.13        | 5.85        |
|           |                                    | <b>3.8</b>           | <b>121</b> | <b>206.2</b> | <b>6502</b>  | <b>124.6</b> | <b>3931</b>  | <b>375.5</b> | <b>11841</b> | <b>61.2</b>                | <b>0.056</b> | <b>3.48</b> | <b>2.06</b> | <b>6.07</b> |
| STAZIONE  | <b>Tanaro a Castello Annone</b>    |                      |            |              |              |              |              |              |              |                            |              |             |             |             |
| anno 2000 |                                    | 14.0                 | 441        | 234.6        | 7399         | 177.7        | 5605         | 511.3        | 16125        | 81.7                       | 0.171        | 2.87        | 2.17        | 6.26        |
| anno 2001 |                                    | 1.5                  | 46         | 205.6        | 6485         | 94.7         | 2985         | 276.9        | 8732         | 44.2                       | 0.033        | 4.65        | 2.14        | 6.26        |
|           |                                    | <b>7.7</b>           | <b>244</b> | <b>220.1</b> | <b>6942</b>  | <b>136.2</b> | <b>4295</b>  | <b>394.1</b> | <b>12428</b> | <b>63.0</b>                | <b>0.102</b> | <b>3.76</b> | <b>2.16</b> | <b>6.26</b> |
| STAZIONE  | <b>Tanaro a Alessandria</b>        |                      |            |              |              |              |              |              |              |                            |              |             |             |             |
| anno 2000 |                                    | 8.1                  | 256        | 269.9        | 8511         | 251.3        | 7926         | 509.5        | 16067        | 90.6                       | 0.090        | 2.98        | 2.77        | 5.62        |
| anno 2001 |                                    | 6.0                  | 191        | 165.8        | 5230         | 136.9        | 4318         | 314.9        | 9931         | 50.6                       | 0.120        | 3.28        | 2.71        | 6.23        |
|           |                                    | <b>7.1</b>           | <b>223</b> | <b>217.9</b> | <b>6871</b>  | <b>194.1</b> | <b>6122</b>  | <b>412.2</b> | <b>12999</b> | <b>70.6</b>                | <b>0.105</b> | <b>3.13</b> | <b>2.74</b> | <b>5.92</b> |
| STAZIONE  | <b>Tanaro a Montecastello</b>      |                      |            |              |              |              |              |              |              |                            |              |             |             |             |
| anno 2000 |                                    | 13.3                 | 418        | 497.9        | 15703        | 407.7        | 12857        | 1144.8       | 36104        | 143.8                      | 0.092        | 3.46        | 2.83        | 7.96        |
| anno 2001 |                                    | 9.0                  | 285        | 287.3        | 9061         | 246.0        | 7757         | 582.5        | 18369        | 82.0                       | 0.110        | 3.50        | 3.00        | 7.10        |
|           |                                    | <b>11.2</b>          | <b>352</b> | <b>392.6</b> | <b>12382</b> | <b>326.8</b> | <b>10307</b> | <b>863.7</b> | <b>27236</b> | <b>112.9</b>               | <b>0.101</b> | <b>3.48</b> | <b>2.92</b> | <b>7.53</b> |
| STAZIONE  | <b>Tanaro a Bassignana</b>         |                      |            |              |              |              |              |              |              |                            |              |             |             |             |
| anno 2000 |                                    | 14.1                 | 445        | 486.5        | 15343        | 501.6        | 15819        | 1094.7       | 34521        | 144.9                      | 0.097        | 3.36        | 3.46        | 7.55        |
| anno 2001 |                                    | 8.4                  | 266        | 267.5        | 8435         | 258.1        | 8141         | 573.4        | 18084        | 82.8                       | 0.102        | 3.23        | 3.12        | 6.92        |
|           |                                    | <b>11.3</b>          | <b>355</b> | <b>377.0</b> | <b>11889</b> | <b>379.9</b> | <b>11980</b> | <b>834.0</b> | <b>26302</b> | <b>113.9</b>               | <b>0.100</b> | <b>3.29</b> | <b>3.29</b> | <b>7.24</b> |

## AFFLUENTI PRINCIPALI ALL'ASTA DEL TANARO

|           |                                    | CARICHI TOTALI ANNUI |           |              |             |              |             |              |             | CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUE |             |             |              |              |
|-----------|------------------------------------|----------------------|-----------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|----------------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
|           |                                    | Ptot                 |           | Ntot         |             | BOD6         |             | COD          |             | QMEDIA                     | PTOT        | NTOT        | BOD5         | COD          |
|           |                                    | g/s                  | ton/anno  | g/s          | ton/anno    | g/s          | ton/anno    | g/s          | ton/anno    | (m3/s)                     | (mg/l)      | (mg/l)      | (mg/l)       | (mg/l)       |
| STAZIONE  | <b>Versa a Asti</b>                |                      |           |              |             |              |             |              |             |                            |             |             |              |              |
| anno 2000 |                                    | 0.5                  | 14        | 10.5         | 332         | 14.3         | 451         | 30.4         | 959         | 1.9                        | 0.24        | 5.54        | 7.53         | 16.00        |
| anno 2001 |                                    | 0.2                  | 6         | 11.3         | 356         | 9.5          | 301         | 21.1         | 665         | 1.7                        | 0.11        | 6.64        | 5.61         | 12.41        |
|           |                                    | <b>0.3</b>           | <b>10</b> | <b>10.9</b>  | <b>344</b>  | <b>11.9</b>  | <b>376</b>  | <b>25.8</b>  | <b>812</b>  | <b>1.8</b>                 | <b>0.17</b> | <b>6.09</b> | <b>6.57</b>  | <b>14.21</b> |
| STAZIONE  | <b>Borbore a Asti</b>              |                      |           |              |             |              |             |              |             |                            |             |             |              |              |
| anno 2000 |                                    | 1.1                  | 36        | 15.7         | 496         | 36.2         | 1142        | 80.0         | 2522        | 3.0                        | 0.38        | 5.28        | 12.16        | 26.86        |
| anno 2001 |                                    | 0.6                  | 20        | 17.8         | 562         | 29.4         | 927         | 66.6         | 2099        | 2.6                        | 0.25        | 6.83        | 11.28        | 25.54        |
|           |                                    | <b>0.9</b>           | <b>28</b> | <b>16.8</b>  | <b>529</b>  | <b>32.8</b>  | <b>1034</b> | <b>73.3</b>  | <b>2311</b> | <b>2.8</b>                 | <b>0.31</b> | <b>6.06</b> | <b>11.72</b> | <b>26.20</b> |
| STAZIONE  | <b>Pesio a Carrù</b>               |                      |           |              |             |              |             |              |             |                            |             |             |              |              |
| anno 2000 |                                    | 0.4                  | 13        | 7.1          | 222         | 5.9          | 186         | 22.3         | 703         | 2.6                        | 0.16        | 2.74        | 2.29         | 8.66         |
| anno 2001 |                                    | 0.0                  | 1         | 3.9          | 124         | 2.4          | 76          | 6.9          | 218         | 1.4                        | 0.03        | 2.82        | 1.74         | 4.99         |
|           |                                    | <b>0.2</b>           | <b>7</b>  | <b>5.5</b>   | <b>173</b>  | <b>4.2</b>   | <b>131</b>  | <b>14.6</b>  | <b>461</b>  | <b>2.0</b>                 | <b>0.09</b> | <b>2.78</b> | <b>2.02</b>  | <b>6.82</b>  |
| STAZIONE  | <b>Stura di Demonte a Cherasco</b> |                      |           |              |             |              |             |              |             |                            |             |             |              |              |
| anno 2000 |                                    | 1.2                  | 37        | 88.8         | 2800        | 77.6         | 2448        | 197.4        | 6225        | 26.0                       | 0.04        | 3.41        | 2.98         | 7.58         |
| anno 2001 |                                    | 0.3                  | 11        | 26.5         | 836         | 21.3         | 671         | 53.0         | 1673        | 11.3                       | 0.03        | 2.35        | 1.88         | 4.70         |
|           |                                    | <b>0.8</b>           | <b>24</b> | <b>57.7</b>  | <b>1818</b> | <b>49.4</b>  | <b>1559</b> | <b>125.2</b> | <b>3949</b> | <b>18.7</b>                | <b>0.04</b> | <b>2.88</b> | <b>2.43</b>  | <b>6.14</b>  |
| STAZIONE  | <b>Ellero a Bastia Mondovì</b>     |                      |           |              |             |              |             |              |             |                            |             |             |              |              |
| anno 2000 |                                    | 0.5                  | 16        | 8.4          | 266         | 9.1          | 286         | 43.2         | 1362        | 5.1                        | 0.10        | 1.66        | 1.78         | 8.49         |
| anno 2001 |                                    | 0.1                  | 2         | 5.6          | 176         | 5.6          | 178         | 15.2         | 479         | 2.9                        | 0.03        | 1.90        | 1.92         | 5.17         |
|           |                                    | <b>0.3</b>           | <b>9</b>  | <b>7.0</b>   | <b>221</b>  | <b>7.4</b>   | <b>232</b>  | <b>29.2</b>  | <b>920</b>  | <b>4.0</b>                 | <b>0.06</b> | <b>1.78</b> | <b>1.85</b>  | <b>6.83</b>  |
| STAZIONE  | <b>Corsaglia a Lesegno</b>         |                      |           |              |             |              |             |              |             |                            |             |             |              |              |
| anno 2000 |                                    | 0.1                  | 2         | 2.0          | 62          | 7.4          | 233         | 19.2         | 607         | 3.1                        | 0.03        | 0.64        | 2.41         | 6.26         |
| anno 2001 |                                    | 0.0                  | 1         | 1.0          | 30          | 1.7          | 54          | 4.4          | 138         | 1.6                        | 0.03        | 0.59        | 1.05         | 2.67         |
|           |                                    | <b>0.1</b>           | <b>2</b>  | <b>1.5</b>   | <b>46</b>   | <b>4.6</b>   | <b>144</b>  | <b>11.8</b>  | <b>372</b>  | <b>2.4</b>                 | <b>0.03</b> | <b>0.61</b> | <b>1.73</b>  | <b>4.47</b>  |
| STAZIONE  | <b>Belbo a Oviglio</b>             |                      |           |              |             |              |             |              |             |                            |             |             |              |              |
| anno 2000 |                                    | 0.8                  | 26        | 24.7         | 777         | 36.1         | 1138        | 64.3         | 2028        | 5.9                        | 0.14        | 4.19        | 6.14         | 10.93        |
| anno 2001 |                                    | 0.1                  | 4         | 17.0         | 537         | 17.9         | 563         | 36.9         | 1164        | 3.1                        | 0.05        | 5.56        | 5.84         | 12.06        |
|           |                                    | <b>0.5</b>           | <b>15</b> | <b>20.8</b>  | <b>657</b>  | <b>27.0</b>  | <b>851</b>  | <b>50.6</b>  | <b>1596</b> | <b>4.5</b>                 | <b>0.09</b> | <b>4.88</b> | <b>5.99</b>  | <b>11.50</b> |
| STAZIONE  | <b>Bormida ad Alessandria</b>      |                      |           |              |             |              |             |              |             |                            |             |             |              |              |
| anno 2000 |                                    | 1.9                  | 59        | 154.1        | 4861        | 133.9        | 4223        | 348.6        | 10993       | 51.7                       | 0.04        | 2.98        | 2.59         | 6.74         |
| anno 2001 |                                    | 1.3                  | 41        | 111.9        | 3528        | 102.7        | 3237        | 238.8        | 7532        | 30.1                       | 0.04        | 3.72        | 3.41         | 7.93         |
|           |                                    | <b>1.6</b>           | <b>50</b> | <b>133.0</b> | <b>4194</b> | <b>118.3</b> | <b>3730</b> | <b>293.7</b> | <b>9262</b> | <b>40.9</b>                | <b>0.04</b> | <b>3.35</b> | <b>3.00</b>  | <b>7.34</b>  |

Alcuni elementi messi in evidenza dall'analisi dei dati disponibili condotta per stimare i carichi inquinanti sul reticolo piemontese portano ad interpretare con una certa cautela i valori ottenuti.

Oltre ai sovraccarichi elementi di sottostima (comunque leggera) dei carichi totali annui legati ad una valutazione modellistica troppo cautelativa delle situazioni di magra, ovvero portate defluenti molto basse nei tratti di analisi sottesi da derivazioni in atto, ci sono alcuni altri fattori da tenere in considerazione, fra cui il fatto che i grandi canali a scopo irriguo, i quali prelevano volumi idrici significativi dalle aste principali, prelevano anche frazioni talvolta consistenti dei carichi inquinanti totali veicolati e li distribuiscono sul territorio attraverso il reticolo artificiale.

Questo spiega il perché di alcune diminuzioni di carico in alveo fra una sezione e quella successiva senza che si possa ipotizzare né la presenza di tributari con effetti non inquinanti, bensì diluenti, né la presenza di evidenti fenomeni di riduzione dei carichi veicolati legati alla capacità di autodepurazione delle aste stesse.

Inoltre, dall'analisi dei dati grezzi dai monitoraggi sul biennio disponibili dalla banca dati ARPA si rilevano alcune situazioni dubbie legate a valori molto alti di concentrazione misurata per alcuni parametri, su alcune campagne, per determinati siti, senza alcuna correlazione evidente (si ritiene possa trattarsi di errori contenuti nel database).

Si ritiene comunque che gli ordini di grandezza delle stime condotte, specialmente in termini relativi rispetto ai valori sulle aste principali di Po e Tanaro, siano del tutto significativi, come si può vedere dal bilancio condotti sulle aste stesse e rappresentate nell'elaborato III.k/5.

Mediamente i tributari non troppo inquinati provocano un effetto diluente dei carichi transitanti sulle aste principali, specialmente rispetto ai composti nutrienti; ma in moltissimi casi i tributari veicolano invece un maggiore quantitativo di carico organico che aumenta le concentrazioni nel recettore finale.

Corpi idrici come gli affluenti minori dell'area sud di Torino (Banna, Chisola..) sono invece pesantemente inquinanti rispetto al Po (il Po a Moncalieri presenta concentrazioni piuttosto alte di nutrienti). Simile è l'effetto del Belbo e del Bormida sul Tanaro.

Su alcuni tratti fluviali sono significativi e di particolare interesse, e sui quali, pertanto, si dovrà indagare oltre in fase IV, alcuni "salti" lungo le aste dei valori calcolati, che spesso mettono in evidenza situazioni particolari, come scarichi puntuali significativi (il Po a Brandizzo) oppure diversioni o restituzioni idriche sull'asta principale.

Sugli schemi del reticolo principale regionale sono indicati i valori di carico totale annuo veicolato da tutti i tributari principali e le rispettive portate medie contribuenti; in questo modo si evidenzia come un affluente si comporti nei confronti del corpo idrico principale, ovvero se è inquinante o se ha funzione diluente.

## **APPENDICE 1**

**Carta delle stazioni idrometriche e di qualità  
della rete di monitoraggio della Regione  
Piemonte**

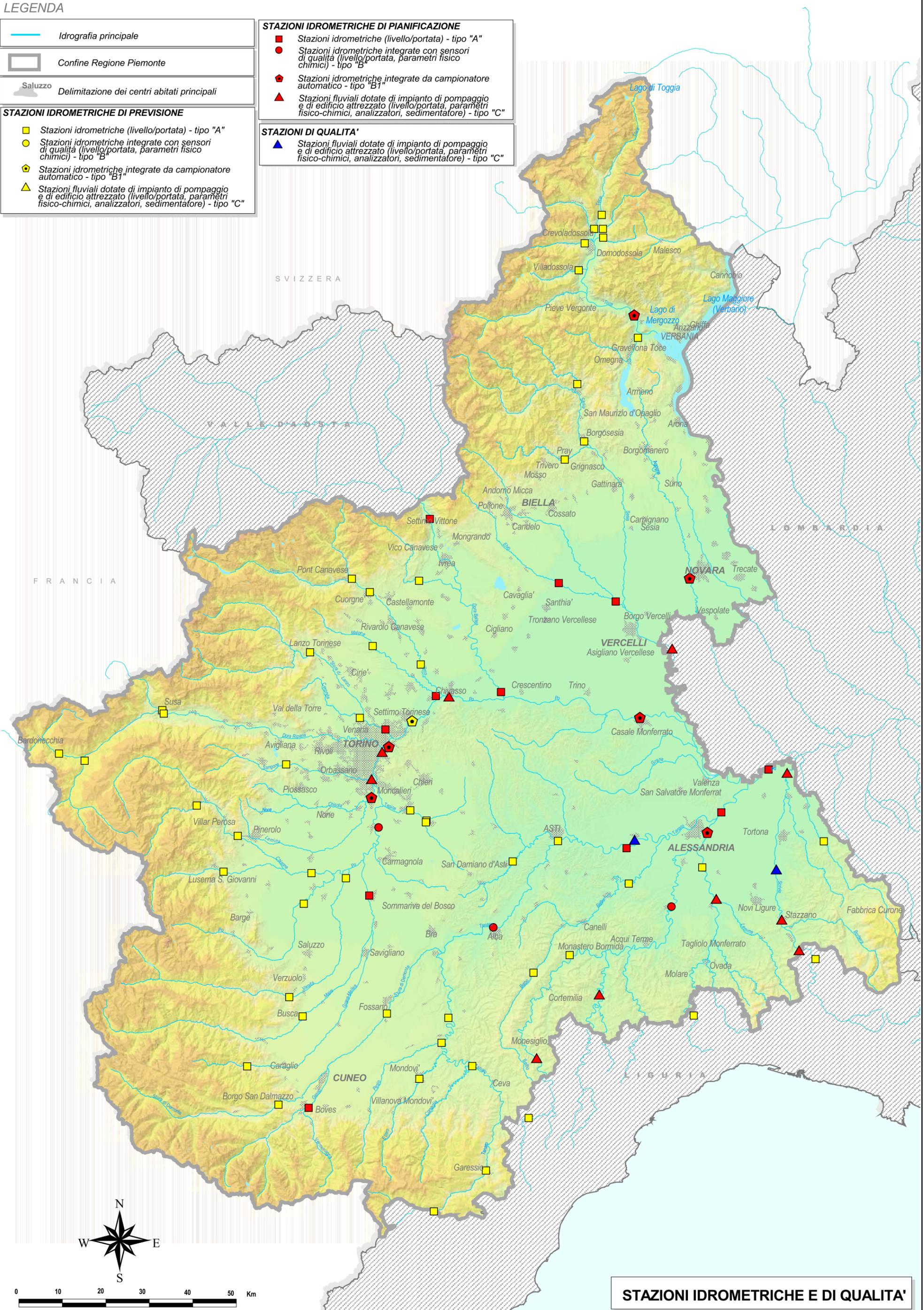
**LEGENDA**

-  Idrografia principale
-  Confine Regione Piemonte
-  Saluzzo  
Delimitazione dei centri abitati principali

- STAZIONI IDROMETRICHE DI PREVISIONE**
-  Stazioni idrometriche (livello/portata) - tipo "A"
  -  Stazioni idrometriche integrate con sensori di qualità (livello/portata, parametri fisico-chimici) - tipo "B"
  -  Stazioni idrometriche integrate da campionatore automatico - tipo "B1"
  -  Stazioni fluviali dotate di impianto di pompaggio e di edificio attrezzato (livello/portata, parametri fisico-chimici, analizzatori, sedimentatore) - tipo "C"

- STAZIONI IDROMETRICHE DI PIANIFICAZIONE**
-  Stazioni idrometriche (livello/portata) - tipo "A"
  -  Stazioni idrometriche integrate con sensori di qualità (livello/portata, parametri fisico-chimici) - tipo "B"
  -  Stazioni idrometriche integrate da campionatore automatico - tipo "B1"
  -  Stazioni fluviali dotate di impianto di pompaggio e di edificio attrezzato (livello/portata, parametri fisico-chimici, analizzatori, sedimentatore) - tipo "C"

- STAZIONI DI QUALITA'**
-  Stazioni fluviali dotate di impianto di pompaggio e di edificio attrezzato (livello/portata, parametri fisico-chimici, analizzatori, sedimentatore) - tipo "C"



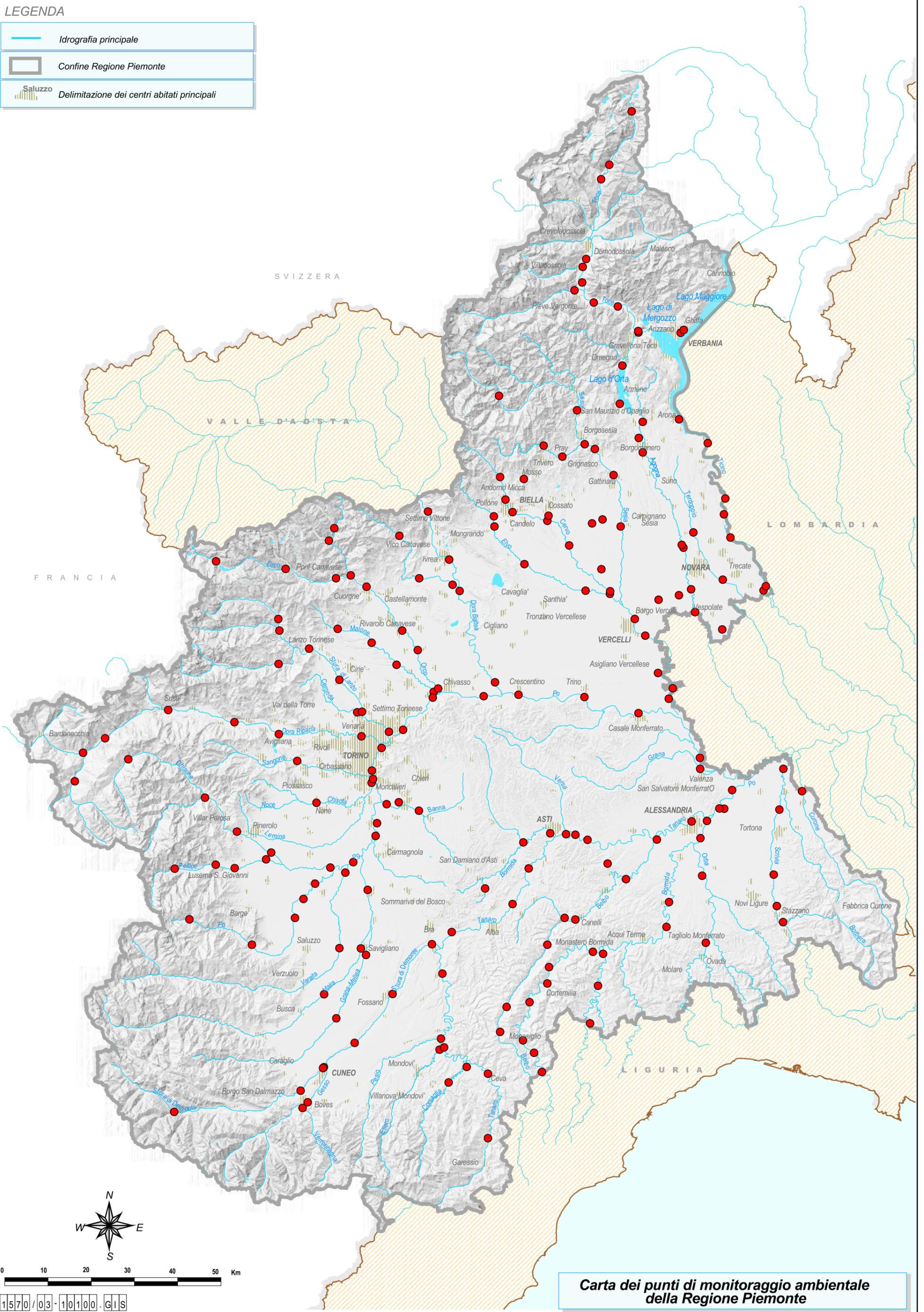
**STAZIONI IDROMETRICHE E DI QUALITA'**

## **APPENDICE 2**

### **Carta dei punti di campionamento della rete di monitoraggio della Regione Piemonte**

LEGENDA

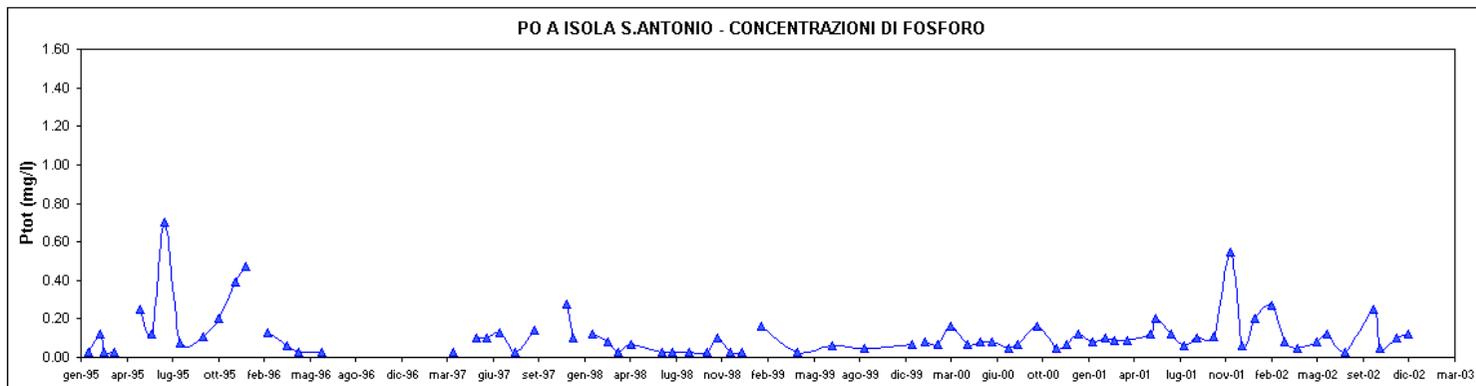
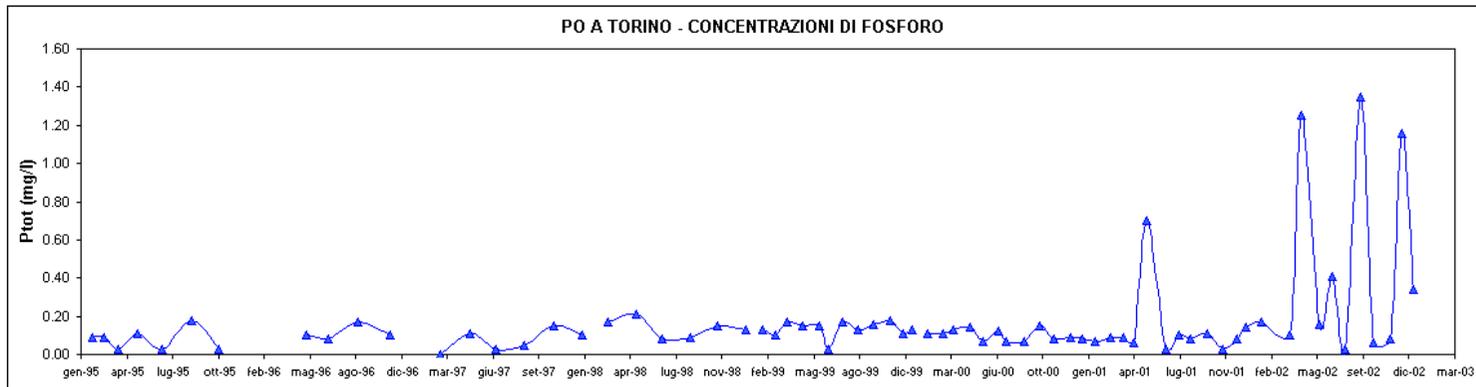
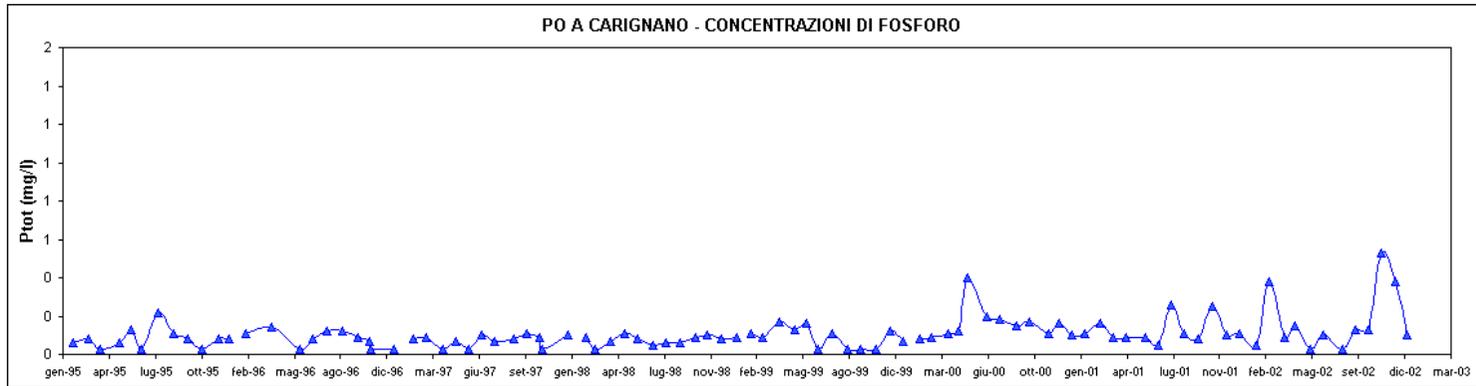
- Idrografia principale
- Confine Regione Piemonte
- Saluzzo Delimitazione dei centri abitati principali

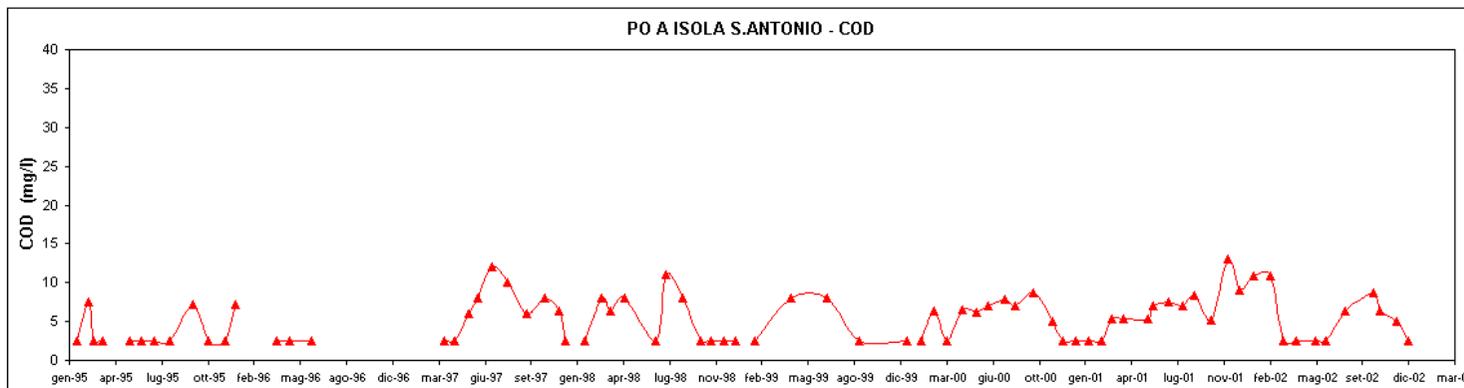
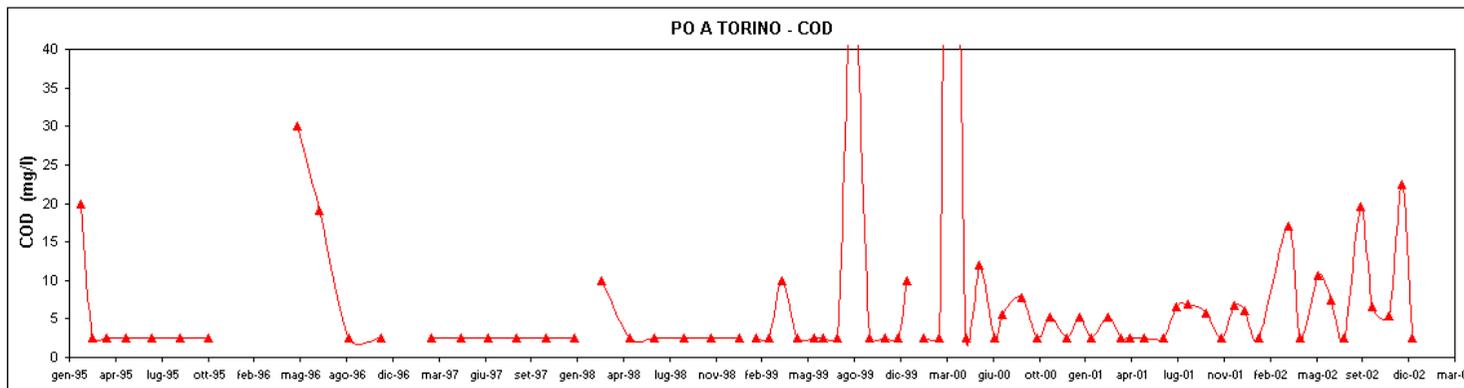
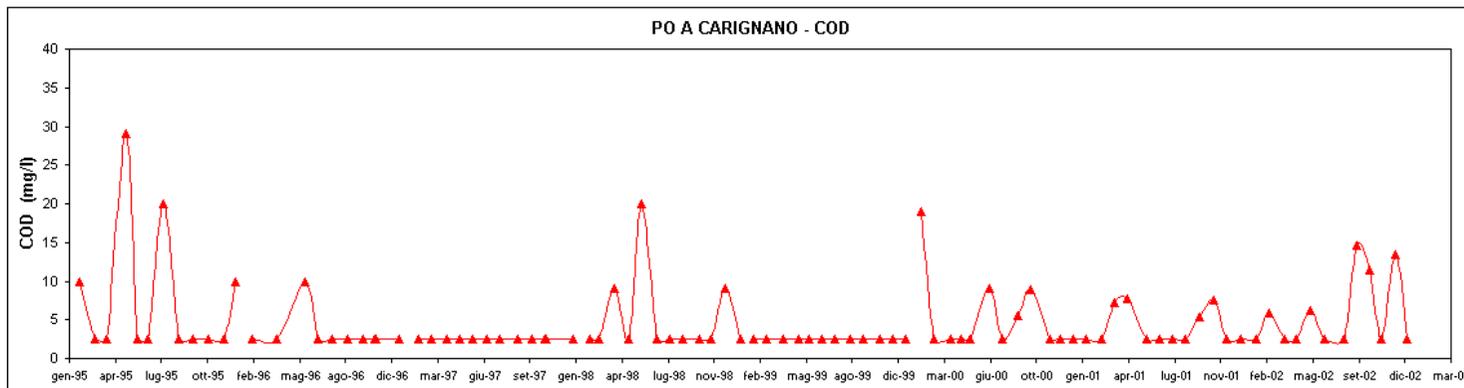


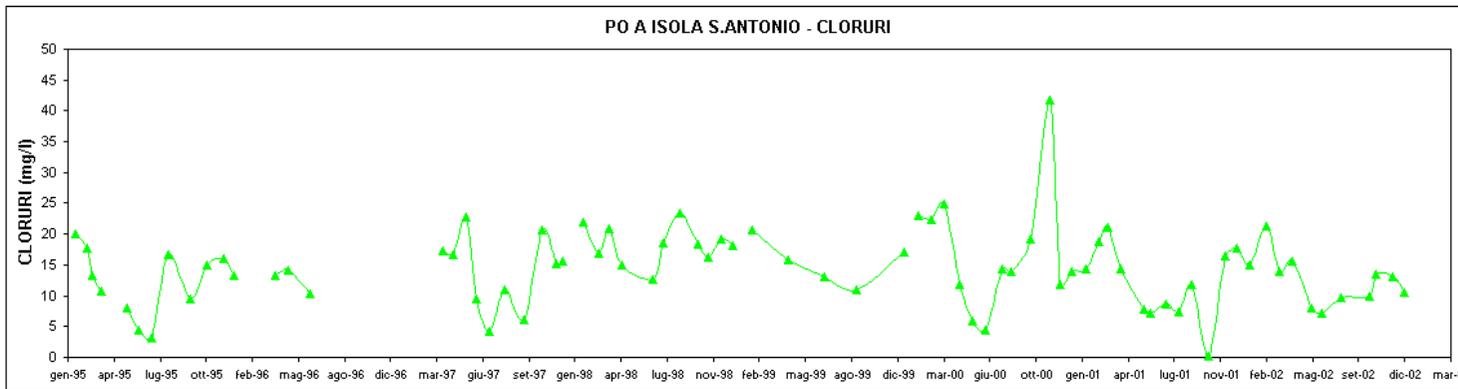
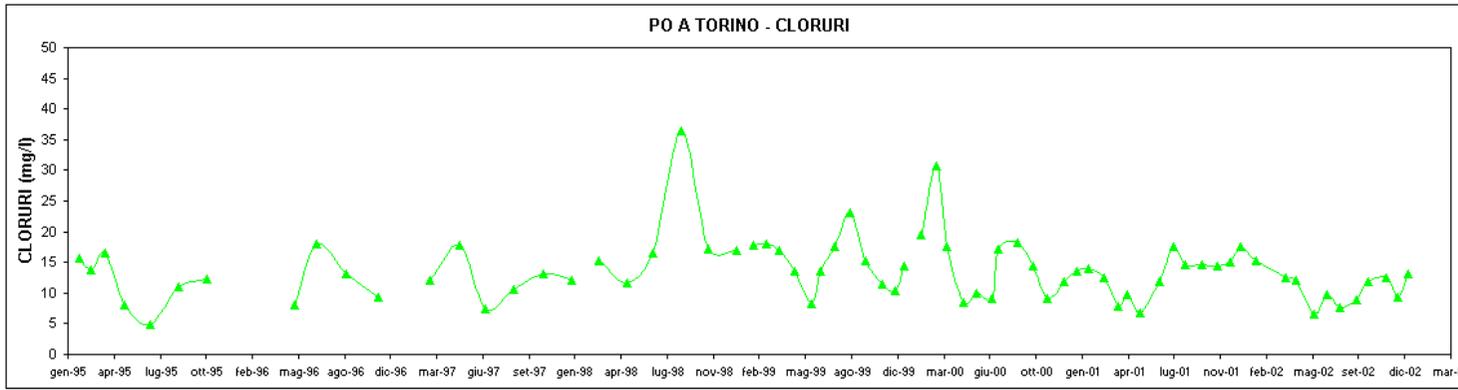
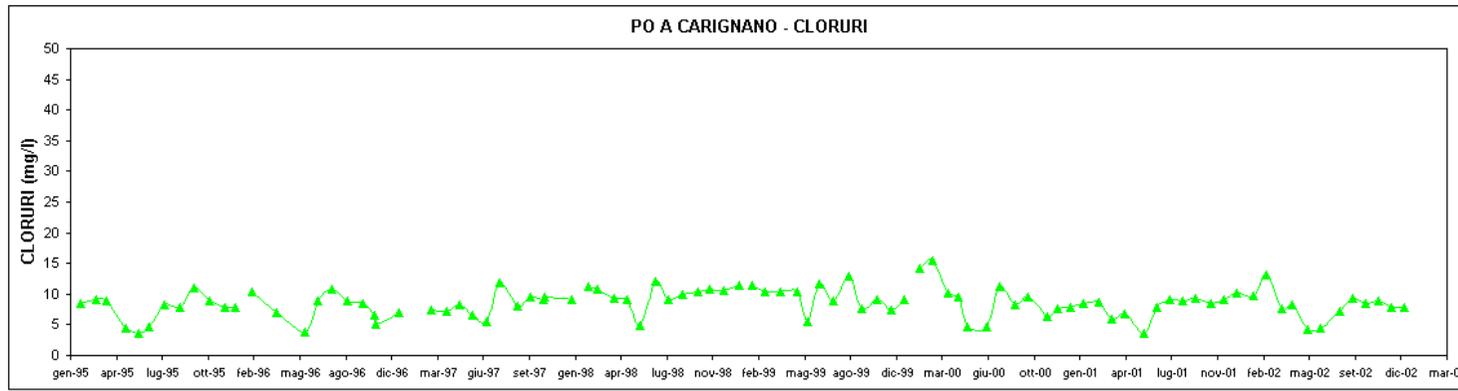
Carta dei punti di monitoraggio ambientale della Regione Piemonte

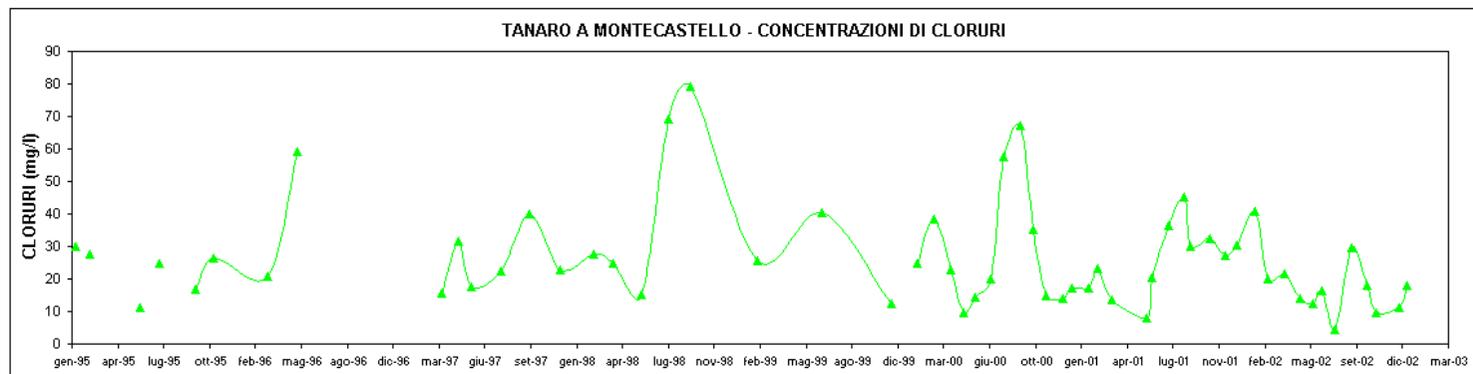
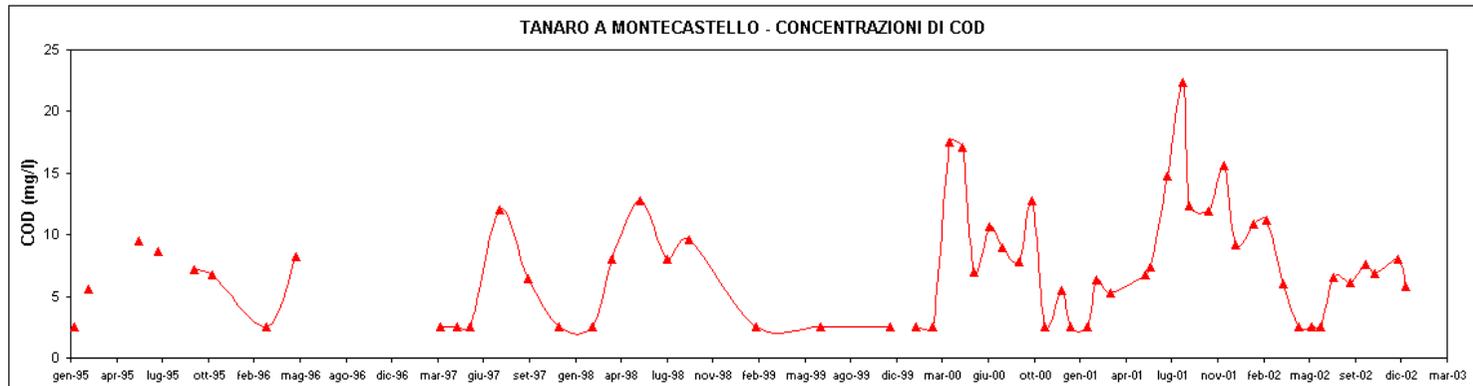
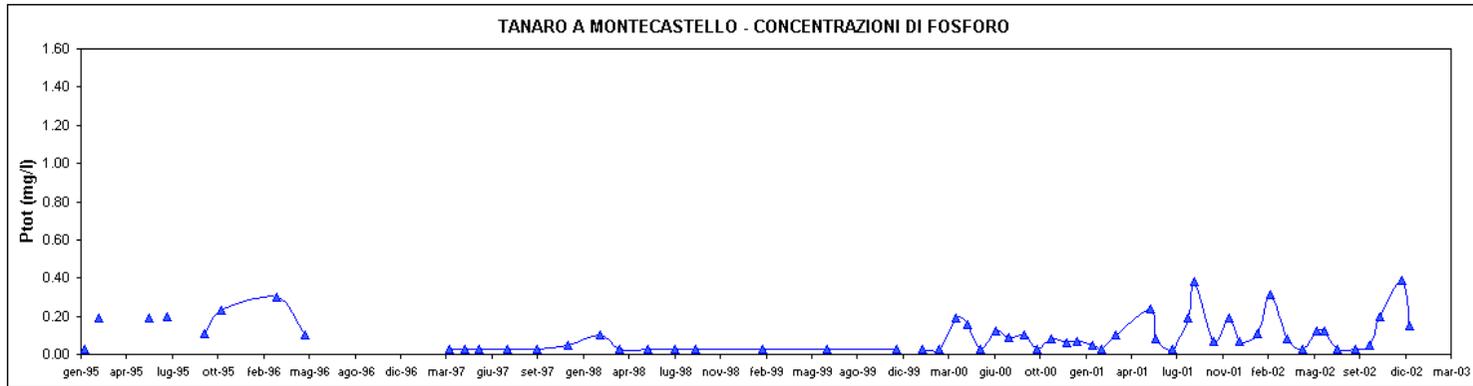
## **APPENDICE 3**

**Serie storiche delle concentrazioni di fosforo totale e COD misurate da ARPA su alcune sezioni sul Po e sul Tanaro dal 1995**





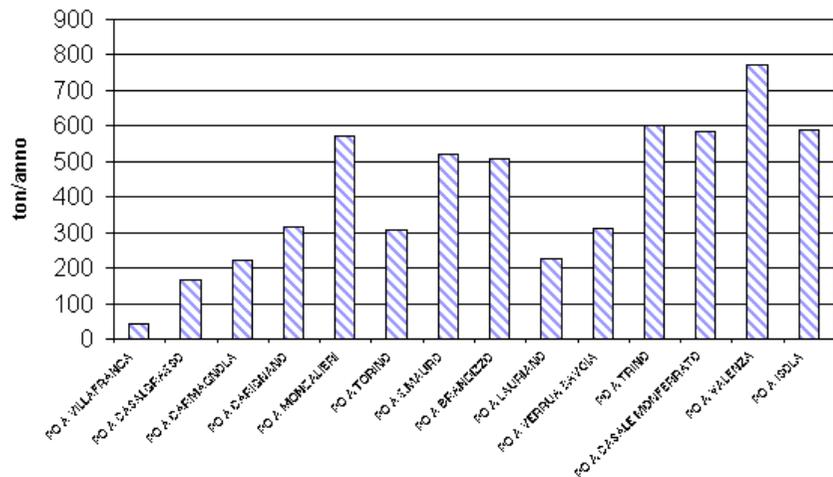




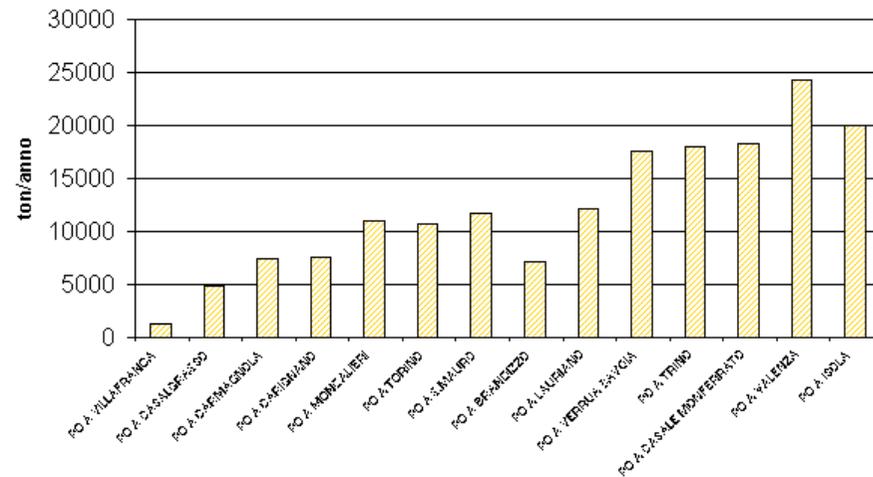
## **APPENDICE 4**

**Carichi totali annui e relative concentrazioni medie sulle aste del Po e del Tanaro e sui loro principali affluenti**

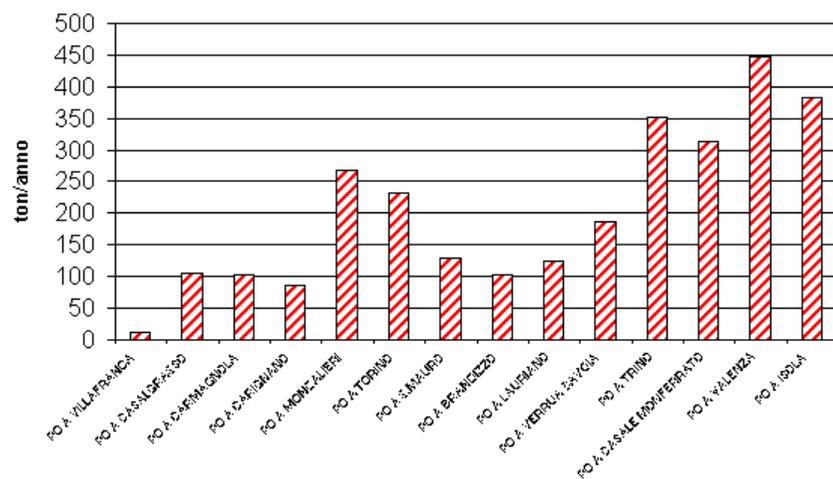
**Carichi di fosforo totale lungo il Po**



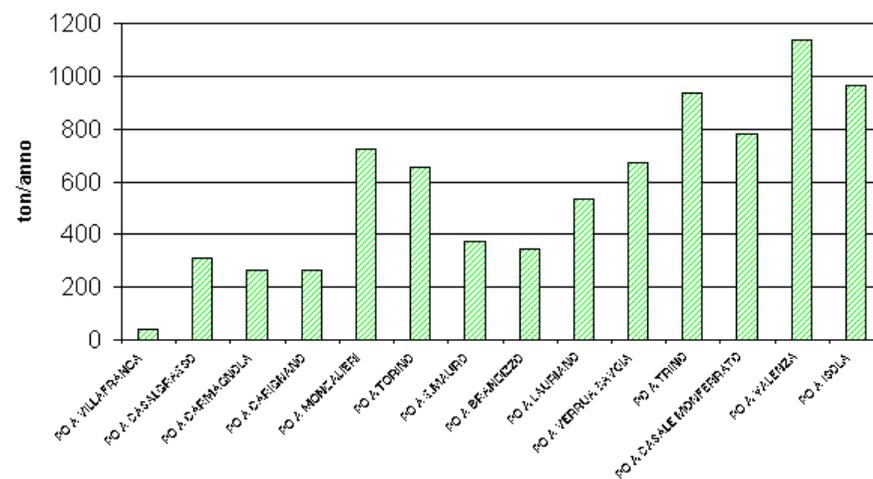
**Carichi di azoto totale lungo il Po**



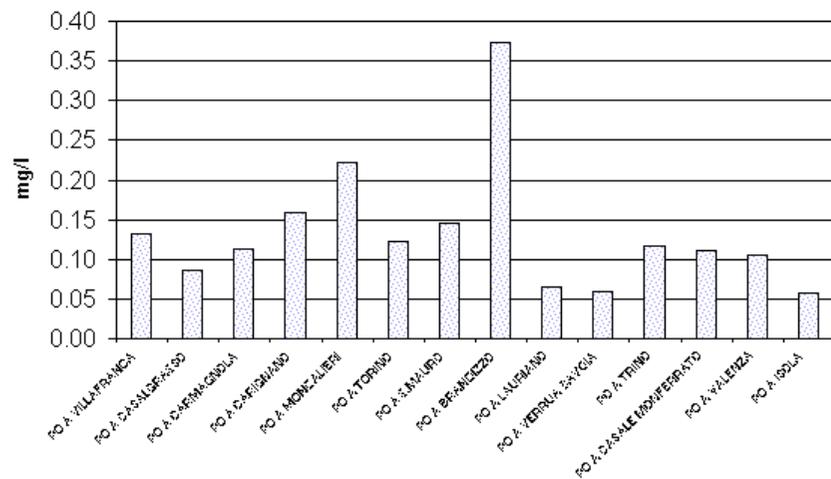
**Carichi di BOD5 totale lungo il Po**



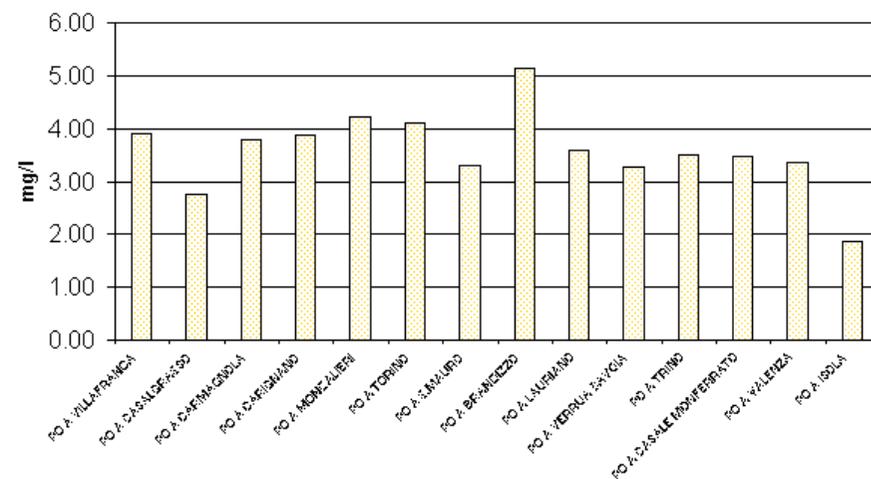
**Carichi di COD totale lungo il Po**



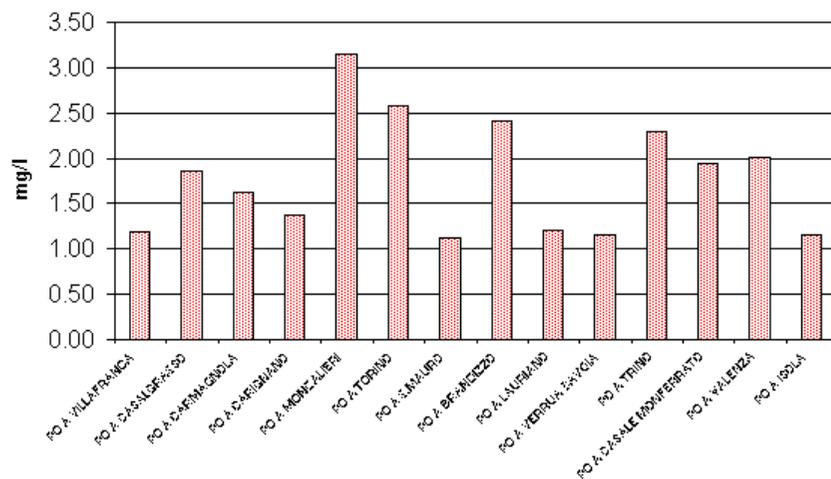
**Concentrazioni medie di fosforo totale lungo il Po**



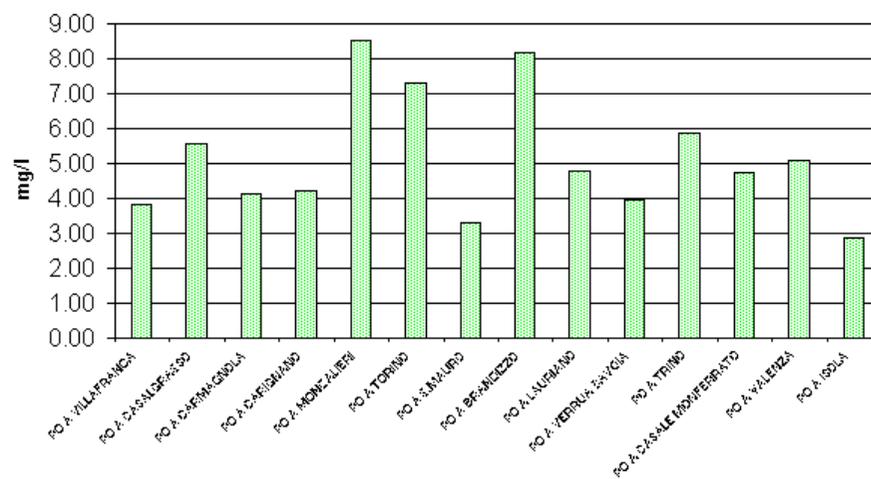
**Concentrazioni medie di azoto totale lungo il Po**



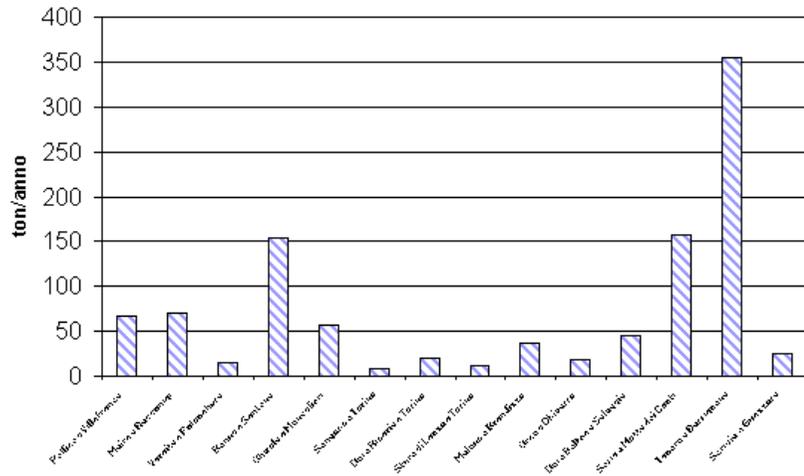
**Concentrazioni medie di BOD5 totale lungo il Po**



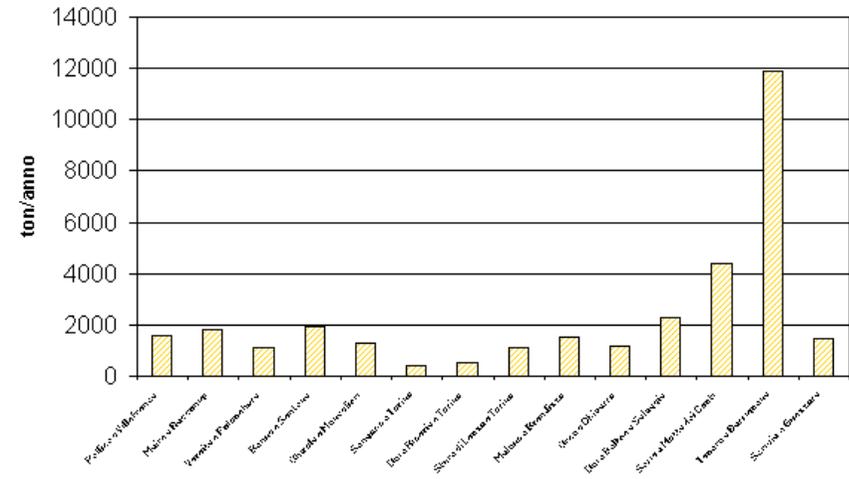
**Concentrazioni medie di COD totale lungo il Po**



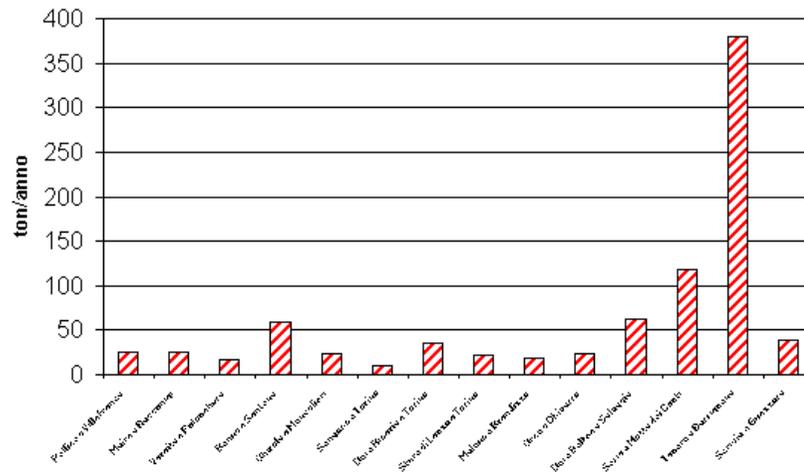
**Carichi di fosforo totale sugli affluenti del Po**



**Carichi di azoto totale sugli affluenti del Po**



**Carichi di BOD5 sugli affluenti del Po**



**Carichi di COD sugli affluenti del Po**

