

5 - CARICO ANTROPICO

Il fiume, da monte a valle, raccoglie acque dal territorio contribuente e, con esse, un insieme di sostanze che derivano dal bacino imbrifero, "dilavate" dal suolo o di origine più "profonda" (i soluti presenti nelle acque di risorgiva) in funzione dei litotipi predominanti: *la qualità delle acque in corrispondenza di una determinata sezione dipende dalla qualità globale dell'ecosistema costituito dal territorio del bacino imbrifero sotteso alla sezione stessa* (Vollenweider, 1977); pertanto non soltanto in funzione delle caratteristiche geomorfologiche, idroclimatiche, pedologiche e vegetazionali, ma anche antropiche: *tutte le attività umane che insistono nel bacino imbrifero producono rifiuti che influiscono sulla qualità delle acque correnti superficiali* (Vollenweider, 1977).

I nutrienti (principalmente i sali di azoto e di fosforo) e le particelle di sostanze organiche contribuiscono allo sviluppo di forme vegetali che favoriscono la produttività biologica ed al limite si possono manifestare processi di eutrofizzazione con effetti negativi sulla qualità delle acque. Ciò è più evidente per le zone umide ad acque stagnanti, ma è valido anche per quelle ad acque correnti, anche se il rapporto "concentrazione dei nutrienti/produttività" è meno diretto, reso più complesso dall'estrema variabilità del regime idrologico e dal fatto che tali sostanze non entrano a far parte integrante del corpo idrico (come invece si verifica nei laghi) ma vengono convogliate velocemente a valle (Badino *et al.*, 1991; Forneris *et al.*, 1996).

Un sistema di valutazione approssimativo (ma comodo e rapido) per stimare i carichi di nutrienti provenienti dagli areali contribuenti una determinata zona umida (un lago o un corso d'acqua in corrispondenza di una data sezione) è quello di considerare un solo elemento, il fosforo, come rappresentativo dell'insieme di tutti i nutrienti in virtù del fatto che esso è quasi sempre l'elemento limitante non solo negli ambienti acquatici (Dixon, 1968; Chiaudani, Vighi, 1974 ÷ 1982; IRSA, 1977, 1980). Negli studi sull'eutrofizzazione viene normalmente considerato il "**fosforo totale**", cioè la somma di quello legato in composti chimici inorganici (sali più o meno solubili come essenzialmente fosfati) con quello legato in composti organici (perché potenzialmente disponibile con la decomposizione delle sostanze organiche in cui è compreso). Per gli studi relativi ai bacini della Provincia di Torino, per la stima del carico naturale ed antropico sul bacino, è stato utilizzato il metodo della valutazione del **carico di fosforo totale** (C.R.E.S.T., 1990 ÷ 1997).

5.1 - Metodologia

Calderoni *et al.* (1976 e 1978) hanno stabilito a 0,07 ÷ 0,11 kg/ha/anno il rilascio dei suoli naturali nelle zone montane italiane. In uno studio

sull'eutrofizzazione dei bacini lacustri italiani Chiaudani e Vighi (1982) hanno stabilito un valore di cessione pari a 0,1 kg/ha/anno del suolo indipendentemente dal tipo e grado di utilizzazione e ritenuto valido per terreni incolti; tale valore è stato ritenuto rappresentativo anche della situazione del bacino imbrifero del Lago di Candia in uno studio sull'eutrofizzazione dello stesso (Durio *et al.*, 1983). Pertanto anche **per i suoli naturali** compresi entro i bacini della Provincia di Torino si è ritenuto considerare una cessione di fosforo totale pari a **0,1 kg/ha/anno**.

Per il suolo coltivato alcuni Autori sostengono che solo il 50 % dei fertilizzanti sia utilizzato dai vegetali coltivati; la parte restante viene perso dal terreno per lo scorrimento delle acque (fenomeno ampiamente facilitato dal sistema di irrigazione a spargimento) e per infiltrazione. Per la situazione italiana è stato valutato dall'I.R.S.A (Istituto di Ricerca Sulle Acque) un rilascio teorico medio nazionale pari a circa $0,2 \div 1$ kg/ha/anno. Sulla base di ricerche successive lo stesso IRSA, in considerazione delle notevoli diversità tra le situazioni che si presentano in Italia e quindi delle difficoltà nelle stime dei carichi, ha ritenuto ragionevole proporre una **cessione dai suoli coltivati pari a 0,6 kg/ha/anno**, valore che è stato applicato anche per i bacini della Provincia di Torino

Il contributo procapite di fosforo totale attribuibile alla popolazione residente, in accordo con vari Autori (Vollenweider, 1969 \div 1979; Oglesby *et al.* 1973; IRSA, 1977) veniva considerato, fino alla fine degli anni '70, pari a 1,28 kg/anno così ripartito: 0,58 metabolico più 0,70 da detersivi; quest'ultimo valore è successivamente diminuito per le leggi in materia che limitano l'uso di tale composto (Marchetti, 1987). Oggi pertanto il **carico procapite di fosforo totale viene valutato pari a 0,8 kg/ha/anno**, di cui solo il 50 % raggiunge le acque superficiali (Chiaudani, Vighi, 1982; Marchetti 1987). Ad esso va aggiunto un valore di **0,5 kg/ha/anno di fosforo totale per ciascuno degli addetti nell'industria** (Marchetti, 1987) del quale la metà raggiunge le acque superficiali.

Il carico dovuto alle attività zootecniche è stato stimato tenendo conto delle quantità di fosforo totale mediamente contenuto nelle deiezioni degli animali considerati secondo il loro peso medio (Marchetti, 1987). Di esso il 95 % circa viene utilizzato come concime sui suoli coltivati (e quindi rientra nel dato relativo alla loro cessione di fosforo totale), mentre il restante 5 % giunge direttamente nelle acque superficiali (Marchetti, 1987).

Il carico totale è quindi dovuto alla seguente somma:

- **Cv - carico civile** (50 % di 0,8 kg/anno procapite); rappresenta l'impatto dell'insieme degli scarichi civili dovuti alla presenza di persone che vivono e producono rifiuti (scarichi domestici) su un determinato territorio; ai residenti bisogna aggiungere le presenze turistiche;

- **Ci - carico industriale** (50 % di 0,5 kg/anno per addetto industriale); buona parte dei prodotti di rifiuto delle attività industriali sono riconducibili ad una equivalente quantità di fosforo totale;
- **Cz - carico zootecnico** (5 % del fosforo totale prodotto con le deiezioni); rappresenta l'impatto dovuto agli allevamenti; ovviamente esso dipende dalla qualità e quantità degli animali;
- **Ca - carico dovuto all'agricoltura** (0,6 kg/ha/anno); è la cessione di fosforo totale dovuto ai suoli coltivati;
- **Cn - carico naturale** (0,1 kg/ha/anno); è la cessione di fosforo totale dovuto ai suoli naturali; teoricamente se il bacino del Po fosse per nulla antropizzato, questo dato risulterebbe l'unico di cui tenere conto.

Per la determinazione dei carichi su una determinata porzione di territorio è necessario disporre dei seguenti dati:

- numero di residenti;
- numero di turisti (e valore medio di giorni/anno di permanenza);
- numero di addetti alle attività industriali;
- specie e quantità degli animali allevati;
- superficie suolo naturale (in genere boschiva);
- superficie suolo coltivato.

La stima del carico antropico richiede quindi un'analisi territoriale di tipo socio - economico che porti, come risultato minimo, a fornire i dati relativi alle variabili sopra descritte. Il metodo della stima del carico di fosforo totale tiene conto dell'insieme delle caratteristiche naturali ed antropiche del territorio comprendendo non solo quelle naturali, ma anche le principali attività umane, oltre che del peso dovuto alle popolazioni residente e fluttuante con il turismo.

Le analisi socio - economiche dei bacini della Provincia di Torino sono state effettuate con l'elaborazione di dati disponibili su base comunale. Si è fatto essenzialmente riferimento al S.I.T.A. (Sistema Informativo Territoriale Ambientale - Pianificazione Territoriale della REGIONE PIEMONTE - C.S.I./Piemonte) con integrazioni ottenute dal "*Progetto per la Pianificazione delle Risorse Idriche del Territorio Piemontese*" (REGIONE PIEMONTE, 1980). La maggior parte dei dati sono riferiti al 1981 ed ai successivi aggiornamenti. Per il censimento generale dell'agricoltura l'aggiornamento del S.I.T.A. è del 1990, mentre per i dati demografici è stata compiuta una indagine presso tutti i comuni interessati dalla ricerca per avere a disposizione il numero di residenti come risulta dalle ultime anagrafi. Per quanto attiene infine alle presenze turistiche si è fatto riferimento anche ai dati elaborati dalla Regione Piemonte (1984).

5.2 - I carichi dei bacini

Una prima elaborazione è stata effettuata valutando il carico di fosforo totale sui territori dei singoli comuni considerati interamente, sia quelli del tutto compresi entro i bacini considerati, sia quelli compresi parzialmente. Quindi i diversi valori parziali di carico di fosforo, calcolati per i diversi territori comunali, sono stati stimati per i territori costituenti i bacini imbriferi sottesi alle diverse sezioni di riferimento (**tab. 9**). Questo lavoro è stato finalizzato alla determinazione del livello di qualità delle acque del reticolo idrografico provinciale; pertanto i valori di carico totale di fosforo si sono riferiti in funzione delle portate medie annue stimate in corrispondenza delle diverse sezioni di riferimento (**tab. 6**); in pratica il rapporto tra il carico totale annuo (**Ct**, espresso in mg o in μg) e il volume medio annuo d'acqua (**Q**, espresso in m^3 o in litri) che attraversa la sezione di riferimento (la portata media annua moltiplicata per il numero di secondi in un anno). Il rapporto **Ct/Q** ($\mu\text{g/l}$) che così si ottiene esprime la "teorica" concentrazione media annua di fosforo totale che si dovrebbe riscontrare nelle acque in corrispondenza delle sezioni.

Occorre precisare che il rapporto **Ct/Q** non è un valore che ha la pretesa di rappresentare realmente il livello di eutrofizzazione delle acque. Le concentrazioni reali di fosforo totale e di altri nutrienti sono il risultato dell'interazione di un insieme molto complesso di fattori ambientali naturali ed antropici che non può essere rappresentato da un modello molto semplice come quello adottato. Tuttavia il **Ct/Q** si rivela utile perché permette un confronto fra diverse porzioni di territorio fondato su un solo tipo di espressione. Soprattutto risulta molto valido il confronto con il volume dei deflussi. A questo proposito è interessante determinare la concentrazione media teorica di fosforo totale nelle acque in corrispondenza di una ipotetica sezione il cui bacino sotteso risulti per nulla antropizzato. Con una simile ipotesi si considera unicamente il carico naturale $C_n = C_t$ pari a $0,1 \text{ kg/ha/anno} = 10 \text{ kg/km}^2/\text{anno}$ ($10^{10} \mu\text{g/km}^2/\text{anno}$); se tale valore viene rapportato con la portata media annua specifica dell'intero bacino del PO alla sezione 12 ($19,2 \text{ l/sec/km}^2$ moltiplicato 31.536.000 secondi in un anno), si ottiene $C_t/Q = 16,5 \mu\text{g/l}$, che esprime la concentrazione di fosforo totale teoricamente presente nelle acque del reticolo idrografico del Po in assenza di antropizzazione.

Questo dato è particolarmente interessante; rappresenta una situazione teorica senza impatti dovuti alle attività umane. Alcuni bacini potrebbero teoricamente presentare valori anche leggermente inferiori alla decina con la semplice ipotesi di presenza di terreni particolarmente poveri, scarsamente soggetti ad alterazione chimica e con suoli poco sviluppati e/o caratterizzati da portate specifiche più elevate. Il limite inferiore generico del rapporto **Ct/Q** può quindi essere ritenuto dell'ordine delle unità di $\mu\text{g/l}$ di fosforo totale, mentre nel caso specifico del bacino del Po è compreso nell'intervallo $10 \div 20 \mu\text{g/l}$.

Tab. 9 - Qualità degli ambienti relativi alle sezioni di riferimento.

codice sezione	classificazione D.L. 130/92 Salmonicole/Ciprinicole (S/C)	carico di fosforo totale							qualità biologica delle acque secondo l'Indice Biotico Esteso (I.B.E.)			zona ittica
		carico totale su unità areale	concentrazione teorica media	carico naturale percentuale	carico agricolo percentuale	carico zootecnico percentuale	carico civile percentuale	carico industriale percentuale	numero Unità Sistematiche	indice numerico I.B.E.	classe biologica di qualità	
		Ct/S	Ct/Q	Cn	Ca	Cz	Cv	Ci	U.S.	1 ÷ 12	I + V	
		kg/y/km ²	µg/l	%	%	%	%	%				
PEL01	S	23	26	64	8	12	15	1	20	10	I	1
PEL02	S	24	28	60	10	12	17	1	29	12	I	1
PEL03	S	37	41	38	11	14	35	2	27	12	I	2
PEL04	S	43	47	33	11	15	39	2	28	12	I	2
PEL05	S	56	60	25	14	17	41	3	25	11-12	I	2
PEL06	S	56	69	25	15	17	39	4	26	11-12	I	2
PEL07	S	41	40	35	12	20	32	1	27	11-12	I	1
PEL08	S	50	51	28	12	18	41	2	23	11	I	2
PEL09	S	64	55	21	13	12	49	5	21	10	I	2
PEL10	S	28	30	51	13	13	22	1	19	10	I	2
PEL11	S	33	33	42	17	13	26	2	23	11	I	2
CHS01	S	23	26	62	1	6	30	1	17	10	I	1
CHS02	S	58	71	25	1	4	69	1	8	7	III	1
CHS03	S	31	38	48	1	5	45	1	12	9	II	1
CHS04	S	30	36	50	2	6	41	1	13	9	II	1
CHS05	S	29	35	50	3	7	39	1	16	10	I-II	1
CHS06	S	29	44	50	6	7	36	1	18	10	I	1
CHS07	S	29	44	49	7	7	36	1	12	9	II	1
CHS08	S	33	50	44	9	6	39	2	19	10	I	1
CHS09	S	31	44	45	10	6	36	3	20	10-11	I	2
CHS10	S	39	56	41	12	6	36	5	21	10-11	I	2
CHS11	S	42	60	33	12	7	43	5	19	9	II	2
CHS12	nc	47	67	29	13	11	42	5	nc	nc	nc	2
CHS13	nc	48	68	28	13	13	41	5	nc	nc	nc	2
CHS14	S	22	25	67	2	4	23	4	20	10	I	1
CHS15	S	24	28	60	11	4	23	2	18	9	II	2
CHS16	S	22	24	67	1	4	23	5	21	11	I	1
CHS17	S	20	24	72	11	3	13	1	23	11	I	1

Tab. 9 - Qualità degli ambienti relativi alle sezioni di riferimento.

codice sezione	classificazione D.L. 130/92	carico di fosforo totale							qualità biologica delle acque secondo l'Indice Biotico Esteso (I.B.E.)			zona ittica
		carico totale su unità areale	concentrazione teorica media	carico naturale percentuale	carico agricolo percentuale	carico zootecnico percentuale	carico civile percentuale	carico industriale percentuale	numero Unità Sistematiche	indice numerico I.B.E.	classe biologica di qualità	
	Ct/S	Ct/Q	Cn	Ca	Cz	Cv	Ci	U.S.	1 ÷ 12	I + V		
	kg/y/km ²	µg/l	%	%	%	%	%					
BAN01	C	67	261	5	33	26	33	3	nc	nc	nc	4
BAN02	-	48	187	4	32	32	27	5	nc	nc	nc	4
BAN03	C	18	67	4	33	32	26	5	1	1	V	4
BAN04	C	76	295	3	31	42	20	4	2	1	V	4
BAN05	C	130	456	3	26	31	35	5	1	1	V	4
BAN06	-	142	508	3	27	32	33	5	nc	nc	nc	4
BAN07	-	167	595	3	24	28	39	6	nc	nc	nc	4
BAN08	C	199	709	3	22	26	42	7	1	1	V	4
BAN09	C	146	554	5	32	29	31	3	3	1	V	4
BAN10	C	159	599	4	33	36	25	2	3	1	V	4
BAN11	C	194	729	3	28	40	24	5	3	2	V	4
CHI01	S	118	161	7	30	22	38	3	5	4	IV	1
CHI02	C	151	242	6	22	20	47	5	4	2	V	3
CHI03	C	218	369	3	19	26	42	10	5	4	IV	3
CHI04	C	234	417	3	18	25	45	9	3	2	V	3
CHI05	C	247	457	3	17	25	47	8	8	5	IV	4
CHI06	C	108	177	7	23	29	38	3	8	6	III	3
CHI07	C	276	405	2	17	33	41	7	4	3	V	3
CHI08	C	364	443	2	9	18	64	7	3	2	V	1
CHI09	C	290	402	2	14	25	53	6	5	4	IV	3
CHI10	C	241	451	2	19	30	44	5	3	2	V	3
SAN01	S	54	54	25	16	18	35	6	10	8	II	1
SAN02	S	55	61	24	14	18	38	6	20	10	I	1
SAN03	S	61	75	21	18	18	36	7	15	9	II	1
SAN04	S	92	129	14	13	11	57	5	10	7	III	2
SAN05	C	95	136	14	13	11	57	5	3	2	V	2
SAN06	-	128	192	9	12	10	56	13	nc	nc	nc	2
SAN07	C	337	607	4	6	5	62	23	1	1	V	2

Tab. 9 - Qualità degli ambienti relativi alle sezioni di riferimento.

codice sezione	classificazione D.L. 130/92 Salmonicole/Ciprinicole (S/C)	carico di fosforo totale							qualità biologica delle acque secondo l'Indice Biotico Esteso (I.B.E.)			zona ittica
		carico totale su unità areale	concentrazione teorica media	carico naturale percentuale	carico agricolo percentuale	carico zootecnico percentuale	carico civile percentuale	carico industriale percentuale	numero Unità Sistematiche	indice numerico I.B.E.	classe biologica di qualità	
		Ct/S	Ct/Q	Cn	Ca	Cz	Cv	Ci	U.S.	1 ÷ 12	I + V	
		kg/y/km ²	µg/l	%	%	%	%	%				
SAN08	C	442	837	2	5	4	67	22	nc	nc		3
SAN09	S	48	56	28	14	19	34	5	19	10	I	1
DRI01	S	24	36	63	0	1	35	1	12	9	II	1
DRI02	S	30	45	50	2	1	45	2	10	8-9	II	1
DRI03	S	31	46	48	3	2	45	3	13	9	II	1
DRI04	S	34	51	43	1	1	53	2	9	9	II	1
DRI05	S	30	45	48	0	1	50	1	14	9	II	1
DRI06	S	26	39	56	0	3	39	2	2	nc	nc	1
DRI07	S	21	31	72	0	14	13	1	12	9	II	1
DRI08	S	21	31	72	0	14	14	0	19	10	I	1
DRI09	S	25	37	59	0	12	28	1	16	9-10	II	1
DRI10	S	26	39	58	0	8	33	1	12	9	II	1
DRI11	S	26	39	57	0	6	36	1	14	9	II	1
DRI12	S	30	45	50	2	5	42	1	10	6	III	1
DRI13	S	31	42	48	3	3	44	2	9	8	II	1
DRI14	S	31	43	48	3	3	44	2	13	9	II	1
DRI15	S	31	44	48	3	3	44	2	11	7	III	1
DRI16	S	32	46	45	5	4	44	2	8	7	III	1
DRI17	S	31	49	46	6	4	42	2	11	6-7	III	1
DRI18	S	15	19	100	0	0	0	0	15	9-10	I-II	1
DRI19	S	25	38	58	13	6	22	1	5	5-6	III-IV	1
DRI20	S	20	27	74	0	2	23	1	24	11	I	1
DRI21	S	26	38	54	13	2	30	1	18	10	I	1
DRI22	S	44	95	28	33	6	32	1	20	10-11	I	1
DRI23	S	51	72	27	12	11	45	5	19	10	I	1
DRI24	S	58	81	22	21	11	44	1	17	10	I	1
DRI25	S	49	80	27	15	8	48	2	17	10	I	1
DRI26	S	34	54	42	8	5	43	2	13	7	III	2

Tab. 9 - Qualità degli ambienti relativi alle sezioni di riferimento.

codice sezione	classificazione D.L. 130/92 Salmonicole/Ciprinicole (S/C)	carico di fosforo totale							qualità biologica delle acque secondo l'Indice Biotico Esteso (I.B.E.)			zona ittica
		carico totale su unità areale	concentrazione teorica media	carico naturale percentuale	carico agricolo percentuale	carico zootecnico percentuale	carico civile percentuale	carico industriale percentuale	numero Unità Sistematiche	indice numerico I.B.E.	classe biologica di qualità	
		Ct/S	Ct/Q	Cn	Ca	Cz	Cv	Ci	U.S.	1 ÷ 12	I + V	
		kg/y/km ²	µg/l	%	%	%	%	%				
DRI27	S	35	55	41	8	6	43	2	13	8	II	2
DRI28	S	40	67	35	11	7	45	2	15	8-9	II	2
DRI29	S	41	69	34	11	7	45	3	17	9	II	2
DRI30	S	48	78	29	12	7	48	4	17	8	II	2
DRI31	S	54	86	25	11	7	52	5	8	6	III	2
DRI32	S	55	88	25	11	7	52	5	10	6-7	III	2
DRI33	S	64	105	21	10	6	57	6	6	5-6	III-IV	2/3
DRI34	S	64	65	22	5	4	66	3	26	10-11	I	1
CER01	S	36	35	37	20	10	32	1	18	10	I	1
CER02	C	67	75	18	20	16	42	4	18	10	I	3
CER03	C	96	123	12	21	16	46	5	16	9-10	I-II	3
CER04	C	194	302	5	15	10	61	9	15	9-10	I-II	3
CER05	S	76	71	15	30	13	41	1	18	10	I	1
CER06	C	93	113	11	29	11	45	4	18	9	II	3
SLA01	S	22	18	67	10	10	12	1	16	9-10	I-II	1
SLA02	S	22	19	68	10	10	12	0	17	10	I	1
SLA03	S	24	21	61	11	11	16	1	18	10	I	1
SLA04	S	27	25	53	13	10	23	1	22	11	I	2
SLA05	S	20	17	73	9	3	14	1	16	9-10	I-II	1
SLA06	S	27	24	52	15	6	26	1	21	10-11	I	2
SLA07	S	29	27	49	13	8	29	1	16	9-10	I-II	1
SLA08	S	31	28	46	13	9	30	2	20	10-11	I	2
SLA09	S	57	65	23	15	14	45	3	17	10	I	1
SLA10	S	20	22	72	11	5	11	1	21	10-11	I	1
SLA11	S	24	25	60	12	9	18	1	22	10	I	1
SLA12	S	25	25	57	12	10	20	1	18	10	I	2
SLA13	S	27	28	53	13	10	23	1	17	10	I	2
SLA14	S	32	30	45	11	14	29	1	19	10	I	1
SLA15	S	31	29	46	11	14	28	1	23	11	I	1

Tab. 9 - Qualità degli ambienti relativi alle sezioni di riferimento.

codice sezione	classificazione D.L. 130/92 Salmonicole/Ciprinicole (S/C)	carico di fosforo totale							qualità biologica delle acque secondo l'Indice Biotico Esteso (I.B.E.)			zona ittica
		carico totale su unità areale	concentrazione teorica media	carico naturale percentuale	carico agricolo percentuale	carico zootecnico percentuale	carico civile percentuale	carico industriale percentuale	numero Unità Sistematiche	indice numerico I.B.E.	classe biologica di qualità	
		Ct/S	Ct/Q	Cn	Ca	Cz	Cv	Ci	U.S.	1 ÷ 12	I + V	
		kg/y/km ²	µg/l	%	%	%	%	%				
SLA16	S	33	30	42	14	10	32	2	17	10	I	2
SLA17	C	38	35	37	14	10	36	3	20	10-11	I	2
SLA18	C	49	45	28	13	11	43	5	16	8-9	II	2
SLA19	S	145	151	9	8	6	67	10	18	9	II	3
MAL01	S	64	61	20	20	16	38	6	18	10	I	1
MAL02	C	80	82	15	20	15	45	5	6	7	III	1
MAL03	C	130	160	6	22	17	45	10	7	6	III	3
MAL04	C	138	194	6	23	17	46	8	6	6	III	3
MAL05	C	146	224	6	22	17	46	9	8	6	III	3
MAL06	C	168	284	5	20	16	50	9	7	6	III	3
MAL07	C	122	142	8	20	9	50	13	10	7	III	3
MAL08	C	107	140	10	23	15	48	4	6	7	III	3
MAL09	C	168	303	5	20	13	52	10	3	2	V	3
MAL10	C	171	229	5	17	8	57	13	11	8	II	3
MAL11	C	233	476	3	16	13	55	13	2	2	V	3
ORC01	-	18	21	41	37	3	18	1	22	11	I	1
ORC02	-	24	26	44	34	3	18	1	21	11	I	1
ORC03	-	24	24	43	30	7	19	1	13	9	II	1
ORC04	-	24	24	41	28	12	18	1	17	10	I	2
ORC05	-	26	25	37	27	14	21	1	16	10	I	2
ORC06	-	27	28	34	25	13	26	2	10	8	II	2
ORC07	-	35	34	21	18	20	39	2	16	10	I	2
ORC08	-	52	53	15	17	18	47	3	16	10	I	3
ORC09	-	74	86	11	16	19	49	5	14	9	II	3
ORC10	-	10	21	51	24	4	20	11	16	10	I	nc
ORC11	-	15	14	7	24	25	12	2	18	10	I	nc
ORC12	-	15	14	39	20	15	25	1	nc	nc	nc	nc
ORC13	-	15	15	33	21	22	22	2	nc	nc	nc	1
ORC14	-	25	26	44	21	7	30	1	18	10	I	1

Tab. 9 - Qualità degli ambienti relativi alle sezioni di riferimento.

codice sezione	classificazione D.L. 130/92	carico di fosforo totale							qualità biologica delle acque secondo l'Indice Biotico Esteso (I.B.E.)			zona ittica
	Salmonicole/Ciprinicole (S/C)	carico totale su unità areale	concentrazione teorica media	carico naturale percentuale	carico agricolo percentuale	carico zootecnico percentuale	carico civile percentuale	carico industriale percentuale	numero Unità Sistematiche	indice numerico I.B.E.	classe biologica di qualità	
		Ct/S	Ct/Q	Cn	Ca	Cz	Cv	Ci	U.S.	1 ÷ 12	I ÷ V	
		kg/y/km ²	µg/l	%	%	%	%	%				
ORC15	-	26	25	51	27	9	12	1	17	10	I	1
ORC16	-	13	12	26	14	11	46	3	16	10	I	2
ORC17	-	4	4	59	8	6	25	2	18	10	I	1
ORC18	-	88	86	12	32	14	40	2	22	11	I	1
ORC19	-	139	159	5	18	13	60	4	nc	nc	nc	1
ORC20	-	127	164	4	11	9	62	14	assenza di macrobenthos			1
ORC21	-	189	465	3	16	22	50	9	14	9	II	3
CHU01	S	33	27	42	12	21	24	1	19	10	I	1
CHU02	S	33	26	42	13	21	23	1	19	10	I	1
CHU03	S	38	31	36	16	20	27	1	18	10	I	2
CHU04	S	47	39	28	18	18	34	2	16	9-10	I-II	2
CHU05	S	48	41	27	18	17	36	2	15	9-10	I-II	2
CHU06	S	85	88	14	20	12	48	6	17	9	II	2
CHU07	S	58	47	22	18	18	40	2	10	10	I	1
DRB01	-	-	-	-	-	-	-	-	16	10	II	2
DRB02	-	-	-	-	-	-	-	-	12	9	II	2
DRB03	-	-	-	-	-	-	-	-	12	9	II	2
PO01	-	-	-	-	-	-	-	-	20	9	II	2
PO02	-	-	-	-	-	-	-	-	19	9	II	2
PO03	-	-	-	-	-	-	-	-	11	7	III	2
PO04	-	-	-	-	-	-	-	-	16	8	II	2
PO05	-	-	-	-	-	-	-	-	19	7	III	2
PO06	-	-	-	-	-	-	-	-	17	7	III	3
PO07	-	-	-	-	-	-	-	-	7	5	IV	4
PO08	-	-	-	-	-	-	-	-	15	6	III	3
PO09	-	-	-	-	-	-	-	-	13	7	III	4
PO10	-	-	-	-	-	-	-	-	7	5	IV	3/4
PO11	-	-	-	-	-	-	-	-	9	6	III	3/4
PO12	-	-	-	-	-	-	-	-	9	6	III	3/4

Il **carico unitario** (Ct/S ; $kg/y/km^2$) è il rapporto tra il carico totale annuo (Ct ; kg/y) e la superficie (S ; km^2) del territorio interessato. Esso permette un confronto fra i bacini più corretto rispetto all'esame dei valori assoluti dei carichi. Un piccolo bacino molto antropizzato infatti potrebbe presentare un carico totale inferiore a quello di un bacino poco interessato da attività umane, ma molto più grande come estensione. Facendo alcuni esempi (**tab. 9**) risulta un valore di quasi $200 kg/y/km^2$ per il bacino del Banna, di $290 kg/y/km^2$ per il Chisola, di $233 kg/y/km^2$ per il Malone e di oltre 440 per il Sangone, il massimo assoluto riscontrato in Provincia di Torino. La maggior parte dei bacini, alla sezione di confluenza con il Po, presentano valori compresi nell'intervallo $50 \div 80 kg/y/km^2$. Per lo Stura di Lanzo risulta un valore entro i suddetti limiti a monte di Venaria, ma con un secco incremento (fino a $151 kg/y/km^2$) nel tratto terminale, probabilmente per l'apporto del Ceronda ($194 kg/y/km^2$) e nell'attraversamento di Torino. I valori più bassi in assoluto (anche inferiori a $10 kg/y/km^2$) si riscontrano per alcuni tributari di sinistra dell'Orco, impostati su versanti poco o nulla antropizzati, entro i confini del Parco Nazionale del Gran Paradiso.

Più interessante risulta l'esame dei valori dei rapporti Ct/Q (**tab. 9**). In particolare merita segnalare i bacini con forte sviluppo delle fasce altimetriche meno elevate. Essi risultano i più antropizzati (quelli con più elevati valori Ct/S succitati) e, date le caratteristiche climatiche, anche quelli con minori potenzialità idriche (**par. 4.2**). Risultano pertanto valori di $451 \mu g/l$ per il Lemina (Chisola), $465 \mu g/l$ per il Malesina (Orco), $476 \mu g/l$ per il Banna di leinì (Malone), $729 \mu g/l$ per il Banna, $837 \mu g/l$ per il Sangone (massimo assoluto). Per quanto riguarda i minimi merita citare $26 \mu g/l$ per la testata del bacino del Pellice e per il Chisone nel Parco Naturale Regionale della val Troncea, $17 \mu g/l$ per lo Stura di Ala a Balme e $18 \mu g/l$ per lo Stura di Sea (valli di Lanzo), fino a valori inferiori a $10 \mu g/l$ per gli affluenti di sinistra dell'alto Orco; tutti bacini poco o nulla antropizzati e caratterizzati da notevoli potenzialità idriche medie annue (anche superiori a $30 l/s/km^2$).

La **tab. 9** riporta anche, per ciascuna sezione di riferimento, i valori percentuali dei singoli carichi rispetto a quello totale. Pertanto è possibile, per i diversi bacini, evidenziare i principali fattori di alterazione delle acque in funzione delle diverse tipologie di carichi. Per esempio la **fig. 3** illustra i contributi dei diversi tipi di carichi alla formazione di quello complessivo di due bacini. In particolare risulta evidente come il bacino del Sangone (quello caratterizzato dal più elevato valore Ct/Q) sia fortemente condizionato da un elevato carico civile ed in parte anche da un notevole carico industriale; i carichi zootecnico ed agricolo sono poco significativi, mentre risulta quasi inesistente quello naturale. Per il Chiusella il carico civile risulta ancora quello principale, ma in misura decisamente limitata (40 %) rispetto al Sangone (quasi il 70 %). I contributi dei carichi naturale e industriale recitano ruoli opposti rispetto a quanto evidenziato per il bacino del Sangone.

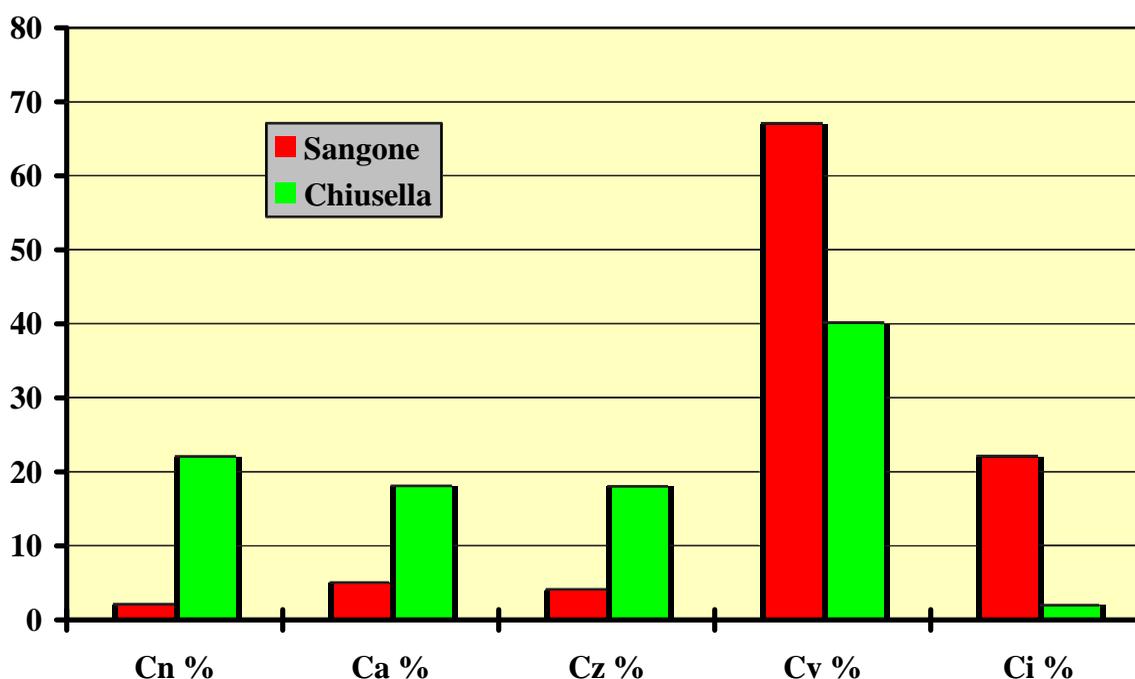


Fig. 3 - Valori % dei diversi carichi naturale (Cn), agricolo (Ca), zootecnico (Cz), civile (Cv) e industriale (Ci) rispetto al carico totale per i bacini del **Sangone** (tra i più antropizzati) e del **Chiusella** (fra quelli meno interessati da attività umane).

I valori percentuali delle diverse tipologie di carico, espressi per i bacini sottesi alle sezioni di riferimento lungo i corsi d'acqua principali, permettono anche una valutazione dei livelli di antropizzazione da monte verso valle. In **fig. 4** è rappresentato, a titolo esemplificativo, il bacino dell'Orco. Si osserva una evidente diminuzione del carico naturale dalle sezioni più a monte verso la confluenza con il Po, cui fa riscontro l'incremento del carico zootecnico. Quello agricolo, di una certa rilevanza nella media e alta valle diventa meno importante verso la pianura, non tanto per una diminuzione dei valori assoluti, ma perché diventa via via più importante il carico civile, mentre quello industriale, pur aumentando, rimane tuttavia relativamente modesto.

5.3 - Classificazione dei livelli di carico

Forneris *et al.* (1990) affermano che i contributi medi annui su unità di superficie "S" dei bacini piemontesi variano, grosso modo, da $5 \cdot 10^8$ l/anno/km² (pianura orientale) a $1,5 \cdot 10^9$ l/anno/km² (Alpi Nord-orientali). La situazione ipotetica naturale con impatti antropici praticamente nulli prevede un carico di fosforo totale "Ct" dovuto unicamente alla cessione dei terreni incolti che, come sopra citato, è stata valutata in 0,1 kg/ha/anno = 10^{10} µg/km²/anno. Pertanto il rapporto "Ct/Q" può variare da minimi di 5 a massimi di 20 µg/l di concentrazione

media annua teorica di fosforo totale nelle acque in ecosistemi fluviali i cui bacini non sono sottoposti ad impatti antropici significativi. Secondo i suddetti Autori potrebbero essere ritenuti bacini soggetti a carichi antropici di una certa rilevanza quelli che risultano con rapporto "Ct/Q" entro lo stesso ordine di grandezza e comunque non superiore a 100 µg/l. Tutti i bacini per i quali vengono stimati valori di ordine di grandezza superiori sono da ritenere soggetti ad un elevato carico antropico; all'interno di questa ultima categoria potrebbero essere distinti quelli con rapporti "Ct/Q" leggermente superiori al valore rappresentativo del bacino del Po (assunto come medio di una situazione ambientale mediamente alterata). Quindi in linea di massima per i bacini maggiormente antropizzati, caratterizzati dai massimi livelli di alterazione della qualità delle acque, si potrebbero riscontrare concentrazioni teoriche medie annue di fosforo totale dell'ordine delle migliaia di µg/l

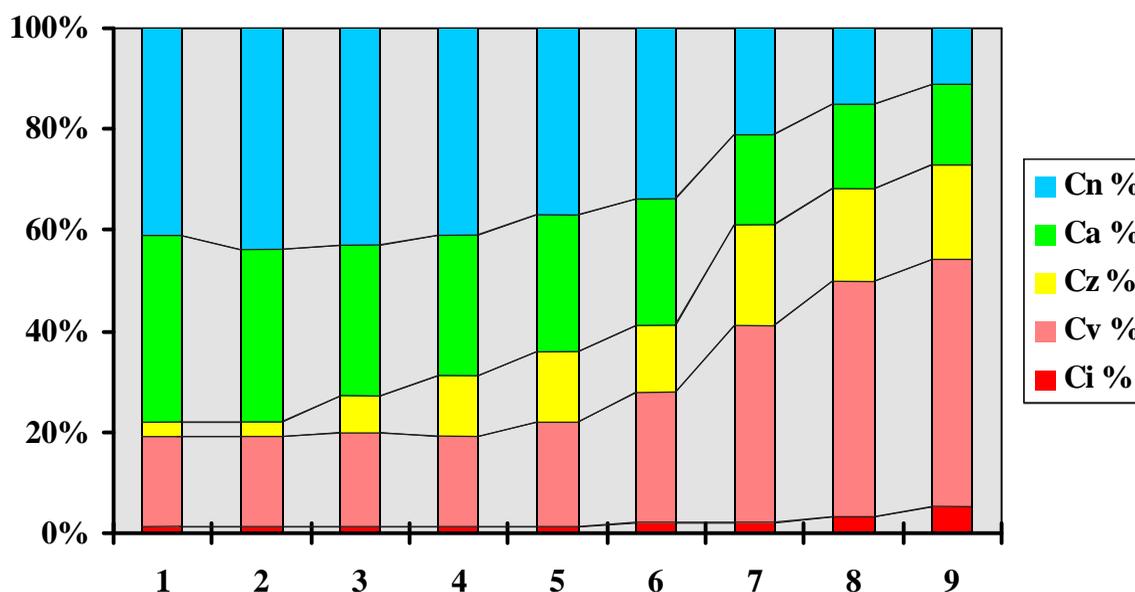


Fig. 4 - Carichi di fosforo totale dovuti ai suoli naturali (Cn), all'agricoltura (Ca), alla zootecnia (Cz), alla popolazione residente (Cv) ed all'industria (Ci), sui bacini sottesi alle sezioni di riferimento **01-Orco + 09-Orco** (dalla testata del bacino a monte di Ceresole reale alla confluenza con il Po). I valori sono espressi in **percentuale** rispetto al carico complessivo.

Quindi, sulla base di quanto proposto da Forneris *et al.* (1990), si può formulare un giudizio "D" di qualità fondata sul carico antropico basata su cinque valori (1 ÷ 5):

$D_1 = Ct/Q = < 30 \mu\text{g/l}$	bacino poco o nulla antropizzato
$D_2 = Ct/Q = 31 + 50 \mu\text{g/l}$	
$D_3 = Ct/Q = 51 + 100 \mu\text{g/l}$	↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓
$D_4 = Ct/Q = 101 + 600 \mu\text{g/l}$	
$D_5 = Ct/Q = > 600 \mu\text{g/l}$	bacino fortemente antropizzato

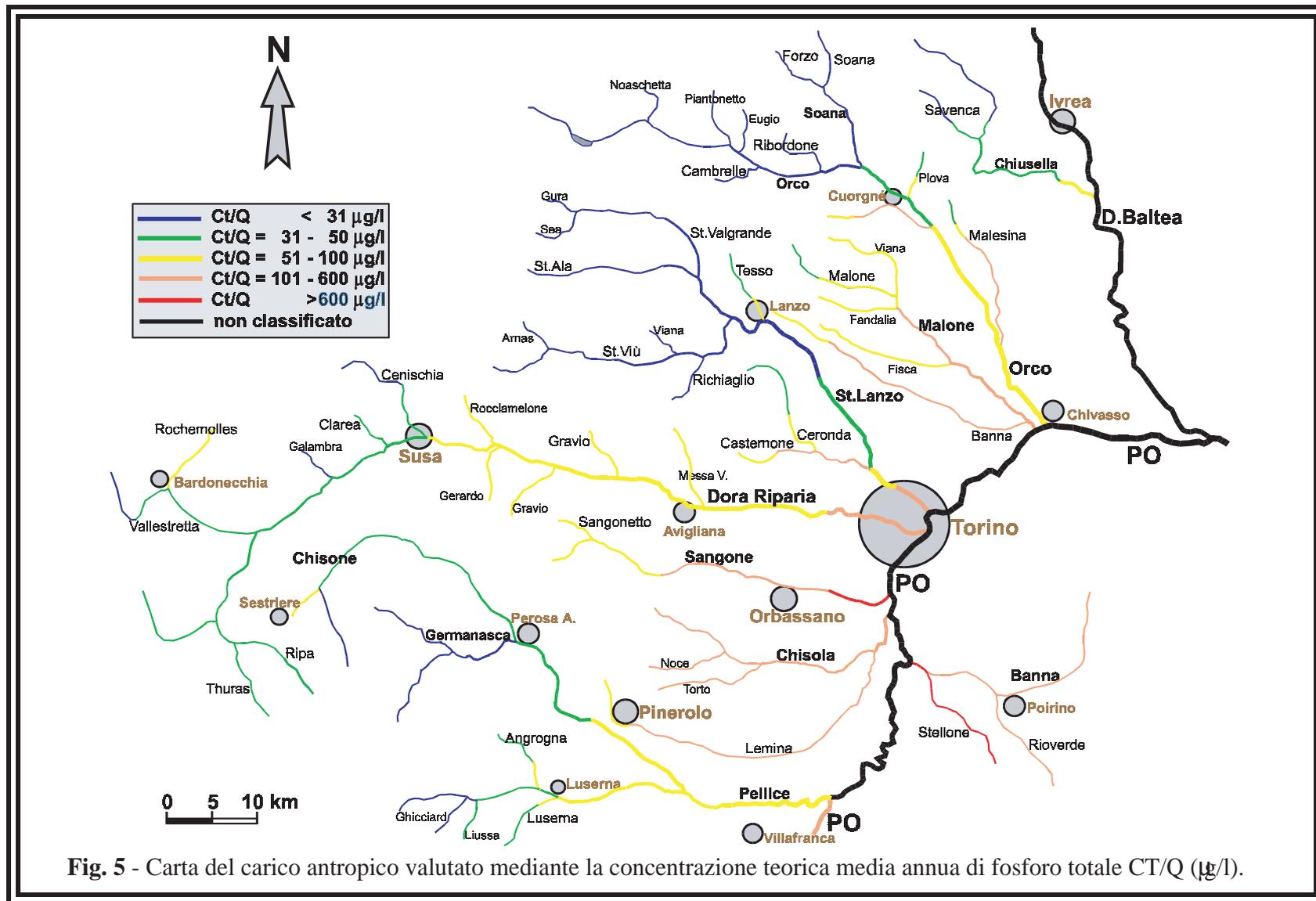


Fig. 5 - Carta del carico antropico valutato mediante la concentrazione teorica media annua di fosforo totale CT/Q ($\mu\text{g/l}$).

Sulla base della classificazione sopra proposta, i bacini sottesi alle sezioni di riferimento individuate sul reticolo idrografico provinciale (**tab. 9** e **fig. 5**) possono essere raggruppati nei seguenti insiemi:

- **classe D₁ (Ct/Q < 30 µg/l)**; bacini dell'alto Chiusella (e della testata del tributario Savenca), del Soana e dell'Orco (a monte della sezione di confluenza con il Soana stesso), dello Stura di Lanzo a monte di Robassomero (Tesso escluso), dell'alto Cenischia e di Valle Stretta (Dora Riparia), del Chisonetto (Chisone), del Germanasca e dell'alto Pellice; la situazione migliore risulta quindi quella relativa allo Stura, l'unico in classe D₁ fino al corso di pianura;
- **classe D₂ (Ct/Q = 31 ÷ 50 µg/l)**; caratterizza i tratti intermedi del Chiusella, dell'Orco, del Pellice e della porzione dello Stura di Lanzo a monte di Venaria; è la categoria dominante della Dora Riparia e del Chisone (i cui bacini presentano uno scarso sviluppo di ambienti in D₁); è presente nell'alto Ceronda e nell'alto Malone, come eccezioni rispetto ai bacini prevalentemente collinari e di pianura, nei quali prevalgono invece le classi inferiori;
- **classe D₃ (Ct/Q = 51 ÷ 100 µg/l)**; è fra le categorie più diffuse in Provincia di Torino; prevale nel bacino della Dora Riparia; caratterizza interamente i tratti di pianura dell'Orco e del Pellice e compare diffusamente per tratti di minore lunghezza in quasi tutti gli altri bacini (tratto terminale del Chiusella, intermedio del Malone, alto Sangone,...);
- **classe D₄ (Ct/Q = 101 ÷ 600 µg/l)**; caratterizza soprattutto le aree fortemente antropizzate e contemporaneamente "povere" come potenzialità idriche quali, in modo particolare, i bacini del Chisola e del Banna; è presente lungo il medio e basso Malone e Ceronda, in buona parte del corso di pianura del Sangone e del Malesina (Orco);
- **classe D₅ (Ct/Q > 600 µg/l)**; è rappresentativa delle aree più fortemente antropizzate e precisamente le porzioni più basse dei bacini del Banna e del Sangone.