

Tavola 7.4 Concentrazioni e carichi del materiale sospeso nei corsi d'acqua

Trasporto solido nei corsi d'acqua

Le sostanze solide trasportate nei corsi d'acqua vengono così classificate: materiale sul fondo, materiale in sospensione, materiale galleggiante. Il trasporto di fondo si riferisce all'aliquota di solidi che viene sospinta lungo il letto dell'alveo. Si tratta solitamente di materiale che prende origine dal letto stesso. Le sostanze a granulometria fine che non sedimentano a causa della corrente e della turbolenza costituiscono le materie sospese. L'aliquota galleggiante è formata da sostanze con peso specifico uguale o inferiore a quello dell'acqua ed è data essenzialmente da composti organici (soprattutto legno) o ghiaccio.

L'origine dei solidi va imputata alle erosioni prodottesi nel bacino imbrifero (disgregazione, erosione del suolo) e nel letto fluviale, nonché ai sedimenti che tornano in sospensione. Sul trasporto solido influiscono da un lato fattori idraulici, come la pendenza, la profondità e la velocità dell'acqua, dall'altro caratteristiche del bacino, quali le precipitazioni, il vento, la temperatura, il suolo, la vegetazione, lo sfruttamento agreste e l'inclinazione del territorio. La combinazione di questi parametri determina un potenziale erosivo che risulta decisivo in relazione alla prevalenza in un corso d'acqua di materiale sospeso oppure di trasporto di fondo. Le sostanze in sospensione predominano solitamente nei fiumi d'altipiano a scarsa pendenza, mentre nei torrenti ripidi il flusso dei carichi solidi va attribuito in massima parte al trasporto di fondo.

L'influsso antropico può incrementare la concentrazione di sostanze sospese in taluni tronconi di un corso d'acqua attraverso attività lavorative direttamente a questo annesse oppure attraverso la costruzione di canalizzazioni (acque reflue, impianti di lavaggio delle cave).

Il condizionamento dei laghi sul trasporto di sostanze sospese è rilevante. Infatti, la maggior parte del materiale introdotto nei laghi è destinato a sedimentare. Inoltre, la crescita del plancton provoca la formazione di sostanze organiche fluttuanti. Dopo un lago, il plancton e il detrito organico può, oltre al materiale anorganico proveniente dal suolo o dalle rocce, essere una parte notevole del materiale in sospensione.

L'osservazione delle sostanze in sospensione è interessante tanto ai fini della protezione delle acque, quanto ai fini del loro sfruttamento. Significative risultano essere le seguenti tematiche: asporti nel bacino imbrifero, ampliamenti di laghi e opere di ritenzione idrica, risciacquo dei volumi ritenuti, realizzazioni di colmate lungo un corso d'acqua, influssi dello sviluppo delle uova di pesce, adsorbimento di sostanze sospese colloidali o disciolte, fenomeni di usura meccanica negli impianti, dimensionamento di dissabbiatori presso le opere di presa idrica.

Concentrazioni del materiale sospeso

Dal 1962 il Servizio idrologico e geologico nazionale (SIGN) rileva le concentrazioni del materiale sospeso presso prestabilite stazioni idrologiche. Le analisi dei corsi d'acqua, comprendenti in parte la registrazione delle suddette concentrazioni, vengono eseguite regolarmente o in occasione di preposte campagne anche da uffici cantonali competenti e da istituti universitari. La carta si riferisce a una cernita di stazioni appartenenti a reti di rilevamento diversificate, laddove risultano regolarmente iscritte le misure tra gli anni 1979 e 1993. La fonte dei dati è indicata nella tabella della tavola 7.1 o nella tabella 1 della presente tavola.

Il SIGN procede al campionamento due volte alla settimana, gli uffici cantonali di solito solo una volta al mese. Pertanto, nei 15 anni contemplati ogni stazione SIGN concorre con circa 1500 valori, ogni sito di rilevazione cantonale con solo 180 circa. Per questo motivo si opera nella rappresentazione una distinzione delle reti di rilevamento. Nel 1993 il SIGN ha inoltre eseguito misure sul trasporto delle sostanze sospese in 15 stazioni aggiuntive. Questi 100 valori circa per stazione vengono pure indicati sulla carta e consentono di apprezzare le differenze dei risultati (frequenze cumulate) dell'anno 1993 rispetto ai valori della serie 1979–1993. L'ingente dispersione dei valori ha condotto alla scelta di una scala logaritmica.

La misurazione delle sostanze sospese nei corsi d'acqua implica di solito un singolo prelievo, effettuato manualmente con un dispositivo per campionamento oppure con l'ausilio di un raccogliatore automatico di campioni. Segue l'analisi di laboratorio. Fino ad ora non è risultato possibile procedere ad alcuna rilevazione quantitativa mediante metodi indiretti, quali la misurazione della torbidità o l'analisi ultrasonica. Una metodologia spesso impiegata in relazione al risciacquo dei volumi ritenuti fa capo alla legge di sedimentazione. Il ricorso sul campo a un imbuto di Imhoff consente allora di valutare abbastanza rapidamente le concentrazioni in [mg/l] delle sostanze sospese. Tuttavia, i risultati possono essere espressi in [mg/l] nei casi migliori solo come approssimazione e dopo una rettifica condotta in base al quantitativo di sostanze solide presenti nel corso d'acqua in oggetto.

Il SIGN impiega speciali apparecchi di prelievo per l'analisi delle sostanze sospese [1]. Un litro d'acqua fluisce in una bottiglia di plastica attraverso un ugello di 4 mm di diametro. La bottiglia viene poi inviata per posta al laboratorio del SIGN dove si procede a un'analisi del contenuto secondo modalità conformi alle direttive DFI [2] (filtro a membrana 0.65 μm).

La distribuzione delle sostanze sospese si presenta in modo disomogeneo nelle sezioni dei fiumi naturali. Sussiste un gradiente verticale predominante, ma differenze si riscontrano anche lungo l'asse trasversale. Per motivi fisici spesso la concentrazione aumenta in direzione del letto dell'alveo. Questo gradiente è a sua volta funzione della portata transitante. Ad ogni modo, con l'ausilio di misure trasversali, ricavate ad esempio mediante l'impiego del veicolo rilevatore del SIGN [1], è possibile stabilire una relazione tra le concentrazioni superficiali e la concentrazione media in tutta la sezione.

Carichi del materiale sospeso

Se le sostanze fluttuanti risultano omogeneamente distribuite nel corso d'acqua, il flusso totale del materiale in [g/s] si ottiene dalla semplice moltiplicazione tra la concentrazione e la portata. A causa della distribuzione disomogenea di cui sopra, occorre tuttavia misurare in corrispondenza di un sito che sia rappresentativo per l'intera sezione, oppure si deve conoscere il legame che intercorre tra il risultato ottenuto nel sito prescelto e la concentrazione media.

Per il calcolo del carico in [t] transitante in un certo arco di tempo (giorno, mese, anno) bisogna integrare il trasporto su quello stesso periodo. Nel caso di misurazioni campionarie l'integrazione è possibile solo indirettamente, ad esempio in base a una relazione tra la concentrazione (c) e la portata (Q). Poiché le portate vengono rilevate continuamente presso le stazioni SIGN, l'impiego di una relazione c/Q per il calcolo dei carichi è a portata di mano. Presso il SIGN le concentrazioni di sostanze sospese vengono rapportate in doppia scala logaritmica ai valori medi giornalieri di deflusso. Vengono altresì stabilite le correlazioni per deflussi tranquilli in acqua bassa e per condizioni sempre più turbolente di livello idrometrico medio e alto. La trasformazione inversa consente di ottenere nelle differenti condizioni di deflusso due funzioni esponenziali c/Q per mezzo delle quali si possono stimare i carichi giornalieri, componendoli poi a formare i carichi mensili (fig.2) e annuali (fig. 1, tab. 2).

Il SIGN provvede a integrare il computo dei carichi con degli esami, dal momento che le funzioni c/Q sono contraddistinte presso le varie stazioni da coefficienti di correlazione tendenzialmente bassi. Così, si ricorre ad esempio a raccoglitori automatici che ogni giorno eseguono un prelievo campionario. I risultati di queste misurazioni condotte nell'anno 1995 presso la stazione (n. 2005) di Lüttschine a Gsteig sono rappresentati in figura 3. Si nota come la concentrazione delle sostanze in sospensione possa crescere celermente all'inizio delle piene per poi diminuire in modo ancora più rapido del deflusso. Tale decorso temporale dà luogo a una funzione c/Q che non corrisponde a una retta, ma che manifesta piuttosto il fenomeno dell'isteresi. Considerando i carichi giornalieri riportati nella figura 4 (prodotto tra la concentrazione giornaliera e la media giornaliera di deflusso), si evince chiaramente che i mesi invernali con portate ridotte contribuiscono appena alla formazione dei carichi annuali sospesi. Per contro, in una sola giornata può transitare un'aliquota ingente del carico annuale. Nel nostro caso il carico dell'3/7/95 costituisce il 19 % del totale del 1995. Presso la stazione (n. 6007) di Bellinzona si ha un carico mensile estremo in ottobre, come evidenzia la figura 2. La circostanza va attribuita al carico mensile dell'ottobre 1979, quando, in

occasione di una piena, è verosimilmente traslato nel Ticino così tanto materiale sospeso da determinare un valore medio annuale più di sei volte maggiore (vedi anche tab. 2).

Fig. 3
Deflusso e concentrazioni, 1995 (rilevazioni quotidiane)
Runoff and concentrations 1995 (daily measurements)
Lütschine, Gsteig (N./No. 2005)

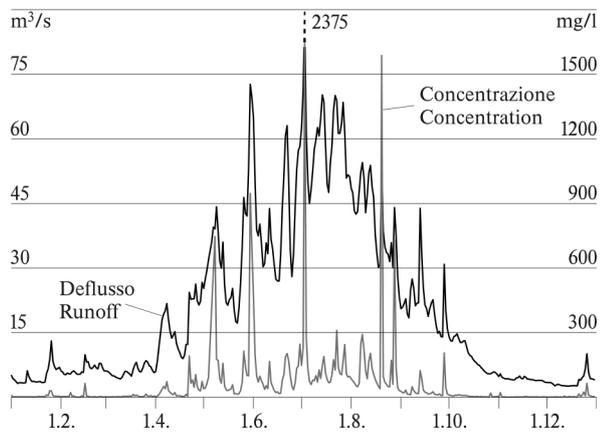
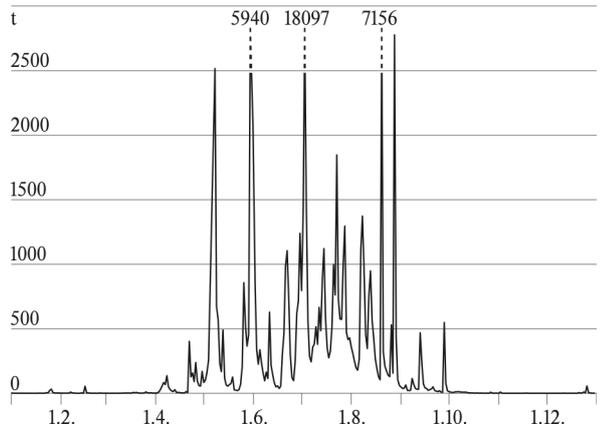


Fig. 4
Carichi quotidiani, 1995
Daily loads 1995
Lütschine, Gsteig (N./No. 2005)



Bibliografia

- [1] **GHO (1987)**: Die mengenmässige Erfassung von Schwebstoffen und Geschiebefrachten. Mitteilung der Arbeitsgruppe für operationelle Hydrologie (GHO), Nr. 2, Bern.
- [2] **Eidgenössisches Departement des Innern EDI (1983)**: Richtlinien für die Untersuchung von Abwasser und Oberflächenwasser – 2. Teil: Oberflächenwasser. Bern.