

## 8. - CONCLUSIONI

La conoscenza e l'origine della composizione geochimica di un'acqua fluviale sono informazioni necessarie per un miglior sfruttamento della risorsa idrica e per una gestione corretta di un bene sempre più prezioso. La presenza di attività umane, che più o meno direttamente agiscono su di un reticolo idrografico, comporta inevitabilmente l'introduzione nel "sistema fiume" di sostanze la cui natura può alterare le caratteristiche chimiche originarie, con conseguenti problemi di contaminazione o inquinamento. Il deterioramento delle acque, oltre all'inevitabile impatto ambientale e visivo, ha importanti ricadute economiche qualora l'acqua di un fiume venga utilizzata, come nel caso dell'Arno, come sorgente di acqua potabile, incrementando i costi di gestione degli impianti di depurazione.

In questo lavoro è stata condotta un'indagine geochimica ed isotopica sulle acque superficiali del Bacino dell'Arno volta a comprendere i processi chimico-fisici che regolano la composizione chimica delle acque e a valutare il peso dei contributi naturali ed antropici, con il fine ultimo di ottenere un'esauriente "fotografia" del sistema fluviale e delle dinamiche che in esso agiscono. Lo scopo è stato perseguito sfruttando le informazioni estraibili dalle caratteristiche geochimiche ed isotopiche del carico disciolto nel reticolo idrografico dell'Arno, utilizzando oltre 200 siti di prelievo opportunamente dislocati sull'intero bacino; a questi si sono aggiunti tre campionamenti stagionali, con la raccolta 50 campioni d'acqua per ogni periodo, selezionati sulla base delle caratteristiche chimiche del corpo di base. Il dato analitico è stato trattato mediante metodologie di restituzione classiche (diagrammi classificativi, stechiometrici e dei rapporti molari, e combinazioni fra gli elementi ed isotopi ambientali), e statistiche (analisi uni- e multivariate).

La ricostruzione di questo ampio mosaico di informazioni, ottenuta mediante l'applicazione di metodologie diversificate, ha permesso di individuare alcuni *geoindicatori chimici* (e.g. rapporto molare fra elementi maggiori quali  $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$  e  $\text{HCO}_3^-/\text{Na}^+$ , o rapporti fra elementi conservativi, quali  $\text{Cl}^-/\text{B}$  e  $\text{Cl}^-/\text{Br}^-$ , indipendenti in entrambi i casi dalle portate dei vari corsi d'acqua considerati) ed *isotopici* (e.g.  $\delta^{13}\text{C-DIC}$ ,  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  in  $\text{NO}_3^-$ ,  $\delta^{11}\text{B}$ ), in grado di definire il ruolo delle sorgenti (e.g. rocce silicatiche, carbonatiche, evaporitiche, acque termali, acqua di mare, inquinamento) concorrenti alla determinazione della composizione geochimica. Tali *geoindicatori* sono quindi stati utilizzati per l'individuazione

dei principali contributi naturali ed antropici, mediante i quali modellizzare le dinamiche delle interazioni tra i vari possibili processi. Sulla scorta dei risultati ottenuti, è stato osservato come il maggior deterioramento delle acque superficiali del Bacino dell'Arno sia localizzabile nella zona centro-occidentale a causa, oltre che di sversamenti di reflui domestici, della presenza dell'industria conciaria, tessile e cartaria. Localmente è stato possibile circoscrivere specifiche problematiche ambientali legate a: (i) attività agricole agro-zootecniche, come in Valdichiana, (ii) potenziali mescolamenti con acque termali, come nel caso dei bacini dell'Elsa o dell'Ambra e (iii) all'immissione di inquinanti, quali metalli pesanti, nel bacino drenato dal Canale Usciana. Come atteso, le aree meno soggette all'azione antropica sono quelle sorgive, (Casentino, Sieve e Valdinievole), anche se la concentrazione e la distribuzione delle specie azotate, la cui origine è riconducibile prevalentemente a fertilizzanti naturali e sintetici, indicano un progressivo avanzamento dell'azione antropica verso aree relativamente incontaminate.

Le applicazioni statistico-probabilistiche hanno infine consentito di individuare 6 composizioni principali rappresentative di altrettante componenti naturali ed antropiche agenti nelle acque superficiali del Bacino dell'Arno. Tali composizioni, caratterizzate da un elevato indice di atipicità rispetto al corpo dei dati, sono in realtà a loro volta il risultato di processi di mescolamento fra contributi naturali ed antropici, suggerendo un *continuum* fra tali fattori. Ne consegue la impossibilità di riconoscere *end-member* puri. Questo approccio ha evidenziato come, in talune composizioni, il carico antropico disciolto raggiunga valori pari al 50 % rispetto a quello complessivo, suggerendo la necessità di interventi in grado di attenuare in maniera drastica gli effetti derivanti dalle attività umane su di un bacino che fra l'altro ospita importanti tesori culturali e naturalistici.

I risultati emersi dal presente lavoro consentono di concludere come le indagini geochimiche ed isotopiche accoppiate a modellizzazioni su base statistico-probabilistica siano strumenti idonei per il riconoscimento e la quantificazione dei processi naturali ed antropici operanti nei sistemi fluviali, particolarmente in aree densamente popolate ed industrializzate. Dal momento che la "geochimica fluviale" non è ancora molto popolare nella realtà scientifica italiana, è auspicabile che questo tipo di indagini possano essere esportate in altri bacini idrografici sottoposti a forte pressione antropica quali il Po e il Tevere.