

# ALLEGATO

I fiumi e la città

Monitoraggio ambientale partecipato dei fiumi di Roma

A cura di *Chiara Segalla*, A Sud

INDICE .....	1
Inquinamento: una introduzione.....	2
Il caso dei CECs.....	3
Le sostanze perfluoroalchiliche (PFAS).....	4
Inquinamento e contaminazione.....	4
Tossicocinetica/dinamica degli inquinanti.....	5
SORGENTI DEGLI INQUINANTI .....	6
Il caso degli scolmatori.....	6
Tipologie di inquinamento .....	7
Normativa .....	8
Ulteriori normative .....	12
<b>PARAMETRI ANALIZZATI .....</b>	<b>13</b>
<b>La torbidità.....</b>	<b>13</b>
Cos'è?.....	13
Come si misura?.....	14
Procedimento: .....	14
Quali rischi sono associati a valori alti di torbidità? .....	14
<b>pH.....</b>	<b>14</b>
Cos'è?.....	14
Come si misura?.....	15
Procedimento: .....	15
Quali rischi sono associati a valori alti di pH?.....	15
Conducibilità elettrica o conduttività .....	16
Cos'è?.....	16
Come si misura?.....	16
Procedimento: .....	16
Quali rischi sono associati a valori alti di conduttività.....	16
<b>Nitrati .....</b>	<b>16</b>
Cosa sono? .....	16

Come si misurano?.....	17
Procedimento: .....	17
Quali rischi sono associati a valori alti di nitrati? .....	17
Fosfati.....	18
Cosa sono i fosfati? .....	18
Strumenti da utilizzare per il monitoraggio .....	18
Procedimento: .....	18
Quali rischi sono associati a valori alti di fosfati? .....	19
<b>Escherichia coli</b> .....	19
Cos'è Escherichia coli .....	19
Come si misura? .....	19
Questo tipo di analisi, pur essendo stati sviluppati metodiche e kit specifici per attività di citizen science, richiede un livello di esperienza e impegno superiori rispetto ai precedenti monitoraggi. Uno dei kit più affidabili messi a disposizione per attività di monitoraggio civico è quello dell'HyServe, che si compone di una piastra "Compact dry EC" per la misura di Escherichia coli.....	
Preparazione: .....	19
Procedimento: .....	20
Quali sono i rischi associati ad alti valori di Escherichia coli?.....	22
Ammoniaca .....	22
Che cos'è l'ammoniaca .....	22
Come si misura? .....	22
Procedimento: .....	23
Quali sono i rischi legati ad alti valori di ammoniaca? .....	23

## Inquinamento: una introduzione

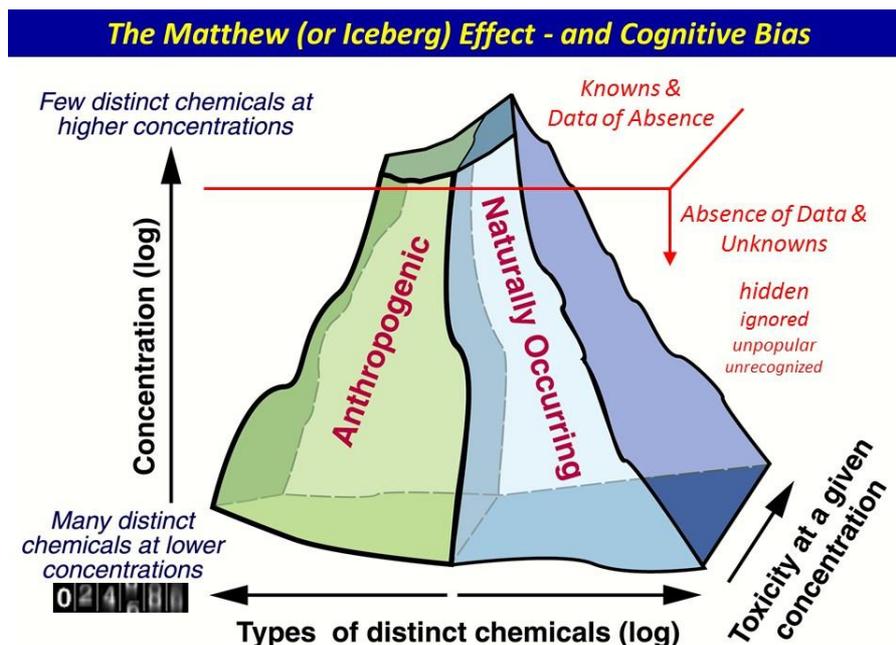
Il tema dell'inquinamento, e quindi **dell'alterazione** della composizione chimico-fisica delle matrici ambientali, è una problematica **universale** in quanto le matrici stesse non sono immobili e quindi vanno ad impattare tutte le comunità del pianeta. Allo stesso tempo per quanto universale si tratta di una minaccia che **impatta diversamente i territori**, colpendo maggiormente su scala globale Africa e Asia mentre a livello locale le periferie dove la qualità di vita diminuisce drasticamente rispetto al centro della città a causa della presenza di industrie e infrastrutture che impattano negativamente sulla salute dell'ambiente e quindi delle popolazioni.

Le disuguaglianze dunque si consumano non solo a livello globale verso i territori tipicamente con economie svantaggiate ma anche a livello locale all'interno delle stesse città.

Il miglioramento delle tecnologie di monitoraggio, sempre più sensibili al rilevamento dei parametri definiti come indicatori della presenza di inquinamento, hanno certamente contribuito a far diventare il tema sempre più centrale nel dibattito pubblico andando ad

umentare la consapevolezza senza però realmente andare ad intaccare le cause di tale sistema.

Purtroppo ciò che conosciamo o che riteniamo di sapere è ancora una piccola punta di un grande iceberg che schematicamente è stato riportato nella Figura 3. Si tratta di un noto schema proposto da Christian Daughton nel 2013 (EPA, 2013) che vuole mostrare la complessità del problema. Gli sforzi fatti hanno spesso evidenziato lacune nella conoscenza e indicato la necessità di approfondire alcuni temi anche legati alla sostenibilità tecnica ed economica delle soluzioni impiantistiche che sembrerebbero essere le più promettenti nella rimozione dei più comuni contaminanti di interesse emergente.



#### Il caso dei CECs

Le nuove tecnologie hanno permesso anche di rilevare la presenza di tutta una nuova classe di contaminanti definita come **CECs** (contaminants of emerging concern, ossia contaminanti emergenti). A questa classe appartengono più di 700 sostanze divise in classi a seconda non delle loro caratteristiche chimiche, essendo tra loro così diversi ma della loro funzione. Sono tendenzialmente quindi farmaci (tra cui anche antibiotici che contribuiscono ad aumentare il fenomeno della resistenza ai batteri, sostanze psicoattive, disinfettanti, ormoni), prodotti per la cura della persona (cosmetici, shampoo, profumi,...), ritardanti di fiamma, sostanze impermeabili perfluoroalchiliche (**PFAS**) utilizzate per il rivestimento soprattutto in campo agroalimentare, pesticidi, cosmetici, additivi industriali, solventi e sottoprodotti della disinfezione delle acque.

I CECs sono particolarmente preoccupanti non per quanto riguarda la loro tossicità o elevata concentrazione infatti spesso sono presenti a basse concentrazioni, quanto piuttosto per il fatto che spesso molte sostanze di questa classe sono presenti simultaneamente e mescolandosi determinano un grado di tossicità elevato (effetto cocktail), diffuso e cronico essendo poco degradabili e permanendo a lungo nell'ambiente accumulandovisi. Inoltre, essendo una classe di sostanze scoperta di recente non sono ancora regolamentate da alcuna

legislazione sebbene i loro effetti sulla salute umana non siano ancora noti e i primi studi abbiano determinato come tali sostanze interferiscano sul normale funzionamento del sistema ormonale dell'uomo (interferenti endocrini).

Allo stesso tempo se lo sviluppo tecnologico da un lato ha reso possibile un maggior numero di misure con precisione più elevata dall'altro ha portato alla consapevolezza che si sta lavorando solo su una piccola frazione del problema. Lo schema proposto da Christian Daughton nel 2013 (EPA, 2013) che vuole mostrare la complessità del problema. Gli sforzi fatti hanno spesso evidenziato lacune nella conoscenza e indicato la necessità di approfondire alcuni temi anche legati alla sostenibilità tecnica ed economica delle soluzioni impiantistiche che sembrerebbero essere le più promettenti nella rimozione dei più comuni contaminanti di interesse emergente.

#### Le sostanze perfluoroalchiliche (PFAS)

I PFAS sono composti fluorurati generalmente idrofobici e lipofobici ampiamente utilizzati per applicazioni industriali e domestiche: coperture antimacchia e impermeabilizzanti per tessuti e tappeti; pellicole resistenti all'olio per prodotti adatti al contatto alimentare (carta da forno, packaging per fast food, sacchetti per pop corn, ecc.); schiume antincendio, tensioattivi per miniere e pozzi petroliferi, cere per pavimenti e formulazioni insetticide. Questi composti sono interferenti endocrini e alcune classi (es. PFOA) sono classificati come cancerogeni di classe 2b (sicuramente cancerogeni per gli animali e possibilmente per gli uomini, per i quali gli studi sono ancora in corso) e sempre più dati ne evidenziano la pericolosità.

I PFAS così come la plastica ci mettono secoli se non millenni per scomparire (Wang et al. 2017). Essendo molto stabili possono percorrere lunghe distanze trasportati dall'aria e raggiungere aree poste anche a migliaia di chilometri dagli impianti di produzione con effetti negativi sugli esseri viventi, nei quali bioaccumulano. Ad oggi l'ambiente acquatico è il più contaminato da PFAS. Nel 2013 in Italia è scattata l'allerta per inquinamento da PFAS nelle acque contaminate dagli scarichi delle industrie produttrici di sostanze perfluoroalchiliche. Da allora si sono susseguite ricerche e analisi epidemiologiche per valutare l'effettiva pericolosità sull'uomo; al momento vi sono studi in corso e l'attenzione sull'argomento rimane elevata. L'inquinamento dell'acqua è anche la principale causa di contaminazione da PFAS negli alimenti, che a loro volta costituiscono la principale via di esposizione dell'uomo ai PFAS. Recentemente è uscita un'inchiesta ad opera di Le Monde che ha provveduto a raccogliere i dati relativi alla contaminazione dei PFAs in Europa, mostrando come effettivamente la diffusione è tale da definirla [un'epidemia](#).

Non va dimenticato che gli attuali impianti di trattamento delle acque reflue sono in grado di rimuovere solo parzialmente i contaminanti emergenti. Molto interessante è il recente (settembre 2020) rapporto fatto dall'ARPA Lombardia in collaborazione con diversi Istituti Universitari dal titolo "Inquinanti Emergenti. Quadro delle conoscenze sulla presenza, le tecnologie di contenimento e lo stato della ricerca su microinquinanti e microplastiche nei compartimenti acquatici lombardi"

#### Inquinamento e contaminazione

Principalmente si parla di contaminante come di sostanza presente nell'ambiente a concentrazioni superiori rispetto a quelle normali mentre di inquinante come sostanza estranea all'ambiente derivante esclusivamente da attività antropiche.

Questo è utile per comprendere che non sempre quando si parla di inquinamento e contaminazione si parla di sostanze sintetizzate dall'uomo (artificiali) ma molto spesso di sostanze naturali che sono presenti in concentrazioni eccessive (es. nitrati e fosfati) tale da determinare un'alterazione dell'ecosistema vivente e di tutte le sue comunità (es. bloom algale).

Le sostanze contaminanti/inquinanti sono di diverso tipo e possiedono diverse proprietà tra cui la degradabilità (tempi diversi di persistenza nell'ambiente), la solubilità (le sostanze possono o meno sciogliersi nell'acqua o in altri solventi), la tossicità ma anche possiedono diversi tassi di mobilità (alcune sostanze sono altamente immobili nel suolo e quindi non costituiscono un pericolo per la falda acquifera che si trova più in profondità, ma sono più una minaccia per esempio per la biodiversità del suolo. Al contrario invece ci sono sostanze tra cui i nitrati che sono altamente mobili e per questo motivo possono rapidamente raggiungere le falde più profonde e contaminarle).

### Tossicocinetica/dinamica degli inquinanti

Le sostanze, tra cui gli inquinanti, che si trovano nell'ambiente, ad eccezione di quelle volatili, si muovono attraverso le matrici principalmente secondo alcune dinamiche:

- o seguendo i deflussi d'acqua e quindi sono soggette ai fenomeni di ruscellamento/dilavamento (quando l'acqua non entra nel suolo ma scorre sopra), percolazione (acqua e sostanze disciolte entrano nel suolo) e liscivazione (nel caso in cui la soluzione acquosa, acqua e soluti disciolti, trasportano le sostanze adsorbite nel suolo fino a raggiungere la falda acquifera).
- o adsorbiti a particelle di suolo. Si parla di adsorbimento quando una sostanza, che può essere in fase liquida o gassosa, si accumula sulla superficie di un solido. Al contrario dell'assorbimento (nel caso di tessuti organici) in cui la sostanza entra all'interno, nell'adsorbimento la sostanza si ferma sulla superficie grazie ad interazioni elettriche. In questo caso le sostanze si spostano a causa dell'erosione del suolo o dei sedimenti dovuta principalmente ad eventi meteorici.
- o accumulati in organismi viventi in grado di sopravvivere, secondo due processi: bioaccumulo e biomagnificazione. il primo caso è proprio l'accumulo di sostanza inquinante/tossica nei tessuti di un organismo vivente in concentrazioni maggiori rispetto a quelle riscontrate nell'ambiente circostante, nel secondo invece si parla dell'incremento crescente del livello di sostanza lungo la catena alimentare (es. uomo mangia un pesce che ha a sua volta mangiato insetti acquatici e plancton e ognuno di questi organismi ha già bioaccumulato nei suoi tessuti concentrazioni di inquinanti). per parlare di biomagnificazione la concentrazione nei tessuti del predatore sia maggiore rispetto alle prede. In questo caso si parla principalmente di sostanze con elevata affinità lipidica (es. DDT, diossine, fluoruri e mercurio). Questo accumulo può

avvenire attraverso qualsiasi via: respirazione, ingestione o semplice contatto, in relazione alle caratteristiche delle sostanze.

## SORGENTI DEGLI INQUINANTI

Possono essere:

- **diffuse:** come nel caso del dilavamento sia dei campi agricoli che delle superfici urbanizzate o da percolato di discarica. Esse sono generalmente composte da molecole disciolte nell'acqua (come ad es. i nitrati) o adsorbite al suolo (come ad es. i fosfati) che raggiungono i corsi idrici principalmente dopo eventi di pioggia (picchi di concentrazione). Questi picchi saranno tanto maggiori quanto maggiore è l'intensità della pioggia e il tempo decorso dalla precedente precipitazione. A queste dinamiche va aggiunto l'uso del suolo e quindi delle attività umane (es. impermeabilizzazione, lavorazione dei suoli etc.), della copertura vegetale etc. Elevate concentrazioni di nitrati e/o fosfati innescano facilmente i processi di eutrofizzazione delle acque superficiali (inquinamento da eccesso di nutrienti).
- **puntiformi:** come gli effluenti dei depuratori e degli scolmatori di piena sono il principale vettore, ma possono essere dovuti anche ad abitazioni non connesse alla rete fognaria o a scarichi abusivi. A queste sorgenti puntiformi spesso è possibile associare un inquinamento organico e/o microbico, quest'ultimo dovuto alla presenza di batteri che potrebbero condurre ad infezioni e quindi alla trasmissione di patologie. Più materiale fecale c'è nell'acqua e più grande è il rischio di contrarre malattie per le persone che utilizzano o entrano in contatto con quell'acqua, poiché il materiale fecale può contenere degli agenti patogeni.

### Il caso degli scolmatori

Un impianto di depurazione per reflui civili è dimensionato per poter funzionare bene fino ad un massimo della portata entrante, oltre la quale molti dei suoi componenti (stazioni di sollevamento, sedimentatori, dissabbiatori, ecc...) vanno in crisi a causa dell'eccesso di acque in ingresso. Nella stragrande maggioranza dei casi un agglomerato urbano è servito da fognature miste, cioè che raccolgono e convogliano al depuratore sia le acque nere, sia (in caso di pioggia) le acque meteoriche. In questi casi un impianto di depurazione deve avere uno scolmatore di piena in cui viene definito un limite massimo alla portata inviata all'impianto per non mandarlo in crisi nei momenti di pioggia. Il D.Lgs. 152/2006 definisce tale massimo per la portata in ingresso, esattamente pari a cinque volte la portata media. Lo scolmatore di piena nelle reti fognarie miste ha dunque la funzione di scolmare le portate eccedenti durante i fenomeni di pioggia, limitando così il deflusso ai depuratori. I principali inquinanti contenuti nelle acque rilasciate dagli scolmatori sono: sostanze che fanno aumentare la domanda di ossigeno, solidi sospesi totali, agenti patogeni microbici, tossine, nutrienti, e molti dei contaminanti emergenti. Altri composti più o meno pericolosi, derivanti dal dilavamento urbano, scarichi domestici e industrie presenti nel territorio circostante, possono essere presenti nelle acque reflue in quantità variabili. La contaminazione acuta e cronica dei corpi idrici riceventi è motivo di

preoccupazione per gli impatti sulla salute pubblica, sull'economia e salute degli ecosistemi (Schwarzenbach, 2010). Gli scolmatori dovrebbero entrare in funzione subito dopo forti precipitazioni ma anche quando la rete fognaria subisce delle rotture o malfunzionamenti

#### Tipologie di inquinamento

- **biodegradabile:** quando il corpo idrico recettore, se integro, è in grado di autodepurarsi. Le sostanze biodegradabili sono sostanze organiche di origine biologica, provenienti da scarichi civili, agricoli, zootecnici e industriali. Il grado di questo inquinamento viene determinato attraverso il parametro BOD5 (domanda biologica di ossigeno) che indica la quantità di ossigeno richiesta dai decompositori, in 5 giorni di incubazione, per degradare le sostanze presenti fino allo stato minerale (H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub> -, SO<sub>4</sub> -, ecc.). Tanto più elevato è il BOD5 tanto più è elevato questo tipo di inquinamento;
- **non biodegradabile:** è dato da sostanze che provengono da lavorazioni industriali del settore chimico, metallurgico, ecc. oppure sono sostanze organiche di sintesi (artificiali). Possono essere stimate attraverso un processo di ossidazione chimica che viene misurato con il parametro COD (domanda chimica di ossigeno);
- **termico:** nel caso di centrali idroelettriche acque molto fredde vengono scaricate a valle in corpi idrici con temperature molto differenti causando uno shock termico agli organismi presenti. L'inquinamento infatti non è solo chimico ma spesso anche fisico, un parametro che si tende a dimenticare ma è importante considerare. Infatti nel momento in cui vengono sversate acque di temperature più calde o fredde anche di pochi gradi l'ecosistema fluviale è altamente impattato, in quanto gli essere viventi acquatici sono tendenzialmente molto sensibili a variazioni anche solo di un grado o meno.

Dal punto di vista **legislativo**, alcuni contaminanti sono considerati dalle normative e per essi possono essere definiti dei limiti, per esempio per lo scarico nei corpi idrici superficiali o per la presenza nelle acque in relazione alla loro destinazione d'uso. Per altri sono in corso studi atti a stimare il rischio ambientale posto dai loro residui nei diversi comparti ambientali, sulla base dei quali si valuterà se devono essere fissati limiti specifici a maggior tutela dell'ambiente e della salute dell'uomo.

Aderendo alla **Convenzione di Stoccolma** sugli inquinanti organici persistenti, entrata in vigore nel 2004, la maggior parte dei paesi del mondo si è impegnata a vietare o limitare drasticamente l'uso delle sostanze chimiche più tossiche. In Europa dal 2007 è entrato in vigore un regolamento noto con l'acronimo **REACH** indirizzato alle aziende che vogliono produrre una nuova sostanza chimica. Questo regolamento adotta il **principio di precauzione**, cioè parte dall'ipotesi che le sostanze chimiche sintetiche sono sempre colpevoli fino a prova contraria. Queste regole non si applicano alle sostanze prodotte prima del 2007.

Tuttavia negli ultimi anni stiamo assistendo ad un cambiamento nell'approccio culturale e di prospettiva rispetto alle tematiche dell'acqua collegata alla salute umana: l'emanazione del DM 14 giugno 2017, ha richiesto di passare da un regime di "monitoraggio", basato sul controllo retrospettivo di un numero limitato di parametri, a una valutazione preventiva del rischio associato ad ogni singola realtà territoriale, con le proprie caratteristiche e le proprie specifiche problematiche. Questa scelta mira a non rincorrere a posteriori i problemi di inquinamento delle acque ma a conoscere meglio le caratteristiche delle diverse filiere idro-

potabili in modo da prevenire eventuali episodi di contaminazione. Ciò consente di porre l'attenzione, nel caso in cui se ne rilevi la necessità, anche sugli inquinanti emergenti, non sempre oggetto di controllo normativo e ordinario, i cui effetti dovrebbero essere monitorati nel medio e lungo periodo. (Questa strategia si concretizza attraverso l'adozione dei Water Safety Plan, piani di sicurezza dell'acqua, voluti formalmente dall'OMS e adottati in Italia dall'Istituto Superiore di Sanità, che prevedono per l'appunto una valutazione del rischio sito-specifica e un conseguente monitoraggio continuo sulla base di questo assessment.)

### Normativa

La prima normativa in materia di "Acque" nell'ordinamento italiano risale alla legge 319/1976, c.d. **Legge Merli**, con la quale si avverte per la prima volta l'esigenza di apprestare un'adeguata tutela alla risorsa idrica. La legge Merli indicava in maniera dettagliata le sostanze inquinanti, ponendo dei limiti al loro scarico nelle acque e alla loro concentrazione, pena sanzione. Tale legge disciplinava gli scarichi senza andare direttamente a parlare del corpo idrico infatti non si considera il carico complessivo dello scarico e la qualità del corpo idrico ricevente. Inoltre, regolamenta le sorgenti puntuali di inquinamento, ma non prende in considerazione l'inquinamento diffuso determinato, ad esempio, dall'agricoltura. Tuttavia, ha avuto come merito quello di rendere obbligatoria la gestione delle acque reflue e conseguentemente la realizzazione di reti di collettamento e impianti di depurazione. Negli stessi anni in linea con la Legge Merli arriva a livello europeo, la prima direttiva sulla protezione delle acque sotterranee da sostanze pericolose (**Direttiva 80/68/CE**).

Con la successiva **Legge 183/1989** in materia di difesa e conservazione del suolo, si passa ad un approccio più coordinato che tiene conto che il ciclo dell'acqua è strettamente intrecciato ad una buona gestione del suolo. Con questa normativa l'intero territorio nazionale (isole comprese) venne suddiviso in bacini di differente rilievo (nazionale, interregionale e regionale), a seconda dell'estensione del sistema idrografico di riferimento, poiché ogni bacino costituisce un ecosistema unitario, un'unità fisico-amministrativa da gestire unitariamente mediante uno specifico piano di bacino. Ad ogni bacino idrografico (comprendente sia acque territoriali che costiere) corrisponde un'autorità di bacino distrettuale che attraverso il Piano di bacino distrettuale gestisce non solo il suolo propriamente detto ed il sottosuolo, ma anche le acque, le risorse naturalistiche, gli abitati e le opere infrastrutturali (riconosciute come fonte di inquinamento e sottoposte ai vincoli della tutela dei corpi idrici). Tale impostazione ha lo scopo di superare la storica frammentazione di competenze fra Stato, Regione ed Enti locali, proprio in materia di difesa del suolo e gestione delle risorse idriche. Con questa legge l'asse della politica dell'acqua si sposta dal garantire il diritto all'accesso umano all'acqua alla tutela della risorsa idrica nel suo complesso, cioè con un'ottica anche alla conservazione nel tempo del patrimonio naturale.

A questa legge si aggiungono la **Direttiva Nitrati CEE n. 91/271**, destinata al tema del trattamento delle acque reflue urbane e la **Direttiva 91/676/CEE** relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti dalle fonti agricole.

La **Legge "Galli" 36/1994** ("Disposizioni in materia di risorse idriche"), cerca di introdurre delle norme di modo da superare la frammentazione gestionale che caratterizzava il settore dei

servizi idrici. A questo scopo vengono definiti gli ambiti territoriali ottimali (A.T.O.), che si occupano della gestione in maniera unitaria del ciclo idrico, inteso come l'insieme dei servizi di captazione, adduzione e distribuzione di acqua ad usi civili, di fognatura e depurazione delle acque reflue. Per quanto riguarda gli scarichi, il decreto individuava tre tipologie di acque reflue: industriali, domestiche e urbane, fissando per ciascuna una regolamentazione differente. Gli scarichi vennero differenziati in: scarichi sul suolo, vietati salvo particolari eccezioni; scarichi nel sottosuolo e nelle acque sotterranee, generalmente vietati, ma con eccezioni, previa autorizzazione; scarichi in acque superficiali, diversamente disciplinati a seconda della tipologia. Si prevedeva, comunque, che tutti gli scarichi dovessero essere autorizzati e che la competenza al rilascio delle relative autorizzazioni spettasse alle Province, ad eccezione degli scarichi in pubblica fognatura, per i quali era richiesta l'autorizzazione dell'ente gestore. La 36/1994 ha anche il merito di introdurre il principio di sostenibilità economica degli enti che si occupano della gestione dell'acqua. Infatti a causa del deterioramento degli impianti e la manutenzione i costi erano insostenibili, determinando una perdita di qualità del servizio offerto.

Il **decreto D.lgs. 152/99**, con le sue successive integrazioni, si poneva quale obiettivo quello di tutelare tutte le acque (superficiali, marine e sotterranee) per prevenire e ridurre l'inquinamento, gestire gli scarichi (divisi in industriali, domestici e urbani fissando per ciascuno una regolamentazione differente), attuare il risanamento dei corpi idrici inquinati, conseguire un miglioramento dello stato delle acque e perseguire usi sostenibili e durevoli delle risorse idriche, prevedendo una ripartizione delle competenze a livello centrale e periferico (Regioni, Province, ecc) e un sistema di sanzioni amministrative e penali per garantire il rispetto della normativa. Il sistema sanzionatorio introdotto dal D.lgs. 152/99 consisteva nel delineare come penalmente rilevanti tutte le violazioni della nuova normativa ritenute tali da arrecare danno o pericolo di danno all'ambiente, sulla base di due elementi fondamentali: la mancanza di autorizzazione ed il superamento dei limiti tabellari.

In questo contesto si inserì la **Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE**, i cui obiettivi principali erano contribuire a perseguire salvaguardia, tutela e miglioramento della qualità ambientale, nonché l'utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali, muovendo dai principi della precauzione e dell'azione preventiva, dal principio della riduzione, soprattutto alla fonte, dei danni causati all'ambiente e dal principio "chi inquina paga" introdotto con la 32/1994. In particolare la direttiva obbliga gli Stati membri a provvedere entro quattro anni per ciascun distretto idrografico (o parte di distretto idrografico internazionale compreso nel loro territorio): un'analisi delle caratteristiche del distretto; un esame dell'impatto provocato dalle attività umane sullo stato delle acque superficiali e sotterranee; un'analisi economica dell'utilizzo idrico.

Solo nel 2006, con il **decreto legislativo n.152** (Norme in materia ambientale/ T.U.A.) la legislazione interna recepisce la Direttiva Comunitaria Quadro sulle Acque 2000/60/CE. Il testo unico ambiente nella terza parte (norme in materia di difesa del suolo e la lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche), integra la maggior parte della disciplina in materia di tutela delle acque regionale, nazionale e europea.

L'oggetto del decreto è la protezione e il risanamento dei corpi idrici e la regolamentazione delle reti fognarie e dei sistemi depurativi (approccio combinato: limiti agli scarichi + obiettivo di qualità). I principi di base sono:

- i limiti degli scarichi, e quindi i conseguenti livelli di trattamento, fissati con l'obiettivo di garantire voluti obiettivi di qualità per il corpo idrico, nell'ambito di un bilancio globale di tutti gli apporti, naturali e antropici, mantenendo i limiti minimi inderogabili riportati nell'allegato 5 del D.lgs. 152/06 (art.101, D.lgs. 52/06); per reflui industriali i limiti inderogabili sono quelli per le sostanze pericolose della Tab.5.

Rispetto ai precedenti decreti nel 152/2006 si considera non più solo l'importanza della qualità delle acque ma anche la quantità, superando la pregressa ripartizione di disciplina in materia di tutela e razionale impiego della risorsa idrica, sulla base del presupposto che un corpo idrico per essere in salute e garantire la sua capacità autodepurativa e lo sviluppo sostenibile non debba rispondere solo di parametri qualitativi ma anche quantitativi. I valori monitorati corrispondono a concentrazioni di sostanze nell'acqua, la quantità d'acqua presente nel bacino è quindi direttamente correlata.

Le fasi attraverso cui si sviluppano le attività di risanamento dei corpi idrici sono:

- la definizione di obiettivi di qualità per specifica destinazione d'uso (potabile, balneare, etc.) e ambientale, che si vogliono garantire per il corpo idrico;
- il monitoraggio delle caratteristiche dei corpi idrici e delle possibili fonti di inquinamento;
- l'identificazione dello stato di qualità dei corpi idrici e la loro conseguente classificazione, secondo un criterio quantitativo basato sui risultati del monitoraggio;
- il risanamento dei corpi idrici, con l'individuazione dei provvedimenti atti a raggiungere l'obiettivo di qualità voluto o a mantenere quello già posseduto.

Sono definite due classi di "obiettivi di qualità" che devono essere garantite per i "corpi idrici significativi":

- L'Obiettivo di qualità per specifica destinazione individua lo stato dei corpi idrici idoneo a una particolare utilizzazione (es. balneazione, idonee per la vita dei pesci, per la vita dei molluschi,;
- L'obiettivo di qualità ambientale è definito 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.

La **direttiva 2000/60/CE integrata nel 152/2006** ripartisce il territorio in "distretti idrografici" come unità principale per la gestione delle risorse idriche. Ad ogni distretto corrisponde un'Autorità di Bacino distrettuale che predispone un "Piano di gestione" (sostituisce il Piano di Tutela delle acque già previsti dalle normative vigenti), che contenga le valutazioni sullo

stato di qualità attuale dei bacini e i provvedimenti ritenuti necessari per il loro recupero fino a uno stato di qualità “buono” entro il 2015 (derogato prima al 2021 e poi al 2027). Il Piano di gestione deve contenere tutti i riferimenti per un uso sostenibile delle risorse idriche, rispettando i vari tipi di uso (potabile, irriguo, industriale) e alla salvaguardia dei corpi idrici.

Per il monitoraggio dei corpi idrici superficiali si rilevano parametri relativamente alle seguenti matrici: acqua; biota e idromorfologia

I parametri rilevati sono distinti in: parametri di base (obbligatori) e parametri addizionali. I parametri obbligatori devono essere monitorati ad ogni ciclo di Piano di Gestione sia per i corpi idrici a rischio che non, seguendo i principi di prevenzione.

In Italia, fino all’abrogazione del D.lgs. 152/1999, l’indice base di riferimento per i parametri chimico-fisici era il **LIM Livello di Inquinamento da Macrodescrittori**, costituito da 7 macrodescrittori: ossigeno disciolto, domanda biochimica di ossigeno o BOD, domanda chimica di ossigeno o COD, azoto ammoniacale o ammonio, azoto nitrico, fosforo totale ed Escherichia coli. Per ciascun parametro, indicatore delle pressioni ambientali, veniva individuato un livello di inquinamento e un corrispondente punteggio numerico. Sommando i punteggi dei sette macrodescrittori si otteneva il LIM, che poteva appartenere a una di queste cinque classi (1 = Elevato, 2 = Buono, 3 = Sufficiente, 4 = Scarso, 5 = Cattivo). In aggiunta ai parametri base del LIM, il D.Lgs 30/2009 definiva i valori soglia di una lunga lista di microinquinanti chimici (parametri addizionali) come ad esempio metalli pesanti, composti organo-alogenati e fitofarmaci.

Con IL **DM 260 del 2010** è stato introdotto il **LIMeco Livello di Inquinamento dai Macrodescrittori per lo stato ecologico** costituito da soli 4 parametri: OD ossigeno disciolto, N-NH<sub>4</sub> ione ammonio, N-NO<sub>3</sub> azoto nitrico e Pto fosforo totale. Anche in questo caso esistono cinque classi di qualità: cattivo, scarso, sufficiente, buono, elevato. Oltre al BOD<sub>5</sub> e COD è stato quindi eliminato anche il macrodescrittore microbiologico: Escherichia coli. Tale descrittore è un importante indicatore per rilevare impatti dovuti a scarichi fognari non sempre evidenziati dagli altri parametri che costituiscono il LIMeco. Queste sorgenti puntiformi (scarichi di acque reflue), come ad esempio gli scolmatori, sono numerose in tutto il territorio e sono soggette a pochi controlli nella direttiva acque 2000/60/UE. Gli altri parametri, temperatura, pH, alcalinità e conducibilità, sono utilizzati esclusivamente per una migliore interpretazione del dato biologico e non per la classificazione.

**Tab. 4.1.2/a - Soglie per l'assegnazione dei punteggi ai singoli parametri per ottenere il punteggio LIMeco**

		Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
	Punteggio *	1	0,5	0,25	0,125	0
Parametro						
100-O <sub>2</sub> % sat.	Soglie **	≤   10	≤   20	≤   40	≤   80	>   80
N-NH <sub>4</sub> (mg/l)		< 0,03	≤ 0,06	≤ 0,12	≤ 0,24	> 0,24
N-NO <sub>3</sub> (mg/l)		< 0,6	≤ 1,2	≤ 2,4	≤ 4,8	> 4,8
Fosforo totale (µg/l)		< 50	≤ 100	≤ 200	≤ 400	> 400

\* Punteggio da attribuire al singolo parametro

\*\* Le soglie di concentrazione corrispondenti al Livello 1 sono state definite sulla base delle concentrazioni osservate in campioni (115) prelevati in siti di riferimento (49), appartenenti a diversi tipi fluviali. In particolare, tali soglie, che permettono l'attribuzione di un punteggio pari a 1, corrispondono al 75° percentile (N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>3</sub>, e Ossigeno disciolto) o al 90° (Fosforo totale) della distribuzione delle concentrazioni di ciascun parametro nei siti di riferimento. I siti di riferimento considerati fanno parte di un database disponibile presso CNR-IRSA.

	Livelli	Punteggi associati
<b>Elevato</b>	livello 1	≥ 0,66
<b>Buono</b>	livello 2	≥ 0,50
<b>Sufficiente</b>	livello 3	≥ 0,33
<b>Scarso</b>	livello 4	≥ 0,17
<b>Cattivo</b>	livello 5	< 0,17

Per tipi fluviali particolari le Regioni e le Province Autonome possono derogare ai valori soglia di LIMeco stabilendo soglie tipo specifiche diverse, purché sia dimostrato, sulla base di un'attività conoscitiva specifica ed il monitoraggio di indagine, che i livelli maggiori di concentrazione dei nutrienti o i valori più bassi di ossigeno disciolto sono attribuibili esclusivamente a ragioni naturali.

Ulteriori normative

Ulteriori modifiche al Codice sono state apportate dal **D.Lgs. n. 219 del 2010**, di recepimento della **direttiva 2008/105/CE** relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque e della **direttiva 2009/90/CE** sull'analisi chimica ed il monitoraggio dello stato delle acque, che ha novellato alcuni articoli ed allegati del **d.lgs. 152/2006**, e, in particolare, quelli relative alla **tutela delle acque** dall'inquinamento (Sezione II della Parte terza del Codice).

Il **D.Lgs. n. 30 del 2009** ha, invece, attuato la **direttiva 2006/118/CE**, relativa alla **protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento** e dal deterioramento. Il decreto non si è limitato al recepimento della direttiva, ma tenendo conto anche delle linee guida europee emanate in materia successivamente all'adozione della stessa direttiva ha inteso, per un verso, fornire alle amministrazioni regionali elementi tecnici più puntuali per impostare una corretta attività conoscitiva del territorio e dello stato delle acque sotterranee e, per l'altro, raccogliere nello stesso *corpus* normativo anche le norme di tutela previste dall'allegato 1 alla **parte terza del d.lgs. n. 152/2006** (cd. Codice ambientale) e conseguentemente abrogate, al fine di pervenire alla definizione di **una disciplina sistematica della materia**.

Intervenendo sulla disciplina riguardante la bonifica dei siti inquinati, l'**art. 8-quinquies del D.L. 208/2008**, modificando l'articolo 243, comma 1, del Codice, ha **esteso agli interventi di messa in sicurezza dei siti la possibilità di scarico delle acque di falda** emunte dalle falde sotterranee, direttamente o dopo essere state utilizzate in cicli produttivi in esercizio nel sito stesso, nel rispetto dei limiti di emissione di acque reflue industriali in acque superficiali.

Da ultimo, l'**art. 36, commi 7-ter e 7-quater, del D.L. 179/2012** ha dettato norme per l'**aggiornamento delle zone vulnerabili da nitrati di origine agricola** - anche sulla base dei criteri contenuti nell'Accordo sull'applicazione della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole - e una disciplina transitoria in base alla quale nelle more di tale aggiornamento - e comunque per un periodo non superiore a dodici mesi dalla data di entrata in vigore della legge di conversione del decreto-legge - nelle zone vulnerabili da nitrati si applicano le disposizioni previste per le zone non vulnerabili.

## PARAMETRI ANALIZZATI

Da quanto esposto nella prima parte di questo documento emerge chiaramente la complessità che si nasconde dietro all'inquinamento delle acque, pertanto al fine di individuare cosa può fare A Sud o altre associazioni di cittadini, è stata definita la seguente strategia di monitoraggio in cui sono stati scelti alcuni parametri "spia" sensibili a condizioni di criticità, nel contempo semplici nell'esecuzione e affidabili nei risultati.

### La torbidità

Cos'è?

La torbidità è dovuta alla presenza nell'acqua di materiale particolato, come argilla, sedimento, particelle colloidali, e microorganismi (microalghe, batteri etc.). Le particelle

responsabili della torbidità dell'acqua hanno dimensioni variabili tra 1nm (un nanometro, la larghezza di un capello umano è di circa 50 nanometri) e 1 mm (millimetro). Le particelle sospese possono essere sedimenti del fondale smosso, proliferazioni algali o batteriche o provenire dall'erosione del suolo e/o da scarichi civili e/o industriali.

Come si misura?

Si usa il tubo di Secchi che fa parte del KIT di Fresh Water Watch. Si chiama così in onore dell'abate che per la prima volta lo ideò nel 1865. e il tubo è composto sul fondo da una scacchiera a comparti bianchi e neri e lungo l'altezza una scala per la misura.

Procedimento:

Per fare la misura, che deve venir eseguita per prima altrimenti i sedimenti si depositano sul fondo, si riempie il tubo d'acqua fino in cima e poi si procede a versare l'acqua gradualmente, di tacca in tacca, finché non è visibile la scacchiera sul fondo quindi si legge il valore della tacca corrispondente al livello d'acqua che è la misura di torbidità. Se la scacchiera è visibile già dall'inizio significa che la torbidità è inferiore a 14 UT.

[Fresh Water Watch](#) è un progetto di ricerca internazionale con lo scopo di conoscere e salvaguardare la qualità e la fornitura dell'acqua dolce mondiale. Tale progetto, che attualmente si svolge in più di 30 città in tutto il mondo, mira a coinvolgere direttamente i cittadini e gli stakeholders sia a livello della divulgazione, che a livello dell'esecuzione materiale dei campionamenti e delle analisi. Il team scientifico del progetto ha creato una serie di kit di facile utilizzo che tutti i partecipanti a livello mondiale utilizzano per svolgere i monitoraggi delle acque dolci.

Quali rischi sono associati a valori alti di torbidità?

Se l'acqua è torbida non è detto che il fiume sia inquinato quanto piuttosto che ci siano state forti precipitazioni che hanno smosso il fondale e attraverso processi di dilavamento trasportato molti i sedimenti nel bacino idrico. La torbidità ci dà una indicazione dei sedimenti minerali e dei microrganismi sospesi nella colonna d'acqua. Nell'acqua potabile, maggiore è il livello di torbidità, maggiore è il rischio che le persone possano sviluppare malattie gastrointestinali, perché contaminanti come virus o batteri possono attaccarsi ai solidi sospesi, che interferiscono con la disinfezione dell'acqua cioè con il cloro o nei processi di sterilizzazione dell'acqua a raggi UV (le particelle fungono da schermi). Ciò è particolarmente problematico per le persone immunocompromesse.

pH

Cos'è?

Il pH esprime il carattere acido o basico/alcalino delle soluzioni. Si definisce soluzione una miscela tra soluto (componente presente in quantità minore) e solvente (presente in quantità maggiore). In questo caso il solvente, è l'acqua, mentre il soluto (la sostanza che si scioglie all'interno) sono i vari sali (tra cui nitrati, fosfati..).

L'acidità di una soluzione dipende dalla *concentrazione di ioni H<sup>+</sup>* (anche detti protoni) disciolti in una soluzione acquosa.

Il pH si misura con una scala particolare: *maggiore* è la concentrazione di ioni H<sup>+</sup>, *minore* è il valore del pH.

Il pH è inoltre una misura *logaritmica*, quindi ad ogni variazione di 1 punto di pH la concentrazione di ioni H<sup>+</sup> aumenta o diminuisce di un fattore 10.

Di solito i valori del pH di una soluzione sono compresi fra 0 (più acido) e 14 (più basico), con un valore di 7 per le soluzioni neutre ad esempio l'acqua distillata. Questo non avviene però in natura, perché l'acqua a contatto con roccia, terra e altri materiali cattura sostanze minerali, che disciogliendosi modificano la concentrazione di ioni H<sup>+</sup> determinando il carattere acido o basico della soluzione acquosa. Ad esempio, nel caso di falde o come nel caso dei fiumi romani a contatto con terreni vulcanici il pH si mantiene più acido. Salvo casi eccezionali il pH delle acque dolci si attesta tra 6,5 e 9.

### Come si misura?

Si può procedere in due modi:

Cartine tornasole. Si tratta di strisce di carta imbevute di tornasole (un colorante estratto dai licheni del genere *Rocella*), che immerse in acqua cambiano colore virando dal rosso in ambiente acido al blu in ambiente basico. Ad ogni colore corrisponde un valore di pH ovvero un certo grado di acidità.

pHmetro (o piaccametro). È un apparecchio elettronico che permette di avere un dato preciso (fino alla seconda cifra decimale) del [pH](#) di una soluzione. Un tipico piaccametro consiste di una sonda un [elettrodo a vetro](#) collegata ad un dispositivo elettronico che raccoglie il segnale della sonda, calcola il valore di pH corrispondente e lo rappresenta su un display.

Procedimento:

Accendere il pHmetro. Togliere il cappuccio che protegge la sonda e inserirlo nel secchio con l'acqua raccolta fino ad immergere totalmente la sonda (primi 3 cm). Attendere fino a quando il simbolo della clessidra scompare e i valori sono stabili. Sul display dello strumento comparirà sia il valore della temperatura, sia quello della conducibilità (con compensazione automatica della temperatura). Segnare la cifra. Sciacquare la sonda e spegnere lo strumento. Calibrare lo strumento una volta al mese.

Quali rischi sono associati a valori alti di pH?

Il pH non solo aiuta a comprendere il carattere acido/basico dell'acqua ma anche alcune delle sue caratteristiche, infatti insieme ad altri fattori condiziona il suo *potere incrostante e*

*corrosivo*. Il pH è definito come un parametro indicatore in quanto una sua variazione è *spia* di altri cambiamenti avvenuti nel liquido. Nelle acque fluviali generalmente il pH si aggira intorno ai valori tra il 6.5 e l'9.

## Conducibilità elettrica o conduttività

### Cos'è?

La conducibilità elettrica o conduttività è un parametro che dipende dal *contenuto di sali disciolti in acqua*. Si parla di conduttività perché l'acqua è in grado di condurre la corrente (es. l'acqua "pura"/distillata priva di minerali è un cattivo conduttore di elettricità). Se il valore di conducibilità dell'acqua è *alto* l'acqua è *ricca* di sali disciolti, se è basso l'acqua è povera di sali disciolti. L'unità di misura della conducibilità sono i micro Siemens per centimetro ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) misurati a una temperatura di 20°C.

### Come si misura?

Si usa il conduttimetro, uno strumento elettronico che permette di acquisire un dato preciso della conducibilità elettrica (EC) in maniera semplice e istantanea. Un tipico conduttimetro consiste di una sonda (un [elettrodo a vetro](#)) collegata ad un dispositivo elettronico che raccoglie il segnale della sonda, calcola il valore EC in  $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$  corrispondente e lo rappresenta su un display.

### Procedimento:

Accendere il conduttimetro. Togliere il cappuccio che protegge la sonda e inserirlo nel secchio con l'acqua raccolta, fino ad immergere totalmente la sonda (primi 3 cm). Attendere fino a quando il simbolo della clessidra scompare e i valori siano stabili. Sul display dello strumento comparirà sia il valore della temperatura, sia quello della conducibilità (con compensazione automatica della temperatura). Segnare la cifra. Sciacquare la sonda e spegnere lo strumento. Calibrare lo strumento una volta al mese.

### Quali rischi sono associati a valori alti di conduttività

Variazioni significative e repentine di conduttività possono essere indicatori di un'alterazione della qualità dell'acqua. Un aumento della conducibilità è quindi un altro parametro *spia* che può essere sintomo di un aumento nella concentrazione di metalli pesanti o inquinanti.

## Nitrati

### Cosa sono?

L'azoto (N) è uno dei principali costituenti di tutti gli organismi, e si incontra in natura prevalentemente allo stato gassoso in atmosfera ( $\text{N}_2$ ). Come nel caso della  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$  viene fissato, ossia passa dallo stato gassoso a far parte di molecole organiche che costituiscono gli esseri viventi.

## Come si misurano?

Per svolgere la misura A Sud utilizza i kit di Fresh Water Watch che comprendono provette contenenti dei reagenti, che a contatto con l'acqua cambiano colore in base alla concentrazione dei nitrati. Nel kit è inclusa anche una scala colorimetrica per poter risalire al dato relativo alla concentrazione di nitrati nel campione a acqua.

### Procedimento:

Prendere la cuvetta e riempirla d'acqua. Risciacquare la cuvetta per tre volte. La quarta volta prendere l'acqua fino al livello segnato sulla cuvetta, a metà. Prendere il contenitore del reagente, rimuovere la linguetta verde e premere di modo da far uscire l'aria. Inserire il contenitore del reagente (sempre tenendo premuto) capovolto all'interno della cuvetta con l'acqua. Una volta inserito, rilasciare la pressione in modo da far entrare l'acqua. Scuotere la provetta e aspettare 3 minuti. Comparare il colore della soluzione contenuta nel contenitore con i clori di riferimento sul cartellino presente all'interno del kit, quindi segnare il dato.

### Quali rischi sono associati a valori alti di nitrati?

Il nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) è mobile perché molto solubile in acqua e di conseguenza segue le dinamiche dell'acqua spostandosi nei deflussi superficiali e in quelli subsuperficiali entrando in falda per effetto del fenomeno di lisciviazione.

*Lisciviazione: Processo per cui le sostanze organiche ed i sali minerali solubili filtrano dagli strati superficiali del suolo verso quelli più profondi, per effetto della percolazione delle acque piovane.*

Numerosi studi hanno dimostrato che la lisciviazione per drenaggio sub-superficiale dei suoli agricoli, dovuta a precipitazioni o irrigazione è una delle principali fonti di inquinamento per i corpi idrici superficiali e sotterranei. Essa costituisce una minaccia per l'ambiente idrico quando le concentrazioni diventano elevate. Anche l'assetto idrogeologico, l'andamento stagionale e le attività antropiche sono fattori importanti che influenzano la mobilità e l'accumulo di nitrati.

Generalmente l'*attività antropica* può contribuire all'incremento di nitrati per mezzo di dilavamento diffuso dei terreni agricoli in cui sono stati aggiunti fertilizzanti di origine chimica o organica, scarichi civili (acque di dilavamento di discariche o fognature), scarichi agro-zootecnici, scarichi industriali (usati nella produzione del vetro e di esplosivi e nell'industria alimentare come additivi es. E249, E250, E251 ed E252).

Il monitoraggio di questo parametro è considerato molto importante nella valutazione dello stato di qualità delle acque a livello mondiale, sia di quelle dolci (in particolare quelle lacustri) e potabili che ancora più delle acque marine, per le quali, come in quelle lacustri, l'eccessiva presenza di nitrati rappresenta una delle cause più importanti *dell'eutrofizzazione e il conseguente bloom algale (crescita esagerata)*. Questo fenomeno determina un'elevata crescita di sostanza organica la cui decomposizione innesca una serie di effetti a catena tra cui la carenza o assenza di ossigeno e quindi anche morie di pesci.

*Eutrofizzazione & Bloom algale: Elevate concentrazioni di nitrati e/o fosfati, rappresentano una condizione di eccesso di nutrienti (eutrofizzazione) che fornisce il substrato a crescite incontrollate di alghe (bloom algale). Questo fenomeno determina un'iniziale elevata crescita di sostanza organica che una volta morta va incontro a processi di decomposizione ad opera di batteri che consumano grandi quantità di ossigeno e in alcuni casi in assenza di ossigeno producono elevate concentrazioni di ammoniaca e acido solfidrico, sostanze che possono essere tossiche per gli ecosistemi acquatici. L'elevato consumo di ossigeno che innesca una serie di effetti a catena tra cui la carenza o assenza di ossigeno (anossia) e quindi anche morie di pesci.*

La Direttiva sulle Acque, non stabilisce un valore massimo di nitrati in acqua ma attraverso il LIMeco permette di valutare lo stato ecologico del fiume.

## Fosfati

Cosa sono i fosfati?

Così come l'azoto, il fosforo (P) è un nutriente essenziale per gli organismi autotrofi e quindi un componente fondamentale degli organismi, in natura la forma inorganica si trova principalmente nelle rocce fosfatiche (rocce di origine organica che derivano dall'accumulo di ossa e escrementi) oppure in forma particellata adsorbito al sedimento o al suolo. Per questo motivo lo spostamento del fosforo avviene quando c'è erosione del suolo o movimentazione dei sedimenti.

**Adsorbimento:** L'adsorbimento è un processo in cui una sostanza, che può essere in fase liquida o gassosa, si accumula sulla superficie di un solido. Al contrario dell'assorbimento in cui la sostanza entra all'interno nell'adsorbimento la sostanza si ferma sulla superficie grazie ad interazioni elettriche.

Strumenti da utilizzare per il monitoraggio

Per svolgere la misura A Sud utilizza i kit di Fresh Water Watch che comprendono provette contenenti dei reagenti, che a contatto con l'acqua cambia colore in base alla concentrazione di fosfati. Nel kit è inclusa anche una scala colorimetrica per poter risalire al dato relativo alla concentrazione di fosfati nell'acqua.

Procedimento:

Prendere la cuvetta e riempirla d'acqua. Risciacquare la cuvetta per tre volte. La quarta volta prendere l'acqua fino al livello segnato sulla cuvetta. Prendere il contenitore del reagente, rimuovere la linguette verde fluorescente e premere di modo da far uscire l'aria. Inserire il contenitore del reagente (sempre tenendo premuto) capovolto all'interno della cuvetta con l'acqua. Una volta inserito, rilasciare la pressione in modo da far entrare l'acqua. Scuotere la provetta. Aspettare 5 minuti fino alla comparsa del colore della soluzione contenuta nel contenitore con i colori di riferimento alla scala colorimetrica presente all'interno del kit.

Quali rischi sono associati a valori alti di fosfati?

L'inquinamento da fosfati nelle acque superficiali è direttamente collegato agli scarichi di depurazione non trattati e ai fertilizzanti agricoli. Il fosfato, come l'azoto, è un importante composto dei fertilizzanti utilizzati nei campi coltivati che però presenta dinamiche di movimento nel bacino molto diverse dall'azoto. Si sposta soprattutto assorbito dalle particelle minerali del suolo e quindi è associato all'erosione superficiale dei terreni dovuta al cosiddetto run off, ovvero i fenomeni di deflusso superficiale o dilavamento.

Per tale ragione, eccessive concentrazioni di fosfati possono essere causate dall'attività antropica: dispersione di detersivi/detergenti, concimi/fertilizzanti, integratori alimentari, antiparassitari, e più in generale scarichi urbani o industriali. La loro presenza, specie se in misura eccessiva, può portare al fenomeno dell'eutrofizzazione. Come nel caso dei nitrati non esiste un valore massimo stabilito dalla Direttiva ma attraverso il LIMeco valutare la classe di qualità del fiume che deve comunque raggiungere uno stato ecologico buono.

## Escherichia coli

*Cos'è Escherichia coli*

*Escherichia coli* è una specie batterica composta da numerosi ceppi diversi, tra cui due patogeni. Ha una forma a bastoncello e cresce nella parte inferiore dell'intestino di [animali a sangue caldo](#) (batterio fecale). *E. coli* è necessario per la digestione corretta del [cibo](#) grazie alla capacità di fermentare il lattosio. Non si riproduce al di fuori del tratto gastrointestinale di animali a sangue caldo. La concentrazione di questo tipo di microrganismi nelle acque superficiali è proporzionale al quantitativo immesso, all'eventuale trattamento subito e, infine, alla capacità autodepurativa e/o di dispersione del corpo idrico recettore. Il potere autodepurativo dipende da fattori fisici (adsorbimento, flocculazione, sedimentazione, dispersione, diluizione, radiazione solare), chimici (principalmente ossigeno disciolto) e biologici. La scomparsa microbica nelle acque dolci dipende inoltre dalla velocità di flusso, che influisce su sedimentazione, ossigenazione e, di conseguenza, sulle condizioni biologiche del corpo idrico. I fiumi poco profondi e vorticosi hanno maggiori possibilità di autodepurazione rispetto ai fiumi lenti o ai laghi, perché è maggiore l'ossigenazione delle acque.

Come si misura?

Questo tipo di analisi, pur essendo stati sviluppati metodiche e kit specifici per attività di citizen science, richiede un livello di esperienza e impegno superiori rispetto ai precedenti monitoraggi. Uno dei kit più affidabili messi a disposizione per attività di monitoraggio civico è quello dell'HyServe, che si compone di una piastra "Compact dry EC" per la misura di *Escherichia coli*.

Preparazione:

Per svolgere la misura occorrono:

- strumenti monouso:
  - contenitore sterile per prelevare il campione (1 per ogni stazione di campionamento);
  - bottigliette d'acqua da 500ml, contenitore per le urine o bottiglie sterili da laboratorio;
  - 2 piastre per stazione di campionamento (quindi per 7 punti di prelievo -> 14 piastre);
  - 1 siringa da insulina da 1 ml per ogni campione;
  - 1 siringa da 10 ml, per diluizione quando il campione presenta valori molto elevati;
  - acqua distillata;
- 2 lampade a infrarossi da rettilario (max 60W per l'estate e tra 70W e 100W per l'inverno);
- una scatola di scarpe rivestita con fogli di alluminio (carta stagnola) e poi forata in alto al centro (il foro deve essere del diametro della lampada a infrarossi);
- supporto per la lampada a infrarossi (deve rimanere sospesa a 10/15 cm dal foro);
- foglio di polistirolo;
- termometro digitale con sonda;
- pennarello indelebile.

Procedimento:

1. SUL CAMPO:

1. scrivere sul tappo e sulla bottiglia il numero della stazione di campionamento con un pennarello indelebile;
2. prelevare il campione con il contenitore sterile stando attenti a non contaminare il campione (aprire il tappo a ridosso del prelievo e richiudere subito il contenitore; se si usa la bottiglietta d'acqua meglio aprirla sul punto di campionamento, versare l'acqua in una borraccia senza bere dalla bottiglietta e stando attenti a non far entrare in contatto la bottiglia e la borraccia);

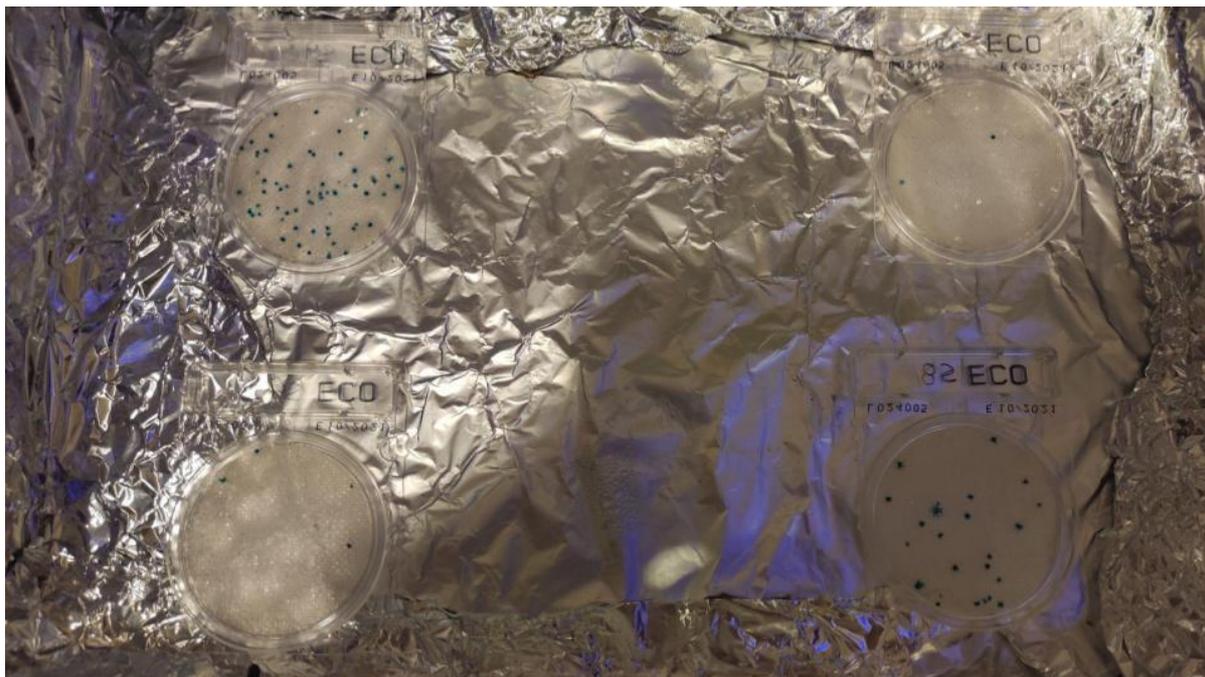
2. A CASA:

1. preparare la scatola di cartone, posizionarla sul polistirolo, posizionare e accendere la lampada (così si inizierà a scaldare mentre si preparano le piastre);
2. aprire e posizionare le piastre (2 per ogni campione) segnando su una il numero del campione e sull'altra il numero + la lettera "D" che sta per diluizione (per esempio: 6 e 6D) con un pennarello indelebile;
3. versare l'acqua distillata in un contenitore per le urine e richiuderlo subito;

4. prendere il contenitore con il campione d'acqua e agitarlo piano per fare in modo che quanto contenuto si distribuisca in maniera uniforme;
5. prelevare 1 ml di campione puro con una siringa di insulina e richiudere subito la siringa;
6. aprire la piastra con il numero senza la lettera "D" e iniettare il campione al centro, richiudere subito la piastra;
7. preparare il campione diluito:
  1. con la stessa siringa usata per il campione puro, prelevare 0,9 ml di campione e versarlo in un contenitore per le urine;
  2. con la siringa da 10 ml, prelevare 10 ml di acqua distillata e metterla nello stesso contenitore con i 0,9 ml di campione. Richiude subito la siringa da 10 ml così da poterla usare per la diluizione degli altri campioni;
  3. con la siringa da insulina: mescolare campione e acqua distillata alzando e premendo lo stantuffo della siringa più volte, poi prelevare 1 ml di campione e metterlo nella seconda piastra (quella segnata con numero + lettera "D").
8. RIPETERE PER TUTTI I CAMPIONI
9. capovolgere le piastre e metterle una sopra l'altra creando 2 o 4 colonne ( a seconda del numero di piastre);
10. inserire nella scatola le piastre (capovolte e impilate), posizionandole a metà dello spazio tra il foro e il bordo della scatola;
11. chiudere la scatola e non riaprirla per 24 ore;
12. inserire la sonda del termometro digitale (fare un foro nella scatola di cartone del diametro esatto della punta del sensore della sonda e utilizzarlo per introdurre la punta del sensore);
13. monitorare che la temperatura sia sempre di  $36 \pm 2$  °C;
14. aprire la scatola dopo 24 ore;
15. contare e trascrivere le unità formanti colonie (UFC). Saranno visibili come pallini blu all'interno delle piastre;
16. moltiplicare il valore x 100 (poiché l'unità di misura utilizzata è UFC/100 ml) e si otterrà il dato finale. Esempio:

56 UFC / 1 ml

$56 \times 100 = 5.600 \text{ UFC}/100\text{ml}$



Quali sono i rischi associati ad alti valori di *Escherichia coli*?

L'*Escherichia coli* è una specie batterica composta da numerosi ceppi diversi, tra cui due patogeni, ed è considerato un ottimo indicatore di inquinamento organico, in particolare di contaminazione fecale recente. Poiché l'*Escherichia coli* non può riprodursi all'esterno del sistema gastrointestinale di organismi a sangue caldo la sua presenza nei corpi idrici segnala la presenza di inquinamento fecale (è il principale indicatore di contaminazione fecale, insieme con gli enterococchi). Come specificato precedentemente, con la sostituzione del LIMeco al posto del LIM, tale parametro non è più un indicatore dello stato di qualità dell'acqua per lo stato ecologico. Tuttavia per avere delle indicazioni sui suoi limiti si può specificare che il limite per la balneazione nelle acque fluviali è di 1000 UFC. Si specifica anche che valori superiori a 5000 UFC fanno sì che si rientri tra la III° e la IV° classe di LIM, definita di qualità "scarsa".

## Ammoniaca

Che cos'è l'ammoniaca

L'ammoniaca (NH<sub>3</sub>) è una delle forme molecolari dell'azoto in natura . I prodotti azotati vengono eliminati dal nostro organismo, ma più in generale da tutti i vertebrati tranne uccelli e alcuni rettili, tramite l'*urea* che è contenuta nell'*urina*.

L'ammoniaca quindi si trova in natura e deriva dalla decomposizione dell'*urea*, dalla putrefazione di animali e piante e dalla degradazione di materiale in via di fossilizzazione (resti di piante, giacimenti di torba, ecc.).

Come si misura?

Per svolgere la misura viene utilizzato uno strumento “Checker” della Hanna Instruments. Si tratta di uno [spettrofotometro](#) portatile che permette di ottenere una misura della concentrazione di ammoniaca nell’acqua. Lo spettrofotometro possiede un display su cui appare il dato e uno scomparto interno dove la soluzione viene inserita e successivamente illuminata da una luce a led. La luce passa attraverso alla soluzione e il raggio uscente ha un’intensità minore in base al contenuto di ammoniaca della soluzione.

Procedimento:

Accendere lo strumento premendo il tasto on/off. Prendere la cuvetta di vetro e riempirla con 10 ml (fino alla linea indicata) di acqua da campionare. Asciugare la cuvetta ed inserirla all’interno dello scompartimento. Premere il pulsante. Quando sul display si visualizzano le diciture “Add”, “C.2” e “Press” lampeggiante, lo strumento è azzerato. Rimuovere la cuvetta dallo strumento e svitare il tappo. Aggiungere 4 gocce di reagente A. Riposizionare il tappo e agitare delicatamente la soluzione. Svitare il tappo ed aggiungere 4 gocce di reagente B. Rimettere il tappo e agitare delicatamente la soluzione. Inserire la cuvetta nello strumento. Premere e tenere premuto il pulsante fino a quando si visualizza il timer (il display mostrerà il conto alla rovescia a partire da 3 minuti e 30 secondi). Lo strumento visualizza la concentrazione di azoto ammoniacale (NH<sub>3</sub>-N). Per convertire la lettura in ppm di ammoniaca (NH<sub>3</sub>), moltiplicare la lettura per il fattore 1.214. Segnare la cifra e rimuovere la soluzione dalla cuvetta. Non disperdere in ambiente.

Quali sono i rischi legati ad alti valori di ammoniaca?

Lo ione ammonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), è uno dei 4 parametri dell’LIMEco usato nel monitoraggio della Direttiva Europea 2000/60/CE (Water Framework Directive, WFD). Esso viene spesso usato come “allarme”, è infatti considerato un ottimo indicatore di una potenziale condizione di criticità associata a carenza di ossigeno (anossia), condizione particolarmente critica per tutto l’ecosistema fluviale. Questo perché lo ione ammonio NH<sub>4</sub><sup>+</sup> quando sciolto in acqua e in presenza di ossigeno si converte in nitrato NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (processo di nitrificazione) molto velocemente.

La stima del LIMEco prevede anche la valutazione della concentrazione dello ione ammonio nelle acque, misurata in milligrammi di azoto al litro (mg N/l).

L’azoto ammoniacale deriva principalmente dalla degradazione dei composti organici azotati provenienti da scarichi fognari e allevamenti zootecnici, dal dilavamento di terreni agricoli in cui siano stati utilizzati concimi di sintesi a base di urea e da reflui delle industrie alimentari e chimiche. In corsi d’acqua ben ossigenati, l’azoto ammoniacale è trascurabile perché si ossida rapidamente ad azoto nitrico

L’ammonio è infatti largamente utilizzato nella produzione dei fertilizzanti e dei mangimi animali, nella preparazione di detersivi, sanificanti e additivi alimentari, nell’industria manifatturiera delle fibre, dei materiali plastici, degli esplosivi, della carta e della gomma ed è impiegato come refrigerante nella lavorazione dei metalli e nella preparazione di composti azotati per diversi impieghi.

