ecoscienza

SOSTENIBILITÀ E CONTROLLO AMBIENTALE

Rivista di Arpae
Agenzia regionale
prevenzione, ambiente ed energia
dell'Emilia-Romagna
N° 1 febbraio 2022, Anno XIII

PIANETA ACQUA

GLI AMBIENTI FLUVIALI E LACUSTRI DI FRONTE AL CAMBIAMENTO CLIMATICO

VALORIZZAZIONE DEI SERVIZI ECOSISTEMICI E DELLE FUNZIONI ECOLOGICHE

GLI STRUMENTI E I METODI PER IL MONITORAGGIO DELLO STATO AMBIENTALE

RESISTENZA ANTIMICROBICA, LA NECESSITÀ DI INTERVENIRE IN OTTICA ONE HEALTH

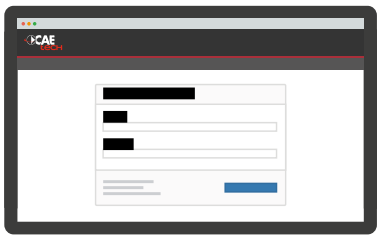
AMBIENTE IN COSTITUZIONE, UN NUOVO IMPEGNO

Spedizione Postatarget - In caso di mancato recapito restituire all'ufficio Bologna CMP

PG4i
Pluviometro stand-alone

Sistema di monitoraggio professionale all-in-one per la misura della pioggia

SEMPLICE



Registra e configura il prodotto

Inserisci le batterie

Ricevi e visualizza i dati

STAND-ALONE

- Datalogger integrato
- Modem 3G integrato
- Alimentato a batterie standard

ROBUSTO

- Zero Breakdown Technology
- Integra sensori di diagnostica
- Bassi consumi
- Poca e agevole manutenzione

ACCURATO

- Misura cumulata e intensità di pioggia
- Tecnologia a bascula per una miglior misura dell'intensità
- Risoluzione 0,1 mm
- Precisione complessiva migliore del 3%

PERSONALIZZABILE

- Dati inviabili al proprio server FTP
- Notifiche push tramite la App MyPG4i
- Alimentabile anche a pannello solare o alimentazione da rete

CAE S.p.A | Via Colunga 20 | 40068 San Lazzaro di Savena (BO) | ITALY | tel.: +39 051 4992711 | fax: +39 051 4992709

www.cae.it

AMBIENTE IN COSTITUZIONE, UN NUOVO IMPEGNO

Stefano Laporta • Presidente Ispra e Snpa

Una grande soddisfazione e un rinnovato impegno. Sono questi i sentimenti con cui tutti noi del Sistema nazionale Snpa abbiamo accolto la novità costituzionale che ha investito il nostro Paese in questo inizio di anno nuovo e che rappresenta il coronamento di un percorso nato dalla sensibilità dei cittadini. La tutela dell'ambiente entra con un rilievo tutto speciale nella Carta fondamentale della Repubblica italiana, in una prospettiva che guarda non solo al nostro presente ma all'interesse delle future generazioni. Il nuovo comma dell'articolo 9 stabilisce che la Repubblica *"Tutela l'ambiente, la biodiversità e gli ecosistemi, anche nell'interesse delle future generazioni. La legge dello Stato disciplina i modi e le forme di tutela degli animali"*. Una previsione che va letta insieme alla tutela del paesaggio e del patrimonio storico-artistico, alla promozione dello sviluppo della cultura, della ricerca scientifica e tecnica. Un'attenzione ad ambiente e salute che il legislatore ha voluto inserire anche tra i capisaldi dell'azione economica: nel secondo e terzo comma dell'articolo 41 si esprime in modo esplicito che l'iniziativa economica non deve arrecare danno alla salute e all'ambiente, e che la legge la indirizza e coordina a fini sociali e ambientali.
L'iter di una modifica costituzionale, lo sappiamo, è complesso e questo a tutela del nostro ordinamento democratico. L'ampia maggioranza parlamentare con cui è stata approvata l'8 febbraio 2022 non ha reso necessario l'ulteriore passaggio del referendum, testimoniando quanto la tutela ambientale sia un elemento di convergenza tra le rappresentanze politiche del nostro Parlamento. Un segno che, pur con le necessarie diversità, ricorda l'approvazione della legge 132/2006, grazie alla quale è nato il Sistema nazionale di protezione dell'ambiente (Snpa) e che in qualche modo la lega.

L'ambiente, la biodiversità, gli ecosistemi e gli animali entrano nella Costituzione con un atto di portata storica. Sono inseriti tra i principi fondamentali della Repubblica tra i primi 12 articoli della Carta. Prima di questa modifica, la Costituzione nominava espressamente l'ambiente solo all'articolo 117 nell'elencazione delle materie di esclusiva competenza dello Stato (ex comma 2) e tra quelle di competenza concorrente (ex comma 3), in entrambi i casi riferendosi sempre solo alla questione delle competenze. Con questa modifica costituzionale si colma un vuoto valoriale e di principio che andava ben oltre quello normativo.
Si tratta sicuramente di una scelta del legislatore che arriva al termine di un lungo percorso. Quando i padri costituenti nel secolo scorso inserirono la tutela del paesaggio tra i principi fondamentali, intesero introdurre il concetto di un patrimonio naturale la cui bellezza andava preservata, nel contesto di un periodo storico segnato dall'orrore di due conflitti mondiali. Ci sarebbero voluti almeno venti anni prima che i danni all'ambiente e la mancata tutela fossero visti come un'offesa alla libertà e alla dignità umana.
Benché non presente nella Costituzione, va detto che a partire dagli anni Ottanta del secolo scorso non sono mancate sentenze della Corte Costituzionale dove la parola ambiente è stata centrale. Penso ad esempio alla n. 641 del 1987: *"L'ambiente è protetto come elemento determinativo della qualità della vita"* o alla n. 127 del 1990, dove si definisce un valore primario. La stessa Corte aveva ricordato in più occasioni che la formulazione della tutela del paesaggio andava intesa come tutela dell'ambiente.

Vorrei soffermarmi brevemente su un altro punto per me fondamentale: l'esplicito richiamo all'interesse delle future generazioni. Oltre a vedervi un legame con la definizione di sviluppo sostenibile contenuta nel rapporto Brundtland del 1987 (*"Lo sviluppo sostenibile è quello sviluppo che consente alla generazione presente di soddisfare i propri bisogni senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri"*), si coglie la scelta di rispondere a quella spinta che giunge forte dalle giovani generazioni. Penso alle mobilitazioni dei *Fridays for future* e all'impegno internazionale dei giovani per la lotta contro i cambiamenti climatici. In generale a una forte richiesta di prendere sul serio i problemi ambientali e di sentirli come la priorità del mondo di oggi. Un monito che ci giunge anche da papa Francesco con i suoi molteplici interventi sulla cura del creato e soprattutto con l'enciclica *Laudato si'*. Per la prima volta nella storia un pontefice ha dedicato il documento più alto del magistero alle sfide ambientali.

Quanto alla modifica dell'articolo 41, tengo a sottolineare che rientra perfettamente in quel lavoro avviato negli ultimi anni dal Sistema Snpa per accompagnare il processo di transizione ecologica del Paese. Affermare che l'azione economica non deve arrecare danno alla salute e all'ambiente non rappresenta un ostacolo alla libera iniziativa delle imprese. Al contrario vuol dire sostenere uno sviluppo realmente sostenibile che orienti l'azione economica verso un reale equilibrio tra produzione, lavoro e difesa dell'ambiente. È un processo possibile e lo testimoniano le imprese che nel seguire criteri ambientali acquistano di competitività e crescita.
Quali sviluppi per Snpa dalla riforma costituzionale? Per chi come noi del Sistema nazionale è impegnato quotidianamente nei controlli, nel monitoraggio del territorio, nelle attività di ricerca ambientale, a livello nazionale e locale, quanto accaduto lo scorso 8 febbraio non può che essere una notizia di grandissimo rilievo. Ritengo, inoltre, che il Parlamento sia oggi chiamato a ragionare su una legislazione di dettaglio che sviluppi i nuovi principi costituzionali. Se la tutela dell'ambiente, della biodiversità e degli ecosistemi non diventa una materia viva, rischia di rimanere un alto enunciato. Entrando come principio fondamentale della Repubblica, l'ambiente deve essere tutelato in modo uniforme su tutto il territorio, garantendo gli stessi livelli da nord a sud. Un impegno che ci vede profondamente coinvolti in ogni regione e pronti a essere un riferimento per il nostro Paese.

ISSN 2039-0424

Rivista di Arpae
Agenzia regionale prevenzione, ambiente ed energia dell'Emilia-Romagna

Numero 1 • Anno XIII
Febbraio 2022

arpae
agenzia prevenzione ambiente energia emilia-romagna

DIRETTORE
Giuseppe Bortone

DIRETTORE RESPONSABILE
Stefano Folli

Segreteria:
Ecoscienza, redazione
Via Po, 5 40139 - Bologna
Tel 051 6223887
ecoscienza@arpae.it

In redazione:
Daniela Merli
Barbara Galzigna

Progetto grafico
Miguel Sal & C.

Impaginazione, grafica e copertina
Mauro Cremonini (Odoya srl)

Stampa
Teraprint srl
Via dei Gracchi 169
00192 Roma

Registrazione Trib. di Bologna
n. 7988 del 27-08-2009

COMITATO EDITORIALE
Coordinatore
Eriberto De' Munari

Paola Angelini
Raffaella Angelini
Giuseppe Battarino
Vito Belladonna
Francesco Bertolini
Gianfranco Bologna
Giuseppe Bortone
Roberto Coizet
Nicola Dall'Olio
Paolo Ferrecchi
Matteo Mascia
Michele Munafò
Giancarlo Naldi
Giorgio Pineschi
Attilio Raimondi
Karl Ludwig Schibel
Andrea Segré
Stefano Tibaldi
Alessandra Vaccari

Tutti gli articoli, se non altrimenti specificato, sono rilasciati con licenza Creative Commons
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Chiuso in redazione: 28 febbraio 2022

Stampa su carta
Nautilus Classic

SOMMARIO

3 Editoriale
Ambiente in Costituzione, un nuovo impegno
Stefano Laporta

Acque

6 **Fiumi e clima che cambia, strumenti di adattamento**
Andrea Goltara, Laura Leone

11 **La vegetazione degli ecosistemi fluviali**
Maria Rita Minciardi

14 **Il potere tampone delle fasce perifluviali**
Maurizio Siligardi, Marco Zanetti

16 **Soluzioni basate sulla natura, una nuova sfida**
Giulio Conte

18 **Fiume Po, l'ecosistema guarda al futuro**
Irene Priolo

20 **Il monitoraggio a supporto delle strategie "One health"**
Giuseppe Bortone

24 **I contratti di fiume per una tutela partecipata**
Teresa Federico, Carlo Fortunato, Simona Mazzuca, Massimo Bastiani, Giulio Conte, Paola Rizzuto, Alessandro de Carli, Vittoria Sechi, Giulia Sandalli, Roberta Fidanza, Riccardo Cafolla, Giancarlo Gusmaroli

26 **La pratica dei contratti di fiume in Emilia-Romagna**
Vittoria Montaletti, Camilla Iuzzolino

29 **L'estensione dell'indice di funzionalità perilacuale**
Barbara Zennaro, Maurizio Siligardi

32 **La qualità del dato per gli indicatori di stato ecologico**
Stefania Balzamo, Cristina Martone

34 **Obiettivi di qualità e criticità sulle aste fluviali**
Silvia Franceschini, Camilla Iuzzolino, Paolo Spezzani, Francesco Tornatore

37 **Un difficile equilibrio per le acque sotterranee**
Marco Marcaccio

40 **La ricarica controllata della conoide del Marecchia**
Andrea Chahoud, Immacolata Pellegrino, Paolo Severi

43 **Qualità dell'acqua e ruolo delle Agenzie ambientali**
Daniela Lucchini, Silvia Franceschini

46 **Arpae a supporto dei Piani di sicurezza dell'acqua**
Emanuele Dal Bianco, Gisella Ferroni, Marco Marcaccio

48 **Uso e stato degli invasi in Emilia-Romagna**
Gisella Ferroni

50 **Gli indicatori della qualità ecologica dei laghi**
Aldo Marchetto

52 **L'analisi della qualità idro-morfologica dei laghi**
Marzia Ciampittiello

54 **La valutazione dello stato quantitativo dei fiumi**
a cura del Servizio idrografia e idrologia regionale e distretto Po, Struttura IdroMeteoClima, Arpae Emilia-Romagna

56 **Il rilievo delle portate dei fiumi in Emilia-Romagna**
a cura del Servizio idrografia e idrologia regionale e distretto Po, Struttura IdroMeteoClima, Arpae Emilia-Romagna

58 **Il monitoraggio del biota nelle acque fluviali**
Alessandra Agostini

60 **Il monitoraggio delle macrofite in Emilia-Romagna**
Anna Maria Manzieri

63 **Bioindicatori per la fauna ittica delle acque interne**
Giovanni Rossi

66 **Diatomee bentoniche e fitoplancton lacustre**
Veronica Menna, Alberto Sommacal, Eleonora Leonardi, Daniela Lucchini

70 **Gli indicatori di alterazioni idrologiche fluviali**
Daniela Lucchini, Alessandra Agostini

72 **Piccolo idroelettrico e impatto ambientale**
Silvia Cerea, Silvia Guerreschi, Roberto Serra, Pietro Genoni

74 **Acque potabili e contaminanti emergenti**
Selena Ziccardi, Beatrice Bertolo, Marco Brian, Elisa Comune, Paolo Leoni, Silvano Pecora, Giuseppe Ricciardi, Franca Tugnoli

76 **Storia di una sistemazione idraulico-forestale**
Giovanni Fabbri

Rubriche

80 **Legislazione news**
81 **Osservatorio ecoreati**
82 **Mediateca**

CORSI D'ACQUA E TUTELA DELL'AMBIENTE

Funzioni ecologiche e valorizzazione dei servizi ecosistemici

La riqualificazione dei corsi d'acqua e il recupero delle funzioni ecologiche non vanno solo nella direzione della tutela dell'ambiente e del territorio, ma anche a contrasto dei cambiamenti climatici, che hanno un impatto sulla biodiversità e gli ecosistemi.
In questo numero di *Ecoscienza* presentiamo le analisi, le strategie e le proposte per un approccio innovativo alla tutela delle aree fluviali e lacustri, tra cui i contratti di fiume.

Un focus è dedicato al monitoraggio delle sostanze antibiotiche nell'ambiente, a supporto delle strategie di contrasto alla resistenza antimicrobica.

Proponiamo inoltre un approfondimento sulle tecniche di monitoraggio e l'applicazione di indici specifici indicati dalla direttiva quadro europea sulle Acque e dai piani di gestione della risorsa idrica, oltre agli strumenti in possesso dalle Agenzie ambientali per controllare lo stato chimico ed ecologico dei fiumi (linee guida, nuovi protocolli di campionamento delle acque superficiali, parametri da monitorare). Uno sguardo particolare è riservato alle operazioni volte alla riduzione dell'inquinamento dei sistemi acquatici e dell'individuazione degli elementi biologici prioritari nella definizione dello stato ecologico dei corsi d'acqua.

Presentiamo infine alcuni interventi a opera dell'uomo per la riduzione dei prelievi a uso civile, anche delle acque sotterranee, per minimizzare le alterazioni del regime naturale attraverso un piano di monitoraggio e la modellistica matematica a supporto dei progetti.
(*DM*)

FIUMI E CLIMA CHE CAMBIA, STRUMENTI DI ADATTAMENTO

LA RIQUALIFICAZIONE DEI CORSI D'ACQUA È STRATEGICA PER CONTRASTARE LE RICADUTE NEGATIVE DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO SULLA BIODIVERSITÀ E SUGLI ECOSISTEMI. IL RUOLO CENTRALE DEL RIPRISTINO DELLA CONNETTIVITÀ DI UN SISTEMA FLUVIALE PER MITIGARE GLI IMPATTI NEGATIVI, FAVORIRE IL BENESSERE E GARANTIRE LA SICUREZZA DELLE POPOLAZIONI.

FOTO: ELISABETTA_81 – FLICKR – CC BY-NC-ND 2.0

Dall'ultimo report relativo ai cambiamenti climatici in Italia (Ispra, 2021) emerge una conferma della criticità della situazione globale, in quanto il 2020 viene collocato all'apice delle serie di temperature medie annuali sulla terraferma, con una anomalia di +1,44 °C rispetto al periodo 1961-1990. In Italia, il 2020 è stato il quinto anno più caldo dall'inizio delle osservazioni con una anomalia media di +1,54 °C rispetto al trentennio 1961-1990; si noti in *figura 1* che gli altri 4 anni più caldi sono tutti collocati tra il 2014 e il 2019.

A scala globale, la frequenza e l'intensità degli eventi di precipitazione intensa sono aumentate negli ultimi decenni (si veda ad esempio l'analisi di Montanari e Papalexiou, 2016) e si prevede che le precipitazioni terrestri medie annuali aumenteranno, entro il 2081-2100 rispetto al 1995-2014, dello 0-5% nello scenario di emissioni molto basse e dell'1-13% nello scenario di emissioni molto alte.

In Italia, dall'analisi dei trend della precipitazione cumulata annuale e stagionale nel periodo 1961-2020 non emergono tendenze statisticamente significative, sebbene sia già stata riscontrata una generale diminuzione delle precipitazioni nevose e dello spessore e durata del manto nevoso sul versante meridionale delle Alpi (Matiu et al., 2021) con effetti sul regime idrologico di molti corsi d'acqua. I modelli previsionali, inoltre, confermano per i prossimi decenni un aumento dei fenomeni estremi, quindi sia prolungata assenza di precipitazioni sia di fenomeni piovosi intensi e altamente localizzati nello spazio e nel tempo (Ipcc, 2018; Spano et al., 2020; Ipcc, 2021).

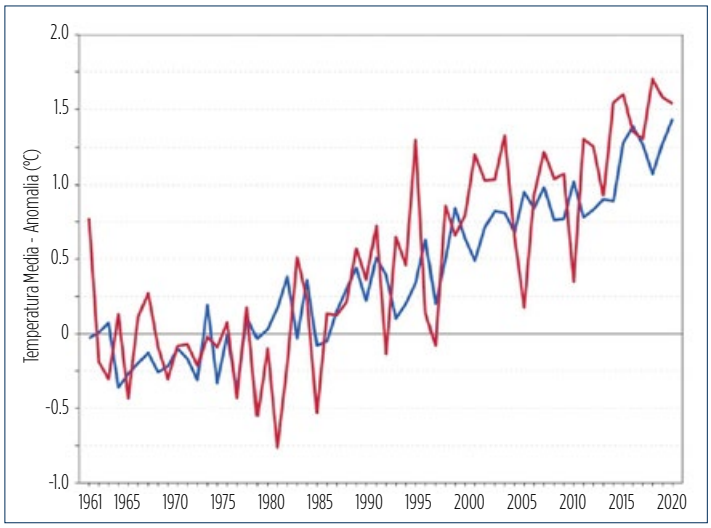


FIG. 1
ANOMALIE DI TEMPERATURA

Media globale sulla terraferma e in Italia, rispetto ai valori climatologici normali 1961-1990.

Fonte: Ispra (2021). Fonte dati: Ncdd/Noaa e Ispra, elaborazione Ispra (2021).

Il clima e i sistemi fluviali

Le conseguenze delle variazioni in atto e previste sulle dinamiche fisiche ed ecologiche dei sistemi fluviali sono complesse e tra loro interconnesse e, a catena, avranno pesanti conseguenze sia sulla biodiversità sia sui servizi ecosistemici forniti dai fiumi, quindi sul benessere delle popolazioni.

Gli ecosistemi fluviali che li subiranno, inoltre, sono già fortemente impattati da

1

2

numerose pressioni antropiche, rettificati e confinati tra argini e difese, incisi a causa dell'eccessiva estrazione di inerti e della disconnessione delle sorgenti di sedimenti, con sponde ampiamente devegetate e portate ridotte a una piccola percentuale di quella naturale o soggette alle piene artificiali dell'*hydropeaking*, solo per citarne alcune. Pressioni che non tendono attualmente a ridursi, ma anzi sembrano in ulteriore aumento, in particolare per quanto riguarda quelle legate all'uso delle acque e a opere e interventi di difesa dalle alluvioni.

1 Esempio di abbassamento di pianura terrazzata lungo il fiume Montone, intervento realizzato nel 2007 dal Servizio Area Romagna dell'Agenzia regionale per la Sicurezza territoriale e la protezione civile per la riduzione del rischio di alluvione nel centro abitato di Forlì, con significativo incremento dei livelli di biodiversità (per una descrizione più dettagliata si veda Sormani e Pardolesi, 2018).

2 Rimozione di argini e difese spondali e riconnessione di rami laterali in un tratto di 24 km del fiume Órbigo, tra Villarroquel e Hospital de Órbigo, nei pressi di León, in Spagna; intervento realizzato nel 2013 dalla Confederación Hidrográfica del Duero (Autorità di bacino); la situazione prima (a sinistra) e dopo (a destra). Per una descrizione più dettagliata si veda Golfieri et al., 2017.

Si tratta quindi di sistemi la cui resilienza è già fortemente ridotta e che per questo motivo subiranno in modo ancor più pesante gli effetti del cambiamento climatico.
Gli ecosistemi fluviali, inoltre, sono intrinsecamente più sensibili di altri a questi cambiamenti, perché le principali variabili che determinano l'idoneità degli habitat sono fortemente collegate proprio ai cambiamenti climatici e perché molte specie acquatiche hanno una limitata capacità di dispersione, quindi una ridotta possibilità di potersi spostare dove le condizioni ambientali sono più idonee.

Effetti del cambiamento climatico

Senza pretesa di esaustività si elencano di seguito alcuni dei principali effetti attesi (si rimanda a letteratura specifica per gli approfondimenti, ad esempio a Fenoglio et al., 2010 o al recente lavoro di Pletterbauer et al., 2018).

Aumento degli eventi di piena estremi
L'aumento dei fenomeni piovosi intensi e altamente localizzati nello spazio e nel tempo si tradurrà nell'aumento della frequenza di fenomeni di piena estremi, con un conseguente aumento della probabilità di alluvioni, in particolare nei piccoli bacini fluviali, e un corrispondente aumento del rischio, in presenza di beni esposti. A questo potranno contribuire localmente anche il più rapido scioglimento del manto nevoso e dei ghiacciai, a causa dell'aumento della temperatura media. Un particolare tipo di evento legato allo scioglimento glaciale e quello delle inondazioni da collasso di laghi glaciali (*Glacial lake outburst floods*, Glof[1] nella letteratura internazionale), in cui al progressivo aumento di livello di un lago temporaneo da scioglimento fa seguito il crollo strutturale della morena che lo contiene, creando una spesso devastante onda di piena a valle.

Aumento degli eventi di magra estrema
L'aumento delle temperature, del numero di giorni consecutivi non piovosi e la riduzione dei volumi e della durata della copertura nevosa potranno portare invece a un aumento degli eventi di portata di magra estrema. Lo stress sulle comunità biotiche potrà dunque aumentare significativamente rispetto al normale disturbo legato alla variabilità naturale delle portate. E questo accadrà in corsi d'acqua già soggetti a una forte alterazione

idrologica e all'estesa applicazione di deroghe al rilascio del deflusso ecologico proprio nelle condizioni più critiche non solo per gli usi antropici, ma anche per gli ecosistemi. Inoltre l'alterazione delle portate di magra determina a sua volta un aumento dello stress termico e, frequentemente, un peggioramento qualitativo dell'acqua, a causa della ridotta diluizione degli inquinanti.

Aumento della temperatura dell'acqua
L'aumento delle temperature medie atmosferiche e di quelle massime estive, unitamente alle variazioni del regime idrologico, determineranno corrispondenti variazioni nella temperatura dell'acqua, che a sua volta ha una fortissima influenza sugli organismi acquatici, sia diretta in quanto le principali fasi vitali avvengono in specifici intervalli di temperatura, sia indiretta, poiché la temperatura regola gran parte dei processi chimici e biologici che avvengono all'interno dei sistemi fluviali. L'impatto è quindi connesso in particolare sia all'alterazione delle temperature massime sia alla variazione del regime termico nel tempo, che può anticipare o ritardare le condizioni idonee a determinate funzioni vitali. Molte specie saranno messe in crisi dalla riduzione spaziale e temporale del proprio habitat fino a estinguersi se non saranno in grado di spostarsi in zone più fresche, ma risentiranno anche delle variazioni delle condizioni fisico-chimiche dell'acqua, basti pensare alla concentrazione di ossigeno disciolto. Per alcune specie sarà possibile un aumento dell'estensione di habitat idoneo, quindi un'espansione della popolazione, ma in ogni caso la composizione delle popolazioni è destinata a modificarsi significativamente in assenza di adeguate misure di adattamento.

Altri effetti, le cui relazioni con i cambiamenti climatici sono meno dirette o che sono comunque fortemente influenzati anche dalle modalità di gestione dei corridoi fluviali e delle risorse idriche, sono ad esempio l'abbassamento delle falde acquifere, la variazione (possibilmente un aumento) dei volumi di sedimenti generati dai versanti e la variazione nella copertura forestale e nella distribuzione di specie vegetali.

Una possibile strategia per l'adattamento ai cambiamenti climatici nel contesto dei corsi d'acqua e delle pianure alluvionali ci viene fornita dalla riqualificazione fluviale. Con questo termine ci si riferisce a interventi e misure gestionali volte a ripristinare condizioni e dinamiche fluviali più naturali, a sostegno della biodiversità e dei diversi servizi ecosistemici che un corso d'acqua più naturale può fornire.

3

La riqualificazione fluviale come misura di adattamento

Tra le molte possibili misure di *river restoration* in questo ambito la parola chiave è sicuramente connettività.

Il ripristino di diverse componenti della connettività di un sistema fluviale può infatti fornire un contributo estremamente rilevante nel mitigare gli impatti legati alle alterazioni sopra descritte, e costituisce a tutti gli effetti un elemento chiave della strategie per l'adattamento come evidenziato dalla nuova *Strategia dell'Ue di adattamento ai cambiamenti climatici* (Com 2021 82 final) e dalla *Strategia europea per la biodiversità per il 2030* (Com 2020 380 final), che chiede agli Stati membri di ripristinare la connettività in almeno 25.000 km di fiumi europei. A supporto di questo obiettivo generale di ripristino di *free-flowing rivers* e in vista di possibili obiettivi nazionali vincolanti nell'ambito di una nuova norma europea in corso di discussione, sono state recentemente pubblicate dalla Commissione europea anche delle linee guida sulla rimozione di barriere lungo i corsi d'acqua (EC, 2021).

Connettività idraulica laterale
Il ripristino della connettività (idraulica) laterale tra il fiume e la pianura inondabile, tramite la rimozione o l'arretramento di argini oppure indirettamente riducendo l'incisione dell'alveo o abbassando tratti di pianura terrazzata, è una delle principali misure di ritenzione naturale delle acque per la

3 Uno degli interventi dimostrativi eseguiti nel corso del 2017 nel fiume Cornia, in Toscana, nell'ambito del progetto Life Rewat, con ampliamento dell'alveo e ripristino della permeabilità per una lunghezza totale di circa 1 km.
Prima (2016, in alto) e dopo gli interventi (2021, in basso) che hanno permesso un incremento di infiltrazione di acqua in falda da circa 100 l/s a circa 200/250 l/s, per un incremento totale di infiltrazione nell'anno idrologico 2018/2019 stimato in circa 1.500.000 m^3 rispetto al periodo precedente gli interventi.
(Per una descrizione più dettagliata si veda Rossetto, 2020)

riduzione del rischio di alluvioni. Nel caso estremo di corsi d'acqua tombati si possono far ricadere in questa categoria anche gli interventi di stombamento. Ripristinare la capacità di laminazione diffusa lungo il corridoio fluviale, in particolare lungo il reticolo minore, è una misura necessaria per far fronte all'eccessiva canalizzazione dei corsi d'acqua che di fatto sposta il rischio a valle, perdendo uno dei servizi ecosistemici più direttamente monetizzabili.
A maggior ragione queste misure diventano fondamentali in un contesto di aumento significativo degli eventi estremi, dove anche situazioni di relativo equilibrio storico tra occupazione del suolo e spazio lasciato al fiume vengono messe in discussione (si veda ad esempio il recente caso della Germania[2]).
Non è infatti realistico che soluzioni tradizionali unicamente strutturali (come l'ulteriore innalzamento degli argini o la realizzazione di casse d'espansione) siano in grado di far fronte adeguatamente ai cambiamenti in atto o comunque di farlo senza creare un sistema estremamente fragile, visto che la fallanza di un singolo elemento di difesa può determinare effetti catastrofici.
Vanno poi considerati gli obiettivi ambientali che questi interventi di riconnessione contribuiscono a perseguire, trattandosi di quegli "interventi integrati" introdotti nella normativa italiana con la finalità di raggiungere contemporaneamente la riduzione del rischio di alluvioni e l'incremento dello stato ecologico dei corpi idrici, di cui è stata recentemente ribadita la priorità da Parlamento e Governo[3]. Al ripristino della connettività laterale per le portate liquide, può accompagnarsi anche il ripristino della connettività morfologica, ovvero della mobilità laterale in particolare tramite la rimozione o l'arretramento di difese spondali, di grande utilità per il miglioramento delle condizioni morfologiche e per ridurre un eventuale deficit di sedimenti, l'incisione dell'alveo e quindi l'eventuale disconnessione laterale nei tratti a valle.

Connettività longitudinale per la fauna ittica
Il ripristino della connettività longitudinale per la fauna ittica, tramite la rimozione di opere trasversali o, seppure con molta minore efficacia, con la realizzazione di passaggi per pesci, è una misura che può assicurare la possibilità per determinate specie di spostarsi, ad esempio, più a monte o addirittura in bacini fluviali diversi alla ricerca di condizioni più adatte alla sopravvivenza; oppure di raggiungere aree rifugio dove ripararsi da situazioni idrologiche o termiche estreme. Chiaramente la connettività longitudinale può non essere sufficiente se a monte esistono disconnessioni naturali o se l'habitat fisico non è adatto per caratteristiche naturali (ad esempio per una pendenza eccessiva) o per l'alterazione morfologica del tratto che dovrebbe in questo caso essere mitigata.

Connettività longitudinale per il trasporto solido
Il ripristino della connettività longitudinale per il trasporto solido, in particolare per quello al fondo, tramite la rimozione di opere trasversali, la loro sostituzione con opere filtranti (nel caso delle briglie) o la modifica delle modalità di gestione degli invasi artificiali, contribuisce alla mitigazione di diversi degli impatti sopra descritti, mitigando ad esempio l'incisione e quindi contribuendo al ripristino della connettività con la pianura alluvionale e quindi in assenza di argini, favorendo la laminazione diffusa, ma anche riducendo l'erosione costiera e quindi il rischio connesso a esondazione da parte di fenomeni marini. Inoltre, garantisce le condizioni per una diversificazione morfologica dell'alveo, che assicura la presenza in particolare di aree rifugio per la fauna acquatica durante gli eventi critici. Il ripristino di un regime più naturale del trasporto solido consente inoltre una distribuzione granulometrica meno alterata e, in assenza di interventi diretti di risagomatura, la presenza in molti contesti di forme fluviali che favoriscono la connettività verticale, ovvero tra il deflusso superficiale e quello iporreico (si veda ad esempio Bray e Dunne, 2017). Questo scambio, oltre a garantire i processi biogeochimici tipici degli ambienti fluviali e habitat necessari alla sopravvivenza di diverse specie di macroinvertebrati, determina anche un significativo effetto di raffrescamento (Acuña e Tockner, 2009; Wawrzyniak et al., 2013). Ripristinare la dinamica fluviale, forme alluviali in alveo e una morfologia diversificata contribuisce quindi a mitigare l'aumento della temperatura dell'acqua.

Altre misure di adattamento
Una misura altrettanto rilevante per mitigare l'aumento della temperatura dell'acqua è il ripristino della vegetazione riparia, in particolare in corsi d'acqua di piccole e medie dimensioni, ovvero dove l'effetto di ombreggiamento di un corridoio vegetato continuo è significativo rispetto all'ampiezza dell'alveo bagnato, e con effetti maggiori dove la pendenza e la velocità dell'acqua sono inferiori. Un recente studio comparativo tra due corsi d'acqua della bassa Austria (Kalny et al., 2017) ha mostrato differenze fino a 2 °C tra la temperatura massima estiva dell'acqua per un tratto con vegetazione riparia continua e uno senza vegetazione. Un effetto che può essere ancora più rilevante in un ambiente mediterraneo. Il ruolo della vegetazione riparia nello stoccaggio del carbonio, inoltre, assume un carattere di mitigazione dei cambiamenti climatici, argomento che qui tuttavia non tratteremo.

Nel contesto delle forti variazioni idrologiche attese descritte, è inoltre molto rilevante garantire o ripristinare una sufficiente connettività temporale, ovvero che le dinamiche fluviali, *in primis* quelle idromorfologiche, possano seguire nel tempo il loro naturale regime di variazione. Una misura chiave per questo è la riduzione dell'alterazione idrologica, in tutte le sue componenti. L'attuazione di un deflusso ecologico che includa tutte le caratteristiche tipiche del regime di un dato corso d'acqua è quindi una fondamentale misura di adattamento ai cambiamenti climatici, in assenza della quale la resilienza del sistema può scendere sotto una soglia critica per le comunità acquatiche.

L'enorme gap ancora esistente tra strategie e pratica

Nonostante le azioni brevemente descritte siano ormai incluse in innumerevoli strategie e norme europee e nazionali e spesso anche nella pianificazione di bacino e regionale, l'Italia sembra ancora molto lontana dall'attuare non solo in modo sistematico, ma in molte Regioni nemmeno a scala sperimentale, queste misure di adattamento *win-win*.
Al contrario, si sta assistendo a un ritorno deciso di approcci alla difesa dalle alluvioni che puntano a costringere e artificializzare ulteriormente i corsi d'acqua e, nell'ambito della "manutenzione ordinaria", alla rimozione sistematica della vegetazione. Da parte di diverse categorie cresce poi la richiesta di deroghe dall'attuazione del deflusso ecologico, affiancata alla realizzazione di nuovi invasi e di ulteriori derivazioni. La realizzazione di nuove discontinuità sta avanzando a un passo decisamente più rapido rispetto ai – rarissimi – interventi di rimozione.

In un periodo storico in cui le risorse per investimenti ambiziosi non mancano e in cui all'Italia si richiede di partecipare con decisione a un percorso globale di transizione ecologica, sembra davvero il momento di un passo avanti culturale e politico, che veda nelle soluzioni basate sulla natura uno strumento chiave per l'adattamento ai cambiamenti climatici. Tra queste la riqualificazione fluviale può giocare un ruolo fondamentale.

Andrea Goltara, Laura Leone

Centro italiano per la riqualificazione fluviale, Cirf

NOTE

[1] Per una efficace visualizzazione del fenomeno si veda la videoanimazione realizzata da Icimod: www.icimod.org/mountain/glacial-lake-outburst-flood

[2] L'alluvione dell'estate 2021 in Germania ha visto in parti della Renania-Palatinato e del Nord Reno-Westfalia 148 mm di pioggia in 48 ore, rispetto a una media di circa 80 mm per tutto il mese di luglio. Il più eclatante di oltre una dozzina di record è stato stabilito alla stazione di Köln-Stammheim, che è stata inondata da 154 mm di pioggia in 24 ore, cancellando il precedente massimo giornaliero della città di 95 mm; sulla base di dati riportati da Gianolio (2021) la portata di massima piena con tempo di ritorno 100 anni è stata ampiamente raddoppiata in tutte le stazioni di misura dei fiumi Ahr e Kyll arrivando a superare piene con tempi di ritorno stimati in precedenza in circa 10.000 anni.

[3] Con il Dpcm del 27 settembre 2021 ("Aggiornamento dei criteri, delle modalità e dell'entità delle risorse destinate al finanziamento degli interventi in materia di mitigazione del rischio idrogeologico") il Governo italiano ha recentemente ribadito la priorità degli interventi integrati rispetto a quelli ordinari; inoltre, le indicazioni del Parlamento sulla proposta di *Piano nazionale di ripresa e resilienza* (Doc. XVI n°5 del Senato della Repubblica del 31 marzo 2021) evidenziano la necessità di un programma nazionale di *"rinaturazione e manutenzione di fiumi, laghi, lagune e zone umide"* e di inserire nel Pnrr specifici investimenti e misure volte a favorire la realizzazione di interventi integrati.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Acuña V., Tockner K., 2009, "Surface–subsurface water exchange rates along alluvial river reaches control the thermal patterns in an Alpine river network", *Freshwater Biology*, 54: 306-320, https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2008.02109.x

Bray E.N., Dunne T., 2017, "Subsurface flow in lowland river gravel bars", *Water Resour. Res.,* 53, 7773– 7797, doi:10.1002/2016WR019514.

Commissione europea, 2020, COM(2020) 380 final, Comunicazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle Regioni, *Strategia dell'Ue sulla biodiversità per il 2030. Riportare la natura nella nostra vita*, https://ec.europa.eu/environment/strategy/biodiversity-strategy-2030_it

Commissione europea, 2021, COM(2021) 82 final, Comunicazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle Regioni, *Plasmare un'Europa resiliente ai cambiamenti climatici – La nuova strategia dell'Ue di adattamento ai cambiamenti climatici,* Bruxelles, 24/2/2021.

Commissione europea, 2021, DG Environment, Directorate C - Zero Pollution, Unit C.1, Sustainable Freshwater Management, *Biodiversity Strategy 2030. Barrier removal for river restoration,* a cura di Valentina Bastino (DG Environment), Jeanne Boughaba (DG Environment), Wouter van de Bund (Joint Research Centre), https://ec.europa.eu/environment/publications/guidance-barrier-removal-river-restoration_en

Fenoglio S., Bo T., Cucco M., Mercalli L., Malacarne G., 2010, "Effects of global climate change on freshwater biota: a review with special emphasis on the Italian situation", *Italian Journal of Zoology*, december 2010; 77(4): 374–383.

Gianolio G., 2021, "Cronaca di una pioggia annunciata. L'alluvione del luglio 2021 in Germania", *Geologia dell'Ambiente,* 4/2021, Sigea.

Golfieri B, Mason E., Goltara A., Silver E., 2017, *Benefits of European river restoration schemes. An analysis of 13 case studies aiming to integrate improvement of ecological conditions and flood risk mitigation*, CIRF e Wetlands International European Association, dicembre 2017. https://europe.wetlands.org/publications/benefits-european-river-restoration-schemes/

Kalny G., Laaha G., Melcher A., Trimmel H., Weihs P., Rauch H.P., 2017, "The influence of riparian vegetation shading on water temperature during low flow conditions in a medium sized river", *Knowl. Manag. Aquat. Ecosyst.,* 418 (2017) 5. DOI: https://doi.org/10.1051/kmae/2016037

Ipcc, 2018, *Special Report on 1.5 °C global warming,* www.ipcc.ch/sr15/

Ipcc, 2021, *AR6 Climate Change 2021 The Physical Science Basis*, www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-i/

Ispra, 2021, *Stato dell'ambiente 96/21- Gli indicatori del clima in Italia nel 2020*, www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/stato-dellambiente/gli-indicatori-del-clima-in-italia-nel-2020-anno-xvi

Matiu M., Crespi A., Bertoldi G., Carmagnola C.M., Marty C., Morin S., Schöner W., Cat Berro D., Chiogna G., De Gregorio L., Kotlarski S., Majone B., Resch G., Terzago S., Valt M., Beozzo W., Cianfarra P., Gouttevin I., Marcolini G., Notarnicola C., Petitta M., Scherrer S.C., Strasser U., Winkler M., Zebisch M., Cicogna A., Cremonini R., Debernardi A., Faletto M., Gaddo M., Giovannini L., Mercalli L., Soubeyroux J.-M., Sušnik A., Trenti A., Urbani S., Weilguni V., 2021, "Observed snow depth trends in the European Alps: 1971 to 2019", *Cryosphere*, 15(3), 1343-1382. https://doi.org/10.5194/tc-15-1343-2021. https://tc.copernicus.org/articles/15/1343/2021/#section7

Montanari A., Papalexiou S.M., 2016, "Is climate change modifying precipitation extremes?", in *Geophysical Research Abstracts EGU General Assembly*, 2016–3448.

Pletterbauer F., Melcher A., Graf W., 2018, "Climate change impacts in riverine ecosystems", in Schmutz S., Sendzimir J. (eds), *Riverine ecosystem management. Aquatic ecology series*, vol 8., Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-73250-3_11

Rossetto R. (coordinatore), 2020, *Report sull'impatto delle azioni messe in atto nel progetto Life Rewat sullo stato quantitativo delle acque sotterranee nella pianura costiera del fiume Cornia. Primo anno di monitoraggio (2018-2019),* Deliverable azione C1 progetto Life Rewat, Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa, www.liferewat.eu/c1.html

Sormani D., Pardolesi F. (a cura di), 2018, *La riqualificazione fluviale in Romagna*, Regione Emilia-Romagna.

Spano D., Mereu V., Bacciu V., Marras S., Trabucco A., Adinolfi M., Barbato G., Bosello F., Breil M., Chiriacò M. V., Coppini G., Essenfelder A., Galluccio G., Lovato T., Marzi S., Masina S., Mercogliano P., Mysiak J., Noce S., Pal J., Reder A., Rianna G., Rizzo A., Santini M., Sini E., Staccione A., Villani V., Zavatarelli M., 2020, *Analisi del rischio. I cambiamenti climatici in Italia*. DOI: 10.25424/CMCC/ANALISI_DEL_RISCHIO

Trimmel H., Weihs P., Leidinger D., Formayer H., Kalny G., Melcher A., 2018, "Can riparian vegetation shade mitigate the expected rise in stream temperatures due to climate change during heat waves in a human-impacted pre-alpine river?", *Hydrol. Earth Syst. Sci.,* 22, 437–461, https://doi.org/10.5194/hess-22-437-2018.

Wawrzyniak V., Piégay H., Allemand P., Vaudor L., Grandjean P., 2013, "Prediction of water temperature heterogeneity of braided rivers using very high resolution thermal infrared (TIR) images", *International Journal of Remote Sensing*, Taylor & Francis, 2013, 34 (13), pp. 4812-4831. (10.1080/01431161.2013.782113), (hal-00829780).

LA VEGETAZIONE DEGLI ECOSISTEMI FLUVIALI

LA COMPONENTE VEGETALE È FONDAMENTALE PER LA TUTELA E IL MIGLIORAMENTO DEI TERRITORI FLUVIALI. GLI INTERVENTI DI PIANIFICAZIONE E DI PROGETTAZIONE DOVREBBERO AVERE L'OBIETTIVO DI MIGLIORARE LA FUNZIONALITÀ E LA NATURALITÀ DELLE FORMAZIONI, ANCHE PER MIGLIORARE I SERVIZI ECOSISTEMICI FORNITI ALLE COMUNITÀ.

I corsi d'acqua sono ecosistemi complessi che comprendono comparti abiotici e biotici. Si differenziano per caratteristiche abiotiche quali tipologia di origine, ordine, dimensione, litologia del bacino nonché per caratteristiche biotiche determinate a loro volta sia dai caratteri abiotici sia dalla localizzazione biogeografica, a sua volta dipendente anche dal clima.
Il corso d'acqua e il territorio prossimale che influenza costituiscono un unicum spazio-funzionale che, seppur in funzione dell'esplicarsi di diversi livelli di intensità dei fattori limitanti, è di fatto determinato e generato dalla presenza del corso d'acqua che agisce sulle componenti abiotiche e biotiche sia attraverso l'erosione, il dilavamento, la sommersione delle acque superficiali sia attraverso l'influenza della falda sub-superficiale. Tale unicum spazio-funzionale è il *corridoio fluviale*.
Proprio la delimitazione spaziale del corso d'acqua, rispetto al territorio circostante, si pone come una delle questioni fondamentali dall'ambito idrologico a quello ecologico nonché in campo normativo.
Gli ecosistemi fluviali sono sistemi in equilibrio dinamico. È il dinamismo fluviale che ne determina l'esistenza anche attraverso periodiche fasi più o meno distruttive nei confronti di porzioni del corridoio fluviale.
Sono ecosistemi che si evolvono non solo temporalmente, ma anche spazialmente:
- longitudinalmente, da monte a valle
- trasversalmente, dalle porzioni più prossimali alla linea di *talweg* (linea che unisce i punti più bassi del canale principale lungo l'intera lunghezza di un corso d'acqua) a quelle più distali
- verticalmente, dal subalveo ai diversi strati che costituiscono la vegetazione riparia.

Le possibili schematizzazioni idromorfologiche e vegetazionali del corridoio fluviale sono abbastanza vicine alla realtà se si considerano corsi d'acqua poco complessi quali quelli in cui l'azione antropica ha semplificato le forme e le formazioni vegetali fluviali o se si considerano piccoli corsi d'acqua montani caratterizzati, fisiologicamente, da una minore diversità morfo-funzionale.

Schema di distribuzione delle cenosi vegetali

È possibile definire uno schema semplificato della distribuzione trasversale delle cenosi basato sia su elementi morfologici sia sulle formazioni vegetali presenti.
Nel corridoio fluviale è possibile distinguere una porzione comprendente l'alveo di magra e le porzioni di greto occupate durante la morbida (barre basse) definibile come alveo attivo.
Nell'alveo attivo possono essere presenti solo formazioni vegetali a prevalenza di alghe, briofite e specie erbacee: ovvero le cenosi a macrofite acquatiche, le formazioni a erbacee pioniere di greto, le formazioni a elofite quali canneti, cariceti, giuncheti.
A partire dal limite esterno dell'alveo attivo, che dal punto di vista vegetazionale coincide con l'area in cui si insediano i saliceti arbustivi (barre alte) si arriva sino alla piana inondabile che è la porzione del corridoio fluviale meno frequentemente interessata dalla sommersione ma influenzata dalla falda sub-superficiale.
Si evidenzia una complessità crescente della diversità, complessità e interconnessione spaziale delle forme fluviali e delle formazioni vegetali passando dai tratti montani a quelli planiziali dei corsi d'acqua, da corsi d'acqua di piccole dimensioni a quelli di gradi dimensioni, da corsi banalizzati dall'impatto antropico a corsi d'acqua a elevata integrità idromorfologica e vegetazionale. Ne consegue che la massima complessità si raggiunge nel tratto planiziale dei grandi corsi d'acqua (*figura 1*), in assenza di alterazioni antropiche.

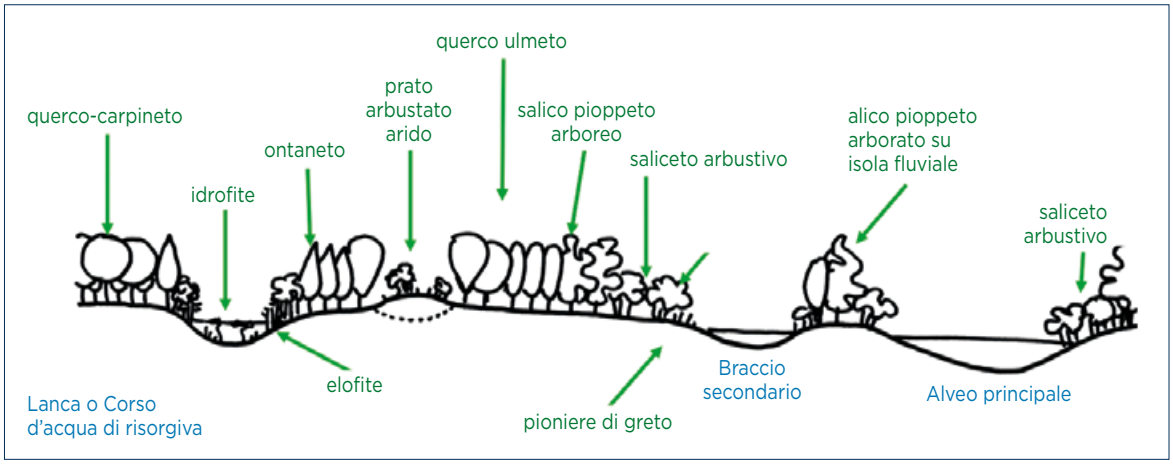


FIG. 1
COMPLESSITÀ DEI CORSI D'ACQUA

Schematizzazione di sezione trasversale in tratto planiziale.

Adattamento morfo-funzionale degli organismi e delle cenosi

Gli ambienti fluviali sono ambienti soggetti a disturbo naturale in cui sono selettivamente presenti specie adattate e favorite da tale disturbo.
Tutti gli organismi vegetali che costituiscono le comunità fluviali presentano adattamenti morfologici e funzionali che consentono loro di tollerare nonché utilizzare (in varia misura a seconda dei gruppi di organismi) la presenza di fattori ecologici fortemente limitanti, quali l'azione meccanica del corso d'acqua, nonché la periodica sommersione e l'anossia del substrato. Questi organismi vegetali vanno a costituire una serie di tipologie di fitocenosi differenti da quelle che si insediano nei territori circostanti e a diffusa distribuzione biogeografica.
Il dinamismo del corso d'acqua interviene periodicamente azzerando, o quantomeno "ringiovanendo", le diverse comunità vegetali presenti nelle varie porzioni del corridoio fluviale; ciò favorisce fortemente le specie a comportamento pioniero. Infatti, caratteristiche tipiche delle specie costituenti le cenosi fluviali sono: vasto areale di distribuzione, efficiente riproduzione vegetativa, periodo giovanile di durata breve con accrescimento rapido, elevata capacità di disseminazione e di generazione di banche permanenti del seme nel suolo.

Le formazioni azonali e il modello del mosaico dinamico

Le formazioni vegetali a determinismo fluviale sono definite *azonali* in contrapposizione a quelle del resto del territorio, a fondamentale determinismo climatico, denominate *zonali*.
Per descrivere correttamente l'unicum ecologico costituito dalle cenosi vegetali in un tratto fluviale viene utilizzato il modello ecologico del mosaico dinamico. Le diverse tipologie di formazioni vegetali presenti (tessere del mosaico) sono un numero relativamente limitato e si succedono nel tempo e nello spazio in funzione del divenire della dinamica fluviale.
Proprio la complessità e la diversità spaziale e strutturale del mosaico dinamico è garanzia di efficienza ecologico funzionale della componente vegetazione nonché dell'ecosistema fluviale che è mantenuto in *equilibrio dinamico quasi stabile* dal ciclico

rinnovamento operato dall'azione, anche distruttiva, del corso d'acqua.
Le comunità vegetali non sono solo oggetto del dinamismo fluviale, bensì interagiscono attivamente con esso: le cenosi riparie e palustri possono alterare le condizioni di flusso e quindi i processi sedimentari proteggendo le sponde, colonizzando i depositi, fornendo grandi detriti legnosi ecc. sino a modificare la morfologia fluviale.
È facile intuire che una suddivisione netta tra cenosi acquatiche e riparie è sostanzialmente artificiale: alcune formazioni sono esclusivamente acquatiche (quali cenosi algali oppure quelle a dominanza di angiosperme idrofite) e altre esclusivamente riparie (quali le formazioni forestali ascrivibili ai salico pioppeti e ai querco-ulmeti) ma altre, quali ad esempio tutte le formazioni a elofite (quali canneti, cariceti, scirpeti, giuncheti) si possono insediare in varie porzioni nel corridoio fluviale, purché in presenza di un seppur limitato o temporaneo battente d'acqua e di suoli idromorfi.
Fatte salve tutte le considerazioni compiute sinora, si individua come fascia riparia quella porzione del territorio fluviale solo periodicamente inondata dal corso d'acqua ma ancora dipendente dal dinamismo fluviale. Tuttavia le porzioni limitrofe ai corsi d'acqua sono, in gran parte del nostro continente, sistemi fortemente antropizzati spesso definibili come sistemi socio-ecologici co-costruiti determinati sia da processi naturali sia da processi umani.
Possono essere seguiti due approcci nella descrizione e definizione degli ambiti ripari:
- considerare zone riparie quelle comunque poste al limite esterno dell'alveo attivo di corsi d'acqua
- considerare zone riparie solo quelle caratterizzate dalla presenza di vegetazione riparia (cioè formazioni azonali) e definire, invece, gli ambiti posti al limite esterno dell'alveo attivo fasce perifluviali, dando a tale termine solo una connotazione topografica.

Entrambi gli approcci possono essere corretti, purché sia chiaramente esplicitato cosa si intende con i diversi termini.
È senz'altro importante ribadire che, in termini di funzioni ecosistemiche, le formazioni riparie (costituite dalle specie attese componenti le diverse formazioni azonali) sono quelle che più di tutte le altre possono garantire il mantenimento dei servizi ecosistemici forniti da tali ambienti.

La minaccia delle specie aliene invasive

Si è già detto che il dinamismo del corso d'acqua favorisce specie vegetali a comportamento pioniero. Molte caratteristiche tipiche delle specie degli ambienti fluviali (e che ne determinano la pionericità) caratterizzano anche le specie aliene invasive che spesso colonizzano le varie porzioni dei corsi d'acqua compromettendone la naturalità e la funzionalità.

Se alla vulnerabilità intrinseca degli ambienti fluviali, rispetto l'ingressione di specie aliene invasive, si aggiungono le pressioni determinate dall'alterazione antropica dei territori fluviali nonché quelle derivanti dai cambiamenti climatici in atto. È facile intuire come per gli ambiti fluviali la diffusione di specie aliene invasive deve essere attivamente contrastata e si configuri come una importante minaccia alla biodiversità e funzionalità di tali ambienti.

Funzioni e servizi ecosistemici

La vegetazione è una componente cruciale dei sistemi fluviali e svolge molteplici funzioni.
Il complesso delle funzioni assolte, tra l'altro, migliora il benessere umano fornendo molti *servizi ecosistemici*.
Per quanto riguarda i servizi di regolazione, basti ricordare che le cenosi vegetali sono nodali per il corretto svolgimento dei cicli biogeochimici dei sistemi fluviali, *in primis* presiedendo ai processi autodepurativi nei vari habitat acquatici; l'effetto tampone delle formazioni ripariali e palustri migliora inoltre la qualità dell'acqua nei bacini idrografici agricoli interessati da inquinamento non puntuale; è nota l'influenza della vegetazione sulla temperatura, sugli apporti di materia organica negli ecosistemi acquatici.
Alcune di queste funzioni, infine, sono state identificate come cruciali per contrastare gli effetti dei cambiamenti climatici.
Le formazioni vegetali presenti sono importanti anche per i servizi di approvvigionamento, sia fornendo direttamente materie prime quali il legname sia, ad esempio, costituendo habitat idonei per specie faunistiche di interesse alimentare.
Inoltre, la vegetazione dei corsi d'acqua contribuisce all'identità del paesaggio determinandolo in maniera significativa, e fornendo servizi ecosistemici ricreativo-culturali.
Costituendo un mosaico di cenosi, la vegetazione di corsi d'acqua contribuisce decisamente alla biodiversità dalla scala locale a quella regionale anche determinando un miglioramento della reticolarità ecologica del territorio, andando a costituire corridoi ecologici alle diverse scale territoriali e incrementando, complessivamente, i servizi ecosistemici di supporto. Si sottolinea come proprio il mantenimento e il miglioramento della biodiversità di tali sistemi territoriali sia garanzia di funzionalità e fornitura di servizi ecosistemici; questo obiettivo primario deve, quindi, essere perseguito alle diverse scale e nei diversi contesti territoriali.

Conclusioni

È evidente che la vegetazione, essendo una delle componenti fondamentali degli ecosistemi fluviali, è nodale per la loro conservazione e gestione. L'antropizzazione dei territori fluviali, lungi da consentire di ritenere le indicazioni di tutela e miglioramento non utili in ragione dell'elevato grado di alterazione dei territori fluviali dovrebbe, invece, condurre a porre massima attenzione e incentivare piani, progetti e interventi finalizzati al miglioramento della funzionalità ecologica complessiva della vegetazione presente lungo i corsi d'acqua. In particolare, i piani per la gestione della vegetazione devono operare in integrazione con altri strumenti di pianificazione e devono avere come obiettivo un incremento della funzionalità di questa componente che garantisce, con la sua presenza, fondamentali servizi ecosistemici.
È importante l'integrazione di tali strumenti con gli studi per la definizione di programmi per la gestione dei sedimenti. La redazione di questi ultimi conduce all'individuazione delle dinamiche fluviali in atto consentendo di evidenziare le porzioni di corso d'acqua in cui è opportuno operare per favorire un transito veloce dell'acqua. Queste si configurano come quelle in cui intervenire per limitare lo sviluppo delle tipologie di vegetazione che potrebbero ostacolare un veloce deflusso delle piene. A eccezione di tali ambiti, l'incremento della naturalità e funzionalità della vegetazione riparia è non solo un obiettivo ecologico complessivo per il mantenimento e potenziamento dei servizi ecosistemici associati, ma anche un concreto obiettivo a cui tendere per un'efficiente difesa idraulica. A tale proposito, unitamente alla concreta attuazione di piani e progetti per la gestione della vegetazione, è importante porre in essere una gestione integrata dei territori fluviali che abbia tra le priorità di intervento quella di rendere nuovamente disponibili per i corsi d'acqua ambiti territoriali attualmente occupati da attività antropiche (in particolare attività agricole) che nel corso degli anni hanno progressivamente sottratto spazi all'ambito naturale del corridoio fluviale e, in particolare, della piana inondabile.

Maria Rita Minciardi

Enea, Laboratorio biodiversità e servizi ecosistemici
mariarita.minciardi@enea.it

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Corenblit D., Tabacchi E., Steiger J., Gurnell A.M., 2007, "Reciprocal interactions and adjustments between fluvial landforms and vegetation dynamics in river corridors: A review of complementary approaches", *Earth-Science Reviews,* 84, 56–86.

De la Fuente B., Mateo-Sánchez M.C., Rodríguez G., Gastón A., Pérez de Ayala R., Colomina-Pérez D., Melero M., Saura S., 2018, "Natura 2000 sites, public forests and riparian corridors: The connectivity backbone of forest green infrastructure", *Land Use Policy,* 75, 429–441, https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.04.002.

Fischer R.A., Martin C.O., Ratti J.T., Guidice J., 2001, "Riparian terminology: confusion and clarification", Emrrp Technical Notes Collection (Erdc Tn-Emrrp-Sr-25).

Gurnell, A., 2014, "Plants as river system engineers", *Earth Surface Processes and Landforms,* 39, 4–25, https://doi.org/10.1002/esp.3397.

Gurnell A.M., Gregory K.J., 1995, "Interactions between semi-natural vegetation and hydrogeomorphological processes", *Geomorphology,* 13, 49–69, https://doi.org/10.1016/0169-555X(95)00030-9.

Naiman R.J., Decamps H., McClain M.E., 2005, *Riparia: ecology, conservation, and management of streamside communities*, Aquatic ecology series, Elsevier, Academic Press, Amsterdam.

Pedrotti F., Gafta D., 1996, *Ecologia delle foreste ripariali e paludose dell'Italia,* Università degli studi di Camerino, 165 pp.

Rosenberg D.K., Noon B.R., Meslow E.C., 1997, "Biological corridors: form, function, and efficacy", *BioScience,* 47, 677–687, https://doi.org/10.2307/1313208.

Schnitzler-Lenoble A., 2007, *Forêts alluviales d'Europe: ecologie, biogéographie, valeur intrinseque*, Lavoisier-Tec & Doc, Paris.

Siligardi M., Avolio F., Baldaccini N.G,, Bernabei S., Bucci M.S., Cappelletti C., Chierici M., Ciutti F., Floris B., Franceschini A., Mancini L., Minciardi M.R., Monauni C., Negri P., Pineschi G., Pozzi S., Rossi G.L., Sansoni G., Spaggiari R., Tamburro C., Zanetti M., 2007, *Iff 2007. Indice di funzionalità fluviale*, Manuali Apat, 325 pp.

IL POTERE TAMPONE DELLE FASCE PERIFLUVIALI

È AUMENTATA LA CONSAPEVOLEZZA SULLE NUMEROSE FUNZIONI ECOLOGICHE DEI CORSI D'ACQUA PER LA TUTELA DELL'AMBIENTE E DEL TERRITORIO. L'AZIONE TAMPONE DELLE FASCE RIPARIE PUÒ ESSERE MOLTO EFFICACE NELL'ABBATTIMENTO DI NUTRIENTI. VA FAVORITA LA RINATURALIZZAZIONE, CON UNA CORRETTA VALUTAZIONE DELLA FUNZIONALITÀ FLUVIALE.

Per secoli l'uomo ha cercato di domare i fiumi modificandone il percorso, raddrizzando le anse, artificializzando gli argini, eliminando ogni forma di struttura vegetale naturale delle sponde in nome della sicurezza.
Si è assistito a una sorta di delirio negli interventi all'insegna del minimalismo razionale dove tutto ciò che è considerato (erroneamente) superfluo è inutile, con la sicurezza che tale convinzione sia l'unico totem degli interventi sui fiumi, come la visione di Costantino a ponte Milvio: *in hoc signo vinces*.
Per fortuna tale mentalità comincia a incrinarsi e sempre più spesso si richiedono interventi rispettosi della funzionalità dei fiumi e una più attenta e consapevole gestione delle fasce riparie.
Tutti i fiumi costituiscono un sistema che si distingue dal territorio circostante ed è caratterizzato da numerose funzioni ecologiche, tra cui: ritenzione e degradazione della sostanza organica, potere di ciclizzazione dei nutrienti, capacità di scambio con piana alluvionale, azione tampone (*buffer strip*) da parte delle zone riparie e funzione di corridoio ecologico.
L'indice di funzionalità fluviale o Iff è stato pensato e costruito proprio per lo scopo di stimare e valutare la funzionalità ecosistemica dei corsi d'acqua di ogni tipologia. L'Iff è stato applicato a parecchie realtà italiane anche nell'ambito di progetti europei, per la caratteristica di essere un indice valutativo robusto e affidabile, ma soprattutto di facile interpretazione anche da coloro che non sono del mestiere.

I dati della applicazione dell'Iff possono essere utilizzati nella gestione delle zone riparie soprattutto nella definizione delle fasce di importanza riparie ed ecologica sia come:
- tamponi naturali: zona riparia intatta e ben strutturata e ampia
- tampone potenziato: zona povera di vegetazione riparia ma con capacità di aumento della densità e qualità della vegetazione
- tampone paesaggistico: fascia suscettibile di interventi di riqualificazione ambientale con introduzione di specie vegetali autoctone e in grado di esercitare l'azione *buffer*, nonché soddisfare la stabilità delle sponde, l'azione filtro del deflusso e, non ultima, l'estetica.

L'azione tampone può essere molto efficace e può garantire un forte abbattimento di nutrienti (azoto, fosforo). Lavori olandesi, tedeschi e danesi indicano da 250 kg/ha/anno fino a 700 kg/ha/anno (Olde Vetterink et al., 2003; Olde Vetterink et al., 2006; Hefting et al., 2006;. Hoffmann et al., 2007; Dhondt et al., 2006; Radach & Pätsch, 2007).

Partendo quindi dai dati Iff, su grandi fiumi italiani si sono stimate le capacità della fascia ripariale di tamponare azoto e fosforo. I risultati ottenuti mediante l'applicazione di un ormai collaudato protocollo che prevede di campire le aree di protezione fluviale, sono notevoli a scala di bacino.
L'applicazione della metodica proposta per il Trentino (Siligardi et al., 2004) adattata per i grandi fiumi di pianura, ci ha permesso di suddividere le fasce

TAB. 1
AREE DI PROTEZIONE FIUME SILE

Estensione in ettari delle aree di protezione a valenza elevata e mediocre.

Aree di protezione	Ettari
Ap elevate	323,76
Ap mediocri	130,81
TOTALE	**454,57**

TAB. 2
STIMA NUTRIENTI DEL FIUME SILE

Estensione in ettari delle aree di protezione di valenza elevata, elevata non ottimale e mediocre con relative stime di capacità tamponante espressa in tonnellate all'anno.

Aree di protezione	Ettari	N (ton/anno)	P (ton/anno)
Ap elevata	195,73	74,38	2,94
Ap elevata non ottimale	128,03	48,65	1,92
Ap mediocre	130,81	49,71	1,96
TOTALE	**454,57**	**172,74**	**6,82**

TAB. 3
AREE DI PROTEZIONE BACINO LIVENZA

Ambiti di protezione fluviale Livenza, Monticano e Lia. I valori sono espressi come estensione in ettari (ha).

Aree	Livenza	Monticano	Lia
Elevate	10,19	0	5,65
Mediocre	496,705	106,301	63,347
TOTALE	**506,895**	**106,301**	**68,997**

TAB. 4
STIMA NUTRIENTI BACINO LIVENZA

Stima dei quantitativi di nutrienti tamponabili come somma dell'efficienza delle Apf di valenza "elevata" e di valenza "mediocre" (t/anno).

Nutriente	Livenza	Monticano	Lia
Azoto	192,620	40,394	26,219
Fosforo	7,603	1,595	1,035
TOTALE	**200,223**	**41,989**	**27,254**

perifluviali in aree di protezione fluviale (Apv) distinte in tre classi in base alla loro funzionalità (elevata, mediocre e bassa). Questo ci consente anche lo sviluppo di scenari che porterebbero a un notevole aumento del potere tampone delle fasce perifluviali nel caso in cui fossero riportate a un livello soddisfacente di funzionalità.
Nelle *tabelle 1, 2, 3 e 4* si riportano i risultati ottenuti dall'elaborazione dei dati scaturiti da due importanti progetti europei, Life SilIffe e Interreg Italia-Slovenia Grevislin, che hanno visto protagonisti la più grande risorgiva d'Europa, il fiume Sile e il fiume Livenza e i suoi maggiori tributari.
In buona sostanza si stima che il sistema ripario integro e funzionalmente elevato del fiume Sile sia in grado di bloccare attraverso processi ossidoriduttivi di nitrificazione e denitrificazione circa 74,4 t/anno di azoto e 2,9 t/anno di fosforo. Se poi si suppone di portare in un prossimo futuro, tramite interventi di riqualificazione ecologica delle zone riparie, le Ap elevate ma non ottimali e le Ap mediocri ad Ap elevate, allora l'efficienza tampone passerebbe da 74,4 a 172,7 t/anno di azoto e da 2,9 a 6,8 t/anno di fosforo.
Pertanto sui tre fiumi indagati, pur non essendo presenti o di modeste entità, degli Apf elevati, la capacità tampone totale per i due nutrienti assume valori di tutto rispetto.

Le informazioni ricavate con l'applicazione di tali metodologie forniscono delle solide indicazioni per la riqualificazione futura permettendoci di individuare gli ambiti e i gradi di fattibilità e favorendo con successiva elaborazione anche il calcolo delle priorità di intervento.
Tale metodologia si configura come un importante strumento di applicazione soprattutto in un contesto di pianificazione vincolistica, trovando la giusta collocazione nell'ambito di piani urbanistici e piani ambientali a qualunque livello amministrativo.

Maurizio Siligardi[1], Marco Zanetti[2]

1. Centro italiano studi di biologia (Cisba)
2. Bioprogramm sc

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Hefting M., Beltman B., Karssenberger D., Rebel K., Van Riessen M., Spijker M., 2006, "Water quality dinamics and hydroloy in nitrate loaded riparian zone in the Netherlands", *Env. Poll*., 139:143-156.

Hoffmann C.C., Baastrup-Pedersen, 2007, "Re-establishing freshwater wetlands in Denmark", *Ecol. Engin*., 30:157-166.

Olde Vetterink H., Wiegman F., Van der Lee G.E.M., Vermaat J.E., 2003, "Role of active floodplain for nutrient retention in river Rhine", *J. Env. Qual.,* 32:1430-1435.

Olde Vetterink H., Vermaat J.E., Pronk M., Wiegman F., Van der Lee G.E.M., Van den Horn M.W., Higler L.W.G., Verhoeven J.T.H., 2006, "Importance of sedimentation denitrification for plant productivity and nutrient retention in various floodplain wetlands", *Appl. Veg. Sci*., 9:163-174.

Dhondt K., Boeckx P., Veroest N.E.C., Hofman G., van Cleemput O., 2006, "Assessment of temporal and spatial variation of nitrate removal in riparian zones", *Env. Monit. Assess*., 116:17-215.

Radach G., Pätsch J., 2007, "Variability in continental riverine freshwater and nutrient inputs in to North Sea for the years 1977-2000 and its consequences for the assessment of eutrofication", *Estuar. Coasts.,* 30:60-81.

Siligardi M., Casotti V., Dallafior V., Defrancesco C., Di Leonardo D.P., Monauni C., Negri P., Paoli F., Patti G., Pontalti A., Rubin A., 2014, *Proposta metodologica per la definizione degli ambiti fluviali di interesse ecologico sui corsi d'acqua ricadenti sul territorio della Provincia autonoma di Trento*. Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente, Settore informazione e monitoraggi, 30 pp.

SOLUZIONI BASATE SULLA NATURA, UNA NUOVA SFIDA

L'UNIONE EUROPEA PROMUOVE LE INFRASTRUTTURE VERDI PROGETTATE PER MASSIMIZZARE PROCESSI E FUNZIONI CHE AVVENGONO NATURALMENTE NEGLI ECOSISTEMI, VALORIZZANDO I SERVIZI ECOSISTEMICI DEI BACINI IDROGRAFICI. LA GESTIONE DELLE ACQUE DEVE PUNTARE A RIDURRE I PRELIEVI A USO CIVILE E MINIMIZZARE LE ALTERAZIONI DEL REGIME NATURALE.

La direttiva quadro sulle Acque (2000/60/CE, Dqa) ha cambiato radicalmente le politiche dei paesi europei in materia di acque, che per tutto il Novecento sono state volte prevalentemente a facilitarne l'uso per le attività umane e a tutelare la salute pubblica dai rischi legati all'inquinamento. L'approccio proposto dalla direttiva, infatti, pone al centro dell'attenzione il "corpo idrico" (inteso come l'ecosistema costituito da un tratto di fiume o una porzione di lago, mare o acque di transizione) e si propone di raggiungere il "buono stato" ambientale attraverso l'attuazione di misure volte a ridurre l'impatto delle attività antropiche (carichi inquinanti, alterazioni del regime naturale delle portate, modifiche morfologiche o ecologiche di alvei e zone riparie).
Anche la direttiva Alluvioni (2007/60/CE), che impegna gli Stati membri ad adottare misure per ridurne il rischio, pone particolare attenzione a garantire sia l'integrazione tra riduzione del rischio sia il raggiungimento del "buono stato" degli ecosistemi, laddove (art. 7, punto 2) stabilisce che i Piani di gestione del rischio alluvione tengano conto degli obiettivi della Dqa.
Infine, la Strategia Ue 2030 per la biodiversità[1] che definisce ambiziosi obiettivi di recupero degli ecosistemi in Europa nel prossimo decennio, chiede agli Stati membri di ripristinare la continuità e un deflusso naturale in almeno 25mila km di fiumi entro il 2030, rimuovendo barriere, restituendo spazio ai corsi d'acqua e recuperando aree umide e pianure alluvionali.

È dunque evidente che la politica europea di gestione delle acque e dei bacini idrografici del terzo millennio si muove su una lunghezza d'onda radicalmente diversa da quella che ha caratterizzato il settore idrico nel Novecento. In estrema sintesi, è necessario passare da una politica basata prevalentemente su "opere idrauliche grigie" (dighe, derivazioni, acquedotti, difese, argini, briglie, fognature e depuratori) a una "cassetta degli attrezzi" più ampia, orientata ad affrontare 3 sfide principali:
- la riqualificazione dei corsi d'acqua con finalità sia ecologiche sia di riduzione del rischio idraulico, mediante grandi *interventi integrati*[2] di recupero delle piane alluvionali che restituiscano loro le funzioni ecologiche perse in seguito alle trasformazioni avvenute nell'ultimo secolo
- il miglioramento della risposta idrologica e della capacità autodepurativa del territorio e del reticolo idrografico minore, favorendo sia nei contesti urbani sia in quelli rurali, soluzioni che rallentino i deflussi superficiali, favoriscano l'infiltrazione e le funzioni depurative naturali sia fisico/chimiche (sedimentazione, adsorbimento) sia biologiche (ossidazione, nitrificazione, denitrificazione ecc.)
- una politica di *gestione della domanda idrica* orientata a ridurre i prelievi a uso civile, agricolo e industriale e a minimizzare le alterazioni del regime naturale delle portate dei fiumi e dei deflussi sotterranei.

FOTO: WWW.IRIDRA.COM

1

Il tema della prima sfida, la riqualificazione dei corsi d'acqua "significativi", è oggetto di questo numero della rivista *Ecoscienza*, cui sono dedicati diversi contributi e non viene trattato in questo articolo, che invece focalizza l'attenzione sulla seconda e terza sfida e sul ruolo che le soluzioni basate sulla natura (*Nature based solutions*, Nbs[3]) possono svolgere per affrontarle.

Le Nbs a scala di bacino per recuperare i servizi ecosistemici

La risposta idrologica dei bacini idrografici è stata modificata progressivamente a causa della impermeabilizzazione del suolo (urbanizzazione) e dell'*industrializzazione* delle pratiche agricole, che ha causato la perdita di elementi di naturalità (fasce boscate, filari, piccoli corsi d'acqua e zone umide) del paesaggio agrario. L'insieme di queste trasformazioni ha comportato da un lato l'aumento delle portate e delle velocità dei deflussi superficiali (e conseguentemente del rischio idromorfologico) dall'altro la riduzione dell'infiltrazione nel suolo e della capacità autodepurativa naturale del reticolo

minore (impattando negativamente sullo stato quantitativo e qualitativo delle acque).
La necessità di invertire la rotta e recuperare i servizi di regolazione della portata e miglioramento della qualità, offerti dagli ecosistemi naturali è risultata evidente in Europa già dalle prime valutazioni dell'attuazione della Dqa, che hanno portato l'Ue alla pubblicazione nel 2014 di un *policy document* sulle misure naturali di ritenzione idrica[4], indicate come irrinunciabili per il raggiungimento degli obiettivi previsti dalla direttiva.
Per avere corpi idrici in buono stato, quindi, non è sufficiente intervenire solo sui corpi idrici stessi, è necessario anche recuperare servizi ecosistemici su tutto il bacino idrografico. Non essendo immaginabile una "riconversione alla natura" di vaste aree urbane o agricole, si è cercato di capire se fosse possibile restaurare ecosistemi su piccole porzioni (tra il 2 e il 5%) di territorio per recuperare il più possibile i servizi ecosistemici perduti. È in questo contesto che nasce il concetto di "soluzioni basate sulla natura" e si avvia un'ampia attività di ricerca e di realizzazione sperimentale di interventi pilota, i cui risultati sono oggi raccolti nel portale https://networknature.eu.
In estrema sintesi le Nbs, definite ufficialmente in Europa come *"soluzioni ispirate e supportate dalla natura"*[5], sono infrastrutture verdi progettate per massimizzare processi e funzioni che avvengono naturalmente negli ecosistemi. Tra queste ve ne sono molte che possono contribuire ad affrontare le sfide indicate sopra ai punti 2 e 3.
Per quanto riguarda il miglioramento della risposta idrologica e della capacità di autodepurazione sono oggi disponibili e ampiamente sperimentate diverse Nbs applicabili ai contesti urbani: tetti e pareti verdi, aree di bio-ritenzione, trincee drenanti, zone umide di fitodepurazione del *runoff* urbano e delle acque di sfioro delle reti miste e altre soluzioni raccolte nella grande famiglia dei "sistemi di drenaggio urbano sostenibile"[6].
Le soluzioni basate sulla natura applicabili nei contesti rurali riguardano innanzitutto la riqualificazione del reticolo idrografico minore (in particolare quello di bonifica), aspetto su cui diverse Regioni del bacino del Po già lavorano da anni[7], e includono diverse tipologie di fasce tampone e di soluzioni per facilitare l'infiltrazione (i cosiddetti sistemi Mar, *Managed acquifer recharge*).
Particolarmente importante nelle zone rurali è la funzione di riduzione dell'inquinamento diffuso di origine zootecnica e agricola svolta dalle Nbs: sono infatti l'unica soluzione possibile (oltre alla riduzione delle fonti inquinanti) non essendo immaginabile una soluzione basata su "tecnologie grigie".
Ma le Nbs possono facilitare anche il riuso delle acque, contribuendo quindi ad affrontare la sfida della riduzione dei consumi, in particolare nei contesti urbani. Sfruttando la capacità degli ecosistemi di depurare le acque, sarà possibile attrezzare le città del terzo millennio con diffusi sistemi di trattamento delle acque di scarico (in particolare le cosiddette acque grigie provenienti da docce e lavabi, più facilmente trattabili e a minor rischio sanitario se separate dalle acque nere provenienti dai wc), realizzabili a scala di singolo edificio o di quartiere. Questo permetterebbe di soddisfare gli usi meno nobili – come il risciacquo dei wc, l'irrigazione o il lavaggio strade – con acque non potabili, riducendo drasticamente i consumi idrici urbani.

Le Nbs si stanno dimostrando soluzioni efficaci e praticabili per un parziale ma significativo recupero dei servizi ecosistemici nelle aree urbane e rurali. Quello che ancora manca sono politiche efficaci per la loro diffusione su larga scala: la pianificazione di bacino e regionale (Piani di tutela delle acque) ha fatto qualche passo avanti, ma manca ancora una strategia chiara e forte (fatta di regole e schemi di finanziamento) per passare dagli interventi "pilota e dimostrativi" al cosiddetto *mainstream*.

FOTO: WWW.IRIDRA.COM

2

Giulio Conte

Centro italiano per la riqualificazione fluviale, Cirf

NOTE

[1] https://ec.europa.eu/environment/strategy/biodiversity-strategy-2030_en

[2] La legge n. 164/2014 (conversione con modifiche del decreto cd "Sblocca Italia") definisce "interventi integrati" quelle misure in grado di raggiungere in modo integrato gli obiettivi fissati dal Piano di gestione delle acque e quelli fissati dal Piano di gestione delle alluvioni.

[3] https://networknature.eu/networknature/nature-based-solutions

[4] Eu Policy document on natural water retention measures. Technical Report - 2014 – 082. ISBN 978-92-79-44497-5 doi:10.2779/227173

[5] https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/research-area/environment/nature-based-solutions_en#:~:text=The%20Commission%20defines%20nature%2Dbased,benefits%20and%20help%20build%20resilience

[6] Suds, Sustainable urban drainage systems, www.susdrain.org

[7] Si vedano ad esempio le "*Linee guida per la riqualificazione ambientale dei canali di bonifica in Emilia-Romagna*", pubblicate nel 2012.

1 La zona umida realizzata a Gorla Maggiore (VA) per laminare le acque di sfioro dopo il trattamento attraverso un sistema di fitodepurazione a flusso sommerso.

2 Rendering area per il drenaggio di una piazza pedonale nel quartiere Lazzaretto a Bologna.

FIUME PO, L'ECOSISTEMA GUARDA AL FUTURO

IL PNRR PREVEDE IL FINANZIAMENTO DI UN AMPIO INTERVENTO DI RINATURAZIONE DEL FIUME PO CHE INTERESSERÀ PIEMONTE, LOMBARDIA, EMILIA-ROMAGNA E VENETO. SICUREZZA IDRAULICA, TUTELA DELLA BIODIVERSITÀ E VALORIZZAZIONE TERRITORIALE SI INCONTRANO IN UN PROGETTO CON UNA VISIONE A LUNGO TERMINE. IL CALENDARIO DEGLI INTERVENTI.

Attraversa quattro regioni, Piemonte, Lombardia, Emilia-Romagna e Veneto, e costituisce quindi la principale infrastruttura idraulica italiana. È una risorsa idrica di primaria importanza, in particolare per l'approvvigionamento destinato all'irrigazione e, con le sue acque, è una fonte rilevante di energia rinnovabile. Basta questo per descrivere la centralità del Po nel sistema-Paese e in particolare nell'intero nord Italia, sia dal punto di vista ambientale sia economico e sociale. Ciò a maggior ragione per l'Emilia-Romagna, che il *Grande fiume* caratterizza al punto da segnarne l'intero confine settentrionale.
Questa centralità è destinata ad accrescersi ancora di più nei prossimi mesi e nei prossimi anni. Il Po è infatti al centro di una grande sfida, un'enorme opportunità di riqualificazione che non possiamo lasciarci sfuggire: si tratta del progetto per la tutela della biodiversità e ripristino ambientale più significativo dell'intero Pnrr.

Il *Piano nazionale di ripresa e resilienza* mette infatti a disposizione 357 milioni di euro per un ampio intervento di rinaturazione, ispirato a una visione di lungo termine sul fiume. Un vero e proprio progetto *win-win* che unisce una pluralità di obiettivi: sicurezza idraulica, tutela della biodiversità, valorizzazione della bellezza paesaggistica, promozione del turismo e della mobilità sostenibile. Promosso da Wwf Italia e Anepla, col patrocinio dell'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po (Adb Po) e dell'Agenzia interregionale per il fiume Po (Aipo), punta a valorizzare ulteriormente potenzialità e peculiarità del fiume e di tutto il suo ecosistema. È stato inserito dal Ministero della Transizione ecologica (Mite) nella Missione 2 Componente 4 e nella Linea di intervento 3 "Salvaguardare la qualità dell'aria e la biodiversità del territorio attraverso la tutela di aree verdi, suolo e aree marine" del Pnrr.

FOTO: LUCA GALLI - FLICKR – CC BY 2.0

I contenuti e il calendario del progetto di rinaturazione

L'intero progetto riguarda quasi 32.500 ettari con 37 aree da rinaturare prioritariamente lungo il tratto medio padano, a cui se ne aggiungono 7 sul Delta del Po. Si tratta di territori che interessano 2 riserve biosfera Mab Unesco: "Po Grande" e "Delta Po". Gli interventi sono attualmente in fase di revisione e integrazione, anche in relazione all'aggiornamento del programma sedimenti e ad altri approfondimenti. L'implementazione di dettaglio del progetto avverrà infatti attraverso la redazione di un *Programma d'azione* che conterrà, tra l'altro, l'ubicazione e le caratteristiche definitive degli interventi da effettuare lungo l'asta del fiume.
Sarà pronto entro marzo 2022: per la sua stesura, a oggi è in corso un approfondito confronto che vede impegnati Ministero dell'Ambiente, Regioni rivierasche (Piemonte, Lombardia, Emilia-Romagna e Veneto), Autorità distrettuale di bacino del fiume Po e Aipo, in raccordo con i promotori del progetto.

Tra le attività previste, rientrano: riqualificazione, riattivazione e riapertura di lanche e rami del corso d'acqua abbandonati, riforestazione diffusa, riduzione dell'artificialità dell'alveo, abbassamento e adeguamento di alcuni "pennelli" fluviali, controllo di specie vegetazionali alloctone invasive. Si tratta di interventi volti a riequilibrare i processi morfologici, attuati anche con l'abbassamento dei pennelli per la navigazione e la riapertura di rami laterali; contribuire a migliorare le condizioni di sicurezza idraulica; ripristinare e migliorare l'ambiente fluviale; consolidare il corridoio ecologico e ripristinare gli ambienti tipici (greti, isole, sabbioni, boschi ripariali, langhe, bugni), a integrazione delle aree di Rete Natura 2000.

Una volta ultimato il programma d'azione, partirà la fase di progettazione dei lavori che si concluderà entro la fine del 2023. Si procederà quindi all'appalto dei cantieri, che dovranno tutti concludersi entro luglio 2026.

Abbiamo di fronte quindi un calendario preciso che intendiamo rispettare. Aipo, individuata come soggetto attuatore del progetto, ha di fronte un lavoro importante che sono certa saprà compiere con il massimo della professionalità e dando vita a tutte le collaborazioni necessarie per una *governance* efficace. La gestione del progetto avverrà attraverso un duplice livello di governo. Il primo è quello della cabina di regia, istituita e coordinata dal Mite e a cui prendono parte tutti i sottoscrittori, con compiti di controllo e verifica delle attività.
Il secondo livello, quello più operativo, è coordinato da Adb Po che, nell'ambito di un protocollo d'intesa con Aipo, le quattro regioni, Wwf Italia e Anepla ha istituito un tavolo di lavoro (costituito da tutti i soggetti firmatari del protocollo) e un comitato scientifico (composto da esperti nelle tematiche di rinaturazione e riqualificazione fluviale) per coordinare la redazione del programma d'azione. Questo conterrà, tra l'altro, l'ubicazione e le caratteristiche degli interventi da effettuare lungo l'asta del Po ed è attualmente oggetto di confronto.

Il miglioramento della navigabilità e la ciclovia Vento

Il progetto di rinaturazione si inserisce in pieno in una strategia più ampia che ha proprio il Po come protagonista. Altro pilastro è infatti rappresentato dalla navigabilità del *Grande fiume*, per la quale il Ministero delle Infrastrutture ha stanziato 150 milioni di euro destinati a migliorare il trasporto via acqua delle merci e delle persone lungo l'intero sistema idroviario padano-veneto. Anche in questo caso le Regioni Emilia-Romagna, Veneto, Lombardia e Piemonte hanno fatto squadra e hanno realizzato un programma condiviso per gestirli al meglio, migliorando i flussi commerciali, turistici e quindi la mobilità sostenibile via acqua.

Non solo. In questa visione di ampio respiro, si inserisce appieno la ciclovia turistica Vento, il più grande progetto di mobilità dolce del nord Italia dal valore di 182 milioni di euro, di cui 25 per il tratto dell'Emilia-Romagna. Con 700 km di percorsi, Vento collega anche Piemonte, Lombardia, Emilia-Romagna e Veneto. Un'opera che coniuga temi strategici, dalla sostenibilità ambientale alla mobilità sostenibile, dalla valorizzazione del patrimonio ambientale e paesaggistico al turismo esperienziale. Il percorso costeggia infatti diversi tratti del Po: chi lo percorrerà avrà l'opportunità di visitare borghi e aree protette unici, godere di un'ampia varietà di paesaggi e conoscere più da vicino la ricchezza dell'ambiente fluviale, con ricadute positive sull'economia regionale e buone opportunità occupazionali.

Attorno al Po, quindi, si stanno sviluppando nuovi progetti e azioni inedite. Sono prospettive di grande interesse che si integrano perfettamente con i compiti storici e tuttora fondamentali assegnati ad Aipo, relativi alla progettazione e manutenzione delle opere per la sicurezza idraulica e a quelle per la navigazione fluviale. Si tratta quindi di coniugare in modo innovativo la *mission* dell'Agenzia nell'ottica della transizione ecologica, con un rapporto di collaborazione sempre più stretto con le Regioni di riferimento, l'Autorità di bacino, gli enti locali e le forze vive del territorio. È una partita da giocare e da vincere. Da qui dipende una parte importante della modernizzazione del nostro Paese e della transizione ecologica che tutti auspichiamo.

Irene Priolo

Assessora regionale all'Ambiente, difesa del suolo e della costa, protezione civile, Regione Emilia-Romagna

Presidente Agenzia interregionale per il fiume Po (Aipo)

FOTO: WWW.CICLOVIAVENTO.IT

IL MONITORAGGIO A SUPPORTO DELLE STRATEGIE "ONE HEALTH"

LA RESISTENZA ANTIMICROBICA RAPPRESENTA UNA DELLE PRINCIPALI PROBLEMATICHE SANITARIE E DI SALUTE PUBBLICA. È ESSENZIALE POTENZIARE LE RETI DI MONITORAGGIO PER INDIVIDUARE LE AZIONI DI CONTENIMENTO E PREVENZIONE DELLO SMALTIMENTO DI SOSTANZE ANTIBIOTICHE NELL'AMBIENTE. LA RETE SNPA PUÒ SVOLGERE UN RUOLO FONDAMENTALE.

Le strategie di *One health* nella loro evoluzione *Planetary health* richiedono di sviluppare sistemi integrati di monitoraggio e un approccio multidisciplinare alla conoscenza, a supporto delle misure di tutela degli ecosistemi naturali e della salute umana e degli animali.
Il Piano nazionale per gli investimenti complementari, che integra gli interventi del Piano nazionale di ripresa e resilienza (Pnrr), prevede l'istituzione di un nuovo modello di assistenza sanitaria territoriale, attraverso la definizione di un nuovo assetto istituzionale per la prevenzione in ambito sanitario, ambientale e climatico, in linea con un approccio integrato *One health* e con una visione olistica *Planetary health*.
La riforma è finalizzata a rafforzare la capacità, l'efficacia, la resilienza e l'equità del Paese di fronte agli impatti sulla salute, attuali e futuri, associati ai rischi ambientali e climatici.
La definizione e l'implementazione di criteri, metodi e sistemi di monitoraggio ambientale, del biomonitoraggio, della valutazione dello stato degli ecosistemi e della biodiversità in relazione al rischio per la salute umana e alla sorveglianza sanitaria integrata saranno, senza dubbio, tra gli obiettivi primari del programma. Diventa, dunque, fondamentale partire con un approccio operativo, individuando settori prioritari, come ad esempio le strategie per il contrasto alla resistenza antimicrobica (Amr), su cui potrebbero essere sin da subito attivate linee congiunte di azione, anche in considerazione dell'imminente approvazione del nuovo *Piano nazionale per il contrasto alla resistenza antimicrobica 2022-2025*.

Il problema della resistenza antimicrobica in Europa

L'Amr, ovvero la capacità dei microrganismi di resistere alle sostanze antimicrobiche, rappresenta, infatti, una delle principali problematiche sanitarie e di salute pubblica, una minaccia per la salute e lo sviluppo globale.
L'ultimo rapporto europeo sull'Amr (Ecdc, 2020) continua a fornire dati estremamente preoccupanti: in Europa, oltre 33 mila decessi l'anno sono associati a infezioni antimicrobico resistenti e, tra questi, oltre 10 mila decessi continuano a verificarsi in Italia (*figura 1*). Si tratta di un problema di rilevanza mondiale, con gravi risvolti sanitari ed economici, come d'altra parte sottolineato nel piano d'azione della Ue *One health* sulla resistenza antimicrobica.

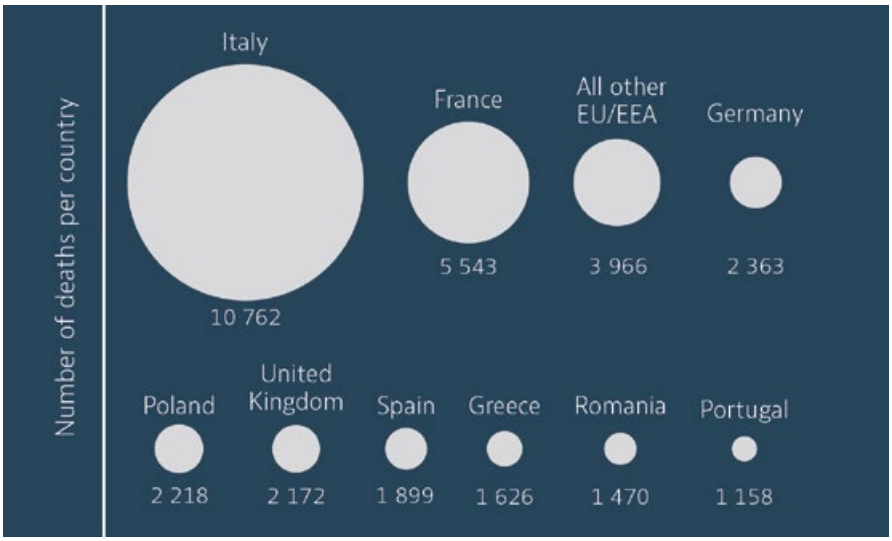


FIG. 1 CARICO SANITARIO DELLE INFEZIONI
Carico sanitario delle infezioni (in numero di morti) dovuto alla resistenza antimicrobica in Europa per Paese nel 2015.

Fonte: Oecd, 2019.

L'utilizzo massivo di antibiotici non causa solo lo sviluppo e la persistenza in ambiente di batteri resistenti e di geni di resistenza, ma anche il rilascio di notevoli quantitativi dei diversi antibiotici. Le sostanze primarie introdotte nell'organismo umano e i loro eventuali metaboliti vengono escrete per via urinaria e fecale, raggiungendo le acque reflue urbane e gli impianti di depurazione delle acque, da dove, generalmente, non sono totalmente rimossi. Antibiotici e loro metaboliti vengono quindi immessi nei corsi d'acqua, nei laghi o nel mare tramite le acque trattate oppure nei suoli, tramite l'utilizzo dei fanghi di depurazione in agricoltura.
Sebbene la letteratura scientifica offra indizi suggestivi sul possibile effetto dei farmaci dispersi nell'ambiente sulla salute umana e dell'ecosistema, sfuggono ancora oggi il nesso causale e i meccanismi che lo sottendono. L'impatto antropico nel diffondere l'Amr nell'ambiente è ancora oggetto di studio e ricerca.
È molto complesso, infatti, stabilire quali siano gli effetti sulla salute umana e sull'ambiente dell'esposizione, continua e cumulativa nel tempo, a microrganismi resistenti e residui di antimicrobici, attraverso la matrice ambientale.
Alcune evidenze indicano un ruolo importante dell'ambiente nella disseminazione di geni dell'antibiotico resistenza, in particolare il rischio può essere elevato in alcuni *hotspot* riconducibili a scarichi di impianti di

trattamento reflui urbani, o laddove vengano raccolti reflui provenienti da attività ospedaliere, industriali e zootecniche.

Potenziare le reti di monitoraggio ambientale

Nella gran parte dei Paesi europei, manca un monitoraggio sistematico dell'antibiotico-resistenza, prerequisito fondamentale per sviluppare azioni di mitigazione, sia a livello locale sia regionale o nazionale.
È, pertanto, essenziale potenziare le reti di monitoraggio ambientale e delle acque reflue urbane, per sostenere le misure di intervento, basate sulla conoscenza più avanzata, sulle migliori tecniche disponibili e sulle azioni di contenimento e prevenzione alla fonte dello smaltimento di sostanze antibiotiche in ambiente.

La rete nazionale di monitoraggio delle acque superficiali gestito dal Sistema nazionale a rete per la protezione dell'ambiente (Snpa), istituito ai sensi della legge 132/2016, è già operante nel monitoraggio delle concentrazioni degli antibiotici previsti dalla *watch list* della direttiva quadro sulle Acque (*Water framework directive*).
Il monitoraggio ordinario è finalizzato alla definizione dello stato di qualità dei corpi idrici superficiali, sotterranei e costieri e può contare su una fitta rete di stazioni di monitoraggio delle acque superficiali, sotterranee e marino-costiere su tutto il territorio nazionale. Tali reti sono finalizzate, in accordo con altre direttive (2008/105/EC, 2013/39/EU), a valutare il raggiungimento degli standard di qualità ambientale (Sqa) per le sostanze prioritarie e per alcuni altri inquinanti, che definiscono lo stato di qualità "buono".
Considerato l'elevato numero di inquinanti emergenti, viene definita una metodica rigorosa per concordare le priorità di monitoraggio. La cosiddetta *procedura watch list* prevede, infatti, un numero limitato di sostanze su cui viene effettuato un monitoraggio perlustrativo sull'intero territorio della Ue, per un periodo massimo di 4 anni. Alla fine del periodo, le sostanze vengono incluse, qualora la valutazione del rischio sia positiva, nell'elenco del monitoraggio ordinario delle sostanze prioritarie.

I criteri principali per l'inclusione nella *watch list* sono:
- la sostanza può rappresentare un significativo rischio per l'ambiente, per la salute umana, per gli organismi acquatici e per i mammiferi, poiché sussiste una significativa evidenza del rischio e di una possibile esposizione degli organismi acquatici e i mammiferi
- la mancanza di una sufficiente informazione necessaria per valutare l'esposizione a livello di Ue, in quanto risultano insufficienti i dati di monitoraggio, dal punto di vista sia quantitativo che qualitativo, oppure a causa della mancanza di modelli di esposizione per decidere se rendere prioritaria la sostanza in esame.

Gli altri criteri sono:
- la disponibilità di metodi analitici con sufficiente limite di rilevabilità e quantificazione coerente con le stime

FIG. 2
STAZIONI DI MONITORAGGIO

Localizzazione delle 27 stazioni individuate da Snpa per il monitoraggio delle sostanze della *watch list*.

Fonte: Ispra

Stazioni di monitoraggio WL 2020

Sostanza	N. di ritrovamenti >Loq	Intervallo di concentrazione (ng/l)	N. di ritrovamenti >Loq	Intervallo di concentrazione (ng/l)	N. di ritrovamenti >Loq	Intervallo di concentrazione (ng/l)	N. di ritrovamenti >Loq	Intervallo di concentrazione (ng/l)	N. di ritrovamenti >Loq	Intervallo di concentrazione (ng/l)
	2016		2017		2018		2019		2020	
Eritromicina	1/36	20	0/28	-	0/21	-	4/24	6-38	1/25	7
Claritromiocina	3/36	54-200	5/28	50-248	0/21	-	14/24	5-443,5	3/25	18-145
Azitromicina	4/36	20-459	6/28	14-264	0/21	-	9/24	5-489,7	5/25	24,6-221
Amoxicillina	-	-	-	-	-	-	3/22	17-88	2/25	140-310
Ciprofloxacina	-	-	-	-	-	-	5/23	24,5-206	2/25	218-1663

TAB. 1 MONITORAGGIO WATCH LIST
Primi risultati del monitoraggio delle sostanze antibiotiche incluse nella prima watch list nelle acque superficiali e costiere italiane, negli anni dal 2016 al 2020.

concentrazioni ambientali (*predicted environment concentration*, Pec) con le loro soglie di ecotossicità (*predicted not effect concentration*, Pnec)
- non sia previsto nell'immediato il bando della sostanza dall'utilizzo o produzione, verificate però le potenziali emissioni da sorgenti secondarie, import da mercati extra europei, ovvero sostanze persistenti, bioaccumulabili e tossiche (Pbt) o molto persistenti e molto bioaccumulabili (vPvB).

In Italia, il monitoraggio delle sostanze della lista di controllo è stato effettuato dal 2016, in conformità con le disposizioni di cui all'art. 78-undecies del Dlgs 172/2015 e assicurato dal coordinamento tra Ispra e le Arpa-Appa. Le stazioni di monitoraggio nazionali, in totale 27 (*figura 2*) sono state individuate tra quelle delle rete di monitoraggio acque superficiali sulla base dei seguenti criteri:
- a valle di depuratori urbani
- in corpi idrici con pressioni di inquinamento diffuso dovuto ad agricoltura o allevamenti
- alla confluenza di più corpi idrici
- in corpi idrici utilizzati per la balneazione.

I primi risultati del monitoraggio delle sostanze antibiotiche incluse nella prima *watch list* nelle acque superficiali e costiere italiane, negli anni compresi tra il 2016 e il 2020, sono riportati in *tabella 1*. L'ampiezza dell'intervallo (range) dei dati, per ogni singola sostanza considerata, è dovuta al basso numero di campioni annuali e alla variabilità idraulica idrologica stagionale e infrannuale. Tali range sono nella maggior parte dei casi più bassi dei valori stimati di concentrazione che non induce effetti di Amr (Bengtsson-Palme, Larson, 2016).
Attualmente, la procedura di individuazione delle nuove sostanze da includere nella *watch list* si sta arricchendo di metodi per valutare le esposizioni ambientali alle sostanze antimicrobiche non solo sulla base della tossicità e ecotossicità ma anche per l'Amr.
Il *Joint research centre* (Jrc) della Commissione europea sta integrando la procedura di valutazione del rischio prevedendo la rilevazione dei geni dell'antibiotico resistenza (Arg) attraverso metodologie quantitative di qPcr e tecniche di sequenziamento.
Già nella terza *watch list* del 2020 sono state incluse nell'elenco, in coerenza con il *European One Health Action plan against antimicrobial resistance*, le seguenti sostanze antibiotiche, spesso rilevate nelle acque con aspetti di rischio per tossicità e ecotossicità diretta ma anche per la diffusione e la persistenza dell'Amr:
- sulfametossazolo (CAS 723-46-6)
- trimetoprim (CAS 738-70-5).

Il sistema di monitoraggio della *watch list* prevederà, per quello che riguarda le sostanze antibiotiche, i seguenti principi attivi: amoxicillina e ciprofloxacina, sulfametossazolo, trimetoprim, in una logica di *One health* applicata e pienamente operativa.

Snpa a supporto della prevenzione e sorveglianza sanitaria

Ci sono tutte le premesse perché il Snpa possa trasformare la rete di monitoraggio ambientale in strumento di supporto alla prevenzione e sorveglianza sanitaria.
Per far questo abbiamo bisogno di un sostanziale potenziamento (aumento della frequenza dei campionamenti e del numero di stazioni, anche implementando metodi di rilevazione dei geni Amr) della rete di monitoraggio, partendo da quella delle acque superficiali, già introdotta nel monitoraggio *watch list*.
Un'ulteriore opportunità è quella di estendere il monitoraggio integrato ambiente-salute anche ai sistemi fognari e agli impianti di depurazione, che rappresentano una delle sorgenti più significative di immissione di sostanze antimicrobiche, di patogeni e geni di resistenza negli ambienti acquatici.
A tal fine va colta l'opportunità di integrare la rete di sorveglianza che dallo scorso ottobre è in avvio sull'intero territorio nazionale a seguito della Raccomandazione (Ue) 2021/472 della Commissione del 17 marzo 2021, relativa a un approccio comune per il rilevamento di Sars-Cov-2 e delle sue varianti nelle acque reflue in Europa, e che consentirà di poter avere in funzione una rete nazionale di monitoraggio degli impianti e sistemi fognari a servizio degli agglomerati urbani più significativi in tutto il Paese, anche finalizzata alla sorveglianza sanitaria.

Con riferimento alla sorveglianza del Sars-Cov-2 e delle sue varianti nelle acque reflue – che costituisce una fonte di informazioni efficiente sotto il profilo dei costi, rapida e affidabile nel monitoraggio della diffusione del virus tra la popolazione, e che può contribuire in misura rilevante a rafforzare la sorveglianza genomica ed epidemiologica – è ragionevole aspettarsi di poter raggiungere le stesse finalità, con l'integrazione di monitoraggio di supporto alle strategie e pianificazioni nazionali di contrasto all'antibiotico resistenza.

Sono queste opportunità che mettono in risalto le potenzialità e le enormi economie di scala che possono essere generate da un rapporto coordinato e integrato tra ambiente e salute.
Questa operatività potrà fungere da traino per la messa a punto del disegno di riforma istituzionale previsto dal Pnrr, che già contempla la interrelazione tra il Snpa e il costituendo Sistema nazionale di prevenzione sanitaria (Snps).

Giuseppe Bortone

Direttore generale Arpae Emilia-Romagna

RINGRAZIAMENTI

Ringrazio per la collaborazione nella stesura dell'articolo Elisa Calabretta, Martina Bussettini, Francesco Mundo di Ispra e le colleghe Annamaria Colacci e Silvia Franceschini di Arpae Emilia-Romagna.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Bengtsson-Palme J., Larsson D.G., 2016, *Concentrations of antibiotics predicted to select for resistant bacteria: Proposed limits for environmental regulation*, *Environ Int.,* 2016, Jan;86:140-9. doi: 10.1016/j.envint.2015.10.015.

European Centre for Disease Prevention and Control (Ecdc), 2020, *Antimicrobial resistance in the Eu/Eea (EarsNet). Annual Epidemiological Report*, Stockholm, www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/surveillance-antimicrobial-resistance-europe-2019

Oecd, 2019, *Antimicrobial resistance. Tackling the burden in the European Union*, www.oecd.org/health/health-systems/AMR-Tackling-the-Burden-in-the-EU-OECD-ECDC-Briefing-Note-2019.pdf

Who Regional Office for Europe, European Centre for Disease Prevention and Control (Ecdc), 2021, *Surveillance of antimicrobial resistance in Europe, 2020 data. Executive Summary*, Copenhagen, www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/surveillance-antimicrobial-resistance-europe-2020

UN PROGETTO DI ARPAE, GRUPPO HERA E UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

RESILIENT WATER, IN EMILIA-ROMAGNA UNA COLLABORAZIONE STRATEGICA PER LA TUTELA DELLA RISORSA IDRICA

Fra le risorse naturali che maggiormente risentono degli effetti del cambiamento climatico c'è sicuramente l'acqua, un bene di fondamentale importanza, e le previsioni relative ai prossimi anni tracciano uno scenario in cui la probabilità di eventi siccitosi è crescente. In particolare, l'Emilia-Romagna rischia una siccità pluriennale che avrebbe un impatto significativo sulle acque superficiali e sotterranee.

Quanta acqua avremo a disposizione nei periodi di siccità che prossimamente si verificheranno? Sarà sufficiente per garantire il funzionamento della nostra società e della nostra agricoltura? Dove la prenderemo se quella che abbiamo non sarà sufficiente? Per rispondere a queste domande e trovare delle soluzioni è nata una collaborazione tra Arpae, Gruppo Hera e Università degli studi di Bologna, che ha portato alla nascita del progetto *Resilient water*, presentato mercoledì 15 dicembre 2021 nell'ambito del convegno "L'acqua che verrà. Cambiamento climatico e nuove sfide e soluzioni per il ciclo idrico" che si è tenuto al Competence Center di Bologna.

L'obiettivo di *Resilient water* è sviluppare un unico sistema di raccolta dei dati e condivisione delle conoscenze per il monitoraggio, l'analisi degli indicatori meteorologici e idrologici, a supporto dei processi decisionali e delle politiche per la gestione e l'allerta delle crisi idriche pluriennali.
In particolare, il progetto prevede, e in parte ha già realizzato, quattro passaggi: l'analisi climatica di tutte le precipitazioni passate e la verifica della probabilità di nuove siccità; la realizzazione di un sistema di sensori e modelli per monitorare lo stato delle nostre risorse idriche superficiali e sotterranee; l'analisi dei trend e stima della disponibilità di acqua, ad esempio nei pozzi, per prevedere quando ci sarà necessità di intervenire, anche attraverso lo sviluppo di algoritmi predittivi di intelligenza artificiale e di un cruscotto di monitoraggio e allerta; la definizione di linee guida per la gestione delle criticità e dei possibili interventi infrastrutturali necessari per fronteggiare la siccità.

"L'acqua è un bene di fondamentale importanza, che non va dato per scontato e che sempre di più va consumato e gestito responsabilmente, anche per far fronte alle situazioni difficili che si verificheranno a causa del cambiamento climatico – afferma Alessandro Baroncini, direttore centrale Reti del Gruppo Hera –. Per quanto ci riguarda, lo facciamo da tempo puntando in particolare sulla resilienza delle reti, il rinnovamento e l'adeguamento delle infrastrutture con l'utilizzo anche di tecnologie innovative, la rigenerazione e il riuso della risorsa, il contenimento dei consumi, investendo in media oltre 100 milioni di euro ogni anno solo nel ciclo idrico integrato, il 30% in più rispetto alla media italiana. Anche attraverso un monitoraggio costante di reti e impianti e oltre 2.000 analisi al giorno, il nostro obiettivo è tutelare la risorsa e garantire continuità e qualità del servizio sui territori gestiti. Questo progetto ci permette di fare un ulteriore passo avanti in una sfida che si vince solo insieme, costruendo reti di collaborazione".

"I cambiamenti climatici e il loro impatto sulla gestione delle risorse idriche sono una sfida globale che la comunità accademica internazionale affronta ogni giorno, mettendo a disposizione le proprie risorse migliori – commenta il rettore dell'Università di Bologna, Giovanni Molari –. La collaborazione tra Alma Mater, Hera e Arpae è un esempio virtuoso che trova una cornice ideale nella tradizione storica dell'Emilia-Romagna, che da tempo gestisce il governo delle acque con lodevole lungimiranza. I risultati presentati confermano che la ricerca di soluzioni sostenibili deve essere supportata da una stretta interazione fra conoscenze scientifiche, competenze tecniche e responsabilità politiche. L'Alma Mater è lieta di mettere a disposizione di questo obiettivo – come di altri obiettivi miranti al bene della collettività – la sua lunga e consolidata tradizione di ricerca".

"Una conoscenza puntuale e scientificamente fondata – afferma Giuseppe Bortone, direttore generale di Arpae Emilia-Romagna – è fondamentale per una corretta valutazione dell'evoluzione della risorsa idrica in un contesto di cambiamento climatico, con cui ci confrontiamo già oggi, e per la formulazione di scenari climatici per il futuro. Arpae riveste un ruolo strategico nell'acquisizione di dati ambientali attraverso le proprie reti di monitoraggio, nell'elaborazione modellistica dei corpi idrici superficiali e sotterranei, nell'elaborazione di scenari climatici di scala locale per affrontare le sfide relative alla disponibilità e alla qualità dell'acqua. Un ruolo attivo nella condivisione dei dati con tutti gli attori della gestione sostenibile della risorsa idrica, in linea con gli indirizzi europei sui Piani di sicurezza dell'acqua".

"La disponibilità di risorse idriche è di fondamentale importanza per le attività primarie dell'uomo e gli eventi siccitosi possono avere un impatto rilevante sia sull'ambiente che sull'economia regionale – afferma Irene Priolo, assessora all'Ambiente della Regione Emilia-Romagna – specie in un momento in cui sono sempre più elevate le richieste da parte di diversi settori, civile, irriguo e industriale. Consegnare alle nuove generazioni un territorio e un ambiente migliori e più sicuri: questa è la sfida per la Regione Emilia-Romagna nell'ambito della missione "rivoluzione verde" e per questo stiamo ponendo in atto politiche globali per ridurre le emissioni e mitigare l'aumento delle temperature e lo stiamo facendo insieme alle altre regioni del bacino padano. In questo quadro la disponibilità di informazioni specifiche e aggiornate sullo stato della siccità è un tassello fondamentale per un monitoraggio continuo che permetta alle autorità competenti un utile strumento per migliorare la gestione delle risorse idriche del territorio e la conoscenza dello stato dell'ambiente".

FOTO: R. BRANCOLINI - REGIONE ER

I CONTRATTI DI FIUME PER UNA TUTELA PARTECIPATA

OBIETTIVI, ATTIVITÀ E RISULTATI DELL'OSSERVATORIO NAZIONALE ISTITUITO NEL 2018 PER COORDINARE LE DIVERSE ESPERIENZE IN ITALIA. I CONTRATTI DI FIUME FAVORISCONO L'ATTUAZIONE DI MISURE WIN-WIN E UNA GOVERNANCE INNOVATIVA BASATA SULLA PROATTIVITÀ DELLE COMUNITÀ LOCALI.

Il *contratto di fiume* (Cdf) ha trovato pieno riconoscimento nell'ordinamento giuridico italiano a partire dal 2015, con l'introduzione dell'art. 68-bis nel Dlgs 152/2006. L'inserimento del Cdf nell'ambito del titolo II della parte III di tale norma, recante *"Distretti idrografici, strumenti, interventi"*, mette in luce non solo la natura, le finalità e le potenzialità di tale strumento, ma anche gli obiettivi che il legislatore ha inteso perseguire. Il Cdf, infatti, fatta salva la coerenza con le previsioni di piani e programmi vigenti nel bacino idrografico di riferimento (includendo anche quelle relative alla gestione del rischio idraulico di cui al Dlgs 49/2010), contribuisce *"alla definizione e all'attuazione"* degli stessi senza con ciò costituire un nuovo strumento pianificatorio.
Il Cdf è innanzitutto uno strumento partecipativo, che consente di specificare le misure gestionali definite dalla pianificazione sovraordinata a scala di maggior dettaglio rispetto a quella distrettuale/regionale, favorendone l'integrazione con il contesto sociale ed economico. La portata innovativa dei Cdf risiede nel carattere strategico-negoziale e nella volontarietà di tale strumento che insieme concorrono a generare un processo decisionale concertato. Il Cdf si prefigura, in particolare, come uno strumento di *governance* finalizzato al perseguimento integrato degli obiettivi delle direttive Ue in materia ambientale, in particolare della 2000/60/CE (direttiva quadro Acque) per il raggiungimento del "buono stato" di qualità dei corpi idrici, unitamente alla 2007/60/CE (direttiva Alluvioni), alla 42/93/CEE (direttiva Habitat), alla 2009/147/CE (direttiva Uccelli) e alla 2008/56/CE (direttiva quadro Strategia marina). Su queste basi, le Autorità di bacino distrettuale, le Regioni e le Province autonome stanno attribuendo ai Cdf un ruolo importante per la riqualificazione ambientale dei corpi idrici (a oggi, il 95% delle Regioni e Province autonome italiane ha adottato atti formali aventi a oggetto i Cdf). La dimensione partecipativa e integrata dei Cdf, attuata alla scala della programmazione di dettaglio, delinea percorsi innovativi capaci di incidere anche sulle politiche pubbliche di riduzione dei rischi alluvionali e sulla consapevolezza e proattività delle comunità esposte.

L'Osservatorio nazionale dei contratti di fiume

L'Osservatorio nazionale dei contratti di fiume (Oncdf) è stato istituito dal Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare (Mattm) – oggi Ministero della Transizione ecologica (Mite) – con Dm dell'8 marzo 2018, n. 77, con l'obiettivo di fornire un punto di riferimento nazionale per le diverse esperienze territoriali di Cdf, favorendo lo scambio di esperienze e svolgendo funzioni di indirizzo e coordinamento, oltre che monitorando l'evoluzione di tali processi[1]. Al fine di perseguire tali obiettivi, l'Oncdf svolge azioni di formazione, affiancamento, comunicazione ed elaborazione di linee guida e documenti tecnici e sta predisponendo la *Piattaforma nazionale dei contratti di fiume* (Pncdf), strumento digitale che permetterà un continuo scambio di buone pratiche e informazioni sul tema.
A oggi, l'Oncdf ha registrato oltre 200 processi di Cdf a livello nazionale[2] e, tra questi, oltre 40 Cdf sono giunti alla sottoscrizione dell'*atto d'impegno* (prevalentemente nella forma di accordo di programmazione negoziata, ai sensi della L 662/96), con conseguente avvio dell'attuazione dei rispettivi *programmi d'azione* (Pda).
L'Oncdf sta lavorando, in particolare, sugli strumenti per favorire una partecipazione efficiente ed efficace

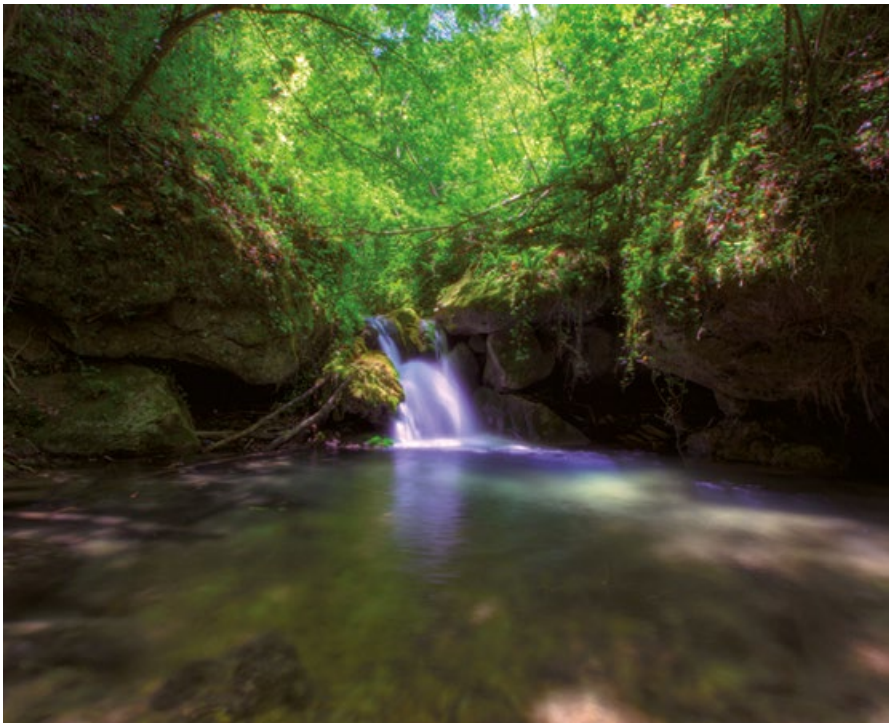


FOTO: FRANCESCO MOSCONE – CC BY-SA

in tutte le fasi di costruzione di un Cdf, dalla condivisione del *documento d'intenti* fino alla sottoscrizione dell'*atto d'impegno*. Si tratta di processi complessi che necessitano dell'utilizzo di approcci metodologici e di facilitazione, da scegliere con cura in funzione dei diversi livelli di coinvolgimento degli attori e delle fasi di lavoro[3]. I Cdf, nel riconoscere il ruolo centrale della partecipazione e del coinvolgimento attivo dei portatori di interesse, stanno complessivamente dimostrando, nella prassi dell'esperienza italiana fino a oggi realizzata, di essere in grado di garantire all'iter decisionale una maggior stabilità, efficacia e legittimità.
L'Oncdf sta dedicando particolare attenzione anche alle cosiddette misure *win-win*, le quali, nel contesto delle politiche territoriali e di gestione delle acque, permettono di raggiungere due o più obiettivi tra riduzione del rischio idromorfologico, miglioramento dell'ecosistema fluviale e degli habitat connessi, rilascio di maggiori portate in alveo, miglioramento della qualità delle acque, fruizione e sviluppo turistico sostenibile. I Cdf sono, potenzialmente, strumenti ideali per concepire e facilitare l'attuazione di misure *win-win*[4,5], ma non sempre questa opportunità è pienamente colta nella stesura dei Pda degli stessi. Per questo l'Oncdf ha promosso nel 2021 un percorso formativo specifico e nel 2022 sarà prodotto un documento tecnico sul tema.
L'Oncdf sta inoltre conducendo un monitoraggio sui finanziamenti dei processi e dei Pda dei Cdf[6]. L'analisi ha finora messo in evidenza che nel periodo 2006-2021 sono stati finanziati più di 100 processi di Cdf, per un ammontare di almeno 5 milioni di euro, di cui circa 3 milioni finanziati dalle Regioni attraverso assegnamenti diretti o bandi.

La governance dei contratti di fiume per la riqualificazione dei corpi idrici

Le arene decisionali in cui si svolge la *governance* dei Cdf costituiscono ambiti elettivi dove portare a sistema le diverse istanze territoriali che riguardano la gestione dei bacini idrografici, consentendo di mettere in evidenza quegli aspetti della complessità ambientale che possono sfuggire alle politiche di settore. In tale prospettiva, il dialogo tra esperienze contestuali e saperi disciplinari, unitamente a una valutazione integrata delle diverse opzioni di azione sui corpi idrici di interesse, costituiscono l'humus fertile per il concepimento di misure di riqualificazione ambientale. Misure che, oltretutto, sono tipicamente di matrice *win-win*, stanti gli importanti servizi ecosistemici offerti dagli ecosistemi acquatici e dai sistemi ambientali a questi connessi quando caratterizzati da un buon grado di connessione ecologica e livello di salute.
La possibilità di definire misure di riqualificazione ambientale, ove pertinenti, nei Pda dei contratti di fiume può essere facilitata dalla presenza di una serie di fattori nelle fasi attuative[7] dei percorsi che portano alla sottoscrizione degli accordi. In particolare, è opportuno che le eventuali finalità di riqualificazione ambientale siano esplicitate già nell'ambito del documento di intenti. Una volta avviato il processo di *governance*, è raccomandabile che il quadro conoscitivo dedichi un adeguato approfondimento allo stato ecologico dei corpi idrici e al livello di conservazione di habitat e specie presenti, incrociando sinergicamente quanto specificato nella pianificazione di riferimento con le conoscenze contestuali delle comunità locali. È altresì raccomandabile che nel documento strategico siano identificati anche i servizi ecosistemici offerti (attualmente e potenzialmente) dai corpi idrici interessati, unitamente a una valutazione multiobiettivo delle diverse alternative di gestione in relazione ai benefici attesi per ciascuno di essi. Inoltre è importante che nei processi partecipati avvenga il coinvolgimento attivo dei soggetti rilevanti (per competenza e/o interesse) in relazione agli obiettivi di riqualificazione ambientale.
Infine, un ruolo precipuo che può essere svolto dai Cdf nella riqualificazione ambientale dei bacini idrografici è quello di individuare i diversi meccanismi di *pagamento per i servizi ecosistemici* (Pes) in essere e attivabili, al fine di facilitare il sostegno finanziario agli interventi di miglioramento ecologico dei corpi idrici coinvolgendo i portatori di interesse che dalla buona salute di questi trovano beneficio. Più ampiamente, il ruolo di strumento negoziale assegnato al Cdf dal legislatore può essere utilmente impiegato proprio per creare quelle condizioni partenariali abilitanti per una gestione co-responsabile dei corpi idrici da parte dei diversi portatori di interesse.

Teresa Federico[1], Carlo Fortunato[2], Simona Mazzuca[3], Massimo Bastiani[3], Giulio Conte[3], Paola Rizzuto[3], Alessandro de Carli[3], Vittoria Sechi[3], Giulia Sandalli[3], Roberta Fidanza[3], Riccardo Cafolla[3], Giancarlo Gusmaroli[3]

1. Ministero della Transizione ecologica, Direzione generale uso sostenibile del suolo e delle risorse idriche (Dg Ussri)
2. Sogesid spa, Gruppo di pilotaggio del progetto Creiamo Pa
3. Sogesid spa, Unità tecnica di supporto L6WP2 del Progetto Creiamo Pa

NOTE

[1] Le attività dell'Oncdf rientrano nel *work package* 2 ("Gestione integrata e partecipata dei bacini/sottobacini idrografici") della linea di intervento 6 (L6Wp2) del progetto Creiamo Pa("Competenze e reti per l'integrazione ambientale e per il miglioramento delle organizzazioni della Pa"), finanziato nell'ambito del Programma operativo nazionale "Governance e capacità istituzionale" 2014-2020. La L6Wp2 è svolta dal Mite con il supporto operativo e tecnico-scientifico di Sogesid spa, dal quarto trimestre 2017 al primo trimestre 2023.

[2] Dato in fase di consolidamento da parte dell'Oncdf, in collaborazione con le Autorità di bacino distrettuale, le Regioni e le Province autonome.

[3] Bastiani et al. (2019).

[4] Gusmaroli, Monaci (2016).

[5] Pineschi, Gusmaroli (2015).

[6] Bastiani et al. (2021).

[7] Documento "Definizioni e requisiti qualitativi di base dei contratti di fiume" (12 marzo 2015) predisposto nell'ambito del gruppo di lavoro del Tavolo nazionale dei contratti di fiume, coordinato dal Mattm con il supporto dell'Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale (Ispra), acquisito dalla Consulta delle istituzioni dell'Oncdf nella seduta del 18 aprile 2018.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Bastiani M., Mazzuca S., Scanu G. (a cura di), 2019, *Coinvolgimento e partecipazione dei portatori d'interesse. Approcci, metodi e strumenti per i processi di Contratto di Fiume*, Creiamo Pa.

Bastiani M., de Carli A., Rizzuto P. (a cura di), 2021, *Il finanziamento dei processi e dei Programmi d'azione dei Contratti di fiume. Stato dell'arte e prospettive*, Creiamo Pa.

Gusmaroli G., Monaci M., 2016, "Per una gestione partecipata e sostenibile dei fiumi, *Ecoscienza*, n. 6, anno 2016, pp. 64-65.

Pineschi G., Gusmaroli G., 2015, "Gestione partecipata con i contratti di fiume", *Ecoscienza*, n. 3, anno 2015, pp. 91-92.

LA PRATICA DEI CONTRATTI DI FIUME IN EMILIA-ROMAGNA

UNO STRUMENTO PREZIOSO PER LA TUTELA E LA CURA DI BENI COMUNI, PER IMPLEMENTARE CONCRETAMENTE UNA GOVERNANCE INTEGRATA E ANCHE PER RICOMPORRE A LIVELLO LOCALE EVENTUALI CONFLITTI TRA RUOLI, FUNZIONI E INTERESSI DIVERSI, ATTRAVERSO IL DIALOGO EFFETTIVO, CONTINUO E AGGIORNATO TRA LE ISTITUZIONI E LE COMUNITÀ LOCALI.

"I fiumi, più di ogni altro fenomeno della Terra, hanno legami stretti e discriminanti con i viventi che stanno loro intorno – piante e animali in primo luogo – e con gli uomini che si sono stabiliti lungo le loro rive o nelle terre generate dal dinamismo delle acque"

(L. Gambi, Il paesaggio del Po e degli uomini, 2000)

La domanda di contratti di fiume nasce tipicamente dai territori, dall'esigenza delle comunità locali di partecipare attivamente alla gestione e alle politiche di sviluppo dei luoghi in cui vivono, per affrontare con maggiore consapevolezza e responsabilità le sempre più frequenti problematiche di natura emergenziale (alluvioni, scarsità d'acqua o dissesti idrogeologici) e allo stesso tempo per promuovere opportunità di valorizzazione, fruizione e usi sostenibili, legate al mantenimento del buono stato di salute del fiume.

I contratti di fiume anche in Emilia-Romagna si avviano in risposta alle istanze e alle esigenze sentite dai territori, a partire dalle prime esperienze pionieristiche nate una quindicina di anni fa, per poi essere riconosciuti nell'ordinamento regionale con l'art. 35 della Lr 16/2017. Le esperienze si evolvono e maturano in un clima di rinnovata consapevolezza dell'importanza della partecipazione pubblica nella definizione delle politiche del territorio, sancita istituzionalmente con la Lr 15/2018 e ancor prima dalla Lr 3/2010.

Attualmente sono dieci le esperienze di contratti di fiume formalmente avviate e in corso di attuazione nella regione Emilia-Romagna, localizzate nei territori di diversi bacini idrografici (*figura 1*), mentre altre iniziative, non ancora pienamente mature e strutturate, stanno prendendo forma promosse da soggetti pubblici e privati delle comunità locali. La Regione assume un ruolo di supporto e facilitazione dei processi partecipativi

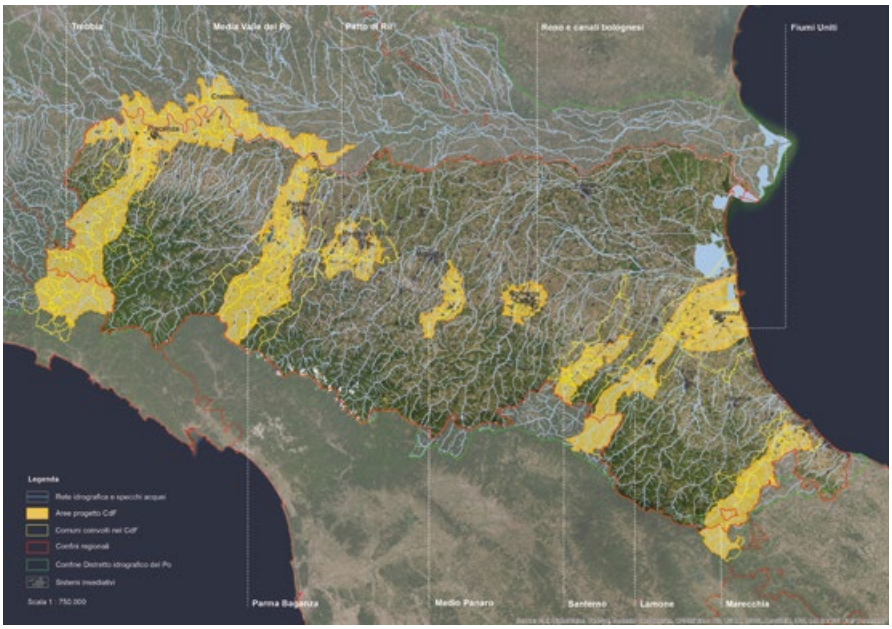


FIG. 1 CONTRATTI DI FIUME
Mappa dei contratti di fiume avviati e in corso di realizzazione sul territorio della Regione Emilia-Romagna.

Fonte: elaborazione studio professionale arch. Laura Mosca, progetto "I Contratti di fiume in Emilia-Romagna: le esperienze diventano indirizzi", https://bit.ly/3HxSmpt

finalizzati alla sottoscrizione di un contratto di fiume, sostenendo i territori e le comunità locali nella sperimentazione di processi partecipati e di progetti integrati, con l'obiettivo principale di raccordare le scelte strategiche e le politiche territoriali dell'amministrazione regionale con le esigenze e le potenzialità progettuali che nascono dal territorio e dall'impegno delle comunità locali.

Un approccio partecipativo e integrato

Per l'approccio partecipativo e integrato, in applicazione del principio di sussidiarietà, il contratto di fiume si colloca nel quadro delle strategie e politiche regionali per la gestione e lo sviluppo sostenibile del territorio finalizzate al raggiungimento degli obiettivi di: qualità delle acque, difesa dei suoli, sicurezza idraulica e territoriale, funzionalità ecologica e qualità dei paesaggi. Tali politiche tra loro strettamente interconnesse danno luogo a processi di riqualificazione paesaggistico-ambientale e di contenimento dei fenomeni di degrado dei sistemi territoriali che, in questo ultimo decennio si incentrano nell'esigenza di riportare in primo piano l'acqua e la sua tutela e di restituire al fiume la sua valenza storica di risorsa multidimensionale: produttiva, fruitiva, paesistica e culturale, nel rispetto della funzionalità ecosistemica degli ambienti a esso legati.
In particolare, l'esigenza di operare in maniera integrata tra tutela della qualità delle acque e sicurezza territoriale, confermata nella direttiva Acque (2000/60/CE) e nella direttiva Alluvioni (2007/60/CE) oltre che nel complesso dei quadri normativi ai diversi livelli istituzionali che negli anni si sono confrontati con questi temi, ha avviato un vero e proprio cambiamento culturale nel modo di costruire le politiche e definire gli interventi per la gestione sostenibile dell'acqua e dei territori fluviali.

Le questioni legate alla qualità dell'acqua, slls gestione delle risorse idriche e alla fragilità del territorio, acuite dagli impatti dei cambiamenti climatici, non toccano soltanto le istituzioni responsabili del "governo dell'acqua", ma anche e soprattutto i territori e le comunità esercitando un impatto diretto sui cittadini e sui settori economici, che utilizzano l'acqua e che da essa dipendono. Dette problematiche per essere risolte necessitano da un lato di approcci sistemici, integrati e multidisciplinari e dall'altro di una *governance* dell'acqua che valorizzi la collaborazione dei diversi livelli istituzionali che operano nei territori fluviali. Analoga importanza riveste inoltre il confronto con le realtà produttive, associative e della società civile, senza il cui coinvolgimento non è possibile attuare una reale gestione delle acque e dei territori connessi.
Diventa strategico quindi favorire il dialogo fra pianificazione del settore acque e assetto del territorio per uscire da logiche di tipo settoriale, in direzione di un approccio integrato e partecipato dalla comunità locale (istituzionale e non). Le stesse Autorità di bacino distrettuale, per facilitare l'attuazione della pianificazione di settore soprattutto nelle parti che riguardano l'adattamento ai cambiamenti climatici e la gestione di problematiche come le alluvioni e la siccità, promuovono il coinvolgimento dei territori attraverso l'attivazione dei contratti di fiume e la realizzazione di "progetti collettivi" di riqualificazione fluviale per integrare maggiormente la protezione e la gestione sostenibile delle acque a livello locale.
I contratti di fiume, pertanto, operando come strumenti di *governance* dell'acqua basati sulla partecipazione attiva degli attori territoriali, facilitano l'attuazione delle politiche di tutela e di sviluppo incentrate sul tema dell'acqua e si possono considerare uno dei "capisaldi" dell'approccio sistemico.
La partecipazione si fonda su principi di equità e giustizia sociale e, più che sulla ricerca del consenso, mira a prevenire e a ridurre i conflitti, attivando nelle popolazioni locali un processo di *empowerment*, quindi un aumento della consapevolezza dei propri diritti e delle proprie capacità e l'assunzione di responsabilità dirette nella gestione del proprio territorio.

In quest'ottica, e nello specifico del governo dell'acqua, già nel preambolo della direttiva Acque 2000/60/CE si afferma la necessità di garantire il coinvolgimento del pubblico nel processo di elaborazione e aggiornamento degli strumenti per la gestione e tutela delle risorse idriche, ovvero dei Piani di gestione dei bacini idrografici. In questo senso, il bacino/sottobacino idrografico può quindi essere inteso non solo come unità geografica di riferimento per il governo delle acque, ma per estensione anche come unità socio-economica di riferimento per la governance dell'acqua a cui ricondurre una nuova consapevolezza e responsabilizzazione del territorio.
La partecipazione attiva dei cittadini è inoltre sancita in altre importanti direttive e codifiche comunitarie, fra cui: le direttive 2003/4/CE, 2003/35/CE e 2001/42/CE sulla Valutazione ambientale strategica (Vas); la convenzione europea del Paesaggio (Fi 2000) e quella internazionale per la diversità biologica (Cbd 1992).

L'attenzione al contesto locale

In generale, le politiche territoriali dell'Unione europea hanno subito nel corso degli anni numerose riforme. Si è passati da forme di intervento di tipo settoriale a politiche integrate rivolte al territorio e alla dimensione locale dello sviluppo, ovvero a strategie di intervento di tipo *place-based*, più rispondenti a obiettivi e bisogni locali. Il riconoscimento del ruolo chiave del contesto "locale" viene così a rappresentare uno dei pilastri della pianificazione delle politiche di coesione sociale a livello Ue per promuovere sperimentazioni e mobilitare gli attori locali a favore di strategie sostenibili, intelligenti e inclusive.
L'approccio *place based* implica un

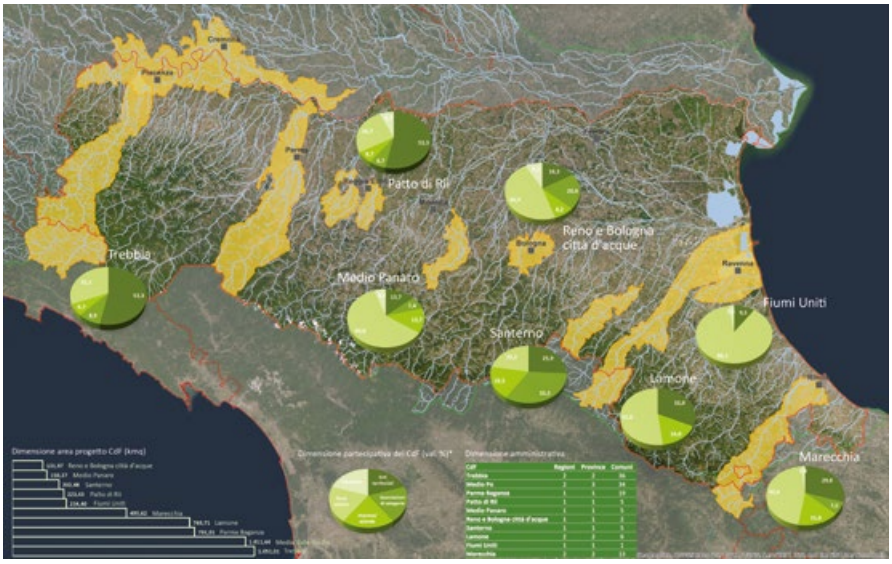


FIG. 2 PARTECIPAZIONE
La dimensione partecipativa dei contratti di fiume in Emilia-Romagna

Fonte: elaborazione studio professionale arch. Laura Mosca progetto "I Contratti di fiume in Emilia-Romagna: le esperienze diventano indirizzi"), https://bit.ly/3HxSmpt

LEGGE REGIONALE 16/2017 ART. 35

1. In coerenza con quanto disposto dall'articolo 68-bis del decreto legislativo n. 152 del 2006, la Regione Emilia-Romagna promuove i contratti di fiume quali strumenti di pianificazione a scala di bacino e sottobacino idrografico che perseguono la tutela delle risorse idriche unitamente alla salvaguardia dal rischio idraulico e alla valorizzazione dei territori perifluviali, contribuendo allo sviluppo locale delle relative aree, e ne riconosce l'importanza nell'ambito della strategia nazionale di adattamento al cambiamento climatico.

2. La Regione, in collaborazione con gli enti locali e gli altri soggetti istituzionali negli ambiti delle rispettive competenze, adotta iniziative e interventi volti a promuovere la diffusione di una cultura dell'acqua caratterizzata da sostenibilità sociale, ambientale ed economica, favorire la partecipazione e la responsabilizzazione di tutti i soggetti pubblici e privati che operano e interagiscono nella gestione dell'acqua e dei sistemi paesistico-ambientali a essa connessi, incentivare la divulgazione dei principi, delle metodologie e dei risultati ottenuti con i contratti di fiume, anche attraverso il coinvolgimento di Università e istituti di ricerca. La Regione assicura inoltre la coerenza tra le azioni previste nei contratti di fiume con i propri strumenti di pianificazione e programmazione e verifica il rispetto degli impegni assunti anche nella pianificazione e programmazione locale (...).

coinvolgimento attivo delle comunità locali nei processi decisionali pubblici con un investimento volontario e resiliente di risorse territoriali, valorizzando ulteriormente il potenziale socioeconomico di ogni singolo territorio. La partecipazione secondo l'approccio *place based* fa quindi di ogni contratto di fiume una forma unica di pianificazione integrata che si modella e si adatta al contributo degli attori territoriali, dando concretezza agli obiettivi e innescando cambiamenti istituzionali a favore della stabilità della governance locale e multilivello.

Il contratto di fiume diventa pertanto uno strumento per la tutela e la cura di beni comuni. La realizzazione di un dialogo effettivo, continuo e aggiornato tra le istituzioni e le comunità locali, attraverso l'utilizzo di strumenti e metodi di partecipazione attiva strutturata, costituisce un requisito essenziale del percorso di formazione del contratti di fiume non solo per implementare concretamente la governance nell'ambito stesso del percorso negoziale, ma anche per ricomporre a livello locale i conflitti tra ruoli, funzioni e interessi diversi agevolando la nascita di partnership pubblico/private su base volontaristica.

Anche in relazione agli obiettivi strategici della sostenibilità e dell'adattamento ai cambiamenti climatici che guidano l'analisi, la formazione e la valutazione dei processi di intervento territoriale, il coinvolgimento e la partecipazione attiva dei cittadini rivestono un ruolo primario per la capacità di successo. In questo senso ben si presta a operare lo strumento contratti di fiume, laddove l'acqua e la sua gestione diventano elementi condizionanti per lo sviluppo sostenibile del territorio.

Riqualificazione, sostenibilità, adattamento

Con riferimento alle questioni e tematiche che riguardano più nello specifico la riqualificazione dei bacini o sottobacini idrografici la Regione, al fine di facilitare un'attuazione integrata delle politiche territoriali e più nello specifico per stabilire una forte integrazione fra i Piani delle acque, i piani e i programmi dei diversi settori (agricoltura, aree protette, infrastrutture e pianificazione urbanistico-territoriale ai vari livelli) e la progettualità locale, promuove i contratti di fiume quale strumento per indirizzare e qualificare l'operatività dei diversi soggetti pubblici e privati che interagiscono nella gestione del territorio, armonizzandola con le strategie e le politiche regionali di gestione e sviluppo sostenibile.

Le politiche dell'Autorità di bacino distrettuale, insieme al sistema della pianificazione regionale, territoriale e settoriale, rappresentano un riferimento imprescindibile per quanto riguarda gli elementi conoscitivi, normativi e di indirizzo rispetto ai quali cercare, attraverso un approccio integrato, di raggiungere una sintesi sostenibile degli obiettivi idraulici, ambientali, paesaggistici e sociali che muovono dal tema fondamentale della qualità dell'acqua, obiettivo perseguito, alla scala di bacino, dal Piano di gestione del distretto (Pdg). In questa prospettiva il contratto di fiume ambisce a essere uno strumento di sintesi, che adotta una visione unitaria e strategica di bacino idrografico per superare i limiti imposti dai confini amministrativi, tematici e settoriali all'interno dei quali si strutturano gli strumenti del sistema regionale della pianificazione territoriale.

In un momento in cui diversi fattori fra cui il cambiamento climatico portano a fare i conti con l'acqua e con la consapevolezza che non si possa arrivare a uno stato di totale messa in sicurezza del territorio, occorre ripensare il rapporto con i fiumi, accettando un certo grado di rischio e ricercare soluzioni, azioni e comportamenti che rendano possibile raggiungere condizioni di convivenza sostenibile. Il mantenimento dello stato di salute dei territori e dei fiumi, la conservazione dell'ecosistema fluviale, la sostenibilità ambientale degli usi del territorio e dell'acqua, il contenimento del consumo di suolo e la rigenerazione urbana, la gestione e la riqualificazione integrata dei territori fluviali sono gli obiettivi strategici assunti oramai dalla gran parte delle politiche territoriali e dell'azione pubblica e privata per un buon governo del territorio e delle risorse idriche. Tali obiettivi stanno diventando patrimonio culturale delle comunità locali e rappresentano la gran parte delle questioni e delle istanze provenienti dal territorio che innescano l'avvio dei contratti di fiume.

I contratti di fiume della regione Emilia-Romagna risultano accomunati dalla necessità di conoscere e affrontare da diverse angolazioni i problemi territoriali connessi alla presenza dell'acqua e di ricercare soluzioni integrate e sostenibili di gestione delle funzioni svolte dall'acqua e dai fiumi. Assumono una particolare importanza per far crescere attorno al tema dell'acqua una cultura interdisciplinare e per ripensare il fiume come patrimonio identitario e valore condiviso, ma soprattutto come opportunità di rigenerazione e quindi come leva per lo sviluppo sostenibile del territorio.

La pratica dei contratti di fiume nei territori ha evidenziato con continuità il problema della "*governance* dell'acqua" nei suoi diversi profili, che richiede da una parte chiarezza di ruoli e compiti dei diversi attori coinvolti e dall'altra un'adeguatezza degli strumenti attuativi da utilizzare nei diversi campi di intervento territoriale. Emerge con chiarezza lo spirito di collaborazione e di "responsabilità di territorio" che anima le comunità locali coinvolte nell'operatività dei contratti di fiume. Si riscontra con altrettanta chiarezza il potenziamento della rete di relazioni fra gli attori alla scala locale e la sperimentazione di nuovi assetti collaborativi più auto-sostenibili, che hanno contributo a valorizzare l'operatività dei diversi territori.
Nella maggior parte dei casi il contratto di fiume è diventato un *modus operandi* delle comunità locali per la gestione partecipata e integrata dei fiumi e delle risorse territoriali connesse all'acqua.

Vittoria Montaletti, Camilla Iuzzolino

Direzione generale Cura del territorio e dell'ambiente, Servizio tutela e risanamento acqua, aria e agenti fisici, Regione Emilia-Romagna

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Progetto "I Contratti di fiume in Emilia-Romagna: le esperienze diventano indirizzi", a cura di Regione Emilia-Romagna, Servizio Tutela acqua, aria e agenti fisici, realizzato con la collaborazione dello Studio professionale arch. Laura Mosca (Soggetto affidatario del Servizio di supporto specialistico per la promozione e l'attuazione dei contratti di fiume, misura dei piani di gestione dei distretti idrografici 2015-2021, Dgr n. 514/2018).

L'ESTENSIONE DELL'INDICE DI FUNZIONALITÀ PERILACUALE

IL MONITORAGGIO DELL'INTERO BACINO IDROGRAFICO TRAMITE L'APPLICAZIONE DELL'INDICE WASFI FORNISCE IMPORTANTI INFORMAZIONI SIA SULLO STATO ECOLOGICO DELLO SPECCHIO D'ACQUA, IDENTIFICANDO NUTRIENTI E SEDIMENTI, SIA PER LA REDAZIONE DEI PIANI DI GESTIONE DELLE ACQUE PREVISTI DALLA DIRETTIVA EUROPEA.

L'apporto di nutrienti che raggiunge le acque di un lago dipende da diversi fattori quali la topografia e il clima del bacino idrografico, l'uso/copertura del suolo, la presenza di corsi d'acqua che intercettano e trasportano i nutrienti anche per lunghe distanze e, infine, da come tali apporti siano gestiti prima di entrare nel lago. La fascia di vegetazione riparia presente lungo le sponde del lago e dei corsi d'acqua è in grado di intercettare e ridurre il carico di nutrienti proveniente dal territorio circostante e la sua gestione è un esempio concreto di come beneficiare di tale servizio ecosistemico.
Nel 2018 i dati del 2° piano di gestione dei bacini idrografici hanno mostrato che circa il 60% dei corpi idrici superficiali non presentava un buono stato ecologico (Eea, 2018). Le principali debolezze individuate per il mancato raggiungimento di un buono stato ecologico includono: un monitoraggio insufficiente per identificare la causa del degrado, progressi limitati nell'adeguata riduzione dei carichi di nutrienti, misure di ripristino insufficienti o inadeguate e difficoltà nella gestione del programma di misure (Pom) a scala di bacino (Carvalho et al., 2019; Igb, 2019).
In risposta a tale necessità, l'indice di funzionalità perilacuale (Siligardi, 2010) è stato ripreso ed esteso per considerare l'intero bacino idrografico, dando luce al *Watershed-based shorezone functionality index* (Wasfi).
L'indice è facilmente replicabile, è basato su dati facilmente reperibili gratuitamente e usa software *open source*, come Sfi, QGis, InVest.
Ci sono quattro fasi principali da seguire per l'applicazione dell'indice Wasfi:
1) applicazione dell'indice di funzionalità perilacuale e delineazione dei sub-bacini
2) identificazione dei punti di origine e diminuzione di nutrienti e sedimenti:
a. caratterizzazione dei sub-bacini
b. effetto tampone della fascia riparia

1

3) correlazione con indici eutrofici esistenti
4) stesura report partecipata.

Fase 1: applicazione dell'indice di funzionalità perilacuale
L'indice di funzionalità perilacuale viene eseguito lungo le sponde del lago per localizzare e caratterizzare le aree con diverse funzionalità. Consiste di una prima fase *in situ* per caratterizzare lo stato delle sponde del lago o per verificare dati ottenuti da immagini satellitari come Sentinel. Successivamente, le varie analisi possono essere fatte da remoto.
Questa fase è importante per familiarizzare con l'area e per confrontarsi con le autorità e i portatori di interesse locali: la loro conoscenza del territorio è utile per meglio identificare origini dei nutrienti diffusi, e il loro coinvolgimento fin dall'inizio dell'applicazione dell'indice è essenziale considerando che queste persone chiave verranno infine informate e coinvolte in merito ai programmi di misura per i piani di gestione del bacino idrografico, come indicato dalla direttiva Acque.
La larghezza della fascia riparia è stata identificata come il parametro che influenza maggiormente la capacità di fascia tampone e questo parametro viene quindi utilizzato come punto di partenza per delineare, all'interno dello spartiacque lacustre, unità spaziali più piccole: i sub-bacini (*figura 1*).

Fase 2: identificazione dei punti di origine e diminuzione di nutrienti e sedimenti
Caratterizzazione dei sub-bacini.
I carichi di nutrienti e di sedimenti e i loro percorsi preferiti per raggiungere il lago vengono modellati a livello di sub-bacino, considerando differenze del substrato geologico, del regime idrico, del rilievo

1 Lago di Ocrida, uno sguardo verso la città di Pogradec (Albania) e le sue montagne.

topografico e dell'uso/copertura del suolo. Quest'analisi permette di identificare rapidamente dove le maggiori fonti e pozzi di origine diffusa siano localizzate all'interno del bacino idrografico.

Capacità tampone della fascia riparia.
Il carico diffuso modellato viene ridotto in base alla capacità tampone della fascia perilacuale: questo processo permette di identificare dove i punti di riduzione dei nutrienti siano localizzati lungo il lago e al contempo dove ci sia più bisogno di azioni di ripristino.

Dopo aver ottenuto informazioni sulle fonti e pozzi di nutrienti e sedimenti sia all'interno del bacino sia lungo le sponde del lago, è possibile proseguire con la stesura di specifiche azioni per ridurre i nutrienti direttamente all'origine, ad esempio agendo direttamente sulla copertura del suolo o ripristinando le fasce riparie lungo i fiumi e ruscelli dove possibile, o aumentando la capacità tampone lungo le sponde del lago, ad esempio con azioni di ripristino della fascia riparia (*figura 2*).

Fase 3: correlazione con indici eutrofici esistenti
I risultati possono essere correlati con dati esistenti di stato eutrofico delle acque lungo le sponde del lago: in questa maniera viene sottolineato il legame tra qualità delle acque lacustri e dello stato

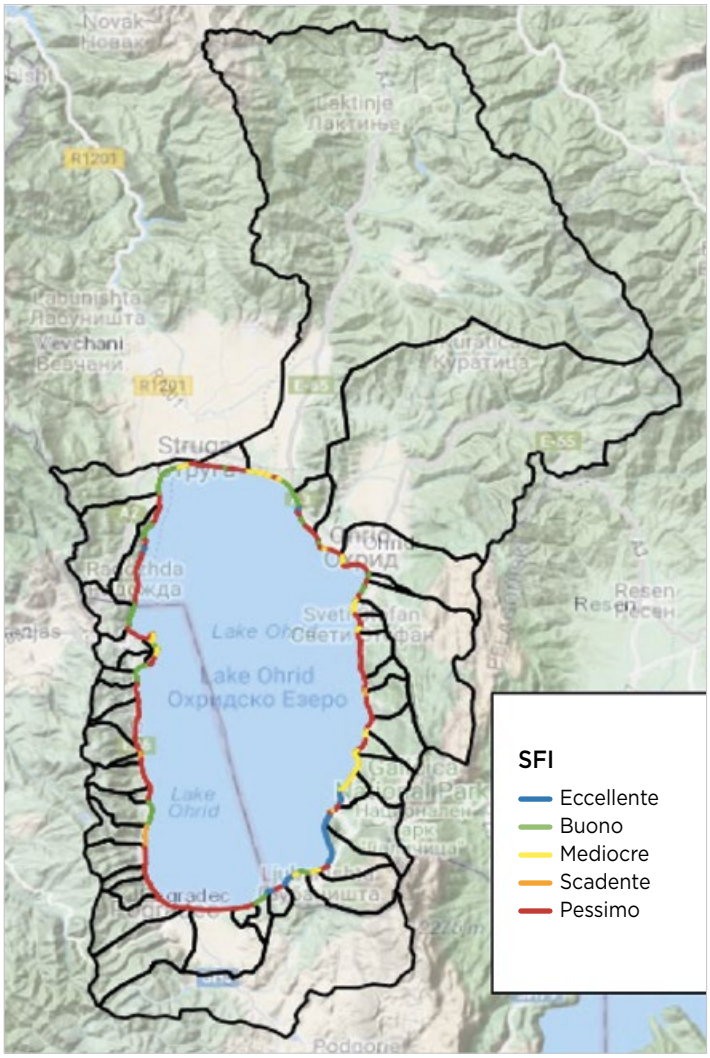


FIG. 1
INDICE DI FUNZIONALITÀ PERILACUALE

Lago di Ocrida, applicazione dell' indice di funzionalità perilacuale e delineazione dei sub-bacini.

2

dell'ambiente circostante, considerando anche il ruolo tampone della fascia riparia.

Fase 4: stesura dei report partecipati
I report vengono scritti per ogni sub-bacino, coinvolgendo i portatori di interesse locali. In questo modo la loro conoscenza del territorio viene valorizzata e il prodotto finale è un lavoro partecipato. Durante la stesura dei report è possibile modellare differenti scenari cambiando i parametri originali: ad esempio, l'efficacia di un'azione di ripristino lungo le sponde del lago può essere modellata aumentando la larghezza della fascia tampone. Scenari futuri dovuti a cambiamenti climatici possono essere modellati, considerando variazioni in distribuzione edintensità delle piogge che influenzano l'erosione sul territorio. Cambiamenti dell'uso del suolo possono inoltre essere modellati per identificare le aree dove queste azioni hanno un risultato maggiore.

Wasfi sul lago di Ocrida

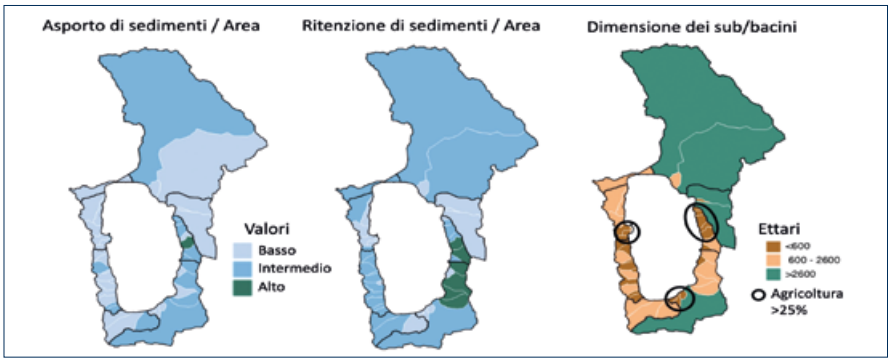
Wasfi è stato applicato sull'antico lago transfrontaliero di Ocrida (Blinkov et al., 2017), un grande lago naturalmente povero di nutrienti situato nei Balcani tra la Macedonia del nord e l'Albania. Questo lago è riconosciuto in tutto il mondo per la sua biodiversità e per il suo alto grado di endemismo ed è attualmente minacciato a causa del processo di eutrofizzazione.
Tali analisi hanno fornito utili spunti sulla posizione di *hotspot* di nutrienti e di sedimenti all'interno del bacino. Le correlazioni tra input di nutrienti/sedimenti e dati dell'indice macrofite hanno identificato l'ampiezza della fascia costiera del lago come il miglior parametro che ne descrive la capacità tampone.
I risultati supportano quindi la stesura del programma di misure, come previsto dalla direttiva quadro Acque.

Conclusione

Gli apporti di nutrienti dallo spartiacque che circonda un lago influenzano il suo stato trofico. Mentre gli input da fonti puntuali sono facili da monitorare, gli input di nutrienti di origine diffusa provengono da diversi fattori naturali e antropici, e variano geograficamente all'interno del bacino dei grandi laghi. L'indice *Watershed-based shorezone functionality index* (Wasfi) è un indice facilmente applicabile che permette di identificare fonti e pozzi di nutrienti e sedimenti all'interno del bacino idrografico, fornendo perciò importanti informazioni a supporto della stesura dei piani di gestione dei bacini idrografici, come richiesto attraverso la direttiva Acque.

Barbara Zennaro[1], Maurizio Siligardi[2]

1. Università di Bayreuth
2. Centro italiano studi di biologia ambientale (Cisba)



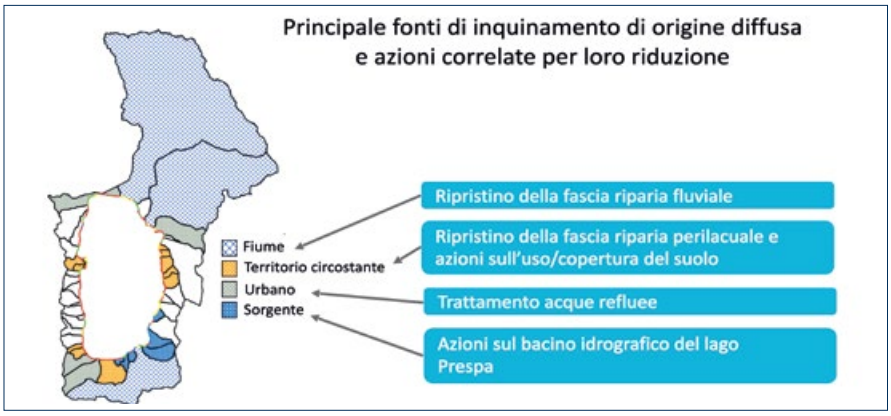


FIG. 2 LAGO DI OCRIDA, SUB-BACINI E ORIGINI NUTRIENTI
In alto: esempi di caratterizzazione dei sub-bacini.
In basso: identificazione delle principali origini di nutrienti e sedimenti, con concrete indicazioni sulle azioni più efficaci per ridurre l'apporto.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Carvalho L., Mackay B.E., Cardoso A.C., Baattrup-Pedersen A., Birk S., Blackstock K.L., Borics G., Borja A., Feld C.K., Ferreira M.T., Globevnik L., Grizzetti B., Hendry S., Hering D., Kelly M., Langaas S., Meissner K., Panagopoulos Y., Penning E., Rouillard J., Sabater S., Schmedtje U., Spears B.M., Venohr M., van de Bund W., Solheim A.L., 2019, "Protecting and restoring Europe's waters: an analysis of the future development needs of the Water Framework Directive", *Science of the Total Environment,* 658 (2019) 1228–1238, https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.255.

European Environment Agency (Eea), 2018, *European waters, assessment of status and pressures*, Eea report no 7/2018.

Blinkov I., Krstic S., Kostadinovski M., Kusterevska R., Mincev I., Zaimi K., Elbasani O., Peci D., Simixhiu V., Zennaro B., 2017, *Shorezone functionality, Ohrid Lake. Implementing the Eu Water Framework Directive in South-Eastern Europe. Technical report within the project "Conservation and Sustainable Use of Biodiversity at Lakes Prespa, Ohrid and Shkodra/Skadar (Csbl)Shorezone functionality",* Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (Giz).

Igb, 2019, *Strengths and weaknesses of the Water Framework Directive (Wfd)*, Igb Policy brief, Leibniz-Institute of Freshwater ecology and inland fisheries, Berlin, Germany, Doi: https://dx.doi.org/10.4126/FRL01-006416917.

Siligardi M., Bernabei S., Cappelletti C., Ciutti F., Dallafior V., Dalmiglio A., Fabiani C., Mancini L., Monauni C., Pozzi S., Scardi M., Tancioni L., Zennaro B., 2010, *Lake shorezone functionality index (Sfi)*, Manuale Ispra-Appa Trento, manuale e software scaricabili gratuitamente su http://www.appa.provincia.tn.it/appa/pubblicazioni/-Acqua/pagina61.html.

2 Il susseguirsi di aree artificiali e naturali lungo il lago di Ocrida.

LA QUALITÀ DEL DATO PER GLI INDICATORI DI STATO ECOLOGICO

IL MONITORAGGIO RICHIESTO DALLA DIRETTIVA QUADRO SULLE ACQUE HA LO SCOPO DI FORNIRE RISULTATI PRECISI E ATTENDIBILI. L'AFFIDABILITÀ DEVE ESSERE GARANTITA SIA A LIVELLO DI SVILUPPO, ARMONIZZAZIONE E VALIDAZIONE DELLE METODICHE, SIA NELLA CORRETTA APPLICAZIONE DELLE STESSE DA PARTE DI OPERATORI COMPETENTI.

La definizione dello stato ecologico di fiumi, laghi, acque di transizione e acque marino-costiere viene descritta dalla direttiva quadro Acque (Dqa, direttiva 2000/60/CE) e considera gli elementi biologici riferiti ai diversi livelli trofici: flora acquatica (fitoplancton, fitobenthos, macrofite), macroinvertebrati bentonici e fauna ittica. Tali elementi di qualità possono essere monitorati mediante l'analisi della composizione e dell'abbondanza di comunità poste ai diversi livelli della catena trofica. Lo stato ecologico è un'espressione della qualità della struttura delle comunità e della funzionalità degli elementi biologici associati alle acque di superficie e deve essere valutato tramite condizioni di riferimento utilizzando indici biologici. La valutazione dei possibili impatti antropici sugli ecosistemi idrici dipende principalmente dalla scelta degli indicatori e degli indici più opportuni e successivamente dalla qualità dei dati ecologici prodotti; quest'ultima è direttamente correlata al livello di fiducia dei dati analitici forniti dai laboratori che operano sul territorio.
Il monitoraggio richiesto dalla Dqa è programmato ed effettuato al fine di fornire risultati con un adeguato livello di precisione e di attendibilità tale da evitare rischi di errore di classificazione dello stato del corpo idrico. Ciò al fine di ottimizzare i costi per il monitoraggio e poter orientare maggiori risorse economiche all'attuazione delle misure per il risanamento degli stessi corpi idrici.
Una stima del livello di affidabilità dei dati deve essere definita a monte del monitoraggio stesso, all'interno, ad esempio, dei piani di gestione e dei piani di tutela delle acque, descrivendo la metodologia adottata per garantire adeguata attendibilità e precisione ai risultati derivanti dai programmi di monitoraggio.
La precisione e il livello di attendibilità

associati ai risultati degli indici biologici dipendono:
- dalla variabilità spaziale e temporale relativa ai processi naturali
- dalle frequenze di campionamento e analisi previste dal piano di monitoraggio
- dalla valutazione del livello di confidenza necessario a guidare lo sviluppo dei programmi di misura affinché raggiungano il miglior bilancio costi-benefici
- dalla competenza degli operatori nel campionamento e nell'identificazione degli organismi.

In generale, per assicurare che i dati chimici ed ecotossicologici prodotti dai laboratori siano affidabili e rappresentativi dello stato chimico ed ecologico del corpo idrico, i laboratori coinvolti nelle attività di monitoraggio dovrebbero essere accreditati od operare in modo conforme a quanto richiesto dalla Uni Cei En Iso/Iec 17025 oppure certificati secondo la Uni Cei En Iso/Iec 9001. Per quanto riguarda i metodi biologici l'attendibilità dei risultati è dovuta principalmente alla competenza dell'operatore che applica le procedure di campionamento, identifica le specie dei diversi organismi e calcola l'indice finale. Per tale motivo la qualifica dell'operatore è un punto fondamentale per assicurare la corretta applicazione degli indicatori per lo stato ecologico degli ecosistemi idrici. Sono state emanate dal Cen anche alcune norme tecniche specifiche per l'assicurazione di qualità dei metodi biologici [1,2,3].
Nel monitoraggio dei corpi idrici l'assicurazione della qualità del dato deve essere quindi garantita sia a livello di sviluppo, armonizzazione e validazione delle metodiche, sia nella corretta applicazione delle stesse da parte di operatori competenti.

Validazione delle metodiche

- Uso di metodi normalizzati o ufficiali.

I metodi biologici da utilizzare nel monitoraggio degli elementi di qualità biologica [4] sono stati normati a livello nazionale e intercalibrati a livello europeo e ciò garantisce la riferibilità dei risultati di questi indicatori. In particolare gli indici utilizzati per la definizione dello stato biologico di un corpo idrico dei

diversi Stati membri sono stati anche tarati a livello europeo con una specifica intercalibrazione [5].
- Piano di campionamento. La predisposizione del piano di campionamento, finalizzato alla raccolta di una serie di campioni rappresentativi, risulta fondamentale per una corretta effettuazione del monitoraggio e per la definizione richiesta del livello di qualità del dato. I cardini della pianificazione sono rappresentati da definizione dell'area, metodo di campionamento, numero dei campioni, durata, frequenza, sicurezza, conservazione del campione, trasporto e immagazzinamento. È di cruciale importanza anche la definizione degli obiettivi del campionamento (ricerca, monitoraggio, controllo ecc.) da cui dipende l'approccio sperimentale che prevede la scelta del numero e della localizzazione dei punti di campionamento, la determinazione della frequenza, della durata e delle procedure di prelievo, nonché il successivo trattamento dei campioni e l'elaborazione dell'indice.
- Studi collaborativi (definizione dei parametri di precisione associati all'indice) o validazione del metodo nel proprio laboratorio. È necessario condurre uno studio di ripetibilità e riproducibilità, stabilire un requisito di accettabilità e verificarne il rispetto nel tempo [6].

Competenza dell'operatore
- Scambio di campioni con gli esperti per referaggio rispetto all'identificazione tassonomica
- Partecipazione a confronti interlaboratorio (attività di campo e/o di laboratorio) [7,8]
- Produzione di atlanti o altri documenti di riferimento utilizzati per l'identificazione e il riconoscimento tassonomico (ad esempio diatomee [9])
- Eventi formativi a valenza nazionale (formazione di base, formazione avanzata e aggiornamenti annuali).

La formazione continua degli operatori è un elemento fondamentale dell'assicurazione di qualità dei risultati. Oltre ai corsi di base e avanzati e la partecipazione a confronti interlaboratorio è importante seguire workshop e seminari.
La formazione deve essere completata dal campionamento all'identificazione di specie/genere/famiglia fino alla fase finale della classificazione, per questo è importante partecipare periodicamente anche a corsi di formazione, a confronti interlaboratorio organizzati specificatamente e in modo strutturato in tale ambito; conseguentemente è necessario anche organizzare corsi di formazione e/o circuiti per gli esperti che devono determinare il valore di riferimento dei campioni utilizzati nelle prove valutative. Sarebbe quindi utile definire percorsi formativi che mettano al centro la figura dell'operatore impegnato nel campionamento, nell'identificazione e nella conta degli organismi utilizzati nei diversi indici biologici attraverso un processo oggettivo e imparziale di valutazione dei singoli operatori. Le persone addette ai processi di definizione dello stato ecologico dei corpi idrici interni, di transizione e marino-costieri devono possedere, mantenere e migliorare continuamente nel tempo la necessaria competenza, intesa come l'insieme delle conoscenze, esperienze, abilità e doti richieste per l'efficace espletamento delle attività di campionamento, conteggio e identificazione degli organismi utilizzati come elementi di qualità biologica. Conseguentemente la figura di "operatore esperto del monitoraggio biologico delle acque" deve avere tutte le conoscenze e capacità per eseguire il monitoraggio e garantire nel tempo la qualità del dato associato a esso e della successiva classificazione dello stato di qualità ecologica dei corpi idrici.

Stefania Balzamo, Cristina Martone

Ispra, Centro nazionale per la rete nazionale dei laboratori

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

[1] UNI EN 14996:2006 *Linee guida per assicurare la qualità delle valutazioni biologiche ed ecologiche nell'ambiente acquatico.*

[2] UNI EN 14184:2014 *Guida per il rilevamento delle macrofite acquatiche in acque correnti.*

[3] UNI EN 16101:2013 *Guida sugli studi di confronto interlaboratorio per le valutazioni ecologiche.*

[4] Ispra, *Metodi biologici per le acque superficiali interne,* Manuali e linee guida 111/2014.

[5] Decisione Ue 2018/229 della Commissione europea che istituisce a norma della direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del consiglio, i valori delle classificazioni dei sistemi di monitoraggio degli Stati membri risultati dall'esercizio di intercalibrazione e che abroga la decisione 2013/480/Ue della Commissione.

[6] Genoni P. (a cura), 2019, *Interconfronto inter-agenziale sul monitoraggio degli elementi di qualità biologica dei corsi d'acqua. Prove 2018. Macroinvertebrati - Diatomee - Macrofite. Rapporto conclusivo. Arpa Lombardia, Appa Bolzano, Arpae Emilia-Romagna, Arpa Friuli Venezia Giulia, Arpa Piemonte, Appa Trento, Arpa Valle d'Aosta, Arpa Veneto.*

[7] Ispra, *Qualità del dato nel monitoraggio biologico: macroinvertebrati delle acque superficiali interne,* Manuali e linee guida 153/2017.

[8] Ispra, *Interconfronto sulle diatomee bentoniche (IC67 TS2018),* Rapporti 308 / 2019.

[9] Ispra, Atlante delle diatomee bentoniche dei corsi d'acqua italiani, www.isprambiente.gov.it/it/banche-dati/banche-dati-folder/acque-interne/atlante-delle-diatomee-bentoniche-dei-corsi-dacqua-italiani/index

OBIETTIVI DI QUALITÀ E CRITICITÀ SULLE ASTE FLUVIALI

REGIONE EMILIA-ROMAGNA E ARPAE HANNO AGGIORNATO IL QUADRO CONOSCITIVO DEI CORPI IDRICI E FORNITO INDICAZIONI SU TEMPI E MODI PER IL RAGGIUNGIMENTO DEI TRAGUARDI PREVISTI DALLA DIRETTIVA EUROPEA. CIRCA UN TERZO DEI FIUMI HA UNO STATO ECOLOGICO E CHIMICO "BUONO". PREVISTE PROROGHE AL 2027 O OLTRE PER GLI ALTRI.

Le Autorità di bacino distrettuali del fiume Po e dell'Appennino centrale, nel corso del 2021, hanno provveduto ad aggiornare i Piani di gestione delle acque sulla base della direttiva 2000/60/CE con l'aiuto delle Regioni e del sistema delle Agenzie ambientali. A tal fine, la Regione Emilia-Romagna e Arpae hanno contribuito aggiornando il quadro conoscitivo relativo a tutte le tipologie di corpi idrici (fluviali, lacustri, di transizione, marino-costieri, sotterranei) e fornendo indicazioni in merito a tempistiche e modalità di raggiungimento degli obiettivi di qualità previsti dalla direttiva. In merito a questi ultimi, la direttiva emanata nel 2000 e recepita in Italia nel 2006 (Dlgs 152/06) prevedeva il raggiungimento dello stato "buono" al 2015 con la possibilità di proroga fino al 2027 qualora per motivi tecnico-economici i tempi necessari fossero apparsi più lunghi. Oltre alla proroga temporale, la direttiva contempla anche la possibilità di derogare all'obiettivo "buono" qualora i costi economico-sociali di intervento per il raggiungimento dell'obiettivo risultino molto più alti dei benefici che ne potrebbero conseguire (costi sproporzionati).

Stato e criticità dei corpi idrici fluviali in Emilia-Romagna

Sulla base delle indicazioni fornite dalla direttiva, la Regione Emilia-Romagna, con il supporto tecnico di Arpae, ha provveduto, quindi, a individuare per ciascun corpo idrico ricadente sul suo territorio il relativo obiettivo di qualità e la data del suo presunto raggiungimento. Con particolare riferimento ai corpi idrici fluviali, essendo lo stato ambientale il risultato di uno stato ecologico e di uno stato chimico, gli obiettivi di qualità sono stati definiti per entrambi. La *figura 1* riporta la ripartizione percentuale nei diversi livelli di stato dei 454 corpi idrici fluviali della regione. I dati sono il risultato del monitoraggio condotto da Arpae nel sessennio 2014-2019. Viene riportato lo stato ecologico espresso secondo le 5 classi di qualità previste dalla normativa di riferimento (elevato, buono, sufficiente, scarso, cattivo) mentre lo stato chimico è espresso secondo le 2 classi di qualità a questo attribuibili (buono, non buono).
Complessivamente, circa 1/3 dei corpi idrici fluviali regionali ha già raggiunto l'obiettivo di qualità previsto, mentre per i restanti 2/3, stante lo stato ambientale misurato nonché l'analisi delle pressioni e degli impatti esistenti, a oggi è prevista una proroga al 2027 o oltre per il raggiungimento dell'obiettivo di qualità ambientale per 189 corpi idrici fluviali e la deroga al raggiungimento dell'obiettivo di stato "buono" per 131 corpi idrici fluviali. Molti di essi sono artificiali o fortemente modificati e, per ragioni legate al loro uso, non sono in condizioni tali da poter raggiungere l'obiettivo come definito dalla direttiva. Andando ad analizzare nello specifico le principali problematicità riscontrate, per quanto riguarda lo stato ecologico, come evidenziato nella *figura 2*, i corpi idrici fluviali artificiali monitorati presentano problemi di superamento dei limiti relativamente ai nutrienti (azoto e fosforo), all'ossigeno disciolto e agli elementi chimici a supporto (inquinanti specifici non prioritari quali prodotti fitosanitari e loro metaboliti). La principale fonte di pressione su questi corpi idrici è rappresentata dall'agricoltura intensiva. Per quanto riguarda i nutrienti, sebbene si sia stimato che non più del 10% circa dell'azoto conferito ai suoli dalle concimazioni chimiche e zootecniche

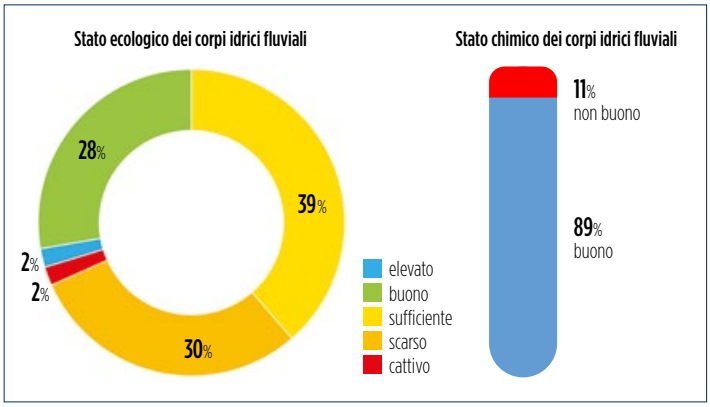


FIG. 1
STATO ECOLOGICO E CHIMICO

Stato ecologico e chimico dei corpi idrici fluviali in Emilia-Romagna. Dati del monitoraggio condotto da Arpae nel sessennio 2014-2019.

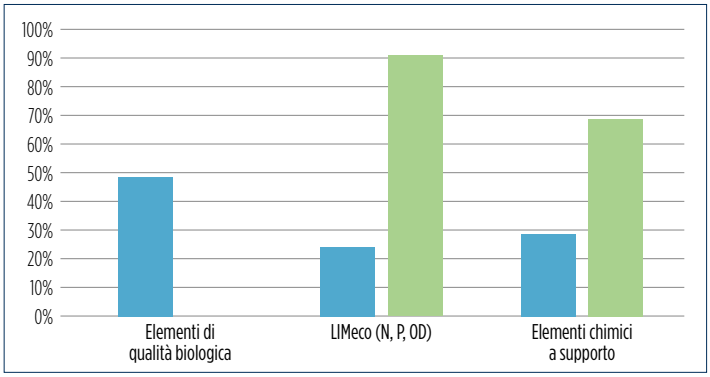


FIG. 2
STATO ECOLOGICO

Stato ecologico dei corpi idrici fluviali in Emilia-Romagna, incidenza dei parametri critici riscontrati.

venga lisciviato verso le acque superficiali, tale contributo rappresenta una porzione importante dell'apporto medio di azoto al reticolo artificiale di pianura. Analogamente, per quanto riguarda i prodotti fitosanitari che vengono ritrovati in numerosi corpi idrici artificiali. È da evidenziare che gli elementi di qualità biologica (macrobenthos, diatomee e macrofite) nel sessennio 2014-2019 non sono stati rilevati sulle aste artificiali per inaccessibilità in condizioni di sicurezza e/o inapplicabilità dei protocolli di campionamento.
Per quanto riguarda, invece, i corpi idrici fluviali naturali o altamente modificati, risultano essere particolarmente rilevanti ai fini della definizione dello stato gli elementi di qualità biologica (macrobenthos, diatomee e macrofite) a causa di una consistente alterazione morfologica degli alvei dovuta alla presenza di rilevati arginali, difese spondali o opere trasversali, che ne condizionano fortemente lo stato ambientale in quanto ne interrompono le dinamiche idromorfologiche, principale "motore" per la creazione e il ringiovanimento degli habitat. Altre cause sono riconducibili alla presenza di sostanze inquinanti nonché alla scarsità di deflussi per cause naturali o antropiche.
Relativamente allo stato chimico lo scadimento di qualità è dovuto, per la maggior parte dei corpi idrici fluviali (naturali, artificiali e altamente modificati), alla presenza di nichel e di alcune sostanze definibili ubiquitarie, quali gli Ipa (idrocarburi policiclici aromatici), il di(2-etilesilftalato) (Dehp) e i difenileteri bromati (Pbde). In seguito alla recente introduzione in normativa è stato attivato anche il monitoraggio delle sostanze perfluoroalchiliche (Pfas), ricercate, per motivi legati alla complessità di indagine laboratoristica, in una selezione mirata di stazioni (ad esempio chiusure di bacino). I risultati hanno finora evidenziato la presenza diffusa, anche se spesso in concentrazioni molto basse, dell'acido perfluoroottansolfonico (Pfos), sostanza prioritaria normata da uno standard ambientale piuttosto severo (0,00065 µ/l). L'indagine riguardante le sostanze Pfas è in corso di ampliamento, sia a livello territoriale sia in termini di composti indagati, in un'ottica di tutela dell'ambiente e della salute. Nel Piano di gestione dell'Autorità di distretto padano è stata inoltre prevista una misura che prevede su diverse aste l'estensione delle indagini a monte delle positività, per risalire all'origine delle immissioni.

Sintesi degli obiettivi previsti

Come è possibile evincere dai dati riportati in *tabella 1*, la maggior parte dei corpi idrici fluviali regionali (408) già raggiunge uno stato chimico "buono". Per molti di quelli che al momento risultano avere uno stato chimico "non buono" è stata prevista una proroga al raggiungimento dell'obiettivo, in virtù delle indicazioni fornite dalla stessa Commissione europea, in quanto lo scadimento della qualità si è determinato a seguito dell'abbassamento degli standard di qualità da considerare, il che richiederà, per alcuni dei parametri indagati (vedi nichel), indagini più accurate per comprendere se i superamenti dei nuovi limiti sono dovuti effettivamente a carichi di origine antropica o se si è di fronte anche a concentrazioni di fondo naturali.
Per quanto riguarda, invece, lo stato ecologico, la proroga al raggiungimento dell'obiettivo di stato "buono", al 2027 o oltre, è determinata in genere dalla necessità di agire su più cause che concorrono allo scadimento della qualità dei corpi idrici.

Corpi idrici naturali
Per quanto riguarda i corpi idrici naturali, quasi tutti i corsi d'acqua regionali a partire dalla via Emilia e andando verso nord, presentano uno stato spesso insufficiente ("scarso" o "cattivo") a causa soprattutto della presenza dei grandi insediamenti urbani e di una consistente alterazione morfologica degli alvei dovuta alla presenza dei rilevati arginali che, come detto, condizionano fortemente lo stato ambientale dei corsi d'acqua. Per migliorare lo stato dei corpi idrici in questi casi occorre intervenire innanzitutto sui sistemi di raccolta e trattamento delle acque reflue urbane. In questo settore molto è già stato fatto, tant'è che la regione Emilia-Romagna è una delle poche in Italia a non essere interessata da procedure d'infrazione

TAB. 1
OBIETTIVI PREVISTI

Obiettivi previsti per lo stato chimico e per quello ecologico, principali parametri/criteri di assegnazione e numero dei corpi idrici fluviali interessati in Emilia-Romagna.

Stato	Obiettivo (i vari casi)	In quale caso	Parametri critici considerati	N.casi (C.I.) su 454
Chimico	A) **Buono al 2021**	Se buono 2014-2019	-	408
Chimico	B) **Buono al 2033** (consentito se modifiche agli Sqa delle sostanze interessate)	**Proroga 4.4 per fattibilità tecnica** (se "la complessità delle misure è tale da richiedere più tempo per implementarle")	a) nichel c) Diclorvos	a) 28 c) 6
Chimico	C) **Buono oltre il 2027**	**Proroga 4.4 per condizioni naturali** ("se le condizioni naturali sono tali che il ripristino dell'ecosistema richiede più tempo")	a) sostanze ubiquitarie Ipa, Dehp e Pbde	33
Ecologico	A) **Elevato al 2021**	Se elevato 2014-2019	-	7
Ecologico	B) **Buono al 2021**	Se buono 2014-2019	-	127
Ecologico	C) **Buono al 2027**	**Proroga 4.4 per fattibilità tecnica** (se "la complessità delle misure è tale da richiedere più tempo per implementarle")	a) nutrienti b) chimico a supporto: fitosanitari c) elementi di qualità biologica (Eqb) d) Pes (potenziale ecologico sufficiente) mediante metodo Praga su Hmwb	a) 28 b) 119 c) 53 d) 11
Ecologico	D) **Buono oltre il 2027**	**Proroga 4.4 per condizioni naturali** ("se le condizioni naturali sono tali che il ripristino dell'ecosistema richiede più tempo")	a) nutrienti b) elementi di qualità biologica (Eqb)	a) 11 b) 67
Ecologico	E) **Minore di buono al 2027** (sufficiente o scarso)	**Deroga 4.5 per costi sproporzionati** ("Obiettivi meno rigorosi possono essere applicati a corpi idrici specifici quando sono così influenzati dall'attività umana... che il conseguimento di un buono stato sarebbe irrealizzabile o sproporzionatamente costoso")	a) nutrienti: considerati N nitrico + N ammoniacale	135

ex direttiva 91/271/CEE. Ciò non di meno, ancora tanto si può fare per migliorare il sistema di gestione delle acque reflue urbane; in particolare, essendo gran parte della rete fognaria regionale costituita da reti di tipo misto, ossia reti in cui vengono veicolate sia le acque nere sia le acque meteoriche, si può intervenire per limitare il numero di attivazioni dei cosiddetti scolmatori di piena che, durante gli eventi meteorici intensi, finiscono col veicolare verso i corpi idrici fluviali volumi talvolta significativi di acque reflue non trattate. Oltre che sui sistemi di raccolta e trattamento delle acque reflue, occorrerebbe procedere anche con interventi di riqualificazione fluviale, volti a ridurre il grado di artificializzazione che i corsi d'acqua presentano. Questo tipo di interventi richiede però tempi e costi di investimento non compatibili con le tempistiche di raggiungimento dell'obiettivo di "buono" previste dalla direttiva quadro acque ed è anche per questo motivo che per molti di questi corpi idrici fluviali è stata prevista la proroga al raggiungimento dell'obiettivo stesso.

Corpi idrici artificiali

Per quanto riguarda i corpi idrici fluviali artificiali, le cause di richiesta di deroga al raggiungimento dell'obiettivo sono legate alla natura stessa di questi corpi idrici rispetto alla quale si sta conducendo una profonda riflessione a livello regionale. La necessità di garantire insediamenti e popolazioni contro il rischio di alluvioni ha portato nei decenni a costruire e gestire i canali in modo che possano allontanare rapidamente le acque dai territori nel minor tempo possibile, mantenendo alta la loro capacità di trasportare l'acqua grazie ad alvei quanto più possibile rettilinei e privi di asperità (vegetazione in alveo, diversità morfologica locale ecc.) e generalmente poveri di alberature lungo le sponde, così da permettere il passaggio dei mezzi meccanici adibiti a mantenere gli alvei nella condizione di officiosità idraulica desiderata. Di contro, nel periodo che generalmente va da aprile a settembre (stagione irrigua), questi canali vengono riempiti prelevando acque da corsi d'acqua naturali per consentirne l'uso a fini irrigui. Dunque, durante la stagione irrigua, i Consorzi di bonifica operano affinché il livello dell'acqua nei canali, grazie a complessi sistemi di pompaggio e paratoie, venga mantenuto costante, in modo da garantire agli agricoltori la possibilità di prelevare acqua. Tuttavia, il volume irriguo totale invasato per ciascun sistema è estremamente fluttuante in quanto durante la stagione irrigua è frequente lo svaso totale o parziale dei canali a seguito dell'emissione di allerte meteo (previsioni di piogge intense) e/o per il verificarsi di rovesci temporaleschi anche localizzati. Tali volumi svasati sono da definirsi "tecnici" a seguito del mantenimento della sicurezza idraulica della zona sottesa ai diversi corpi idrici. Questo complesso sistema di gestione dei canali pregiudica la possibilità che in essi si insedino comunità acquatiche tipiche degli ecosistemi fluviali. In assenza di queste, è difficile riferirsi a questi sistemi in termini di funzionalità ecologica e di conseguenza anche la valutazione del loro stato risulta difficile e talvolta poco significativa. Per tali corpi idrici, infatti, sono ancora oggetto di discussione le modalità di attribuzione del buon potenziale ecologico (*good ecological potential*, Gep) ai sensi della direttiva quadro Acque, ossia un obiettivo di qualità meno stringente rispetto al buono stato ecologico (*good ecological status*, Ges), che tenga conto proprio degli "impatti ecologici" risultanti dagli usi specifici di questi canali. Per questo motivo, la Regione sta valutando di limitare l'individuazione del Gep solo a quei canali per i quali, in relazione agli usi e alle caratteristiche fisiche, sia possibile definire condizioni idro-morfologiche compatibili con l'insediamento di un qualche tipo di comunità acquatica, o per i quali, in virtù di un riconosciuto valore ambientale, possano comunque essere fissati specifici obiettivi di recupero. Questa scelta non sta a indicare un disimpegno da parte della Regione Emilia-Romagna rispetto a questi sistemi: tutt'altro. L'intenzione è solo quella di trovare, per questi, percorsi diversi da quelli propri dei corpi idrici fluviali, che siano in grado di sfruttare al massimo le peculiarità dei canali anche ai fini di una riqualificazione dell'intero ambiente di pianura che appare, in alcuni casi, eccessivamente semplificato e degradato, ma che mantiene intatte le potenzialità per un significativo incremento della naturalità, grazie proprio alla fitta rete dei canali che lo attraversa e interconnette.

Conclusioni

Negli ultimi tre decenni le politiche messe in atto dalla Regione Emilia-Romagna in materia di acque hanno contribuito fattivamente alla protezione dei corpi idrici regionali. In particolare, la regolamentazione introdotta in materia di prevenzione dell'inquinamento di origine urbana, industriale e agricola ha comportato un miglioramento significativo nella qualità delle acque, grazie soprattutto alla riduzione dei carichi di nutrienti quali azoto e fosforo, con conseguenze positive anche sugli ecosistemi fluviali e sulla riduzione dei fenomeni di *bloom* algali nell'Adriatico. Ciononostante, oltre due terzi dei corpi idrici superficiali regionali presenta uno stato ambientale inferiore al buono (un terzo ha uno stato sufficiente e un terzo uno stato scadente o pessimo) a causa delle pressioni antropiche sul territorio e sulle acque che ancora persistono, ma anche a causa dei cambiamenti climatici in atto. Anomalie termiche, eventi meteorici estremi, alterazione dei regimi idrologici, hanno condizionato fortemente anche la qualità dei sistemi idrici regionali e l'efficacia delle misure di tutela e risanamento a oggi messe in atto. È evidente, quindi, che per far fronte ai problemi di qualità dei corsi d'acqua regionali occorrerà in futuro individuare nuove strategie di approccio al tema, assicurando in particolare l'integrazione e la sinergia tra le politiche di "governo" della risorsa e quelle sui cambiamenti climatici.

In linea con il *Piano d'azione europeo per l'economia circolare* che stabilisce un programma orientato al futuro per costruire un'Europa più pulita e competitiva, in cooperazione con gli operatori economici, i consumatori, i cittadini e le organizzazioni della società civile, e che mira ad accelerare il profondo cambiamento richiesto dal *green deal* europeo, occorrerà implementare strategie concrete per salvaguardare la risorsa riducendo gli sprechi lungo tutta la filiera idrica, dal prelievo agli utilizzatori finali, favorire il riutilizzo nei processi produttivi in modo da limitare il più possibile gli scarichi finali, ottimizzare i trattamenti depurativi in un'ottica di recupero di materia e di valorizzazione energetica (bioraffinerie), favorire il riutilizzo sicuro e sostenibile degli effluenti depurati e dei fanghi di depurazione, soprattutto in ambito agronomico e aumentare la resilienza degli ecosistemi connessi all'acqua attraverso una gestione integrata e sostenibile degli ambiti territoriali e demaniali connessi.

Silvia Franceschini[1], Camilla Iuzzolino[2], Paolo Spezzani[1], Francesco Tornatore[2]

1. Arpae Emilia-Romagna
2. Regione Emilia-Romagna

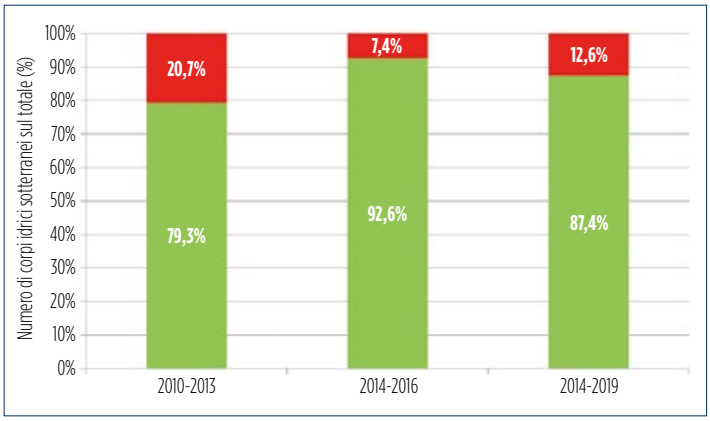
UN DIFFICILE EQUILIBRIO PER LE ACQUE SOTTERRANEE

LA SOSTENIBILITÀ DEI PRELIEVI PER I DIVERSI USI DIPENDE DALLA CAPACITÀ DI RICARICA NATURALE DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI. IL CAMBIAMENTO CLIMATICO STA MODIFICANDO IL REGIME DELLE PRECIPITAZIONI, RIDUCENDO LA CAPACITÀ DI RICARICA DELLE FALDE. UN'ANALISI RELATIVA ALLA SITUAZIONE IN EMILIA-ROMAGNA.

Le acque sotterranee hanno sempre rappresentato nella storia dell'umanità una risorsa strategica per il sostentamento delle attività umane, in particolare nei periodi siccitosi. Nei territori dove le acque sotterranee sono presenti in quantità significative e sono facilmente accessibili, come accade nelle pianure alluvionali, lo sviluppo delle attività agricole, zootecniche, industriali e civili sono meno vincolate alla disponibilità di acque superficiali e in particolare le necessità idriche nel corso dell'anno non risentono del regime idrico stagionale tipico dei corsi d'acqua superficiali. Nonostante l'infrastrutturazione idrica in diversi territori abbia portato alla realizzazione di importanti opere di canalizzazione per aumentare la disponibilità idrica di acque superficiali in zone distanti dai corsi d'acqua naturali, l'uso di acque sotterranee continua a essere strategico sia in termini quantitativi, di disponibilità idrica nel corso dell'anno, sia in termini di qualità, in quanto le acque sotterranee garantiscono una maggiore stabilità nel tempo del chimismo e una minore vulnerabilità all'inquinamento rispetto alle risorse idriche superficiali. In altre parole, l'uso delle risorse idriche sotterranee contribuisce a rendere più resilienti i territori ai sempre più frequenti effetti determinati dai cambiamenti climatici.
È ormai dimostrato a scala globale come i cambiamenti climatici in atto abbiano modificato il regime delle precipitazioni in diverse zone, aumentando il numero medio annuo di giorni senza piogge (periodi siccitosi) e concentrando le precipitazioni in un minore numero di eventi meteorici di breve durata (eventi estremi) che in passato si distribuivano su tempi più lunghi. Ciò determina situazioni estreme nella regimazione delle acque meteoriche, con ripetuti alluvionamenti di territori a seguito di ruscellamento superficiale eccezionale o esondazione di corsi d'acqua: esondazioni dovute in alcuni casi alla non corretta gestione del territorio, ma nella maggior parte dei casi dovute al fatto che le portate recenti di piena, a seguito degli eventi estremi, non sono quasi mai state registrate nelle serie storiche delle portate dei singoli corsi d'acqua.
Questa diversa distribuzione delle precipitazioni, se in generale può non comportare una differenza significativa in termini di precipitazioni complessive annue, ha effetti negativi anche sulla ricarica delle acque sotterranee, dove la quantità di acqua meteorica che si infiltra nel sottosuolo è variabile dal 2-5% al 15-20% a seconda delle condizioni idrogeologiche e geologiche del territorio, ma questa variabilità dipende anche dalla durata degli eventi meteorici. In altre parole, a parità di precipitazioni, l'infiltrazione delle acque meteoriche in falda tende a diminuire all'aumentare dell'intensità delle precipitazioni stesse.
La ricarica naturale delle falde è essenziale per permettere il rinnovamento delle acque sotterranee in modo da rendere sostenibili i prelievi idrici sotterranei per i diversi usi, a partire da quello per il consumo umano. Lo stato quantitativo di ciascun corpo idrico sotterraneo, secondo la direttiva 2000/60/

FIG. 1
STATO QUANTITATIVO 2010-2019

Evoluzione stato quantitativo 2010-2019 dei corpi idrici sotterranei in Emilia-Romagna.



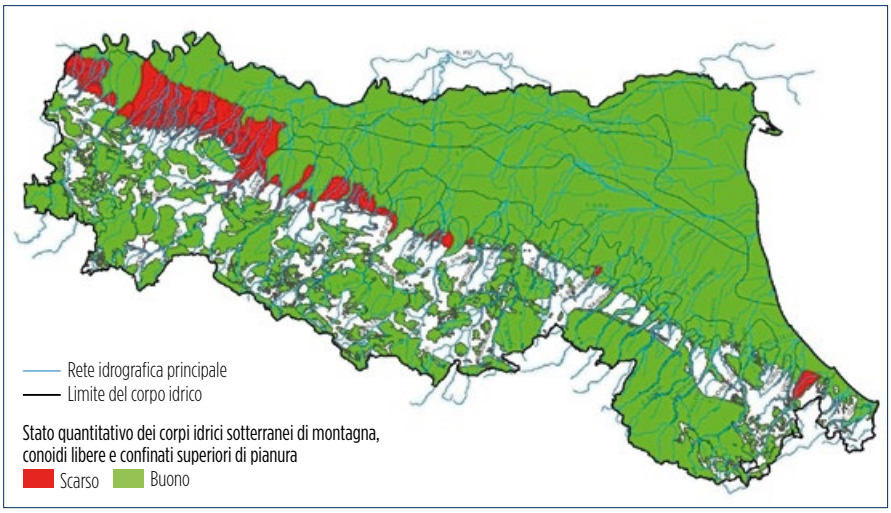


FIG.2 STATO QUANTITATIVO 2014-2019
Stato quantitativo 2014-2019 dei corpi idrici sotterranei montani, liberi e confinati superiori di pianura.

CE, deve raggiungere lo stato buono, che si ottiene quando il *"livello di acque sotterranee nel corpo idrico è tale che la media annua dell'estrazione a lungo termine non esaurisca le risorse idriche sotterranee disponibili"*. In altre parole i volumi di acque sotterranee prelevati dall'uomo per i diversi usi non devono superare i volumi di ricarica degli acquiferi sul lungo periodo, in modo da rendere sostenibili gli usi nel tempo, anche alle generazioni future, senza incorrere nel rischio di depauperare gli acquiferi utilizzando le riserve idriche sotterranee che si sono immagazzinate nei millenni.
In Emilia-Romagna lo stato quantitativo dei corpi idrici sotterranei evidenzia un miglioramento dal 2010-2013 al 2014-2019 pari all'8,1% dei 135 corpi idrici sotterranei, passando dal 79,3% al 87,4% (Arpae, 2021, *figura 1*). I corpi idrici di conoide alluvionale da Modena a Rimini che nel 2010-2013 evidenziavano criticità, nel periodo più recente mostrano un miglioramento, viceversa nel periodo 2014-2019 sono le conoidi alluvionali (libere e confinate superiori) della zona occidentale della regione, da Piacenza a Reggio Emilia, a presentare uno scadimento dello stato quantitativo (*figura 2*).
Sullo stato quantitativo degli ultimi 10 anni circa, hanno inciso notevolmente le condizioni climatiche che sono state molto favorevoli alla ricarica degli acquiferi fino al 2016, con l'eccezione del 2012, poi dalla siccità del 2017 fino al 2019 si è verificata una significativa attenuazione dei livelli piezometrici, soprattutto nella porzione occidentale del territorio regionale, in corrispondenza delle conoidi alluvionali, e nel bolognese. Il peggioramento dello stato quantitativo è evidente nell'ultimo triennio, considerando che al 2016 lo stato buono era stato raggiunto dal 92,6% dei corpi idrici sotterranei. Ciò evidenzia che lo stato quantitativo dei corpi idrici sotterranei in Emilia-Romagna risponde in modo relativamente rapido alle variazioni della ricarica determinate dalle condizioni climatiche, almeno per i corpi idrici di conoide alluvionale, e ciò avviene sia in miglioramento che in peggioramento, quindi per lo stato quantitativo l'inerzia del sistema è minore rispetto a quanto osserviamo per gli aspetti chimici che sono invece governati da tempi più lunghi di diffusione e trasporto dei contaminanti in falda.
Il monitoraggio regionale dei corpi idrici sotterranei evidenzia dal 2002 (e dal 2010 per i corpi idrici freatici di pianura) (*figure 3, 4, 5*) che la profondità delle falde ha raggiunto i minimi valori nel periodo 2015-2016 mentre sono diversi i periodi con i maggiori approfondimenti della falda: 2003, 2007-2008, 2012, 2017. Le variazioni di livello hanno riguardato tutti i corpi idrici, ma gli effetti maggiori risultano essere presenti nei corpi idrici più vicini e idrogeologicamente connessi alle zone di ricarica diretta. A seguito della siccità del 2017 non sono ancora evidenti situazioni di recupero, ma persiste una situazione pressoché stazionaria dal 2018 al 2021. Occorre precisare che il livello delle falde rappresenta la sommatoria sia dei fattori che incidono sulla ricarica delle falde (naturale ed eventuale artificiale dove esiste), sia dei prelievi per i diversi usi. In condizioni di siccità, quando anche i corsi d'acqua superficiali sono in condizioni di magra o secca, i prelievi da falda tendono ad aumentare, in quanto è l'unica risorsa

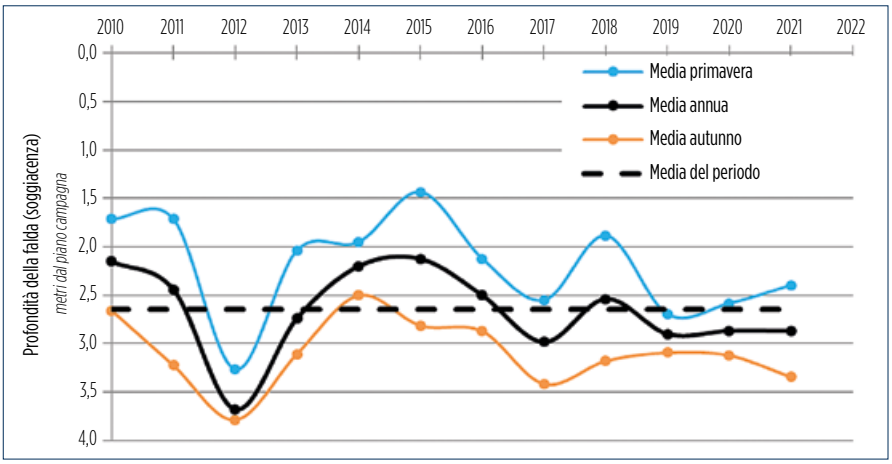


FIG.3 FREATICO DI PIANURA FLUVIALE
Livelli di falda freatica superficiale (2010-2021).

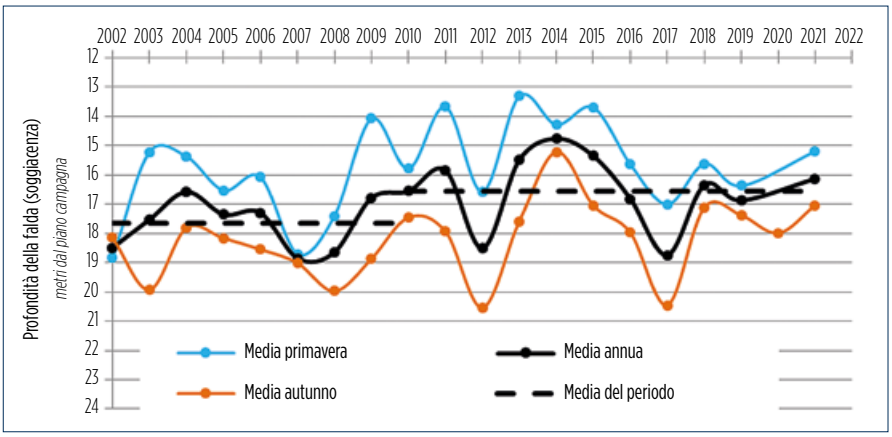


FIG.4 CONOIDI ALLUVIONALI LIBERE
Livelli di falda freatica in conoide apicale (2002-2021).

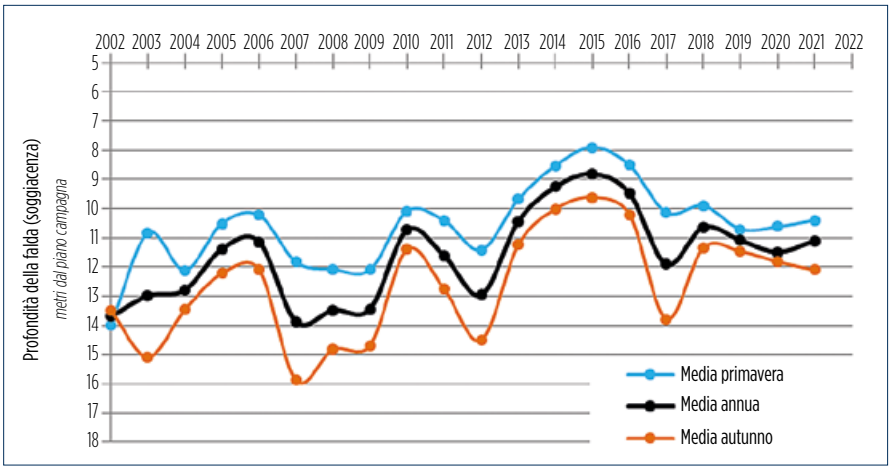


FIG.5 CONOIDI ALLUVIONALI CONFINATE SUPERIORI
Livelli di prime falde confinate in conoide medio-distale (2002-2021).

idrica disponibile, pertanto gli effetti negativi sulla falda stessa si amplificano, ovvero maggiori prelievi e minore ricarica. Il monitoraggio automatico delle falde, che in Emilia-Romagna è disponibile in un numero ridotto di stazioni, circa 38 in tutta la regione, permette di acquisire i livelli di falda con frequenza oraria e giornaliera, e rappresenta lo strumento per verificare nel corso dell'anno in tempo reale l'andamento dei livelli delle principali risorse idriche sotterranee.
Un esempio di monitoraggio automatico dei livelli di falda è rappresentato dalla stazione di Bologna (BOF8-00, *figura 6*) che è ubicata nel corpo idrico confinato superiore della conoide Reno-Lavino. È evidente che nel periodo dalla fine del 2007 al 2021, la profondità minima di falda è stata raggiunta nel periodo 2014-2016 con una differenza di circa 15 metri rispetto ai periodi precedente e successivo. Questa situazione è indubbiamente la sommatoria di un effetto climatico che ha determinato una maggiore ricarica e l'effetto della messa in funzione di infrastrutture del servizio idrico integrato che prelevano una maggiore quantità di acque superficiali riducendo i prelievi da acque sotterranee (Nespoli et al, 2021).
Una diversa elaborazione per box plot mensili dei dati di livello della stessa stazione (*figura 7*), come suggerito nelle linee guida Snpa 3/2017, permette di evidenziare meglio l'andamento dei livelli in tempo reale con l'intera serie storica della stazione nel mese di interesse. È una rappresentazione che permette di individuare una fascia di oscillazione del livello non significativa, dal 25° al 75° percentile, mentre il livello risulta di attenzione quando la profondità di falda supera il 75° percentile. È evidente che l'anno 2016 abbia rappresentato per la stazione e per il corpo idrico uno degli anni di minore approfondimento della falda, mentre il 2017 è stato l'anno in cui è avvenuto il passaggio, dalla primavera all'autunno, da livelli poco profondi a livelli profondi della serie storica fino a raggiungere nell'autunno 2021 i livelli più profondi dal 2007.
Il monitoraggio automatico dei livelli di falda, utilizzando adeguate rappresentazioni per valutare le condizioni critiche per lo stato dei corpi idrici sotterranei, permette di supportare la gestione della risorsa idrica sotterranea nei periodi di crisi idrica e siccità.
Una corretta gestione delle risorse idriche sotterranee permette di mantenere nel lungo periodo lo stato quantitativo buono dei corpi idrici e allo stesso tempo di garantire ai territori una maggiore resilienza ai cambiamenti climatici potendo sostenere i maggiori prelievi di acque durante i periodi siccitosi a condizione però di recuperare nel medio termine il disequilibrio transitorio.

Marco Marcaccio

Arpae Emilia-Romagna

DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Arpae Emilia-Romagna, 2021, *Valutazione dello stato delle acque sotterranee 2014–2019*, a cura di Marco Marcaccio e Daniela Lucchini, Bologna, 114pp, https://bit.ly/3ISX7uE

Nespoli M., Cenni N., Belardinelli M.E., Marcaccio M., 2021, "The interaction between displacements and water level changes due to natural and anthropogenic effects in the Po plain (Italy): the different point of view of Gnss and piezometers", *Journal of Hydrology*, 596, 126112.

Percopo C., Brandolin D., Canepa M., Capodaglio P., Cipriano G., Gafà R., Iervolino D., Marcaccio, M., Mazzola M., Mottola A., Sesia E., Testa M., 2017, *Criteri tecnici per l'analisi dello stato quantitativo e il monitoraggio dei corpi idrici sotterranei*, Linee guida Snpa n. 3/2017 (Isbn 978-88-448-0837-2).

FOTO: FRANCESCO GRAZIOLI - REGIONE ER AIGG

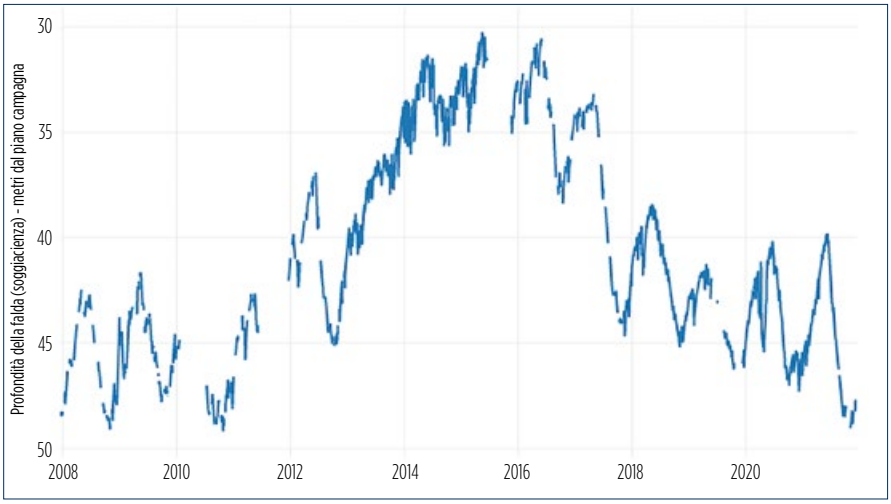


FIG.6 STAZIONE BOF8-00
Livello di falda a Bologna nella stazione BOF8-00 (Conoide Reno-Lavino confinato superiore) (2007-2021).

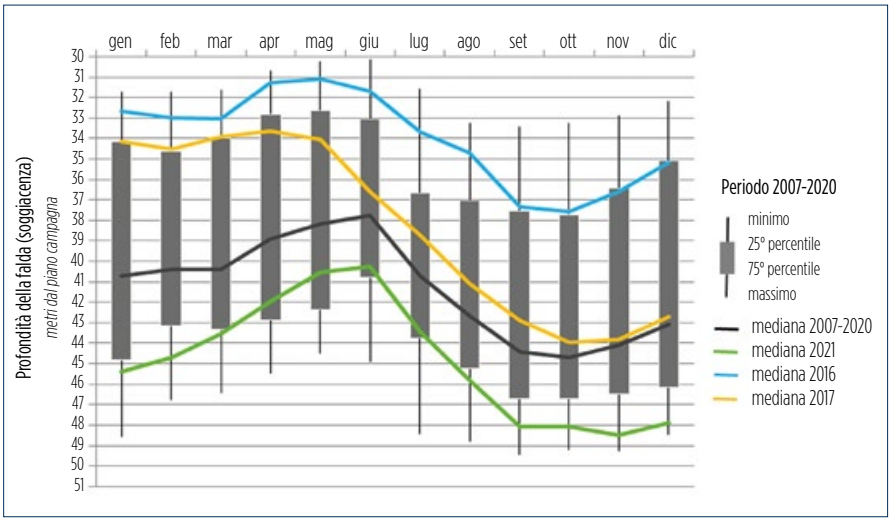


FIG.7 CONOIDE RENO-LAVINO
Elaborazione del livello di falda nella stazione di Bologna BOF8-00 (Conoide Reno-Lavino confinato superiore) (2007-2021).

LA RICARICA CONTROLLATA DELLA CONOIDE DEL MARECCHIA

UN INTERVENTO ATTIVO DAL 2014 IN EMILIA-ROMAGNA PREVEDE L'IMMISSIONE DI ACQUA IN UN LAGO DI UN'EX CAVA, CON OBIETTIVI COORDINATI DI TUTELA DELLA RISORSA IDRICA E DI CONSERVAZIONE DEGLI AMBIENTI NATURALI. UNA RETE DI MONITORAGGIO DEDICATA E LA MODELLISTICA MATEMATICA SUPPORTANO L'INTERO PROGETTO.

Il progetto riguarda la realizzazione di un intervento di ricarica controllata delle falde della conoide alluvionale del fiume Marecchia, situata nella porzione sud-orientale del territorio regionale dell'Emilia-Romagna. In accordo con la Provincia e il Comune di Rimini, il Consorzio di bonifica della Romagna e l'Ente di gestione dei parchi e della biodiversità della Romagna, la Regione Emilia-Romagna ha inizialmente promosso una fase di sperimentazione della durata di due anni condotta da febbraio 2014 a febbraio 2016. Successivamente il progetto è stato sottoposto a procedura di Via, il cui esito positivo ne ha consentito l'avvio nel mese di ottobre 2018.
Tutte le attività relative all'impianto di ricarica, sia in termini realizzativi di completamento e adeguamento sia in termini di regolamentazione del suo esercizio, sono governate da uno specifico protocollo di intesa sottoscritto tra gli enti coinvolti a vario titolo nel progetto (Regione Emilia-Romagna, Comune di Rimini, Ente di gestione per i parchi e la biodiversità della Romagna e Arpae). Il protocollo, scaduto a fine 2021, è attualmente in fase di rinnovo per il sessennio 2022-2027 e prevede di integrare tra i firmatari il Consorzio di bonifica della Romagna e di rinnovare gli specifici ruoli per tutti gli enti partecipanti. Le attività sono coordinate e verificate dal Comitato di attuazione e monitoraggio.
I primi elementi tecnici e di fattibilità del progetto sono stati delineati in uno studio del 2008 che raccolse la sollecitazione del precedente Piano di tutela delle acque (2005) per l'avvio di progetti pilota sulla ricarica controllata delle falde. La scelta ricadde sulla conoide del Marecchia anche a causa del ruolo strategico che questa ha sempre rivestito per l'approvvigionamento idropotabile dell'intero territorio della Romagna, garantendo prelievi annui superiori a 22 milioni di m^3, con punte fino a 27-29 milioni di m^3 in occasione di annate particolarmente siccitose.

1

Oggetto del progetto di ricarica controllata è il lago di ex cava denominato Incal System (*foto 1*) che ha una estensione di 16 ettari ed è situato alla destra idrografica del fiume Marecchia, nella parte alta del Comune di Rimini, verso il confine con Santarcangelo. In questa zona gli acquiferi della conoide del Marecchia sono ancora amalgamati tra loro e affioranti a costituire così la zona di ricarica dell'intera conoide. Un aumento del volume d'acqua nel lago costituirà, quindi, una sicura alimentazione aggiuntiva per la falda sottostante.
Lo schema dell'impianto di ricarica controllata è riportato nella *figura 1*.
L'immissione di acqua nel lago Incal System avviene attraverso il canale consortile dei Mulini che deriva acqua dal fiume Marecchia circa 10 km più a monte, in corrispondenza della traversa di Ponte Verucchio. Il canale dei Mulini scorre parallelamente al fiume fino all'altezza del lago Incal System, dove un sistema di paratoie a movimentazione manuale a cura del Consorzio di bonifica, ne regola la destinazione finale: l'alimentazione al lago Incal, l'alimentazione a un secondo lago immediatamente a monte oppure il possibile rientro dell'acqua nell'alveo del fiume.
Gli accordi prevedono di poter alimentare il lago con acqua proveniente dal fiume Marecchia nel solo periodo non irriguo, per una portata massima di 1 m^3/s nel rispetto del deflusso minimo vitale (Dmv).

Il monitoraggio dedicato

A supporto dell'intero progetto è stata allestita una rete di monitoraggio dei livelli di falda con 20 piezometri/pozzi nell'intorno del lago, 7 dei quali con misure in continuo. Un ulteriore sensore fornisce una stima dei volumi di acqua in transito nel canale di adduzione al lago. Tale rete di monitoraggio, inizialmente definita nella fase di sperimentazione, è stata successivamente confermata in sede di Via e le misurazioni manuali proseguono tuttora con cadenza trimestrale (*figura 1*).
Contestualmente al rilievo manuale è previsto lo "scarico dati" delle centraline dove la rilevazione avviene su base oraria. Per due di queste è già presente un sistema di teletrasmissione dati gestito da Arpae. Il monitoraggio del livello dell'acqua presente nel lago è garantito da due aste idrometriche graduate poste alla base del lago su due quote altimetriche differenti.
Questa rete si innesta all'interno della più ampia rete di monitoraggio quantitativo della conoide del Marecchia, costituita da ulteriori 40 punti con misure disponibili già dai primi anni 2000, gestita

1 Lago di ricarica Incal System, primavera 2019.

inizialmente dalla Provincia di Rimini e ora da Regione Emilia-Romagna e Arpae. Il monitoraggio riguarda anche la componente qualitativa che prevede un totale di 12 punti sui quali avviene il prelievo del campione e la successiva analisi di laboratorio. Di questi, 11 corrispondono a pozzi/piezometri situati nelle vicinanze del lago e per lo più coincidenti con punti di misura del livello, mentre il dodicesimo è dedicato al campionamento delle acque del lago.
Il monitoraggio quali-quantitativo è conforme al Dm 100/2016 che riporta i criteri per l'autorizzazione al ravvenamento artificiale delle falde in funzione del perseguimento degli obiettivi di qualità ambientale imposti dal Dlgs 152/2006.
Il quadro si completa con uno specifico monitoraggio visivo dei livelli del lago e degli ecosistemi presenti, eseguito dall'ente Parco a sostegno dei concomitanti obiettivi di tipo naturalistico, che impongono il mantenimento di un livello ottimale dell'acqua presente nel lago in determinati periodi dell'anno.

La modellistica numerica

Un modello di flusso e trasporto delle acque sotterranee supporta l'intero progetto ed è stato realizzato come una discesa di scala, a partire dal modello già disponibile sull'intera conoide del Marecchia, grazie a verifiche di dettaglio dedicate e ad adeguamenti tecnologici necessari. Il modello locale copre un'area di 5 km^2 nell'intorno del lago di ricarica, con uno sviluppo in verticale fino a 130 metri di profondità dal piano campagna. Opportuni moduli del codice di calcolo (*Modflow*) sono stati implementati per descrivere nel dettaglio il comportamento del fiume, del lago e del loro rapporto con la falda sottostante. Il modello rende possibile il confronto tra le diverse situazioni in atto (stato della falda alto o basso, ricarica controllata attiva/disattiva, rapporto falda/fiume/lago) al fine di valutare l'effettivo contributo di quanto artificialmente indotto sul comportamento del sistema, sia in termini di innalzamenti piezometrici sia in termini di bilancio idrogeologico e, in definitiva, avere una valutazione oggettiva dell'efficienza dell'impianto così costituito. Obiettivo finale della modellistica è il supporto e l'ottimizzazione della gestione dell'impianto nella fase a regime.

I risultati

In *figura 2* è riportato il teleidrometro installato nel tratto del canale dei Mulini compreso tra le paratoie e l'ingresso al lago. La lettura del livello idrometrico avviene con cadenza oraria e la presenza di una scala di deflusso e opportune procedure di controllo e validazione del dato rilevato consentono una stima del volume di acqua in ingresso al lago. Questo sistema di misurazione ha permesso di valutare i volumi complessivi di ricarica controllata operati dall'inizio della sperimentazione (febbraio 2014) a oggi. Il volume complessivo ricaricato dal 2014 al 2019 è di poco superiore ai 9 milioni di metri cubi, con il dettaglio di ripartizione riferito agli anni solari riportato nella *tabella 1*.
La modellistica delle acque sotterranee permette, attraverso il bilancio del lago,

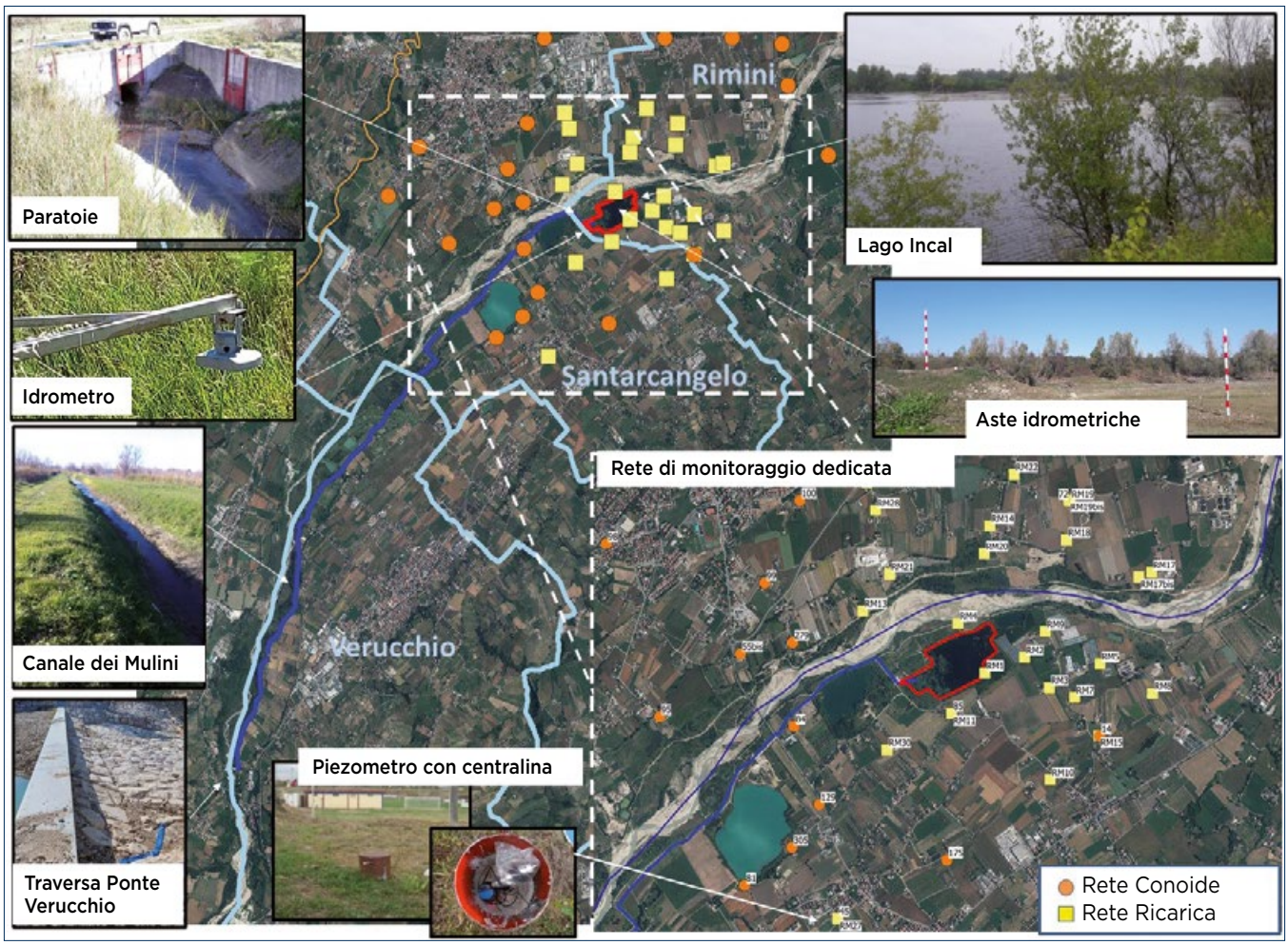


FIG. 1 IMPIANTO DI RICARICA
Schema dell'impianto di ricarica controllata delle falde del fiume Marecchia.

di porre in relazione i quantitativi di acqua in ingresso al lago con quelli che dal lago alimentano la falda. Il tutto è la risultante della dinamica di interazione che il modello è in grado di ricostruire tra il lago, il fiume Marecchia e la falda sottostante. Nella *tabella 1* sono riportati i dati del bilancio riferibili a ciascuna annualità compresa tra il 2014 e il 2018, unitamente ai livelli del lago a inizio e fine di ogni periodo.
I primi due anni si chiudono con un livello del lago inferiore rispetto all'inizio di ciascun anno. Il corrispondente volume di acqua è "perso" a favore della falda che riceve anche il volume annuo complessivo immesso nel lago attraverso il canale dei Mulini. Nei tre anni successivi si assiste invece a un aumento progressivo del livello del lago. In questo caso non tutta l'acqua immessa attraverso il canale dei Mulini va ad alimentare la falda, ma in parte rimane all'interno del lago aumentandone il volume immagazzinato. Un'analisi più di dettaglio evidenzia all'interno di ogni anno un ciclo di innalzamento e di abbassamento del livello del lago che in alcune situazioni ne provoca il completo anche se temporaneo prosciugamento.

	Dato da monitoraggio	Dato da modello matematico			
Anno	Acqua immessa nel lago dal Canale dei Mulini (milioni di m³)	Livello del lago a inizio anno (m s.l.m.)	Volume di acqua del lago che alimenta la falda (milioni di m³)	Variazione di volume acqua presente nel lago (milioni di m³)	Livello del lago a fine anno (m s.l.m.)
2014	1,45	29,8	1,52	-0,08	29,4
2015	0,85	29,4	1,35	-0,50	26,0
2016	2,87	26,0	2,81	0,05	26,5
2017	0,68	26,5	0,50	0,18	27,8
2018	1,44	27,8	1,28	0,15	28,7
Totale 2014/18	**7,28**		**7,47**	**-0,18**	
2019	1,91				
Totale 2014/19	**9,19**				

TAB. 1
RICARICA

Volumi annui di ricarica in ingresso e bilancio del lago.

Il progetto all'interno della pianificazione regionale

Considerato l'esito positivo della sperimentazione svolta nel periodo 2014-2016, la Regione Emilia-Romagna ha deciso di rendere la ricarica un intervento a sistema, inserendola nel programma di misure del Piano di gestione del distretto idrografico dell'Appennino settentrionale 2015-2021, per il corpo idrico "Conoide Marecchia–libero". La ricarica, come misura, è finalizzata al raggiungimento dello stato ambientale buono di questo corpo idrico, che presenta uno stato quantitativo "scarso" dovuto allo squilibrio tra ricarica e prelievo e uno stato chimico "scarso" per la presenza di nitrati. Rientra anche tra gli interventi previsti dal contratto di fiume Marecchia che, attraverso il Piano d'azione, definisce una strategia di riqualificazione integrata e di gestione partecipata nell'intero bacino per rispondere alle esigenze del territorio e affrontare in modo coordinato la tutela della risorsa acqua e degli ambienti naturali. Il lago Incal System riveste infatti un importante rilievo ecologico all'interno del sito Natura 2000 denominato "Montebello, Torriana e fiume Marecchia" i cui obiettivi di conservazione dell'habitat naturale delle specie acquatiche devono essere necessariamente integrati nelle procedure operative di gestione dell'impianto di ricarica.
Come detto, il Piano di gestione di distretto idrografico è in corso di aggiornamento e si stanno valutando altri corpi idrici che presentano criticità per lo stato quantitativo sui quali si potrebbe applicare la stessa misura di ricarica in condizioni controllate.

Andrea Chahoud[1], Immacolata Pellegrino[2], Paolo Severi[2]

1. Arpae Emilia-Romagna
2. Regione Emilia-Romagna

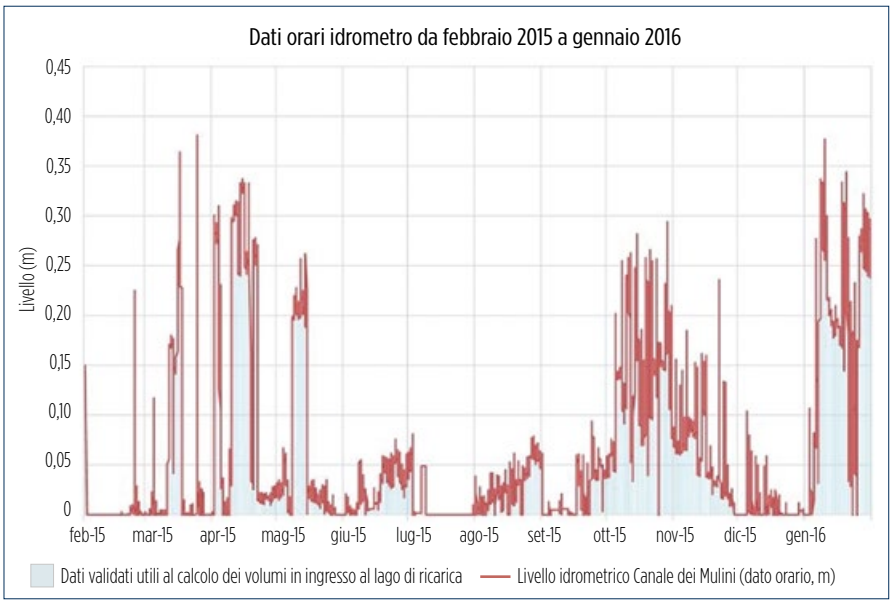


FIG. 2 MONITORAGGIO
Monitoraggio dei volumi di acqua in ingresso al lago di ricarica. Dati orari del secondo anno di sperimentazione. A destra, foto dell'idrometro.

QUALITÀ DELL'ACQUA E RUOLO DELLE AGENZIE AMBIENTALI

LINEE GUIDA, PROTOCOLLI DI CAMPIONAMENTO DELLE ACQUE SUPERFICIALI, NUOVI PARAMETRI DA MONITORARE SONO TRA GLI STRUMENTI IN POSSESSO DELLE AGENZIE AMBIENTALI PER CONTROLLARE LO STATO CHIMICO ED ECOLOGICO DEI FIUMI, PER UNA GRADUALE RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO E LA TUTELA DELLO STATO DEI SISTEMI ACQUATICI.

Il monitoraggio dello stato dell'ambiente nelle sue molteplici matrici, la diffusione dei dati e delle conoscenze da esso risultanti e la gestione del Sistema informativo nazionale ambientale sono tra i compiti istituzionali attribuiti dalla legge 132/2016 al Sistema nazionale a rete per la protezione dell'ambiente (Snpa) costituito da Ispra e dalle Agenzie ambientali, che lo attuano sui rispettivi territori di competenza regionale e di provincia autonoma.
I dati e le informazioni che derivano da queste attività messe in carico alle Arpa sono il riferimento tecnico ufficiale che deve essere utilizzato ai fini delle attività di competenza della pubblica amministrazione (art. 3 comma 4).
Per quanto riguarda la matrice acqua, gli obiettivi e le modalità del monitoraggio sono fissati dalla direttiva 2000/60/CE, che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque ai fini della gestione delle risorse idriche e della tutela delle acque interne superficiali (fluviali e lacustri), sotterranee, di transizione e marino-costiere con l'obiettivo principale di assicurare la graduale riduzione dell'inquinamento e di proteggere e migliorare lo stato degli ecosistemi acquatici.
Nell'ambito delle attività di implementazione e recepimento della direttiva 2000/60/CE sono state avviate, a livello nazionale per due volte, prima come Apat e successivamente come Ispra, alcuni programmi di lavoro finalizzati all'adeguamento dei metodi per la classificazione dei corpi idrici in conformità con quanto indicato dalla direttiva. L'aggiornamento dei metodi e la necessità di rendere comparabili i dati derivanti dall'applicazione del nuovo paradigma di monitoraggio ambientale su tutto il territorio nazionale hanno richiesto un forte coordinamento all'interno del Sistema delle Agenzie.
Si sono costituiti gruppi di lavoro con rappresentanti delle Agenzie (Arpa/Appa) e degli istituti di ricerca nazionali

(Irsa-Cnr, Iss, Enea) con il compito di revisionare e predisporre protocolli di campionamento per gli elementi di qualità biologica e per il campionamento dei parametri chimico-fisici a sostegno degli elementi biologici, che ha portato alla redazione di prodotti quali le linee guida Mlg 111/2014 "*Metodi biologici per le acque superficiali interne*".
L'adeguamento alla direttiva 2000/60/CE, con lo sviluppo dei nuovi protocolli di campionamento per gli elementi di qualità dei corsi d'acqua superficiali e la conseguente introduzione di nuovi parametri da monitorare, comporta un notevole sforzo operativo da parte del Sistema agenziale nel campo del monitoraggio biologico.
Al fine di operare in modo coerente sul territorio nazionale, Ispra e le Agenzie hanno provveduto alla produzione di linee guida, quali, per il monitoraggio delle acque, le Mlg 116/2014 "*Progettazione di reti e programmi di monitoraggio delle acque ai sensi del Dlgs 152/2006 e relativi decreti attuativi*" di cui è previsto un ulteriore aggiornamento.
Per la valutazione dello stato dell'arte dell'applicazione della direttiva nel nostro Paese sono state effettuate due successive indagini, la prima nel 2010 che ha prodotto il rapporto 150/2011 Ispra/Arpa/Appa "*Stato di implementazione della direttiva 2000/60/CE in Italia – Risultati della rilevazione effettuata presso le Arpa/Appa*".
La seconda con il Tavolo istruttorio del Consiglio (Tic) 2 "Controlli e monitoraggi" – team corpi idrici, coordinato da Arpae Emilia-Romagna, che ha prodotto nel report Snpa n. 19/2021 una ricognizione dello stato del monitoraggio, dell'applicazione dei criteri di classificazione e delle attività di reporting a scala nazionale per le acque interne con aggiornamento agli anni 2019-2020.
Il confronto tra le due indagini ha messo in evidenza come le Agenzie abbiano notevolmente migliorato e implementato negli anni le attività di monitoraggio anche se rimangono molte divergenze sulle modalità applicative riguardanti tutte e tre le categorie di acque fluviali, lacuali e sotterranee. Questo ci porta a sottolineare l'importanza della definizione dei Lepta (livelli essenziali delle prestazioni tecniche ambientali) che dovranno essere individuati per le diverse matrici ambientali ai sensi dell'art. 9 della legge istitutiva dell'Snpa e che costituiscono il principale riferimento normativo per garantire uniformità delle prestazioni tecniche e priorità da assegnare nella pianificazione delle attività.

Applicazione della direttiva quadro al monitoraggio delle acque in Italia

La direttiva 2000/60/CE è stata recepita in Italia con il Dlgs 152/2006 "Norme in materia ambientale", cui sono seguiti numerosi decreti attuativi, tra cui il Dm 260/2010 sulla classificazione dei corpi idrici. Infine in attuazione della direttiva 2013/39/UE, che modifica la direttiva 2000/60/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque, è stato emanato il Dlgs 172/2015, il quale aggiunge dodici nuove sostanze inquinanti alle 33 sostanze prioritarie già individuate per le acque superficiali; rivede i livelli di concentrazione di altre sette sostanze già incluse nell'elenco delle sostanze prioritarie; riscrive gli articoli 74 (definizioni) e 78 (standard di qualità ambientale per le acque superficiali); modifica l'allegato I alla parte terza del Dlgs 152/2006 indicando il 2021 come l'anno in cui raggiungere l'obiettivo di buono stato chimico delle acque in riferimento alle sostanze già individuate precedentemente e il 2027 per le 12 nuove sostanze.

Il disposto normativo comunitario prevedeva infatti il raggiungimento entro il 2015 dell'obiettivo "buono" per ogni corpo idrico – inteso come subunità coerente all'interno del bacino idrografico a cui si devono applicare gli obiettivi ambientali della direttiva – attraverso la predisposizione dei Piani di gestione dei distretti idrografici (Pdg).

Per quanto riguarda le acque superficiali, l'obiettivo di buono è da conseguirsi come risultato sia dello stato ecologico sia dello stato chimico (*figura 1*).

Lo stato ecologico è la misura degli effetti dell'attività umana sugli ecosistemi acquatici ed è espresso mediante la valutazione dello "stato di salute" delle comunità vegetali e animali che li popolano (elementi di qualità biologici), supportata da elementi idromorfologici e fisico-chimici. Gli elementi di qualità biologica sono rappresentati dalle caratteristiche tipiche di un ecosistema acquatico che possono essere misurate, come la presenza e l'abbondanza delle diverse specie dei macroinvertebrati bentonici, la presenza e l'abbondanza delle macrofite, del fitoplancton, del fitobenthos e della fauna ittica.

Gli elementi chimici a sostegno dello stato ecologico comprendono i parametri fisico-chimici di base, in particolare nutrienti e ossigeno disciolto, elaborati attraverso il calcolo dell'indice Limeco per i fiumi e Ltleco per i laghi (Dm 260/10, all. 1) e gli inquinanti specifici non prioritari, comprendenti la maggior parte dei fitofarmaci, normati dal Dlgs 172/2015 in tab. 1/B, per i quali sono da rispettare i previsti standard di qualità ambientale espressi come concentrazione media annua (Sqa-Ma). Lo stato ecologico viene espresso in cinque classi di qualità, a ognuna delle quali è associato un colore e un giudizio da "elevato" a "cattivo", che rispecchiano il progressivo allontanamento rispetto a condizioni di riferimento naturali e inalterate da attività antropica.

Per i corpi idrici naturali, le condizioni di riferimento sono quelle in cui il disturbo antropico sugli elementi di qualità chimico-fisica, idromorfologica e biologica di un corso d'acqua risulta essere assente o presente in maniera molto ridotta. Le condizioni di riferimento forniscono quindi una base rispetto alla quale misurare gli effetti delle attività umane pregresse e attuali in relazione a ogni corpo idrico.

Come richiesto dalla direttiva si sono effettuati esercizi di intercalibrazione a livello europeo per assicurare che lo stato ecologico buono per i corpi idrici rappresentasse lo stesso livello di qualità ecologica in tutti gli Stati membri europei. L'intercalibrazione, applicata a tutti gli indici dopo che questi hanno superato il processo di validazione, rappresenta una reale taratura dei limiti

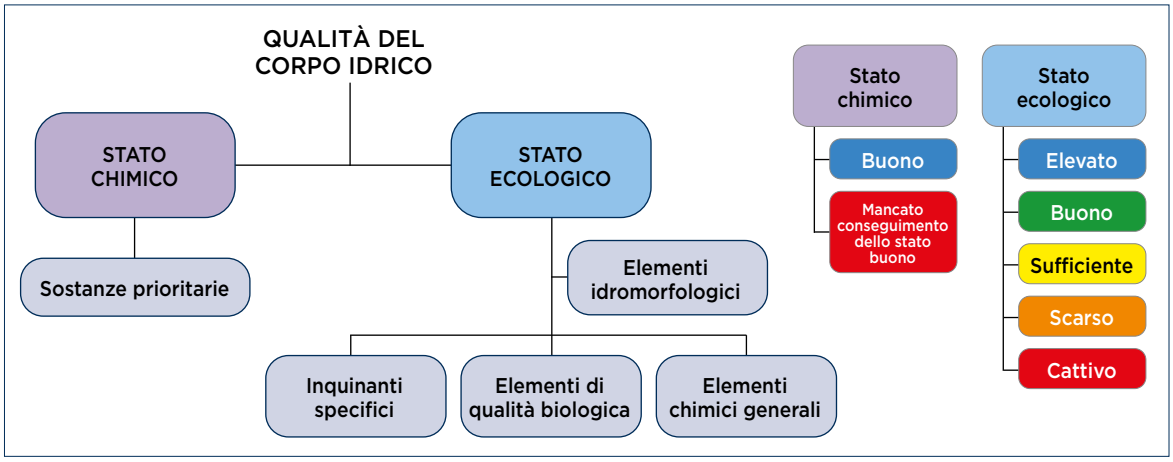


FIG. 1
QUALITÀ
CORPO IDRICO

L'obiettivo "buono" per un corpo idrico superficiale è da conseguirsi come risultato di stato chimico e stato ecologico.

adottati per le classi di qualità ottimo/buono/moderato, armonizzata a livello comunitario.
Lo stato chimico dei corpi idrici è invece determinato a partire dall'elenco di sostanze considerate prioritarie a scala europea, normato dal Dlgs 172/2015 in tab.1/A, per le quali sono da rispettare i previsti standard di qualità ambientale espressi come concentrazione media annua (Sqa-Ma) e, dove previsti, come concentrazione massima ammissibile (Sqa-Cma).
Per alcune sostanze bioaccumulabili è prevista la determinazione sul biota (pesci o crostacei). La classe di stato chimico è espressa da due classi di qualità: "buono" e "mancato conseguimento dello stato buono", rappresentate rispettivamente in colore blu e in colore rosso. Una particolare attenzione è riservata ai cosiddetti inquinanti emergenti (tra cui antibiotici, ormoni, pesticidi, filtri solari) oggetto di osservazione per un periodo dinamico di 4 anni all'interno di una *watch list* al fine di valutarne l'inserimento nel monitoraggio ordinario; tra quelli di recente introduzione in normativa, i composti perfluoroalchilici stanno evidenziando particolare diffusione nelle acque superficiali.
I programmi di monitoraggio dei corpi idrici sono parte integrante dei Piani di gestione e hanno durata sessennale al fine di restituire il quadro conoscitivo dello stato delle acque e l'effetto delle misure di risanamento intraprese, a supporto del ciclo di pianificazione successiva.
L'aggiornamento del quadro conoscitivo realizzato per ogni Pdg comporta anche la revisione delle reti di monitoraggio in funzione delle modifiche normative e dei risultati del ciclo pregresso, in particolare in funzione del rischio dei corpi idrici di fallire il raggiungimento dell'obiettivo di qualità: il programma di monitoraggio da realizzarsi ai sensi della direttiva acque sarà "di sorveglianza", con frequenza minima sessennale su tutti gli elementi di qualità, per i corpi idrici non a rischio, mentre per i corpi idrici a rischio sarà "operativo", con ciclo triennale e frequenza chimica annuale con la possibilità di selezionare gli elementi di qualità più critici in relazione alle pressioni incidenti. La normativa prevede inoltre l'individuazione di una "rete nucleo" per la valutazione delle variazioni a lungo termine in condizioni naturali o risultanti da una diffusa attività antropica, con monitoraggio di sorveglianza triennale.
Per le acque superficiali, la classificazione finale sessennale è costruita a partire dai risultati di due cicli di monitoraggio triennale in cui è organizzato il monitoraggio, con modalità non definite in modo univoco dalla norma e differenziate sul territorio nazionale, come evidenziato nel report Snpa n. 19/2021 "A*ttuazione della direttiva 2000/60/CE corpi idrici fluviali, lacustri e sotterranei. Risultati della rilevazione effettuata presso le Arpa/Appa 2020-2021*": pur tenendo conto di tutti i risultati acquisiti nel sessennio, di massima il triennio più recente risulta predominante, in quanto rappresentativo delle dinamiche recenti sia dello stato dei corpi idrici sia degli adempimenti alla recente evoluzione normativa.
Al fine di produrre risultati quanto più confrontabili e strutturati a livello di bacino idrografico, le agenzie che ricadono nell'ambito del distretto padano hanno preso accordi specifici per il monitoraggio dei corpi interregionali e in particolare è stato istituito un tavolo di coordinamento per il monitoraggio del fiume Po al fine di definirne le modalità, i tempi, le sostanze da analizzare e armonizzarne le procedure di classificazione in tutti i corpi idrici dell'asta fluviale di diversa competenza regionale.
Per quanto riguarda il distretto padano, i risultati complessivi del periodo di monitoraggio 2014-19 sono ora confluiti nel quadro conoscitivo generale del Pdg 2021-27 in pubblicazione a dicembre 2021.
Tra gli elementi che maggiormente incidono sul mancato raggiungimento del buono stato ecologico (per i numerosi corpi idrici di pianura identificabili come fortemente modificati o artificiali si parla di "potenziale ecologico", normato dal Dd 341/Sta del 30 maggio 2016), pur con le diversità che caratterizzano i diversi bacini idrografici, spiccano le alterazioni morfologiche degli alvei e dell'uso del suolo nelle aree di pertinenza fluviale che determinano una forte riduzione e banalizzazione degli habitat acquatici; nelle aree appenniniche a questo si somma una estremizzazione della discontinuità idrologica dei regimi torrentizi in conseguenza dei cambiamenti climatici in atto che condiziona la possibilità di colonizzazione da parte delle comunità biologiche, in particolare dei macroinvertebrati bentonici.
Per quanto riguarda lo stato chimico, l'attenzione è rivolta in particolare agli inquinanti emergenti e in particolare ai composti ubiquitari, persistenti o bioaccumulabili, che per la loro capacità di diffusione e permanenza nell'ambiente rappresentano una sfida su scala globale.

FOTO: LAURA CONTARDI – CC BY 4.0

Daniela Lucchini[1], Silvia Franceschini

Centro tematico regionale Sistemi idrici, Arpae Emilia-Romagna
1. Responsabile

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Ispra/Snpa, 2014, *Progettazione di reti e programmi di monitoraggio delle acque ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e relativi decreti attuativi*, Manuali e linee guida 116/2014, https://bit.ly/MLG116-2014

Snpa, 2021, *Attuazione della direttiva 2000/60/CE corpi idrici fluviali, lacustri e sotterranei. Risultati della rilevazione effettuata presso le Arpa/Appa 2020-2021*, www.snpambiente.it/wp-content/uploads/2021/06/Rapporto_19_2021.pdf

ARPAE A SUPPORTO DEI PIANI DI SICUREZZA DELL'ACQUA

ARPAE RIVESTE UN RUOLO STRATEGICO NELL'ELABORAZIONE DEI PIANI DI SICUREZZA DELL'ACQUA, METTENDO A DISPOSIZIONE I DATI E LE CONOSCENZE DERIVANTI DAL MONITORAGGIO DEI CORPI IDRICI SUPERFICIALI E SOTTERRANEI E LE PRESSIONI ANTROPICHE PRESENTI CHE POSSONO METTERNE A RISCHIO LA QUALITÀ.

La nuova direttiva europea 2020/2184 sulle acque potabili, che dovrà essere recepita dagli stati membri entro il 12 dicembre del 2023, introduce un nuovo approccio al monitoraggio dell'acqua basato sull'individuazione dei rischi e sulla gestione di tutta la catena di approvvigionamento dell'acqua potabile (dall'approvvigionamento fino al rubinetto). Tale approccio dovrebbe basarsi sulle conoscenze acquisite e sulle azioni attuate nel quadro della direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio e dovrebbe tenere maggiormente conto dell'impatto dei cambiamenti climatici sulle risorse idriche.
Una valutazione del rischio che dovrebbe comportare i seguenti elementi:
- valutazione dei bacini idrografici per i punti di estrazione di acque destinate al consumo umano
- valutazione e gestione del rischio di ogni sistema di fornitura che include estrazione, trattamento, stoccaggio e distribuzione di acque potabili fino al punto di erogazione
- valutazione del rischio dei sistemi di distribuzione domestici.

I Piani di sicurezza dell'acqua (Psa o *Water safety plans*, Wsp) sono già stati introdotti nella normativa italiana con il decreto del Ministero della Salute del 14/06/2017 e rappresentano lo strumento più efficace per garantire la fornitura ai consumatori di acqua potabile sicura e di elevata qualità.
I Psa superano il tradizionale approccio gestionale basato sugli esiti del piano di controllo, a favore di un approccio preventivo e proattivo basato sulla valutazione e gestione del rischio e con la nuova direttiva europea delle acque potabili sono consolidati.
L'approccio basato sul rischio dovrebbe garantire la continuità dello scambio di informazioni tra le autorità competenti e i fornitori di acqua.
In Emilia-Romagna alcuni enti gestori del servizio idrico integrato (Sii) hanno iniziato a elaborare, a fine 2019, i primi Piani di sicurezza dell'acqua delle zone di fornitura ai sensi ai sensi del decreto del Ministero della Salute 14 giugno 2017, applicando i principi delle *"Linee guida per la valutazione e gestione del rischio nella filiera delle acque destinate al consumo umano secondo il modello dei Water safety plan"* (Rapporto Istisan 14/21).
Per ogni Psa viene costituito un team multidisciplinare coordinato dal gestore del servizio idrico integrato e con rappresentanti di diversi enti:
- azienda Usl territorialmente competente
- Arpae
- Regione Emilia-Romagna
- Atersir (Agenzia territoriale dell'Emilia-Romagna per i servizi idrici e rifiuti)
- Comuni, associazioni di consumatori ed eventuali *stakeholder*.

Arpae mette a disposizione le conoscenze ambientali al fine di individuare correttamente le pressioni antropiche e gli impatti che potenzialmente possono costituire dei pericoli per il sistema idrico. La conoscenza delle caratteristiche di qualità dei corpi idrici (superficiali e sotterranei) derivante dal monitoraggio ambientale, congiuntamente alle pressioni antropiche presenti nelle diverse zone del territorio, permettono di perfezionare l'analisi di rischio, attribuendo probabilità

Provincia	Numero di Psa avviati/conclusi
Piacenza	1
Parma	1
Reggio Emilia	1
Modena	5
Bologna	6
Ferrara	3
Ravenna	3
Forlì-Cesena	2
Totale	**22**

TAB. 1 PIANI DI SICUREZZA DELL'ACQUA
Psa avviati/conclusi in Emilia-Romagna nel periodo 2019-2021.

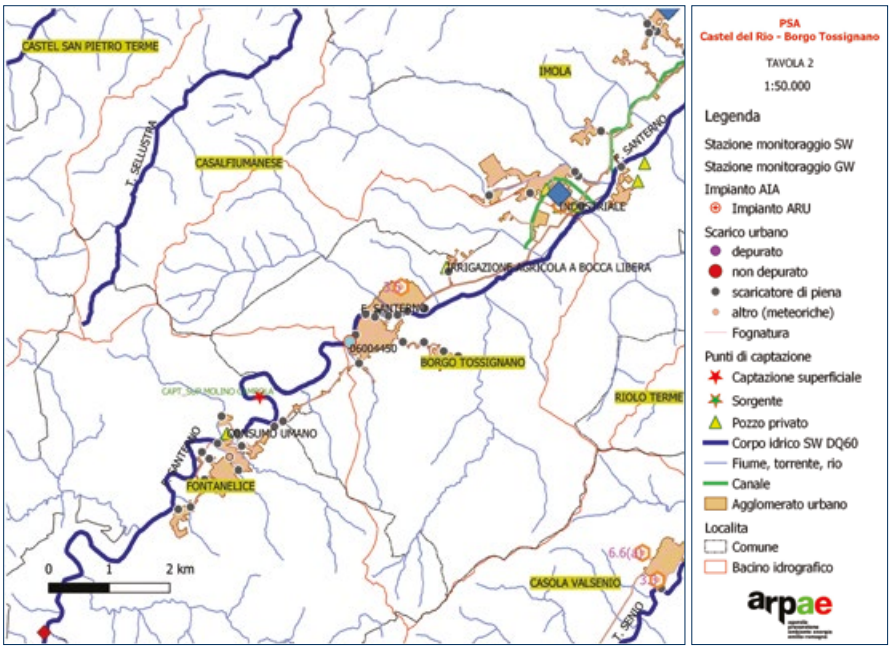


FIG. 1 PIANI DI SICUREZZA DELL'ACQUA
Schema delle pressioni del Psa di Castel del Rio - Borgo Tossignano (BO).

e gravità alle diverse tipologie degli eventi pericolosi individuati.
Negli ultimi 3 anni (2019-2021) sono stati avviati e conclusi numerosi Psa in diversi ambiti territoriali (*tabella 1*) che hanno interessato vari gestori del Sii, applicati ad acquedotti con diverse tipologie di approvvigionamento idrico (acque superficiali, acque sotterranee, sorgenti, laghetti) e di complessità (da quelli al servizio di piccole comunità a quelli che interessano le principali città della Regione).
Arpae ha partecipato e partecipa attivamente a ogni Psa, analizzando e mettendo a disposizione le informazioni più aggiornate relativamente allo stato ambientale dei corpi idrici dove sono ubicate le zone di approvvigionamento degli acquedotti, e le criticità rilevate nell'ambito del monitoraggio stesso, di tipo chimico, biologico e microbiologico. Vengono infatti condivise le conoscenze e i modelli concettuali di interazione delle acque superficiali e di quelle sotterranee, oltre a fornire le serie storiche dei dati di monitoraggio rilevati in ciascuna stazione, superficiale e sotterranea, per i diversi parametri chimici, dai metalli alle sostanze clorurate e aromatiche, ai fitofarmaci, alle sostanze perfluoroalchiliche e in alcuni casi anche le sostanze emergenti.
Nelle zone di fornitura vengono esaminate le informazioni relative alle pressioni antropiche, sia di tipo puntuale (ad esempio scarichi o siti industriali georeferenziati) sia di tipo diffuso, derivanti ad esempio dall'utilizzo di fertilizzanti e fitofarmaci nei terreni, utilizzati nelle pratiche colturali e agricole dei diversi territori.
La *figura 1* rappresenta un esempio di analisi delle pressioni antropiche (v. *box*) individuate nel territorio del Psa della zona di fornitura di Borgo Tossignano (BO), utilizzando le informazioni ambientali che possono essere consultate attraverso il geoportale di Arpae (https://bit.ly/geoportale-Arpae).

Il Psa rappresenta quindi un ottimo strumento conoscitivo e di gestione finalizzato alla riduzione dei rischi di depauperamento e deterioramento della qualità della risorsa idrica nelle diverse fasi che vanno dalla fonte al rubinetto.
Il recepimento in Italia della nuova direttiva Acque potabili potrà solo rafforzare ulteriormente il ruolo dei Piani di sicurezza dell'acqua, come strumento nel quale vengono messe a sistema le conoscenze disponibili presso i gestori del servizio idrico integrato, gli enti di controllo (Ausl, Arpae), Atersir e altri stakeholder (Comuni, società degli asset ecc.). Il Psa rappresenta pertanto il luogo nel quale consolidare una conoscenza condivisa e trasparente nelle modalità di gestione dei sistemi idrici, finalizzata a ridurre gli eventi pericolosi, secondo una scala di priorità e criteri di accettabilità, a vantaggio della sicurezza e qualità dell'acqua.

Emanuele Dal Bianco, Gisella Ferroni, Marco Marcaccio

Centro tematico regionale Sistemi idrici, Arpae Emilia-Romagna

FOTO: M.MACCARELLI – CC BY-NC-ND 4.0

TIPOLOGIE DI PRESSIONI

Pressioni puntuali

- Pressioni provenienti dal sistema fognario-depurativo al servizio degli agglomerati urbani (in cui sono presenti determinanti di origine civile, industriale e turistico-ricreativo), riconducibili a potenziali fonti di inquinamento di tipo puntuale come gli impianti di depurazione (dai livelli più semplici quali le fosse Imhoff a quelli più complessi a fanghi attivi, fino a quelli dotati di linee idonee a ridurre i nutrienti dallo scarico e a disinfettare le acque reflue), reti non depurate, scolmatori di piena che si attivano durante i periodi di pioggia.

- Pressioni derivanti dalle aziende produttive inserite nell'elenco di quelle soggette ad autorizzazione integrata ambientale (Aia): in questo elenco ricadono le aziende più significative dal punto di vista ambientale e per le quali le autorizzazioni devono prendere in considerazione gli impatti sull'ambiente nella loro interezza, comprendendo emissioni in aria, acqua e suolo, produzione di rifiuti, utilizzo di risorse, efficienza energetica, rumore, radiazioni, vibrazioni, prevenzione degli incidenti e ripristino del sito dopo la chiusura, con lo scopo di conseguire un'elevata protezione dell'ambiente nel suo complesso. In merito al mantenimento della quantità della risorsa idrica bisogna anche tenere conto dei prelievi da opere di presa (pubbliche e private) concessionati dagli enti preposti.

Pressioni diffuse

- L'uso del suolo (aree agricole coltivate: colture estive, colture autunno vernine, prati e medica, colture estive molto precoci, colture autunno vernine molto tardive, vite, olivo, fruttiferi) è aggiornato annualmente in base al telerilevamento Colt, un sistema, attivo in Emilia-Romagna dalla campagna agraria 2007/2008, che permette di individuare tempestivamente le colture presenti sul territorio e di stimare fabbisogni idrici e irrigui nell'area della pianura emiliano-romagnola.

- Le aziende agricole di notevoli dimensioni con autorizzazione Aia classificate nella categoria Ippc 6 "Altre attività agroalimentari" e in particolare nella categoria 6.6 relativa agli allevamenti.

- I siti contaminati in riferimento a tutte quelle aree nelle quali, in seguito ad attività umane pregresse o in corso, è stata accertata un'alterazione delle caratteristiche qualitative delle matrici ambientali suolo, sottosuolo e acque sotterranee tale da rappresentare un rischio per la salute umana.

- La subsidenza quale fenomeno di abbassamento del suolo che può avere cause naturali, legate a processi geologici, e cause artificiali o antropiche legate alle azioni dell'uomo.

DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Direttiva (UE) 2020/2184 del Parlamento europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2020 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano.

Decreto del Ministero della Salute del 14/06/2017, *Recepimento della direttiva (UE) 2015/1787 che modifica gli allegati II e III della direttiva 98/83/CE sulla qualità delle acque destinate al consumo umano. Modifica degli allegati II e III del decreto legislativo 2 febbraio 2001, n. 31. (17A05618) (GU Serie Generale n.192 del 18-08-2017).*

Rapporto Istisan 14/21, *Linee guida per la valutazione e gestione del rischio nella filiera delle acque destinate al consumo umano secondo il modello dei Water safety plan (Piani di sicurezza dell'acqua - Psa).*

USO E STATO DEGLI INVASI IN EMILIA-ROMAGNA

IL MONITORAGGIO DELLO STATO QUALITATIVO DEI LAGHI RIENTRA NELLE ATTIVITÀ DEL PIANO DI GESTIONE PREVISTO DAGLI ADEMPIMENTI RICHIESTI DALLA DIRETTIVA EUROPEA SULLE ACQUE. ENTRO IL 2027 TUTTI I CORPI IDRICI DEVONO ESSERE CLASSIFICATI COME "BUONO", OBIETTIVO GIÀ RAGGIUNTO PER LO STATO CHIMICO, NON ANCORA PER QUELLO ECOLOGICO.

L'Appennino tosco-emiliano risulta essere ricco di laghi naturali di piccole dimensioni, di origine glaciale di età quaternaria, ma anche di bacini artificiali realizzati dall'uomo per uso plurimo come idroelettrico, potabile e irriguo. Molti di questi laghi/invasi rientrano in aree protette, quali parchi nazionali (Foreste casentinesi e dell'Appennino tosco-emiliano) o parchi regionali (Alto Appennino modenese, Laghi Suviana e Brasimone, Valli del Cedra e del Parma) diventando un patrimonio naturale molto apprezzato dai turisti sia per la valenza naturale sia per le attività sportive praticabili.
Un patrimonio naturale che deve essere tutelato dal punto di vista ambientale anche per la qualità delle sue acque.
La normativa sulla tutela delle acque superficiali trova il suo principale riferimento nella direttiva quadro europea Acque 2000/60/CE (Dqa), che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque e prevede il conseguimento di obiettivi minimi di qualità ambientale per i corpi idrici significativi. Un nuovo modello per la gestione integrata delle acque (distretti idrografici) dove, per ciascun distretto idrografico è prevista la predisposizione di un piano di gestione (Pdg). In Emilia-Romagna il bacino idrografico di riferimento è il distretto idrografico del fiume Po. Obbligo per i Paesi membri era raggiungere al 2015 (ora posticipato al 2027) e in seguito mantenere, per tutti i corpi idrici, lo stato almeno "buono" e nel contempo, garantire il mantenimento dello stato "elevato", qualora raggiunto. Gli obiettivi sono definiti in funzione della capacità dei corpi idrici di mantenere i processi naturali di autodepurazione e di supportare comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate; la direttiva in Italia è stata recepita dal Dlgs 152/06 e dai suoi decreti attuativi, il Dm 260/10 e il Dlgs172/15.
Uno dei principi innovativi della Dqa consiste nel riferirsi al contesto geografico naturale cui i corpi idrici superficiali appartengono: questo processo richiede da un lato l'individuazione dei differenti tipi lacustri e dall'altro la definizione delle condizioni di riferimento tipo-specifiche, che rappresentano uno stato corrispondente a condizioni indisturbate o con disturbi antropici molto lievi.
La Regione Emilia-Romagna ha così individuato, secondo i criteri dettati dalla Dqa, i corpi idrici lacustri significativi, afferenti al distretto idrografico del fiume Po che rappresentano, con le stazioni di controllo, la rete regionale di monitoraggio delle acque lacustri (Dgr 350/10). Nessun lago naturale corrisponde ai criteri indicati, ma solo cinque invasi con superficie di almeno 0,5 km², ai quali è stata assegnata una tipologia in funzione dell'area geografica di appartenenza, di descrittori morfometrici (quota, profondità e superficie di regolazione), tipologia di substrato, conducibilità e stratificazione termica:

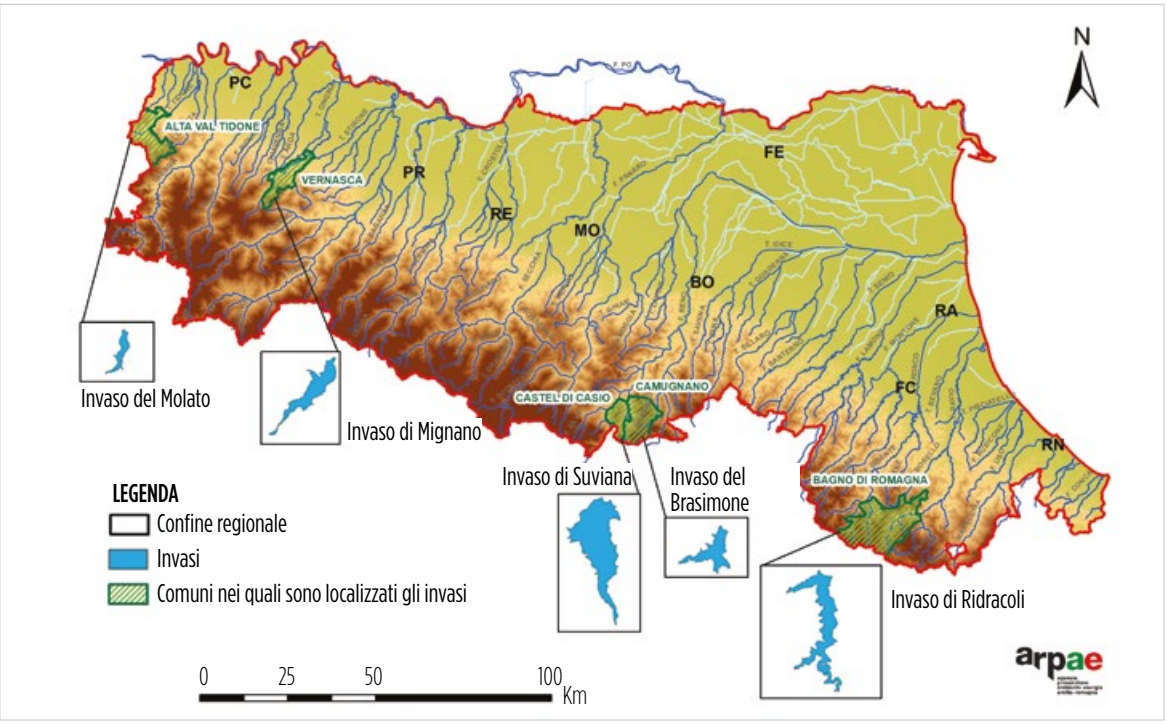


FIG. 1
CORPI IDRICI LACUSTRI IN EMILIA-ROMAGNA

Laghi che rientrano nella rete di monitoraggio e designati come corpi idrici fortemente modificati..

- diga di Molato in provincia di Piacenza (tipologia AL-5)
- diga di Mignano in provincia di Piacenza (tipologia AL-6)
- lago di Suviana in provincia di Bologna (tipologia AL-6)
- lago di Brasimone in provincia di Bologna (tipologia AL-5)
- diga di Ridracoli in provincia di Forlì-Cesena (tipologia AL-6).

I corpi idrici lacustri della rete di monitoraggio sono designati come corpi idrici fortemente modificati (Cifm), in quanto bacini le cui acque vengono utilizzate a uso plurimo, quale il potabile (Mignano, Suviana e Ridracoli), l'idroelettrico (Molato, Mignano, Brasimone e Suviana) e l'irriguo (Molato e Mignano) (*figura 1*). Gli invasi sono monitorati attraverso cicli triennali e classificati su cicli sessennali, in termini di stato/potenziale ecologico e chimico, seguendo le metodologie che si applicano ai laghi naturali e classificati secondo gli aspetti metodologici dettati dalla normativa del potenziale ecologico (Dd 341/Sta 31 maggio 2016).

A questi corpi lacustri si è iniziato ad applicare il metodo *Lake habitat survey* (Lhs) (Sniffer, 2008) che rappresenta un'indicazione delle alterazioni morfologiche dell'ambiente indagato rispetto le condizioni naturali per valutare lo stato idro-morfologico, come richiesto dalla Dqa. Le informazioni raccolte in una scheda di campo sulla fascia perilacuale e sulle pressioni sono state elaborate nel database associato (Ciampittiello et al., 2017), i cui risultati dei due indici sintetici sono ancora in fase di correzione e aggiornamento con i corpi idrici italiani appartenenti alla stessa tipologia.

Nel sessennio di monitoraggio 2014-2019, che costituisce il quadro conoscitivo per il Pdg del Po 2021-2027, l'obiettivo di qualità di "buono" potenziale ecologico si raggiunge per il 60% dei corpi idrici lacustri della regione (lago di Suviana, lago di Brasimone e invaso di Ridracoli), mentre il fosforo totale è l'elemento critico che ha portato a una valutazione di potenziale ecologico "sufficiente" nei corpi idrici della diga di Molato e nella diga di Mignano.

L'obiettivo di "buono" stato chimico è stato raggiunto per il 100% dei corpi idrici.

Nel 2021, è stato avviato uno studio di approfondimento ecologico con l'Università di Parma, dipartimento di Scienze chimiche, della vita e della sostenibilità ambientale, sull'analisi dei fattori e processi che regolano la concentrazione di fosforo e lo stato trofico negli invasi di Molato e Mignano in assenza di impatti/pressioni significative sul territorio.

Gli invasi della rete regionale di monitoraggio sono dei corpi idrici con una gestione storica dell'acqua che rappresentano, per la regione Emilia-Romagna, una ricchezza di risorsa idrica molto importante da tutelare e salvaguardare soprattutto in un ambito in cui le conseguenze del cambiamento climatico sono sempre più evidenti. Questi bacini, per il contesto in cui si trovano, raffigurano un ottima condivisione tra opere strutturali e l'ambiente naturale, diventando anche una meta di turismo, regalando la possibilità di praticare sport.

Gisella Ferroni

Centro tematico regionale Sistemi idrici, Arpae Emilia-Romagna

RIFERIMENTI BLIBLIOGRAFICI

Ciampittiello M., Dresti C., Saidi H., 2017, "A review of assessment approaches for lake hydromorphology before and after the European water framework directive (Wfd)", *Current world environment,* Vol. 12 (3), 491-506, www.cwejournal.org

Consorzio di bonifica di Piacenza, 2021 www.cbpiacenza.it/index.php?option=com_content&view=article&id=1361:diga-del-molato-e-irrigazione-in-val-tidone&catid=92&lang=it&Itemid=887

Romagna Acqua, Società delle fonti, www.romagnacque.it/acqua-in-diretta/diga-di-ridracoli, ultimo accesso dicembre 2021.

Diga del Molato (lago di Trebecco)
Altitudine: 359 m slm
Uso: irriguo, idroelettrico
Altezza: 55 m
Sviluppo sul coronamento: 335 m
Capacità: 7,6 Mm³

Diga di Mignano
Altitudine: 341 m slm
Uso: irriguo, idroelettrico, idropotabile
Altezza: 51 m
Sviluppo sul coronamento: 341 m
Capacità: 10,2 Mm³

Diga di Suviana
Altitudine: 450 m slm
Uso: idroelettrico, idropotabile
Altezza: 96 m
Sviluppo sul coronamento: 225 m
Capacità: 43,85 Mm³

Diga di Brasimone
Altitudine: 846 m slm
Uso: idroelettrico
Altezza: 35 m
Sviluppo sul coronamento: 185 m
Capacità: 6,6 Mm³

Diga di Ridracoli
Altitudine: 557 m slm
Uso: irriguo
Altezza: 103,5 m
Sviluppo sul coronamento: 432 m
Capacità: 6,6 Mm³

GLI INDICATORI DELLA QUALITÀ ECOLOGICA DEI LAGHI

DOPO L'APPROVAZIONE DELLA DIRETTIVA ACQUE SONO STATI SVILUPPATI INDICI DI QUALITÀ AD HOC PER TUTTI GLI ELEMENTI DI QUALITÀ BIOLOGICA DEI CORPI IDRICI LACUSTRI ITALIANI. UNA VOLTA SOTTOPOSTI A UN PROCESSO DI INTERCALIBRAZIONE CON QUELLI DEGLI ALTRI STATI EUROPEI, SONO STATI INTRODOTTI NELLA LEGISLAZIONE NAZIONALE.

L'obiettivo della politica dell'Unione europea in materia di acque è garantire la disponibilità di una quantità sufficiente di acqua di buona qualità per le esigenze dell'uomo e dell'ambiente.
La direttiva quadro sulle Acque (Dqa), entrata in vigore nel 2000, ha istituito un quadro per la valutazione, la gestione, la protezione e il miglioramento della qualità delle risorse idriche in tutta l'Unione europea, riconoscendone l'immenso valore e la necessità di una gestione responsabile basata sul concetto di buona qualità ecologica. Al suo interno si afferma che *"l'acqua è un patrimonio che va protetto, difeso e trattato come tale"*.
La Dqa si basa sul principio che ecosistemi sani sono alla base di risorse idriche sostenibili e che gli organismi che compongono un ecosistema sono interconnessi tramite reti trofiche: quindi, un ecosistema per essere resiliente, ossia per poter contrastare gli impatti a breve termine e continuare a fornire servizi ecosistemici, deve essere in buono stato ecologico.
In pratica, è arduo stimare lo stato di salute di un ecosistema nel suo complesso. Perciò l'allegato 5 della direttiva Acque prescrive di valutare lo stato ecologico attraverso indici numerici che tengano conto di caratteristiche particolari (composizione di specie e abbondanza) di gruppi di organismi (elementi di qualità biologica, Eqb), rischiando di perdere di vista i principi olistici alla base della Dqa stessa.
Nel caso dei corpi idrici lacustri, gli Eqb sono rappresentati da fitoplancton, macrofite e fitobentos, macroinvetebrati e fauna ittica. Per ogni elemento di qualità biologica, il valore dell'indicatore viene rapportato al rispettivo valore di riferimento (il valore cioè che si avrebbe in assenza di impatto antropico) per ottenere il rapporto di qualità ecologica (Rqe) dal quale si ricava infine la classe di qualità del corpo idrico.
Al momento dell'adozione della Dqa, non erano ancora disponibili indici numerici affidabili per valutare le condizioni di qualità dei laghi a partire dai singoli Eqb, e questo fatto ha portato a un ampio sforzo di ricerca per creare e validare nuovi indici e per garantirne la confrontabilità. In particolare, per i corpi idrici lacustri italiani sono stati sviluppati indici di qualità per tutti gli Eqb che, dopo essere stati formulati e calibrati, sono stati sottoposti a un processo di intercalibrazione con quelli degli altri Stati europei per garantirne la confrontabilità e, infine, sono stati introdotti nella legislazione nazionale. Per una descrizione puntale dei singoli indici si veda il sito www.vb.irsa.cnr.it/it/wfd.
L'indice più semplice è quello per il *fitobentos*, che utilizza le medie ponderate per assegnare a ciascuna specie un peso indicatore e un valore trofico

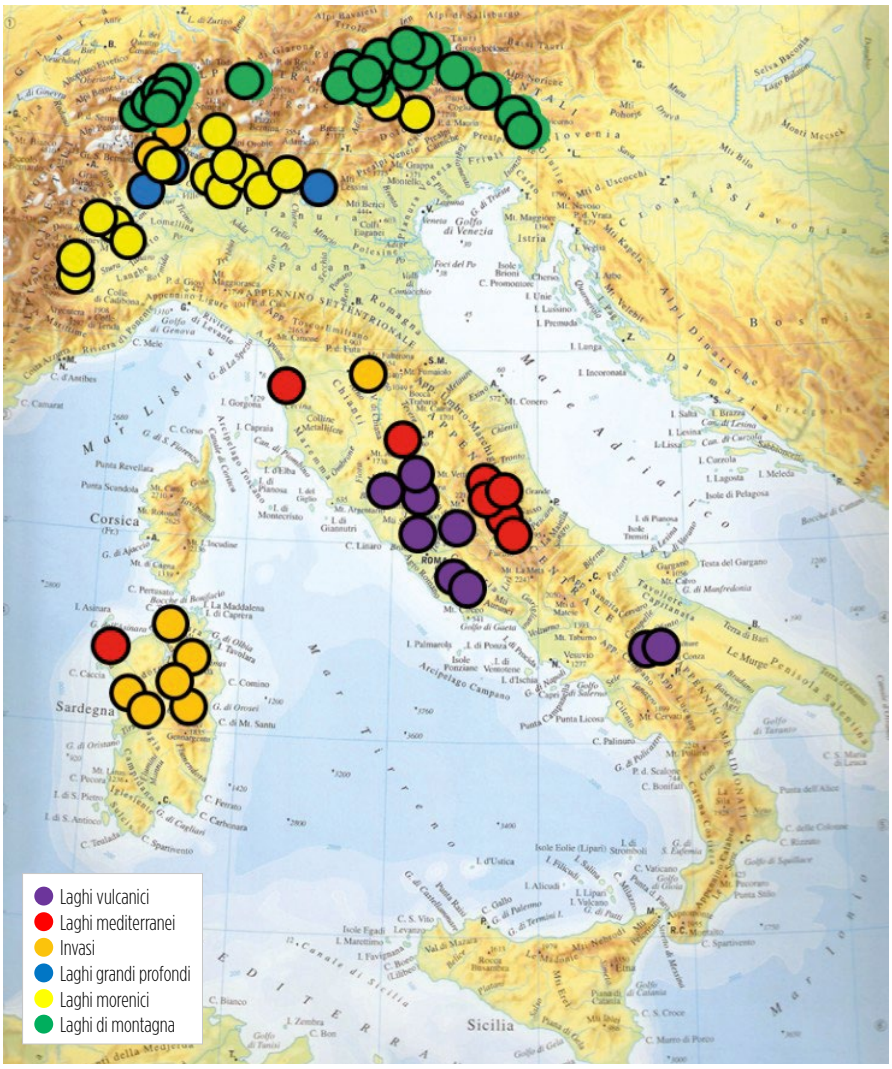


FIG. 1 INDICE DI QUALITÀ EPI-L
Campioni utilizzati per la calibrazione dell'indice di qualità basato sul fitobentos.

considerando i dati raccolti in un ampio insieme di laghi (*figura 1*).
A partire da questi e dalla composizione in specie della comunità fitobentonica, si può poi assegnare, sempre con il metodo delle medie ponderate, a ogni lago un valore dell'indice che rispecchia un gradiente di impatto antropico, in questo caso di concentrazione di fosforo totale (*figura 2*).
Gli altri indici sono più complessi e la maggior parte di essi include diverse metriche che vengono poi combinate tra loro. Nel caso del *fitoplancton* si combinano tra loro un indice basato sulla composizione in specie, uno basato sulla concentrazione di clorofilla, uno sul biovolume totale delle alghe e, solo per gli invasi mediterranei, uno basato sull'abbondanza percentuale di cianobatteri.
Si deve tener presente, però, che al momento della formulazione della Dqa sono state prese in considerazione soltanto le due maggiori e più diffuse pressioni antropiche che interessano i laghi europei, cioè l'eutrofizzazione e l'acidificazione, di cui soltanto la prima ha rilevanza in Italia.
Carvalho e coautori (2019) mettono in evidenza come dopo l'adozione della Dqa si siano avuti nuovi sviluppi da tenere in conto, come un maggior riconoscimento dell'importanza di ulteriori pressioni antropiche, i cambiamenti climatici e i rischi associati di inondazioni e siccità (Quevauviller, 2011), e la presenza di specie invasive (Cardoso e Free, 2008). Inoltre, sono state sviluppate nuove prospettive sulla gestione ambientale, che tengono in maggior conto i servizi ecosistemici (Grizzetti et al., 2016). Recentemente, si sono sviluppati nuovi strumenti di monitoraggio, come ad esempio il *meta-barcoding* e le analisi di dna ambientale (Hering et al., 2018; Pawlowski et al., 2018) che possono essere di complemento al monitoraggio tradizionale. Inoltre, viene valutata la possibilità di utilizzare sensori automatizzati collocati su boe o droni galleggianti, in grado di fornire misure in continuo di alcuni parametri importanti, come la concentrazione di ossigeno e di clorofilla (Duffy et al., 2018) e dati satellitari che potrebbero migliorare la copertura spaziale e la frequenza del monitoraggio di variabili come la concentrazione di clorofilla, la presenza di fioriture di cianobatteri e la copertura di macrofite emergenti (Tyler et al., 2016), con un costo ridotto rispetto al monitoraggio tradizionale.
Le prospettive aperte da queste nuove tecniche devono però tener conto che i nuovi approcci richiedono controlli sulla comparabilità con i metodi di valutazione esistenti, approvati a livello nazionale e intercalibrati con quelli sviluppati negli altri Stati membri della Ue. Inoltre, è essenziale mantenere competenze e conoscenze ecologiche e tassonomiche, che sono alla base della progettazione e della robustezza degli schemi di valutazione (Carvalho et al., 2019).

Aldo Marchetto

Consiglio nazionale delle ricerche - Istituto di ricerca sulle acque (Cnr-Irsa), Verbania Pallanza

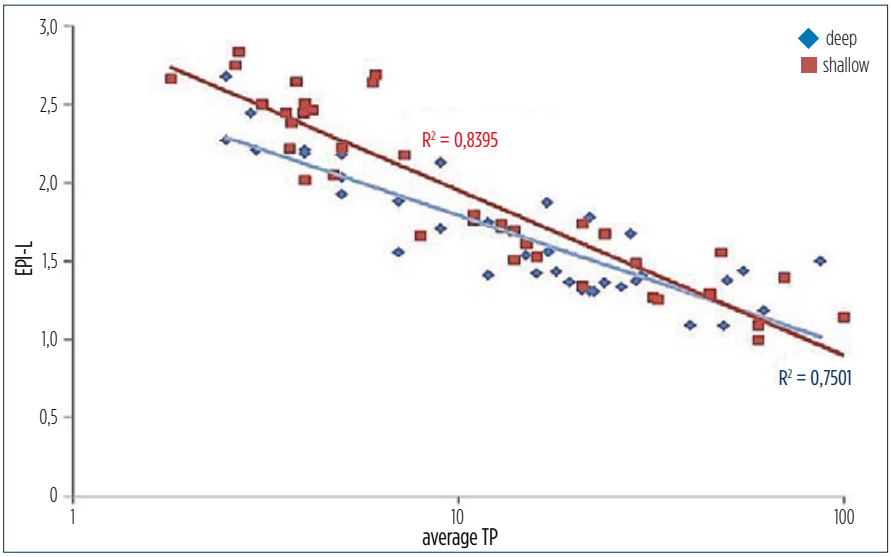


FIG. 2 INDICE EPI-L E FOSFORO
Relazione tra l'indice Epi-L e la concentrazione media di fosforo totale. Misurazione nei laghi della figura 1, separatamente per i laghi con profondità media maggiore (in blu) e minore (in rosso) di 15 metri.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Cardoso A.C., Free G., 2008, "Incorporating invasive alien species into ecological assessment in the context of the Water Framework Directive", *Aquat. Invasions,* 3: 361-366.

Carvalho L., Mackay E.B., Cardoso A.C., Baattrup-Pedersen A., Birk S., Blackstock K. L., Borics G., Borja A., Feld C.K., Ferreira M.T., Globevnik L., Grizzetti B., Hendry S., Hering D., Kelly M., Langaas S., Meissner K., Panagopoulos Y., Penning E., Rouillard J., Sabater S., Schmedtje U., Spears B.M., Venohr M., van de Bund W., Lyche Solheim A., 2019, "Protecting and restoring Europe's waters: An analysis of the future development needs of the Water Framework Directive", *Sci. Total Environ.*, 658: 1228-1238.

Duffy J.P., Pratt L., Anderson K., Land P.E., Shutler J.D., 2018, "Spatial assessment of intertidal seagrass meadows using optical imaging systems and a lightweight drone", *Estuar. Coast. Shelf Sci.,* 200: 169-180.

Grizzetti B., Liquete C., Antunes P., Carvalho L., Geamana N., Giuca R., Leone M., McConnell S., Preda E., Santos R., Turkelboom F., Vadineanu A., Woods H., 2016, "Ecosystem services for water policy: insights across Europe", Environ. Sci. Pol., 66: 179-190.

Hering D., Borja A., Jones J.I., Pont D., Boets P., Bouchez A., Bruce K., Drakare S., Hänfling B., Kahlert M., Leese F., Meissner K., Mergen P., Reyjol Y., Segurado P., Vogler A., Kelly M., 2018, "Implementation options for DNA-based identification into ecological status assessment under the European Water Framework Directive", *Wat. Res.,* 138: 192-205.

Pawlowski J., Kelly-Quinn M., Altermatt F., Apothéloz-Perret-Gentil L., Beja P., Boggero A., Borja A., Bouchez A., Cordier T., Domaizon I., Joao Feio M., Filipe A.F., Fornaroli R., Graf W., Herder J., van der Hoorn B., Iwan Jones J., Sagova-Mareckova M., Moritz C., Barquín J., Piggott J.J., Pinna M., Rimet F., Rinkevich B., Sousa-Santos C., Specchia V., Trobajo R., Vasselon V., Vitecek S., Zimmerman J., Weigand A., Leese F., Kahlert M., 2018, "The future of biotic indices in the ecogenomic era: integrating (e)DNA metabarcoding in biological assessment of aquatic ecosystems", *Sci. Total Environ.,* 637-638: 1295-1310.

Quevauviller P., 2011, "Adapting to climate change: reducing water-related risks in Europe – EU policy and research considerations", *Environ. Sci. Pol.,* 14: 722-729.

Tyler A., Hunter P., Spyrakos E., Groom S., Constantinescu A., Kitchen J., 2016, "Developments in Earth observation for the assessment and monitoring of inland, transitional, coastal and shelf-sea waters", *Sci. Total Environ.,* 572: 1307-1321.

L'ANALISI DELLA QUALITÀ IDRO-MORFOLOGICA DEI LAGHI

IL "LAKE HABITAT SURVEY" CONSENTE UNA MAGGIORE COMPRENSIONE DELLE ALTERAZIONI DEGLI HABITAT, DATI DI PARTICOLARE IMPORTANZA PER POTER STABILIRE SE SIA NECESSARIO INTERVENIRE CON OPERE DI RINATURAZIONE PER MIGLIORARE LA QUALITÀ DELL'ECOSISTEMA. L'APPLICAZIONE DEGLI INDICI SINTETICI LHMS E LHQA.

Secondo quanto previsto dalla direttiva quadro sulle Acque 2000/60 (Dqa), in particolare secondo quanto riportato nell'allegato V, i due elementi con i quali valutare lo stato idro-morfologico dei laghi sono:
- il regime idrologico: quantità e dinamica del flusso, livello, tempo di residenza e connessione con le acque sotterranee
- le condizioni morfologiche: variazione della profondità del lago (o interrimento), quantità e struttura del substrato, struttura e condizione della sponda.

Nel tempo, le caratteristiche idro-morfologiche dei laghi sono state valutate in tutta Europa utilizzando differenti approcci e metodi, alcuni dei quali capaci di definire il grado di scostamento dalle condizioni naturali secondo quanto previsto dalla Dqa, altri meno. In questo contesto nel 2004 da un gruppo di ricercatori inglesi è stato sviluppato un metodo appositamente studiato per rispondere alle richieste della Dqa, rispetto ai parametri idro-morfologici: il *Lake habitat survey* (Lhs) (Sniffer, 2008).

Il metodo del Lake habitat survey

La filosofia di analisi associata al metodo Lhs si basa sulla considerazione che un ambiente fisico, come quello lacustre, è il risultato non solo della sua evoluzione naturale, ma anche di una serie di pressioni e impatti collegabili alle attività umane presenti nel bacino afferente e che si trovano in prossimità del corpo idrico. Oltre a ciò, per poter esprimere un giudizio di qualità in merito agli aspetti idro-morfologici e alla qualità degli habitat, è necessario raccogliere e registrare una serie di informazioni e rielaborarle attraverso un database associato e dedicato (Ciampittiello et al., 2017).

La valutazione della zona riparia, della sponda e della zona litorale, sia come struttura e substrato che come presenza di alterazioni strutturali e idro-morfologiche, permette la raccolta di numerose informazioni legate agli habitat, alle caratteristiche idro-morfologiche e alle loro alterazioni che consentono una miglior comprensione delle pressioni presenti sui laghi e la definizione della qualità idro-morfologica e di habitat degli ecosistemi lacustri. Una maggiore comprensione quindi delle alterazioni morfologiche e della qualità degli habitat risulta di particolare importanza per una maggiore comprensione della qualità ecologica e delle pressioni insistenti sulle biocenosi.

L'applicazione del Lhs a un corpo idrico lacustre sia esso un lago o un invaso porta, attraverso la compilazione di una scheda di campo e successivamente di un database dedicato[1], alla definizione di due indici sintetici: Lhms (*Lake habitat modification score*) e Lhqa (*Lake habitat quality assessment*) che rappresentano rispettivamente un'indicazione delle alterazioni morfologiche e un indice di qualità idro-morfologica o di habitat dell'ambiente indagato.

Osservazione e raccolta dei dati

Nella *figura 1* è riportato un esempio di come si possano posizionare gli Hab-plot di osservazione su una mappa topografica di un lago e lo schema di osservazione di un Hab-plot.
La scheda di campo e la chiave applicativa associata sono state adattate alla realtà italiana e aggiornate recentemente. Il database è stato trasportato in formato Excel e alcuni calcoli necessari per la valutazione dei due indici sintetici sono stati corretti e anch'essi aggiornati alla realtà italiana. In particolare, per la valutazione dei due indici sintetici Lhms e Lhqa vengono raccolte informazioni inerenti la zona riparia, la zona di riva esposta costituita dalla sponda e dall'eventuale presenza di spiaggia, la zona litorale e le pressioni antropiche in un raggio di 50 m rispetto al punto di osservazione. Inoltre, vengono raccolte informazioni inerenti le pressioni sulla sponda e sulla zona litorale, sull'uso del suolo nella zona riparia, sulle zone umide e su altri tipi di habitat in tutte le aree di passaggio tra un Hab-plot e il successivo, navigando sottocosta.

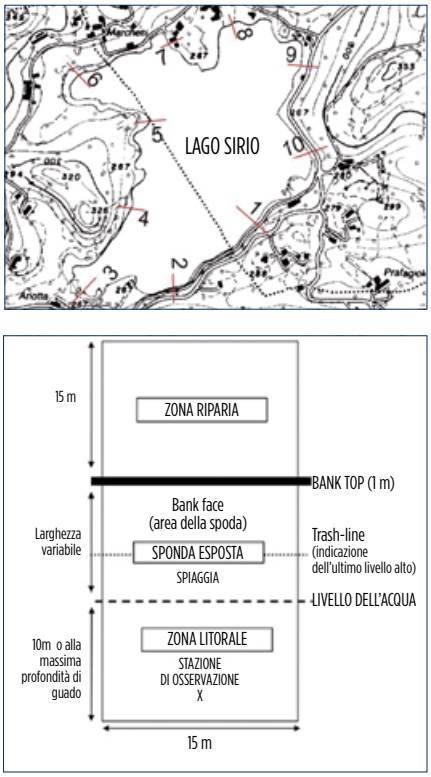


FIG. 1 HAB-PLOT
Esempi di posizionamento dei punti di osservazione (Hab-plot) sul lago Sirio in Piemonte e dello schema di osservazione del singolo Hab-plot.

A completamento dei dati inseriti, vengono anche rilevate le attività antropiche presenti sull'intero lago, la presenza di depositi deltizi o isole, le caratteristiche morfologiche dell'emissario, il regime idrologico per il quale viene richiesto l'uso principale del corpo idrico (ricreativo, potabile, elettrico ecc.), la gestione dei livelli, la

presenza di infrastrutture all'emissario o agli immissari in prossimità del lago, oltre a informazioni generali sull'origine del lago, sulle caratteristiche morfometriche principali, sulla natura geologica del lago e del bacino imbrifero e sulla sua copertura vegetale dominante, nonché dati di ossigeno disciolto e temperatura a diverse profondità, raccolti nel punto più profondo del lago, nel periodo di massima stratificazione.
Tutte queste informazioni vengono poi inserite nel database dedicato in formato Excel dal quale è possibile ricavare i due indici sintetici. Un esempio di una parte del report finale è riportato in *tabella 1*.

Per quanto riguarda l'indice Lhms è stato possibile relazionare i valori ottenuti su diversi laghi indagati e identificare un valore minimo pari a 2 e un valore massimo pari a 40 (*figura 2*). Se si valuta la distribuzione dei valori di Lhms ottenuti in quattro classi (0-10, 10-20, 20-30 e 30-40) si vede che il 60% dei laghi indagati ha un valore compreso tra 10 e 20 e, se si considera la percentuale cumulata di tali valori, si vede che l'88% si posiziona sotto il valore 27.

Per quanto riguarda il secondo indice, l'Lhqa, la sua interpretazione risulta meno diretta e più complessa di quella che viene fatta per l'indice Lhms.
È importante ricordare che questo parametro rappresenta un'indicazione della complessità, naturalità e ricchezza degli habitat presenti, soprattutto delle zone riparia, spondale e litorale (Sniffer, 2006). Poiché tali caratteristiche degli habitat sono diverse da lago a lago e soprattutto da tipologia a tipologia, è necessario valutare l'Lhqa all'interno di ciascuna tipologia lacustre specifica, per riuscire a stabilire dei valori limite indicativi di una effettiva qualità degli habitat e quindi poterli legare alla qualità ecologica globale.
Con le applicazioni effettuate fino a ora è stato possibile definire i limiti massimo e minimo dell'indice Lhqa solo per alcune tipologie (*figura 2*). Ad esempio, considerando quelle tipologie dove si posizionano la maggior parte dei laghi indagati, si sono calcolati: per la tipologia Al-5 un valore minimo di 38 e un valore massimo di 61, per la tipologia Al-6 un valore minimo di 46 e un valore massimo di 77. Ulteriori applicazioni sono però necessarie per avere un maggior numero di laghi per ciascuna tipologia, così da poter definire una significativa variabilità per ciascuna e stabilire, anche analizzando la qualità delle biocenosi, se sia necessario o meno intervenire migliorando la qualità degli habitat attraverso opere di rinaturazione che migliorino la qualità globale dell'ecosistema.

Marzia Ciampittiello

Consiglio nazionale delle ricerche - Istituto di ricerca sulle acque (Cnr-Irsa), Verbania Pallanza

NOTE

[1] www.sintai.isprambiente.it/public/DCLA/home.xhtml?faces-redirect=true

FOTO: SIM-V – CC BY-SA 3.0

LHMS	40	LHQA	82
Alterazioni della zona costiera	8	Punteggio rive	12
Usi intensivi della zona costiera	8	Punteggio coste	13
Pressioni interne al lago	8	Punteggio litorale	26
Idrologia	**8**	Punteggio lago	31
Regime sedimenti	4		
Specie introdotte	4		

TAB. 1. INDICI LHMS E LHQA
Parte del report finale da cui si ricavano i valori degli indici Lhms e Lhqa per il lago Maggiore in Piemonte.

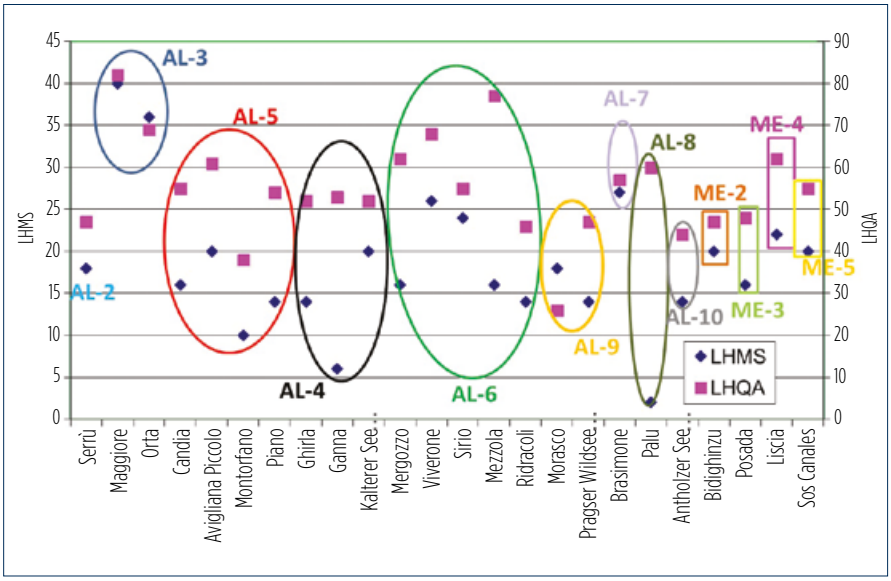


FIG. 2 LHMS E LHQA DEI LAGHI ANALIZZATI
Indici sintetici di alterazione morfologica e qualità degli habitat riferiti ai laghi analizzati tramite Lhs unitamente alla suddivisione per tipologie.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Ciampittiello M, Dresti C, Saidi H, 2017, "A review of assessment approaches for lake hydromorphology before and after the european water framework directive (Wfd)", Issn: 0973-4929, Vol. 12 (3): 491-506. Current world environment; www.cwejournal.org

Sniffer, 2008, "Lake habitat survey in the united kingdom. Field survey guidance manual", Sniffer 2008; www.sniffer.org.uk

Sniffer, 2006, "Development of a technique for lake habitat survey (Lhs): Phase 2. Final report, Project Wfd42", Sniffer 2006; www.sniffer.org.uk

LA VALUTAZIONE DELLO STATO QUANTITATIVO DEI FIUMI

LA RACCOLTA E L'ELABORAZIONE DI DATI SULLE PORTATE LIQUIDE DEI FIUMI IN EMILIA-ROMAGNA SONO AFFIANCATE DA STRUMENTI MODELLISTICI CHE CONSENTONO DI OTTENERE INFORMAZIONI E PREVISIONI IDROLOGICHE UTILI PER LA PIANIFICAZIONE, LA GESTIONE E IL CONTROLLO DELLE RISORSE IDRICHE.

Nella realizzazione di indagini su ambienti acquatici complessi come quelli fluviali risulta rilevante la conoscenza delle loro caratteristiche idrologiche, in particolare dell'entità dei deflussi, che dipendono da molteplici fattori quali l'estensione del bacino idrografico, il clima, la geologia, la morfologia, l'uso del suolo, le opere e gli interventi antropici (Allodi, 1997).
In ambito europeo, secondo la direttiva quadro sulle Acque (Dqa, 2000/60/CE), per una migliore protezione ambientale è necessario sia coordinare la pianificazione dell'uso del suolo con la gestione delle risorse idriche sia integrare gli aspetti qualitativi e quantitativi delle acque superficiali, tenendo conto delle condizioni naturali di scorrimento delle acque nel loro ciclo idrologico; in particolare per classificare lo stato ecologico dei fiumi occorre conoscerne il regime idrologico.
Anche il *Piano per la salvaguardia delle risorse idriche europee* (Blueprint, COM 673/2012) riconosce che la qualità e la quantità delle acque risultano intrinsecamente legate all'interno del concetto di "buono stato" dei corpi idrici; il piano propone una gestione quantitativa che protegga e valorizzi gli ecosistemi acquatici, affinché possano continuare a fornire i servizi ecosistemici; l'uso sostenibile delle acque, soprattutto in termini quantitativi, costituisce una vera e propria sfida per i gestori delle risorse idriche, alla luce dei fenomeni globali quali i cambiamenti climatici e gli sviluppi demografici e di uso del suolo.
Il quadro legislativo nazionale in tema di tutela delle acque è dettato dal Dlgs 152/2006 e successivi decreti attuativi, riguardanti: la classificazione, la caratterizzazione, lo stato di qualità e gli obiettivi di qualità dei corpi idrici; gli strumenti di intervento per la protezione delle acque (Piano di gestione delle acque, Piano di tutela delle acque); la disciplina degli scarichi; la gestione delle risorse idriche. Tra le conoscenze necessarie alla caratterizzazione dei corpi idrici superficiali rientrano le condizioni idrologiche (allegato 3 alla parte terza del Dlgs 152/2006).
Nel 2010 l'Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale (Ispra) ha pubblicato il documento *"Analisi e valutazione degli aspetti idromorfologici"* proponendo l'indice Iari per la valutazione dello stato di alterazione del regime idrologico dei corsi d'acqua; tale indice può essere utilizzato per classificare lo stato ecologico dei fiumi ai sensi del Dlgs 152/2006.

I fiumi dell'Emilia-Romagna

Le risorse idriche della Regione Emilia-Romagna comprendono i fiumi, le sorgenti, le falde sotterranee, gli invasi naturali e artificiali, il reticolo idrografico naturale e artificiale.
I principali corsi d'acqua emiliano-romagnoli scendono dalla fascia montano-collinare, con direzione da sud a nord-est; il loro regime naturale è fortemente torrentizio, con portate solitamente significative dal tardo-autunno ad aprile-maggio e con deflussi concentrati soprattutto a seguito di importanti eventi meteorologici; i mesi tardo-primaverili ed estivi sono caratterizzati invece da portate esigue o nulle sulle aste minori o nei tratti della pianura a valle della fascia delle conoidi pedemontane.
L'idrografia regionale conta uno sviluppo medio di circa 600 km^2 per una portata media annua complessiva verso i ricettori finali (fiume Po e mare Adriatico) di circa 227 m^3/s.
La rete idrica principale, classificata e considerata per il monitoraggio e per le basi conoscitive di pianificazione sulle acque, ha una lunghezza di circa 1.900 km, mentre l'intero reticolo naturale, fino alle aste più piccole, si sviluppa complessivamente per oltre 13.000 km (*Carta dei servizi Arpae*, 2020).

La conoscenze idrologiche in Emilia-Romagna

Gli aspetti quantitativi delle acque dei fiumi dell'Emilia-Romagna vengono monitorati dal servizio Idrografia e e idrologia regionale e distretto Po di Arpae (Sii) attraverso: il monitoraggio dei livelli idrometrici, le misure di portata liquida e la realizzazione delle scale di deflusso, ovvero equazioni matematiche che consentono di ottenere, per una data sezione idrometrica, le portate a partire dai livelli.
Tali strumenti consentono di ottenere le serie storiche delle portate liquide e le elaborazioni relative al regime e al bilancio idrologico, a partire dai dati osservati nelle stazioni idrometriche, in cui sono definite e aggiornate le scale di deflusso.

I dati e le elaborazioni relativi alle portate liquide e al bilancio idrologico vengono pubblicati annualmente sugli *Annali idrologici dell'Emilia-Romagna*, disponibili sul sito di Arpae.
Le portate fluviali sono anche

rappresentate mensilmente sul bollettino dell'Osservatorio clima regionale di Arpae e annualmente nel *Rapporto IdroMeteoClima* e sul sito "Dati ambientali in Emilia-Romagna" curato da Arpae (https://webbook.arpae.it).
Oltre ai dati e alle elaborazioni delle portate liquide sopra descritti sono disponibili strumenti modellistici, sia numerici sia statistici, che permettono di fornire indicazioni sulle portate liquide defluenti anche in condizioni differenti da quelle osservate e in sezioni dei principali corsi d'acqua non direttamente monitorate, rappresentative dei corpi idrici superficiali.
Tra gli strumenti modellistici è disponibile la catena modellistica numerica Topkapi-Ribasim, che utilizza input meteorologici (precipitazioni, temperature) osservati o previsti per alimentare il modello afflussi-deflussi Topkapi. Topkapi simula il comportamento del bacino idrografico e fornisce le serie di portate giornaliere osservate o previste in ingresso al modello numerico di bilancio idrico Ribasim. Ribasim riproduce il bilancio idrico del bacino e fornisce le informazioni quantitative sulla risorsa idrica disponibile, in termini di portate giornaliere osservate o previste. In Ribasim il sistema idrografico viene rappresentato attraverso un insieme di nodi e link atti a rappresentare gli ingressi (dai bacini idrografici superficiali-Topkapi, da falda, da rilasci dei serbatoi ecc.) e le uscite (prelievi, immissioni in falda ecc.) che compongono il bilancio idrico.
Tale modello, implementato dal Servizio idrografia e idrologia, consente di ottenere indicazioni sulle portate liquide giornaliere dei corsi d'acqua in differenti condizioni idroclimatiche e di prelievo/rilascio, ad esempio:
- previsioni idrologiche in termini di portata media giornaliera nelle finestre +15 e +90 giorni
- previsioni idrologiche in termini di portata media giornaliera fino all'anno 2100, a partire dalle proiezioni climatiche, quali precipitazione e temperatura, riferite ai possibili scenari emissivi individuati dall'Ipcc (*Intergovernmental panel for climate change*)
- portate simulate in assenza di prelievi o rilasci, al fine di ricostruire le condizioni di riferimento "naturali".

L'uso combinato di dati osservati idropluviometrici, di dati sui prelievi e sui rilasci, degli strumenti modellistici e di tecniche statistiche, di post elaborazione e di regionalizzazione idrologica consente di ottenere informazioni sullo stato quantitativo delle acque, compreso il trasporto solido, in diverse condizioni finalizzate alla pianificazione, gestione e controllo delle risorse idriche ai fine della protezione dei corpi idrici.

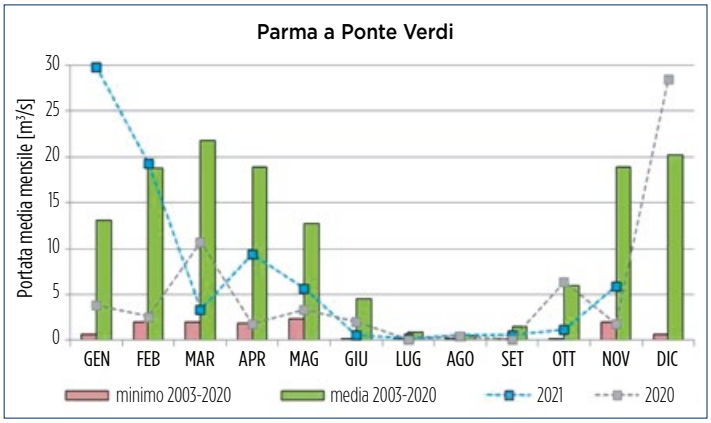


FIG. 1
FIUME PARMA 2021

Fiume Parma a Ponte Verdi: andamento delle portate mensili nell'anno 2021 a confronto con i valori medi e minimi del periodo di riferimento 2003-2020 e con le portate mensili dell'anno precedente 2020.

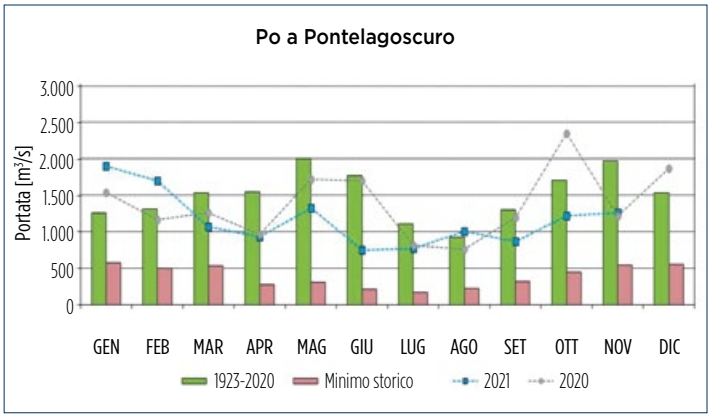


FIG. 2
FIUME PO 2021

Fiume Po a Pontelagoscuro (FE): andamento delle portate mensili nell'anno 2021 a confronto con i valori medi e minimi del periodo di riferimento 1923-2020 e con le portate mensili dell'anno precedente 2020.

Lo stato quantitativo dei fiumi dell'Emilia-Romagna nel 2021

I corsi d'acqua principali dell'Emilia-Romagna, nei mesi di gennaio e febbraio 2021, hanno presentato anche per effetto della fusione dell'abbondante coltre nivale, deflussi mensili nel complesso maggiori della media storica del periodo di riferimento (2001-2020) nel territorio emiliano e confrontabili con la media storica del periodo di riferimento nel territorio romagnolo.
A partire dal mese di marzo e fino alla prima metà di dicembre 2021, tutti i fiumi sono stati caratterizzati da portate medie mensili nel complesso inferiori alla media storica del periodo di riferimento, con anomalie negative risultate più significative nei bacini del Reno e dei fiumi romagnoli; in particolare nel periodo da giugno a settembre 2021 le portate mensili sono risultate molto inferiori alla media e in alcuni casi confrontabili con il minimo storico del periodo di riferimento.
Le portate medie annue (dato parziale al 15 dicembre 2021) sono risultate nel complesso confrontabili o inferiori alla norma per gli affluenti emiliani del fiume Po e per gli affluenti del Reno, inferiori alla norma per i fiumi Romagnoli.
A titolo di esempio in *figura 1* vengono riportati gli andamenti mensili delle portate osservate nella sezione di ponte Verdi sul fiume Parma.
Considerando il tratto principale del fiume Po chiuso a Pontelagoscuro, rappresentato in *figura 2* nel periodo gennaio-febbraio 2021 si sono registrate portate mensili superiori alla media del periodo di riferimento (1923-2020) e nel periodo marzo-prima meta di dicembre 2021 portate mensili nel complesso inferiori alle medie storiche del periodo.
La portata media annua del fiume Po (dato parziale al 15 dicembre 2021) è risultata inferiore alla norma.

a cura del **Servizio idrografia e idrologia regionale e distretto Po, Struttura IdroMeteoClima, Arpae Emilia-Romagna**

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Allodi et al., *Aspetti morfologici ed idrologici del nodo Lambro-Po*, atti del convegno "Nodo Lambro-Po: trasporto di inquinanti ed effetti biologici", Consiglio nazionale delle ricerche, Istituto di ricerca sulle acque, Roma, 1997.

Carta dei servizi Arpae, luglio 2020.

IL RILIEVO DELLE PORTATE DEI FIUMI IN EMILIA-ROMAGNA

IL MONITORAGGIO È INDISPENSABILE PER CONOSCERE IL CORSO D'ACQUA, APPROFONDIRE IL SUO REGIME IDROLOGICO, SUPPORTARE LA PROGETTAZIONE E LA GESTIONE DI OPERE IDRAULICHE E FORNIRE DATI PER IL SISTEMA DI ALLERTAMENTO DI PROTEZIONE CIVILE. LE ATTIVITÀ DEL SERVIZIO IDROGRAFIA E IDROLOGIA DI ARPAE IN EMILIA-ROMAGNA.

Il rilievo sistematico delle grandezze idrologiche nel bacino del fiume Po ha preso avvio nel 1909 con l'istituzione dell'Ufficio idrografico del Po.
Nel 2004, per effetto del Dpcm 24 luglio 2002, le competenze dell'Ufficio idrografico del Po sono state trasferite dallo Stato alla Regione Emilia-Romagna e quindi all'Agenzia regionale prevenzione e ambiente, oggi Arpae.
Il servizio Idrografia e idrologia regionale e distretto Po (Sii) della Struttura IdroMeteoClima (Simc) di Arpae ha ereditato le attività in capo all'Ufficio idrografico e fornisce informazioni quantitative sull'idrologia dei bacini dell'Emilia-Romagna attraverso rilievi, misure, osservazioni, elaborazioni e strumenti di modellistica idrologica.
Tra i compiti istituzionali del Sii, previsti dal Dpr 85/1991, rientra la realizzazione degli Annali idrologici, pubblicazioni annuali che contengono dati ed elaborazioni provenienti dalle stazioni di misura dell'Emilia-Romagna, relativi alle temperature, precipitazioni, livelli idrometrici, portate liquide e trasporto solido. I livelli idrometrici sono misurati attraverso la rete teleidrometrica regionale, gestita da Arpae Simc, rappresentata in *figura 1*.
L'attuale consistenza della rete deriva in gran parte dal potenziamento avvenuto dopo gli eventi alluvionali del 2000, con scopi di gestione delle piene per la sicurezza del territorio; le serie storiche di dati disponibili fanno riferimento a un arco temporale che si estende orientativamente dal 2003 a oggi.
Le stazioni della rete teleidrometrica, dove vengono misurati i livelli idrometrici, comprendono in generale:
- un'asta idrometrica graduata (*foto 1* a destra), dove è possibile visualizzare i livelli idrici rispetto a un valore di riferimento relativo, lo "zero idrometrico"
- un teleidrometro (*foto 1* a sinistra), in genere a ultrasuoni o radar, che può registrare, circa ogni 5 minuti, i livelli idrici della corrente e trasmettere i dati in tempo reale al centro di acquisizione.

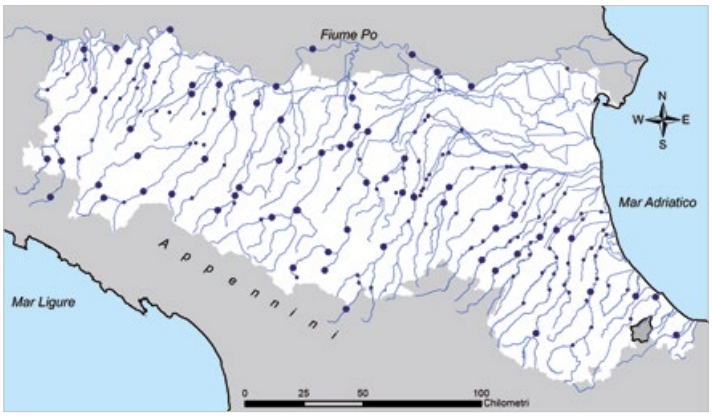


FIG. 1
RETE TELEIDROMETRICA

Rete teleidrometrica della regione Emilia-Romagna. In evidenza le stazioni oggetto di pubblicazione del bilancio idrologico nel 2020, ove risulta aggiornata la scala di deflusso.

Nelle stazioni della rete teleidrometrica, ubicate su tratti fluviali che presentano opportune condizioni idrauliche (correnti sufficientemente indisturbate e soggette a variazioni graduali), attraverso una serie di misure di portata e contemporanea lettura dei livelli idrici è possibile costruire le "scale di deflusso" ovvero le relazioni matematiche utilizzate per calcolare le portate liquide a partire dai livelli idrometrici osservati in un certo intervallo di validità.
La realizzazione delle scale di deflusso avviene attraverso misure di portata effettuate nelle diverse condizioni idrometriche tipiche del corso d'acqua in esame, con metodi e strumentazioni specifiche e con il supporto di strumenti modellistici; le scale di deflusso necessitano di un aggiornamento continuo per tenere conto di eventuali variazioni morfologiche dell'alveo.
Le misure di portata vengono eseguite a guado o da ponte, con teleferica mobile (*foto 2*) o da natante (*foto 3*), con differenti strumentazioni scelte

1

in relazione alle caratteristiche della corrente da misurare (velocità, profondità, torbidità) e alle condizioni generali e di accessibilità dei siti di misura.
Per le portata di magra si utilizzano prevalentemente velocimetri doppler (Adv); sono altresì disponibili strumenti per la misurazione con il metodo della diluizione salina, idonei in caso di sufficiente turbolenza della corrente.
Per una vasta gamma di portate si utilizzano normalmente profilatori di corrente acustici doppler (Adcp), mentre in caso di piena risultano più idonei strumenti per la misura della velocità superficiale della corrente (radar).
Il Sii realizza mediamente 250 misure di portata all'anno, necessarie al mantenimento di circa 80 scale di deflusso (*figura 1*).

Il monitoraggio delle portate è indispensabile per conoscere un corso d'acqua dal punto di vista idrologico idraulico, approfondire il suo regime idrologico e il suo comportamento in occasione degli eventi di piena e dei periodi di magra.
Risulta inoltre molto importante per fornire le informazioni a supporto della progettazione e gestione delle opere idrauliche, per contribuire a progetti specifici e per l'implementazione e la manutenzione dei modelli idrologici e idraulici, anche nell'ambito delle attività del Centro funzionale dell'Emilia-Romagna, operante nel Sistema di allertamento regionale per il rischio idrogeologico ai fini di protezione civile.
Il monitoraggio delle portate rientra inoltre tra le attività volte alla verifica del rispetto del deflusso minimo vitale (Dmv), definito dal Dm 28 luglio 2004 come *"la quantità minima di acqua che deve garantire la salvaguardia delle caratteristiche fisiche e chimico-fisiche dei corsi d'acqua e dei fiumi, nonché il mantenimento delle biocenosi tipiche delle condizioni naturali locali"*; in Emilia-Romagna i valori del Dmv, estivo e invernale, sono definiti dalla Dgr 2067/15 su tutti i corpi idrici superficiali regionali.
L'attività di monitoraggio delle portate finalizzata alla verifica del rispetto del Dmv, a supporto dei Servizi autorizzazioni e concessioni e del Servizio gestione demanio idrico di Arpae, richiede l'integrazione della

2

rete teleidrometrica fissa con idrometri mobili (*foto 4*), necessaria ad acquisire informazioni su punti significativi del reticolo idrografico.
Il Sii provvede, anche per gli idrometri mobili, alla realizzazione delle scale di deflusso che descrivono la corrispondenza tra livelli e portate nella parte inferiore della sezione fluviale (alveo di magra) ove si verifica il deflusso delle portate più basse.

I riferimenti metodologici per le misura della portata dei corsi d'acqua sono riportati nella tabella 3.9 degli allegati alla Parte III del Dlgs 152/2006.
Al fine di garantire la corretta esecuzione, la continuità, la tracciabilità e il costante aggiornamento e miglioramento del processo di misura, la gestione delle misure di portata eseguite da Arpae è certificata secondo gli standard di qualità Iso 9001:2015.
Per garantire inoltre il mantenimento di un adeguato livello tecnico scientifico e la capacità di risposta alle esigenze istituzionali di conoscenza del territorio vengono svolte attività formative, di aggiornamento e di confronto sul tema del monitoraggio delle portate nell'ambito del Tavolo nazionale per i servizi di idrologia operativa, coordinato dall'Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale (Ispra), con la partecipazione di tutti i soggetti che compongono il Sistema nazionale di protezione ambientale (Snpa).

a cura del **Servizio idrografia e idrologia regionale e distretto Po, Struttura IdroMeteoClima, Arpae Emilia-Romagna**

3

4

1 Stazione idrometrica di Ponte Verdi sul fiume Parma.
2 Misura di portata con teleferica mobile.
3 Misura di portata da natante.
4 Idrometro mobile.

IL MONITORAGGIO DEL BIOTA NELLE ACQUE FLUVIALI

LA LINEA GUIDA REDATTA DA ISPRA, IRSA CNR E ISS FORNISCE I CRITERI PER UN APPROCCIO METODOLOGICO CONDIVISO SU STRATEGIA, SCELTA DELLE STAZIONI DI CAMPIONAMENTO E SELEZIONE DELLE SPECIE CANDIDATE, CON L'OBIETTIVO DI RENDERE OMOGENEE LE ATTIVITÀ DELLE AGENZIE A LIVELLO NAZIONALE E DI DISPORRE DI DATI DI QUALITÀ E CONFRONTABILI.

Ai fini della classificazione dello stato chimico delle acque superficiali la direttiva europea 2013/39/EU e il recepimento italiano (Dlgs 172/2015) hanno introdotto Standard di qualità ambientale (Sqa) di alcune sostanze prioritarie anche per la matrice biota (pesci, crostacei e molluschi) in affiancamento a quelli applicati per la colonna d'acqua. Lo scopo è individuare alcune sostanze estremamente idrofobe che si accumulano nel biota e difficilmente sono rilevabili nell'acqua, anche utilizzando le migliori tecniche analitiche disponibili e, nel contempo, definire lo stato di contaminazione in generale, valutare gli impatti a lungo termine e individuare aree ad alto impatto in cui è necessario approfondire il monitoraggio.
Nel 2016, come indicato dal Dlgs 172/2015, è stato pubblicato il Manuale e Linea guida 143/2016 *Linea guida per il monitoraggio delle sostanze prioritarie (secondo Dlgs 172/2015)* redatto da Ispra, Irsa Cnr e Iss. Il documento fornisce i criteri per il monitoraggio, dalla strategia alla scelta delle stazioni di campionamento e la selezione delle specie candidate.

La strategia di monitoraggio deve tener conto dei fini per le quali viene applicata, rispetto degli Sqa Biota o valutazione a lungo termine, ma anche delle caratteristiche intrinseche della matrice indagata.

L'analisi del biota sfrutta la proprietà dei vertebrati (pesci) e invertebrati (crostacei e molluschi) di bioaccumulare sostanze. Il bioaccumulo è legato alle caratteristiche chimiche della sostanza e al livello trofico (Tf) della specie nel quale avviene.
Per quanto concerne le caratteristiche chimiche, le 12 sostanze da indagare per il monitoraggio ai fini del rispetto dell'Sqa Biota, sono inquinanti lipofili che si distribuiscono in tessuti adiposi o sostanze con alta affinità per tessuti (muscoli) o organi ricchi di proteine (fegato e rene). Le sostanze lipofile, che vengono rinvenute nel tessuto grasso sono: difenileteri bromurati, esaclorobutadiene, esaclorobenzene, Ddt, dicofol, diossine e composti diossina-simili, esabromociclododecano, eptacloro ed eptacloro epossido, fluorantene, benzo(a)pirene; mentre le sostanze che si bioaccumulano nei tessuti o negli organi sono il mercurio nel muscolo e l'acido perfluorottansolfonico e suoi sali (Pfos) in fegato e rene.

FOTO: GIANLUCA ZUFFI

1

L'altro fattore coinvolto nel bioaccumulo, dal quale dipende il livello di concentrazione della sostanza nell'individuo in esame, è il livello trofico, cioè la posizione della specie all'interno della catena alimentare, nel nostro caso di acqua dolce.
Strettamente connesso al livello trofico, con effetti sui livelli di concentrazione delle sostanze tossiche, è il processo ecologico di biomagnificazione per il quale l'accumulo di sostanze inquinanti negli essere viventi aumenta di concentrazione con l'aumentare del livello trofico. La norma stabilisce che gli Sqa Biota per i pesci si riferiscono al Tf 4, il livello trofico per il quale nelle catene alimentari di acqua dolce è raggiunta la concentrazione critica, al Tf 2 per i molluschi e i crostacei, e ammette l'utilizzo di specie alternative con livello trofico differente a condizione che sia garantito il medesimo livello di protezione.

Sulla base di tutte queste premesse, ulteriori fattori sono da prendere in considerazione nella progettazione di una rete di monitoraggio che utilizza per esempio i pesci, fattori che incidono sulle specie da campionare e fattori che invece incidono sulla scelta del tessuto da analizzare. I pesci come organismi viventi hanno periodi di riproduzione durante i quali i campionamenti dovrebbero essere evitati, taglie ed età differenti oltre a una diffusione diversa a livello nazionale.
Il campionamento non deve incidere sulla densità o abbondanza delle specie prescelte e deve evitare alcune specie in via di estinzione o sotto protezione speciale ai sensi della direttiva Habitat e delle norme italiane.
In parallelo la selezione delle specie più opportune dovrebbe essere orientata verso specie:
- sedentarie
- di grandezza idonea per fornire tessuto sufficiente per le analisi
- con alta diffusione e abbondanza per un confronto tra aree diverse
- con cicli di vita che permettano il campionamento di individui di classe superiore a un anno di età escludendo però quelli di taglia superiore (migliori riproduttori)
- con capacità di bioaccumulo delle sostanze indagate
- che siano facilmente identificabili e per le quali sia nota la correlazione tra la concentrazione del contaminante nella specie e quelle medie presenti nell'ambiente circostante.

In base ai fattori che incidono sulla qualità del dato finale e la confrontabilità dei risultati tra i diversi siti, le specie prescelte per una determinata stazione rappresentativa del sito indagato dovrebbero essere mantenute nel tempo anche in relazione al numero di esemplari, alle classi di taglia ed età e alla scelta del tessuto di analisi.
È necessario definire il numero di esemplari da catturare per avere un dato statisticamente rappresentativo e stabilire le parte di tessuto da analizzare sulla base delle finalità del monitoraggio.
In particolare la scelta del tessuto deve essere fatta in relazione al presupposto che le sostanze bioaccumulano in maniera differente a seconda della loro natura litofila o dell'alta affinità proteica, ma è influenzata anche dalla specie di pesce, dalla quantità di materiale a disposizione, dalla sensibilità delle metodiche analitiche e dagli obiettivi di protezione. Se lo scopo è la conformità allo Sqa sulla base del pesce, la contaminazione è generalmente valutata sull'analisi del filetto ai fini della protezione della salute umana oppure sul pesce intero ai fini della protezione degli ecosistemi. Non meno importante è la capacità del laboratorio che effettua l'analisi di individuare un numero e un peso di esemplari gestibili analiticamente.

Dell'applicazione pratica di reti di monitoraggio con matrice biota nelle diverse realtà regionali italiane che hanno seguito le indicazione contenute nel Mlg Ispra 143/2016 è possibile reperire delle prime informazioni dal report Snpa 19/2021[1] pubblicato nel giugno 2021. Dal rapporto è emersa una significativa ed eterogenea applicazione a livello nazionale delle campagne di monitoraggio messe in atto dalle diverse Agenzie ambientali del territorio italiano. Le difformità sono legate al numero di individui, alle classi di età, alla taglia degli individui catturati (pesci), con difficoltà in alcune realtà di raccolta esclusiva di specie indicate dalla linea guida (assenza in alcuni corpi idrici delle specie indicate) e problematiche nel campionamento dei crostacei e dei molluschi funzionali alla ricerca degli idrocarburi policiclici aromatici (Ipa). Si rilevano infine scelte non omogenee nell'individuazione delle stazioni da monitorare con biota.
Da ciò emerge la necessità di un approccio metodologico condiviso che uniformi le differenti interpretazioni e i modelli operativi e di analisi delle diverse fasi della strategia di monitoraggio. Mettendo a sistema le esperienze sviluppate nelle realtà locali e a confronto le competenze del personale che, in vari ambiti nelle Agenzie, si occupa di biota, si potrà rendere efficacemente omogenee e confrontabili le attività di monitoraggio con matrice biota dei corpi idrici, ottenendo una maggiore uniformità anche della qualità del dato finale, funzionale alla classificazione dei corpi idrici in ottemperanza alle norme vigenti.

FOTO: ALESSANDRA AGOSTINI

2

Alessandra Agostini

Centro tematico regionale Sistemi idrici, Arpae Emilia-Romagna

1 Fiume Savio, prelievo di biota per la rete di monitoraggio regionale dell'Emilia-Romagna.

2 *Procambarus clarkii,* utilizzato per l'analisi degli idrocaruburi policiclici aromatici (Ipa).

NOTE

[1] Lucchini D., Agostini A., Cavalieri S., De Bonis S.,Ferroni G., Franceschini S., Lacarbonara M., Le Foche M., Marcaccio M., Marchesi V., Morchio F., Nössing T.B., Palumbo V., Piva F., Risso AM, Sgaramella E., Spezzani P., Testa M., Vorhauser S., 2021, *Attuazione della direttiva 2000/60/CE corpi idrici fluviali, lacustri e sotterranei. Risultati della rilevazione effettuata presso le Arpa/Appa 2020-2021*, Rapporto Snpa 19/2021, Isbn 978-88-448-1054-2.

IL MONITORAGGIO DELLE MACROFITE IN EMILIA-ROMAGNA

GLI ELEMENTI BIOLOGICI SONO PRIORITARI NELLA DEFINIZIONE DELLO STATO ECOLOGICO DEI CORSI D'ACQUA. LE MACROFITE SONO UN BUON INDICATORE DELLO STATO QUALITATIVO DELLE ACQUE SUPERFICIALI, GRAZIE ALLA LORO CAPACITÀ DI REAGIRE ALLE ALTERAZIONI QUALITATIVE INDOTTE ANCHE DAGLI IMPATTI ANTROPICI.

La direttiva 2000/60/CE ha attuato una svolta nella modalità di valutazione degli ambienti fluviali, assumendo gli elementi biologici come prioritari nella definizione dello stato ecologico dei corpi idrici. Attraverso l'analisi della composizione e abbondanza degli elementi biologici, tra cui le macrofite acquatiche oltre a macrobenthos, fauna ittica e diatomee, si determinano i livelli qualitativi degli ecosistemi fluviali, classificando i corpi idrici secondo i criteri del Dm 260/2011.
Le macrofite acquatiche sono un gruppo definito su base ecologico-funzionale, comprendente elementi vegetali, macroscopicamente visibili, presenti all'interno degli ambienti acquatici. Questo raggruppamento è composto da angiosperme erbacee, pteridofite, briofite e alghe filamentose.
Oltre a rivestire un importante ruolo ecologico nell'ecosistema fluviale, le macrofite risultano un buon indicatore dello stato qualitativo delle acque superficiali, che deriva dalla loro differente capacità di reagire alle alterazioni qualitative indotte dagli impatti antropici. Le pressioni antropiche che influenzano la comunità delle macrofite acquatiche sono legate non solamente agli aspetti chimici, ma anche alle condizioni morfologiche e idrologiche che, se alterate a causa di frequenti rimaneggiamenti degli alvei fluviali, alle derivazioni e alla presenza di scarichi, ne causano una semplificazione/banalizzazione con riduzione degli habitat talvolta anche significativa. Nei corsi d'acqua fortemente antropizzati si riscontra una popolazione di macrofite poco diversificata e strutturata da specie particolarmente tolleranti (*foto 1 e 2*).
La struttura e composizione della comunità dipende anche dall'interazione di numerosi fattori ambientali di origine naturale tra cui la granulometria dell'alveo, il regime delle portate e la velocità della corrente, la luminosità e la temperatura.
Non tutte le macrofite acquatiche appartengono a specie indicatrici. Nel documento "*Metodo per la valutazione e la classificazione dei corsi d'acqua utilizzando la comunità delle macrofite acquatiche – Rt/2009/23/Enea*" pubblicato da Enea è riportato l'elenco delle macrofite ricorrenti nei corsi d'acqua italiani e la lista delle specie indicatrici con i relativi coefficienti di sensibilità e stenoecia.
In Italia, come metrica, è stato adottato l'indice macrofitico Ibmr (*Indice biologique macrophytique en rivière*, Afnor, 2003), un indice formalizzato in Francia che ha mostrato buona applicabilità anche sul territorio italiano in ragione della similarità biogeografica (Azzollini et al. 2009, Mezzotero et al. 2009, Minciardi et al. 2009). Per il calcolo dell'indice Ibmr si utilizzano 210 taxa di macrofite.
L'Ibmr può essere considerato anche indice per la definizione dello stato ecologico attraverso il calcolo dell'Rqe-Ibmr, ovvero il rapporto tra l'Ibmr calcolato per un dato sito e il valore teorico atteso per la tipologia alla quale il sito è stato assegnato.
L'Ibmr, si basa sulla presenza e abbondanza di specie indicatrici per le quali è stato definito un coefficiente di sensibilità ad alti livelli di trofia e di valenza ecologica (stenoecia) con valori decrescenti in relazione alla capacità di ciascuna specie di reagire alle condizioni dell'ambiente in cui vivono.
A livello europeo, le macrofite acquatiche sono utilizzate come bioindicatori da diversi anni in molti Paesi tuttavia gran parte degli indici macrofitici formalizzati e utilizzati in Europa è finalizzata principalmente alla valutazione dello stato trofico dei corsi d'acqua, vale a dire il grado di alterazione della qualità dell'acqua in relazione alla presenza di nutrienti, carico organico e inquinanti specifici (Minciardi, 2009).
Per quanto riguarda l'Emilia-Romagna, va precisato che i corsi d'acqua appartenenti a questo territorio presentano un regime idrologico torrentizio e quindi estremamente

1

2

variabile e fortemente condizionato dalla situazione meteo climatica locale. Tale regime idrologico è sua volta significativamente condizionante la programmazione del biomonitoraggio; questo vale in particolare per le macrofite acquatiche che richiedono il campionamento durante il massimo sviluppo della vegetazione acquatica che avviene dalla primavera all'inizio della stagione autunnale (Manuali e linee guida Snpa 111/2014). In diversi casi per situazioni idro-climatiche avverse il programma di monitoraggio si è completato articolando i campionamenti su due anni consecutivi (*foto 3*).
Un ulteriore elemento che negli anni ha condizionato l'operatività dei monitoraggi, è riconducibile alle lavorazioni in alveo a seguito di sistemazioni di natura idraulica, o alla realizzazione e manutenzione di centraline idroelettriche. In alcuni casi, il disturbo antropico ha reso obbligatorio lo spostamento della stazione di monitoraggio in quanto la presenza e accumulo del materiale limoso sul fondo dell'alveo non consentiva l'insediamento di una comunità di macrofite ben strutturata (*foto 4 e 5*).
Per l'acquisizione di risultati congruenti, l'attività di monitoraggio ha richiesto l'effettuazione di più sopralluoghi preventivi oltre a una complessa attività di coordinamento con i diversi enti operanti sul corpo idrico oggetto del monitoraggio per evitare interferenze tali da inficiare l'attività stessa.
Altro elemento di complessità è dato, nei periodi di maggiore scarsità idrica, dalla ridotta disponibilità di risorsa, causata dai prelievi irrigui, a cui si somma nelle aree di conoide un'ulteriore perdita di carico per infiltrazione in subalveo delle acque fluviali, tale da non consentire il mantenimento del continuum fluviale, con conseguente perdita di habitat.
A partire dal 2009 Arpae Emilia-Romagna, in accordo con la Regione e in collaborazione con Enea, ha realizzato un progetto di sperimentazione di attuazione del monitoraggio applicando l'indice

3

4

5

1 Alveo del torrente Idice (BO) con macrofite acquatiche.

2 Torrente Tramazzo (FC) con macrofite acquatiche.

3 Torrente Riglio (PC) nel periodo estivo. Idrologia condizionata da scarse precipitazioni.

4 Fiume Secchia a Sassuolo (MO). Alveo interessato da depositi di materiale limoso con presenza sporadica di macrofite.

5 Torrente Nure a Carmiano (PC) interessato da rimaneggiamenti in alveo.

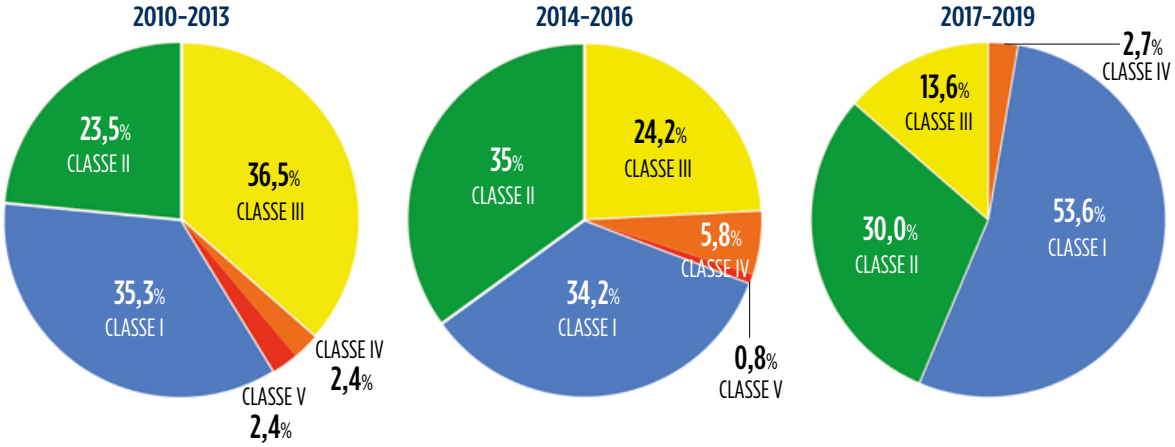


FIG. 1
MACROFITE ACQUATICHE

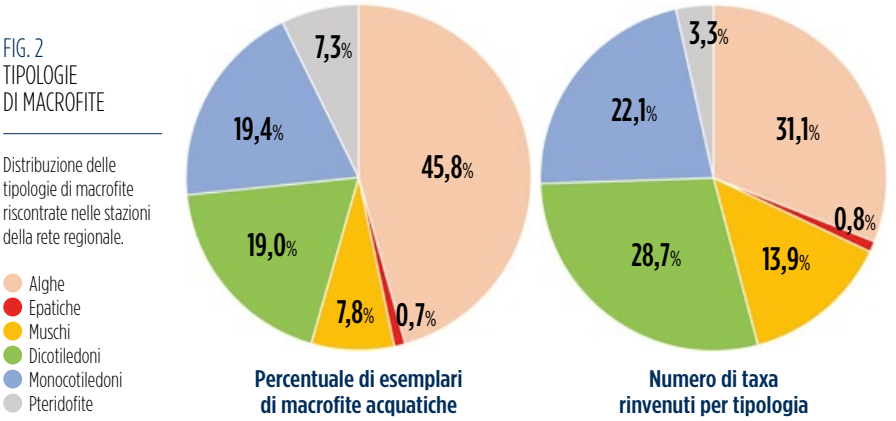
Stato qualitativo dei corsi d'acqua regionali determinato dal bioindicatore macrofite acquatiche.

Ibmr, in 21 punti di campionamento distribuiti tra le 9 province regionali.
I risultati della sperimentazione hanno portato a buoni risultati tra cui l'individuazione di 4 stazioni identificabili come possibili siti di riferimento (*reference*) per le componenti biologiche.
Dal 2010, a seguito dell'adeguamento delle reti di monitoraggio ai criteri definiti dalla normativa, il campionamento delle macrofite acquatiche è stato applicato a tutte le stazioni guadabili della rete regionale delle acque superficiali con frequenze e metodologie congruenti con quanto previsto dal Dm 260/2010.
Dal 2010 al 2019, si è assistito a un progressivo miglioramento dello stato dei corpi idrici regionali con un incremento significativo delle stazioni che presentano uno stato buono-elevato per le macrofite acquatiche (*figura 1*).
Infatti nel primo ciclo di monitoraggio (2010-2013) risultavano avere già raggiunto l'obiettivo normativo dello stato di buono il 58,8% dei corpi idrici monitorati, salito al 69,2%, nel triennio 2014-2016 del secondo ciclo di controlli e oltre l'83% nel triennio successivo (2017-2019).
Solo per un numero ridotto di stazioni, soprattutto dell'area collinare, dall'analisi dei trend dello stato qualitativo per singolo corpo idrico, si evince un sostanziale depauperamento della comunità di macrofite acquatiche correlata principalmente a situazioni di perturbazione idrolo-morfologica.
Da un'analisi complessiva delle percentuali dei taxa rinvenuti sul territorio regionale, è emerso che la tipologia maggiormente rappresentativa di macrofite è costituita da alghe (45,8%), seguita dalle angiosperme erbacee (monocotiledoni 19,4% e dicotiledoni 19%), mentre la presenza di muschi, pteridofite ed epatiche risulta residuale (*figura 2*).
Analizzando i dati in relazione al numero di taxa rinvenuti, le angiosperme erbacee (dicotiledoni e monocotiledoni) risultano oltre la metà del totale di taxa, poco meno di un terzo le alghe (*figura 2*). Tra questi circa il 6% (12 specie di monocotiledoni e 4 generi di alghe) appartenenti a taxa esotiche.
Le comunità infatti si distribuiscono in base alle caratteristiche idrodinamiche, morfologiche e chimico fisiche del corso d'acqua; alcune specie particolarmente sensibili alle alterazioni dei corpi idrici risentono maggiormente dell'impatto antropico. Conseguentemente alcuni taxa come ad esempio quelli appartenenti a muschi ed epatiche che risultano maggiormente sensibili alle pressioni, sono rinvenibili solamente nei corsi d'acqua dei tratti montano collinari, mentre molte delle specie algali o di piante superiori (monocotiledoni e dicotiledoni) risultano pressoché ubiquitarie.

Anna Maria Manzieri
Arpae Emilia-Romagna

FIG. 2
TIPOLOGIE DI MACROFITE

Distribuzione delle tipologie di macrofite riscontrate nelle stazioni della rete regionale.



RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Azzollini R., Gerbaz D., Isabel S., Vicquéry L., Minciardi M.R., Rossi G.L., Spada C.D., 2010, "Uso di macrofite acquatiche per il monitoraggio di corsi d'acqua alpini: le applicazioni in Valle d'Aosta", in *Macrofite & Ambiente*, Eurac Book, 58.3, 91-104.

Centro tematico per le acque interne e marino costiere, 2004, *Metodologie analitiche della componente vegetazionale negli ambienti di acque correnti (Macrofite)*.

Mezzotero A. Minciardi M.R., Spada C.D., Gallo L., Lucadamo L., 2009, "Prima caratterizzazione delle comunita a macrofite acquatiche in alcuni corsi fluviali della Provincia di Cosenza", *Macrofite e Ambiente*, Atti del XIX Congresso della Società italiana di ecologia, 145-156.

Minciardi M.R., Spada C.D., Rossi G.L., Angius R., Orrù G., Mancini L., Pace G., Marcheggiani S., Puccinelli C., 2009, *Metodo per la valutazione e la classificazione dei corsi d'acqua utilizzando la comunità delle macrofite acquatiche,* Rapporto tecnico Enea RT/2009/23/Enea.

Snpa, 2014, *Protocollo di campionamento e analisi delle macrofite dei corsi d'acqua guadabili,* Manuali e linee guida Snpa 111/2014.

BIOINDICATORI PER LA FAUNA ITTICA DELLE ACQUE INTERNE

I PESCI SONO RIUSCITI A COLONIZZARE GLI HABITAT ACQUATICI PIÙ DISPARATI. LA GRANDE VARIABILITÀ ECOLOGICA E LA STRETTA DIPENDENZA DAGLI AMBIENTI LI RENDONO UN OTTIMO MODELLO PER LE INDAGINI SULLA QUALITÀ DI FIUMI, LAGHI E ZONE DI TRANSIZIONE MARINA, GARANTENDO UN MAGGIORE RANGE DI SCALE SPAZIO TEMPORALI RISPETTO AD ALTRI EQB.

La fauna ittica è uno degli elementi di qualità biologica (Eqb) per la bioindicazione delle acque interne (fiumi, laghi e zone di transizione marina) individuati dalla direttiva quadro sulle Acque 2000/60/CE (Dqa).
Fauna ittica e pesci sono un gruppo di vertebrati che nell'accezione comune comprende agnati (i ciclostomi, con bocca circolare non armata da elementi scheletrici articolati, vedi *foto 1*) e gnatostomi (pesci cartilaginei e ossei, con bocca dotata di mandibole, mascelle e meccanismo articolare a cerniera).
Con una storia evolutiva di più di 500 milioni di anni, i pesci non sono una reale categoria tassonomica, ma un coacervo di classi distribuite in tutto l'albero filogenetico dei vertebrati. Mentre gli agnati sono rappresentanti delle forme più arcaiche di vertebrati, la classe[1] più moderna di gnatostomi (i neopterigi) si è differenziata più o meno contemporaneamente alla classe dei mammiferi, ma con una tale radiazione evolutiva da costituire oltre la metà di tutte le specie di vertebrati viventi.
Questo enorme spettro evolutivo fa sì che i pesci siano riusciti a colonizzare gli ambienti acquatici più disparati potendo ricoprire tutti i ruoli trofici da erbivoro o detritivoro a predatore, fino a parassita o superpredatore.

La varietà della fauna ittica nelle acque interne italiane

Anche nelle acque interne italiane, a fronte di un numero di specie autoctone limitato (Lorenzoni et al. 2019)[2], la diversificazione della fauna ittica è notevole. La quasi totalità delle specie appartiene ai *Neopterigi teleostei* (*v. ad esempio foto 2*), ma sono presenti anche condrostei (famiglia *Acipenseridae*, storioni) e agnati (ordine *Petromizontiformes*, lamprede). Durata del ciclo vitale e taglia spaziano da un anno e meno di 5 cm del *Knipowitschia panizzae* (Verga, 1841), ghiozzetto di laguna ai 100 anni e 6 m di *Huso huso* (L., 1758), storione ladano.
La maggior parte delle specie è strettamente di acque dolci (*Stenoalina dulciacquicola*) stanziale e legata a specifici microhabitat (come la famiglia *Cobitidae,* cobiti) o con tendenza alla rimonta dei corsi idrici nelle fasi riproduttive (*Salmo trutta complex,* trote); in quest'ultimo caso le specie necessitano di una gamma diversificata ma ben definita di mesohabitat per compiere tutto il ciclo vitale.
Alcune specie sono spiccatamente migratrici (forme eurialine obbligate) con riproduzione in acque dolci e vita adulta in mare (forme anadrome come storioni e

FOTO: SALVATORE DE BONIS

1

FOTO: SIMONE CAPOSTAGNO

2

1 Porzione cefalica di *Petromyzon marinus* L., 1758, lampreda di mare; in evidenza l'apparato buccale "a ventosa".

2 *Cottus gobio* (L., 1758).

lamprede) o viceversa (forme catadrome come *Anguilla anguilla*, L., 1758, anguilla); altre specie (forme euraline facoltative) tollerano le variazioni di salinità delle zone estuariali (ad esempio la *Atherina boyeri*, Risso, 1810, latterino) o colonizzano indifferentemente ambienti a diversa salinità (genere *Alosa*, agone e cheppia).

Le specie ittiche si stratificano nei diversi ecosistemi di un bacino idrografico individuando comunità alternative via via più complesse all'aumentare della diversità ambientale e della disponibilità energetica (temperatura e nutrienti disciolti). Mentre nelle acque montane più fredde e oligotrofe si individuano solo 1 o 2 specie, la diversità biologica aumenta scendendo verso valle, con il massimo numero di specie nelle acque di transizione. In generale, riproduzione e prime fasi di vita sono legate ad habitat specifici mentre gli adulti tollerano una maggiore gamma di condizioni.

Per quanto concerne il livello trofico delle specie, la maggioranza è onnivora e molte sono predatrici non specializzate. Regimi alimentari ristretti sono invece rari: pochi sono i detritivori/iperbentivori (famiglia *Mugilidae*, cefali) o gli ectoparassiti di pesci (alcune lamprede); solo una specie è predatrice potenziale di ogni vertebrato acquatico (*Esox cisalpinus*, Bianco & Delmastro, 2011, luccio).

La grande variabilità ecologica e la stretta dipendenza dagli ambienti acquatici[3] rendono la fauna ittica un ottimo modello per la bioindicazione, sensibile ad alterazioni ambientali di scala spaziale e temporale da medio/piccola a grande[4]. In relazione al limitato numero di specie ittiche delle acque interne nazionali (se si escludono le zone di transizione) è inefficace basare la bioindicazione solo sulla frequenza di specie alternative per tolleranza ambientale; inoltre entro certi limiti la risposta della fauna ittica alle pressioni si esprime più come alterazione dei valori demografici di singole specie che in termini di composizione specifica. Per tale ragione il Niseci (Macchio et al. 2017), l'indice ittiologico individuato dalla normativa italiana per i fiumi, accanto alla presenza o assenza delle specie, considera sì l'abbondanza, ma anche la struttura di popolazione in classi di età; tale necessità è peraltro espressamente declinata nella direttiva quadro sulle Acque (Dqa).
L'analisi demografica si basa su due caratteristiche fondamentali: i pesci sono animali eterotermi e ad accrescimento indefinito. Nei climi temperati, pertanto, continuano ad accrescersi in lunghezza nel tempo (seppur rallentando ogni inverno e all'aumentare dell'età) e la

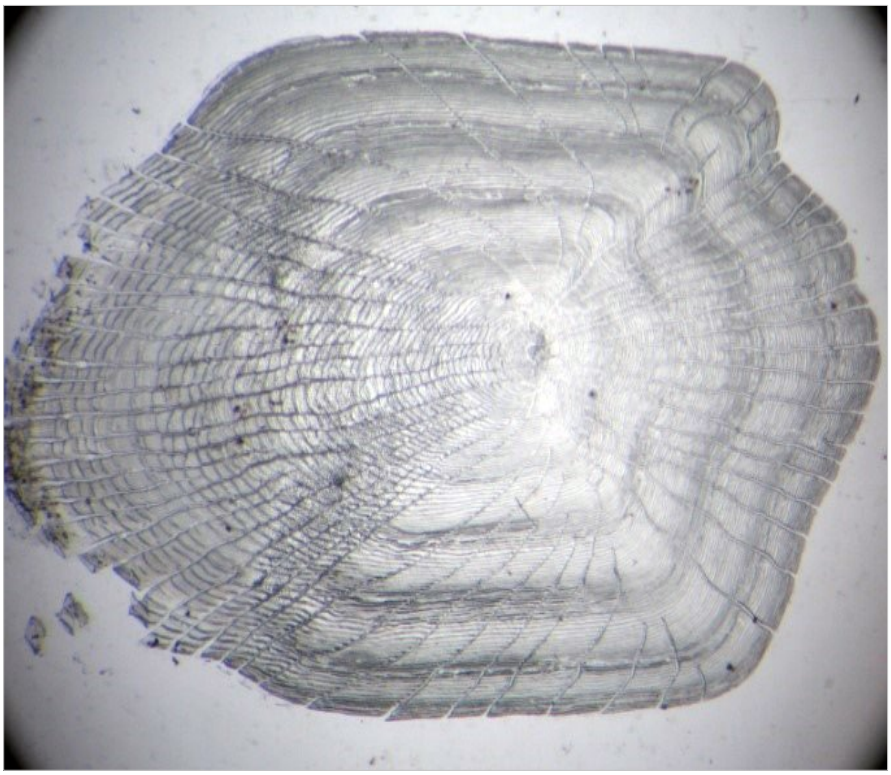


FOTO: GIOVANNI ROSSI

3

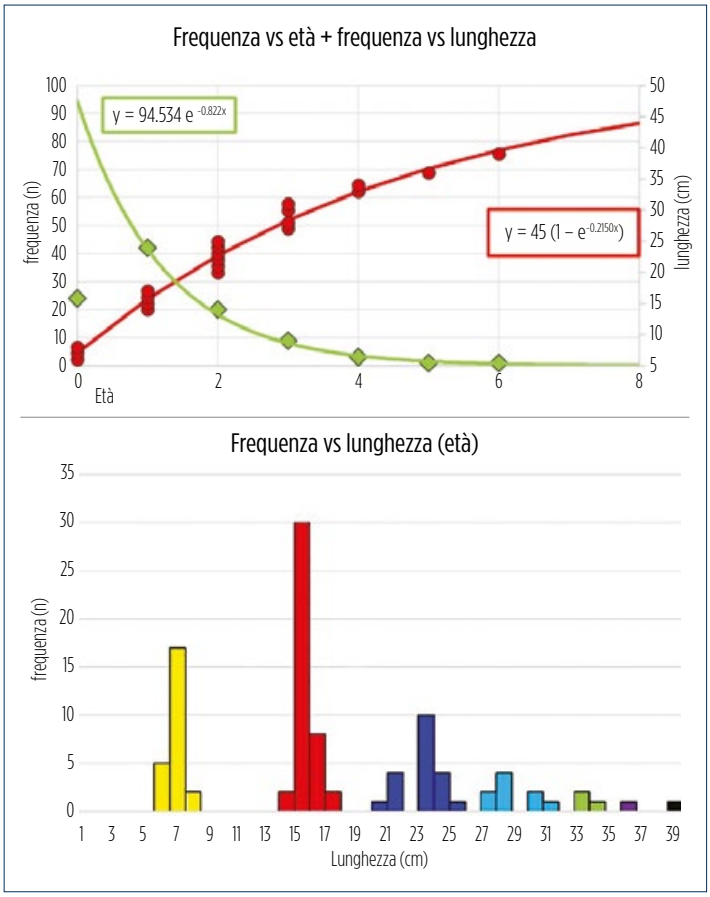


FIG. 1
ANALISI DEMOGRAFICA

3 Scaglia di ciprinide. Sono evidenti zone deposizionali più ravvicinate (bande scure) ciascuna corrispondente a un inverno.

4 Fiume Panaro.

riproduzione avviene solo in determinati e ristretti periodi dell'anno (circa 2/3 mesi). Ciò si traduce nella presenza di coorti coetanee omogenee distinguibili sulla base delle lunghezze corporee o dell'analisi di scaglie (vedi *foto 3*), databili analogamente alle sezioni di alberi. L'abbondanza di ogni coorte inoltre diminuisce nel tempo per effetto della mortalità, il cui tasso medio annuo è stimabile numericamente. Un esempio dei parametri demografici, calcolabili sulla base di dati di abbondanza e lunghezze individuali raccolti mediante pesca elettrica secondo il protocollo definito da Macchio e Rossi (2014), è riportato in *figura 1*.

Come per tutti gli indici biologici, la preparazione tecnica degli operatori è indispensabile; se l'attribuzione degli esemplari alle singole specie è semplificata rispetto al *macrobentos*, alle macrofite o alle diatomee, più complesse sono operatività in campo e manipolazione conservativa del campione[5]. I pesci devono, infatti, essere rilasciati in condizioni vitali e vigili al termine delle operazioni in quanto sottoposti dalla normativa a vincoli di protezione e misure di conservazione[6].
Inoltre, per scongiurare sottostime, la programmazione dei censimenti presuppone la conoscenza di cicli biologici e autoecologia delle diverse specie (soprattutto se migratrici o legate a particolari microhabitat).
Quando i dati sono raccolti in modo idoneo, l'indagine restituisce risultati rappresentativi di un maggiore *range* di scale spazio temporali rispetto ad altri Eqb o all'indagine chimica (altamente specialistica ma temporalmente puntuale).
Le variazioni demografiche di singole specie possono, ad esempio, indicare pressioni la cui sorgente sia locale (specie stanziali) o distante (specie migratrici); le strutture di popolazione di specie pluriennali possono registrare e retrodatare passati eventi acuti e puntiformi; popolamenti costituiti da specie di piccola taglia in buona salute e sole forme giovanili di specie di taglia media o grande indicano riduzione della disponibilità idrica. La struttura complessiva della comunità infine è in grado di sintetizzare effetti congiunti della massima gamma di pressioni insistenti.

Giovanni Rossi

Arpae Emilia-Romagna

NOTE

[1] In relazione alla complessa sistematica, alle divergenze fra la classica filogenesi morfologica e ai più recenti lavori molecolari, per taluni autori i neopterigi sono una sottoclasse.

[2] Una sessantina di specie distribuite con disomogeneità in tutto il territorio nazionale contro circa 100 specie nel solo bacino del Danubio (Schiemer, 2006).

[3] In particolari condizioni di umidità e ombreggiatura le sole anguilla e lampreda di mare, fra le specie autoctone, possono compiere brevi tragitti al di fuori dell'alveo bagnato.

[4] In effetti una pietra miliare della bioindicazione è rappresentata proprio da un indice ittiologico: *Index of biological integrity* (Ibi) di Karr (1981) sulla base del quale sono stati sviluppati vari metodi per pesci, alghe, piante vascolari e macroinvertebrati in diverse parti del mondo, come l'Ibe (Getti P.F. 1995) in Italia). L'Ibi e i suoi derivati, pensati per comunità biotiche dove siano individuabili per ogni ecosistema gruppi tassonomici o funzionali caratterizzati da diversa tolleranza ambientale, esprimono il giudizio ecologico principalmente sulla base della presenza o assenza di determinate specie e sulla loro abbondanza numerica.

[5] Niseci: procedura di campionamento, https://youtu.be/x0Y0hmwZ4TE

[6] Dpr 357/97, *Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche*; Dlgs 152/2006, *Testo unico ambientale. Parte II*; Lr 15/2006, *Disposizioni per la tutela della fauna minore in Emilia-Romagna*; Lr 11/2012, *Norme per la tutela della fauna ittica e dell'ecosistema acquatico e per la disciplina della pesca, dell'acquacoltura e delle attività connesse nelle acque interne.*

FOTO: ROBERTO BRANCOLINI - REGIONE ER

4

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Ghetti P.F., 1986, *I macroinvertebrati nell'analisi di qualità dei corsi d'acqua. manuale di applicazione - Indice biotico esteso Ebi modificato*, Provincia autonoma di Trento.

Karr J.R., 1981, "Assessment of biotic integrity using fish communities", *Fisheries*, 6(6), 21-27.

Lorenzoni M., Borghesan F., Carosi A., Ciuffardi L., De Curtis O., Delmastro G.B., Di Tizio L., Franzoi P., Maio G., Mojetta A., Nonnis Marzano F., Pizzul E., Rossi G., Scalici M., Tancioni L., Zanetti M., 2019, "Check-list dell'ittiofauna delle acque dolci italiane", *Italian Journal of Freshwater Ichthyology*, 1(5), 239-254.

Macchio S., Rossi G.L., 2014, "2040. Protocollo di campionamento e analisi della fauna ittica dei sistemi lotici guadabili", in AA.VV., 2014, *Metodi biologici per le acque dolci superficiali*, Ispra, Manuali e linee guida 111/2014, Isbn 978884480651.

Macchio S., Rossi G.L., Rossi G., De Bonis S., Balzamo S., Martone C., 2017, *Nuovo indice dello stato ecologico delle comunità ittiche (Niseci)*, Ispra, Manuali e linee guida 159/2017, Isbn 9788844808419.

Schiemer F., 2006, "Ecological status and problems of the Danube and its fish fauna", in *Proc. 36th Int. Conf. of Iad,* http://www. oen-iad. org/conference/docs/1_introductory/schiemer. pdf.

Zaccanti F., 1999, *Laboratorio di biologia sperimentale, modelli di indagine demografica della fauna ittica*.

DIATOMEE BENTONICHE E FITOPLANCTON LACUSTRE

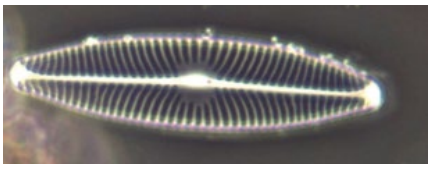
UNA DELLE PRIORITÀ DELLA DIRETTIVA EUROPEA 2000/60 È IL RIPRISTINO DEGLI ECOSISTEMI. DIATOMEE E FITOPLANCTON SONO DUE DELLE COMPONENTI BIOLOGICHE UTILIZZATE COME INDICATORI DI QUALITÀ DEI CORPI IDRICI SUPERFICIALI. IL MONITORAGGIO DELL'UNITÀ DI BIOLOGIA AMBIENTALE DI ARPAE EMILIA-ROMAGNA.

Le diatomee sono alghe unicellulari prive di flagelli che a oggi rappresentano una delle più importanti componenti degli ecosistemi acquatici. Diffuse in ambienti diversi, le troviamo sia nei mari che nelle acque dolci, su rocce, alghe o piante superiori. Fanno parte della famiglia delle *Bacillariophyte*, sono eucarioti autotrofi per la presenza di clorofilla a, b e di altri pigmenti. Sono dei produttori primari, alla base della piramide alimentare, quindi una loro variazione in termini di composizione e/o di concentrazione potrebbe influenzare i livelli trofici superiori. Sono organismi sensibili a variazioni di natura fisica e chimica, come luce, temperatura, pH, velocità della corrente, salinità, presenza di silice, concentrazione di sostanza organica e di nutrienti.

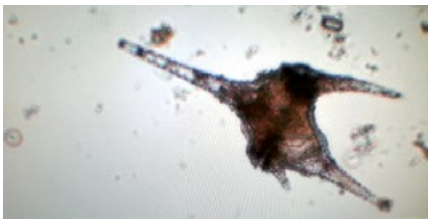
La loro peculiarità più rilevante è quella di avere una parete cellulare altamente silicizzata chiamata *frustulo,* formata da 2 valve, le cui caratteristiche fenotipiche quali simmetrie, dimensioni, forma generale, numero delle strie, presenza di ornamentazioni distintive rappresentano alcuni dei caratteri per l'identificazione.

L'analisi della componente diatomica, ai sensi della direttiva 2000/60/CE, prevede l'osservazione al microscopio ottico di vetrini permanenti al fine di identificare e conteggiare, a livello di specie, almeno 400 individui per campione, per poi calcolare l'indice multimetrico di intercalibrazione (ICMi) e definire la classe di qualità del corpo idrico.

L'ICMi è composto da due indici: l'indice di sensibilità agli inquinanti IPS (Cemagref, 1982) e l'indice trofico TI (Rott et al. 1999).
Per il calcolo dell'IPS si tiene conto maggiormente della sensibilità delle



Navicula lanceolata.



Ceratium hirundinella.

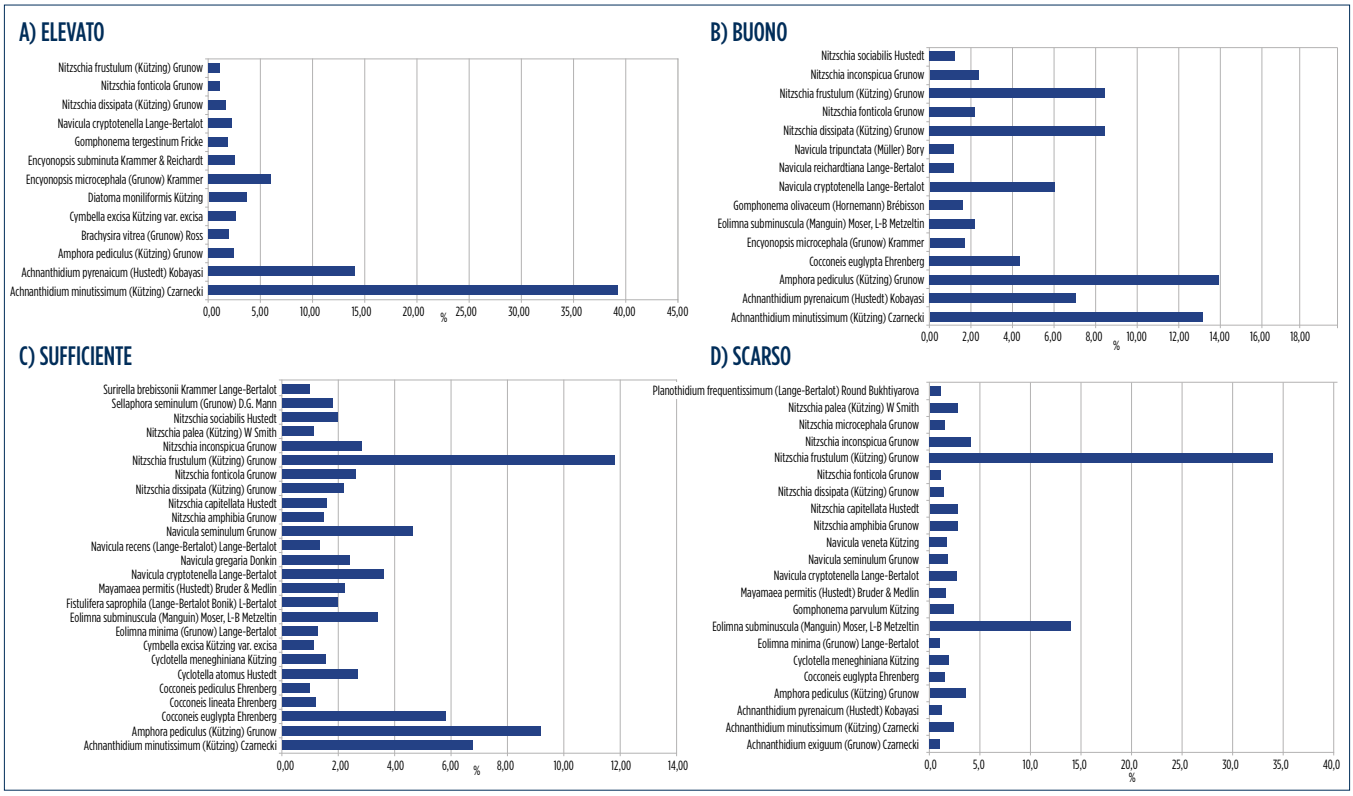


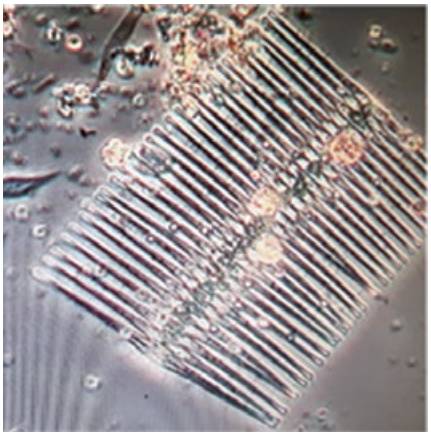
FIG. 1 DIATOMEE
Diatomee più rappresentative di 4 delle 5 classi di qualità previste dalla direttiva 2000/60/CE (elevato, buono, sufficiente, scarso) dal 2016 al 2019 in Emilia-Romagna.

specie diatomiche all'inquinamento organico e per il TI della sensibilità all'inquinamento trofico.
L'ICMi è la media aritmetica dei rapporti di qualità ecologica (RQE) dei due indici; viene impiegato non solo per la classificazione ai sensi della direttiva 2000/60/CE, ma anche per la valutazione dell'eutrofizzazione nei corpi idrici superficiali, e il solo TI è utilizzato come indicatore d'impatto (parametri Mlg Snpa 11/2018).
Il riconoscimento sistematico e la determinazione a livello di specie delle diatomee è un'analisi complessa cui si aggiungono i continui aggiornamenti tassonomici che rendono questo lavoro molto impegnativo e sempre in evoluzione. Gli operatori devono possedere una conoscenza approfondita sia della sistematica sia dell'ecologia delle diatomee.
In Emilia-Romagna, all'interno di Arpae, è stata costituita, già da diversi anni, l'Unità di biologia ambientale (Uba), inserita nel Centro tematico regionale Sistemi idrici. L'unità operativa si occupa dello studio degli ecosistemi acquatici utilizzando le comunità biologiche come indicatori ambientali ai sensi della direttiva 2000/60/CE e si interessa anche di campionare e analizzare diatomee bentoniche e fitoplancton lacustre.
Arpae ha scelto di far confluire tutti i campioni di questa comunità biologica presso l'Uba, in modo tale che questa unità specialistica possa tenere sempre sotto controllo la popolazione fitobentonica e occuparsi della formazione del nuovo personale.

I risultati dei campionamenti 2016-2019

Dalle valutazioni sulle diverse specie diatomiche e relative abbondanze rinvenute in tutti i campioni, limitatamente dal 2016 al 2019, sono state prodotte quattro liste diatomiche; ogni lista comprende le specie di diatomee e le relative percentuali, che maggiormente rappresentano 4 delle 5 classi di qualità previste dalla direttiva 2000/60/CE: elevato, buono, sufficiente e scarso (*figura 1*).
Nelle 4 liste si evidenzia come l'*Achnanthidium minutissimum* si rinviene in ogni classe di qualità, ma la sua percentuale è nettamente superiore nella classe "elevato" con una tendenza a diminuire con il peggioramento della classe di qualità.
Nella lista rappresentativa della classe di qualità scarso sono maggiormente presenti *Nitszchia frustulum* ed *Eolimna subminuscula* e la loro abbondanza tende a diminuire passando a classi con migliore qualità: l'*Eolimna subminuscula*, specie tollerante all'inquinamento organico e trofico, scompare infatti dalla lista rappresentativa della classe elevato.
Va considerato che per le diverse classi di qualità il numero totale delle specie diatomiche rinvenute è: 219 per la classe elevata, 175 per la buona, 135 per la sufficiente e 132 per la scarsa.
Le liste maggiormente rappresentative delle 4 classi di qualità contengono diatomee con una percentuale di presenza al di sopra dell'1%; le altre specie che compongono la popolazione diatomica di ogni classe hanno una presenza percentuale inferiore (*figura 2*).
Il numero totale di specie rinvenute tende ad aumentare nei corpi idrici con qualità migliore, ma la lista rappresentativa, composta da specie presenti con una percentuale maggiore tende a ridursi, mostrando quindi una minore variabilità nelle specie dominanti (*figura 3*).

Anabaena sp.



Fragilaria sp.

FOTO: TERENSKY – WIKIMEDIA – CC BY 3.0

Sperimentazione diatomee e monitoraggio fitoplancton nei bacini

Dal 2017 è iniziata una sperimentazione sulla determinazione delle diatomee nei corpi idrici lacustri, che a oggi ha coinvolto 4 dei 5 bacini artificiali principali in Emilia-Romagna (Suviana, Brasimone, Ridracoli, Mignano e Molato), allo scopo di poter utilizzare questa comunità biologica anche per le valutazioni ambientali dei bacini in aggiunta al fitoplancton.
La qualità ecologica dei corpi idrici lacustri dell'Emilia-Romagna, sempre definita dalla direttiva 2000/60/CE, è determinata utilizzando il fitoplancton come indicatore di qualità. Le alghe planctoniche con l'aumentare dei nutrienti rispondono con variazioni in termini sia di composizione sia di biomassa e questo rende il fitoplancton un ottimo indicatore di qualità.
Il fitoplancton lacustre alla base della catena alimentare è un grande produttore di ossigeno ed è costituito da diversi gruppi sistematici di alghe microscopiche. Le alghe d'acqua dolce sono globalmente ubiquitarie e altamente diversificate, in una miriade di forme e dimensioni, con decine o forse centinaia di migliaia di specie, di conseguenza la loro identificazione sistematica richiede un elevato grado di competenza. Alcune alghe planctoniche, tra cui diverse specie di cianobatteri, formano vaste fioriture algali con l'eventuale capacità di produrre tossine potenzialmente tossiche per l'uomo e per gli animali.
La popolazione planctonica e quindi la successione fitoplanctonica viene influenzata da molte variabili come la profondità della zona eufotica, la concentrazione in nutrienti (in particolare di silicio, azoto e fosforo), la temperatura, l'idrologia e la trofia del corpo idrico lacustre.
La classificazione, utilizzando il fitoplancton come bioindicatore, si effettua in linea a quanto stabilito dal Report Cnr-Ise, 02.13, 2018. In Emilia-Romagna, si esegue su un anno di campionamento, utilizzando il metodo italiano di valutazione del fitoplancton (*Italian phytoplankton assessment method* IPAM), che si basa sugli indici medi di composizione (media del RQE del PTlot, *Phytoplankton trophic index* basato su optimum-tolerance) e di biomassa (media dei rapporti di qualità ecologica normalizzati della concentrazione di clorofilla a e di biovolume).
I limiti di classe, espressi come rapporti di qualità ecologica (RQE), dell'indice complessivo per il fitoplancton sono riportati nel decreto ministeriale 8 novembre 2010 n. 260 (supplemento ordinario n. 31/l alla Gazzetta ufficiale). I corpi idrici lacustri dell'Emilia-Romagna, essendo bacini artificiali, sono fortemente modificati, e per questo non possono essere classificati in classe di qualità elevata. Sono stati valutati i taxa (generi e specie) rinvenuti nei 5 bacini dal 2016 al 2019 ed elaborate 5 liste fitoplanctoniche maggiormente rappresentative per ciascun invaso.

FIG. 2
DISTRIBUZIONE DIATOMEE

Distribuzione percentuale delle diatomee nelle 4 classi di qualità.

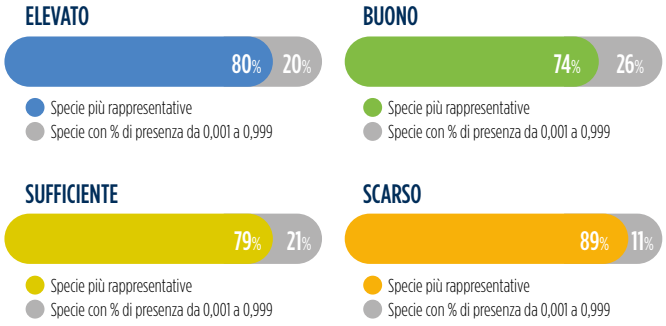


FIG. 3
NUMERO SPECIE DIATOMICHE

Numero di specie diatomiche rinvenute nelle 4 classi di qualità.

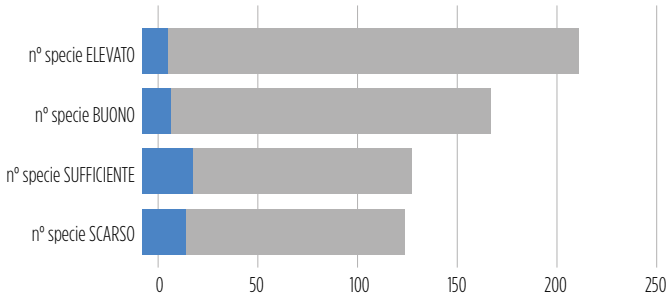


FOTO: NAIOLI – WIKIMEDIA - CC BY-SA 4.0

Le liste sono state prodotte considerando le biomasse annuali di ogni taxa per corpo idrico lacustre.
Il totale delle specie e generi rinvenuti sono: 21 per il lago di Brasimone, 32 per il lago di Suviana, 51 per l'invaso di Ridracoli, 47 per la diga del Molato e 36 per la diga di Mignano.
Le liste maggiormente rappresentative di ciascun bacino comprendono generi e specie con una percentuale di biomassa al di sopra dello 0,2%, gli altri taxa che compongono la popolazione di ogni bacino hanno percentuale inferiore (*figura 4*).

Veronica Menna, Alberto Sommacal, Eleonora Leonardi, Daniela Lucchini

Centro tematico regionale Sistemi idrici, Arpae Emilia-Romagna

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Ispra, 2014, *Metodi biologici delle acque superficiali interne*, Manuali e linee guida 111/2014, Delibera del Consiglio federale delle Agenzie ambientali, seduta del 27 novembre 2013, doc. n. 38/13Cf.

Iss, 2009, "Metodo per la valutazione dello stato ecologico delle acque correnti: comunità diatomiche", *Rapporti Istisan,* 09/19, Issn 1123-3117.

Iss, 2008, "Guida agli indicatori biologici dei corsi d'acqua della provincia di Viterbo", *Rapporti Istisan,* 08/34, Issn 1123-3117.

Falasco E., Mobili L., Risso A.M., Bona F., 2012, 2Considerazioni sull'applicazione dell'indice diatomico Icmi (Intercalibration common metric index) nell'Italia nord-occidentale", *Biologia ambientale*, 26(1): 1-8, 2012.

Morabito G., 1997, "Dinamica stagionale delle comunità algali e analisi microscopica del fitoplancton", *Biologia ambientale,* 2/1997.

Cnr-Ise, 2018, "Indici per la valutazione della qualità ecologica dei laghi", versione conforme alla decisione 2018/229 della Commissione europea, *Report Cnr-Ise*, 02.13, 2018, Issn 2533-1086.

Sheath R.G., Wehr J.D., 2002 (1° ed.) "Chapter 1: Introduction to the freshwater algae", in J.D. Wehr, R.G. Sheath, J.P. Kociolek, *Freshwater algae of North America. Ecology and classification*, Academic Press.

FIG.4
FITOPLANCTON NEI CORPI IDRICI LACUSTRI

Taxa (generi e specie) maggiormente presenti nei 5 principali invasi artificiali in Emilia-Romagna (2016-2019):
A) lago Brasimone, 12 taxa su 20 totali
B) lago Suviana, 15 taxa su 31 totali
C) invaso Ridracoli, 25 taxa su 51 totali
D) diga del Molato, 15 taxa su 47 totali
E) diga di Mignano, 15 taxa su 36 totali.

GLI INDICATORI DI ALTERAZIONI IDROLOGICHE FLUVIALI

LA RELAZIONE TRA GLI EVENTI DI MAGRA O SECCA E LA PRESENZA E STRUTTURA DELLE COMUNITÀ DEL MACROBENTHOS È DIVENUTA UN OGGETTO DI STUDIO CENTRALE IN ANNI IN CUI LA MANCANZA DI ACQUA È UN FENOMENO CHE SI STA DIFFONDENDO VELOCEMENTE. UN'INDAGINE DI ARPAE MOSTRA L'IMPOVERIMENTO DEI TORRENTI IN EMILIA-ROMAGNA.

I corsi d'acqua in Emilia-Romagna hanno tutti origine per scorrimento superficiale, dipendono cioè dalla quantità di acqua che a seguito di precipitazioni viene raccolta dal bacino idrografico e attraverso rivoli e torrenti va a formare il reticolo idrografico. I corsi d'acqua posti a sud del fiume Po sono da considerarsi in area mediterranea e tutti a carattere torrentizio. Queste tipologie di acque presentano un ampio gradiente di variabilità delle portate che si riflette sulle comunità macrobentoniche che presentano spesso una discontinuità nella struttura.
La relazione che esiste tra gli eventi di magra o secca idrologica e la presenza e struttura delle comunità del *macrobenthos* è stata da sempre riconosciuta, ma è divenuta un oggetto centrale in questi ultimi anni in cui la mancanza di acqua è un fenomeno che si sta diffondendo velocemente sia per ragioni legate alle variazioni climatiche sia per l'aumento delle richieste idriche.
La comunità macrobentonica è in grado di fornire due principali tipi di risposte a questo disturbo: la prima (*resistenza*) consiste nella sua capacità di far fronte all'evento senza subire importanti alterazioni, la seconda (*resilienza*) nella sua capacità di ricostruire le condizioni iniziali a seguito alla fase di disturbo (Lake, 2000).

Si possono evidenziare 2 tipi di magra o secca:
- *stagionale*, che rappresenta la manifestazione di regime idrico estremo di un dato ambiente fluviale e non è percepita come disturbo. La comunità è abituata a tali eventi e ha sviluppato nel tempo delle azioni di adattamento come cicli biologici peculiari e uso di particolari rifugi
- *sovra-stagionale*, cioè imprevedibile, non associata a una stagione. Si tratta di un declino diffuso delle precipitazioni o comunque della disponibilità di acqua. La risposta del benthos è bassa resistenza e

FOTO: ALESSANDRA AGOSTINI

1

resilienza variabile. Questi comportamenti della comunità possono essere specifici del gruppo tassonomico, ma ancor più delle specie (Boulton & Petts, 1994).

Lo studio ecologico dei corsi d'acqua

Rispetto ai tre assi utilizzati per lo studio ecologico di un corso d'acqua – laterale, longitudinale e verticale – in situazioni di criticità idrica il primo a divenire critico è quello laterale, da sponda a sponda, con la perdita dei microhabitat delle aree marginali in connessione con le fasce perifluviali. Si assiste a un sopravvento degli habitat lentici con una omogeneità di flussi che promuoveranno la prevalenza di generi o specie più resistenti e opportuniste.

Rispetto all'asse longitudinale si ha una banalizzazione dell'ambiente con la scomparsa dell'alternanza di mesohabitat – *pool* e *riffle* – fino ad avere nel letto fluviale solo una presenza frammentata di *pool*. Avviene una sedimentazione dei detriti fini, insieme a un accumulo di detriti e nutrienti dove, in assenza di flusso, le sostanze chimiche nocive non vengono allontanate e neppure diluite. L'innalzamento della temperatura e l'abbassamento dell'ossigeno determinano la scomparsa delle specie più reofile (individui adattati a vivere in acque correnti). La mutata quantità e qualità di acqua per tempi prolungati determina una riduzione in quantità e in ricchezza di specie, ma anche un'alterazione dei cicli biologici.

L'asse verticale, almeno nelle tipologie fluviali con letti porosi dove le *pool* presenti rimangono connesse con il flusso del subalveo, è quello che riesce a mantenere una sua funzionalità grazie alla zona iporreica[1] che diventa rifugio per *macrobenthos* di superficie.

1 Torrente Savena in magra, località a monte di Pianoro Vecchia (BO).

2 Tricottero leptoceridae con astuccio.

Anche eventi di piena e intense precipitazioni possono avere influenza negativa sulla popolazione macrobentonica, in modo diretto con trascinamenti catastrofici degli individui verso valle, ma anche indirettamente con una modificazione dell'ambiente fluviale. Perturbazioni anomale, che risultano sempre più frequenti circa l'entità e la stagionalità, provocano modifiche nelle caratteristiche fisiche degli habitat e dei substrati con influenza sulla composizione della comunità macrobentonica.
Repentine alternanze di portate idrologiche di magra prolungate (durante le quali si sono accumulate notevoli quantità di sedimenti fini) a portate idrologiche anche di non eccessiva entità determinano la rimobilizzazione dei sedimenti fini con effetti di un elevato trasporto di materiali in sospensione. Casi estremi provocano eventi di *clogging* che consistono nell'occlusione degli interstizi dei sedimenti grossolani del fondo da parte di materiale fine (sabbia e, soprattutto, limo e argilla) che influenza la composizione della comunità macrobentonica.

Il regime torrentizio dei nostri corsi d'acqua determina un'amplificazione di tutti gli stress naturali che vengono ulteriormente esasperati da prelievi di acqua per usi agricoli, industriali o potabili. Le condizioni di questi ambienti diventano critiche e molto simili a quelle che si possono osservare in siti inquinati dove le comunità bentoniche sono presenti con *taxa* molto tolleranti.
In questo contesto di instabilità idrologica sono altrettanto importanti le alterazioni antropiche strutturali che modificano la morfologia come traverse, dighe, rettificazioni e assenza di vegetazione ripariale. Le conseguenze di queste pressioni si manifestano sia durante un evento di piena sia durante periodi di magra o secca e vengono evidenziate dalle alterazioni di struttura delle comunità macrobentoniche esigenti in termini di profondità, velocità di corrente, tipo di flusso e tipo di substrato.

L'andamento 2010-2019 in Emilia-Romagna

Una prima analisi generale dell'andamento dal 2010 al 2019 dell'indice STAR_ICMi[2] e delle 6 metriche che lo compongono nei corpi idrici fluviali regionali caratterizzati da criticità idriche naturali o antropiche ha evidenziato, a partire dalla seconda metà del decennio, un abbassamento dei valori dell'indice che in taluni casi si tramuta in un abbassamento anche di classe di qualità. Studiando l'andamento delle metriche, la maggior parte dei campioni esaminati mostra un impoverimento in termini di abbondanza della selezione delle famiglie EPTD – metrica Log_{10} (Sel_EPTD + 1) – di tolleranza come metrica ASPT e di diversità come indice di Shannon. Si rileva anche una diminuzione di ricchezza in termini di famiglie totali ed EPT. Come è facile intuire in questi corpi idrici caratterizzati tra le altre pressioni e impatti da una diminuzione di disponibilità di acqua e habitat, nella maggior parte dei casi i cali in termini di abbondanza sono più frequenti in aree di *pool* rispetto ai mesohabitat di *riffle* e lo stesso vale per la metrica ASPT della tolleranza.

Il divario maggiore in termini di diminuzione della metrica di riferimento lo si riscontra nel numero di famiglie totali, che diminuiscono in misura maggiore nelle aree di *pool*. Inverso invece è l'andamento del numero di famiglie EPT che mostrano una diminuzione più frequente in aree di *riffle*. Associato a questo andamento è infine possibile affermare che la diversità diminuisce in entrambe le aree, ma è più accentuata in *riffle* come era ipotizzabile aspettarsi. In taluni casi una conseguenza di questa diminuzione non uniforme delle metriche nei due mesohabitat si tramuta in un aumento del divario tra i risultati degli indici STAR_ICMi di *pool* e *riffle* del corso idrico.
Al netto delle altre pressioni presenti in alcuni corpi idrici presi in esame, l'andamento dei risultati riscontrati nelle aree di *pool* fanno ipotizzare che la mancanza di acqua, con il conseguente abbassamento dei livelli di ossigeno disciolto e l'innalzamento della temperatura, abbia un impatto maggiore su queste aree rispetto a quelle di *riffle*.
I casi esaminati sono tutti relativi a corpi idrici soggetti a una diminuzione di portata che interessa il periodo che mediamente va da maggio a ottobre. In futuro è previsto un approfondimento dell'indagine per caratterizzare ancora meglio le correlazioni.

FOTO: DANIELA LUCCHINI

2

Daniela Lucchini[1], Alessandra Agostini

Centro tematico regionale Sistemi idrici, Arpae Emilia-Romagna
1. Responsabile

NOTE

[1] La zona iporreica, cioè la zona di transizione tra acqua sotterranea e acqua superficiale, rappresenta un importante *ecotono* (spazio intermedio tra due ecosistemi limitrofi) caratterizzato da intense attività biochimiche in grado di condizionare la dinamica dei nutrienti negli ecosistemi lotici e la loro capacità auto depurante.

[2] Indice che definisce la classe di qualità ecologica dell'indicatore macroinvertebrati. bentonici a norma della direttiva Acque 2000/60/CE

PICCOLO IDROELETTRICO E IMPATTO AMBIENTALE

L'ESPERIENZA DI ARPA LOMBARDIA NELLA VALUTAZIONE DEI PICCOLI IMPIANTI: RIDURNE IL NUMERO REVOCANDO LE CONCESSIONI AMBIENTALMENTE NON SOSTENIBILI SULLA BASE DEGLI ATTUALI CRITERI DI VALUTAZIONE PUÒ CONTRIBUIRE POSITIVAMENTE AL CONSEGUIMENTO DEGLI OBIETTIVI DI QUALITÀ SANCITI DALLA DIRETTIVA QUADRO ACQUE.

Aseguito dell'avvio della procedura EU Pilot 6011-14 Envi concernente l'attuazione della direttiva 2000/60/CE (direttiva quadro Acque, Dqa), l'allora Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare (Mattm) promulgò i decreti direttoriali 29/Sta[1] e 30/Sta[2], entrambi del 13 febbraio 2017, finalizzati a garantire il soddisfacimento del "principio di non deterioramento" dello stato di qualità dei corpi idrici superficiali e promuovere il raggiungimento degli obiettivi ambientali previsti dall'art. 4 della Dqa.
In particolare il Dd 29/Sta, contenente le linee guida per le valutazioni ambientali ex ante per le domande di derivazione idrica, richiese alle Autorità di bacino distrettuali di adeguare entro la fine del 2017 gli approcci metodologici delle direttive derivazioni – in particolare il metodo Era – ai contenuti delle linee guida stesse in modo da attuare con il massimo rigore i principi sanciti dalla Dqa assicurandone al contempo l'omogenea applicazione sull'intero territorio nazionale.
Successivamente, il 4 luglio 2019, il Ministero dello Sviluppo economico di concerto con il Mattm varò il decreto di incentivazione dell'energia elettrica prodotta dagli impianti eolici on-shore, solari fotovoltaici, idroelettrici e a gas residuati dai processi di depurazione, delegando al Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente (Snpa) la verifica di conformità degli impianti idroelettrici alle linee guida allegate ai Dd 29/Sta e 30/Sta.

L'esperienza maturata da Arpa Lombardia nell'ambito di istanze concernenti l'incentivazione degli impianti idroelettrici di potenza inferiore a 1 MW ha messo in luce come la maggior parte degli impianti richiedenti non fossero conformi alle linee guida citate. La quasi totalità delle istanze pervenute (38 su 39) concernevano

FOTO: POL VAN DEN SCHEEFEK – CC BY 3.0

piccole derivazioni idroelettriche autorizzate con concessioni i cui iter istruttori erano stati avviati prima che la direttiva Derivazioni[3] dell'Autorità di bacino del fiume Po diventasse cogente (13 gennaio 2016).

Applicando gli attuali criteri di valutazione previsti dalla direttiva Derivazioni aggiornata alle linee guida per le valutazioni ex ante contenute nel Dd 29/Sta, la maggior parte degli impianti esaminati sono risultati generare un impatto ambientale "alto" secondo la matrice di calcolo dell'allegato al Dd 29/Sta (tabella 11).
Dei 31 impianti per i quali è stata inoltrata richiesta di verifica di conformità ai sensi del decreto 4 luglio 2019 per l'incentivazione della produzione energetica da fonti rinnovabili, solo 7 (23%) sono risultati possedere i requisiti; 19 (61%) sono risultati non conformi alle linee guida di cui al Dd 29/Sta e le restanti 5 (16%) sono state ritenute non valutabili poiché i proponenti non hanno fornito la documentazione necessaria a svolgere le valutazioni del caso.
Si osserva che nei 19 casi di giudizi negativi, le verifiche svolte hanno evidenziato come le alterazioni idrologiche siano determinanti per le derivazioni che interessano i corpi idrici montani o a elevata naturalità, mentre le alterazioni idromorfologiche sono risultate essere determinanti nel caso di grandi corpi idrici già interessati da molteplici derivazioni.

In generale la valutazione dell'impatto esercitato da una derivazione nel contesto di tutte quelle presenti lungo il medesimo corpo idrico risulta essere di primaria importanza per scongiurare l'eccessivo sfruttamento della risorsa idrica come si è verificato purtroppo per alcuni fiumi lombardi. Ne è un esempio emblematico il torrente Dezzo, posto al confine fra le province di Bergamo

e Brescia, nel quale la somma dei tratti sottesi dalle molteplici derivazioni presenti corrisponde a circa il 96% della lunghezza corpo idrico stesso. Ancora, eclatanti sono i casi dei fiumi Adda, Serio e Oglio, il cui sovrasfruttamento ha portato la Regione Lombardia a emanare una "Mozione concernente la moratoria delle concessioni di derivazione d'acqua sul territorio lombardo" (Dcr 6 settembre 2016, n. X/1210).

La riflessione che ne discende è che i Dd 29/Sta e 30/Sta rappresentano un valido strumento per stimare l'impatto ambientale generato da una derivazione nell'ottica di attuare concretamente i principi di salvaguardia e recupero del patrimonio idrico sanciti dalla Dqa. L'auspicio è che le autorità concedenti, anche nell'ambito di rinnovi delle concessioni, applichino con estremo rigore i criteri di valutazione della direttiva Derivazioni.

Addossare completamente alle piccole derivazioni idroelettriche la responsabilità del mancato raggiungimento degli obiettivi di qualità, stabiliti dalla Dqa e dalla normativa nazionale di settore, non sarebbe corretto poiché sono molteplici gli impatti antropici che gravano sui corpi idrici italiani, basti pensare al persistente problema del mancato collettamento degli scarichi urbani o al sottodimensionamento e mal funzionamento di molti impianti di depurazione o, ancora, alle diffuse opere di artificializzazione di alvei e sponde che hanno allontanato sempre più i corsi d'acqua dalle condizioni di naturalità. Tuttavia, si ritiene che ridurre il numero delle piccole centrali revocando le concessioni degli impianti che si dimostrano essere ambientalmente non sostenibili, mediante l'applicazione degli attuali criteri di valutazione degli impatti, possa contribuire positivamente al conseguimento degli obiettivi di qualità sanciti dalla Dqa.
È innegabile che l'alterazione del regime idrologico conseguente l'esercizio di una derivazione idroelettrica e la presenza di opere di presa – siano esse a caduta o traverse – comportano oggettivamente una riduzione degli habitat disponibili per le comunità biologiche fluviali la cui conseguenza è la rottura dell'equilibrio e della naturalità del sistema. La perdita di habitat, come è noto, rappresenta la prima causa di perdita di biodiversità negli ecosistemi.

La Commissione europea, con la Strategia Ue sulla biodiversità per il 2030, ha sottolineato che al fine di conseguire gli obiettivi della Dqa occorre ristabilire gli ecosistemi di acqua dolce e le funzioni naturali dei fiumi e ha individuato, come uno degli strumenti necessari per ripristinare la funzionalità, la rimozione delle barriere che impediscono il passaggio delle specie ittiche migratorie e il flusso libero dei sedimenti.
Rimuovere quindi le opere delle micro-centrali non compatibili contribuirebbe ad attuare quanto previsto dalla Strategia in questione. Sul fronte energetico, la disattivazione dei piccoli impianti impattanti non inciderebbe in modo significativo sulla produzione energetica nazionale. Come si evince dai dati pubblicati da Terna[4], infatti, solo il 6,7% dell'energia idroelettrica prodotta a livello nazionale proviene dagli impianti con potenza inferiore a 1 MW i quali, tuttavia, complessivamente rappresentano il 72% delle centrali italiane.

FOTO: AG076 - CC BY-SA 3.0

Silvia Cerea, Silvia Guerreschi, Roberto Serra, Pietro Genoni

Arpa Lombardia

NOTE

[1] Decreto direttoriale 29/Sta del 13/02/2017, Linee guida per le valutazioni ambientali ex ante delle derivazioni idriche, in relazione agli obiettivi di qualità ambientale dei corpi idrici definiti ai sensi della Direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2000.

[2] Decreto direttoriale 30/Sta del 13/02/2017, Linee guida per l'aggiornamento dei metodi di determinazione del deflusso minimo vitale al fine di garantire il mantenimento nei corsi d'acqua del deflusso ecologico a sostegno del raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale dei corpi idrici definiti ai sensi della Direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2000.

[3] Direttiva per la valutazione del rischio ambientale connesso alle derivazioni idriche in relazione agli obiettivi di qualità ambientale definiti dal Piano di gestione del distretto idrografico del fiume Po adottata con Deliberazione n. 3/2017 dall'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po.

[4] Per approfondire i dati statistici del settore elettrico nazionale: https://download.terna.it/terna/Annuario%20Statistico%202018_8d7595e944c2546.pdf

ACQUE POTABILI E CONTAMINANTI EMERGENTI

IL PROGETTO BODEREC-CE HA LO SCOPO DI REALIZZARE ATTIVITÀ. STRUMENTI E STRATEGIE FINALIZZATE ALLA DETERMINAZIONE, PREVENZIONE E MITIGAZIONE DI NUOVE SOSTANZE INQUINANTI NEGLI AMBIENTI ACQUATICI E NELLE ACQUE POTABILI. SONO STATE INDIVIDUATE 8 AREE PILOTA, TRA CUI L'IMPIANTO DI POTABILIZZAZIONE DI PONTELAGOSCURO (FE).

L'acqua è tra le materie prime più preziose per l'attuale società e per la vita del pianeta, oggi fortemente minacciata da diversi tipi di inquinamento ambientale. Per questo è necessario individuare e ridurre la presenza di forme di contaminazione, valutando anche quelle ancora sconosciute.
Per contaminanti emergenti si intende una serie di sostanze, non necessariamente di recente immissione nell'ambiente, ma non ancora incluse nei routinari programmi di monitoraggio a livello europeo. Rientrano nella definizione di contaminanti emergenti una vasta gamma di composti, tra i quali pesticidi, prodotti farmaceutici a uso umano e veterinario, sostanze d'abuso, interferenti endocrini e prodotti per l'igiene personale e per la cura della casa. Ancora oggi, per questi inquinanti è necessario valutare l'origine, la presenza e la persistenza al fine di identificare quale possa essere il loro comportamento e quali possano essere i loro possibili effetti sulla salute umana e sull'ambiente. I contaminanti emergenti sono una categoria in costante evoluzione e l'attenzione crescente per questa classe di composti sta innescando un cambiamento di paradigma nella definizione stessa di qualità dell'ambiente aquatico, fortemente minacciato.

All'interno di questo contesto nasce il progetto boDerec-Ce (*Board for detection and assessment of pharmaceutical drug residues in drinking water – capacity building for water management in Ce*), che vede coinvolti 12 enti, tra i quali l'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po (AdbPo) e Arpae, provenienti da 7 Paesi (Croazia, Repubblica Ceca, Slovenia, Polonia, Germania, Italia e Austria).
Il progetto è stato finanziato dal programma Interreg Central Europe 2014-2020, che mira a migliorare le capacità di sviluppo nei settori dell'innovazione, della riduzione di anidride carbonica, della protezione delle risorse naturali e culturali, così come nei trasporti e nella mobilità.
In particolare, il progetto prevede la predisposizione di strumenti per supportare il monitoraggio, la modellazione, la prevenzione e la gestione dei contaminanti emergenti e in particolare dei farmaci e dei prodotti per la cura e l'igiene personale (Ppcp, *Pharmaceutical and personal care products*).

FIG. 1
AREE PILOTA

Aree coinvolte nel progetto europeo boDerec-Ce.

Sono state individuate 8 aree pilota, caratterizzate da acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano, nelle quali sviluppare strumenti a supporto delle decisioni basati sull'analisi delle caratteristiche idrologiche e fisico-chimiche, sull'utilizzo di modelli idrologico-idraulici e di trasporto degli inquinanti e sul monitoraggio degli stessi per valutarne l'efficienza di rimozione negli impianti di trattamento delle acque. Tutto ciò ha permesso di effettuare un confronto tra i diversi sistemi di potabilizzazione e di gestione.
Il progetto ha previsto la raccolta delle attuali conoscenze sui contaminanti emergenti, lo sviluppo di un piano di monitoraggio dettagliato dei Ppcp, la predisposizione di schemi modellistici per simulare il trasporto nell'ambiente acquatico di alcuni contaminanti emergenti e l'analisi dei processi di trattamento delle acque. Grazie a tali attività, successivamente, è stato possibile sviluppare uno strumento di orientamento per la modellazione del trasporto dei contaminanti emergenti nelle acque (modeProcon) e redigere un catalogo di buone pratiche per la gestione ottimale e l'abbattimento dei contaminanti emergenti nei cicli di potabilizzazione (wwDemast).

BoDerec-Ce prevede l'avvio di un tavolo transnazionale, dove diversi esperti del settore potranno confrontarsi e fornire raccomandazioni per l'aggiornamento della legislazione riguardante i contaminanti emergenti nelle acque potabili. Questo gruppo di lavoro coinvolgerà anche i principali *stakeholder* per garantire maggiore sensibilizzazione all'uso e allo smaltimento dei Ppcp.
Un altro importante risultato del progetto è Trast-Ppcp, una strategia transnazionale sviluppata in Europa centrale, finalizzata alla prevenzione e alla mitigazione dei contaminanti emergenti negli ambienti acquatici e nelle acque potabili, che comprende proposte migliorative relative agli aspetti normativi, tecnici, organizzativi e gestionali rivolte ai principali soggetti coinvolti. Trast-Ppcp si basa sulle conoscenze ed esperienze acquisite nel corso del progetto attraverso le attività di monitoraggio, di modellazione dei contaminanti emergenti nelle acque superficiali e sotterranee e di analisi delle capacità dei soggetti coinvolti, soprattutto i gestori dei servizi idrici, di rispondere alle sfide future sul tema della sicurezza delle acque.
Il sito pilota scelto per l'Italia è l'impianto di potabilizzazione di Pontelagoscuro (FE) del Gruppo Hera spa. L'impianto ricopre il 90% del fabbisogno idrico del territorio servito, erogando circa 27 milioni di m^3 d'acqua l'anno a 12 comuni. Le attività dei partner italiani, AdbPo e Arpae, hanno previsto:
- azioni di monitoraggio dei contaminanti emergenti nell'area pilota
- l'analisi dei risultati del monitoraggio effettuato in diversi punti dell'impianto, per stimare il livello di abbattimento dei contaminanti emergenti monitorati ai trattamenti eseguiti presso l'impianto
-la predisposizione di un approccio metodologico semplificato per rappresentare le modalità con cui i contaminanti emergenti vengono immessi e trasportati nell'ambiente
- lo sviluppo di uno schema modellistico prototipale per simulare il trasporto dei contaminanti emergenti lungo un breve tratto fluviale.

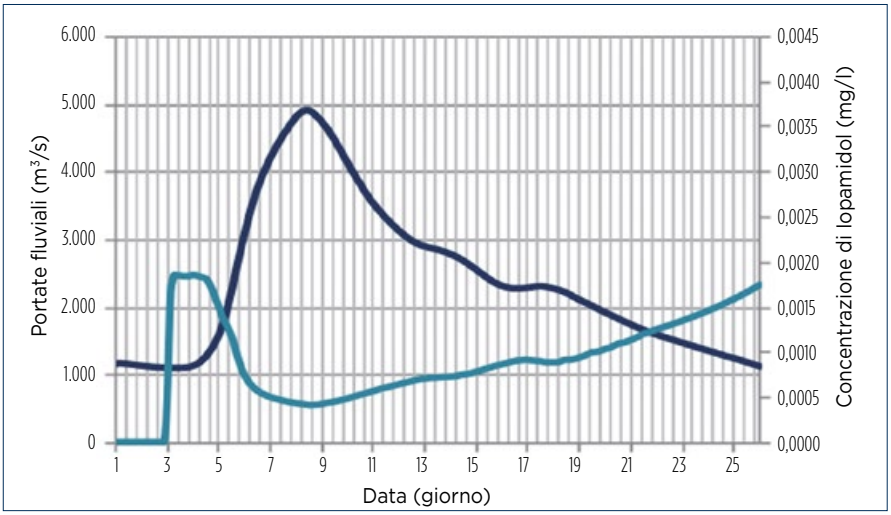


FIG. 2 SIMULAZIONI
Esempio del risultato delle simulazioni: andamento delle concentrazioni di Iopamidol (linea azzurra) a confronto con l'andamento delle portate fluviali (linea blu), simulate dal 1 al 25 ottobre 2020.

Il monitoraggio è stato svolto in sei diversi momenti, da settembre 2020 a luglio 2021, e ha previsto la raccolta di campioni di acqua sotterranea e dal Po (5 campioni lungo la filiera di trattamento dell'impianto di potabilizzazione). Tutti i campioni raccolti, opportunamente trattati per preservarne le caratteristiche chimico-fisiche, sono stati poi analizzati dal laboratorio di progetto nella Repubblica Ceca per l'individuazione di 112 sostanze.
L'implementazione della modellistica per la simulazione del trasporto dei contaminanti emergenti ha riguardato un breve tratto dell'asta principale del fiume Po, in corrispondenza dell'impianto di Pontelagoscuro. L'attività ha previsto una descrizione del sito di studio, comprendente riferimenti a dati e informazioni disponibili sulla quantità e qualità delle acque. Successivamente, al fine di dare un esempio concreto utile alla comprensione dell'approccio metodologico proposto, si è proceduto a eseguire alcune simulazioni numeriche che hanno interessato principalmente lo Iopamidol, agente di contrasto dei raggi X per diagnostica medica. Per tali simulazioni è stato utilizzato il modello idraulico e di trasporto *Hec-Ras water quality module*, che consente di simulare le grandezze idrauliche che influenzano il trasporto e l'andamento della concentrazione dei contaminanti.
L'implementazione iniziale dello schema modellistico, utilizzata per alcune simulazioni, è stata realizzata con dati di portata giornaliera e flusso di massa dello Iopamidol, ottenuto a partire dai dati di concentrazione raccolti nel corso delle campagne di monitoraggio sopra descritte. In prima ipotesi di calcolo, il contaminante è stato considerato non reattivo e il flusso di massa, utilizzato come condizione al contorno, è stato ipotizzato costante. Il modello così implementato, anche in considerazione della limitata disponibilità dei dati misurati e agli obiettivi di progetto, risulta una prima applicazione utile a valutare l'interesse dei soggetti coinvolti all'utilizzo di schemi modellistici e a condividere un approccio iniziale da sviluppare ulteriormente nel settore della qualità delle acque.

Selena Ziccardi[1], Beatrice Bertolo[1], Marco Brian[1], Elisa Comune[2], Paolo Leoni[1], Silvano Pecora[1], Giuseppe Ricciardi[2], Franca Tugnoli[2]

1. Autorità di bacino distrettuale del fiume Po
2. Arpae Emilia-Romagna

STORIA DI UNA SISTEMAZIONE IDRAULICO-FORESTALE

IL CASO DELLA VALLE DEL RIO DI PONDO NEL COMUNE DI SANTA SOFIA (FC). L'EVOLUZIONE DEMOGRAFICA, AMBIENTALE, ECONOMICA E SOCIALE DELL'APPENNINO HA INFLUITO MOLTO SULL'ESITO DI ALCUNI INTERVENTI EFFETTUATI OLTRE CENTO ANNI FA A DIFESA DELL'ABITATO DAL DISSESTO DEL BACINO MONTANO.

Il rio di Pondo è un piccolo torrente, affluente di destra del fiume Bidente a cui si unisce subito a valle dell'abitato di Santa Sofia, un comune di poco più di 4.000 abitanti nell'appennino romagnolo in provincia di Forlì-Cesena. All'inizio del secolo scorso il dissesto della valle del rio di Pondo era tale che l'ufficio del Genio civile di Forlì decise di procedere con un intervento massiccio di sistemazione idraulico-forestale, che fu poi eseguita negli anni 1908, 1909 e 1910, per un costo complessivo di 127.500,05 lire. Una cifra consistente anche rapportata ai nostri tempi, considerando che, rivalutata al momento attuale, può essere stimata in circa 522 mila euro[1].
I lavori riguardarono la realizzazione di 24 briglie, delle quali *"13 in calce, 10 a secco ed 1 coi noti gabbioni di rete di ferro zincato"*. Le dimensioni di alcune di queste furono davvero riguardevoli, con altezze da 5 a 7,5 metri, lunghezze da 15 a 21 metri e spessori di 2/2,5 metri. Alcune di queste briglie costruite all'inizio del '900 si trovano tutt'ora in condizioni discrete e continuano a svolgere egregiamente la propria funzione.
La sistemazione idraulica mediante briglie di tali dimensioni era un'importante innovazione, che all'epoca generò una vivace discussione tra i fautori delle nuove tecniche e chi invece propendeva per le tradizionali tecniche di rimboschimento delle pendici. Nell'occasione vennero eseguiti infatti anche alcuni interventi di rimboschimento (circa sei ettari), che risultano essere fra i soprassuoli boschivi di origine artificiale più antichi di tutta la provincia di Forlì-Cesena. Non furono gli unici interventi eseguiti nel corso del '900: successivamente, rimboschimenti più consistenti vennero poi effettuati sui versanti della valle.

Inquadramento della valle

Il bacino idraulico del rio di Pondo ha una estensione complessiva di circa 13,2 km^2 a una quota compresa tra 250 e 600 metri circa: attualmente i versanti sono coperti da estese superfici boscate intervallate da qualche seminativo o pascolo e, disperse nelle zone più dolci e sui crinali, si possono scorgere antiche e poderose case in pietra. Non mancano i ruderi di un vecchio castello (di probabile origine romana) e un santuario posto a dominio della valle, che ricorda il luogo dove nel 1570 avvenne una miracolosa apparizione. L'area è abitata da tempi immemori: i primi insediamenti nell'area sono attribuibili all'età del Bronzo; altre testimonianze sono di epoca romana (i ruderi del castello e dell'antica strada Romandiola, via di accesso appenninica privilegiata per Roma). Sappiamo che nel 1371 il castello di Pondo contava 54 focolari (circa 200 anime) e che nel 1647 i fuochi erano diventati 401 e 1.444 le anime. Nel 1911, all'epoca degli interventi realizzati lungo il rio Pondo, il censimento di tutta la popolazione di Santa Sofia indicava 7.561 persone[2].
L'area è caratterizzata dalla estrema propaggine della colata argillosa proveniente dalla valle del Savio, con argille e marne (comunemente dette "argille scagliose") le quali includono altre parti eterogenee quali calcari, calcari marnosi e arenarie. Il paesaggio che ne risulta è caratterizzato dalle forme morbide della coltre argillosa, a cui si contrappongono le forme più aspre degli inclusi ivi inglobati. La varia natura geologica determina diverse tipologie di frane quali crolli, scivolamenti, colamenti, ribaltamenti ecc.
La componente arborea è il carattere prevalente della valle, con una importante percentuale di boschi di origine artificiale di conifere (prevalentemente pino

1

1 Una delle briglie come si presentava all'epoca della realizzazione; si noti il paesaggio estremamente brullo di tutto il bacino (tratta da Valentini, 1912).

2 Un'altra delle briglie in una foto d'epoca: da segnalare che l'unico albero visibile nella foto presenta il caratteristico portamento del trattamento "a sgamollo", che prevedeva il taglio delle branche rasenti al fusto, retaggio e testimonianza di una fame di legno atavica (tratta da Valentini, 1912).

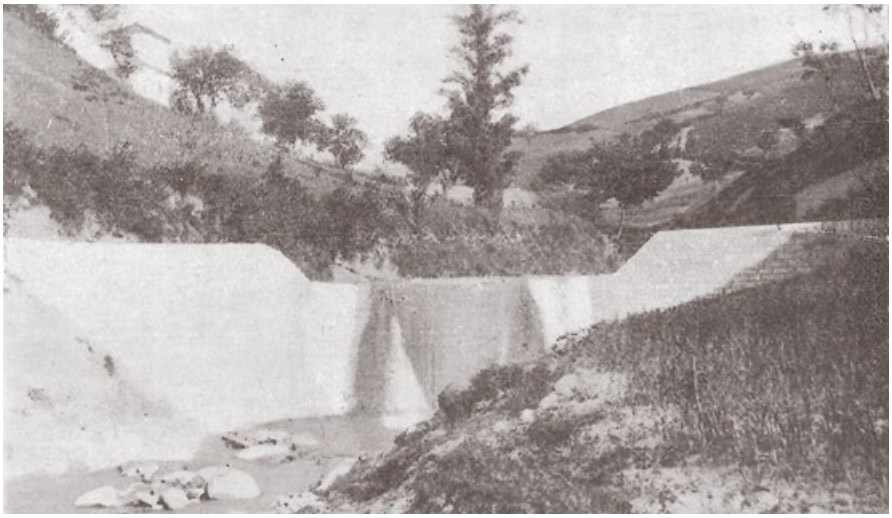
3 Il confronto con la situazione attuale (primavera 2021) restituisce un ambiente completamente diverso.

4 Una briglia come si presenta attualmente: il coronamento è stato utilizzato come sede di una strada vicinale.

nero) e per il resto boschi cedui e di neoformazione che si sono espansi su ex coltivi abbandonati negli ultimi 60 anni.

La valle all'inizio del 1900

Come si presentava la valle quando vennero decisi i lavori? Sicuramente era molto diversa da come si presenta ora. Questa una succinta descrizione del 1914: *"Il Rio di Pondo non è che un umile affluente di destra del Fiume Bidente, dalla lunghezza di circa sei chilometri, con versanti della larghezza medie di 1500 metri, onde il bacino di esso risulta di 1800 ettari. Ci sono piccoli boschi cedui di quercia qua e là nella regione superiore; in basso, tutto il territorio è coltivato. Supposto pure che si fosse disposti a dare una maggiore estensione al rimboschimento, la cosa non sarebbe possibile per la mancanza di terreni incolti"*. Ancora più esplicative sono le fotografie dell'epoca, che ritraggono un paesaggio estremamente brullo.
Come tutto l'appennino romagnolo, all'epoca la valle del rio di Pondo si trovava a sostenere una pressione antropica fortissima, frutto di un lento e costante ampliamento degli insediamenti umani che durava da secoli e che avrebbe poi raggiunto il culmine negli anni 30 del Novecento.
La conduzione dei terreni agricoli avveniva in genere tramite la mezzadria: il proprietario concedeva il fondo rustico (casa, stalla, fienili, campi e pascoli) e parte o tutto il bestiame nonché le attrezzature agricole in cambio del lavoro della famiglia contadina, per poi suddividere tra le parti i prodotti dell'annata, secondo rigide percentuali di spettanza. In questo contesto il bosco subiva una costante e crescente erosione, in quanto gli appezzamenti più fertili



2

venivano destinati all'agricoltura e i soprassuoli residui venivano sottoposti a tagli intensi (inutile ricordare che il legname era la principale fonte energetica dell'epoca) e al carico degli animali al pascolo che ne rallentavano – fino ad azzerarla – la rinnovazione[3].
L'uso del territorio da parte di questo particolare tipo di economia agricola, votata fondamentalmente alla sussistenza, ebbe un grande peso a determinare la situazione descritta nel 1914: rade chiazze di bosco ceduo relegate alle zone più impervie nella parte più alta della valle, e per il resto coltivi, al punto da non poter individuare "terreni incolti" da rimboschire. La natura argillosa dei terreni e il particolare carico antropico a cui erano sottoposti i versanti davano origine a un paesaggio estremamente brullo, instabile, franoso, facile alla fessurazione e agli smottamenti. In una situazione del genere la regimazione delle acque doveva dare grossi problemi, con una continua erosione di fondo dei ruscelli lungo le pendici e dell'asta principale del rio di Pondo e conseguente scalzamento del piede dei versanti e innesco di dissesti di vario tipo. Queste, probabilmente, le cause che spinsero gli uffici dell'allora Genio civile di Forlì a intervenire a tutela dell'abitato di Santa Sofia posto poco a valle alla confluenza del torrente Pondo con il fiume Bidente.

L'evoluzione dal dopoguerra a oggi

La situazione sarebbe poi radicalmente cambiata nel dopoguerra, con l'abbandono della coltivazione dei terreni più disagiati (risalgono a quell'epoca la maggior parte dei rimboschimenti di confere presenti nell'area) e l'estinzione dell'economica rurale sopra descritta.
Per l'Appennino fu un periodo di cambiamento epocale, che ebbe il suo apice tra i primi anni 50 e fine anni 60 del Novecento, ma che può dirsi definitivamente concluso verso la fine del secolo scorso, quando sono venuti a mancare gli ultimi agricoltori nati e

3

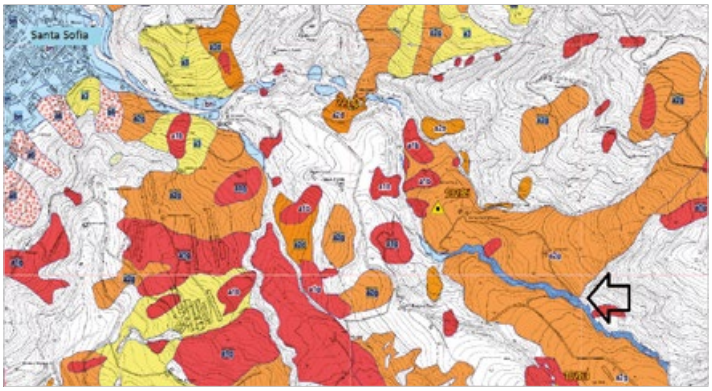
4

cresciuti in quel determinato ambiente culturale e portatori di quel tipo di economia "di sussistenza" che privilegiava, o meglio era obbligata, a trarre cibo, vestiti, energia, materiali edili ecc. dalle risorse locali disponibili.
Tale mutamento comportò nell'arco di qualche decennio l'estinzione delle comunità che di quell'economia viveva: attualmente i residenti stanziali della valle del rio Pondo sono molto meno dei 200 censiti nel 1371 e il tipo di agricoltura adottata è agli antipodi rispetto a quella di un secolo fa: di tipo prettamente estensivo, privilegia i terreni facilmente meccanizzabili e trascura gli altri, su cui si sono innestati processi di evoluzione naturale che stanno ampliando notevolmente la coltre boschiva. Se non avessimo le foto e le descrizioni dell'epoca (i *"piccoli boschi cedui di quercia qua e la nella regione superiore"* come solo elemento arboreo di tutta la valle) sarebbe difficile comprendere quanta superficie sia stata riconvertita a bosco negli ultimi decenni.

La situazione attuale

A oggi si può tranquillamente dire che il bacino del Rio di Pondo è stato risanato: lo attesta il fatto che da oltre trent'anni non risultano comunque interventi censiti eseguiti da parte degli uffici preposti alla tutela del territorio (l'attuale Agenzia regionale per la sicurezza territoriale e protezione civile che, dopo una lunga serie di passaggi di competenze tra Stato e Regioni, ha sostituito il "vecchio" Genio civile) e che i principali documenti di pianificazione (comunali, provinciali e regionali) non segnalano per l'area in questione particolari criticità legate al dissesto.
Inoltre gli effetti dei lavori eseguiti sono evidenti nella carta degli inventari delle frane redatta dalla Regione Emilia-Romagna[4] da cui si evince che lungo l'asta del torrente si sono formati importanti depositi alluvionali in evoluzione che si allungano per tutta l'area oggetto dell'intervento di sistemazione: le briglie poste lungo l'alveo hanno fermato l'erosione di fondo e hanno contribuito a consolidare il piede dei versanti, limitando i movimenti del ricco bacino di depositi di frane quiescenti dell'area.
Sono ancora censite delle frane attive, ma rare ed estremamente localizzate, riconducibili a crolli della compagine di origine arenacea a contatto con la coltre argillosa; tali fenomeni vanno considerati endemici della natura morfologica di questo particolare territorio.

FIG. 1
CARTA DELLE FRANE



Estratto dalla "Carta degli inventari delle frane". L'area in blu indica i depositi alluvionali in evoluzione lungo l'asta del rio Pondo, oggetto di sistemazione nei primi del '900.

Fonte: Regione Emilia-Romagna

Ma i veri fattori risolutivi del consolidamento del bacino del rio Pondo sono probabilmente da ricondurre alla riduzione del carico antropico e alla scomparsa delle forme di agricoltura arcaica a cui abbiamo accennato, con la conseguente espansione delle superfici boscate; ampliamento impensabile ai primi del secolo scorso, quando in tutto il bacino non si trovavano *"terreni incolti da rimboschire"*. Come gran parte dei nostri Appennini, la valle del rio Pondo gode oggi di un importante patrimonio di boschi relativamente giovani, in gran parte di neoformazione e in misura minore di origine artificiale: boschi in cui la necromassa data da piante morte e rovesciate è ancora estremamente ridotta, dove non sono ancora presenti disseccamenti estesi, ribaltamenti delle ceppaie o crolli diffusi; tutti elementi negativi propri dei boschi maturi che possono contribuire ad aumentare il dissesto idrogeologico o innescare altre criticità (es. incendi o focolai di patologie vegetali, per non dire dell'occlusione dei tratti tombinati o delle luci delle infrastrutture che attraversano i corsi d'acqua) e che potrebbero essere le problematiche che ci troveremo ad affrontare tra qualche tempo.
Discorso a parte riguardano i sei ettari di rimboschimento eseguiti tra il 1908 e il 1910, che dovrebbero avere dato origine – questi sì – a dei soprassuoli ormai secolari, che però risultano di difficile individuazione in loco, e che meriterebbero uno studio più approfondito rispetto a questa breve nota.

Giovanni Fabbri

Arpae Emilia-Romagna

NOTE

[1] Nel 2021, la Agenzia per la sicurezza territoriale e protezione civile ha destinato per interventi su viabilità, messa in sicurezza del territorio e rafforzamento dei versanti per tutta la Provincia di Forlì-Cesena la cifra di euro 580.000.
Fonte: https://bit.ly/interventiFC2021

[2] Il comune di Santa Sofia avrebbe poi raggiunto la massima espansione demografica nel 1936 con 8.222 abitanti, per poi iniziare una costante curva decrescente che continua tutt'oggi.
Fonte: https://bit.ly/censimentisantasofia

[3] Sono riferibili al 1500 i primi sintomi di un depauperamento delle risorse montane a causa dell'azione antropica: gli statuti dei comuni limitrofi nel 1535 stabilirono che non dovessero tenersi capre in certi determinati luoghi. Sempre della prima metà del 1500 le prime importanti prescrizioni a difesa dei beni alpestri.

[4] Carta inventario delle frane, edizione giugno 2018, Santa Sofia tavola n. 1.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Bandi V., 1914, *La così detta sistemazione dei bacini montani*",Tipo-litografia Ravegnana.

Bandini O., 1989, *Il popolo di Pietrapazza*, Tipografia F.lli Zauli.

Mambrini D., 1932, *Galeata nella storia e nell'arte.*

Valentini C., 1912, *Sistemazione dei torrenti e dei bacini montani,* Manuali Hoepli.

Zangheri P., 1961, *La Provincia di Forlì nei suoi aspetti naturali*, Cciaa di Forlì.

Piano territoriale di coordinamento provinciale, Provincia di Forlì-Cesena, adottato con delibera di Consiglio Provinciale n. 53971/127 del 14/07/2005.

Piano comunale di protezione civile, Comune di Santa Sofia, 2019,
https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/dissesto-idrogeologico

REPORT AGENZIA EUROPEA PER L'AMBIENTE

L'INQUINAMENTO DA MICROPLASTICHE PROVENIENTI DAI TESSUTI TESSILI

Il report dell'Agenzia europea per l'ambiente "*Microplastic pollution from textile consumption in Europe"* evidenzia sia la grande importanza che le plastiche hanno nella vita di tutti i giorni grazie alla loro diversità e versatilità sia l'impatto che questo materiale ha sull'ambiente a causa della sua persistenza e della possibilità di ridursi in dimensioni tali da rientrare nella definizione di microplastiche (0,001-5 mm) o nanoplastiche (<0,001 mm).

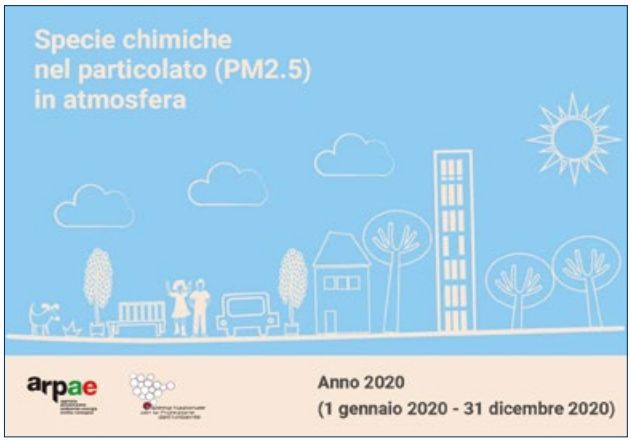
Nel 2019 sono state quasi 370 milioni le tonnellate di plastica prodotte, oltre a circa 70 milione di tonnellate di fibre sintetiche, di cui 58 provenienti dall'Europa. Dato che molte delle plastiche hanno origine da fonti fossili e rimangono nell'ambiente per molti anni, il loro impatto sull'ambiente e il clima sta richiamando sempre più l'attenzione.
Il rifiuto in plastica raggiunge i fiumi e le acque costiere andando così ad aumentare il quantitativo di rifiuti nei mari (*marine litter*) e nelle spiagge.
È stato stimato che tra le 6 e 15 milioni di tonnellate di plastica, circa il 2-4% della produzione globale, si riversa ogni anno nell'ambiente.
Anche il lavaggio dei tessuti è considerato una causa importante di rilascio delle microfibre (di origine sia sintetica che naturale). Le microfibre vengono rilasciate dagli abiti durante l'intero ciclo di vita, dalla produzione, all'uso fino al trattamento dei rifiuti. Inoltre, le microfibre possono anche essere rilasciate nell'aria, ad esempio durante l'asciugatura e l'uso degli indumenti. Si stima che i tessuti sintetici siano responsabili dello scarico negli oceani tra 0,2 e 0,5 milioni di tonnellate di microplastiche ogni anno.
Il report *Microplastic pollution from textile consumption in Europe* è disponibile al link https://bit.ly/report_eea_microplastic

REPORT ARPAE

LA COMPOSIZIONE DEL PARTICOLATO FINE $PM_{2.5}$ IN ATMOSFERA, I DATI DEL 2020

Studiare la composizione del "particolato fine" ($PM_{2.5}$, diametro inferiore a 2,5 µm), può permettere di capirne meglio gli effetti sulla salute e sull'ambiente e la provenienza dalle diverse sorgenti, a supporto delle politiche per la salute e tutela dell'ambiente. A tal fine Arpae ha elaborato il report 2020 che analizza i parametri carbonio organico ed elementare, ammonio, nitrato, solfato. Inoltre viene analizzata la presenza di levoglucosano, una sostanza che pur non essendo presente in quantità elevate è importante in quanto permette di rilevare la combustione della legna.

Il rapporto è frutto di misure non convenzionali, che si affiancano a quelle quotidiane della Rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria. Le misure provengono da quattro stazioni di monitoraggio posizionate in quattro località che rappresentano le diverse tipologie di *background* urbano e rurale: Bologna, Parma, Rimini e Molinella (BO).
I dati del 2020 confermano alcune variazioni rispetto agli anni precedenti, già evidenziate in altri studi, conseguenti alle misure adottate per il contenimento della pandemia di Covid-19: in particolare, si evidenzia la diminuzione delle concentrazioni di carbonio elementare, probabilmente per il crollo dei flussi di traffico, sia leggero sia pesante.
La componente secondaria inorganica (formatasi in atmosfera), cioè l'insieme di solfato, nitrato e ammonio, non sembra invece mostrare variazioni significative, a differenza della componente primaria (cioè gli inquinanti emessi direttamente in atmosfera). Questo aspetto è legato da un lato alla complessa e non ancora chiara formazione di particolato secondario in atmosfera, dall'altro al fatto che alcuni inquinanti, come l'ammoniaca, non hanno subito alcun calo poiché molte delle attività che li generano non rientravano in quelle coinvolte nelle misure per il contrasto della pandemia. Infine, seppur in maniera non uguale nei quattro siti in studio, l'aumento dell'utilizzo di riscaldamento a legna potrebbe aver ridotto l'effetto della diminuzione del particolato nel suo complesso in atmosfera.



Il rapporto relativo all'anno 2020 si presenta in una nuova forma dinamica e interattiva, consultabile al link https://bit.ly/specie_chimiche_2020

LEGISLAZIONE NEWS

A cura dell'Area Affari istituzionali e avvocatura • Arpae Emilia-Romagna

LA TUTELA DELL'AMBIENTE ENTRA IN COSTITUZIONE

La Camera ha definitivamente approvato la modifica degli articoli 9 e 41 della Carta costituzionale

La tutela dell'ambiente, della biodiversità e degli ecosistemi è entrata in Costituzione. L'aula della Camera ha infatti definitivamente approvato l'8 febbraio scorso la proposta di legge costituzionale che modifica in tal senso due articoli della Carta, il 9 e il 41. Il testo è stato approvato a Montecitorio in seconda lettura con 468 voti a favore, uno contrario e sei astenuti; il Senato lo aveva approvato lo scorso 3 novembre con la maggioranza dei due terzi, conseguentemente non è sottoponibile a referendum ed entra in vigore in seguito alla pubblicazione sulla Gazzetta ufficiale.
L'articolo 9, uno degli articoli "fondamentali" della Costituzione, conteneva già la tutela del patrimonio paesaggistico, storico e artistico della nazione, ma con la riforma costituzionale si attribuisce alla Repubblica anche la tutela dell'ambiente, della biodiversità e degli ecosistemi, nonché la tutela per gli animali.
La modifica all'articolo 41, invece, sancisce che la salute e l'ambiente devono essere tutelati da parte dell'economia, al pari della sicurezza, della libertà e della dignità umana: lo stesso articolo modificato prevede anche che le istituzioni, attraverso le leggi, i programmi e i controlli, possano orientare l'iniziativa economica pubblica e privata, non solo verso fini sociali, ma anche verso quelli ambientali.

NUOVE LINEE GUIDA SNPA SULLE PRESCRIZIONI ASSEVERATE PARTE VI BIS DLGS 152/2006

Linee guida n. 38/2022 approvate con delibera del Consiglio di sistema n. 150 del 20 dicembre 2021 (www.snpambiente.it)

Il documento, predisposto da uno specifico gruppo di lavoro Snpa al quale ha preso parte anche Arpae Emilia-Romagna, costituisce un aggiornamento e una revisione del precedente documento "*Indirizzi per l'applicazione della procedura di estinzione delle contravvenzioni ambientali ex Parte VI-bis Dlgs 152/2006*" elaborato all'indomani dell'entrata in vigore della legge 22 maggio 2015 n. 68.
La nuova linea guida contiene un'organica illustrazione dei vari aspetti della procedura estintiva delle contravvenzioni ambientali alla luce dei principali indirizzi e orientamenti applicativi emersi a livello nazionale e dell'esperienza applicativa maturata dalle componenti del Snpa.
In particolare il testo contiene: criteri guida generali per la valutazione degli effetti e dell'entità delle conseguenze ambientali dei reati e l'elenco delle prescrizioni tipo per l'estinzione delle principali contravvenzioni ambientali.
Sul prossimo numero di *Ecoscienza* verrà pubblicato un articolo di commento organico alle nuove Linee guida Snpa 38/2022.

PUBBLICATA IN GAZZETTA LA STRATEGIA FORESTALE NAZIONALE

Decreto del Ministero delle Politiche agricole, alimentari e forestali del 23 dicembre 2021 Gu n. 33 del 9 febbraio 2022

È stata pubblicata in Gazzetta ufficiale la Strategia forestale nazionale (Sfn), promossa dal Ministero delle Politiche agricole, alimentari e forestali in concerto con i Ministeri della Transizione ecologica, della Cultura, dello Sviluppo economico e della Conferenza Stato-Regioni, in ottemperanza al testo unico in materia di foreste e filiere forestali (Dlgs 34/2018). Si tratta di un documento strategico di validità ventennale, primo nel suo genere a livello italiano, nato grazie al percorso iniziato nel 2017 che ha portato all'emanazione nel 2018 del Testo unico, cui sono seguiti otto decreti ministeriali di cui la Strategia costituisce non solo la cornice e l'asse portante, ma anche uno strumento essenziale per delineare le politiche forestali nazionali nel contesto di quelle europee e degli accordi internazionali.
La missione della Strategia è quella di portare il Paese ad avere foreste estese e resilienti, ricche di biodiversità, capaci di contribuire alle azioni di mitigazione e adattamento alla crisi climatica, offrendo benefici ecologici, sociali ed economici per le comunità rurali e montane, per i cittadini di oggi e per le prossime generazioni.
Si segnala che la legge di stabilità 2022 ha previsto per tali tematiche un fondo dedicato, il cui stanziamento si svilupperà nei prossimi anni.

CREMAZIONE ED EMISSIONI IN ATMOSFERA

Sentenza Consiglio di Stato, Sez. IV, n. 14 del 3 gennaio 2022

Il Consiglio di Stato ha stabilito che, con riferimento alle emissioni prodotte dai forni crematori, in presenza del vuoto normativo causato dalla mancata applicazione della legge 130/2001, il sindaco, quale autorità competente in materia sanitaria, può supplire con proprio parere alla lacuna stessa.
Il Consiglio di Stato, con la doverosa premessa del rispetto che l'etica impone per le spoglie mortali di esseri umani, ha stabilito che non si può negare la circostanza che le emissioni generate dagli impianti di cremazione siano, in termini chimico-fisici, del tutto identiche a quelle prodotte dagli inceneritori.
I giudici hanno ritenuto che appare come un fatto notorio, nell'ambito delle specifiche professionalità tecniche del settore, la circostanza che i forni nel loro funzionamento producano emissioni inquinanti, costituite in particolare da polveri, monossido di carbonio, ossidi di azoto e zolfo, composti organici volatili, composti inorganici del cloro, del fluoro e metalli pesanti.
La legge 130/2001, che ha legalizzato la possibilità della cremazione per i defunti, è rimasta inattuata nel punto in cui, all'art. 8, disponeva che, entro tre mesi dalla sua entrata in vigore, un decreto interministeriale, emanato d'intesa tra i Ministeri della Salute, dell'Industria e dell'Ambiente, avrebbe dovuto fissare le norme tecniche per la realizzazione dei crematori, relativamente ai limiti di emissione in atmosfera, agli impianti e agli ambienti tecnologici, nonché ai materiali per la costruzione delle bare per la cremazione. I giudici amministrativi, vista tale lacuna normativa, hanno stabilito che il sindaco, quale autorità sanitaria competente, può supplire a tale mancanza adottando gli atti ritenuti più idonei ai sensi del regio decreto n. 1265/1934, testo unico in materia sanitaria.

IL CONSIGLIO DI STATO SU TERRE E ROCCE DA SCAVO E STABILIZZAZIONE A CALCE O CEMENTO

Sentenza Consiglio di Stato, Sez. V, n. 48 del 7 gennaio 2022

Il Consiglio di Stato, con la sentenza in questione, rammenta che l'art. 4, comma 2, del Dpr 120/2017 consente che le terre e rocce da scavo siano qualificate come sottoprodotti, con possibile reimpiego nell'attività edilizia, e non come rifiuti, solo nel pieno rispetto di tutti i requisiti previsti dalla stessa normativa, e in particolare qualora la stesse "*siano idonee a essere utilizzate direttamente, ossia senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale*".
Quali siano le "normali pratiche industriali" è poi declinato dall'allegato 3 al Regolamento, ma tra queste pratiche non rientra la stabilizzazione a calce o a cemento. In ciò il Dpr 120/2017 innova quindi la normativa applicabile rispetto a quanto era previsto dall'abrogato Dm 161/2012.
I giudici di Palazzo Spada concludono quindi che "*la normativa vigente non consente il reimpiego dei terreni a seguito di processi di stabilizzazione a calce o cemento*".

OSSERVATORIO ECOREATI

A cura di Giuseppe Battarino (magistrato) e **Silvia Massimi** (avvocata)

Con l'osservatorio sulla casistica applicativa della legge 22 maggio 2015 n. 68, *Ecoscienza* mette a disposizione dei lettori provvedimenti giudiziari sia di legittimità che di merito, con sintetici commenti orientati alle applicazioni concrete della legge. Per arricchire l'osservatorio giurisprudenziale **chiediamo ai lettori** (operatori del Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente e non solo) **di trasmettere alla redazione tutti i provvedimenti che ritengono significativi (dovutamente anonimizzati)**: decreti e ordinanze, prescrizioni, sentenze ecc.

I contributi possono essere inviati a ecoscienza@arpae.it

ASSOCIAZIONE PER DELINQUERE E TRAFFICO ILLECITO DI RIFIUTI

Cassazione Penale, Sezione III, sentenza n. 5311 del 24 settembre 2021

In una sentenza dedicata principalmente a questioni processuali, la Cassazione ha avuto occasione di trattare di un'associazione a delinquere finalizzata alla commissione di delitti contro l'ambiente, ripercorrendo alcune condotte tipiche.

Il provvedimento di custodia cautelare in carcere che ha dato occasione al ricorso faceva riferimento alle ipotesi dei delitti di cui agli artt. 416, commi 1 e 2, 452 octies (capo 1) e 110, 452 quaterdecies, 452 nonies del codice penale (capo 2).

I giudici di legittimità si sono pronunciati sulle aggravanti del titolo VI bis del codice penale, artt. 452 octies e 452 nonies, applicate al delitto di associazione a delinquere di cui all'art. 416 c.p. contestato in correlazione al delitto di traffico illecito di rifiuti di cui all'art. 452 quaterdecies c.p.

Il ricorrente risulta indagato per essere capo e promotore di un sodalizio criminale particolarmente complesso, avente a oggetto la gestione, il traffico e lo smaltimento abusivo di ingenti quantitativi di rifiuti, realizzati attraverso una fitta organizzazione fraudolenta di mezzi, persone e luoghi. Nel merito, sulla base dei dati emersi dalla copiosa attività investigativa di intercettazione telefonica e ambientale, nonché da una serie di sequestri, servizi di osservazione, pedinamento e controllo, il pubblico ministero aveva accertato l'esistenza di una struttura associativa finalizzata a commettere plurime attività organizzate per il traffico illecito di rifiuti e la commissione di falsi in autorizzazioni amministrative. L'associazione era organizzata attraverso un collaudato metodo operativo, che prevedeva la predisposizione di false autorizzazioni amministrative e ambientali clonate – ossia realizzate sostituendo a copie di autorizzazioni vere, con un numero seriale esistente e intestate a diverse e ignare società, le indicazioni relative alla società intestataria e i codici Cer relativi alle tipologie di rifiuti smaltibili – da porre in visione alle società con le quali venivano instaurati rapporti commerciali, al fine di stipulare contratti di conferimento di rifiuti.

Inoltre, non disponendo di siti autorizzati per lo stoccaggio e il trattamento dei rifiuti, l'associazione aveva instaurato collegamenti con un'ulteriore rete di soggetti sparsi sul territorio, che avevano il compito di procurare, dietro compenso, la disponibilità di cave, capannoni o aree inutilizzate da adibire a discarica abusiva.

In fase investigativa era emerso, altresì, che alla gestione abusiva risultavano collegati sia degli intermediari preposti al procacciamento di clienti, sia un certo numero di autisti di mezzi pesanti, a disposizione per effettuare trasporti e scarichi di rifiuti in totale abusività.

Dal punto di vista contabile, le indagini avevano scoperto la disponibilità in capo all'associazione a delinquere dei conti correnti necessari per ricevere i pagamenti dalle ditte conferenti, intestati ai sodali e ad alcune società strumentalizzate per la commissione degli illeciti. In sostanza, il sodalizio aveva imbastito un'organizzazione criminale avente tutte le condizioni per figurare all'esterno come una società di gestione, traffico e smaltimento di rifiuti, operante nella piena e totale illegalità, a partire dalla predisposizione di false autorizzazioni, al procacciamento di clienti, alla stipula di contratti commerciali con i predetti, all'individuazione di aree idonee allo smaltimento, sino alla predisposizione di un sistema contabile per l'accreditamento dei profitti illeciti, attraverso conti correnti bancari.

Dall'ampia mole delle conversazioni intercettate era emerso, poi, che tutti i soggetti coinvolti nella struttura associativa erano pienamente consapevoli di operare nella piena illegalità in forma associata, con una specifica distribuzione di ruoli e totale affidamento reciproco nella gestione delle attività abusive. Da tale ultimo dato, la Cassazione ha dedotto l'assenza di ogni dubbio sulla piena consapevolezza in capo agli indagati di operare in un ambito di totale abusività delle condotte.

Il ricorrente nel procedimento che ha dato luogo alla sentenza è stato riconosciuto a capo del sodalizio, avendo diretto tutte le attività illecite, delle quali è stato ritenuto il promotore e ideatore. Questa qualifica apicale trova fondamento probatorio con riferimento ai diretti contatti intrattenuti con le società produttrici di rifiuti, all'attività svolta in prima persona di individuazione dei siti di stoccaggio, alla tenuta dei contatti con le persone incaricate di individuare i siti destinati a "tombare" i rifiuti; allo stesso soggetto è stata attribuita la paternità delle modalità di smaltimento dei rifiuti, della fissazione dei relativi prezzi per il trasporto e la movimentazione, della falsificazione della documentazione autorizzativa, nonché l'indicazione ai "clienti" dei conti correnti sui quali effettuare i bonifici di pagamento dei servizi resi.

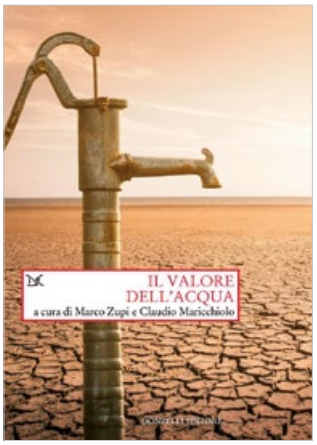
Il complesso quadro a disposizione ha dato origine alla contestazione dell'associazione a delinquere di cui all'art. 416 c.p. in concorso materiale con il delitto di cui all'art. 452 quaterdecies c.p. in considerazione del fatto che il programma criminoso aveva a oggetto una serie indeterminata di reati non riconducibili al solo traffico illecito di rifiuti, viste le ulteriori contestazioni di falso in autorizzazione ambientale e le diverse ulteriori violazioni del Dlgs n. 152 del 2006.

Inoltre, pur trovandosi nella condizione di coesistenza di due reati associativi, come il 416 c.p. e il 452 quaterdecies c.p., dalla pronuncia di legittimità è possibile comprendere come nei casi di associazione a delinquere – contestata in materia di rifiuti – si fuoriesca dal concetto "*più operazioni e […] allestimento di mezzi e attività continuative organizzate*" tipico del traffico illecito di rifiuti e si giunga alla contestazione di entrambi i reati tutte le volte in cui vi sia l'organizzazione di una rete criminosa talmente ampia da coinvolgere anche soggetti esterni alla compagine sociale, come nel caso in commento gli autisti degli automezzi o i procacciatori di terreni e i clienti.

La sentenza pone poi un accento particolare sulle aggravanti applicate al fatto così come contestato. Viene applicato da un lato l'art. 452 octies c.p. che dispone l'aumento di pena del delitto di associazione per delinquere nel caso in cui il sodalizio sia volto alla commissione dei delitti previsti dal titolo VI bis, nel caso di specie riferibile al traffico illecito di rifiuti; dall'altro lato, l'art. 452 nonies che ha predisposto una norma di copertura per tutte quelle condotte che, al di fuori dei delitti contro l'ambiente del codice penale, siano comunque finalizzate a commettere una contravvenzione del codice dell'ambiente (Dlgs n. 152 del 2006), nel caso in argomento la gestione abusiva, nonché il traffico abusivo di rifiuti. Si tratta in effetti, sulla base dell'applicazione di tutte le norme citate, di un aggravamento delle possibili conseguenze penali per questi reati, a conferma del fatto che la criminalità ambientale viene ormai affrontata con strumenti giuridici di particolare forza, come tali utilizzati dalla polizia giudiziaria e dalla magistratura.

MEDIATECA

Libri, video, podcast, rapporti e pubblicazioni di attualità • A cura della redazione di Ecoscienza



IL VALORE DELL'ACQUA

A cura di Marco Zupi e Claudio Maricchiolo
Donzelli Editore, 2021
336 pp., 28,00 euro

La questione dell'acqua non è una questione emergenziale dell'ultima ora, *"è molto di più, è una questione strutturale del modello di sviluppo, perché interessa la salute in senso pieno e i tipi di uso in chiave economica"* e perché riguarda un bene comune, un diritto universale da garantire a tutti.

Marco Zupi e Claudio Maricchiolo, con il contributo di esperti di diversi paesi e organizzazioni, se ne occupano in una pubblicazione che guarda la realtà idrica da più prospettive e continenti, e interroga in particolare la capacità dell'Ue di affermarsi come *soft power* in grado di orientare le scelte politiche e le soluzioni da adottare per un corretto uso e la disponibilità dell'acqua. Il tema è globale: *"Nel 2021, in base ai dati delle Nazioni unite, si stima che nel mondo siano circa 700 milioni le persone senza accesso a fonti di acqua potabile (di cui 312 milioni in Africa)"*. Ma riguarda in maniera pressante in prima persona anche tutti noi: l'Italia è, infatti, *"tra i paesi con la maggiore impronta idrica (determinata all'89% dal consumo di cibo), del 25% più alta della media Ue"*. Inoltre, *"per effetto dei cambiamenti climatici gli scenari indicano che in Europa la scarsità di acqua aumenterà fino a 1,5 volte entro il 2040"*, cioè entro domani.

Il libro, pieno di dati e analisi, è diviso in quattro sezioni: il riconoscimento sul piano internazionale del valore dell'acqua; gli indicatori di qualità e quantità delle risorse idriche; il trend e le minacce in atto; le prospettive in termini di predisposizione di un nuovo sistema di *governance* dell'acqua e di meccanismi di gestione delle controversie dentro e fuori i confini.

Marco Zupi è direttore scientifico del Cespi, professore di Studi su sviluppo ed economia politica internazionale in Vietnam, e senior advisor del Programma di sviluppo dell'Onu su localizzazione degli Obiettivi di sviluppo sostenibile e ruolo dell'accademia.
Claudio Maricchiolo, già dirigente tecnologo presso Ispra, ha rappresentato l'Italia come *National focal point* italiano presso l'Agenzia europea dell'ambiente. È stato direttore dell'*Information and communication regional activity centre* del Piano di azione per il Mediterraneo del Programma ambiente delle Nazioni unite. *(BG)*

Ambiente informa

AmbienteInforma è il notiziario settimanale del Sistema nazionale a rete di protezione dell'ambiente (Snpa).
Tutti possono ricevere la newsletter compilando il modulo online su https://bit.ly/iscrizione_ambienteinforma_snpa.

BELLO MONDO

Un podcast sfacciatamente dalla parte del pianeta

Federico Taddia e Elisa Palazzi
Podcast originale Spotify
https://choramedia.com/podcast/bellomondo/

Mettere insieme la scienza, la conoscenza e la preparazione senza tralasciare il lato umano della ricerca sul cambiamento climatico. Questo è quanto riescono a fare il divulgatore scientifico Federico Taddia e la climatologa Elisa Palazzi con un podcast piacevole e allo stesso tempo rigoroso. In ogni puntata i due curatori, oltre a presentare una serie di dati e informazioni sull'emergenza climatica in corso, ospitano esperti autorevoli (un'oceanografa, un botanico, un nivologo, una glaciologa, una meteorologa e climatologa...) che partono da una propria esperienza personale e approfondiscono poi, dal punto di vista scientifico, uno dei tanti aspetti legati alle modifiche che l'ambiente sta vivendo. In una narrazione molto coinvolgente, gli esperti trasmettono la passione per lo studio e l'analisi dei dati, ma soprattutto la necessità che tutti siamo coinvolti nell'affrontare la sfida ambientale. *(SF)*

IL CLIMA CHE CAMBIA

Perché il riscaldamento globale è un problema vero, e come fare per fermarlo

Luca Mercalli
Editore Rizzoli (collana Bur Le scoperte - Le invenzioni), 2019
360 pp., 14,00 euro

"A cosa servirebbero, infatti, secoli di avanzamento della conoscenza, se poi restassimo impreparati di fronte alla più grande sfida della storia umana, pur avendola prevista con decenni di anticipo?".
È questa la domanda centrale che permea il libro scritto dal climatologo e divulgatore scientifico Luca Mercalli, in collaborazione con lo staff scientifico della Società meteorologica italiana: Daniele Cat Berro, Valentina Acordon e Claudio Castellano. Il testo è stato pubblicato per la prima volta nel 2009 ed è stato aggiornato nel 2019 sulla base delle nuove conoscenze, frutto del lavoro di migliaia di scienziati in tutto il mondo, e delle norme dei negoziati internazionali. Nei 10 anni che separano le due edizioni del libro *"la popolazione terrestre è passata da circa 6,9 miliardi a 7,7 miliardi di individui (+12%); la concentrazione di diossido di carbonio in atmosfera è aumentata da 390 a 415 ppmv (+6%); il metano è incrementato da 1788 a 1866 ppbv (+4%)"*. Mercalli fa il punto sui dati, sulle *"evidenze strumentali e naturali"*; su *"milioni di anni di cambiamenti climatici"*, sugli scenari futuri, sulla responsabilità umana, sulla storia del clima, della ricerca e dei ricercatori. Lanciando un Sos: "*Dello sforzo senza precedenti per limitare i danni, purtroppo non vi è traccia"*. In attesa che questo cambi e che siano affrontate le necessarie scelte drastiche, si può riflettere sul fatto che *"siamo tutti parte della soluzione"* e che si possono anche iniziare a mettere in pratica fin da ora alcune soluzioni semplici, come raccontato nel capitolo finale *"E io cosa posso fare?"*. *(BG)*

arpae
agenzia prevenzione ambiente energia emilia-romagna

Arpae Emilia-Romagna è l'Agenzia della Regione che si occupa di ambiente ed energia sotto diversi aspetti. Obiettivo dell'Agenzia è favorire la sostenibilità delle attività umane che influiscono sull'ambiente, sulla salute, sulla sicurezza del territorio, sia attraverso i controlli, le valutazioni e gli atti autorizzativi previsti dalle norme, sia attraverso progetti, attività di prevenzione, comunicazione ambientale ed educazione alla sostenibilità. Arpae è impegnata anche nello sviluppo di sistemi e modelli di previsione per migliorare la qualità dei sistemi ambientali, affrontare il cambiamento climatico e le nuove forme di inquinamento e di degrado degli ecosistemi. L'Agenzia opera attraverso un'organizzazione di servizi a rete, articolata sul territorio. Quattro Aree prevenzione ambientale, organizzate in distretti, garantiscono l'attività di vigilanza e di controllo capillare; quattro Aree autorizzazioni e concessioni presidiano i processi di autorizzazione ambientale e di concessione per l'uso delle risorse idriche; una rete di Centri tematici, distribuita sul territorio, svolge attività operative e cura progetti e ricerche specialistici; il Laboratorio multisito garantisce le analisi sulle diverse matrici ambientali. Completano la rete Arpae due strutture dedicate rispettivamente all'analisi del mare e alla meteorologia e al clima, le cui attività operative e di ricerca sono strettamente correlate a quelle degli organismi territoriali e tematici. Il sito web www.arpae.it, quotidianamente aggiornato e arricchito, è il principale strumento di diffusione delle informazioni, dei dati e delle conoscenze ambientali.

Le principali attività

- Valutazioni e autorizzazioni ambientali
- Vigilanza e controllo ambientale del territorio e delle attività dell'uomo
- Gestione delle reti di monitoraggio dello stato ambientale
- Studio, ricerca e controllo in campo ambientale
- Emissione di pareri tecnici ambientali
- Concessioni per l'uso delle risorse idriche e demaniali
- Previsioni e studi idrologici, meteorologici e climatici
- Gestione delle emergenze ambientali
- Centro funzionale e di competenza della Protezione civile
- Campionamento e attività analitica di laboratorio
- Diffusione di informazioni ambientali
- Diffusione dei sistemi di gestione ambientale

Arpae Emilia-Romagna
Direzione generale: Via Po 5, 40139 Bologna – Tel. 051 6223811 – email: urp@arpae.it

www.arpae.it

La Repubblica promuove lo sviluppo della cultura e la ricerca scientifica e tecnica. Tutela il paesaggio e il patrimonio storico e artistico della Nazione. Tutela l'ambiente, la biodiversità e gli ecosistemi, anche nell'interesse delle future generazioni. La legge dello Stato disciplina i modi e le forme di tutela degli animali.

Articolo 9 della Costituzione
della Repubblica Italiana