

# 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 delimitazione 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 delimitare, 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

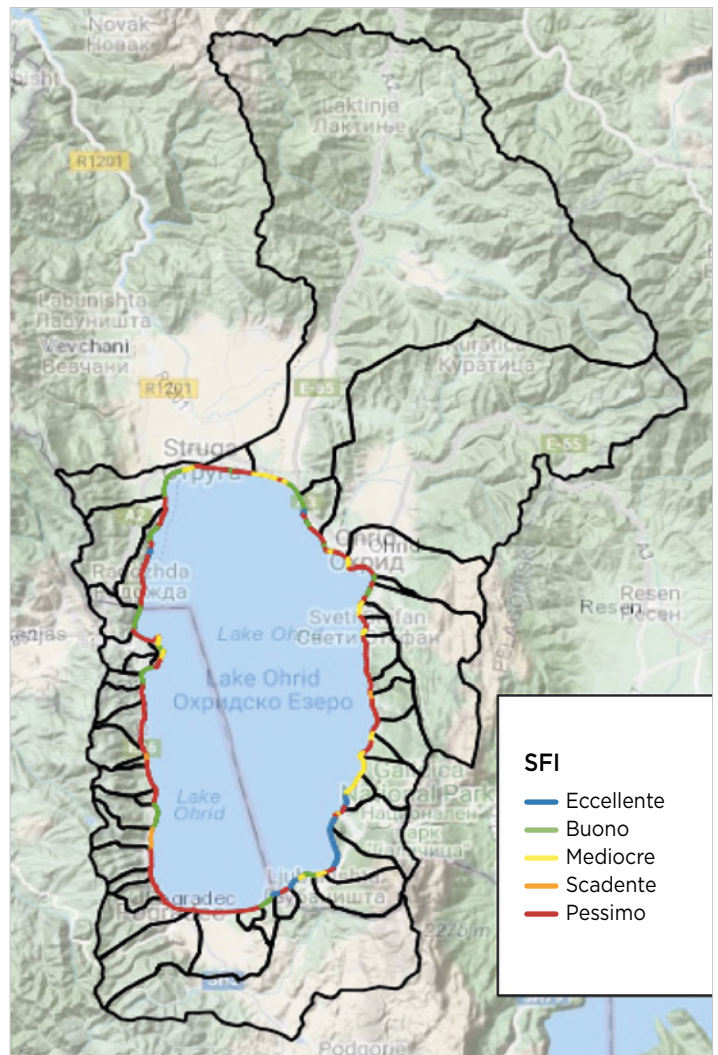


FIG. 1  
INDICE DI  
FUNZIONALITÀ  
PERILACUALE

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



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 ed intensità 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<sup>1</sup>, Maurizio Siligardi<sup>2</sup>**

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

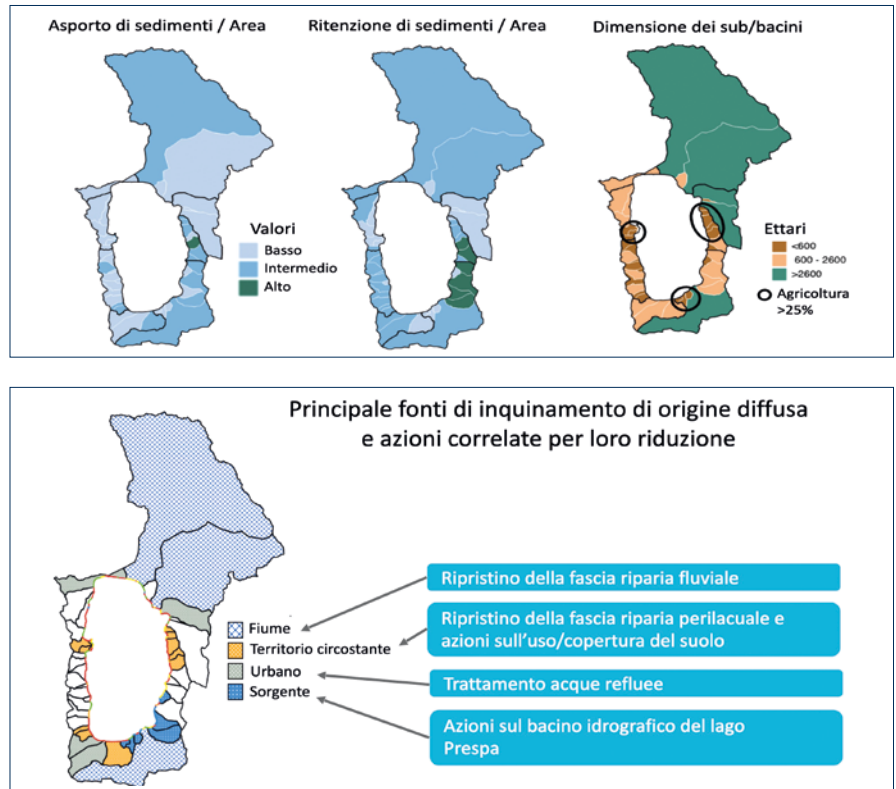


FIG. 2 LAGO DI OCRIDA, SUB-BACINI E ORIGINI NUTRIENTI  
In alto: esempi di caratterizzazione dei sub-bacini.  
In basso: identificazione delle principali origini di nutrienti e sedimenti, con concrete indicazioni sulle azioni più efficaci per ridurre l'apporto.

**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 (Csb1) 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/publicazioni/-Acqua/pagina61.html>.

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