

# Layman's report



Istituto di Ricerca  
sulle Acque



## LIFE+ INHABIT project

Idromorfologia locale, habitat e Piani di Gestione:  
nuove misure per migliorare la qualità ecologica  
in fiumi e laghi sud europei

*'Local hydro-morphology, habitat and RBMPs:  
new measures to improve ecological quality  
in South European rivers and lakes'*



**LIFE08 ENV/IT/000413 INHABIT**

This Layman's report has been compiled by: Andrea Buffagni (project manager), Stefania Erba, Marcello Cazzola, Raffaella Balestrini, Marzia Ciampittiello, Aldo Marchetto & Romano Pagnotta.

### Project partnership

Institute	Address	Contact person
<b>Istituto di Ricerca Sulle Acque (Project coordinator) -CNR-IRSA</b>	<b>via del Mulino, 19 20861 Brugherio (MB)</b>	<b>Andrea Buffagni</b>
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi – CNR-ISE	L. go Tonolli, 50 28922, Verbania-Pallanza (VB)	Marzia Ciampittiello
Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente del Piemonte ARPA Piemonte - Struttura Qualità delle Acque	Piazza Alfieri, 33 14100 Asti	Elio Sesia
Regione Autonoma della Sardegna - RAS, Presidenza della Regione - Direzione generale Agenzia regionale del Distretto Idrografico della Sardegna. Direttore del Servizio tutela e gestione delle risorse idriche, vigilanza sui servizi idrici e gestione delle siccità	Via Roma, 80 09123 Cagliari	Maria Gabriella Mulas



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

### Project main collaborations

Institute	Address	Contact person
Dipartimento di scienze ecologiche e biologiche (DEB) - Università degli Studi della Tuscia	Largo dell'Università snc - 01100 Viterbo	Carlo Belfiore
Università della Cantabria ENVIRONMENTAL HYDRAULICS INSTITUTE "IH CANTABRIA"	C/ Isabel Torres, 15 - 39011, Santander, Spain	Ortiz, Jose Barquin
Università di Sassari - Dipartimento di Scienze della Natura e del Territorio (DIPNET)	via Muroni, 25 - 07100 Sassari	Antonella Luglié
Ente Acque della Sardegna (ENAS)	via Mameli, 88 - 09123 Cagliari	Maria Antonietta Dessena





# INDICE

<b>1. Di cosa si occupa il progetto INHABIT?</b>	<b>p.1</b>
<b>2. Struttura del progetto e obiettivi</b>	<b>p.4</b>
<b>3. I luoghi di INHABIT</b>	<b>p.5</b>
<b>4. I principali risultati</b>	<b>p.8</b>
i. Perché l'habitat è così importante?	
ii. Il carattere lenticolo: di che cosa si tratta	
iii. I fiumi possono autodepurarsi?	
iv. È l'azoto così dannoso per i laghi?	
v. Allargando via via il quadro: habitat, comunità biologiche e piani di gestione	
<b>5. I benefici ambientali a lungo termine</b>	<b>p.24</b>
<b>6. Il traguardo finale raggiunto</b>	<b>p.25</b>

## 1. Di cosa si occupa il progetto INHABIT?

*La problematica ambientale affrontata*

La Direttiva Quadro sulle Acque (WFD, 2000/60/EC – Water Framework Directive) è una direttiva chiave della legislazione europea che stabilisce un piano per impedire il deterioramento della qualità delle acque e per proteggere, o migliorare, lo stato dei corpi idrici (per esempio fiumi e laghi). La WFD si pone come principale obiettivo il raggiungimento dello stato di qualità 'buono' per tutti i corpi idrici entro il 2015. Al fine di mettere in pratica misure - cioè azioni concrete - adatte a tali scopi e che siano allo stesso tempo incisive ed efficienti dal punto di vista dei costi, è fondamentale prendere in considerazione alcuni aspetti, tre dei quali riportati nel seguito.

1) La WFD pone al centro della valutazione dello stato ecologico le componenti biologiche rappresentative per il tratto di fiume o per il lago che si intende esaminare. Tali componenti, chiamate 'Elementi di Qualità Biologica' (EQB), sono costituite dalle diverse comunità che si rinvengono nel corpo idrico. Ad esempio, per i fiumi, la WFD prevede che vengano considerati la flora acquatica, i macroinvertebrati bentonici e la fauna ittica. Questo approccio risulta molto innovativo rispetto al passato, quando le valutazioni venivano effettuate prevalentemente sulla base di analisi di tipo chimico-fisico, ma porta a dover affrontare problemi addizionali, se si vogliono portare a termine in modo efficace le attività di monitoraggio e la formulazione dei giudizi di qualità. Per esempio, le comunità biologiche mostrano una forte variabilità intrinseca, che può avere un'influenza determinante nelle valutazioni di qualità e dello "Stato Ecologico". Questa variabilità, che può apparire casuale, è in realtà legata – oltre che a eventuali effetti delle attività umane – a un numero elevato di caratteristiche osservabili negli ambienti naturali, che determinano come gli organismi si distribuiscono in un determinato ambiente, in funzione degli habitat effettivamente disponibili.

## Contents

1. What is INHABIT project about?
2. Project objectives
3. INHABIT places
4. INHABIT key results
i. Why is habitat so important?
ii. Lentic-lotic character: what is it about?
iii. Can rivers depurate by themselves?
iv. How bad nitrogen is for lakes?
v. Widening the view: habitat, biological communities and management plans
5. Long term environmental benefits
6. The final goal achieved

## 1. What is INHABIT project about?

*The environmental issues addressed*

WFD (Water Framework Directive, 2000/60/EC) is a key environmental European Directive aiming at preventing deterioration of the status of surface water bodies and protecting, enhancing or restoring surface water bodies. According to WFD requirements, all water bodies should achieve good status by 2015. In order to derive measures – i.e. concrete actions – that can be at the same time incisive and cost-effective, in relation to the environmental objectives set out in the WFD, some points must be considered. Three of the key points are listed here below.

1) The WFD brings biological communities, representative of the river stretch or lake to be considered, to the core of ecological status evaluation. Such components, defined as Biological Quality Elements (BQEs), include the biological groups one can find in a given water body. For example, aquatic flora, benthic macroinvertebrates and fish fauna are considered for rivers. This is quite an innovative approach, if compared to the past when quality assessments were performed mainly on the





1.

## DI COSA SI OCCUPA IL PROGETTO INHABIT?

2) Se si escludono gli effetti, potenzialmente molto evidenti, di varie forme d'inquinamento dell'acqua, per le quali le modalità di gestione sono relativamente ben conosciute e già implementate, le condizioni dell'habitat fisico sono l'aspetto che più influenza la presenza e la distribuzione degli organismi acquatici. La WFD considera tali condizioni di habitat nella categoria generale chiamata 'idromorfologia'. Di fatto, le caratteristiche idromorfologiche alla scala locale come la presenza, la distribuzione e i tipi di micro- e meso-habitat, le condizioni di flusso, le caratteristiche del substrato, lo stato dei sedimenti sono ciò che definisce in modo diretto o indiretto molte delle condizioni di quello che chiamiamo comunemente "habitat". Le condizioni idrauliche e morfologiche - ovvero idromorfologiche - sono cruciali nello strutturare gli habitat dove vivono gli organismi acquatici, in fiumi e laghi. Informazioni relative all'habitat dovrebbero sempre essere considerate nella caratterizzazione del corpo idrico, nell'interpretare la classificazione di qualità e nella definizione delle misure, data la sua indiscussa rilevanza per le componenti biologiche. Questo consentirà una "lettura" comprensibile della risposta biologica alle pressioni (cioè ai diversi fattori di disturbo di origine antropica) e, di conseguenza, della classificazione dello stato ecologico, fornendo al tempo stesso indicazioni sulle fonti dell'incertezza di tale classificazione. Questa incertezza può essere dovuta, in misura notevole, alle condizioni di habitat e la sua quantificazione, con eventuali correzioni o integrazioni ai metodi in uso, potrà supportare la scelta di misure efficaci per riportare/mantenere i corpi idrici in buono stato ecologico.



2

basis of chemico-physical analyses, but at the same time it leads into additional problems to be managed for effective monitoring and classification. For instance, biological communities show a strong intrinsic variability, that can affect quality evaluation and 'Ecological Status' assessment. Such variability, that can appear as accidental, is in fact related – excluding possible effects of human activity – to a wide range of characters of the natural environment, determining the distribution of the biological organisms in a given environment as function of the available habitats.

2) Once we exclude the potentially high influence of water pollution, for which management actions are comparatively well known and implemented, physical habitat conditions are the most relevant aspect affecting aquatic taxa presence and distribution. The WFD refers to such habitat conditions under the general category 'hydro-morphology'. In fact, local hydro-morphology e.g. presence, distribution and feature of micro- and meso-habitats, local flow conditions, substrate characteristics, the degree of lake burial, is what defines directly or indirectly what is generally referred as 'habitat'. Hydraulic and morphological i.e. hydro-morphological features are crucial in structuring the habitats of aquatic organisms in rivers and lakes. Such features should always be considered for water body characterization, classification and setting of measures, due to their unquestionable relevancy for BQEs. This will support a reliable interpretation of biotic response to anthropogenic pressures and, therefore, of ecological status classification, simultaneously providing evidence on sources for what is often generically called 'uncertainty' in biological results. Such uncertainty can be, to a relevant degree, related

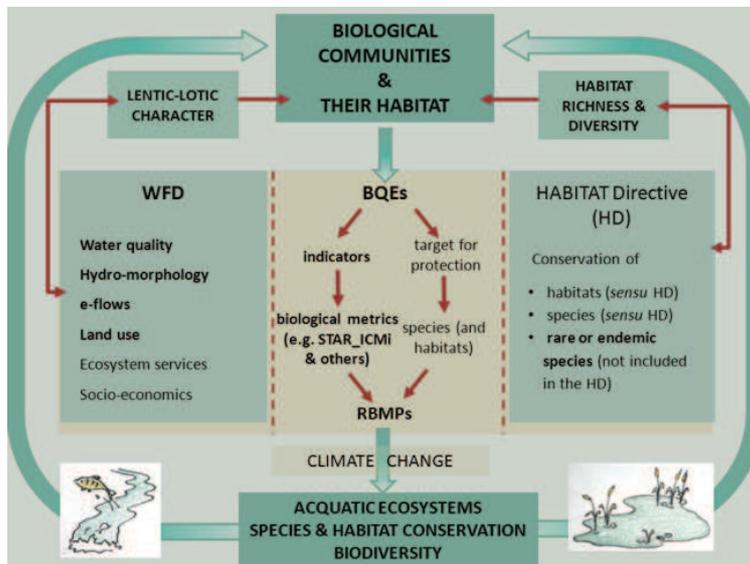


## 1. DI COSA SI OCCUPA IL PROGETTO INHABIT?

3) L'idromorfologia locale, e quindi l'habitat, non sono importanti solo per le comunità biologiche selezionate come indicatori dalla WFD e oggetto di tutela. Per esempio, la rimozione dei composti di azoto e fosforo lungo l'asse longitudinale di un fiume può essere legata in modo determinante alla sequenza e alle caratteristiche degli habitat acquatici. Le caratteristiche del substrato e la distribuzione a scala locale della materia organica influenzano l'attività microbica e la rimozione dei nutrienti. La combinazione di tali fattori, lungo le tre dimensioni spaziali (laterale, verticale e longitudinale), può determinare l'efficacia o meno del processo di autodepurazione dei corpi idrici. Ciò, inoltre, è in relazione diretta o indiretta con i processi attivi a livello di acque sotterranee.

In sintesi, le condizioni di habitat e l'idromorfologia locale rivestono un ruolo cruciale per il funzionamento degli ecosistemi di fiumi e laghi, nonché nel determinare la struttura delle biocenosi presenti; perciò, approcci e metodi utilizzati a fini di monitoraggio e classificazione dello stato ecologico dovrebbero tenerli in grande considerazione, individuandoli e quantificandone l'influenza sul biota e sui processi ambientali. Questo è il quadro all'interno del quale si è svolto INHABIT, che ha fornito risposte su alcuni dei temi qui brevemente elencati.

Diagramma che illustra il quadro generale all'interno del quale si sono collocate le attività di INHABIT. In grassetto, i temi affrontati direttamente.



to habitat conditions, and its quantification, coupled with possible adjustments in the current assessment methods, could support the selection of measures to restore/maintain water bodies in a good ecological status.

3) Local hydro-morphology is not only affecting biological communities selected as indicators by WFD. For instance, nitrogen and phosphorous removal along the longitudinal river axis can depend on the sequence and characteristics of in-stream habitats. Substrate characteristics and organic matter distribution at the local scale can strongly affect microbial activity and nutrients removal. The combination of such factors, along the three spatial dimensions (lateral, vertical and longitudinal), will result in efficient self-depuration of rivers and lakes or not. On turn, this also implies a direct or indirect relation with processes acting in the groundwater zone.

In summary, habitat conditions and local hydro-morphology in rivers and lakes play a crucial role for aquatic ecosystems functioning and in defining the structure of the related biocoenoses. Therefore, monitoring and assessment methods should consider such aspects and quantify their influence on both the biota and the environmental processes. INHABIT project addressed some of the issues presented in this overall context.

Scheme of general framework where INHABIT project was performed. In bold: issues directly addressed in the project.





## 2. STRUTTURA DEL PROGETTO E OBIETTIVI

### 2. Struttura del progetto e obiettivi



Con riferimento al processo di recepimento effettivo della WFD, il progetto INHABIT ha posto l'accento sugli habitat come elemento chiave per la comprensione della funzionalità e dello stato ecologico dei sistemi acquatici. Inoltre, attraverso la quantificazione dell'influenza degli habitat sulle comunità biologiche, INHABIT ha proposto elementi utili per valutare l'effici-

cia delle misure di riqualificazione poste in essere. Il progetto si è strutturato in gruppi di azioni, ognuna dedicata ad una tematica, affrontando aspetti dimostrativi e innovativi. Gli obiettivi principali del progetto sono stati:

- quantificare e interpretare la variabilità osservata in condizioni naturali per alcune caratteristiche - idromorfologiche, di habitat e chimico-fisiche - note per esercitare un'elevata influenza sulle comunità biologiche - Elementi di Qualità Biologici (EQB);
- valutare e descrivere la quota di variabilità legata a fattori di perturbazione antropica, ponendola in relazione alla variabilità associata a fattori naturali, al fine di derivare una classificazione dello stato ecologico più accurata;
- mettere in pratica, diffondere ed eventualmente aggiornare, i metodi e gli approcci più attuali per la raccolta di dati biologici e di habitat conformi alle indicazioni della WFD, alla classificazione dello stato ecologico e all'implementazione dei piani di gestione nelle aree di studio;
- valutare se, come e per quali aspetti gli habitat possano complessivamente influenzare la valutazione dello stato ecologico e contribuire all'incertezza di tale valutazione, sia che questa sia attribuibile a errori di misura, a un erroneo approccio metodologico, o all'influenza diretta di aspetti idromorfologici e di habitat;
- infine, tutte le informazioni derivate nel corso del progetto sono state considerate nell'ottica di possibili misure integrative, esplicitamente connesse alle condizioni di habitat, per il raggiungimento dello stato ecologico buono per fiumi e laghi europei.

### 2. Project objectives

With reference to the process of WFD implementation, INHABIT project focused on habitats features as a key element to understand functioning and ecological status of aquatic systems. Through the quantification of the influence of habitat on biological communities, INHABIT has also suggested some useful elements to evaluate the efficiency of existing measures. The project is structured in groups of actions, each dedicated to a topic dealing with demonstrative or innovative issues.

Main objectives of INHABIT project have been:

- to quantify and to interpret variability, observed in natural conditions, of features – hydromorphological, habitat and chemical-physical – known to exert a strong influence on biotic communities – Biological Quality Elements (BQEs);
- to evaluate and describe the share of variability due to anthropic pressures, and relate this to the variability associated to natural features, in order to derive a more accurate classification of Ecological Status;
- to put in practice, disseminate and possibly update the most recent WFD compliant approaches and procedures for the collection of biological and habitat data, classification of Ecological Status and River Basins Management Plans (RBMPs) implementation in the selected areas;
- to evaluate if, how and for which aspects habitat features can influence the overall evaluation of Ecological Status and contribute to classification uncertainty, whether this is down to measurement errors, wrong methodological approaches, or a direct influence of habitat and hydromorphology;
- lastly, all the obtained information was considered for the definition of possible additional measures, ex-





### 3. I LUOGHI DI INHABIT

## 3. I luoghi di INHABIT

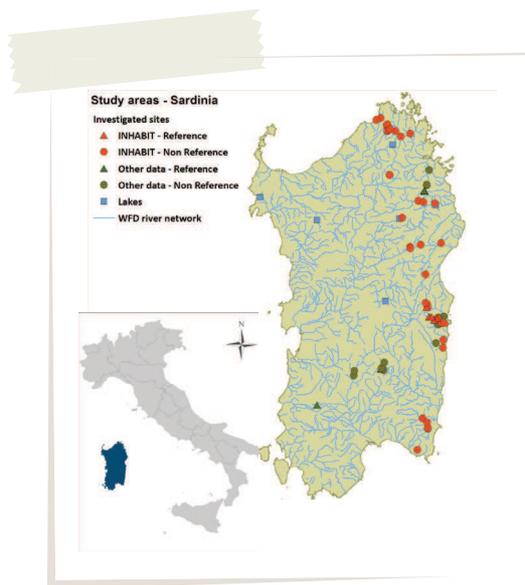
### Area di studio e approccio sperimentale

Le attività sperimentali del progetto sono state condotte nelle regioni italiane Piemonte e Sardegna come casi studio, rispettivamente, per le aree alpino/planiziale e mediterranea. L'approccio sperimentale per laghi e fiumi è stato simile, ma con ovvie differenze legate alla categoria di corpo idrico, come descritto nel seguito.

#### Fiumi

I tratti fluviali/corpi idrici oggetto d'indagine sono stati scelti avendo cura di:

- includere tratti fluviali in condizioni di 'riferimento' (sensu WFD, i.e. siti ad elevata naturalità);
- selezionare tratti che presentassero diverse condizioni di habitat (con focus particolare sul "carattere lentico-lotico", si veda § 4.ii) e/o particolari alterazioni morfologiche (e.g. presenza di ponti, culvert, rinforzi di sponda);
- coprire un ampio gradiente di alterazione idromorfologica e di carattere lentico-lotico, dai corpi idrici poco alterati a quelli significativamente alterati; volutamente, i corpi idrici studiati non presentano situazioni compromesse dal punto di vista della qualità dell'acqua;
- volendosi concentrare sulle differenze osservate in termini di habitat e non su altri possibili fattori di disturbo,



si è adottata la strategia di selezionare, ove possibile, tratti fluviali di campionamento localizzati a poca distanza l'uno dall'altro lungo la stessa asta fluviale, ma con evidenti differenze nelle caratteristiche di habitat, mantenendo così sostanzialmente invariati il chimismo e la qualità dell'acqua.

In generale, sono stati selezionati tratti fluviali che si differen-

ziano lungo un gradiente di caratteristiche idrauliche, esprimibile in termini di presenza relativa di aree lentiche (che tendono a situazioni di acqua ferma) e lotiche (acqua più decisamente corrente), in virtù dell'importanza del carattere lentico-lotico nello strutturare le biocenosi (§ 4.ii). Per tutti i corpi idrici oggetto di attività sperimentale, sono stati raccolti dati a diverse scale spaziali:

PLICITLY related to habitat conditions. These measures can support the achievement of good ecological status of European rivers and lakes.

### 3. INHABIT places

#### Study area and experimental approach

Project activities have been carried out in Sardinia and Piedmont (Italy), as case study, respectively of alpine/lowland and Mediterranean areas. Experimental approach for rivers and lakes has been similar, although differences related to the water body category occurred, as briefly described here:

#### Rivers

River stretches/water bodies were selected according to the following criteria:

- a number of 'Reference' sites (sensu WFD, i.e. sites showing high degree of naturalness) were included;
- selected stretches present wide-ranging habitat conditions (with focus on 'lentic-lotic' character, see § 4.ii) and/or peculiar morphological alterations (for instance presence of bridges, culvert, bank reinforcements etc.);
- a wide gradient of hydromorphological alteration and lentic-lotic character was covered, ranging from slightly to heavily impaired water bodies; on purpose, studied water bodies were not affected by significant water pollution;
- in order to focus on differences observed in terms of habitat, excluding other possible disturbances, 'pairs' of sampling stations have been selected, where possible. The two stations of the pair are positioned at close distance on the same





### 3. LUOGHI DI INHABIT

bacino, sotto-bacino, corpo idrico o tratto fluviale, sito, mesohabitat e microhabitat.

Le componenti biologiche considerate sono i macroinvertebrati bentonici e le diatomee fitobentoniche. I macroinvertebrati hanno costituito l'elemento guida su cui impostare le analisi dedicate a evidenziare le relazioni habitat/biota e a come queste relazioni influiscano sulle valutazioni dello stato ecologico. Alcuni dei tratti fluviali analizzati in Sardegna e Piemonte sono anche stati oggetto di esperimenti di aggiunta dei nutrienti (addition) per valutare la capacità di autodepurazione dei fiumi. Oltre ai dati espressamente raccolti per il progetto INHABIT ( $\approx 150$  campioni), nelle analisi di validazione dei tipi biologici - e gli estesi approfondimenti da essa derivati - e di calcolo dell'incertezza della classificazione sono stati considerati anche dati provenienti da aree territoriali non campionate direttamente in INHABIT, per un totale di altri circa 400 campioni.

#### Laghi

I criteri secondo cui identificare i laghi oggetto di studio sono stati:

- identificare almeno un sito di riferimento all'interno delle due Regioni del progetto. Nella Regione Piemonte l'unico lago che sembrava rispondere ai requisiti di sito di riferimento, almeno per quanto riguarda il parametro dell'eutrofizzazione e del fitoplancton, è il Lago di Mergozzo. Per la Regione Sardegna, un solo lago è di origine naturale, mentre gli altri 5 ambienti studiati sono invasi artificiali, per i quali la ricerca di un sito di riferimento non può essere fatta da un punto di vista idromorfologico ma solo rispetto alle caratteristiche di trofia.
- Scegliere i siti in modo che almeno alcuni laghi facessero parte dello stesso bacino imbrifero dei tratti fluviali scelti. Dovendo analizzare gli strumenti posti in essere dai piani di bacino e dovendo cercare di migliorare e ottimizzare tali azioni e strumenti, è risultato necessario far convergere, ove possibile, le attività e gli studi sia sui laghi che sui fiumi.
- Fare in modo che i laghi afferissero a diversi tipi e avessero una differente destinazione d'uso (es. idroelettrico, idropotabile, agricolo). I laghi scelti, tenuto conto di questo criterio e di quelli precedenti sono stati il Lago Morasco, il Lago Serrù, utilizzati a scopo idroelettrico e 5 bacini misti tra agricolo e idropotabile: i laghi Sos Canales, Torrei, Bidughinzu e il Posada a uso idropotabile e irriguo, il lago Liscia a solo uso irriguo; il Lago Mergozzo per la sua posizione in zona sud-alpina, il Viverone, il Candia e il Sirio, per la loro posizione all'interno dell'anfiteatro morenico di Ivrea, in zona di pianura.
- Verificare che tipo di dati pregressi fossero disponibili, in modo da concentrarsi su quei laghi per i quali fossero disponibili un maggior numero di informazioni.



river reach and show obvious differences in habitat features, with the same water quality.

In general water bodies were selected along a gradient of hydraulic features, that can be defined in relation to the relative presence of 'lentic' areas (tending to still water conditions) and 'lotic' (more fast-flowing, turbulent water). In fact, lentic-lotic character exerts a key influence in structuring biocoenoses (see § 4.ii). In all investigated water bodies, environmental elements have been surveyed to different spatial scales: basin, sub-basin, water body or river stretch, site, mesohabitat and microhabitat. The biological elements investigated have been benthic macroinvertebrates and diatoms. Macroinvertebrates have been the leading biological element for the analyses dedicated to habitat/biota relations and their connection with ecological status evaluation. On some of the investigated river stretches in Sardinia and Piedmont the experiment of nutrient addition has been performed, in order to evaluate self-depuration capacity. In addition to data specifically collected for INHABIT project ( $\approx 150$  samples), a set of data from areas not considered in INHABIT - accounting for some extra 400 samples -, have been included in the analyses for river types biological validation and classification uncertainty.

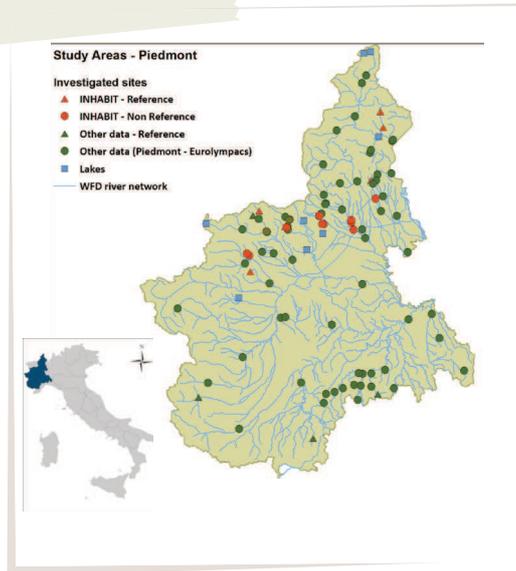
#### Lakes

The criteria used to select study lakes were:

- At least one reference site within the two regions of the project. In the Piedmont Region the only lake that seemed to meet reference site requirements, at least for eutrophication and phytoplankton, is Lake Mergozzo. In Sardinia, there is only one natural lake, while all other len-



### 3. LUOGHI DI INHABIT



- Verificare eventuali particolari interessi regionali. Ultimo criterio di scelta ma non meno importante, è quello relativo alle indicazioni regionali dirette ed emerse dall'analisi dei piani di bacino, che ci hanno portato a consolidare le scelte dei bacini effettuate con i precedenti criteri, sia per quanto riguarda i siti meno impattati che per quelli potenzialmente a rischio e dove presenti elevati impatti di tipo idromorfologico e di eutrofizzazione. Questo criterio è stato particolarmente utile anche per la scelta di un ulteriore lago naturale, il Lago piccolo di Avigliana, di particolare interesse regionale, in quanto sede di un parco naturale. Alla luce dei criteri sopra esposti e delle verifiche effettuate con indagini preliminari, i siti scelti sono stati 13, 12 per tutti i parametri di qualità (fitoplancton, macrofite, macroinvertebrati e pesci) e le indagini idromorfologiche e 1 per fitoplancton e macrofite. I tipi lacustri relativi ai laghi scelti si distinguono principalmente in AL, regione Alpina (Piemonte, tipi AL-2, 5, 6, 9) e ME, regione mediterranea (Sardegna, tipi ME-2, 3, 4, 5 e S).

tic water bodies are reservoirs, which cannot be considered in reference conditions from hydromorphological point of view, but they can be in trophic conditions close to reference status, such as Sos Canales and Torrei reservoirs.

- At least two lakes in the same catchment area of selected rivers, in order to concentrate the activities in the same areas and to interact in the definition of the suggestions of measures for the improvement of RBMPs. In Piedmont selected lakes were Morasco, in the basin of the River Toce, and Serrù, in the basin of river Orco. In Sardinia they were Liscia, in Liscia River basin, Posada, in Posada River basin and Torrei, Tirso river basin.
- Lakes belonging to different types and reservoirs with different use (e.g., hydropower, drinking water, agriculture), and a balance between natural lakes and reservoirs. As there is only one natural lake in Sardinia, we focus on natural lakes in Piedmont.
- Natural lakes in different climatic and altitudinal zones.
- Presence of previous data, in particular for reservoirs in Sardinia where the large year-to-year variability in precipitation can affect phytoplankton composition and biomass.
- Special regional interests. In light of the above criteria, verified with preliminary investigation, the sites chosen were 13, 12 for all biological quality elements (phytoplankton, macrophytes, macroinvertebrates and fish) and only 1 for phytoplankton and macrophytes, namely Lake Baratz, for which some sampling was not possible because of the presence of unexploded ordnance on the bottom. Selected lakes are in the following types: AL-2 (shallow, Alpine), AL-9 (deep, Alpine), AL-5 (shallow, low altitude) and AL-6 (deep, low altitude) in Piedmont and ME-2 and ME-3





## 4. I PRINCIPALI RISULTATI DI INHABIT

### 4. I principali risultati di INHABIT

#### *i. Perché l'habitat è così importante?*

##### *Habitat e valutazione dello stato ecologico*

L'importanza del tipo e della diversificazione degli habitat presenti in un dato corpo idrico nello strutturare le biocenosi è ormai ampiamente riconosciuta dalla comunità scientifica. I risultati ottenuti in INHABIT ne offrono ulteriori conferme e rappresentano utili strumenti per una migliore comprensione degli ecosistemi fluviali e lacustri, mediante lo sviluppo di aspetti innovativi che chiariscono le interrelazioni tra l'habitat e la valutazione dello stato ecologico. In questi termini, INHABIT ha consentito di:

- consolidare i protocolli di rilevamento dei dati, sia biologici che di habitat, per l'applicazione pratica della WFD e delle conseguenti norme nazionali di recepimento e attuazione.
- Per i laghi, verificare se la scelta della frequenza di campionamento e la distribuzione dei prelievi nel corso dell'anno possano rappresentare dei fattori critici quando si tratta di valutare la qualità ecologica a partire dalla struttura delle comunità biotiche, soprattutto per quelle che mostrano cicli su base stagionale. In particolare, delle quattro componenti biologiche usate per classificare i laghi, tre (fitoplancton, macrofite e macro-invertebrati) mostrano una spiccata stagionalità e/o una certa variabilità spaziale. Per quanto riguarda il fitoplancton, sembrano accettabili 4 prelievi annuali (dai 6 attuali) senza compromettere il risultato della classificazione, rispettando comunque la stagionalità. Nel caso delle macrofite, non è invece possibile ridurre lo sforzo di campionamento attualmente previsto in Italia senza compromettere la qualità della classificazione; per i macroinvertebrati, la fascia litorale è quella che comporta la maggior differenziazione degli habitat e, qualora sia necessario migliorare la qualità della classificazione, sarebbe opportuno aumentare lo sforzo di campionamento in quest'area.
- Validare l'applicazione del metodo Lake Habitat Survey (LHS) all'interno del contesto italiano, contribuendo al processo europeo di standardizzazione dei metodi in uso per il rilevamento degli habitat e delle alterazioni idromorfologiche.
- Consolidare le modalità di rilevamento degli habitat fluviali attraverso l'applicazione del metodo CARAVAGGIO, per il quale è stata realizzata la stesura del manuale 'Guida al rilevamento e alla descrizione degli habitat fluviali – Manuale di applicazione del metodo CARAVAGGIO'. Per lo stesso metodo, è stato aggiornato e ampliato il software di archiviazione dati e calcolo dei descrittori sintetici, il CARAVAGGIOsoft, nell'ambito delle attività INHABIT volte a migliorare e diffondere l'uso di metodi e procedure utili all'implementazione della WFD.

(shallow Mediterranean), ME-4 and ME-5 (deep Mediterranean) and S (brackish, not connected with the sea) in Sardinia.

### 4. INHABIT key results

#### *i. Why habitat is so important?*

##### *Habitat and assessment of ecological status*

The importance of habitat type and diversification in structuring the biotic communities of water bodies is widely acknowledged by the scientific community. Results attained by INHABIT project provide further confirmation for this. As well INHABIT results represent useful tools for a better understanding of river and lake ecosystems, through the development of innovative aspects helping in clarifying the relationships between habitat and assessment of ecological status. In these terms, INHABIT project has enabled:

- to consolidate the protocols for both biological and habitat data collection for the practical application of the WFD and of the WFD-related national regulations.
- For lakes, to verify if the selection of the sampling frequency and distribution along the year may represent a critical factor in the assessment of ecological quality, considering in particular the structure of biotic communities subjected to seasonal life cycles.
- In particular among the four biological elements considered for lakes classification, three of them (phytoplankton, macrophytes and macroinvertebrates) show a marked seasonality and/or a certain spatial variability. About phytoplankton, 4 annual sampling periods (instead of the 6 required at present) seem to be adequate for a proper characterization, without compromising clas-



#### 4. I PRINCIPALI RISULTATI DI INHABIT



- Selezionare e validare siti fluviali di riferimento (i.e. siti non significativamente alterati) che sono poi stati proposti per essere ufficialmente utilizzati in ambito nazionale per operare la classificazione.
- Verificare i metodi per la valutazione delle condizioni di riferimento e, in particolare, modellizzare le condizioni di riferimento per la concentrazione di clorofilla e per gli indici fitoplanctonici '(laghi)'.
- Effettuare analisi di validazione biologica dei tipi fluviali che hanno permesso di confermare la generale validità del sistema tipologico nazionale, con però approfondimenti sito-specifici auspicabili per l'area mediterranea (non solo in Italia, ma in tutto il bacino del Mediterraneo).
- Sviluppare, aggiornare e distribuire il software MacrOper. ICM, in uso in Italia a supporto della classificazione dello stato ecologico dei fiumi sulla base dei macroinvertebrati bentonici, in linea con la normativa nazionale. Il software è scaricabile dal sito web di INHABIT.
- Definire i principali fattori ambientali in grado di strutturare le biocenosi acquatiche, confermando l'importanza dei fattori di habitat, con particolare riferimento al carattere lenco-lotico per i fiumi.
- Evidenziare l'interazione tra diversi fattori di habitat nel definire le risposte delle biocenosi ai diversi fattori di stress, sia di origine naturale che antropica.

sification results. Regarding macrophytes it is not possible to reduce the sampling effort, required by national legislation, without compromising classification results. For macroinvertebrates, the littoral zone shows the highest habitat diversity and sampling effort should be enhanced in this area in order to obtain a better classification quality.

- To validate the application of Lake Habitat Survey (LHS) within the Italian context, contributing to the European process of standardization for habitat and hydromorphological alteration survey.
- To consolidate the approaches for the survey of river habitats through the application of CARAVAGGIO method. As part of INHABIT results, the manual of the CARAVAGGIO method 'CARAVAGGIO Manual - Survey and description of river habitats' has been realized and software CARAVAGGIOsoft for data input and indices calculations has been updated and enhanced.
- To select and validate the set of reference sites (sites not significantly impaired) proposed for official use for national classification.
- To verify the methods for reference conditions evaluation and, in particular, to model reference conditions for chlorophyll concentration and phytoplankton indices.
- To perform the biological validation of river types that has confirmed the overall soundness of the national typological system, although suggesting the need for detailed site-specific investigation for Mediterranean area (for Italy and, more in general the overall Mediterranean basin).
- To develop, update and distribute MacrOper.ICM software, used in Italy to support classification of ecological status in rivers based on benthic mac-





#### 4. I PRINCIPALI RISULTATI DI INHABIT

- Selezionare indicatori biologici in grado di fornire indicazioni sulle cause delle alterazioni osservate a carico degli organismi nei corpi idrici fluviali, in modo differenziato per mesohabitat differenti (e.g. pool vs riffle in ambiente fluviale), i quali supportano spesso risposte differenti delle comunità, in base al tipo di disturbo.



roinvertebrates, according to national legislation. The software is available for download at INHABIT project website.

- To define the main environmental factors structuring aquatic biocoenoses, confirming the relevance of habitat factors, with particular reference to the lentic-lotic character for rivers.
- To highlight the interaction between different habitat features in defining biocoenoses response to different stresses, both from natural and anthropic source.
- To select biological indicators able to provide information on the causes of the observed alterations of the biotic communities in different ways for different mesohabitats (e.g. pool vs riffle for rivers). Such mesohabitats often show different biotic responses, according to the different type of disturbance.





## 4. I PRINCIPALI RISULTATI DI INHABIT

### Come possiamo utilizzare i dati di habitat?

Descrizione degli habitat e classificazione della loro qualità.

Selezione di siti di riferimento e descrizione delle condizioni di riferimento tipo- e sito-specifiche.

Supporto all'interpretazione dei dati relativi agli Elementi di Qualità Biologica (BQE), sensu WFD.

Caratterizzazione degli habitat per la gestione delle risorse alieutiche e per la pesca.

Individuazione di habitat di pregio a supporto della Direttiva HABITAT e di altra legislazione in materia di tutela dell'ambiente.

Tutela della biodiversità.

Raccolta di informazioni per la valutazione delle capacità naturali di ritenzione dei nutrienti.

Approfondimenti delle tipizzazioni nazionali dei fiumi (e.g. per l'Italia, D.M. 131/2008).

Definizione del carattere lentico-lotico dei fiumi.

Didattica ambientale e insegnamento dell'ecologia acquatica.

Valutazione di pressioni e impatti.

Procedure di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) e Valutazione Ambientale Strategica (VAS) che interessino gli ecosistemi acquatici.

Quantificazione degli impatti dei prelievi idrici sugli habitat e sulle biocenosi.

Valutazione degli impatti di impianti idroelettrici.

Supporto alla definizione di portate ecologicamente accettabili per le biocenosi acquatiche.

Stima del rischio di fallire gli obiettivi di qualità e il raggiungimento dello Stato Ecologico Buono.

Caratterizzazione degli habitat in corpi idrici fortemente modificati o artificiali.

Individuazione di misure di risanamento e tutela e verifica della loro efficacia.

Ausilio nella predisposizione di piani di tutela e di gestione.

### How can we use habitat data?

- Habitat description and quality classification.
- Reference sites selection and description of type- and site- specific reference conditions.
- Support to data interpretation for Biological Quality elements, sensu WFD.
- Habitat characterization for fish fauna and fishing activities management.
- Selection of quality habitat supporting HABITAT Directive requirements, and other environmental regulations.
- Protection of biodiversity.
- Collection of information for the evaluation of nutrient retention capacity in rivers.
- Detail investigation of national river typization (D.M. 131/2008).
- Lentic-lotic character definition in rivers.
- Environmental education in aquatic ecology.
- Evaluation of pressures and impacts.
- Procedures for Environmental Impact Assessment (EIA) and Strategic Environmental Assessment (SEA) for aquatic ecosystems.
- Quantification of impacts of water abstraction on habitats and biocoenoses.
- Evaluation of impacts from hydro-power plants.
- Support to definition of acceptable flows for aquatic biocoenoses.
- Estimation of risk of failing quality objectives and achievement of Good Ecological Status.
- Habitat characterization in Heavily Modified Water Bodies.
- Definition of restoration and protection measures and verification of their efficacy.
- Support in the definition of protection and management plans.





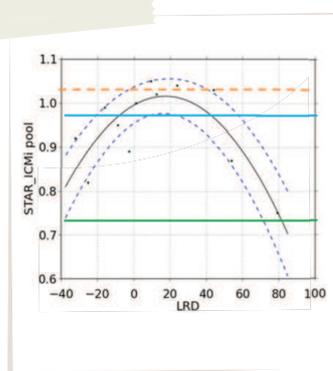
#### 4.

### I PRINCIPALI RISULTATI DI INHABIT

#### ii. Il carattere lentic lotico: di che cosa si tratta L'importanza del carattere lentic-lotico nei fiumi

Fino a pochi anni fa, nel contesto europeo, si sono riscontrate notevoli difficoltà nel sintetizzare in modo relativamente semplice gli aspetti di habitat legati direttamente alla “disponibilità d’acqua” in un determinato tratto fluviale. Per compensare tale lacuna, è stato di recente messo a punto il descrittore LRD (Lentic-lotic River Descriptor), che consente di caratterizzare un tratto fluviale in termini di carattere lentic-lotico, cioè della proporzione tra habitat lentic e habitat lotici in un determinato tratto fluviale, che è funzione della sua conformazione morfologica, del trasporto e deposito dei sedimenti fluviali e del livello dell’acqua. Tra le caratteristiche di habitat, tale proporzione è risultata essere una delle più importanti nel determinare la struttura delle comunità degli invertebrati acquatici in ambiente mediterraneo. Per il calcolo dell’LRD, vengono utilizzate informazioni relative alla presenza e alla varietà dei tipi di flusso, di substrato, di vegetazione presente in alveo, di barre, di strutture artificiali, etc. Il descrittore LRD, attraverso una sintesi delle condizioni idrauliche e di habitat del tratto fluviale in esame, fornisce una lettura globale del rapporto tra habitat acquatici lentic e lotici, di grande efficacia nel supportare l’interpretazione dei dati biologici. Il carattere lentic-lotico è un aspetto fondamentale, ad esempio, per valutare la comparabilità fra diverse aree fluviali in termini di biocenosi attese, per verificare l’applicabilità e l’accuratezza di molti metodi biologici di classificazione in uso e per quantificare l’impatto dei prelievi idrici.

A questo riguardo, INHABIT ha sviluppato modelli che mettono in relazione le metriche ufficialmente utilizzate in Italia per la classificazione dello stato ecologico – e in Europa per il processo d’intercalibrazione della WFD - con il carattere lentic-lotico. Tali modelli evidenziano che differenze nel carattere lentic-lotico tra diversi tratti fluviali o nel medesimo tratto in stagioni diverse, anche in assenza di significativi impatti antropici, si traducono in significative differenze nei valori di molte metriche biologiche. Tra queste, citiamo qui l’indice STAR\_ICMi, in uso per la classifica-



zione dei corpi idrici sulla base dei macroinvertebrati bentonici. Ad esempio in area Mediterranea i valori più elevati di STAR\_ICMi – corrispondenti alle condizioni ottimali per la comunità - si ottengono in corrispondenza di valori intermedi di LRD (i.e. fiumi né troppo lotici né troppo lentic), intorno allo 0 o di poco sopra. Spostandosi verso situazioni più lotiche (valori negativi) o più lentiche (valori positivi),

#### ii. Lentic-lotic character: what is it about?

#### The importance of lentic-lotic character in rivers

Since a few years ago, in European context, it was difficult to easily summarize habitat aspects directly related to ‘water availability’ in a given river stretch. In order to fill this gap, LRD (Lentic-lotic River Descriptor) was recently developed. LRD allows the characterization of a river reach in terms of lentic-lotic character, that depends on river morphology, sediment transport and deposition and water level. Among the habitat features, lentic-lotic proportion has resulted as one of the most important in defining aquatic invertebrates community structure in Mediterranean area. For LRD calculation information related to presence and variety of flow types, substrates, channel vegetation, bars, artificial structures etc. are considered. LRD descriptor, through a synthesis of hydraulic conditions and habitat, provides an overall picture of the ratio between lentic and lotic habitats, of great relevance in supporting biological data. Lentic lotic character is a key aspects, for instance, in the evaluation of the comparability of the different areas of the river in terms of expected biocenoses, in order to verify applicability and accuracy of several biological assessment methods and to quantify the impact of water abstraction.

Regarding this, INHABIT project has developed a set of models relating biological metrics, officially considered in Italy for ecological status classification (and in Europe for WFD intercalibration process) to lentic-lotic character. Such models highlight how differences in lentic-lotic character observed in different river stretches, or in the same stretch in different seasons, also when no significant anthropic alterations are





#### 4. I PRINCIPALI RISULTATI DI INHABIT

i valori ottenuti dell'indice biologica diminuiscono e i punti corrispondenti (in grafico, a lato) si dispongono così globalmente lungo una curva a parabola. Considerando l'approccio tipo-specifico attuale al calcolo degli EQR (Ecological Quality Ratio), si deduce che, con valori di LRD superiori a 50-60, tratti fluviali che non presentano significative alterazioni antropiche potrebbero essere erroneamente classificati in stato buono o, addirittura, moderato. La medesima sottostima dello stato ecologico potrebbe avvenire con valori di LRD < -20. In condizioni molto lotiche o molto lentiche, è quindi necessario prevedere degli "affinamenti" ai valori attesi in condizioni di riferimento per lo STAR\_ICMi e le sue metriche componenti. Partendo dal tipo fluviale di appartenenza (e.g. per l'uso di appropriati limiti di classe e per il valore "ottimale" della metrica), sarà utile operare un affinamento sito-specifico, sulla base del carattere lentico-lotico osservato nel tratto fluviale al momento della valutazione per la definizione dello stato ecologico. I modelli costruiti durante le attività di INHABIT, per fiumi temporanei dell'area mediterranea (Sardegna e Cipro), consentono queste correzioni e quindi una più accurata definizione delle condizioni di riferimento.

In presenza di prelievi idrici noti, lo scostamento dai valori ottimali delle metriche biologiche che deriva dall'adattamento delle biocenosi al carattere lentico-lotico derivante e.g. da una diminuzione di portata, può essere utilizzato con successo per quantificare l'effetto di tali prelievi. Di norma, in area mediterranea, il carattere lentico lotico - in seguito a prelievi - passa da neutro/leggermente positivo a fortemente positivo, con palesi effetti depressivi sulle comunità. INHABIT ha però anche evidenziato come, ad esempio in area alpina, la riduzione di portata possa determinare un aumento dei valori di LRD (e.g. da negativi a neutri) che determina un apparente "miglioramento" della qualità ecologica, che in realtà corrisponde a una forte alterazione della biocenosi, rilevabile con chiarezza in presenza di informazioni sul carattere lentico-lotico del corpo idrico.



present, result in significant differences of the values of many biological metrics. Among these, STAR\_ICMi, used for water bodies classification based on benthic macroinvertebrates, can be mentioned. For instance in Sardinia Higher values of STAR\_ICMi - optimal conditions for the community - are observed at intermediate values of LRD (i.e. not extreme lentic nor lotic rivers), around '0' or slightly higher. Moving toward more lotic (negative values) or more lentic (positive values) conditions, values observed for the biological metric decrease and points are distributed along a 'parabolic' curve (see scatterplot). Considering the type specific approach to EQR (Ecological Quality Ratio) calculation, it is possible to infer that when LRD values higher than 50-60 are observed in river stretches lacking significant anthropic alterations, such sites could be classified in good or even moderate status. The same underestimation of the ecological status could be observed when LRD values < -20 are observed. In extremely lotic or lentic conditions some 'adjustments' must therefore be considered for STAR\_ICMi (and related metrics) expected values in reference conditions. Moving from the river type (e.g. for the use of adequate class limits and 'optimal' metric value), it will be useful to make a site-specific adjustment, based on the observed lentic-lotic character observed at the moment when ecological quality is assessed. Models developed during INHABIT project for temporary rivers in Mediterranean area (Sardinia and Cyprus) allows such correction and a more accurate definition of reference conditions. When known water abstraction is present, the deviation from optimal values of biological metrics, deriving from biocenoses adaptation to lentic-lotic character, e.g. because of discharge reduction, can be used to quantify the effect of such abstraction. Commonly, in Mediterranean area lentic lotic char-





## 4. I PRINCIPALI RISULTATI DI INHABIT

### Stato ecologico dei fiumi (sensu WFD) e Sistema di classificazione MacrOper

Uno dei più importanti testi normativi in tema di monitoraggio e tutela delle acque è rappresentato dalla Direttiva 2000/60/EC (WFD). In accordo a tale testo normativo, l'obiettivo che gli Stati Membri devono raggiungere è l'ottenimento dello stato ecologico almeno buono per tutte le categorie di corpi idrici. Nella WFD, gli elementi che concorrono alla definizione dello stato ecologico sono, per i fiumi: composizione e abbondanza della flora acquatica, composizione e abbondanza dei macroinvertebrati bentonici, composizione, abbondanza e struttura di età della fauna ittica; elementi idromorfologici e chimico-fisici (a sostegno degli elementi biologici). In Italia, per il monitoraggio della componente macrobentonica fluviale è in uso, secondo le normative vigenti di recepimento delle WFD, il sistema MacrOper. Tale sistema consente di derivare una classe di qualità per gli organismi macrobentonici, utile per la definizione dello Stato Ecologico. Tale sistema combina le informazioni relative ai seguenti elementi fondamentali: 1) sistema tipologico nazionale; 2) limiti di classe definiti all'interno del processo di intercalibrazione europeo; 3) valori numerici di riferimento tipo specifici; 4) calcolo dell'indice STAR\_ICMi; inoltre, la corretta attribuzione ad una classe di qualità richiede che: 5) il campionamento della fauna macrobentonica sia effettuato in accordo a una tecnica multihabitat proporzionale (o, per i grandi fiumi, utilizzando Substrati Artificiali).

Lo STAR\_ICMi è stato sviluppato in contesto europeo e, oltre ad essere l'indice formalmente utilizzato dall'Italia per classificare i fiumi con la componente macrobentonica, è anche l'indice che in Europa è stato maggiormente utilizzato per confrontare i limiti di classe dei diversi stati membri.



acter shifts, following water abstraction, from neutral/slightly positive, to strongly positive, with clear depressing effects on biotic communities. INHABIT has also highlighted how, in alpine area, for example, a reduction on discharge can cause an increase of LRD values (e.g. from negative to neutral) causing an apparent 'improvement' of ecological quality, actually related to a strong alteration of the biocoenoses, clearly recognizable if lentic-lotic information is collected.

### River ecological status (sensu WFD) and MacrOper classification system

WFD (Directive 2000/60/EC) is one of the most important environmental regulation regarding water bodies monitoring and protection. According to this normative text, Member States are asked to achieve at least good status for all water bodies categories. In WFD elements concurring to ecological status definition in rivers are: composition and abundance of aquatic flora, composition and abundance of benthic macroinvertebrates, abundance and age structure of fish fauna; hydromorphological and chemical-physical elements (supporting biological elements). In Italy, for the monitoring of benthic macroinvertebrates in rivers, MacrOper system is used, according to national WFD related legislation. MacrOper system allows to derive a quality classification based on macrobenthic fauna, useful for the definition of ecological status. Such system combines information related to the following elements: 1) national typological system; 2) class limits defined for the European intercalibration process; 3) type specific reference values for six selected metrics; 4) STAR\_ICMi index calculation; moreover, for the correct attribution to a quality class it is required that: 5) the sampling



## 4. I PRINCIPALI RISULTATI DI INHABIT

Lo STAR\_ICMi è un indice multimetrico composto da sei metriche opportunamente normalizzate e ponderate, che forniscono informazioni in merito ai principali aspetti che la WFD chiede di considerare. L'indice non intende essere stressor specifico, ma è stato al contrario costruito per valutare la qualità generale dei corpi idrici, viene direttamente espresso in Rapporto di Qualità Ecologica (RQE) e assume valori tra 0 e 1+. Alcune delle metriche componenti necessitano, per poter essere calcolate correttamente, di dati relativi all'abbondanza delle singole famiglie di organismi bentonici. L'indice STAR\_ICMi può essere agevolmente calcolato mediante il software MacrOper.ICM, sviluppato e distribuito all'interno del progetto INHABIT.

### *iii. I fiumi possono autodepurarsi? Funzionalità fluviale e capacità di autodepurazione*

Nonostante gli enormi sforzi compiuti in anni recenti per affrontare la problematica relativa all'alterazione dei cicli dei nutrienti, sia in termini scientifici che gestionali, si è ancora lontani da efficaci soluzioni e i flussi di azoto (N) e fosforo (P) che transitano attraverso i bacini fluviali continuano ad essere molto elevati. In Europa, l'ottenimento dello stato ecologico buono previsto dalla WFD entro il 2015 richiede la rapida applicazione di misure efficaci e verificabili per la riduzione del carico dei nutrienti alle acque superficiali e sotterranee. A tale scopo, negli ultimi anni è cresciuto l'interesse nei riguardi dei processi, che avvengono naturalmente in porzioni dell'ecosistema fluviale e/o direttamente in alveo, in grado di modulare le concentrazioni e le forme dei nutrienti esportati a valle. Per questi motivi, INHABIT ha condotto sperimentazioni volte ad approfondire le conoscenze relative ai fattori che controllano le trasformazioni dei nutrienti nei sistemi fluviali, con particolare attenzione alle caratteristiche idromorfologiche e di habitat. Alcune metriche, in grado di valutare l'efficienza di ritenzione dei nutrienti, sono state stimate grazie a esperimenti di aggiunta di nutrienti in alcuni corpi idrici fluviali selezionati in fiumi planiziali (Piemonte) e mediterranei a carattere temporaneo (Sardegna).

of benthic fauna is performed according to a multihabitat proportional technique (or through artificial substrates in large rivers).

STAR\_ICMi has been developed in European context. It is formally used in Italy for river classification based on macrobenthic fauna; it has also been the index used in Europe for class boundaries comparison among Member States. STAR\_ICMi is a multimetric index formed by six normalized and weighted metrics providing information about main aspects required by WFD. The index is not intended as stressor specific, but it has been developed in order to evaluate general quality of river water bodies. It is directly expressed in Ecological Quality ratio (EQR) and its values range from 0 an 1+.

Some metrics, composing STAR\_ICMi, include information on abundance of benthic groups (Families). MacrOper.ICM software, developed and made available within INHABIT project, allows the easy calculation of STAR\_ICMi index.

### *iii. Can rivers depurate by themselves? River functioning and self-depuration capacity*

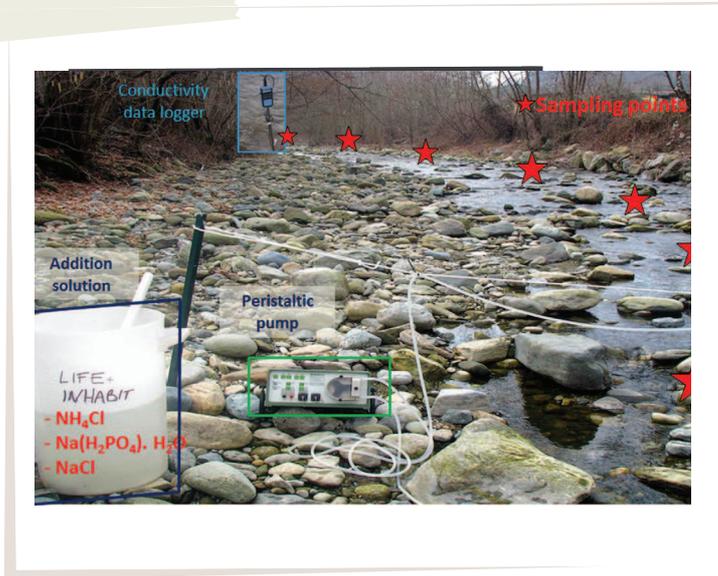
Despite the enormous efforts made in recent years to face the problems related to the alteration of nutrient cycles, both in scientific and management terms, we are still far from an effective solution and fluxes of nitrogen (N) and phosphorus (P) through river basins continue to be very high.

In Europe, the achievement of good ecological status by 2015 required by the WFD asks for effective and verifiable measures to reduce nutrient loading to surface waters and groundwater to be put in place. Over the last decade there has been increasing evidence that biogeochemical processes occurring naturally in portions of the river eco-

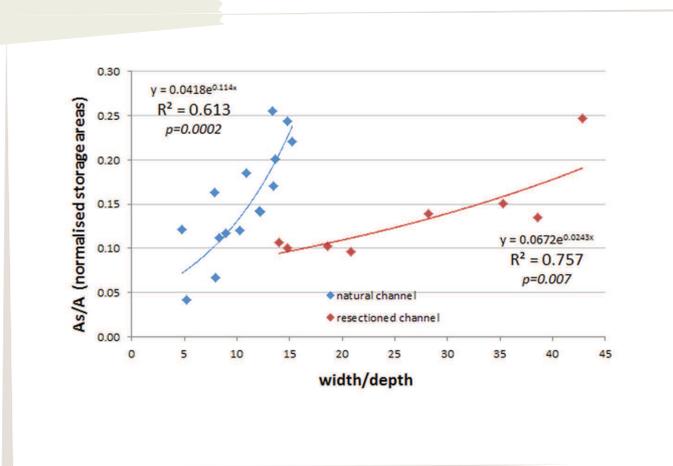


4.

I PRINCIPALI RISULTATI DI INHABIT



I risultati evidenziano l'importanza delle zone di "transient storage" (As) nel determinare l'efficienza di ritenzione di NH<sub>4</sub> e PO<sub>4</sub>, espressa dai valori di "uptake length" (Sw = distanza media percorsa dalla molecola di nutriente prima di essere rimossa dalla colonna d'acqua). Le As sono delle zone dell'alveo dove l'acqua si muove ad una velocità inferiore rispetto alla velocità media superficiale e comprendono pool, backwaters, deadwaters, le piccole dighe e il comparto iporreico. L'efficienza di ritenzione aumenta al crescere delle transient storage perché la presenza di tali zone aumenta il tempo di contatto tra l'acqua e le superfici biologicamente attive, in primis i sedimenti, e quindi favorisce i processi che portano ad una riduzione delle concentrazioni di nutrienti nei corpi idrici.



system (buffer strips) and / or in the riverbed are able to modulate the concentrations of nutrients exported downstream.

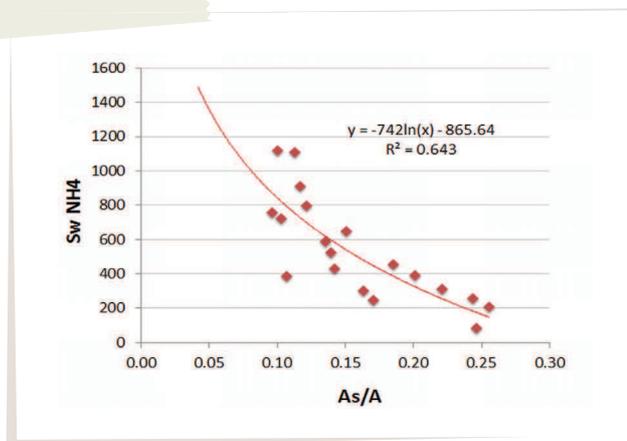
For these reasons, within INHABIT project, we performed an investigation aimed to deepen the knowledge of the factors controlling the transformations of nutrients in river systems, with particular attention to the hydro-morphological features and habitats. Some nutrient retention metrics have been estimated through experiments of nutrient additions in some selected river sites in Sardinia and Piedmont (Italy).

The obtained results highlighted the importance of the "transient storage zones" (As) in determining the ammonia (NH<sub>4</sub>) and orthophosphate (PO<sub>4</sub>) retention efficiency, expressed by the values of "uptake length" (Sw = average distance travelled by the nutrient molecule before being removed from the water column). Transient storage areas are defined as stream zones where water flow is much slower than that in the free flowing water channel. They include pool, back waters, dead waters, small dams and the hyporheic compartment. The retention efficiency increases with the increase of the transient storage areas, since the presence of these zones increases the contact time between the water and the biologically active surfaces, primarily the sediments, and then promotes the processes that lead to a reduction of nutrient concentration in water bodies.

Furthermore we observed a significant relationship between the size of As and the ratio between wetted channel width and channel depth (w/d); such relationship appears in different terms considering as separate natural (in particular 'reference') and resectioned stretches. Therefore, habitat features seem to profoundly affect not only



#### 4. I PRINCIPALI RISULTATI DI INHABIT



Inoltre, si è osservata una relazione molto significativa tra l'ampiezza delle As e il rapporto tra la larghezza dell'alveo bagnato e la profondità ( $w/d$ ), con differente carattere per i tratti fluviali con alvei naturali, in particolare i siti reference, e quelli con alveo rizezionato/rinforzato.

Le caratteristiche dell'habitat sembrano quindi influenzare profondamente non solo le comunità biologiche ma anche le dinamiche dei nutrienti e, in particolare, l'efficienza di ritenzione di  $\text{NH}_4$  e  $\text{PO}_4$ . Tratti fluviali con un'elevata diversificazione e ricchezza di habitat sono di per sé favoriti, perché in essi aumenta la possibilità che siano presenti anche quelli specifici che vanno ad influire sulle "transient storage". Nell'ambito del risanamento fluviale, l'efficienza di rimozione dei nutrienti può essere quindi incrementata attraverso degli interventi volti a favorire il mantenimento della complessità topografica degli alvei, di un adeguato rapporto superficie/volume e la ritenzione idraulica così da consentire un maggiore contatto tra acqua, sedimenti e biocenosi bentoniche.

#### *iv. È l'azoto così dannoso per i laghi?*

##### *Quantificazione delle pressioni antropiche nei laghi: effetti dell'inquinamento da azoto*

La Direttiva 2000/60/EC rappresenta un netto passo avanti per la gestione delle acque europee, perché sottolinea la necessità di attuare misure a scala di bacino, considerando le connessioni idrauliche tra corpi idrici e le pressioni antropiche in tutto il bacino fluviale. Per i laghi, però, vi sono altri aspetti importanti, come la caratterizzazione degli habitat e la quantificazione del carico di inquinanti portato per via atmosferica. Infatti, l'impianto concettuale della Direttiva non considera al momento il destino degli inquinanti che possono essere immessi nell'atmosfera fuori dal bacino fluviale, ma essere depositati all'interno del bacino con le deposizioni atmosferiche.

the biological communities but also the dynamics of nutrients, in particular the retention efficiency of  $\text{NH}_4$  and  $\text{PO}_4$ . In highly diversified river stretches with abundance of habitats the chance to find locations of stagnant waters (e.g. As) compared to altered river stretches increase.

As part of the river restoration, the efficiency of nutrient retention could be increased through interventions on the river channel aimed at increasing topographic complexity, surface / volume ratio and hydraulic retention so as to allow greater contact between water, sediment and biotic benthic.

#### *iv. How bad nitrogen is for lakes?*

##### *Quantification of anthropic pressures in lakes: effects of nitrogen pollution*

Directive 2000/60/EC represents a marked step forward in the management of European waters because it underlines the need to take measures at the scale of river basin, considering all hydraulic connections among waterbodies and human pressures in the whole river basin. For lakes an important aspect, beside habitat, is the quantification of atmospheric loads.

In fact the WFD does not consider the fate of pollutants that can be emitted into the atmosphere outside the river basin, and that can be carried to the river basin itself by atmospheric deposition.

In the INHABIT project, the quantification of the atmospheric deposition of nitrogen compounds to lakes and reservoirs allowed to define some key aspects which need to be considered in the updating of the River Basin Management Plans (RBMPs):

- the amount of nitrogen carried by atmospheric deposition is important for



#### 4.

### I PRINCIPALI RISULTATI DI INHABIT

INHABIT ha valutato quantitativamente l'importanza degli apporti di composti azotati ai laghi e agli invasi, per definire alcuni aspetti che devono essere tenuti in conto nella stesura dei Piani di Gestione dei Bacini Fluviali:

- il contributo atmosferico di azoto può rappresentare una frazione rilevante del carico di azoto per i siti che non risentono di inquinamento diretto e che non hanno aree agricole nel bacino imbrifero;
- i modelli in stato stazionario dei suoli forestali mostrano che i siti in condizioni di riferimento possono ricevere un carico atmosferico di azoto superiore a quello che deriva da sorgenti all'interno del loro bacino imbrifero (e.g. in Piemonte);
- il fitoplancton risponde in modo particolare alla concentrazione di azoto e vi sono evidenti differenze nella composizione delle comunità algali in laghi poco soggetti a disturbi umani che ricevono diverse quantità di azoto atmosferico. Questo aspetto va tenuto in considerazione nella definizione delle condizioni di riferimento dei siti lacustri, che normalmente sono solo basate sulla valutazione delle pressioni nel bacino imbrifero. Il carico atmosferico di azoto può invece portare le comunità algali a condizioni ben diverse da quelle di riferimento, anche in assenza di pressioni locali.

*v. Allargando via via il quadro:*

*habitat, comunità biologiche e piani di gestione*

*Variabilità idromorfologica e di habitat, tipi di impatto, effetti sulle biocenosi e proposte di misure a supporto degli RBMPs*

Il progetto INHABIT, per i **laghi**, ha consentito di concludere che:

- esistono correlazioni tra l'indice BQIES relativo ai macroinvertebrati e le variabili idromorfologiche.
- L'abbondanza stimata degli individui delle specie ittiche è correlata con le caratteristiche morfologiche della zona litorale. La composizione della fauna ittica, nel complesso, rispecchia però maggiormente le variabili chimico-fisiche e trofiche rispetto a quelle idromorfologiche.
- La composizione in specie delle macrofite è correlata alla natura del substrato lacustre, all'uso del suolo della sponda e dell'area circostante il lago e, in particolare, alla presenza di alberi o strutture che possano creare zone d'ombra sullo specchio lacustre.
- Il fitoplancton, per la sua natura strettamente pelagica, non è particolarmente influenzato dalla qualità morfologica delle coste, ma la sua biomassa può reagire in modo significativo alla variabilità idrologica interannuale.
- Gli indici fitoplanctonici sono sensibili alle condizioni meteorologiche

waterbodies not affected by direct pollution and not having strong agricultural pressures in the catchment.

- The results of using steady-state models of forest soils showed that in Piedmont reference lakes, nitrogen carried by atmospheric deposition can be larger than in-watershed load by one order of magnitude.
- Particularly phytoplankton is affected by high nitrogen concentration and there are marked differences in phytoplankton composition in lakes slightly affected by human pressures but receiving different amounts of nitrogen deposition. Accordingly, it is important to verify that other ecological factors, such as nitrogen atmospheric load, will not lead the biotic communities towards a status different from the one which is assumed to be the reference status for that specific waterbody type.

*v. Widening the view:*

*habitat, biological communities and management plans*

*Hydromorphological and habitat variability: impacts, effects on biocenoses and proposal for the improvement of the RBMPs*

The conclusions of the INHABIT project for **lakes** are the following:

- there are correlations between the macroinvertebrate-based BQIES index and hydromorphological variables ;
- estimated fish abundance is correlated to the morphological characteristics of the littoral zone. However, the composition of the fish fauna as a whole is more sensitive to the chemical, physical and trophic variables than to hydromorphology.
- macrophytes composition is related to the nature of the shore substrate and the land use of both the bank and surrounding area,





#### I PRINCIPALI RISULTATI DI INHABIT



matiche, ed è quindi importante attivare una “rete nucleo” di monitoraggio continuo dei siti di riferimento, da utilizzare per correggere i valori attesi degli indici biologici, al fine di evitare che fluttuazioni naturali della trofia, legate alla variabilità meteorologica interannuale, comportino delle oscillazioni nella classificazione qualitativa dei corpi idrici lacustri.

- L'indice macrofitico, invece, sembra meno sensibile alle variazioni trofiche, ma i limiti di classe attualmente in uso per la classificazione (i.e. intercalibrati a livello europeo) appaiono molto restrittivi rispetto alle stime dello stato trofico di riferimento ottenute dai sedimenti. Dal momento che le comunità macrofite rispondono lentamente alle variazioni dello stato trofico, si suggerisce che la valutazione di qualità basata sulle macrofite sia integrata da un indice diatomico che permetta di valutare congiuntamente i due aspetti dell'elemento di qualità “macrofite e macrobenthos” previsto dall'Allegato 5 della Direttiva Quadro sulle Acque.
- L'applicazione corretta dell'LHS, secondo metodica ufficiale, può fornire utili informazioni e indicazioni gestionali in riferimento a quelle attività o alterazioni idromorfologiche che, in diverso modo, possono impattare le aree litorali e le comunità biologiche a esse legate.
- Maggiori approfondimenti delle relazioni tra caratteristiche idromorfologiche, pressioni e impatti sulle biocenosi sono fortemente necessari per la redazione dei prossimi piani di bacino e per la realizzazione di nuove misure di ripristino efficaci.
- Risulta di particolare importanza l'inserimento, nei piani di ge-

particularly in presence of trees or structures shadowing lake surface.

- phytoplankton, strictly pelagic, is not particularly influenced by the morphological quality of the shore, but its biomass reacts significantly to the year-to-year hydrological variability.
- phytoplankton-based indices are sensitive to meteorological conditions, and it is therefore important to run a network of continuously monitored reference sites, to adjust the values of the biological indices, in order to prevent natural fluctuations of trophic, linked to weather variability, from driving fluctuations in the quality classification of lakes and reservoirs.
- the macrophyte-based index seems less sensitive to changes in trophic, but intercalibrated class boundaries appear very restrictive compared to the estimates of the trophic reference state obtained from sediments. Since the macrophytic communities respond slowly to changes in the trophic state, we suggest to supplement the assessment of quality based on macrophytes by a diatom index, to jointly assess jointly the two aspects of the “macrophytes and macrobenthos” BQE, as defined in Annex 5 to the WFD.
- the correct application of LHS can provide useful information and guide management, with respect to those activities or hydromorphological alterations that may impact the coastal areas and their biocoenoses. Further investigation of the relationships between hydromorphological characteristics, pressures and impacts on biotic communities are strongly required for the preparation of the next basin plans and the implementation of new effective restoration actions;
- It is particularly important to include in management plans actions aiming to reduce nonpoint nutrient sources,





4.

#### I PRINCIPALI RISULTATI DI INHABIT

stione, di pratiche che portino all'abbattimento dell'apporto dei nutrienti da fonti diffuse - con particolare attenzione ai carichi dipendenti dall'uso agricolo del bacino -, se si vuole raggiungere un determinato obiettivo di qualità ambientale.

INHABIT ha fornito, per i **fiumi**, elementi conclusivi in merito a numerosi temi, alcuni dei quali brevemente elencati nel seguito.

- INHABIT, in contesti geografici molto diversi tra loro, ha for-



nito esempi concreti ed esaustivi di come gli impatti legati alle alterazioni di habitat possano essere quantificati. In particolare, sono state effettuate analisi relative alle componenti ritenute necessarie per la caratterizzazione degli habitat fluviali, che trovano applicazione diretta o indiretta nella normativa esistente (e.g. D.M. 260/2010), tra le quali: diversificazione e qualità degli habitat fluviali e ripari; presenza di strutture artificiali; uso del territorio nelle aree fluviali e perfluviali; carattere lenticolo-lotico.

- Il miglioramento qualitativo degli habitat presenti in alveo e sponde, in termini di maggiore naturalità, determina una variazione "in meglio" delle comunità biologiche ivi ospitate, con conseguenze positive sulla valutazione dello stato ecologico. I risultati di INHABIT suggeriscono come non sembri sufficiente introdurre nei corpi idrici "usi del territorio" naturali, ma come, invece, essi debbano essere inseriti in sostituzione, almeno parziale, a "usi artificiali". Ciò consente di ottenere effetti misurabili sulla qualità degli habitat, il cui miglioramento determina a valle il miglioramento dello stato ecologico. La

with particular attention to agricultural loads in order to improve lake quality.

INHABIT has provided, for **rivers**, conclusions related to several issues, some of them are here briefly presented:

- INHABIT has provided, for very different geographical contexts, comprehensive and concrete examples of how impacts related to habitat alteration can be quantified. In particular, analyses were carried out for the components related to characterization of river habitats, directly or indirectly used in the existing Italian legislation (e.g. DM 260/2010). Such components include: diversification and quality of river and bank habitats; presence of artificial structures; land use in riverine and perfluvial areas; lenticolo-lotic character.
- Improving the quality of in-channel and bank habitats results in a change "for the better" of the biological communities, with positive consequences on the assessment of ecological status. INHABIT results suggest it seems not sufficient to introduce "natural land uses", but, instead, such natural uses should substitute "artificial uses". This allows to get a measurable effect on habitat quality, improving ecological status in downstream reaches. The reduction of bank and channel resectioning, coupled with the increase of complexity and naturalness of the banks, is in many cases the element leading to the achievement of at least good quality habitat.
- What biological metrics can better respond to specific factors of anthropic alteration? In Mediterranean area, metrics showing a better response to specific impacts are (some examples): for habitat alteration 1-GOLD





#### 4. I PRINCIPALI RISULTATI DI INHABIT

riduzione dei risezionamenti di alveo e sponde, insieme all'aumento di complessità e naturalità delle sponde, costituisce in molti casi l'elemento che può portare al raggiungimento di valori di Qualità dell'habitat almeno buoni.

- Quali metriche biologiche sono maggiormente in grado rispondere a specifici fattori di alterazione antropica? In area mediterranea le metriche che sembrano rispondere meglio a impatti specifici sono (esempi): per le alterazioni di habitat



1-GOLD (pool), log(SeIPTD) (pool), DIPB\_Siph\_G (pool) e MTS (riffle); per l'inquinamento dell'acqua Sel\_OLICHI\_SA (pool) e MTS (pool). Il fatto che in Italia si usi un indice multi-metrico per la classificazione dello stato ecologico sulla base degli invertebrati fluviali fa sì che si possa disporre direttamente di uno strumento per la valutazione dell'efficacia delle misure. Gli effetti di specifiche pressioni e quindi di specifiche misure, possono infatti essere quantificati in relazione alle singole metriche che compongono lo STAR\_ICMi ognuna delle quali può presentare diversa sensibilità alle diverse forme di impatto, secondo quanto evidenziato dal progetto INHABIT. Tali metriche potranno quindi costituire la base per la definizione dei sistemi di classificazione per il monitoraggio di sorveglianza e investigativo.

- È vero che, almeno in area montana, i metodi biologici non sono in grado di rilevare le alterazioni morfologiche e gli effetti della riduzione di portata dovuta ai prelievi idrici? No. È vero che gli indici comunemente utilizzati, interpretati in modo ordinario, non sono in grado di farlo. Tuttavia, l'uso di metriche dedicate (per l'alterazione morfologica) e l'affiancamento di

(pool), log(SeIPTD) (pool), DIPB\_Siph\_G (pool) and MTS (riffle); to water pollution Sel\_OLICHI\_SA (pool) and MTS (pool). Being a multi-metric index in use in Italy for ecological status classification based on river invertebrates, a tool for evaluation of effectiveness of measures is directly accessible. The effects of specific pressures, and therefore of specific measures, can be quantified in relation to the individual metrics included in STAR\_ICMi index. Each metric may show different sensitivity to different forms of impact, as emphasized by INHABIT project. These metrics can then become the basis for the definition of classification systems for surveillance and investigative monitoring.

- Is it true that, at least in mountain area, biological methods are unable to detect morphological changes and reduction in flow due to water abstraction? No. It is true that the indices commonly used, if interpreted in the ordinary way, are not able to do so. However, the use of dedicated metrics (for morphological alteration) jointly with the use of information on habitat (for the impact of water abstraction) support efficient evaluation of possible adverse effects on biotic communities.
- INHABIT has definitively confirmed that the lentic-lotic character of rivers is a crucial factor in structuring benthic communities. The use of information provided by this descriptor can support a more accurate definition of reference conditions (including a site-specific correction) and the quantification of the impact due to water abstraction.
- Are the structure and the diversity of river habitats important in defining ecological status? Yes, definitely. INHABIT has determined how the quantity and quality of aquatic

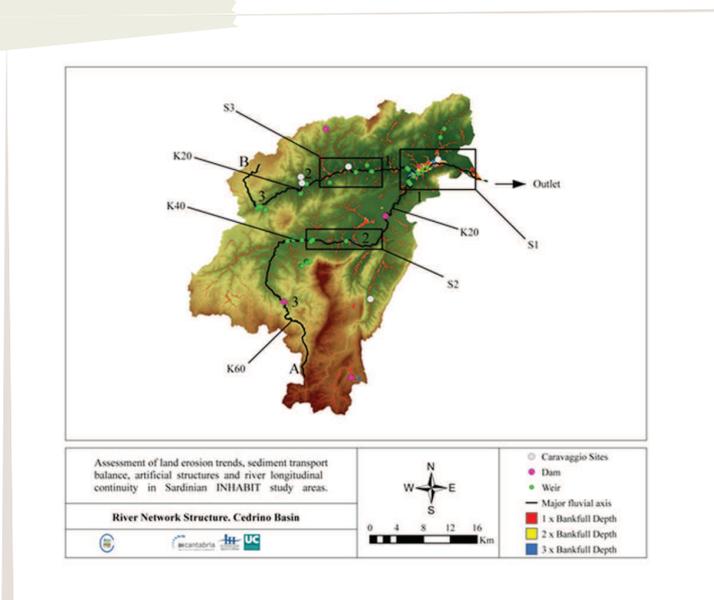




#### 4. I PRINCIPALI RISULTATI DI INHABIT

informazioni sull'habitat (per l'impatto dei prelievi) supportano un'efficace valutazione degli eventuali effetti negativi sulle biocenosi.

- INHABIT ha definitivamente confermato che il carattere lenticolo-tico dei fiumi è un fattore cruciale nello strutturare le comunità bentoniche. L'uso dell'informazione fornita da questo descrittore può supportare una più accurata definizione delle condizioni di riferimento (con correzione sito-specifica) e la stima dell'impatto dovuto ai prelievi idrici.
- La struttura e la diversificazione degli habitat presenti nei fiumi hanno importanza nella definizione dello stato ecologico? Sì, indubbiamente. INHABIT ha consentito di appurare come la quantità e la qualità degli habitat acquatici e ripari abbiano un'influenza diretta sulla capacità delle comunità acquatiche di tollerare l'inquinamento, le riduzioni di flusso e le alterazioni idromorfologiche. In particolare, è stato evidenziato come la simultanea presenza di condizioni ottimali per fattori di habitat differenti (diversificazione generale e carattere lenticolo-tico) possa limitare gli effetti negativi di fattori di perturbazione e.g. inquinamento dell'acqua e alterazione morfologica.
- Per la Sardegna, tramite un approccio modellistico in ambiente GIS, è stata valutata la continuità longitudinale e del trasporto dei sedimenti in rapporto alle strutture artificiali presenti. L'elevato numero di opere trasversali (soprattutto dighe) condiziona pesantemente la connettività monte - valle e il flusso del trasporto solido. A risentire maggiormente di queste alterazioni sono risultati essere i bacini idrografici maggiori, tra tutti il Flumendosa e a seguire il Cedrino (nella figura).



and riparian habitats have a direct influence on the ability of aquatic communities to tolerate pollution, reduction in flow and hydro-morphological alterations. In particular, it was demonstrated that the simultaneous optimal conditions for different habitat features - e.g. habitat diversification and lenticolo-tic character (LRD) - can limit the negative effects of other perturbation factors (e.g. pollution, morphological alteration).

- Land erosion trends, sediment transport balance, artificial structures and river longitudinal continuity in Sardinian INHABIT study areas were evaluated using GIS tools. Results showed that the presence of many dams in all the catchments highly influences longitudinal connectivity and sediment transport. The catchments more affected are: Flumendosa and Cedrino (see figure). The condition of buffer strip was evaluated combining data from GIS and CARAVAGGIO. Mixed woodland is the primary vegetation structure more suitable to maintain banks stability. In general, wide catchment portions are characterized by some critical issues in this aspect which consequence is bank instability. Anyway the 'Macchia Mediterranea' has probably to be re-considered as primary vegetation structure (not comparable to degraded vegetation), so that also 'macchia', widely present in the study area, can act in stabilizing river banks.
- Does the WFD compliant abiotic typological system in use in Italy for rivers have a correspondence with biocenoses? The general validity of river typology was demonstrated within INHABIT. However, some refinements are needed, especially in the Mediterranean area. In this area the unpredictability of river flows and

## 4.

## I PRINCIPALI RISULTATI DI INHABIT

- Sempre con tecniche GIS, integrando i dati elaborati su grande scala con i dati rilevati alla scala di tratto con il metodo CARAVAGGIO, sono state valutate le condizioni delle fasce riparie in relazione alla stabilità delle sponde. Per i boschi di latifoglie, ritenuti essere la formazione primaria più idonea al mantenimento delle sponde, si è evidenziata una condizione critica in estese aree dei bacini idrografici con conseguenti alti tassi di instabilità delle sponde. In determinate condizioni, tuttavia, in territori dalle caratteristiche climatiche ed edafiche come la Sardegna, le formazioni arbustive di macchia, ampiamente presenti, dovrebbero probabilmente poter essere considerate come formazioni naturali primarie, e non solo come vegetazione boschiva degradata.
- La tipizzazione abiotica per la WFD in uso in Italia per i fiumi trova riscontro nelle biocenosi e si presta a una ottimale valutazione dello stato ecologico? La validità generale dell'impianto tipologico è stata verificata accanto, però, alla necessità di approfondimenti soprattutto in area mediterranea. In quest'area, la scarsa prevedibilità e l'elevata variabilità idrologica influenzano in modo importante le biocenosi, rendendo fondamentale, per una corretta classificazione dello stato ecologico e la successiva pianificazione di misure, l'integrazione tra aspetti qualitativi e quantitativi.
- INHABIT ha evidenziato come sia necessaria un'armonizzazione tra la WFD e la Direttiva HABITAT (92/43/CEE). Infatti, può accadere, e.g. in aree ricche di specie endemiche e/o rare come la Sardegna, che la gestione dei corpi idrici finalizzata ai soli obiettivi di qualità della WFD trascuri la tutela di specie a rischio di estinzione, determinando quindi il fallimento complessivo delle strategie di salvaguardia della biodiversità. Nel pianificare l'integrazione tra le due Direttive, è cruciale che siano considerati non solo gli habitat e le specie in allegato alla Direttiva HABITAT, ma anche le specie endemiche a rischio non incluse negli allegati.



the high variability in the observed discharges have an high influence on biological communities. Accordingly, to rely on an accurate classification of the ecological status and to plan adequate restoration measures an integration between quantitative and qualitative aspects must be considered.

- INHABIT has put in evidence the need for an harmonization among WFD and Habitat Directive (92/43/CEE). In areas characterized by high frequency of rare or endemic species (e.g. Sardinia) management of water bodies intended only to quality objectives of the WFD might neglect the protection of species at risk of extinction, thus determining the overall failure of the strategies for the conservation of biodiversity at the regional level. In planning the integration between the two Directives, it is crucial that not only the habitats and species in the Annexes to HABITAT Directive are considered, but also the endemic species at risk not included in those Annexes.



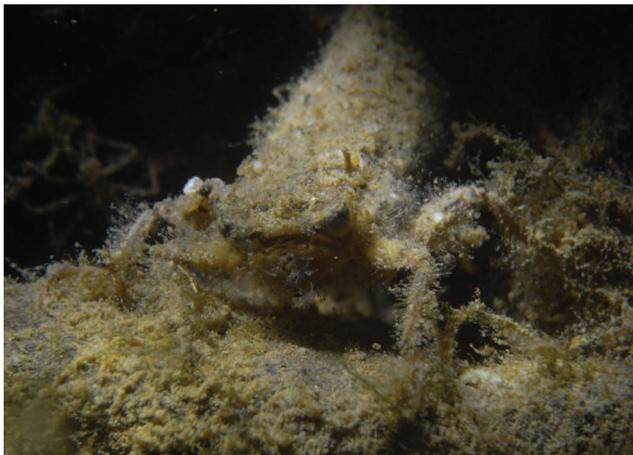


## 5. I BENEFICI AMBIENTALI A LUNGO TERMINE

### 5. I benefici ambientali a lungo termine

I più rilevanti benefici a lungo termine attesi in relazione ai risultati conseguiti nel progetto sono:

- ottimizzazione delle attività di monitoraggio per gli ambienti lacustri e fluviali;
- attivazione e/o integrazione di raccolta di informazioni idro-morfologiche e di habitat, congiuntamente al campionamento biologico;
- ottimizzazione delle misure di ripristino e del rapporto costi di riqualificazione/benefici in termini di stato ecologico;
- possibilità, per i fiumi, di poter quantificare portate ecologicamente accettabili (e-flows), utilizzando descrittori del carattere lentic-lotico e la relazione osservata con le biocenosi acquatiche.



### 5. Long term environmental benefits

The most relevant expected long term environmental benefits are:

- Optimization of monitoring activities for rivers and lakes.
- Activation and /or integration of simultaneous collection of habitat and biological data.
- Optimization of restoration measures and of the cost effectiveness for restoration practices, in terms of ecological status.
- Possibility, to quantify ecological flow (e-flows) for rivers, using habitat descriptors like the lentic-lotic character of rivers and its relation to biological communities.





## 6. IL TRAGUARDO FINALE RAGGIUNTO

### 6. Il traguardo finale raggiunto

INHABIT (Idromorfologia locale, habitat e Piani di Gestione: nuove misure per migliorare la qualità ecologica in fiumi e laghi sud europei) ha definito un approccio innovativo, basato sull'habitat, per affrontare la tematica della valutazione dello stato ecologico di fiumi e laghi sud europei. INHABIT ha quindi reso disponibili strumenti che possono consentire una più efficace gestione degli ecosistemi fluviali e lacustri grazie alla quantificazione dell'incertezza, al miglioramento dell'accuratezza dei sistemi di classificazione e fornendo strumenti pratici per valutare l'efficacia delle misure di ripristino della qualità ecologica.

### 6. The final goal achieved

INHABIT project (Local hydromorphology, habitat and RBMPs: new measures to improve ecological quality in South European rivers and lakes) has defined an innovative approach based on habitat to address the issue of ecological status assessment in South European rivers and lakes. INHABIT globally provided tools that can improve rivers and lakes ecosystems management, by the quantification of uncertainty related to assessment methods, by improving accuracy of assessment methods and by providing practical tools for the evaluation of the effectiveness of measures for ecological status restoration.

For further information, please contact the project coordinator Email: [inhabit@life-inhabit.it](mailto:inhabit@life-inhabit.it); [www.life-inhabit.it](http://www.life-inhabit.it)





# Istituto di Ricerca sulle Acque

