

PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE DEL FIUME MINCIO: CARATTERIZZAZIONE INTEGRATA SECONDO

LA METODOLOGIA STRARIFLU E SVILUPPO DEL PIANO DI AZIONE

Mario Vannuccini¹, Monica Pinardi², Marco Bartoli², Daniele Cuizzi¹

¹EURECO Studio Associato - Via Poggiolo e Tarole 8/A 51100 Pistoia (PT) – Via Boldrini 18 50046 Mantova www.studioeureco.com eureco@studioeureco.com

²Dipartimento di Scienze Ambientali - Università degli Studi di Parma - Viale G.P. Usberti 33/A, 43100 Parma www.dsa.unipr.it monica.pinardi@nemo.unipr.it



Da Agenda 21 ad Azione 21 per il Mincio: Progetto di riqualificazione integrata e partecipata del fiume Mincio

Il Programma di Tutela e Uso delle Acque (PTUA) della Regione Lombardia propone un metodo di caratterizzazione dello stato ambientale dei corsi d'acqua, concepito come strumento di supporto alle attività di pianificazione, che dovrebbe permettere il superamento della classica caratterizzazione basata sulla qualità dell'acqua a favore dell'approccio olistico previsto dalla Direttiva Quadro sulle Acque (Dir. 2000/60/CE), che comprende tutti gli aspetti chiave del sistema fluviale (geomorfologici, idrologici e biologici). Il metodo STRARIFLU (Strategie di Riqualificazione Fluviale), prevede la definizione di un sistema descrittivo-conoscitivo delle principali caratteristiche del corso d'acqua e di una loro visione di sintesi, tramite un sistema gerarchico strutturato di indici, sub-indici e indicatori, che nel loro complesso dovrebbero esprimere un giudizio sintetico di valore, denominato Valore Natura. Il Valore Natura costituisce un'espressione della prossimità del fiume a un ipotetico stato originario (in termini fisico-morfologici) e a uno stato di riferimento caratterizzato da integrità ecologica, definiti a priori. Per mezzo di tale indicatore aggregato il metodo permette di valutare gli aspetti maggiormente influenti sulle criticità e di esplicitare i margini di miglioramento potenzialmente perseguibili per ciascun tratto del fiume, discretizzato in funzione delle caratteristiche geomorfologiche, idrologiche e biologiche.

Nel PTUA il metodo è stato applicato a scala regionale, utilizzando come indicatori dei macrodescrittori ricavabili da fonti bibliografiche, al fine di ottenere informazioni utili a livello pianificatorio, ma prive del grado di accuratezza necessario al livello progettuale-locale.

A livello locale, il progetto "Da Agenda 21 ad Azione 21: Progetto di riqualificazione integrata e partecipata del Fiume Mincio", rappresenta una delle prime esperienze applicative del metodo. Il progetto prevedeva come punto di partenza la valutazione dello "stato ambientale" del Mincio, applicando a scala locale la caratterizzazione integrata STRARIFLU, al fine di realizzare un Piano di Azione condiviso e concertato per la riqualificazione integrata del bacino del Mincio e sul quale sviluppare il "Contratto di fiume" previsto dalla Direttiva 2000/60/CE.

Il metodo

Nella formulazione originale del metodo STRARIFLU il valore Natura è espresso tramite un indice quantitativo, l'Indice Natura, ottenuto dall'aggregazione di tre sub-indici: l'Indice Salute (che misura la vicinanza allo stato di riferimento), l'Indice di Naturalità morfologica (che misura la vicinanza all'assetto morfologico originario) e l'Indice di Rilevanza naturalistica (che misura le peculiarità bio-geo-morfologiche).

I sub-indici sono articolati in un sistema di attributi quantificati per mezzo di indicatori, misurabili o valutabili in termini ordinali. Preliminarmente, l'asta fluviale deve essere suddivisa in tratti omogenei, ciascuno dei quali deve essere caratterizzato per mezzo del sistema di indicatori.

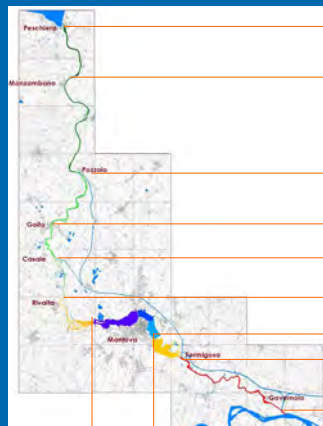
Il sistema di indicatori riportato comprende già l'implementazione apportata in questo studio per il Mincio.

Il sistema di indicatori implementato

Valore Natura	Indice	Sub-indice	Attributo
	Salute	Naturalità fisico-morfologica	Morfologia d'alveo
Non artificialità			Continuità longitudinale
			Continuità trasversale
Equilibrio morfologico		Equilibrio morfologico	Equilibrio morfologico
		Qualità dell'acqua	Indice SECA
		Regime idrologico	Portata media nel periodo irriguo
			Portata medio nel periodo non irriguo
		Vegetazione riparia	Vegetazione della fascia riparia
			Vegetazione del corridoio (zonale)
			Composizione della comunità ittica
Rilevanza naturalistica	Ittiofauna	Struttura della popolazione (specie guida)	
	Macroinvertebrati	Indice IBE	
	Qualità dei sedimenti	Densità	
		Porosità	
	Vegetazione macrofittica	Sostanza organica	
		Indice macrofittico	
		Rilevanza naturalistica	

La discretizzazione del sistema fluviale

L'asta fluviale del Mincio è stata suddivisa in 11 tratti omogenei, sulla base di fattori discriminanti quali, il regime idrologico e le caratteristiche morfologiche del corso d'acqua: i tratti, delimitati dalle principali derivazioni del sistema fluviale, sono caratterizzati da portate costanti al loro interno. Ciascun tratto, inoltre, è caratterizzato da problematiche peculiari, individuate mediante analisi bibliografica e nel corso di campagne sperimentali stagionali finalizzate alla caratterizzazione idrochimica e dei processi funzionali del sistema fluviale.



1. Peschiera - Salionze
2. Salionze - Pozzolo
3. Pozzolo - Goito
4. Goito - Casale di Sacca
5. Casale di Sacca - Rivalta
10. Vallazza
11. Pietole - Governolo

Implementazione del metodo e integrazione degli indicatori

Al fine di rendere l'approccio STRARIFLU uno strumento più aderente alla realtà territoriale del Mincio, soprattutto in quelle sezioni del fiume (l'ampio varice palustre delle Valli del Mincio, i Laghi di Mantova e la Vallazza) che sono più propriamente zone di transizione tra un ambiente fluviale, un'area umida ed un bacino lacustre propriamente detto, sono stati modificati gli indicatori originariamente proposti in STRARIFLU, quando giudicati non significativi rispetto al contesto locale o ridondanti rispetto ad altri attributi. In sedimenti soffici di ambienti acquatici a limitato idrodinamismo, la comunità macrobentonica è per definizione estremamente povera per le condizioni di ipossia interstiziale e quindi poco informativa del reale stato dell'ecosistema acquatico. Per questo motivo non è stato considerato l'Indice IBE. In queste sezioni in cui l'ambiente fluviale è dominato da comunità macrofittiche, dati recenti evidenziano la presenza e l'accumulo di sedimenti soffici, limosi e argillosi, a seguito di significativi processi di sedimentazione.

- È stato introdotto un sub-indice relativo alla **comunità di macrofite acquatiche**. Gli indicatori considerati per la valutazione dell'indice macrofittico riguardano il grado di conservazione e naturalità strutturale (valutato in funzione della composizione floristica e della loro ricchezza in specie), la distribuzione (valutata in termini di superficie colonizzata all'interno del tratto fluviale) e la continuità (in senso longitudinale lungo l'alveo attivo) delle comunità di macrofite acquatiche (Rossi et al., 1999; Margiocco & Mariotti, 2001). I rilievi sono stati eseguiti tra aprile e settembre 2006.
- È stato introdotto un sub-indice di **qualità dei sedimenti superficiali**. L'indice considera aspetti chimico-fisici degli orizzonti superficiali (0-10 cm) del sedimento, a cui è legato il rischio di insorgenza di fenomeni di ipossia della colonna d'acqua, ed è quantificato in funzione di porosità, densità e contenuto in sostanza organica, determinati sperimentalmente in campagne di monitoraggio dei sedimenti effettuate nell'estate del 2006. Al fine di quantificare le informazioni ottenute i valori dei macrodescrittori sono stati categorizzati con l'attribuzione di un giudizio di qualità (punteggio compreso tra 0 e 3) (Soana, 2005).

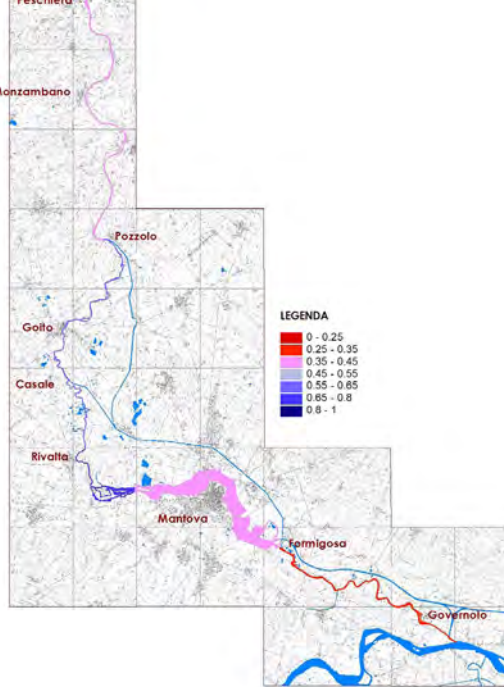
Indice sedimentario

$$Q_s = \frac{\sum w_i P_i}{3}$$

Dove: P_i = punteggi degli attributi
 w_i = pesi relativi degli attributi
 con $w(\text{densità}) = w(\text{porosità}) = 0.25$
 $w(\text{sost.org.}) = 0.5$

Attributo	Categorie			
	Pessimo (0)	Scadente (1)	Buono (2)	Ottimo (3)
Densità (g/ml)	<1,1	1,1-1,4	1,4-1,6	>1,6
Porosità (ml H ₂ O/ml sed. fresco)	>0,85	0,70-0,85	0,55-0,70	<0,55
Sostanza Organica (%)	>30%	15-30%	5-15%	<5%

Indice Salute

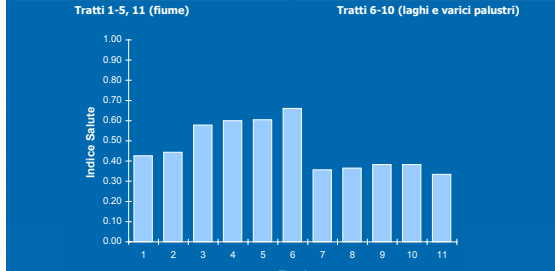


L'Indice Salute è ottenuto dall'aggregazione dei sub-indici mediante combinazione lineare pesata (Voogd, 1983):

$$I = \sum a_i w_i$$

Dove I = valore dell'indice, a_i = valori dei sub-indici, w_i = pesi. Nell'assegnazione dei pesi si tiene conto che alcuni sub-indici sono indipendenti dai valori degli altri sub-indici, mentre per altri esiste un rapporto causale diretto con altri indicatori. Di conseguenza, è stata attribuita un'importanza relativa più elevata alle variabili indipendenti e più bassa alle variabili che forniscono un'informazione almeno parzialmente ridondante rispetto alle altre.

Sub-indice	Peso	Sub-indice	Peso
Equilibrio morfologico	0,15	Equilibrio morfologico	0,10
Qualità dell'acqua	0,20	Qualità dell'acqua	0,25
Regime idrologico	0,20	Regime idrologico	0,20
Vegetazione riparia	0,15	Vegetazione riparia	0,10
Ittiofauna	0,10	Ittiofauna	0,10
Macroinvertebrati	0,10	Qualità dei sedimenti	0,10
Vegetazione macrofittica	0,10	Vegetazione macrofittica	0,15

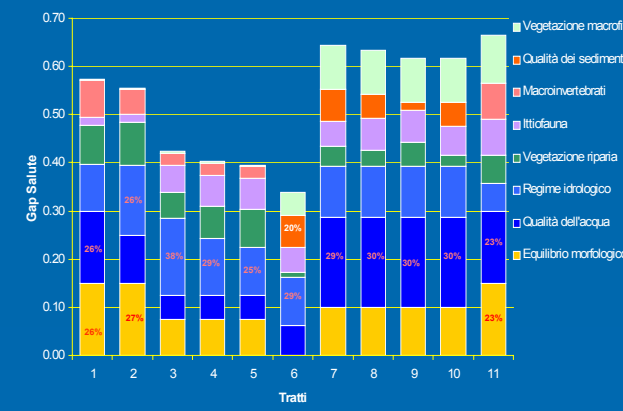


Gap Salute

Definita come Gap Salute la distanza fra l'Indice Salute del fiume allo stato attuale e allo stato di riferimento, è possibile per ogni tratto evidenziare quali sub-indici influiscono in misura maggiore sul Gap Salute. La quota di Gap Salute dovuta a ciascun sub-indice è calcolata come:

$$Gap_j = \frac{(1 - a_j) w_j}{1 - S_j}$$

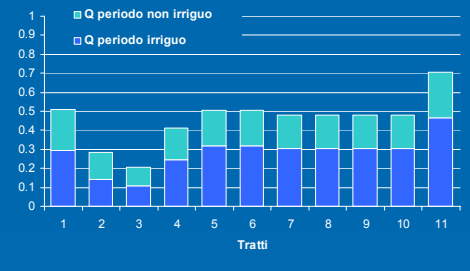
Dove Gap_j = quota di gap salute del tratto j dovuta all'attributo i, a_j = valore dell'attributo i nel tratto j, w_j = peso dell'attributo i, S_j = valore dell'Indice Salute del tratto j, $1 - S_j$ = gap salute complessivo del tratto



Un aspetto critico: le portate

Per la peculiarità del Mincio, i cui deflussi sono regolati all'origine, il sub-indice relativo al regime idrologico è stato calcolato in funzione delle portate medie nel periodo irriguo e nel periodo non irriguo. Le portate sono state calcolate in base alle erogazioni dal Lago di Garda, ai prelievi delle utenze irrigue e industriali e alle restituzioni da parte delle stesse utenze e degli affluenti.

Lo stato di riferimento è stato individuato nello scenario previsionale elaborato a partire dalla proposta di deflusso di Muraca (2001) che prevede, per garantire le esigenze di idrodinamismo delle Valli e dei Laghi, un'erogazione minima da Casale di Sacca di 30 m³s⁻¹. Lo scenario è stato ricostruito a partire da tale valore di portata nella sezione di Casale di Sacca in base alle portate medie concesse alle utenze irrigue e industriali e alle portate restituite da utenze e affluenti. Il valore degli indicatori è dato dal rapporto fra portata media nella sezione per il periodo di riferimento e portata allo stato di riferimento.

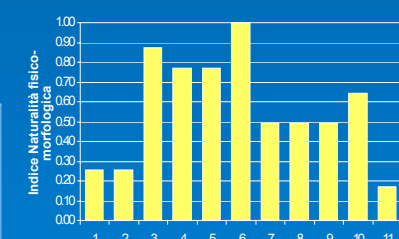


Indice Naturalità fisico-morfologica

L'Indice di Naturalità fisico-morfologica è stato notevolmente semplificato rispetto alla formulazione originaria, anche in relazione alle limitatissime possibilità di intervento nel particolare contesto del Mincio; è opportuno ricordare, inoltre, come tale indice sia stato sostanzialmente rivisto anche nella nuova formulazione del metodo (FLEA) (Nardini & Sansoni, 2006), con l'eliminazione di alcuni attributi originariamente previsti da STRARIFLU.

Morfologia	Tipo morfologico
Non artificialità	Continuità longitudinale
	Continuità trasversale
	Stato del fondo

Variazione della tipologia morfologica del corso d'acqua
 Grado di interferenza con opere trasversali di regolazione idraulica
 Grado di interferenza delle opere longitudinali di protezione
 Presenza di opere di stabilizzazione del fondo



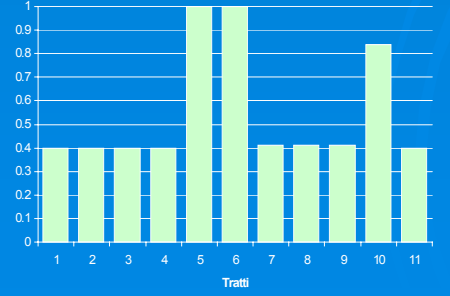
Indice Rilevanza naturalistica

L'Indice di Rilevanza naturalistica è stato calcolato con l'approccio proposto in STRARIFLU, fondato sulla presenza di aree a particolare regime di tutela, utilizzate come descrittore del valore naturalistico dell'area.

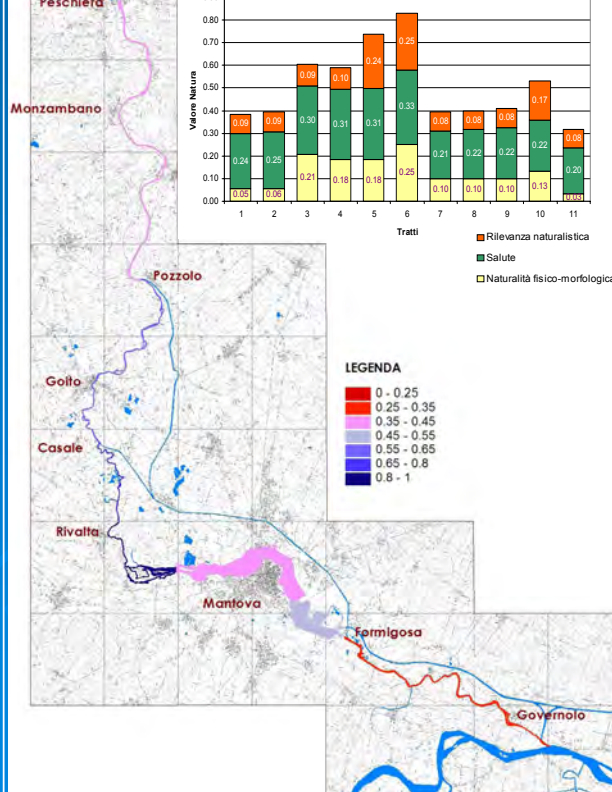
$$RN = r_{i,max} + (1 - r_{i,max}) (\sum w_i r_i)$$

dove: $r_{i,max}$ = valore massimo di rn nel tratto; r_i = valori di rn per ciascuna area protetta presente nel tratto; w_i = pesi delle tipologie di area protetta

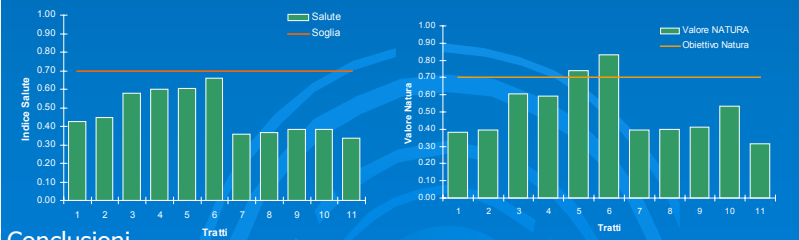
Attribuito un punteggio a ciascuna tipologia di area protetta presente, a ogni tratto è stato assegnato un punteggio pari al valore di rilevanza naturalistica dell'area protetta a più elevato grado di protezione più, nel caso vi siano altre aree protette nello stesso tratto, un valore ottenuto mediante combinazione lineare pesata dei valori di rilevanza naturalistica delle aree a più basso grado di protezione, secondo la formula seguente:



Valore NATURA



L'analisi si conclude con la zonizzazione dell'asta fluviale in termini di tratti OK (punti di forza del sistema fluviale, caratterizzati da valori elevati degli Indici Natura e Salute), tratti KO (punti di maggiore criticità da sanare in via prioritaria), e tratti R-pot (riqualificabili intervenendo sui sub-indici con più elevato Gap Salute), in funzione di valori soglia degli indici Salute e Natura, e dei sub-indici più critici. La soglia "OK" per gli Indici Natura e Salute è stata fissata a 0,7; per i tratti KO sono stati fissati i valori soglia: Natura 0,25, Salute 0,25, Qualità dell'acqua 0,25, Regime idrologico 0,20, Qualità dei sedimenti 0,30. Due soli tratti, Valli del Mincio e Casale di Sacca-Rivalta, sono stati classificati OK, pur con un indice Salute al di sotto della soglia, a evidenziare la necessità di azioni di conservazione. Anche se non sono stati identificati tratti KO, i tratti Peschiera-Monzambano, i laghi di Mantova e il basso corso del Mincio presentano valori dei sub-indici al limite delle soglie, e potrebbero divenire tratti KO in presenza di un lieve peggioramento di alcuni parametri. Anche il tratto Pozzolo-Goito (3, classificato R-pot), uno dei tratti ecologicamente più integri, presenta un sub-indice regime idrologico molto vicino alla soglia KO.



Conclusioni

Il metodo ha fornito nel complesso risultati coerenti con quanto atteso sulla base degli studi settoriali. Per certi sub-indici le carenze conoscitive hanno spinto a modificare sostanzialmente la struttura degli indicatori, evidenziando la necessità di implementazione di dati di base sul sistema fluviale. Sebbene STRARIFLU sia concepito come uno strumento di supporto decisionale da adattare in funzione dei dati disponibili, azioni conoscitive preliminari sono state fondamentali per applicare il metodo (caratterizzazione dei sedimenti e delle comunità di macrofite), anche a laghi e varici palustri, trascurati, infatti, nell'applicazione del metodo a scala regionale (cfr. PTUA Regione Lombardia), sebbene debbano necessariamente rappresentare un target per qualsiasi azione di riqualificazione del Mincio.

Il regime idrologico è risultato uno dei fattori critici per lo stato ambientale del Mincio. La struttura di indicatori proposta in Nardini & Sansoni (2006) è risultata inapplicabile a causa della carenza di dati o della scarsa coerenza fra fonti diverse (anche sulla portata media annua vi sono discrepanze fra diverse reti di rilevamento). Inoltre, molti indicatori proposti in FLEA sono poco significativi nell'ambito di un sistema con deflussi rigidamente regolati, sia all'origine sia lungo l'asta fluviale. È stato pertanto ritenuto più opportuno considerare pochi parametri, purché attendibili e significativi in merito alle criticità emerse nel corso del lavoro.

Bibliografia

- Nardini A. & Sansoni G., 2006. La riqualificazione fluviale in Italia - Linee guida, strumenti ed esperienze per gestire i corsi d'acqua e il territorio. Collezione CIRF (Centro Italiano La Riqualificazione Fluviale). Mazzanti Editori, pp. 832.
- Soana E., 2005. Valutazione dell'integrità ecologica di ambienti umidi periferici: proposta di un indice sintetico basato sulla caratterizzazione dei sedimenti superficiali. Tesi di laurea in Scienze e Tecnologie Ambientali per il Territorio e il Sistema produttivo, Università degli Studi di Parma.
- Rossi G., Tomaselli M., Gualmini M., 1999. Messa a punto metodologica sul problema dell'indicizzazione del valore naturalistico delle comunità vegetali. Arch.Geobot. 5: 129-133.
- Margiocco C., Mariotti M.G., 2001. Progetto: basi di dati e cartografia della diversità. Rapporto finale parte italiana. Grafica cosentina, Cosenza.