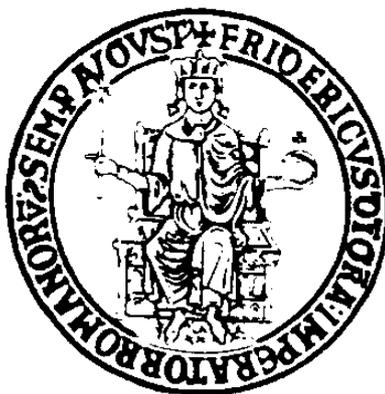


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II



FACOLTÀ DI INGEGNERIA

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA PER L' AMBIENTE E IL TERRITORIO

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA IDRAULICA, GEOTECNICA ED AMBIENTALE

METODOLOGIE DI VALUTAZIONE DELLO STATO
ECOLOGICO DEI CORSI D'ACQUA AI SENSI DELLA
WFD 2000/60/CE E DEL D. LGS. 152/2006

ABSTRACT

Relatore

Ch.mo Prof. Ing. Maurizio Giugni

Correlatori

Dott. Gerardo Lombardi

Dott.ssa Daria Rizzo

Candidato

Mauro Lafratta matr. 518/441

ANNO ACCADEMICO 2009/2010

Nella storia dell'idrobiologia i criteri di valutazione dello stato di qualità ambientale di un corso d'acqua sono stati spesso elaborati focalizzando di volta in volta l'attenzione su singoli aspetti dell'ecosistema acquatico, mirando ad una sua caratterizzazione sulla base di un ristretto ambito di variabili. La legge 319/76 (Legge Merli), ad esempio, attraverso il controllo degli scarichi, limitava il suo interesse al miglioramento della qualità delle acque. Ciò rivela una visione "utilitaristica" del fiume finalizzata a garantire la disponibilità di una risorsa di qualità adeguata agli usi umani (irrigui, potabili, industriali, ecc.).

Dagli anni '90, invece, si è registrata una maggiore sensibilità nei confronti del "problema ambiente" e nel 1994, con la L. Galli (L. 36/94), il Legislatore introduceva un nuovo approccio nell'uso della risorsa idrica e nella gestione integrata delle acque. Poi nel 1999, in sostituzione della Legge Merli ormai diventata inadeguata, entra in vigore il D. Lgs. n. 152, che allarga la visione dei fiumi all'alveo bagnato, considerando la qualità dell'acqua non più dipendente solo dallo stato chimico ma anche dagli elementi biologici (i macroinvertebrati bentonici) e dalle loro esigenze in termini di habitat (elementi idromorfologici).

Il D. Lgs. 152/99 è ispirato agli stessi concetti della successiva Direttiva Comunitaria sulle acque 2000/60/CE (WFD), recepita in Italia con il D. Lgs. 152/06. Queste, per la valutazione dello stato ecologico dei corpi idrici superficiali, considerano un particolare insieme di elementi qualitativi: biologici, chimici e chimico-fisici ed idromorfologici.

Gli elementi biologici risultano quelli determinanti, in base ai quali effettuare la valutazione complessiva, attribuendo agli elementi idromorfologici e quelli chimici e fisico-chimici un ruolo "a sostegno" degli elementi biologici. Infatti nella classificazione dei corpi idrici la qualità biologica viene considerata in tutte le classi di stato ecologico, la qualità chimico-fisica negli stati "buono" ed "elevato" e quella idromorfologica diventa determinante solo per lo stato "elevato", attraverso un sistema di aggregazione tale che lo stato ecologico del corpo idrico in questione è classificato in base al più basso dei valori riscontrati durante il monitoraggio biologico e fisico-chimico relativi ai corrispondenti elementi qualitativi¹ (ovvero del "vinca il peggiore"), subordinando la valutazione complessiva alla verifica del non superamento dei valori soglia degli inquinanti specifici (raggiungimento del "buono stato chimico"). Concettualmente si può far riferimento allo schema in Figura 1.

Sia nella WFD che nel D. Lgs. 152/06 non sono stati previsti standard di valutazione a

¹ D.M. 56/2009, Allegato 1, p. 57.

cui riferirsi per ogni elemento, per i quali si attende un decreto attuativo del D. Lgs. 152/06 come quelli già emanati relativi, ad esempio, alla tipizzazione ed alla classificazione dei corsi d'acqua. Entrambi comunque si pongono l'obiettivo di raggiungere lo stato di qualità buono per tutti i corsi d'acqua entro il 2015.

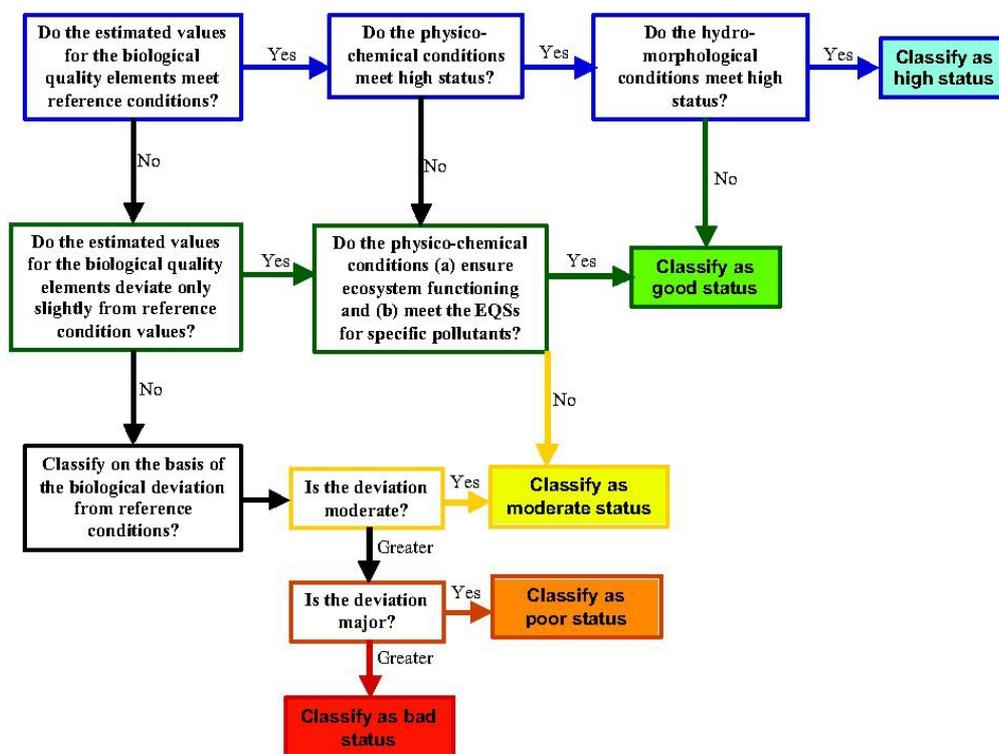


Figura 1: Schema di classificazione secondo i criteri della WFD: indicazione dei ruoli relativi degli elementi di qualità biologica, idromorfologica e fisico-chimica nella classificazione dello Stato Ecologico in accordo con la definizione normativa nell'Allegato V: 1.2 della WFD. Da: CIS for the WFD (2000/60/CE) - Guidance Document No 10.

La Direttiva, inoltre, introduce il concetto dell'Ecological Quality Ratio (EQR), ovvero che per la valutazione dello stato ecologico occorre confrontare lo stato attuale rilevato con quello di riferimento, ossia la condizione in cui il corso d'acqua si troverebbe senza importanti impatti dell'attività antropica.

In quest'elaborato si è considerata, altresì, la metodologia alternativa del Fluvial Ecosystem Assessment (FLEA, Figura 2) elaborata dal Centro Italiano per la Riquilificazione Fluviale (CIRF), costituita da un albero di valori che, agli elementi indicati dalla Direttiva, ne aggiunge altri ritenuti utili per una più coerente ed integrata caratterizzazione del corso d'acqua, quali la *vegetazione riparia*, lo *spazio di libertà* e l'*equilibrio geomorfologico*, oltre a definire criteri e attributi da considerare per valutare lo stato di ogni elemento, aggregandoli, per giungere al valore dello stato ecologico tramite Funzioni di Valore, che sono uno strumento che associa un valore numerico (a cui

corrisponde un giudizio di valore) ad un determinato stato dell'ecosistema analizzato.

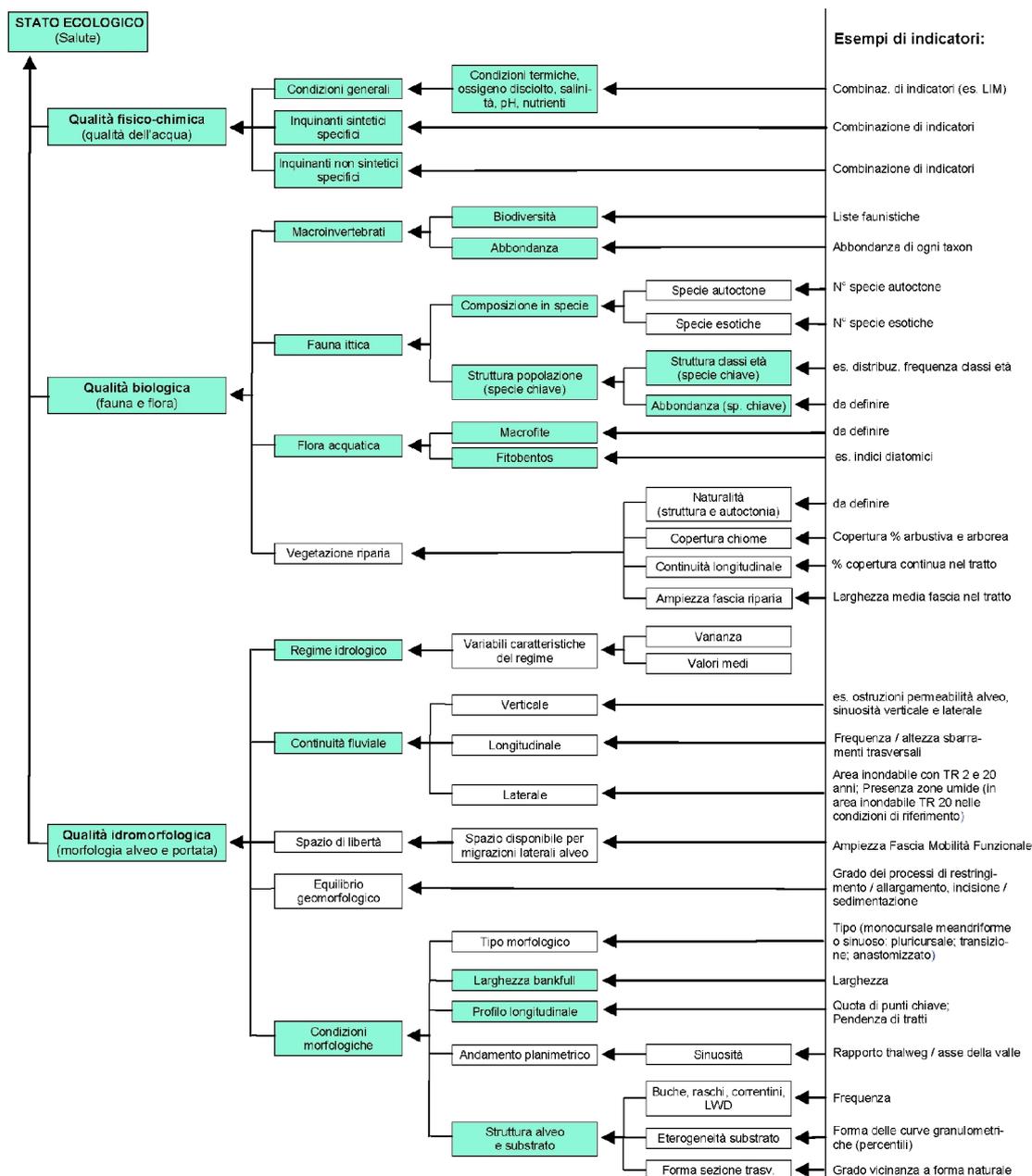


Figura 2: Albero dei valori dell'obiettivo natura che costituisce l'anima del FLEA. In azzurro, gli elementi in comune con la WFD. Da: Nardini et al., 2008.

Le suddette differenti metodologie sono state applicate ad un caso studio, costituito da un tratto del fiume Tusciano, in provincia di Salerno. Il fiume Tusciano nasce dal monte Polveracchio, una delle cime più alte della catena montuosa dei Picentini. L'intero bacino presenta un'asta fluviale principale che si estende per 37 km e un'area di complessivamente 237,83 kmq.

Per il Tusciano è stato valutato lo stato ecologico del tratto montano (Figura 3) sino alla centrale idroelettrica dell'Edipower, seguendo la proposta metodologica sviluppata

dall'Autorità di Bacino Regionale in Destra Sele, pubblicata nel luglio 2008, per il Progetto Integrato "Parco Regionale dei Monti Picentini" "Studio finalizzato alla caratterizzazione del bilancio idrico, alla determinazione del D.M.V. e del corpo idrico di riferimento dei bacini idrografici dei fiumi Tusciano, Picentino e Fuorni. Adeguamento normativo [D.Lgs. 152/06]", traendo i dati da quattro report dell'attività di monitoraggio, redatti dal Dipartimento di Scienze Farmaceutiche dell'Università degli Studi di Salerno – Laboratorio di Idrologia e Chimica degli Alimenti (LICA).

Il suddetto tratto del fiume Tusciano è stato tipizzato come 18Sr02N_Si_AP4, codice che sintetizza le informazioni di appartenenza alla IdroEcoRegione 18 – Appennino Meridionale, della caratteristica di perennità, alimentato da sorgenti, distanza dalla sorgente compresa tra 5km e 25km, con influenza del bacino a monte non applicabile, sinuoso e ricadente in quattro tipi di aree protette (Parco Regionale, Sito di Importanza Comunitario, Important Bird Area, Zona di Protezione Speciale).

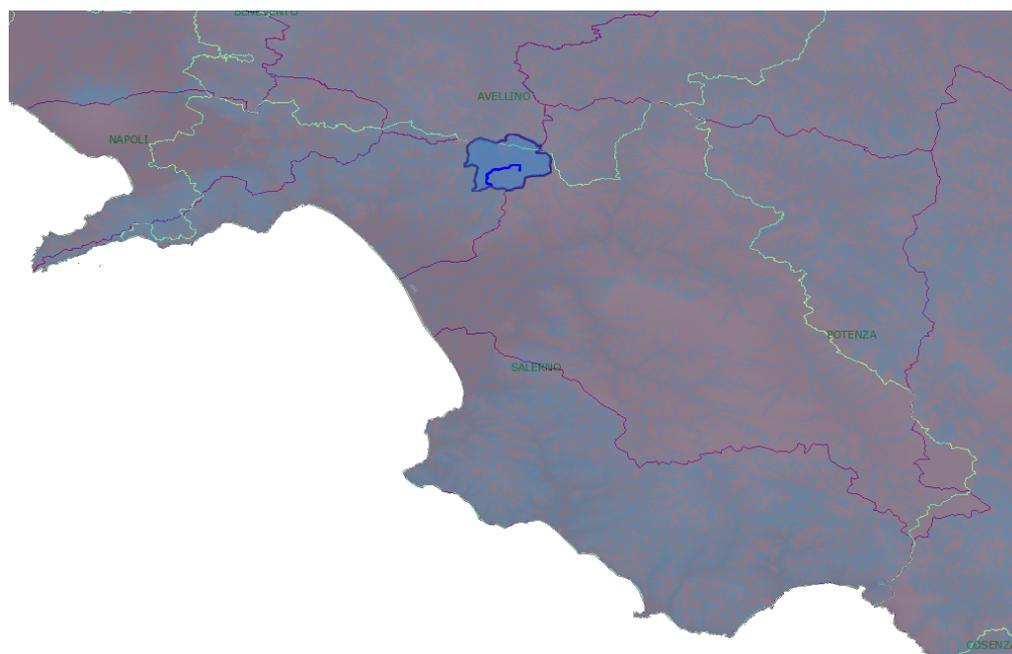


Figura 3: Sottobacino considerato del fiume Tusciano (azzurro). In viola limiti delle autorità di bacino, in verde limiti amministrativi provinciali. Sfondo: aste fluviali e DTM (20m). Cartografia di base da: Portale Cartografico Nazionale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Direzione Generale per la Difesa del Suolo – servizio WMS.

L'Autorità di Bacino Regionale in Destra Sele nello sviluppo della proposta metodologica ha valutato gli elementi richiesti dalla normativa in vigore tramite degli indici sintetici per ogni elemento considerato. Per gli elementi di qualità biologica si sono considerati il Macrophyte Index Scheme, MIS (Wegler e Turin, 1987) per le *macrofite*, l'Eutrophication Pollution Index based on Diatoms, EPI-D (Dell'Uomo et al., 1999) per il

fitobentos, l'Indice Biotico Esteso, IBE (Ghetti, 1986) per i *macroinvertebrati bentonici* e l'Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche, ISECI (Zerunian, 2004) per la *fauna ittica*. Per gli elementi chimici e chimico-fisici, invece, si è fatto ricorso all'indice considerato dal D. Lgs. 152/99, il Livello di Inquinanti da Macrodescrittori (LIM), per i *macroinquinanti* e alle tabelle di valori soglia di concentrazioni allegate alla normativa di riferimento per gli *inquinanti sintetici e non sintetici specifici*. Per gli elementi idromorfologici, per i quali la Direttiva richiede l'analisi del *regime idrologico*, della *continuità fluviale* e delle *condizioni morfologiche*, la proposta metodologica dell'AdB prevede di valutarli globalmente tramite l'applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale, IFF (APAT, 2007; Siligardi et al., 2007) e del Core Assessment of River hAbitat VAue and hydromorpholoGical cOndition, CARAVAGGIO (Buffagni et al., 2005).

Nell'elaborato si è giunti alla valutazione dello stato ecologico dai dati del monitoraggio eseguito con gli standard di rilevamento relativi agli indici sintetici suddetti, con i risultati esposti in Tabella 1, ottenuti prima con il sistema di aggregazione indicato dalla normativa (prima colonna in Tabella 1 e relativa rappresentazione cartografica redatta in ambiente GIS in Figura 4), poi partendo dagli stessi dati considerati precedentemente ma aggregati seguendo l'impostazione di aggregazione tramite FdV del Fluvial Ecosystem Assessment (applicazione *light*, seconda colonna in Tabella 1 e relativa rappresentazione cartografica redatta in ambiente GIS in Figura 5).

Come detto, nel primo caso l'aggregazione è avvenuta considerando lo stato peggiore riscontrato nel tronco, ovvero lo **stato “sufficiente”** (relativo al MIS) **per il primo tratto e lo stato “buono”** (relativo a tutti gli elementi biologici e chimico-fisici) **nel secondo tratto**. Nel secondo caso, invece, l'aggregazione ha interessato tutti gli elementi richiesti dalla Direttiva ed ha portato, grazie alla valutazione tramite Funzione di Valore, complessivamente ad uno **stato “buono”** (prossimo all'elevato) per tutto il tratto sia con l'IFF che il CARAVAGGIO come metodi di valutazione degli elementi idromorfologici.

Infine si è effettuata una caratterizzazione adottando integralmente la metodologia del FLEA (ultima colonna in Tabella 1 e relativa rappresentazione cartografica redatta in ambiente GIS in Figura 6), valutando separatamente gli elementi idromorfologici richiesti attraverso *proxy* e giudizio esperto. L'aggregazione, attraverso una Funzione di Valore siffatta $I_{STATO ECOLOGICO} = \lambda_{E.BIOL} \cdot I_{E.BIOL} + \lambda_{E.CHIM-FIS} \cdot I_{E.CHIM-FIS} + \lambda_{E.IDROM} \cdot I_{E.IDROM}$ in cui i λ_{E_i} sono i “pesi” attribuiti ad ogni elemento, ha portato a valori prossimi alla soglia dello stato elevato per tutto il tratto considerato con un giudizio di **stato ecologico “buono”**.

VALUTAZIONE DELLO STATO ECOLOGICO													
ELEMENTO e INDICE	VALUTAZIONE SECONDO LA NORMATIVA				FLEA APPLICAZIONE LIGHT				FLEA APPLICAZIONE INTEGRALE				
	Sito				Sito				Sito				
	T _I	T _{IV}	T _{VII}	T _{VIII}	T _I	T _{IV}	T _{VII}	T _{VIII}	T _I	T _{IV}	T _{VII}	T _{VIII}	
Elementi biologici													
Macrofite - MIS	S			B	0,50			0,70	0,50			0,70	
Fitobentos - EPI-D	B	B	E	B	0,80	0,77	0,80	0,78	0,80	0,77	0,80	0,78	
<i>Aggregazione flora acquatica (FLEA)</i>					0,72			0,76	0,72			0,76	
Macroinvertebrati bentonici - IBE	B	B	E	B	0,78	0,77	0,80	0,78	0,78	0,77	0,80	0,78	
Fauna ittica - ISECI	B			B	0,75			0,78	0,75			0,78	
FLEA Vegetazione riparia - Giudizio esperto e proxy									0,73		0,77	0,73	
<i>Aggregazione elementi biologici (FLEA)</i>					0,76			0,78	0,75			0,76	
Elementi chimico-fisici													
Condizioni Generali - LIM	B								0,73				0,73
Stato chimico	B								0,70				0,70
<i>Aggregazione elementi chimici e chimico-fisici (FLEA)</i>									0,71				0,71
Elementi idromorfologici													
Regime idrologico	IFF	sx	B	E	E	0,76	0,83	0,86					
Continuità fluviale		dx	B	E	E								
Condizioni morfologiche	CARAVAGGIO HMS e HQA				B				0,75				
FLEA	Regime idrologico - proxy										0,90		
	Continuità fluviale - proxy										0,90		
	Condizioni morfologiche - Giudizio esperto										0,90	0,90	0,85
	Spazio di libertà - Giudizio esperto										1,00		
	Equilibrio geomorfologico - Giudizio esperto										1,00		
<i>Aggregazione elementi idromorfologici (FLEA)</i>									0,93	0,93	0,92		
Aggregazione STATO ECOLOGICO	IFF	S			B	0,74		0,77	0,78			0,78	
	CARAVAGGIO							0,75					

Tabella 1: Valutazione dello stato ecologico, partendo dagli stessi dati, tramite l'aggregazione degli elementi seguendo le indicazioni normative e la metodologia indicata dal FLEA. I colori rappresentano: il giallo lo stato sufficiente, il verde lo stato buono e il blu lo stato elevato, così come indicato dalla normativa.

Come si evince dalla tabella, valutando come la normativa impone, in relazione agli obiettivi posti dalla Direttiva, occorrerebbe impostare un programma di misure che portino ad un miglioramento dello stato delle macrofite e quindi alla classificazione in stato buono. Tuttavia, come evidenziato anche nel Progetto Integrato citato, è ipotizzabile una inadeguatezza del MIS o una intrinseca difficoltà nella valutazione di questo elemento che porta ad una sottostima dello stato complessivo. Nella valutazione con il FLEA, l'ipotizzabile errore nella valutazione di questo elemento non pesa oltre il 2% sulla valutazione complessiva per cui, una eventuale valutazione errata, non compromette lo stato ecologico su cui effettuare le valutazioni di carattere pianificatorio. Come detto, inoltre, nella valutazione seguendo l'impostazione normativa, non sono considerati gli

elementi idromorfologici in tutto il tratto e quelli chimico-fisici nel primo tratto, il che comporta una valutazione severa ma parziale dello stato reale del corso d'acqua. Inoltre, per rispondere al dettato normativo di valutazione dell'EQR, occorre un aggiornamento della maggior parte degli indici, per una classificazione coerente con quanto richiesto.

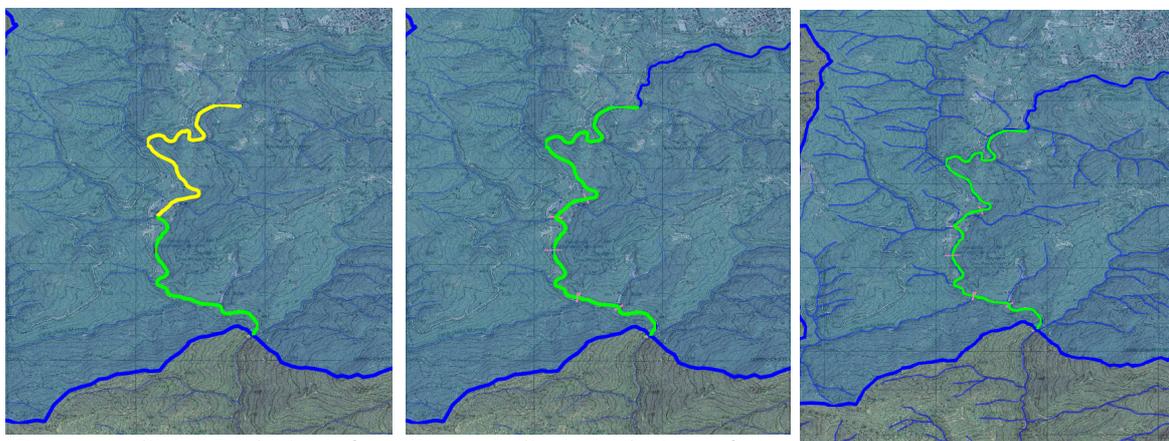


Figura 4: **Stato Ecologico**, dato dall'aggregazione degli elementi biologici e chimico-fisici. Figura 5: **Stato Ecologico**, relativo alla prima applicazione light di FLEA. Figura 6: **Stato Ecologico**, relativo all'applicazione integrale e completa di FLEA.
Cartografia di base da: Portale Cartografico Nazionale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Direzione Generale per la Difesa del Suolo – servizi WFS e WMS.

Escludendo questo possibile problema di valutazione dello stato delle macrofite, lo stato ecologico complessivo appare simile nelle tre applicazioni, e si possono trarre alcune indicazioni utili per il mantenimento, come richiede la normativa, o il miglioramento, auspicabile essendo un'area ad alta rilevanza naturalistica, dello stato attuale: un migliore controllo degli scarichi sia di tipo civile che dell'industria primaria e terziaria presente, in particolare migliorando la funzionalità del depuratore del Comune di Acerno e l'eventuale installazione di impianti terziari di depurazione (ad esempio, di fitodepurazione), un'analisi degli impatti sugli elementi biologici della presenza della traversa di presa della centrale idroelettrica di Olevano e la valutazione di realizzazione di opere mitigatorie, quali rampe di risalita per la fauna ittica, una politica di gestione del territorio che consenta di salvaguardare la naturalità della fauna, della flora e del regime idrologico, tale da mantenere le condizioni pressoché indisturbate dell'ambiente fluviale.