Zeitschrift: Memorie / Società ticinese di scienze naturali, Museo cantonale di storia naturale

Herausgeber: Società ticinese di scienze naturali ; Museo cantonale di storia naturale

Band: 4 (1993)

Artikel: Sistema informativo sulla qualità biologica dei corsi d'acqua

Autor: Vendegna, V. / Sconfietti, R.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-981607

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 14.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Mem.Soc.Tic.Sci.Nat. - 1993, 4 pp.107-118 ISBN-88-85118-24-0

VENDEGNA V.[1] - SCONFIETTI R.[2]

SISTEMA INFORMATIVO SULLA QUALITÀ BIOLOGICA DEI CORSI D'ACQUA

Lavoro eseguito con un contributo del MURST. (40% nazionale).

[1]Centro di Ricerca sulle Acque - Università di Pavia
[2]Dipartimento di Genetica, Sezione Ecologia - Università di Pavia

RIASSUNTO

Viene presentato un sistema informatizzato per la diagnosi e la rappresentazione geografica della qualità dei fiumi, basato sul metodo EBI (Extended Biotic Index). Si descrivono i criteri adottati per la sua realizzazione e anche quelli di un più complesso sistema informativo della qualità ecologica dei corsi d'acqua, del quale il modulo dell'EBI rappresenta una parte e contemporaneamente ne riassume le caratteristiche essenziali. L'impiego del prototipo si e` dimostrato molto pratico. Il vantaggio migliora se il lavoro di analisi segue uno schema routinario, quindi il modulo EBI e` particolarmente utile nelle attività di monitoraggio periodico dei reticoli idrografici.

ABSTRACT

An informative system for river biological quality assessment.
A computerized system for the diagnosis and the geographical display of river biological quality -based on the Extended Biotic Index method (EBI)- is presented. The criteria selected for its structuring are described, with the outline of a more complete informative system about the river ecosysytem. The EBI module is a part of the foresaid more general system and, also, exemplifies its essential distinctive features. The system's prototype use proved very practical. The advantage improves if the analisys work follows a routine scheme, thus the EBI module is especially useful in periodical surveying the drainage basins.

PREMESSA

La valutazione dell'influenza complessiva dell'inquinamento sulla qualità ecologica di un corso d'acqua si esprime, ormai abitualmente, mediante l'analisi della fauna degli invertebrati bentonici. In particolare, tra le diverse metodologie di questo tipo, si ricorre in Italia con maggiore frequenza al metodo EBI (Extended Biotic Index), secondo una variante studiata per l'adattamento alla fauna reobionte italiana (GHETTI & BONAZZI 1982, GHETTI 1986). Questo metodo e` basato sul duplice criterio della diversità della biocenosi e della presenza di organismi indicatori dello stato di purezza delle acque.
Il risultato dell'analisi mediante EBI consente di allestire le mappe della qualità biologica dei corsi d'acqua. Queste mappe, comunicando con grande evidenza lo stato di inquinamento, rendono facilmente conto delle condizioni di estesi sistemi idrografici e consentono di rappresentare spazialmente i rapporti tra la qualità delle acque ed il territorio circostante. Inoltre evidenziano, meglio degli altri metodi di rappresentazione, la trasformazione delle condizioni ecologiche lungo l'alveo del fiume, per tempi significativamente distanziati.
L'espletamento del metodo degli indicatori biologici comporta lo svolgimento di una serie di fasi di attività diverse: 1) in natura, per la descrizione dell'habitat e i prelievi; 2) in laboratorio, per il trattamento dei campioni e il riconoscimento degli organismi; 3) alla scrivania, per l'interpretazione, l'ordinamento e la rappresentazione dei dati.
Il presente lavoro riguarda la realizzazione di uno strumento informatico dedicato a due finalità: 1) facilitare e valorizzare le operazioni relative alla terza delle fasi di attività sopra elencate; 2) utilizzare le mappe di qualità dei fiumi come strumento di supporto alle decisioni sul controllo e gli interventi sui corsi d'acqua.
Recenti esperienze (VENDEGNA 1991) hanno dimostrato la possibilità e l'utilità di rappresentare sul territorio i dati ambientali e i risultati dei modelli ecologici, unitamente a quelli delle cause dell'inquinamento e a quelli relativi a specifiche attività normative e amministrative. Si possono ottenere in tale modo degli efficaci strumenti di supporto alle decisioni che consentono di sostituire alla parcellizzazione vanificante degli atti burocratici la visione unitaria dei problemi ambientali. Sia di quelli riguardo ai quali l'utente del sistema informativo ha specifica competenza e responsabilità come anche di quelli che interferiscono da vicino con

questa. Cosi`, l'uso del sistema informativo consente di assumere quelle decisioni consapevoli che permettono, durante l'assolvimento dei doveri amministrativi d'ufficio dettagliati nelle norme, il conseguimento degli obbiettivi di fondo della tutela ambientale, di ben maggiore interesse per la collettività.
In effetti, questo sulla qualità biologica è un primo modulo, a funzionamento completamente autonomo, che sarà inserito nell'architettura complessiva di un sistema informativo sull'ecologia dei corsi d'acqua, del quale qui si prefigurano gli scopi e l'architettura. Questo sistema informativo, come si vede nella Tabella 1, svolgerà anche compiti di valutazione e di previsione, oltre a quelli di analisi e di rappresentazione che sono propri del presente primo modulo sulla qualità biologica. La definizione dei fondamenti dell'architettura di questo sistema è dunque un altro scopo del presente lavoro.
Da un punto di vista piu` generale, la realizzazione di questo lavoro fa parte di una linea di ricerca volta a provare i vantaggi conseguibili mediante l'applicazione di sistemi per il trattamento delle informazioni, realizzati secondo una tecnologia "rule based" (particolarmente adatta alla trattazione della conoscenza qualitativa), ai temi dell'ecologia applicata, molti dei quali si basano, appunto, su dati di natura qualitativa.

CRITERI E METODI

La maggior parte dei diversi metodi di analisi idrobiologica dell'inquinamento, si basa su dati che sono di natura qualitativa ed, eventualmente, semiquantitativa (valutazioni quantitative approssimate). Questo è anche il caso del metodo EBI.
La logica adottata per l'espletamento automatico del metodo EBI si rifà, sia per l'impostazione che per gli strumenti, a quanto già esposto in occasione del precedente X Convegno del Gruppo "G.Gadio" (VENDEGNA & SCONFIETTI 1990). Da quella soluzione precedente è stato attualmente sviluppato un sistema che genera le mappe della qualità biologica. Esso è un modulo a funzionamento autonomo, ma è anche inseribile nell'architettura complessiva del sistema informativo della qualità ecologica dei corsi d'acqua, come illustrato nella Tabella 1 e nella Figura 1. Da ciò derivano importanti modificazioni, rispetto alla versione del 1990, sia riguardo al flusso dei dati attraverso il sistema che l'interattività con l'utente e tra i diversi moduli funzionali.
Il criterio su cui si basano sia la progettazione dell'architettura del sistema complessivo sulla qualità ecologica dei fiumi che quella del flusso dei dati attraverso di esso, prende le mosse dalla specificazione delle finalità cui è dedicato e quindi dalle proprietà che devono caratterizzare il risultato finale e dal tipo di interazione tra utente e sistema. Queste proprietà si riflettono sia sulla struttura complessiva che sul modulo della qualità biologica dei fiumi.
Dalla identificazione dei risultati necessari alla realizzazione del sistema, deriva anche la scelta degli ambienti di sviluppo adottati per la realizzazione del programma. Cio` è riassunto nella Tabella 1, che espone le funzioni necessarie ad un sistema informativo della qualità ecologica dei reticoli idrografici, i dati ad esso necessari, gli strumenti modellistici opportuni per la loro realizzazione, i prodotti finali e l'interazione con l'utente. La Figura 1, invece, rappresenta le varie componenti del sistema e i percorsi dello scambio di informazioni tra esse.
L'interattività tra l'utente e il sistema informativo si realizza per mezzo di una apposita interfaccia (detta system manager) che accetta le scelte relative al tipo di problema e alla localizzazione territoriale entro la quale vanno riferite le valutazioni. Per fare cio` si fa riferimento ad una banca dati che comprende dati di natura alfanumerica che contengono le informazioni utili allo sviluppo dei vari tematismi abilitati dal sistema (p.es. fonti di inquinamento, uso del suolo, rilevamenti di dati analitici chimico-fisici e biologici nelle acque fluviali, climatologia, idrologia, ecc...). Caratteristica comune di tutti questi dati è la georeferenziazione, cioè essi vengono legati a un particolare elemento della rappresentazione cartografica.
Infatti, nel data-base vi è anche un insieme di carte topografiche digitalizzate, predisposte in modo da potere essere collegate ai dati e quindi costituire la base per la realizzazione dei diversi tematismi cartografici.

Dalla parte cartografica, la realizzazione del legame con i dati viene effettuata attribuendo a tutti gli elementi della mappa, che si vuole rendere sensibili al mutamento dei dati, un nome univocamente corrispondente a quello che identifica il complesso dei dati per esso rilevanti. Dalla base di dati georeferenziati e dalle carte digitalizzate di base, è possibile preparare varie analisi: 1) dei fattori causali (carichi); 2) degli indicatori dello stato di inquinamento fluviale rilevati (quali l'EBI e la concentrazione di determinati inquinanti); 3) delle condizioni del fiume prevedibili per il futuro, in conseguenza dello sviluppo della situazione in atto oppure a causa di ipotizzabili variazioni della quantità, natura e localizzazione dei carichi inquinanti; 4) lo stato di inquinamento rilevato o previsto, puo` venir messo a confronto con valori standard, tecnici o normativi, riferiti alle possibili destinazioni d'uso del corso d'acqua ottenendo,

TEMA	DATI	ELABORAZIONE/I	RAPPRESENTAZIONE	MAPPA/E	INTERAZIONE
Qualita' biologica dei fiumi	Analisi dei macroinvertebrati bentonici	Modello EASYEBI	Rapporto sugli organismi indicatori . sulla diversita' biologica e sulle stazioni di prelievo. Grafici dell'indice E.B.I. e delle classi di qualita' delle acque del fiume	Mappa della qualita' biologica dei fiumi (identifica 13 livelli)	Aggiornamento,estensione, correzione dei dati
Idoneita' dei fiumi a diversi usi	Analisi dei parametri chimici e fisisci, standard di riferimento	Modello IQA	Tabelle dei dati, degli standard di riferimento. Grafici (5) dell'idoneita' ai diversi usi stabiliti dalle norme CEE (*)	Mappe (5) di idoneta' ai vari usi, dei diversi tratti del fiume	Aggiornamento,estensione, correzione dei dati
Autodepurazione del fiume	Carichi inquinanti (abitanti-equivalenti) (**)	Modello WQLEDGER	Tabelle dei carichi inquinanti, BOD, DO e batteri. Grafici dell'andamento del DO, del BOD e dei Colifecali, lungo l'asse fluviale	Mappe (3) della concentrazione del DO, del BOD e dei Colifecali, per ogni km di fiume	"What-if" in funzione di ipotesi alternative di variazione dei carichi inquinanti
Eutrofizzazione dei laghi	Carichi inquinanti (fosforo totale) (**) e dati idromorfologici del lago	Modello EASYLAKE	Rapporto sulle caratteristiche del lago, l'entita' dei carichi, le ipotesi di intervento per il risanamento. Grafici sull'evoluzione, di anno in anno, dei parametri indicatori e della probabilita' di appartenenza alle diverse classi trofiche	Mappa dei laghi (codificata in diversi 8 livelli) corrispondenti al grado di eutrofizzazione	"What-if" in funzione di ipotesi alternative di variazione dei carichi inquinanti
Carichi inquinanti	Censimento (abitanti residenti, agricoltura, foreste, zootecnia, industria, turismo)	Calcolo dei carichi inquinanti (BOD, Colifecali, P_{tot})	Tabelle analitiche delle fonti di generazione dei carichi inquinanti. Tabelle del BOD, dei Colifecali, del fosforo totale	Mappe della distribuzione territoriale delle fonti di generazione dei carichi. Mappe dei fattori inquinanti (BOD, batteri, nutrienti)	Aggiornamento,estensione, correzione dei dati e "what-if" in funzione di ipotesi alternative di variazione dei carichi inquinanti

Tabella 1 *Caratteristiche dei singoli elementi di elaborazione tematica che compongono il siistema informativo della qualità ecologica dei reticoli idrografici.*
(*) Usi: idropotabile (3); vita dei pesci; balneazione.
(**) Pre-elaborati dal programma di calcolo annesso al tema "carichi inquinanti".

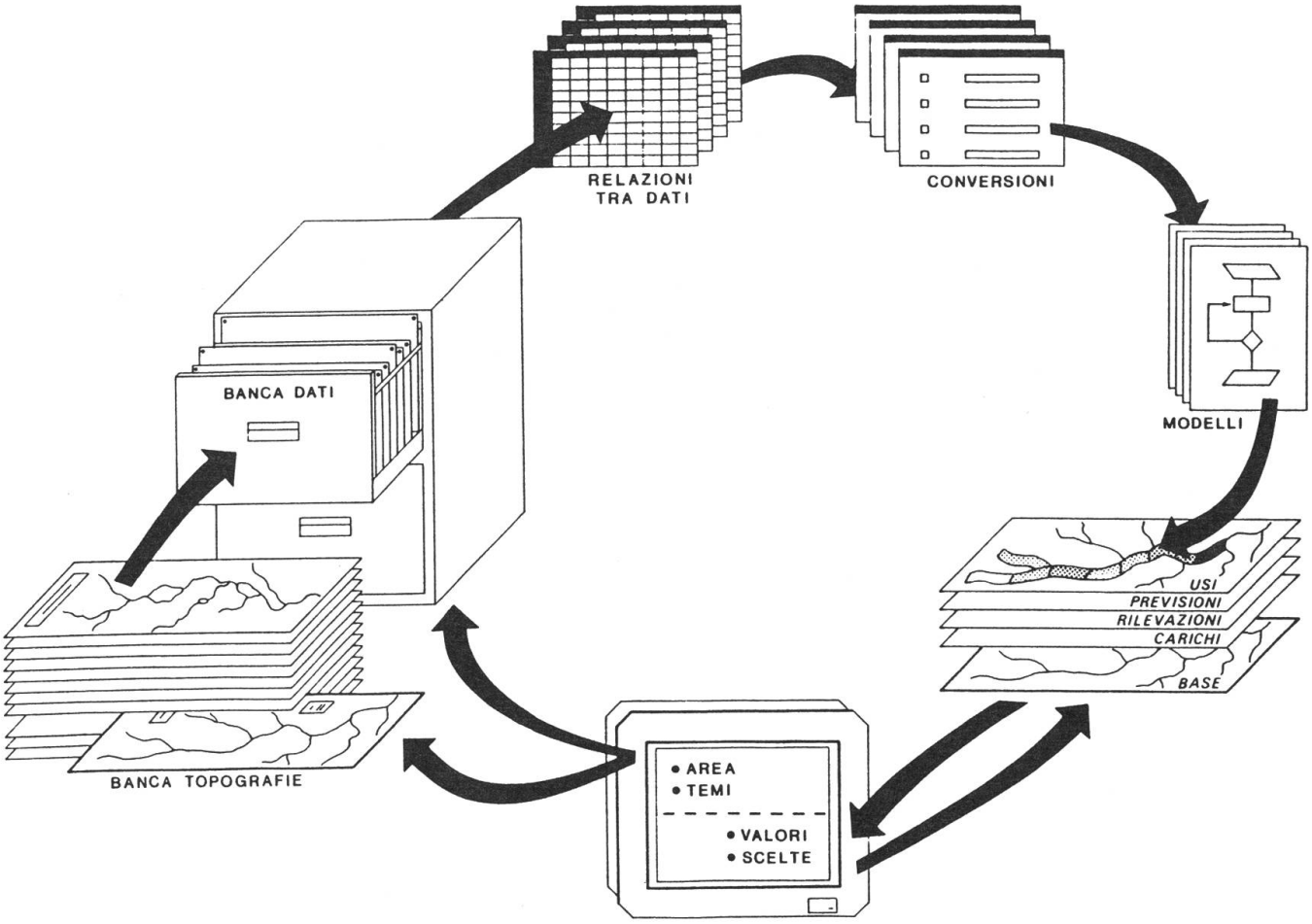


Fig. 1 Schema della architettura del sistema informativo sulla qualità ecologica dei fiumi. La stessa struttura vale per ciascuno dei moduli che lo compongono.

mediante modelli di valutazione dell'idoneità ai diversi usi, la dislocazione degli usi potenziali delle risorse ambientali lungo i fiumi.
È possibile comporre, sovrapponendo le mappe, i tematismi tra di loro. Cosi` come si possono variare, nell'ambito di una stessa analisi, sia i valori che ne determinano la rappresentazione che le premesse allo sviluppo di uno scenario prevedibile.
Tuttavia, la sola georeferenziazione dei dati di base realizza soltanto la possibilità di rappresentarli sulla mappa. Questo raramente è esaustivo delle necessità cui deve soddisfare un sistema informativo ambientale. Anche se pur limitandosi a questa elementare possibilità si possono rappresentare interessanti confronti, per esempio: tra la dislocazione dei carichi di un determinato tipo inquinanti, o anche semplicemente delle fonti di generazione, e le concentrazioni degli indicatori chimico-fisici rivelatori della intensità degli effetti di quell'inquinamento sul fiume.
Considerando nell'insieme dei suoi moduli il più generale sistema informativo sulla qualità ecologica dei fiumi realizza ulteriori possibilità di informazione e interpretazione. Capacità interpretative e previsionali già esistenti sotto forma di modelli ecologici dell'inquinamento fluviale e lacustre, grazie alla rappresentabilità territoriale e alla sinergia tra dati ambientali che tale tipo di rappresentazione assicura, acquistano una valenza fortemente maggiorata quali supporto alle decisioni in materia di ambienti fluviali.
La soluzione per ottenere questo più elevato contenuto informativo, consiste nell'interporre tra i dati di partenza e le carte tematiche finali tre passaggi (moduli) informatici (Figura 1): 1) gli schemi delle relazioni rilevanti tra i dati, in funzione dei temi e delle aree scelti; 2) le

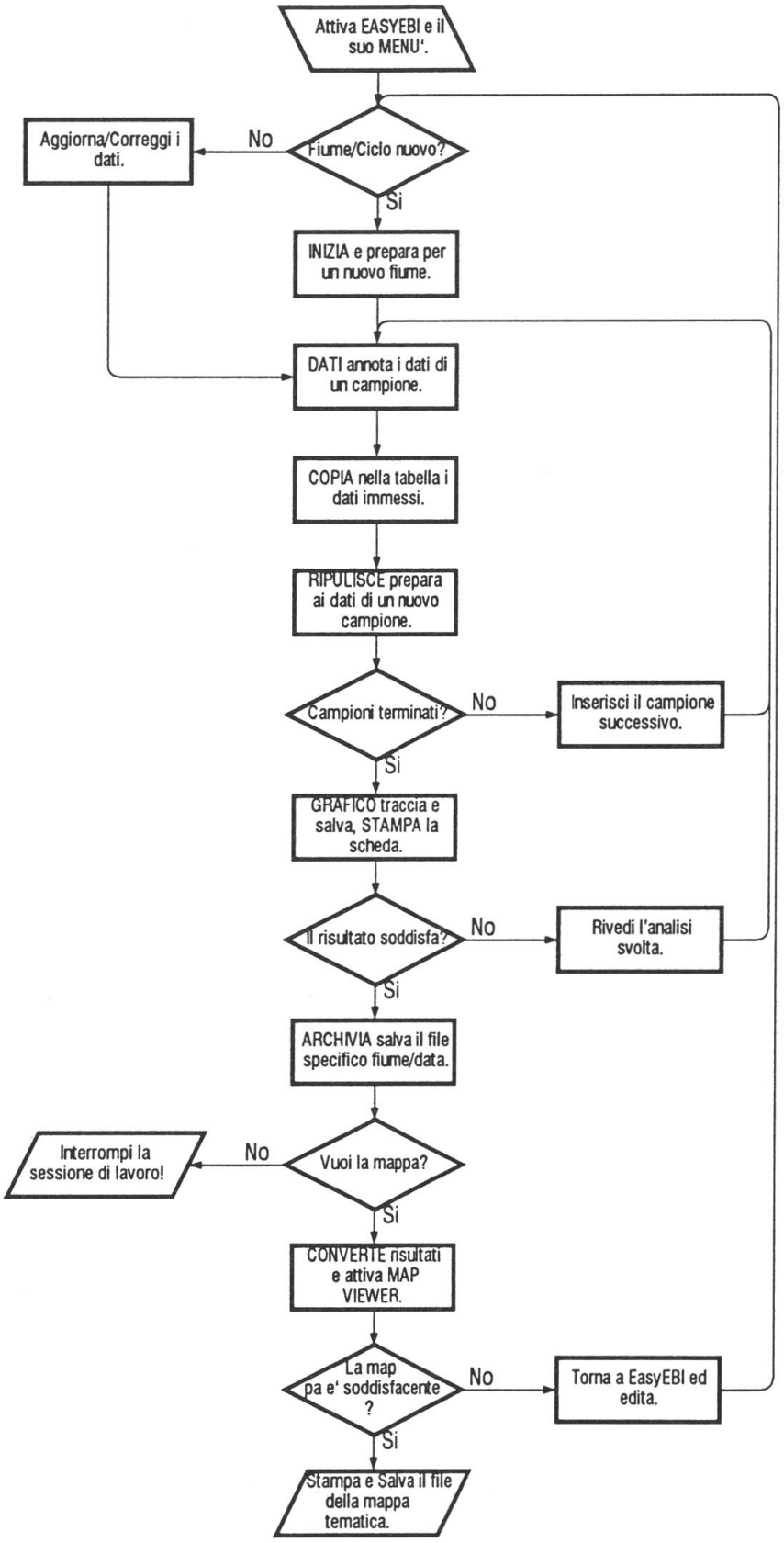
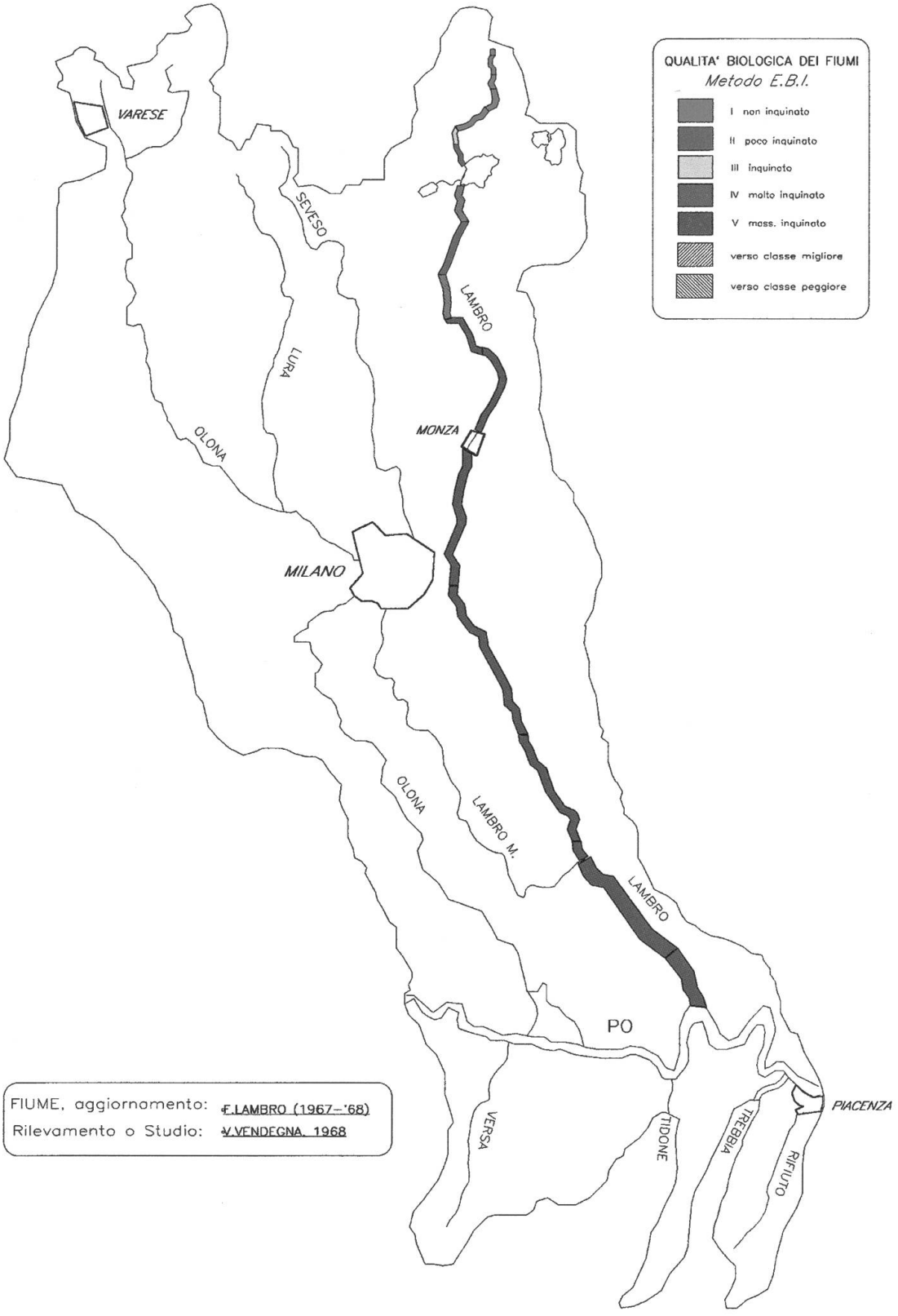


Fig. 2 Diagramma del flusso di operazioni della procedura di funzionamento del modulo EBI sulla valutazione della qualità biologica dei corsi d'acqua. Esso è stato realizzato utilizzando il software originale EASYEBI e dall'applicativo MAPVIEWER.

necessarie conversioni e "preparazioni" dei dati per ridurli al formato adatto al tema in esame (p.es. la deduzione dei diversi carichi inquinanti determinati da una fonte di generazione di un dato tipo); 3) i modelli interpretativi o predittivi dei processi, che possono essere dei c.d. modelli "procedurali" (matematici) oppure "rule based" (come è quello dell'EBI).
La principale differenza, della versione attuale con il solo modulo EBI rispetto a quella definitiva del sistema sulla qualità ecologica, consiste nel fatto che i dati relativi a ciascun fiume vengono inseriti e archiviati in file autonomi, già organizzati nel formato adatto alla interpretazione modellistica e alla presentazione del rapporto, anzichè ripresi da un archivio di dati utilizzzabile da tutti i diversi moduli. Attualmente, questa è stata una scelta di ordine pratico, poichè esso è il primo modulo del sistema ad essere realizzato.
Analizzando in maggior dettaglio la struttura del modulo EBI, si ricava un esempio della realizzazione pratica che, prescindendo dal modello di elaborazione dei dati, vale anche per ciascuno degli altri moduli del sistema informativo.
Considerando un ambito territoriale determinato, rappresentato su una mappa di base, sia i dati alfanumerici di base che quelli prodotti dalle elaborazioni vengono georeferenziati, cioè sono accoppiati a degli "identificatori" che corrispondono univocamente a oggetti grafici presenti sulla carta digitalizzata di base: punti, percorsi lineari, aree delimitate.
Oltre al legame tra gli elementi della mappa e i corrispondenti valori delle variabili da rappresentare spazialmente (EBI, classi di qualità), viene stabilito un legame univoco tra una didascalia di identificazione di ciascuna mappa e i dati che identificano il contenuto del suo file. Cioè quelli corrispondenti allo studio e al periodo di esecuzione dei rilevamenti (Figura 3).
In tal modo si stabilisce un legame per cui a ciascun mutamento del valore di un dato corrisponde il mutamento di qualche attributo (caratteristica) dell'aspetto del corrispondente elemento grafico della mappa. È intuibile quindi il legame tra questa tecnica, i dati ambientali e le elaborazioni su di essi.
Nel caso dell'EBI (vedi la didascalia della Figura 3), ricorrendo ai cinque colori corrispondenti alle altrettante classi di qualità e a due diversi tratteggi per gli estremi intermedi tra ciascuna classe e quelle adicenti superiore ed inferiore, si possono rappresentare tredici diversi giudizi sulla qualità biologica dei fiumi. Quindi, la rappresentazione grafica della qualità avviene secondo una scala di livelli discreti abbastanza fitta da rappresentare le sfumature intermedie, utilizzando al meglio della leggibilità grafica la flessibilità diagnostica corrispondente al metodo.
In pratica, il modulo EBI effettua la seguente serie di operazioni: 1) accetta i dati sugli invertebrati bentonici e sulle località dei prelievi; 2) interpreta questi dati; 3) traccia il profilo longitudinale della qualità e compila il rapporto sulla macrofauna bentonica; 4) assegna il risultato sintetico circa la classe da attribuire ad un certo segmento del fiume, derivante dalla elaborazione effettuata sull'elenco dei taxa macrobentonici dal sistema di regole interpretative che forniscono il corretto valore dell'EBI e della "classe di qualità"; 5) converte questo risultato in un formato che sia accettabile dal programma di rappresentazione geografica; 6) quindi, aggiorna l'aspetto della mappa tematica della qualità biologica del fiume.
La Figura 2 rappresenta il flusso di operazioni effettuabili e comunica anche quanto sopra esposto e le diverse possibilità offerte dallo schema operativo del sistema.
Il programma realizzato consente una elevata flessibilità d'uso, in funzione delle diverse necessità di revisione, aggiornamento, confronto tra diversi tematismi, ipotesi alternative o semplicemente nuove elaborazioni grafiche e ristampe. Pertanto, la sequenza di azioni logiche sopra elencate non corrisponde, come sarebbe necessario nel caso di un modello matematico, ad un percorso interamente obbligato. L'utente puo`, invece, decidere delle vie brevi e parziali, in funzione delle necessità della fase di lavoro in cui egli si trova.



Fig, 3 Mappa della qualità biologica del fiume Lambro. Si notino gli attributi dinamici degli elementi della mappa: colore per le zone fluviali, testo per i riferimenti al fiume e al suo studio.

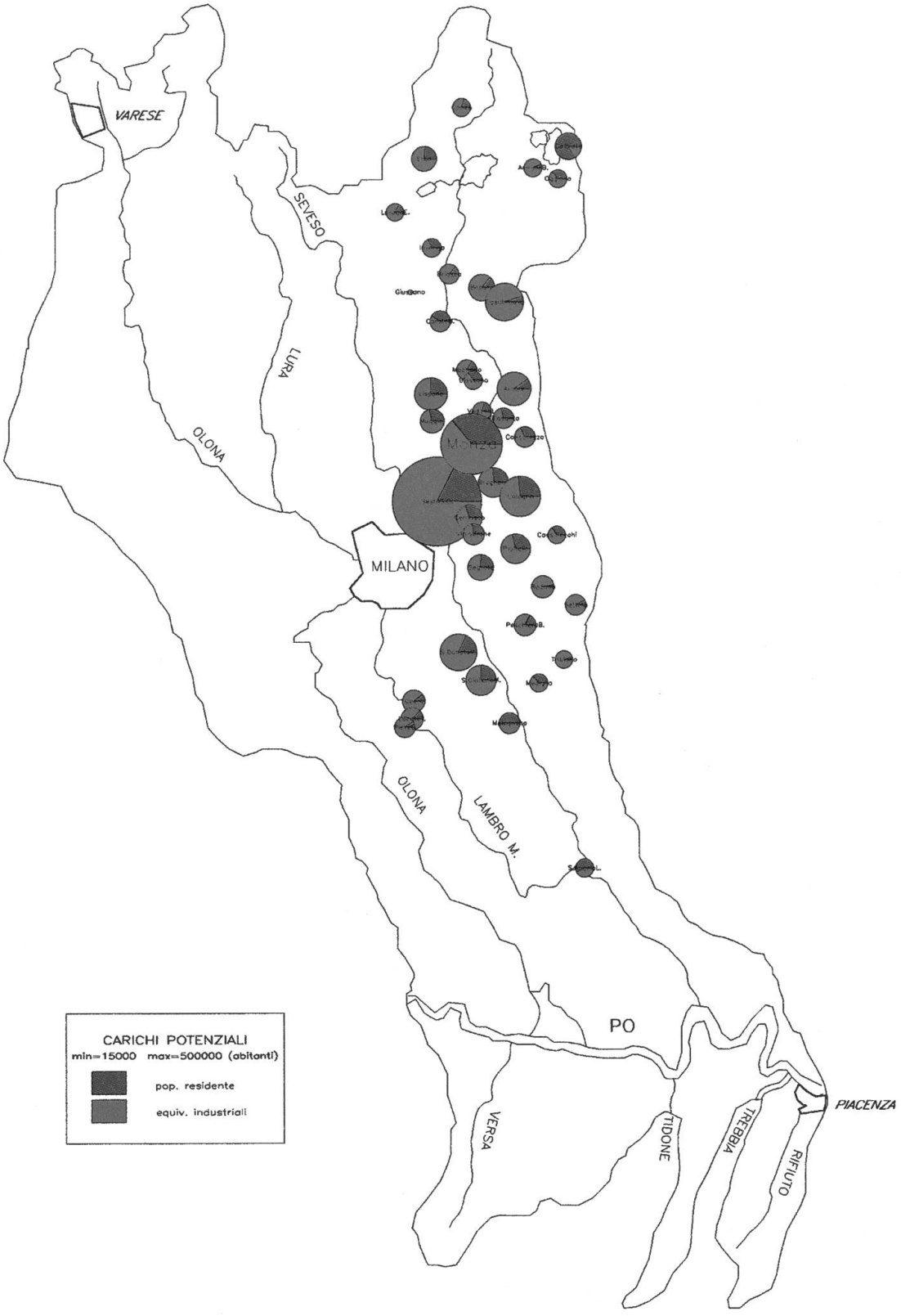


Fig. 4 Mappa dei carichi inquinanti localizzati generati sul territorio (escluso Milano). La mappa di base è la stessa di Fig.3. Le mappe sono monotematiche ma liberamente sovrapponibili.

DISCUSSIONE

Mediante l'impiego del sistema descritto, la valorizzazione del metodo EBI si realizza anzitutto grazie alla standardizzazione della tipologia e al miglioramento della qualità della rappresentazione dei dati.
Inoltre, vi è da notare che il programma di rappresentazione cartografica adottato consente di sovrapporre gradi di dettaglio cartografico e tematismi diversi e di rappresentarli inquadrando ed ingrandendo a piacere anche singole parti di una mappa. La migliore valorizzazione di questa possibilità richiede una preventiva pianificazione delle mappe e dei dettagli topografici che saranno potenzialmente necessari e quindi la confezione e l'archiviazione delle relative mappe di base, che cosi` risulteranno di rapidissimo impiego.
La Figura 1, in modo sintetico, illustra sia i diversi elementi della struttura del sistema informativo che il flusso delle informazioni attraverso di essi. Dall'analisi del flusso dei dati, si deduce anche il modo e il grado dell'interattività tra le informazioni e quindi anche tra l'utente e il sistema, che avviene attraverso la scelta delle informazioni di input, sia riguardo il settore e il tema di analisi che riguardo la formulazione di ipotesi e scelte alternative.
Come si è detto, un analogo schema è stato adottato per la realizzazione del modulo relativo alla analisi dell'indice EBI, alla diagnosi automatica della qualità dei fiumi e alla sua mappazione.
La Figura 2 illustra il flusso di operazioni per l'uso del c.d. modulo EBI.
Sostanzialmente si puo` ottenere sia un confronto che consente la verifica dell'evoluzione dello stato di inquinamento del fiume, sia il rapporto di questo con le fonti generatrici dei carichi inquinanti.
Per dimostrare la prestazione del sistema preparato, si sono utilizzati i dati di due lavori già esistenti: una indagine idrobiologica del fiume Lambro (VENDEGNA 1968) e i dati dei carichi inquinanti dello stesso fiume desunti da una estesa ricerca sull'intero bacino del fiume Po (IRSA 1972). Le Figure 3, e 4 illustrano, anche se solo parzialmente, la realizzazione di queste possibilità.
Il rapporto riassuntivo della condizione del fiume esaminato in una campagna di monitoraggio è corredato dall'analisi della fauna dei macroinvertebrati bentonici e dal profilo longitudinale dei valori EBI e della classificazione della qualità delle acque, misurata lungo l'alveo fluviale e dalla carta di qualità biologica.
Mediante il grafico del profilo longitudinale dei valori dell'EBI è possibile evidenziare finemente sia il processo di deterioramento che quello di graduale autodepurazione del corso d'acqua. Infatti, la graduazione dei valori dell'EBI è molto fitta: quaranta diversi valori, considerando anche le situazioni intermedie. Una gamma di punteggio cosi` estesa puo` ben generare la sensazione di una curva continua, nel caso di processi di graduale recupero dell'ecosistema fluviale. Come si è detto, la suddivisione tra le classi di qualità è più netta, potendosi differenziare non più di tredici livelli, comunque questo è corrispondente anche alle limitazioni di effettiva e chiara percepibilità logico-visiva delle differenze di valore espresse mediante colori. Infatti, generalmente si sostiene che, a causa di queste limitazioni, il numero pratico di colori da distinguere in una didascalia di mappe non è consigliabile che sia maggiore di 5 - 7. Precisamente rimanendo entro tali limiti si sono rappresentati chiaramente tutti i 13 livelli di qualità previsti dal metodo EBI modificato secondo Ghetti (GHETTI 1986).
Tuttavia, le due forme di rappresentazione, quella diagrammatica e quella cartografica, sono complementari e sinergiche, fornendo insieme sia la corretta rappresentazione dell'insorgere dell'inquinamento in corrispondenza ai carichi provenienti dal territorio che quella del recupero delle condizioni lungo il decorso fluviale.
L'uso del sistema risulta piuttosto agevole, le diverse operazioni sono in gran parte assistite automaticamente e per quelle restanti le procedure automatizzate sono in corso di sviluppo.
La parte materialmente più impegnativa è la realizzazione grafica delle carte di base adatte a supportare i diversi tematismi.

Uno dei maggiori vantaggi offerti dal sistema è dovuto al fatto che l'operazione di disegno delle carte di base va effettuata una sola volta per ciascuno dei territori esaminati. Poichè ciascun territorio rappresenta un file nel data-base delle topografie, e tutti i tematismi si realizzano combinando su di esso gli opportuni dati alfanumerici georeferenziati. Quindi, ogni mappa di base serve permanentemente a tutti gli aggiornamenti, ai diversi tematismi, alle combiazioni tra tematismi diversi. In definitiva, oltre al conferimento dell'interattività che è caratteristica esclusiva dei sistemi computerizzati, viene largamente ottimizzata la resa finale della fase, operativamente impegnativa, di apprestamento grafico della cartografia.
La valutazione delle prestazioni, che consegue alle prove condotte sul prototipo del sistema, consente di fare alcune considerazioni sulle potenzialità, ma anche sulle nuove esigenze che questo tipo di sistema informativo territoriale offre.
Forse l'aspetto più importante dal punto di vista dell'ecologia applicata è dovuto al fatto che la rappresentazione georeferenziata dei dati offre la possibilità di stabilire, al momento dell'uso delle informazioni a supporto delle decisioni, una importante sinergia tra i dati quantitativi, impiegati nella valutazione delle cause dell'inquinamento e i dati qualitativi del metodo EBI, che definiscono gli effetti sull'ecosistema fluviale.
Infatti, nei sistemi informativi territoriali, la rappresentazione del valore di una variabile di stato del sistema è effettuata mediante la variazione di un determinato attributo grafico dell'elemento georeferenziato, il cui stato abbia subito una certa modificazione. Cio` avviene analogamente, sia che la modificazione dell'elemento territoriale venga rappresentata da una espressione di valore quantitativa oppure che se essa sia definita in termini qualitativi.
Quindi, l'omogeneità della rappresentazione dello stato delle componenti nei sistemi territoriali, realizza sul piano pratico e applicativo, in modo naturale, la coesistenza dei processi cognitivi quantitativi e qualitativi, che effettivamente concorrono a rappresentare le valutazioni analitiche e quelle previsionali dei processi ecologici.
Da quanto detto deriva che la georeferenziazione dei carichi inquinanti delle acque e degli effetti che ad essi conseguono possiede una evidente potenza nell'orientamento della politica di intervento a protezione dei fiumi che puo`, mediante questa tecnologia accompagnata agli idonei strumenti interpretativi e previsionali, sfruttare pienamente le potenzialità insite nei dati di diverso tipo in possesso degli Enti territoriali competenti.
Il ricorso ad un dato sistema informativo semplifica molto e facilita le operazioni, ma di regola comporta anche un certo vincolo sulla raccolta e il formato di archiviazione dei dati. Questi, infatti, per poter fornire in modo corretto le informazioni necessarie ai diversi moduli funzionali del sistema, debbono essere conformi alla struttura della base di dati concepita per le funzioni cui è destinato il sistema informativo. Ai fini del corretto funzionamento del sistema, la compatibilità dei dati è infatti molto più importante della loro completezza.
Inoltre, il ricorso a sistemi georeferenziati influenza anche vari fattori che caratterizzano l'attività di rilevazione e di analisi dell'inquinamento: 1) l'impostazione delle campagne di rilevamento richiede una maglia fissa di punti di prelievo; 2) le modalità della valutazione dei carichi inquinanti si deve riferire a punti e aree del territorio univocamente definite; 3) la rappresentazione degli scenari dedotti dai modelli di previsione (autodepurazione, batteri, sostanze tossiche) va realizzata e rappresentata per intervalli spaziali discreti e adiacenti.

BIBLIOGRAFIA

GHETTI P.F. & BONAZZI G. (1981) - I macroinvertebrati nella sorveglianza ecologica dei corsi d'acqua. - Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma, AQ/1/127.

GHETTI P.F. (1986) - I macroinvertebrati nell'analisi di qualità dei corsi d'acqua. Manuale di applicazione. - Provincia Autonoma di Trento.

IRSA (1977) - Indagine sulla qualità delle acque del fiume Po. - Quad.Ist.Ric.Acque, 32

VENDEGNA V. (1968) - Studi sull'inquinamento delle acque italiane - I. Carico zoologico ed evoluzione dell'inquinamento del Fiume Lambro (Lombardia). - Rivista di Idrobiologia, VII, 1/2: 135-191

VENDEGNA V. & R. SCONFIETTI (1990) - Un metodo di diagnosi automatica della qualità dei corsi d'acqua sulla base dei reperti di macroinvertebrati. - Atti X Convegno del "Gruppo G.Gadio", Padova (in stampa)

VENDEGNA V. (1991) - I sistemi decisionali per il governo del territorio. - CEIIL, Convegno: "Ambiente e territorio, quali risposte con l'informatica e la telematica", Roma, Auletta dei gruppi parlamentari, 8/11/1990