

Legge Regionale 27 agosto 1982, n. 59 "Controllo della salubrità delle carni ittiche"

1. TITOLO

Studio di un ecosistema fluviale ad elevato rischio ambientale mediante un approccio olistico basato sull'utilizzo di bioindicatori di diversi livelli nello spettro biologico.

2. DURATA

1 anno

3. GIUSTIFICAZIONE DELLO STUDIO

L'ecosistema fluviale è costituito dall'insieme di fattori abiotici (litologia e geomorfologia del bacino idrografico, fattori climatici, acqua) e di fattori biotici costituiti dalle comunità (uomo, fauna, flora) nonché dall'insieme delle relazioni e dai processi dinamici che legano queste due componenti. Questo ecosistema complesso scambia continuamente energia e materia con gli ambienti terrestri circostanti ed è per questo che viene considerato un "ecosistema aperto". Un ecosistema fluviale in buone condizioni può accogliere una molteplicità di organismi animali e vegetali capaci di usufruire delle risorse a disposizione in uno stato di equilibrio dinamico. Tutte le azioni che portano a semplificare o a ridurre tale complessità tendono anche a ridurre l'efficienza di depurazione e trasformazione dell'energia all'interno del sistema stesso. Un tratto fluviale può subire, a seguito di eventi di origine naturale o antropica, diversi tipi di mutazioni/condizionamenti che si riflettono più in generale sullo stato ecologico. Quando l'ecosistema fluviale è perturbato si assiste alla riduzione o alla scomparsa delle specie sensibili e alla dominanza di quelle più resistenti agli inquinanti, con una conseguente diminuzione di complessità dell'ecosistema, cioè una perdita di biodiversità.

Su queste considerazioni si basa l'utilizzo degli indicatori biologici, come i macroinvertebrati bentonici (Ghetti, 1997), e di alcuni metodi per la valutazione ecotossicologica mediante saggi sull'acqua, sui sedimenti e sulla miscela di entrambi.

Gli ecosistemi fluviali, per la propria natura di essere "sistemi aperti" alle pressioni antropiche, possono ricoprire un ruolo importante per la valutazione del rischio sanitario e ambientale: i cambiamenti strutturali e funzionali possono risultare difficilmente comprensibili se studiati basandosi solamente sull'analisi di alcuni descrittori e matrici singole. Ad esempio, considerando l'inquinamento delle acque, raramente gli impatti sono il risultato di una singola sostanza chimica o di un singolo scarico industriale o civile, ma più spesso dipendono dagli effetti di miscele complesse e dalle interazioni tra contaminanti (relazioni sinergiche e antagoniste). Le valutazioni di rischio ecologico basate su singole tipologie di misure (chimiche, tossicologiche o biologiche) e su singole matrici (acque o sedimenti), possono portare a valutazioni poco affidabili, per una insufficiente conoscenza di sistemi ecologici così complessi. Per tentare di superare questi limiti nelle valutazioni di inquinamento ambientale è divenuta sempre più importante l'applicazione di approcci olistici, che prevedano l'utilizzo integrato di analisi diverse, anche su diverse matrici. L'applicazione di un tale approccio è anche importante per tutte quelle condizioni ambientali, molto frequenti, che si collocano nell'ampio intervallo compreso fra l'estremo degrado ed uno stato imperturbato. Questo approccio permette di includere, non solo una valutazione della qualità dell'ecosistema, ma anche la verifica del potenziale rischio per la salute umana derivante dall'esposizione ai contaminati attraverso il cibo (pesci, acqua).

In questo contesto appare evidente la necessità di sviluppare approcci di analisi di nuova generazione per l'identificazione di "sistemi di allarme precoce" per il rischio sanitario e ambientale come indicato nella Direttiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque (Mancini et al., 2006; 2007).

Ai metodi di valutazione della sola "componente ambientale acqua", si sono aggiunti negli ultimi anni metodi di valutazione dello "stato ambientale degli ecosistemi fluviali" con lo scopo di individuare strategie che integrassero azioni volte non solo al mantenimento della qualità dell'acqua, ma anche alla salvaguardia della salute umana, alla valorizzazione del paesaggio e alla conservazione degli ecosistemi e della biodiversità. L'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF) (Siligardi et al., 2007; Tancioni et al., 2009) è un metodo che, attraverso una valutazione olistica, è in grado di stabilire la capacità funzionale di un corpo idrico, intesa come capacità di esprimere le funzioni ecologiche e le relazioni tra i diversi comparti biotici e abiotici sia del fiume sia delle zone riparie. E' particolarmente utilizzato come strumento di valutazione di integrità e assume grande rilievo come supporto alle decisioni inerenti la riqualificazione dei corsi d'acqua, la gestione degli ecosistemi fluviali e, non ultimo, la pianificazione territoriale nel rispetto della vita e del benessere degli animali acquatici.



Altri saggi sono utilizzati come utile ed economico strumento per la caratterizzazione delle acque e dei sedimenti, in linea con quanto previsto dalle norme vigenti come i test di genotossicità con *Vicia faba* su sedimenti.

Questi hanno il vantaggio di non essere legati al momento del prelievo, ma di registrare anche turbative di varia natura avvenute in tempi anteriori, di avere una vasta applicabilità, un basso costo di esercizio, di essere ripetibili e soprattutto facilmente comprensibili per indicare situazioni di allerta sanitaria.

Gli effetti degli inquinanti sulle popolazioni fluviali sono fortemente indicativi dei potenziali danni ai tessuti e agli organi che essi potrebbero provocare all'Uomo, soprattutto attraverso l'alimentazione (magnificazione biologica).

Per questo motivo alcuni metodi di valutazione in fase di sperimentazione prevedono l'utilizzo di organismi più complessi, come i pesci, che presentando dinamiche biochimiche e cellulari molto più simili a quelle umane (es. capacità di detossificazione), possono essere utilizzati, sia *in situ* sia *ex situ*, quale strumento di valutazione complementare del rischio per l'ecosistema (Tancioni et al., 2005; Tancioni et al., 2012). Inoltre, questi ultimi organismi, ad una scala spaziale meno puntuale rispetto a quella di organismi più tipicamente bentonici, possono consentire una lettura integrata delle risposte a stress ambientali a diversi livelli dell'organizzazione biologica (es. test dei micronuclei degli eritrociti, stress ossidativo, metalli pesanti nei tessuti, disordini gonadici, anomalie scheletriche, struttura demografica delle popolazioni e comunità ittiche) (Iori et al, 2012; Scardi e Tancioni, 2010; Scardi et al., 2010; Iori et al., 2007; Tancioni et al., 2006; Scardi et al., 2006; Mancini et., 2005; Gustavino et al., 2005). Recentemente, proprio per rafforzare l'approccio integrato e multilivello con l'utilizzo dei pesci per l'analisi e per la valutazione dello stato di salute dei sistemi acquatici, sono stati considerati anche i "disordini" a livello di organi e tessuti, mediante la rilevazione di alterazioni isto-citologiche. Ad esempio, l'analisi dei tessuti gonadici dei Teleostei fluviali, ha assunto un crescente interesse nelle valutazioni degli impatti sul biota e sulla salute umana generati dalla presenza nell'ambiente di determinate sostanze, come i cosiddetti *Endocrine Disruptors* (Interferenti Endocrini) (es. alchinfenoli, DDT ed i suoi derivati o metaboliti, nonylfenolo, bisfenolo A e PCBs, pesticidi) (Brunner et al., 1988; Nimrod & Benson, 1996; Nimrod & Benson, 1996; Jobling & Sumpter, 1993; Purdom et al., 1994; Jobling et al., 1996; Tancioni et al., 2012).

Partendo da queste considerazioni, con questo lavoro si vuole verificare la capacità della fauna ittica del fiume Pescara, campionata nei pressi del Sito di Interesse Nazionale di Bussi, così classificato a causa di una contaminazione chimica delle acque dovuta alla presenza di una discarica abusiva, di evidenziare eventuali fattori di rischio per la salute umana e per l'ambiente, mediante l'utilizzo di metodi innovativi.

4. OBIETTIVO DELLO STUDIO

L'obiettivo generale del presente studio è lo sviluppo di sistemi di valutazione integrata degli effetti sulla fauna ittica di acque e sedimenti fluviali contaminati, basati su approcci biologici multicriterio e multilivello, al fine di mettere a punto "sistemi di allarme precoce" per i rischi per la salute umana, legati a contaminazioni ambientali croniche.

In questo progetto di ricerca, verrà analizzato lo stato ambientale del fiume Pescara, nella Provincia di Pescara. Tale area è stata recentemente considerata a forte rischio ambientale ed è stata inserita tra i Siti di Interesse Nazionale (SIN) a causa del ritrovamento di una notevole quantità di rifiuti tossici, per una volumetria presumibile di circa 240.000 mc, costituiti da sostanze chimiche altamente nocive, per lo più cancerogene, come cloroformio, esacloroetano, tetracloruro di carbonio, tetracloroetano, tricloroetilene, idrocarburi policiclici aromatici ed altre sostanze frammiste a terreni inquinati. L'area interessata ha un'estensione di circa 30.000 mq, a poca distanza dalla confluenza dei fiumi Tirino e Pescara, nella sponda sinistra del fiume Pescara, nei pressi della stazione ferroviaria del Comune di Bussi (DN3/05 del 17/01/08; Discarica in località bussi sul Tirino - Proposta di perimetrazione delle aree ai fini della richiesta di inserimento nell'elenco dei Siti di Interesse Nazionale (SIN) - Decreto Legislativo 03.04.2006, n. 152 e s.m.i. e D.M. 468/2001 e s.m.i.).

Questo studio propone un nuovo approccio olistico (multicriterio e multilivello), basato sull'integrazione di più bioindicatori, corrispondenti ai diversi livelli dello spettro ecologico utilizzando la comunità ittica come modello e ulteriori indicatori contaminazione a differenti scale dell'organizzazione biologica.

Le principali attività sperimentali riguarderanno quindi:

- Applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF) in stazioni di campionamento potenzialmente contraddistinte da diversi livelli di degrado ambientale;
- caratterizzazione ecologica del corso d'acqua attraverso le alterazioni della struttura dei popolamenti ittici in stazioni di campionamento potenzialmente contraddistinte da diversi livelli di degrado ambientale;
- analisi dei tessuti gonadici di specie ittiche per l'identificazione di eventuali disordini sessuali;
- analisi delle potenzialità clastogene dei sedimenti attraverso il test dei micronuclei in apici radicali di *Vicia faba*;



- analisi di contaminanti ambientali in tessuti di pesci: metalli pesanti (mercurio, piombo e cadmio) e, in esemplari significativamente da essi contaminati, diossine e policlorobifenili (PCB) e valutazione del rischio per la salute umana;
- analisi degli effetti genotossici indotti dalle acque/sedimenti contaminati in organismi esposti in situ ed ex situ (test dei micronuclei negli eritrociti).

5. ATTIVITA'

Come prima cosa saranno individuate le stazioni di campionamento, possibilmente contraddistinte da diversi livelli di degrado ambientale, privilegiando i punti guadabili del fiume.

Per una corretta identificazione delle stazioni sarà necessario uno studio approfondito delle carte del suolo e delle attività antropiche del territorio oltre a sopralluoghi preliminari sul campo.

Il campionamento avverrà seguendo le metodiche standard sulle acque dolci superficiali redatte dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici (APAT) in stretta collaborazione con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM).

Il primo indicatore che verrà applicato sarà di tipo paesaggistico mediante la compilazione della scheda IFF, con cui verrà valutato lo stato complessivo dell'ambiente fluviale e la sua funzionalità intesa come risultato della sinergia e dell'integrazione di un'importante serie di fattori biotici ed abiotici presenti nell'ecosistema acquatico e in quello terrestre ad esso collegato.

Le indagini principali saranno condotte mediante pesca elettrica, previa autorizzazione rilasciata dalle Provincie interessate. I pesci catturati potranno essere mantenuti in vita in modo tale da effettuare studi *in situ* ed *ex situ*.

Lo studio della struttura di comunità prevede il riconoscimento a livello di specie dei pesci catturati e l'acquisizione dei parametri biometrici per ciascun individuo, in modo da valutare l'integrità della comunità anche rispetto ad una popolazione di riferimento attesa.

Alcuni di questi animali saranno sacrificati per la rilevazione di contaminanti ambientali nei tessuti e per analisi isto-citologiche.

Una parte dei pesci catturati sarà mantenuta viva e trasferita presso l'avannotteria del Laboratorio per lo Studio degli Ecosistemi Dulciacquicoli di Capestrano (AQ).

Mediante prelievi di sangue ripetuti nel tempo sarà possibile eseguire test citogenetici (Test dei Micronuclei - ISPRA) per verificare la presenza di contaminanti genotossici in forma disponibile per le specie ittiche. In questo ambito i pesci sono utilizzati come bioindicatori del potenziale mutageno di acque superficiali e sedimenti contaminati.

5. RISULTATI ATTESI

Il seguente lavoro fornirà un importante contributo alle attuali conoscenze scientifiche dell'ecosistema del fiume Pescara. L'approccio olistico multilivello e multicriterio fornirà lo stato di salute generale del fiume e darà indicazioni del potenziale rischio sulla salute umana. La salute della comunità ittica permetterà di valutare le alterazioni causate dalle sostanze contaminanti e i risultati potranno essere di supporto alle decisioni da assumere per bonificare il sito.

Questo studio, pertanto, analizzando l'ecosistema su più scale gerarchiche, può aiutare a capire in dettaglio il grado di inquinamento del fiume e i potenziali rischi per la salute dell'uomo e per l'ambiente.

6. COSTI

DETERMINAZIONI ANALITICHE	5.000 euro
BIOLOGO (a contratto)	15.000 euro
MISSIONI	5.000 euro
TOTALE	25.000 euro

7. BIBLIOGRAFIA

1. Brunner, P.H., Capri, S., Marcomini, A., and Giger, W., 1988. Occurrence and behaviour of linear alkylbenzenesulphonates, nonylphenol, nonylphenol mono- and nonylphenol diethoxylates in sewage and sewage sludge treatment. *Water Research* 22, 1465.
2. De Marco A. e Owczharez M., 2008. Genotossicità dei sedimenti. In: *Strategie di protezione e indicatori delle risorse idriche: studio pilota* (Mancini L., Pace G. Ed.). Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2008 (Rapporti ISTISAN 08/15): 25-26.
3. Ghetti, P.F., 1997. Indice Biotico Esteso (I.B.E.). I macroinvertebrati nel controllo della qualità degli ambienti di acque correnti. Manuale di applicazione. Provincia Autonoma di Trento, p.222.



4. Gustavino B, Buschini A, Monfrinotti M, Rizzoni M, Tancioni L, Poli P, Rossi C, 2005. Modulating effects of humic acids on genotoxicity induced by water disinfectants in *Cyprinus carpio*. *Mutat. Res.* 587: 103-113.
5. Iori R., Boglione C., Cara E., Ciadamidaro S., Mancini L., Tancioni L., Cataudella S., 2007. Le anomalie scheletriche dei pesci quale strumento di analisi complementare nelle valutazioni dello stato di salute dei sistemi lotici. Joint AIOL-SItE meeting - Ancona 2007.
6. Iori, R., Boglione, C., Gustavino, B., Mancini, L., Tancioni, L., Cataudella, S. (2012). Indicatori biologici e di mutagenicità nell'analisi di ecosistemi fluviali ad elevato rischio ambientale: il caso del fiume Sacco (RM). Book of abstracts. XXII Congresso Società Italiana di Ecologia (SItE), Alessandria 10-13 settembre 2012.
7. Jobling, S., Nolan, M., Tyler, C.R., Brighty, G., and Sumpter, J.P., 1998. Widespread sexual disruption in wild fish. *Environ. Sci. Technol.* 32, 2498-2506.
8. Jobling, S., Sheahan, D., Osborne, J.A., Matthiessen, P., and Sumpter, J.P., 1996. Inhibition of testicular growth in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) exposed to estrogenic alkylphenolic chemicals. *Environmental Toxicology and Chemistry* 15, 194-202.
9. Mancini L., Formichetti P., Beltrami M. E., Pace G., Marcheggiani S., Della Bella V., Ciadamidaro S., Puccinelli C., D'Angelo A. M., Pierdominici E., Andreani P. e Tancioni L. (2007). Studio delle comunità del basso corso del fiume Tevere e dei suoi principali affluenti sulla base delle indicazioni della WFD 2000/60/CE. XVI Congresso della Società Italiana di Ecologia, Viterbo/Civitavecchia 2006.
10. Mancini L., G. Pace, M.E. Beltrami, S. Marcheggiani, V. Della Bella, S. Larsen, P. Formichetti, S. Fabiani, S. Ciadamidaro, E. Pierdominici, A. D'Angelo, L. Tancioni (2006). Il Fiume Tevere nella città di Roma: un bacino pilota per l'attuazione della direttiva quadro. *Accademia Nazionale dei Lincei, Giornata Mondiale dell'Acqua - Le condizioni dei fiumi italiani*, 22 marzo 2006: 23-24.
11. Mancini L., S. Caimi, S. Ciardullo, M. Zeiner, P. Bottoni, L. Tancioni, S. Cataudella, S. Caroli (2005). A pilot study on the contents of selected pollutants in fish from the Tiber River (Rome). *Microchemical Journal* 79: 171-175. doi: 10.1016/j.microc.2004.05.10
12. Marchini S., Sorace A., Mattei D., Pierdominici E., Rosa S., 2008. Valutazione ecotossicologica delle acque e dei sedimenti. In: *Strategie di protezione e indicatori delle risorse idriche: studio pilota* (Mancini L., Pace G. Ed.). Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2008 (Rapporti ISTISAN 08/15): 21-24.
13. Mattei D., Cataudella, S., Mancini, L., Tancioni L., and Migliore, L., 2006. Tiber River quality in the stretch of a sewage treatment plant: toxicity of river water or disinfectants to *Daphnia* and alteration of benthic macroinvertebrates community. *Water, Air & Soil Pollution* 26, 23-34.
14. Migliore L., L. Mancini, D. Mattei, L. Tancioni and S. Cataudella (2006). Tiber River quality in the stretch of a sewage treatment plant: toxicity of river water or disinfectants to *Daphnia* and alteration of benthic macroinvertebrates community. *Water, Air & Soil Pollution*, 177 (1-4), 441 - 455 doi: 10.1007/s 11270-006-9183-1.
15. Nimrod, A.C., and Benson, W.H., 1996. Environmental estrogenic effects of alkylphenol ethoxylates. *Critical Reviews in Toxicology* 26(3), 335-364.
16. Purdom, C.E., Hardiman, P.A., Bye, V.J., Eno, N.C., Tyler, C.R., and Sumpter, J.P., 1994. Estrogenic effects of effluents from sewage treatment works. *Chemistry and Ecology* 8, 275-285.
17. Siligardi, M., Cappelletti, C., Chierici, M., Ciutti, F., Egaddi, F., Maiolini, B., Mancini, L., Monauni, K., Minciardi, M.R., Rossi, G.L., Sansoni, G., Spaggiari, R. e Zanetti, M. (2007). *Indice di Funzionalità Fluviale I.F.F. Nuova versione del metodo revisionata e aggiornata*. APAT-APPA-MATTM
18. Scardi M. e Tancioni L. (2010). FIDESS: un sistema di supporto decisionale per la valutazione dello stato ecologico dei fiumi basato su tecniche di Intelligenza Artificiale. *Book of abstracts - XX Congresso S.It.E., Roma, 27-30 settembre 2010*: 172.
19. Scardi M., L. Tancioni, S. Cataudella (2006). Monitoring methods based on fish. In: G. Ziglio, M. Siligardi, G. Flaim (eds.), *Biological Monitoring of Rivers: Applications and Perspectives*. Wiley, London: 134-153.
20. Scardi M., Lorenzoni M., Campagna F., Caprioli R., Colombari P.T., Maio G., Sarrocco S., Scalici M. e Tancioni L. (2010). FIDESS 2.0: un sistema di supporto decisionale per la valutazione dello stato ecologico dei sistemi lotici ai sensi della Direttiva 2000/60/CE. *Book of abstracts - XIII Congresso Nazionale A.I.I.A.D. Gestione dell'ittiofauna per la tutela della biodiversità*. San Sepolcro (Arezzo) 12-13 novembre 2010.
21. Scardi M., S. Cataudella, E. Ciccotti, D. Ciuffa, P.T. Colombari, P. Di Dato, G. Gibertini, S. Larsen, L. Mancini, G. Moccia, M. Munafò, M. Grygielewicz, G. Pace, T. Russo, M. Scalici e L. Tancioni (2007). Valutazione dello stato ecologico dei sistemi lotici mediante analisi dei popolamenti ittici ai sensi della Direttiva 2000/60/CE: una proposta basata sulla ricostruzione del giudizio esperto con tecniche di intelligenza artificiale. *Atti del 11° Congresso Nazionale Associazione Italiana Ittiologi Acque Dolci*, Treviso, *Quaderni EPT (a journal of Freshwater Biology)* (in stampa).



22. Tancioni L., Andreani P., Campagna F., Caprioli R., Ciadamidaro S., Ciuffa D., Marcheggiani S., Moccia G., Puccinelli C., Scalici M., Bernabei S., Mancini L. (2009). L'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF) quale strumento di analisi ambientale a supporto della Carta Ittica della Provincia di Roma. Convegno Nazionale "Indice di Funzionalità Fluviale: strumento di gestione e pianificazione. Provincia Autonoma di Trento - Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente.
23. Tancioni L., Caprioli R., Mancini L., Moroni F., Cataudella S. (2012). Disordini gonadici in Teleostei fluviali quali bioindicatori di stress ambientali: il caso di studio di *Liza ramada* (Risso, 1826) del basso corso del Tevere. Book of abstracts. XXII Congresso Società Italiana di Ecologia (SItE), Alessandria 10-13 settembre 2012.
24. Tancioni L., Scardi M., Cataudella S. (2005). I pesci nella valutazione dello stato ecologico dei sistemi acquatici. *Ann Ist Superiore Sanità* (2005); 4 (3): 399-402.
25. Tancioni, L., Scardi M., Cataudella S. (2006). Riverine fish assemblages in temperate rivers. In: G. Ziglio, M. Siligardi., G. Flaim (eds.), *Biological Monitoring of Rivers: Applications and Perspectives*. Wiley, London: 47-69.
26. www.wwf.it/abruzzo, 2012. Il Pescara fiume in agonia. Risultati shock dalle analisi ARTA sulla canaletta del Porto di Pescara. Mercurio, idrocarburi e altri inquinanti. Il 47% dei campioni mostra tossicità acuta "molto alta". Comunicato stampa dell'8/10/2012

