



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DELLA
TUSCIA

Università degli Studi della Tuscia di Viterbo

Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali

Corso di Dottorato di Ricerca in

Scienze delle produzioni vegetali e animali - XXXV ciclo

**ANALISI DELLE PRESSIONI E DEGLI IMPATTI
SULLO STATO DELLE ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE**

**Settore scientifico-disciplinare
(s.s.d AGR/10)**

Tesi di dottorato di:

Dott.ssa Caterina Cossio

Firma

Coordinatore del corso

Prof.ssa Roberta Bernini

Firma

Tutore

Prof.ssa Maria Nicolina Ripa

Firma

A.A. 2023/2024

SOMMARIO

ABSTRACT

1. INTRODUZIONE

- 1.1 Stato dell'arte
 - 1.1.1 Obiettivi di tutela delle acque*
 - 1.1.2 Funzioni delle Agenzie Regionali per la Protezione Ambientale*
- 1.2 Analisi delle pressioni
 - 1.2.1 Fonti diffuse in agricoltura*
 - 1.2.2 Pressioni da fonti puntuali*

2. CONTESTO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

- 2.1 Autorità Competenti e Unità di Gestione
- 2.2 WISE: il Sistema informativo Europeo sulle acque
- 2.3 Istituzione e compiti del Sistema nazionale di protezione ambientale (SNPA)
- 2.4 Ruolo delle Agenzie Regionali di Protezione Ambientale (ARPA)
- 2.5 Il Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 “Norme in materia ambientale”
 - 2.5.1 Obiettivi di qualità ambientale per le acque superficiali e sotterranee*
 - 2.5.1.1 Caratterizzazione dei corpi idrici superficiali
 - 2.5.1.2 Caratterizzazione dei corpi idrici sotterranei
- 2.6 Contesto applicativo dell'analisi delle pressioni
 - 2.6.1 Ambito territoriale di riferimento per l'analisi (ATdR)*
 - 2.6.2 Elenco univoco e ufficiale di tipologie di pressioni da considerare*
 - 2.6.3 Indicatori quali-quantitativi e di soglie di significatività*
 - 2.6.4 Interazioni della WFD con altre direttive europee*

3. SCOPO DELLA RICERCA

4. AREA DI STUDIO

5. DESCRIZIONE DEGLI STRUMENTI E DELLE METODOLOGIE UTILIZZATE

- 5.1 Dall'Idroecoregione alla tipologia dei corpi idrici superficiali: analisi dei bacini della provincia di Viterbo
 - 5.1.1 Introduzione*
 - 5.1.2 Metodologia*

- 5.2 Valutazione integrata stato-pressure-impatto
 - 5.2.1 *Introduzione*
 - 5.2.2 *Metodologia*
- 5.3 Implementazione rete di monitoraggio con nuovi punti e degli indicatori su stazioni già appartenenti alla rete di monitoraggio
 - 5.3.1 *Introduzione*
 - 5.3.2 *Metodologia*
 - 5.3.2.1 Livello di inquinamento dai Macrodescrittori per lo stato ecologico (LIMeco)
 - 5.3.2.2 EQR_IBMR per le macrofite
 - 5.3.2.3 ICMi per le diatomee
 - 5.3.2.4 Stato trofico: metodologia per i fiumi

6. RISULTATI E DISCUSSIONE

- 6.1 Revisione della delimitazione delle Idroecoregioni e della tipologia dei CI
- 6.2 Bacini del Marta e del Mignone: perimetrazione sottobacini
- 6.3 Risultato delle analisi pressure-impatti
 - 6.3.1 *Pressure puntuali scarichi urbani*
 - 6.3.2 *Pressione agricola sulle acque superficiali*
 - 6.3.3 *Stato e impatto delle pressure per le acque superficiali*
 - 6.3.4 *Pressione agricola sulle acque sotterranee*
- 6.4 Ridefinizione delle reti di monitoraggio
- 6.5 Ulteriore attività sperimentale
- 6.6 Correlazione tra corpi idrici superficiali e sotterranei nella nuova HER 11

7. CONCLUSIONI

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 2.1 – Attività delle ARPA

Tabella 21.2 - J.J. Fried, J. Mouton, F. Mangano (1982)

Tabella 2.3- definizione del buono stato chimico

Tabella 2.4 - Standard di qualità

Tabella 2.5 - definizione del buono stato quantitativo

Tabella 2.6 – Macro categorie di pressione

Tabella 2.7 – Matrice tipologia di pressione-categoria di acque-ambito territoriale di riferimento

Tabella 4.1 – Acque superficiali e sotterranee oggetto dell'attività di ricerca

Tabella 5.1: Gruppi geotologici della Regione Lazio

Tabella 5.2: Gruppi geotologici della Regione Lazio

Tabella 5.3: Elenco tipologie di impatto

Tabella 5.4: Indicatori di pressione e soglie di significatività per i corpi idrici (CI) fluviali

Tabella 5.5: Indicatori di pressione e soglie di significatività per i corpi idrici (CI) sotterranei

Tabella 5.6: Relazioni pressioni-impatto-stato per i corpi idrici (CI) fluviali

Tabella 5.7: Relazioni pressioni-impatto-stato per i corpi idrici (CI) sotterranei

Tabella 5.8 - Quadro sintetico degli obblighi e dei requisiti previsti dalle direttive europee in relazione all'eutrofizzazione

Tabella 5.9 - Soglie per l'assegnazione dei punteggi ai singoli parametri per ottenere il punteggio LIMeco e relativi limiti di classe fra gli stati.

Tabella 5.10 - Categorie trofiche per la classificazione della stazione sulla base del valore di IBMR

Tabella. 5.11 - Integrazione degli elementi di qualità per la valutazione dell'eutrofizzazione nei fiumi.

Tabella 6.1– Primo livello di tipizzazione dei CI: impatto della nuova delimitazione tra le HER 11 e 14

Tabella 6.2 – Secondo livello di tipizzazione dei CI: impatto della nuova delimitazione tra le HER 11 e 14

Tabella 6.3 - Habitat e specie da salvaguardare bacino del fiume Marta

Tabella 6.4 - Habitat e specie da salvaguardare bacino del fiume Marta: corpi idrici delle acque marino-costiere

Tabella 6.5 - Habitat e specie da salvaguardare bacino del fiume Mignone

Tabella 6.6- Habitat e specie da salvaguardare bacino del fiume Mignone: corpi idrici delle acque marino-costiere

Tabella 6.7 - Bacino del fiume Mignone – processo di tipizzazione e confronto con la DGR Lazio n.563 del 2011

Tabella 6.8 - Bacino del fiume Mignone – processo di tipizzazione e confronto con la DGR Lazio n.563 del 2011

Tabella 6.9- Valutazione della significatività della pressione dei reflui urbani per i corpi idrici oggetto di approfondimento – bacino del fiume Marta

Tabella 6.10- Valutazione della significatività della pressione reflui urbani nel bacino afferente al corpo idrico fiume Marta 2 e sottobacini significativi

Tabella 6.11- Valutazione della significatività della pressione reflui urbani nel bacino afferente al corpo idrico fiume Marta 3 e sottobacini significativi

Tabella 6.12- Valutazione della significatività della pressione reflui urbani nel bacino afferente al corpo idrico torrente Traponzo e sottobacini significativi

Tabella 6.13- Valutazione della significatività della pressione reflui urbani per i corpi idrici oggetto di approfondimento – bacino del fiume Mignone

Tabella 6.14- Valutazione della significatività della pressione reflui urbani nel bacino afferente al corpo idrico fiume Mignone 2 e sottobacini significativi

Tabella 6.15- Valutazione della significatività della pressione reflui urbani nel bacino afferente al corpo idrico fiume Mignone 3 e sottobacini significativi

Tabella 6.16- Valutazione della significatività della pressione agricola per i corpi idrici oggetto di approfondimento – bacino del fiume Marta

Tabella 6.17- Estensione percentuale delle aree ad uso agricolo per categoria d'uso – bacino del fiume Marta

Tabella 6.18- Valutazione della significatività della pressione agricola nel bacino afferente al corpo idrico fiume Marta 2 e sottobacini significativi

Tabella 6.19- Estensione percentuale delle aree ad uso agricolo per categoria d'uso nel bacino afferente al corpo idrico fiume Marta 2 e sottobacini significativi

Tabella 6.20- Valutazione della significatività della pressione agricola nel bacino afferente al corpo idrico fiume Marta 3 e sottobacini significativi

Tabella 6.21- Estensione percentuale delle aree ad uso agricolo per categoria d'uso nel bacino afferente al corpo idrico fiume Marta 3 e sottobacini significativi

Tabella 6.22- Valutazione della significatività della pressione agricola nel bacino afferente al corpo idrico al torrente Traponzo e sottobacini significativi

Tabella 6.23- Estensione percentuale delle aree ad uso agricolo per categoria d'uso nel bacino afferente al corpo idrico fiume Marta 3 e sottobacini significativi

Tabella 6.24- Valutazione della significatività della pressione agricola per i corpi idrici oggetto di approfondimento – bacino del fiume Mignone

Tabella 6.25 - Estensione percentuale delle aree ad uso agricolo per categoria d'uso - bacino del fiume Mignone

Tabella 6.26- Valutazione della significatività della pressione agricola nel bacino afferente al corpo idrico fiume Mignone 2 e sottobacini significativi

Tabella 6.27- Estensione percentuale delle aree ad uso agricolo per categoria d'uso nel bacino afferente al corpo idrico fiume Mignone 2 e sottobacini significativi

Tabella 6.28- Valutazione della significatività della pressione agricola nel bacino afferente al corpo idrico fiume Mignone 3 e sottobacini significativi

Tabella 6.29- Estensione percentuale delle aree ad uso agricolo per categoria d'uso nel bacino afferente al corpo idrico fiume Mignone 3 e sottobacini significativi

Tabella 6.30 - Bacino del fiume Marta – Stato di qualità

Tabella 6.31 - Bacino del fiume Mignone – Stato di qualità

Tabella 6.32: Pressione acque reflue urbane – indicatori di impatto, valori soglia e modalità di definizione

Tabella 6.33: Pressione diffusa in agricoltura – indicatori di impatto, valori soglia e modalità di definizione

Tabella 6.34- Valutazione della significatività dell'impatto per la pressione reflui urbani nel bacino afferente al corpo idrico fiume Marta 1

Tabella 6.35- Valutazione della significatività dell'impatto per la pressione diffusa in agricoltura nel bacino afferente al corpo idrico fiume Marta 1

Tabella 6.36- Valutazione della significatività dell'impatto per la pressione reflui urbani nel bacino afferente al corpo idrico fiume Marta 2

Tabella 6.37- Valutazione della significatività dell'impatto per la pressione diffusa in agricoltura nel bacino afferente al corpo idrico fiume Marta 2

Tabella 6.38- Valutazione della significatività dell'impatto per la pressione reflui urbani nel bacino afferente al corpo idrico fiume Marta 3

Tabella 6.39- Valutazione della significatività dell'impatto per la pressione diffusa in agricoltura nel bacino afferente al corpo idrico fiume Marta 3

Tabella 6.40- Valutazione della significatività dell'impatto per la pressione reflui urbani nel bacino afferente al corpo idrico torrente Biedano 2

Tabella 6.41- Valutazione della significatività dell'impatto per la pressione diffusa in agricoltura nel bacino afferente al corpo idrico torrente Biedano 2

Tabella 6.42- Valutazione della significatività dell'impatto per la pressione reflui urbani nel bacino afferente al corpo idrico torrente Traponzo 2

Tabella 6.43- Valutazione della significatività dell'impatto per la pressione diffusa in agricoltura nel bacino afferente al corpo idrico torrente Traponzo 2

Tabella 6.44- Valutazione della significatività dell'impatto per la pressione reflui urbani nel bacino afferente al corpo idrico fiume Mignone 1

Tabella 6.45- Valutazione della significatività dell'impatto per la pressione diffusa in agricoltura nel bacino afferente al corpo idrico fiume Mignone 1

Tabella 6.46- Valutazione della significatività dell'impatto per la pressione reflui urbani nel bacino afferente al corpo idrico fiume Mignone 2

Tabella 6.47- Valutazione della significatività dell'impatto per la pressione diffusa in agricoltura nel bacino afferente al corpo idrico fiume Mignone 2

Tabella 6.48- Valutazione della significatività dell'impatto per la pressione reflui urbani nel bacino afferente al corpo idrico fiume Mignone 3

Tabella 6.49- Valutazione della significatività dell'impatto per la pressione diffusa in agricoltura nel bacino afferente al corpo idrico fiume Mignone 3

Tabella 6.50- Valutazione della significatività dell'impatto per la pressione reflui urbani nel bacino afferente al corpo idrico torrente Vesca 2

Tabella 6.51- Valutazione della significatività dell'impatto per la pressione diffusa in agricoltura nel bacino afferente al corpo idrico torrente Vesca 2

Tabella 6.52- Valutazione della significatività dell'impatto per la pressione reflui urbani nel bacino afferente al corpo idrico fosso Lenta 2

Tabella 6.53- Valutazione della significatività dell'impatto per la pressione diffusa in agricoltura nel bacino afferente al corpo idrico fosso Lenta 2

Tabella 6.54- Valutazione della significatività dell'impatto per la pressione reflui urbani nel bacino afferente al corpo idrico fosso Verginese 2

Tabella 6.55- Valutazione della significatività dell'impatto per la pressione diffusa in agricoltura nel bacino afferente al corpo idrico fosso Verginese 2

Tabella 6.56 – Corpi idrici sotterranei zona costiera: pressione diffusa in agricoltura

Tabella 6.57 – acque superficiali zona costiera specie di diatomee tipiche delle “brackish water”

INDICE DELLE TAVOLE

Tavola 6.1 - Bacino del fiume Marta: delimitazione dei sottobacini

Tavola 6.2 - Bacino del fiume Mignone: delimitazione dei sottobacini

Tavola 6.3 - Bacino del fiume Marta: impatto atteso inquinamento chimico indice di contaminazione dei pesticidi

Tavola 6.4 - Bacino del fiume Mignone: impatto atteso inquinamento chimico indice di contaminazione dei pesticidi

INDICE DELLE FIGURE

Figura 2.1: Unit of Management e Competent Authority(https://www.isprambiente.gov.it/pre_meteo/idro/UoM_CA.html)

Figura 2.2 - Contenuto accessibile attraverso il portale WISE (<https://water.europa.eu/freshwater>)

Figura 5.1 - Il percorso di regionalizzazione del territorio italiano: dalla WFD al DM 131/2008.

Figura 5.2: Classificazioni delle HER in accordo con i tre fattori di controllo considerati: orografia, clima e geologia.

Figura 5.3 Gruppi Geolitologici della Regione Lazio: estensione sul territorio regionale

Figura 5.4 - Schema del processo di codifica del tipo fluviale seguito dalla Regione Lazio

Figura 5.5 - Check list delle pressioni e loro strumenti di valutazione (Guidance document n.3)

Figura 6.1 –Risultato della nuova perimetrazione del le HER 11 e 14

Figura 6.2 - Habitat e specie da salvaguardare bacino del fiume Marta

Figura 6.4 - Habitat e specie da salvaguardare bacino del fiume Mignone

Figura 6.5 – Torrente Biedano: sottobacino totale e sottobacino afferente al CI regionale codice F5.79

Figura 6.6: Bacino del fiume Marta – Localizzazione della categoria 1.1 – zone urbanizzate (CLC18)

Figura 6.7: Bacino del fiume Mignone – Localizzazione della categoria 1.1 – zone urbanizzate (CLC18)

Figura 6.8: Fiume Mignone valutazione pressione agricola: estensione aree esondabili all'interno dei buffer 500m

Figura 6.9: Fiume Marta valutazione pressione agricola: estensione aree esondabili all'interno dei buffer 500m

Figura 6.10: Pressione agricola: applicazione ai sottobacini del fiume Marta definiti nel presente studio

Figura 6.11: Pressione agricola: applicazione ai sottobacini del fiume Mignone definiti nel presente studio

Figura 6.12: Pressione scarichi urbani: applicazione ai sottobacini del fiume Marta definiti dal PTAR

Figura 6.13: Pressione agricola: applicazione ai sottobacini del fiume Marta definiti dal PTAR

Figura 6.14: Pressione agricola: applicazione all'unità idrogeologica dei Monti Cimini – sotto unità Traponzo

Figura 6.15: Pressione agricola: corpi idrici sotterranei nella zona costiera - valutazione nitrati e cloruri

Figura 6.16 - Bacino del fiume Marta; localizzazione stazioni già monitorate e di nuova individuazione

Figura 6.17 - Bacino del fiume Mignone; localizzazione stazioni già monitorate e di nuova individuazione

Figura 6.18 – Attività di monitoraggio sul torrente Tafone

Figura 6.19– Attività di monitoraggio sul torrente Tafone

Figura 6.20 – Stato di alterazione sul Rio Melledra

Figura 6.21 – Attività di monitoraggio sul torrente Arrone e fiume Mignone I

ABSTRACT

La presenza e disponibilità della risorsa idrica ha sempre giocato un ruolo fondamentale nello sviluppo economico dei diversi Paesi; con l'approvazione a livello europeo della Direttiva quadro acque, il principio di salvaguardia e continuo miglioramento della qualità delle acque superficiale e sotterranea è diventato centrale.

In un ambiente sempre più antropizzato, lo stato di qualità dei corpi idrici è influenzato dalle pressioni significative incidenti spesso legate alla cattiva depurazione delle acque reflue urbane, nonché all'uso intensivo del suolo in agricoltura.

La caratterizzazione dei corpi idrici, la valutazione della significatività di una pressione e la definizione del conseguente impatto potenziale sono alla base della pianificazione degli interventi per attuare azioni di mitigazione o risanamento ma anche di conservazione dell'alto valore dei beni naturali.

La predisposizione di adeguati piani e programmi di monitoraggio delle acque superficiali e sotterranee che consentano di evidenziare le eventuali criticità presenti, è dunque fondamentale per il raggiungimento degli obiettivi di tutela della qualità della risorsa.

Nel presente lavoro l'area di studio è la provincia di Viterbo nella quale, partendo da metodologie riconosciute a livello europeo, sono state proposte delle modifiche al processo di tipizzazione suggerito per l'individuazione di aree a comportamento omogeneo da sottoporre a analisi delle pressioni ritenute maggiormente presenti all'interno dei bacini superficiali e sotterranei. La successiva analisi delle pressioni esistenti, anche attraverso l'individuazione e impiego di differenti indicatori e valori soglia sperimentati nell'ambito delle interazioni pressione-stato-impatto, ha consentito di proporre delle modifiche alle attività di monitoraggio attuate dall'ARPA.

The presence and availability of water resources have always played a fundamental role in the economic development of different countries; with the European approval of the Water Framework Directive, the principle of safeguarding and continuous improvement of the quality of surface and groundwater has become central.

In an increasingly anthropogenic environment, the quality status of water bodies is influenced by significant pressures often related to poor urban wastewater treatment, as well as intensive land use in agriculture. The characterization of water bodies, the assessment of the significance of a pressure, and the definition of the consequent potential impact are fundamental to planning interventions to implement mitigation or remediation actions, as well as the conservation of the high value of natural assets.

The preparation of adequate plans and monitoring programs for surface and groundwater that highlight any existing critical issues, is therefore essential for achieving the objectives of protecting the quality of the resource. In this work, the study area is the province of Viterbo, where, starting from methodologies recognized at the European level, modifications to the typification process suggested for identifying areas with homogeneous behaviour for analysis of pressures considered to be most prevalent within surface and groundwater basins have been proposed. The subsequent analysis of existing pressures, also through the identification and use of different indicators and threshold values tested within the pressure-state-impact interactions, has allowed for proposing modifications to the monitoring activities carried out by the ARPA.

1. INTRODUZIONE

1.1 Stato dell'arte

L'eccessivo sfruttamento delle risorse idriche da parte dell'uomo è stata una delle preoccupazioni legate all'acqua in tutto il mondo per decenni. Questa crescente consapevolezza ha fatto sì che venissero approvate norme giuridiche per regolare prelievi e immissioni che possano generare impatti rilevanti al comparto acqua. In Europa la normativa vigente è la Direttiva 2000/60/CE, anche detta Water Framework Directive WFD (Xiuming Sun 2022; Naddeo 2007). La direttiva persegue obiettivi ambiziosi (Whiteman et al., 2010) quali: migliorare lo stato delle acque, prevenire il deterioramento qualitativo e quantitativo, migliorare le condizioni degli ecosistemi acquatici all'interno della Comunità (Caponera 2007) e assicurarne un utilizzo sostenibile, per salvaguardare le risorse idriche future (Scannapieco 2012, Naddeo 2007, Naddeo 2021).

La WFD stabilisce scadenze inequivocabili per ciascuno dei requisiti proposti che si aggiungono a un calendario generale ambizioso (Barth e Fawell 2001, Belgiorno et al. 2004, Moroglu e Yazgan 2008, De Stefano 2010).

La consapevolezza dell'importanza vitale della risorsa acqua, ha portato, negli ultimi decenni, a considerarla non come risorsa da sfruttare, ma come risorsa meritevole di tutela. Da qui, è emerso un nuovo concetto, quello appunto dello sviluppo sostenibile; già annunciato nella Dichiarazione delle Nazioni Unite sull'Ambiente Umano, UNCHE 1972, tale principio ha trovato piena consacrazione nella Dichiarazione di Rio su Ambiente e Sviluppo, UNCED 1992, e in numerose convenzioni internazionali, tra le quali quella dell'UNECE, 1998 (McCaffrey 1993, Tanzi 2012.).

La WFD, oltre a stabilire gli obiettivi per lo stato delle acque in Europa, introduce nuovi modi e processi per raggiungerli. L'obiettivo generale è uno "stato" "buono" e non deteriorato per tutte le acque superficiali, sotterranee e costiere. Lo strumento principale è l'organizzazione e la pianificazione a livello di bacino idrografico e l'individuazione di misure di controllo dell'inquinamento (Kallis e Butler, 2001). La WFD stabilisce scadenze chiare per ciascuno dei requisiti da raggiungere, che si traduce in un calendario complessivo ambizioso (Barth e Fawell, 2001, Belgiorno et al., 2002).

L'obiettivo per le acque superficiali è quello di un "buono" stato di qualità ecologica e chimica. Un'acqua superficiale è definita di buona qualità ecologica se c'è solo un leggero allontanamento dalla comunità biologica che ci si aspetterebbe in condizioni di minimo impatto antropico. Nella WFD è previsto un processo standard per definire di conseguenza gli standard locali. Gli elementi di qualità per la valutazione sono suddivisi in elementi biologici (ad esempio composizione e abbondanza di

flora e fauna), elementi idromorfologici (ad esempio quantità e dinamica del flusso, variazione della profondità e della larghezza del fiume) ed elementi fisico-chimici di supporto (ad esempio condizioni termiche/di ossigenazione, salinità, nutrienti, ecc.) per fiumi, laghi, acque di transizione e artificiali/modificate, cioè quelle acque create o risultanti da una modificazione fisica, al servizio delle attività economiche (Mostert, 2003).

L'Art.4 della direttiva fissa alcuni obiettivi, impiegando il metodo della ponderazione degli interessi, imponendo agli Stati di proteggere, migliorare, ripristinare tutti i corpi idrici, al fine di pervenire ad un buono stato ecologico dell'acqua. La Direttiva obbliga altresì gli Stati ad impiegare tutte le misure necessarie, per impedire il deterioramento dello stato di tutti i corpi idrici (superficiali e sotterranei), migliorandone la qualità; mira alla protezione rafforzata e al miglioramento dell'ambiente acquatico, anche attraverso misure specifiche per la graduale riduzione e/o la graduale eliminazione degli scarichi, delle emissioni e delle perdite di sostanze pericolose prioritarie. Assicura, inoltre, la graduale riduzione dell'inquinamento delle acque sotterranee, impedendone l'aumento; inserisce l'approccio combinato per le fonti puntuali e diffuse, attraverso controlli sulle emissioni basati sulle migliori tecniche disponibili (BAT - Best Available Technology), in caso di impatti diffusi, controlli comprendenti le migliori prassi ambientali (BMP – Best Management Practices), e la definizione degli standard di qualità ambientale (SQA o EQS - Environmental Quality Standards). Infine, tiene conto del principio del recupero dei costi dei servizi idrici, inclusi i costi ambientali e quelli relativi alle risorse, sulla base del principio di “chi inquina paga”, impedisce un ulteriore deterioramento, protegge e migliora lo stato degli ecosistemi acquatici, degli ecosistemi terrestri e delle zone umide direttamente dipendenti dagli ecosistemi acquatici, sotto il profilo del fabbisogno idrico, contribuendo ulteriormente, a mitigare gli effetti delle inondazioni e della siccità (Quadri, 2016).

1.1.1 Obiettivi di tutela delle acque

La WFD stabilisce una struttura globale per l'intervento comunitario nel campo della politica idrica, con particolare attenzione allo stato ecologico e chimico dei corpi idrici, accertato attraverso programmi di monitoraggio (Mirauda 2011, Dos Santos 2021, Tsangas 2020). La WFD mira a migliorare l'ecosistema acquatico facilitando l'uso delle risorse idriche in base alla loro protezione a lungo termine e riducendo l'impatto ambientale dell'uomo (Giorgio 2016, Economidou 2021).

L'obiettivo finale è raggiungere uno stato “Buono” per tutti i tipi di acqua (superficiale, sotterranea e costiera) e di sostanze chimiche. Le Autorità di bacino vengono istituite per migliorare l'attuazione del processo attraverso i loro piani di gestione e monitoraggio delle risorse economiche (Earle 2008,

Kallis 2001). Si prevedeva che l'obiettivo iniziale di ottenere uno status favorevole sarebbe stato raggiunto entro il 2015. Tuttavia, sono state stabilite date obiettivo successive per il 2021 e il 2027 (Barth 2001, De Stefano 2010, Moroglu 2008). La legislazione introduce definizioni descrittive per determinare lo stato di ciascun elemento di qualità, oltre a 5 livelli di stato: elevato, buono, moderato, scarso e cattivo.

La WFD definisce un nuovo approccio per valutare la qualità delle acque superficiali basato sulle condizioni delle comunità biologiche presenti e sulla loro deviazione da un corpo idrico di riferimento. Il corpo idrico è classificato di buona qualità ecologica se la comunità biologica residente differisce solo leggermente da quella che ci si aspetterebbe in condizioni di minimo impatto antropico. È imperativo che gli Stati membri raggiungano uno stato ecologico di “buono” per le loro acque superficiali. Ciò include il raggiungimento dello stato ecologico desiderato e il mantenimento dello stato già elevato di questi fiumi. Analogamente lo stato chimico viene classificato come “buono” se le concentrazioni chimiche specificate nella Direttiva vengono rispettate nel corpo idrico analizzato, oppure “non soddisfacente” se gli standard non vengono soddisfatti. La definizione dello stato ecologico e chimico è reso possibile dall'introduzione di un sistema di monitoraggio che definisce la qualità dell'acqua e fornisce informazioni e dati essenziali sul raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale (Mancini 2009).

1.1.2 Funzioni delle Agenzie Regionali per la Protezione Ambientale

La risorsa “*acqua*”, in tutte le sue modalità di fruizione ed utilizzazione, deve essere gestita in maniera ottimale per consentirne la conservazione qualitativa e quantitativa per le generazioni future, ed in assoluto per perpetuare la vita sul nostro pianeta. Lo Stato Italiano e le Regioni programmano le attività di monitoraggio degli ambienti acquatici al fine di valutare lo stato di qualità chimico ed ecologico dei corpi idrici. Alle ARPA è demandata l'esecuzione del monitoraggio con funzioni di controllo, monitoraggio e vigilanza su: acque superficiali, acque sotterranee, acque marine, acque di balneazione, acque destinate alla produzione di acqua potabile, acque dolci idonee alla vita dei pesci, acque destinate alla vita dei molluschi, acque destinate al consumo umano, acque reflue urbane (depuratori).

L'attività è svolta attraverso reti di monitoraggio qualitativo e quantitativo, gestite direttamente dalle ARPA, per conto dei Ministeri, della Regione, degli Enti Locali (in particolare Province e Comuni) e dei Dipartimenti di Prevenzione delle AUSL o su richiesta di soggetti pubblici o privati.

Generalmente i Dipartimenti Provinciali eseguono i campionamenti, le analisi e gli accertamenti tecnici, la Direzione centrale coordina le attività e elabora report tematici e relazioni di sintesi.

Attraverso una rete di monitoraggio capillarmente diffusa sul territorio, le ARPA effettuano il monitoraggio delle condizioni fisiche, chimiche e biologiche delle acque al fine di valutarne lo stato di qualità e la sua evoluzione nel tempo.

1.2 Analisi delle pressioni

Uno degli obiettivi principali della WFD è quello di raggiungere e mantenere un buono stato per tutti i corpi idrici superficiali e le acque sotterranee, di prevenire il deterioramento e quindi di garantire la conservazione dei corpi idrici esistenti in buono stato entro il 2027 (Kiefer et al., 2015). Partendo dalla consapevolezza che elevati carichi di nutrienti hanno portato all'eutrofizzazione dei corpi idrici superficiali in diversi paesi e regioni (van der Grift et al., 2016), risulta prioritario stimare il carico di nutrienti nei corpi idrici al fine di definire strategie di controllo. La base quantitativa per ottenere stime accurate e precise è un insieme di dati sufficiente e affidabile. Purtroppo, questa base è piuttosto debole e ancora oggetto di molte discussioni metodologiche (Xiuming Sun, 2022).

Nella ricerca sulla qualità dell'acqua, l'analisi dei carichi di nutrienti è necessaria per comprendere il comportamento dei nutrienti nei corpi idrici e per supportare la gestione delle risorse idriche (van Geer et al., 2016). L'azoto (N) e il fosforo (P) sono i parametri più monitorati e/o stimati per valutare lo stato di qualità dell'acqua. Si ritiene generalmente che provengano da fonti non puntuali e puntuali (Yi et al., 2020). Le fonti non puntuali si riferiscono principalmente all'infiltrazione o al deflusso superficiale di fertilizzanti agricoli e/o all'erosione del suolo nei corpi idrici, in particolare nelle aree dominate dall'agricoltura. Le fonti non puntuali di nutrienti sono relativamente difficili da quantificare a causa delle origini varie e disperse. Le fonti puntuali sono principalmente gli effluenti fognari e/o lo smaltimento dagli impianti di trattamento delle acque reflue (WFD, 2000). In linea di principio, per il calcolo del carico sono necessari set di dati continui di scarico e concentrazioni di nutrienti. La misurazione della portata è il presupposto fondamentale per stimare il carico di nutrienti (Lloyd et al., 2016). La portata dello scarico può essere facilmente registrata da una stazione di misurazione; tuttavia, i parametri chimici comunemente utilizzati per misurare la qualità dell'acqua richiedono per lo più analisi di laboratorio e un trattamento elaborato dei campioni sul campo e in laboratorio (Harmel et al., 2006; Bende-Michl et al., 2011). La misurazione delle concentrazioni di nutrienti è relativamente costosa, soprattutto per un monitoraggio a lungo termine. Pertanto, per

ottenere la strategia di monitoraggio migliore ed efficace in termini di costi, è necessario stabilire un equilibrio tra la precisione del monitoraggio e la frequenza di campionamento (WFD, 2000).

1.2.1 Fonti diffuse in agricoltura

In molte parti del mondo, l'intensificazione dell'agricoltura ha portato a un drammatico aumento dell'apporto di azoto reattivo ai bacini idrografici agricoli nella seconda metà del XX secolo (Galloway et al., 2004). Gli input agricoli sono noti per essere la principale fonte di azoto nei bacini idrografici agricoli (Dunn et al., 2012, Howden et al., 2011b, Wang et al., 2013, Worrall et al., 2012). Ciò ha portato a un aumento generale del carico di azoto, principalmente sotto forma di nitrato, in molti fiumi del mondo (Seitzinger et al., 2010, Green et al., 2014). Tuttavia, l'utilizzo dell'azoto per stimare il tempo di transito del bacino idrografico non è semplice in quanto non è un tracciante conservativo. Molti studi sull'impatto dell'agricoltura sulla concentrazione di nitrati nei corsi d'acqua hanno messo in luce la mancanza di correlazione tra gli input e gli output stimati di azoto, ma mentre una parte di essi attribuisce questa discrepanza principalmente alla biotrasformazione dell'azoto, evidenziando il potenziale di attenuazione del sistema (Montreuil et al., 2010, Billen e Garnier, 1999), altri suggeriscono che sia dovuta principalmente allo stoccaggio di nitrati nel sistema idrogeologico (zona vadosa/insatura e acque sotterranee/zona satura) che porta a tempi di risposta superiori a diversi anni anche in bacini molto piccoli (Basu et al., 2012, Molenat et al., 2008, Owens et al., 2008, Ruiz et al., 2002a, Schilling e Spooner, 2006, Tomer e Burkart, 2003, Wriedt e Rode, 2006).

Per proteggere le acque sotterranee e superficiali dall'inquinamento causato dai nitrati (NO_3) provenienti da fonti agricole, la direttiva europea sui nitrati (91/676/CEE) ha imposto un livello massimo di concentrazione di 50 mg/L NO_3 in qualsiasi luogo e in qualsiasi momento (D'Haene 2022, Anonimo, 1991). Grazie agli intensi sforzi compiuti negli ultimi decenni per aumentare l'efficienza dei nutrienti e ridurre le perdite di nutrienti, le concentrazioni medie di NO_3 nell'UE sono diminuite tra il 1990 e il 2010, ma da allora la diminuzione si è stabilizzata (Agenzia europea dell'ambiente, 2020). Il dilavamento e la lisciviazione dai terreni agricoli continuano a essere le principali fonte di azoto (N) nei corpi idrici superficiali in Europa. Sono necessarie misure di mitigazione dell'azoto adattate alle condizioni locali per ridurre ulteriormente e in via prioritaria la pressione dell'azoto esercitata dall'agricoltura sulla qualità delle acque superficiali al fine di conseguire un buono stato ecologico delle acque superficiali (Commissione europea, 2018, Agenzia europea dell'ambiente, 2019).

1.2.2 Pressioni da fonti puntuali

La principale tipologia di pressione puntuale è rappresentata dalle acque reflue urbane. In Europa, la maggior parte delle acque reflue entra nelle fognature per essere convogliata in un impianto di trattamento delle acque reflue dove viene gestita per ridurre il carico inquinante. L'effluente viene quindi scaricato nell'ambiente, in genere fiumi, laghi e zone costiere (EEA Report 05/2022).

I reflui urbani dal punto di vista chimico, sono costituiti da una soluzione acquosa debolmente alcalina, molto diluita, contenente sostanze organiche ed inorganiche, solidi sospesi e dispersioni colloidali. Le caratteristiche delle acque effluenti da depuratore con trattamento a fanghi attivi, trattamento maggiormente adottato, sono pressoché costanti nel tempo. I reflui urbani depurati contengono circa il 99,9% di acqua, lo 0,02-0,03% di sostanze solide in sospensione e altre sostanze organiche e inorganiche insolubili per la percentuale residua. La quantità di sostanze solide può apparire minima; mentre considerato l'enorme volume di materiale trattato dagli impianti di depurazione queste diventano tonnellate. Le sostanze chimiche inorganiche presenti nelle acque potabili si ritrovano anche nelle acque reflue; i composti organici, invece, provengono dalle deiezioni umane e da altri rifiuti urbani. I composti organici presenti nelle acque reflue vengono classificati come azotati e non azotati. I principali composti azotati sono rappresentati da urea, proteine, ammine e aminoacidi; i non azotati comprendono carboidrati, lipidi e detergenti. Alcuni detergenti sintetici sono resistenti alla degradazione microbica. Sotto l'aspetto igienico-sanitario, le acque di fogna contengono ingenti quantità di microrganismi, parte dei quali sono patogeni per l'uomo e per gli animali (Lonigro 2007).

2. CONTESTO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

La Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE ([Water Framework Directive](#) WFD) si prefigge l'obiettivo di istituire un quadro per la protezione delle acque al fine di ridurre l'inquinamento, impedire un ulteriore deterioramento e migliorare l'ambiente acquatico, promuovendo un utilizzo idrico sostenibile che possa, nel contempo, contribuire a contenere e mitigare gli effetti delle inondazioni e della siccità (desertificazione e cambi climatici).

La WFD stabilisce, che la tutela delle acque sia affrontata a livello di “bacino idrografico” definito come *“area di terra e di mare, costituita da uno o più bacini idrografici limitrofi e dalle rispettive acque sotterranee e costiere”* e l'unità territoriale di riferimento per la gestione del bacino è individuata nel “distretto idrografico”.

Obiettivo primario fissato dalla WFD è il raggiungimento dello stato di qualità buono per i corpi idrici superficiali e sotterranei, ed il Piano di Gestione distrettuale (PGD) è lo strumento conoscitivo, strategico e programmatico attraverso cui gli Stati pianificano il perseguimento di detto obiettivo (che doveva essere raggiunto entro i primi quindici anni di applicazione della direttiva e quindi esteso e mantenuto nei successivi cicli sessennali di pianificazione). A meno di deroghe ammesse con scadenze al 2021 e 2027 per particolari situazioni o condizioni naturali.

Il processo di attuazione della WFD, è stato recepito con la Parte terza del D.Lgs. 152/2006 e con una serie di decreti integrativi e modificativi (D.M. 131/08; D.M. 260/2010; D.M. 56/2009; D. Lgs. 30/2009 ecc.), prevede due livelli di pianificazione: a scala distrettuale con il citato Piano di Gestione (art. 117 del D. Lgs. 152/06) e a scala regionale attraverso i Piani di Tutela (PTA) (art. 121 del D. Lgs. 152/06).

Indipendentemente dalla scala territoriale di riferimento e dalle differenti competenze amministrative, i due livelli di pianificazione devono essere entrambi finalizzati al raggiungimento degli obiettivi ambientali della WFD nel rispetto delle scadenze prescritte a livello comunitario. In tale scenario il PGD garantisce il più efficace coordinamento tra i vari Piani di Tutela, realizzati nell'ambito del Distretto, sia per l'interscambio delle risorse acquedottistiche, sia al fine di garantire la coerenza con gli altri strumenti di pianificazione e programmazione nei diversi settori comunque interferenti con quello idrico (agricoltura, urbanistica, difesa del suolo, energia, infrastrutture viarie, aree protette, ecc.) ai fini della tutela delle risorse idriche.

A scala regionale, attraverso i Piani di Tutela (art 121 del D.lgs. 152/06), le singole Regioni sono chiamate a pianificare e programmare il comparto idrico al fine di contribuire al raggiungimento o il mantenimento degli obiettivi, intermedi e finali, di qualità dei corpi idrici attraverso la scelta e la

implementazione delle opportune misure di tutela quali quantitativa della risorsa idrica e di garantire un efficace coordinamento con i PGD.

In particolare, il Piano di Tutela delle Acque definisce, sulla base di una approfondita attività di analisi del contesto territoriale, una valutazione delle pressioni, gli eventuali impatti ed il complesso delle azioni (misure strutturali e non strutturali) da intraprendere per il perseguimento degli obiettivi di qualità ambientale, articolando e dettagliando alla scala locale le misure previste dal PGD.

Ancor prima del recepimento della WFD, l'ordinamento giuridico nazionale aveva introdotto con la Legge 183/89 il concetto di bacino idrografico e la necessità di sviluppare forme integrate e coordinate di pianificazione alla scala di bacino o sottobacino.

2.1 Autorità Competenti e Unità di Gestione

L'art. 3 della DQA prevede che gli Stati Membri identifichino autorità competenti (***Competent Authority – CA***) ai fini dell'attuazione della direttiva e individuino gli ambiti di bacino su cui tale competenza si attua, detti Unità di Gestione (Figura 2.1 ***Unit of Management – UoM***).

La **Legge n. 221 del 28 dicembre 2015** “Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali” (c.d. Collegato Ambientale, [Gazzetta n.13 del 18 gennaio 2016](#)), con l'art. 51, è intervenuta nella modifica sia dell'art. 63 (**Autorità di bacino distrettuale**) che dell'art. 64 (**Distretti idrografici**) del **D.Lgs. 152/2006**. In particolare, con la modifica di quest'ultimo articolo, viene definito un nuovo assetto territoriale per i **Distretti Idrografici**, definiti nella norma come “*area di terra e di mare, costituita da uno o più bacini idrografici limitrofi e dalle rispettive acque sotterranee e costiere che costituisce la principale unità per la gestione dei bacini idrografici*”, portandoli da 8 a 7 con la soppressione del Distretto Idrografico del Serchio e la sua assimilazione al Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale e con una diversa attribuzione ai Distretti di alcuni bacini regionali e interregionali, così come definiti ai sensi della **Legge n. 183 del 18 maggio 1989**.

Il nuovo assetto territoriale previsto dalla **L. 221/2015** in vigore dal 2 febbraio 2016 con i **7 Distretti Idrografici**:

- Alpi Orientali;
- Fiume Po;
- Appennino Settentrionale;
- Appennino Centrale;

- Appennino Meridionale;
- Sardegna;
- Sicilia.

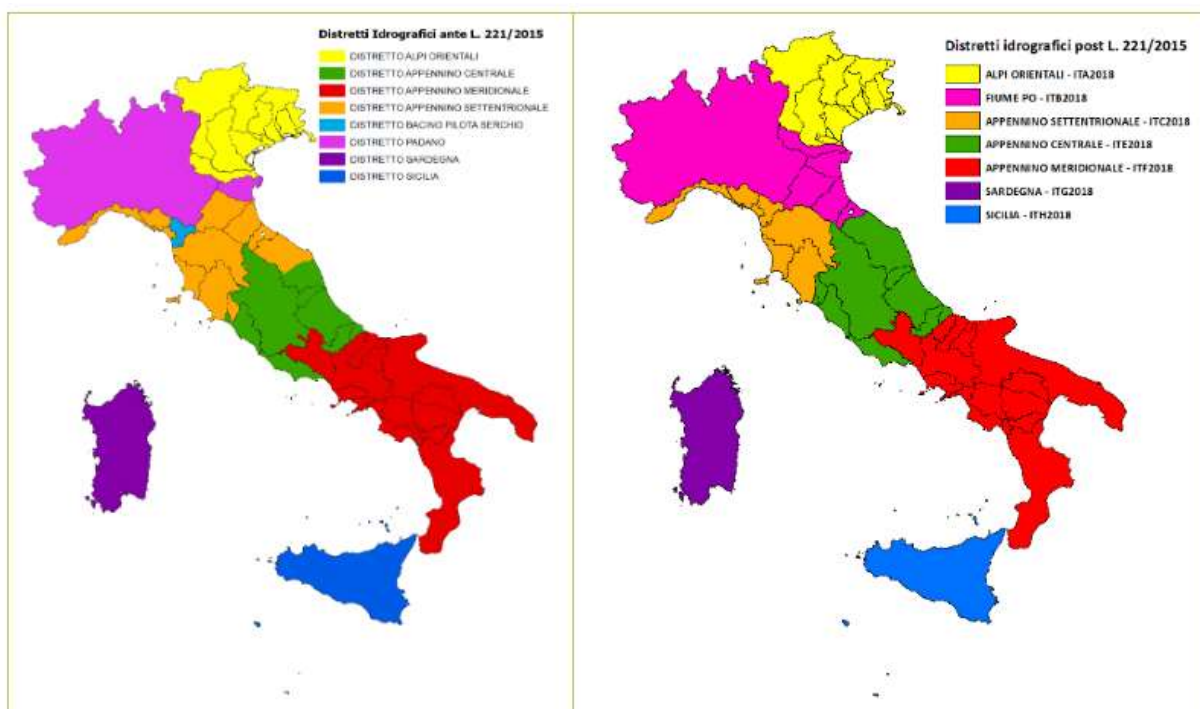


Figura 2.1: Unit of Management e Competent Authority (https://www.isprambiente.gov.it/pre_meteo/idro/UoM_CA.html)

2.2 WISE: il Sistema informativo Europeo sulle acque

Nel novembre 2003, i rappresentanti della Commissione, degli Stati Membri e degli organismi europei interessati hanno definito una posizione comune per la creazione di un sistema informativo europeo dedicato alle acque Water Information System for Europe (WISE), per la gestione e diffusione informatizzata dei dati e informazioni inviati alla Commissione in adempimento alla Direttiva 2000/60/CE.

Il portale, che si trova all'indirizzo www.water.europa.eu, lanciato in occasione della Conferenza Europea sulle Acque del 22 marzo 2007, permette l'accesso del pubblico alle informazioni sulle acque, sia quelle provenienti dal reporting degli Stati Membri, sia quelle già disponibili sui sistemi informativi delle istituzioni Europee che partecipano allo sviluppo del sistema WISE, soprattutto l'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA) e Joint Research Centre (JRC) (figura 2.2). Il sistema, attraverso il componente WISE Viewer, permette di navigare nelle informazioni disponibili attraverso mappe interattive, che sintetizzano i dati (ad esempio di monitoraggio) e visualizzano le relative carte tematiche.

A partire dal reporting 2007 relativo alle reti di monitoraggio (art. 8), il sistema WISE è l'unico mezzo ammesso per assolvere gli obblighi di reporting posti dalla Dir. 2000/60/CE. Il WISE rappresenta la componente per il tema acque del Sistema informativo distribuito europeo (SEIS), utilizzato per la trasmissione di tutte le informazioni e i dati sulle varie tematiche ambientali, che prevede ad oggi anche i flussi di reporting dovuti in adempimento ad altre Direttive e convenzioni sulle acque, in particolare le Direttive reflui urbani (UWWD), acque di balneazione (BWD), Nitrati (NiD), secondo una gestione delle informazioni geo-referenziate consistente con la Direttiva INSPIRE

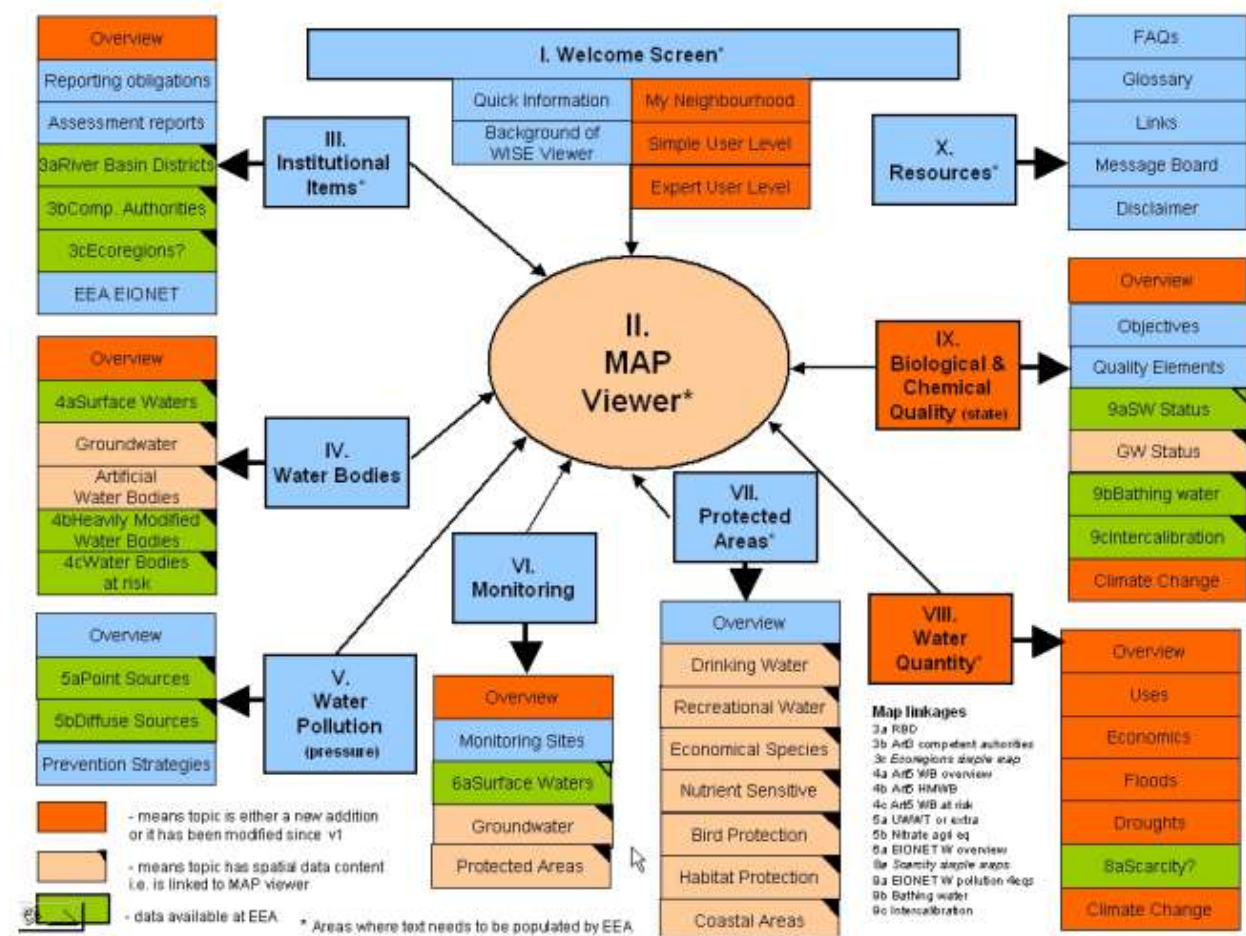


Figura 2.2 - Contenuto accessibile attraverso il portale WISE (<https://water.europa.eu/freshwater>)

Al termine di ogni piano di gestione, quindi di norma con cadenza sessennale, gli stati membri trasmettono le informazioni attraverso il WISE allo scopo di effettuare il reporting della Direttiva Quadro Acque. Si riporta di seguito il quadro temporale delle attività di monitoraggio e reporting:

- primo aggiornamento del Piano di Gestione (anni 2010-2015) e reporting 2016;
- secondo aggiornamento del Piano di Gestione (2015-2020) e reporting 2022
- terzo aggiornamento del Piano di Gestione (2021-2026), monitoraggio in corso.

2.3 Istituzione e compiti del Sistema nazionale di protezione ambientale (SNPA)

Con l'entrata in vigore, il 14 gennaio, della legge 28 giugno 2016 n. 132, "*Istituzione del Sistema nazionale a rete per la protezione dell'ambiente (SNPA) e disciplina dell'Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale (ISPRA)*" (GU n.166 del 18-7-2016), è diventato operativo, a livello nazionale, un nuovo approccio strategico per la protezione dell'ambiente, il cui obiettivo è quello di far lavorare in rete tutte le istituzioni coinvolte nel campo ambientale.

Questo sistema a rete **SNPA**, costituito da **ISPRA** e dalle 21 agenzie ambientali regionali (**ARPA**) e delle province autonome (**APPA**), è stato istituito "al fine di assicurare omogeneità ed efficacia all'esercizio dell'azione conoscitiva e di controllo pubblico della qualità dell'ambiente a supporto delle politiche di sostenibilità ambientale e di prevenzione sanitaria a tutela della salute pubblica (art.1)",

La legge attribuisce al **SNPA** compiti fondamentali (art.3) quali:

- attività ispettive nell'ambito delle funzioni di controllo ambientale
- monitoraggio dello stato dell'ambiente
- controllo delle fonti e dei fattori di inquinamento
- attività di ricerca finalizzata a sostegno delle proprie funzioni
- supporto tecnico-scientifico alle attività degli enti statali, regionali e locali che hanno compiti di amministrazione attiva in campo ambientale
- raccolta, organizzazione e diffusione dei dati ambientali che, unitamente alle informazioni statistiche derivanti dalle predette attività, costituiranno riferimento tecnico ufficiale da utilizzare ai fini delle attività di competenza della pubblica amministrazione.

L'ISPRA è persona giuridica di diritto pubblico dotata di autonomia tecnico-scientifica, di ricerca, organizzativa, finanziaria, gestionale, patrimoniale e contabile, sottoposta alla vigilanza del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare (art 4 comma 1).

Le agenzie per la protezione dell'ambiente sono persone giuridiche di diritto pubblico, dotate di autonomia tecnico-scientifica, amministrativa e contabile. Le regioni e le Province autonome di Trento e di Bolzano disciplinano con proprie leggi la struttura, il funzionamento, il finanziamento e la pianificazione delle attività delle agenzie, nel rispetto dei LEPTA e tenendo conto delle disposizioni contenute nel programma triennale delle attività, di cui all'articolo 10. Le agenzie svolgono le attività istituzionali tecniche e di controllo obbligatorie necessarie a garantire il raggiungimento dei LEPTA nei territori di rispettiva competenza (art.7).

Art. 2 «livello essenziale di prestazione LEPTA»: il livello qualitativo e quantitativo di attività che deve essere garantito in modo omogeneo sul piano nazionale, ai sensi dell'articolo 117, secondo comma, lettera m), della Costituzione, di cui i LEPTA costituiscono l'applicazione in materia di ambiente

L'ISPRA opera da numerosi anni nel settore della tutela delle acque dall'inquinamento su scala nazionale ed in ambito comunitario. Uno degli aspetti specificamente curati da ISPRA è la gestione dell'informazione sulla qualità delle acque interne e marine mediante il SINTAI - Sistema Informativo per la Tutela delle Acque in Italia, attraverso il quale tutte le attività relative alla gestione delle informazioni vengono espletate. Le informazioni a scala nazionale, nei formati standard stabiliti dalle norme, sono raccolte ed elaborate anche in risposta agli adempimenti comunitari. L'ISPRA aderisce ai formati di interscambio stabiliti in sede comunitaria, sia in collaborazione con l'EEA (Agenzia Europea per l'Ambiente) per quanto concerne il flusso di dati comunitario EIONET, sia, e soprattutto, in quanto costituisce, nell'ambito del sistema nazionale SINTAI, il nodo italiano del sistema WISE (Water Information System for Europe), il sistema informativo comunitario di reportistica conforme alla Direttiva Comunitaria WFD - 2000/60/CE. Il sistema SINTAI è realizzato e gestito dal Dipartimento per il monitoraggio e la tutela dell'ambiente e per la conservazione della biodiversità dell'ISPRA (<https://www.sintai.isprambiente.it/>).

2.4 Ruolo delle Agenzie Regionali di Protezione Ambientale (ARPA)

Un'agenzia regionale per la protezione dell'ambiente (in acronimo ARPA) è un ente della pubblica amministrazione italiana, costituito e operante in ogni regione d'Italia. Ciascuna regione ha costituito la propria Agenzia mediante approvazione di specifica legge regionale istitutiva. Come descritto in precedenza SNPA, istituito dalla legge 132/2016, è composto da 19 ARPA regionali e due APPA delle province autonome di Trento e Bolzano, oltre a ISPRA.

Le principali funzioni attribuite alle ARPA possono essere così riassunte:

- controllo di fonti e di fattori di inquinamento dell'aria, dell'acqua, del suolo, acustico ed elettromagnetico;
- monitoraggio delle diverse componenti ambientali: clima, qualità dell'aria, delle acque, caratterizzazione del suolo, livello sonoro dell'ambiente;
- controllo e vigilanza del rispetto della normativa vigente e delle prescrizioni dei provvedimenti emanati dalle autorità competenti in materie ambientali;
- supporto tecnico-scientifico, strumentale ed analitico agli enti titolari con funzioni di programmazione e amministrazione attiva in campo ambientale (regioni, province e comuni);
- sviluppo di un sistema informativo ambientale di supporto agli enti istituzionali e a disposizione delle organizzazioni sociali interessate.

Le attività riguardanti gli specifici temi ambientali di pertinenza delle ARPA sono regolamentate dalla legislazione comunitaria, nazionale e regionale, da atti amministrativi, da norme tecniche, linee guida e buone prassi.

Le ARPA svolgono attività relative a (tabella 2.1):

Prevenzione e controllo	Monitoraggio sullo stato dell'ambiente	Promozione, sviluppo e innovazione
• Autorizzazione Integrata Ambientale • depuratori • discariche • impianti di gestione dei rifiuti • termovalorizzatori ed inceneritori • Siti contaminati o potenzialmente contaminati • aziende a rischio di incidenti rilevanti • Emissioni di pareri • Partecipazioni a commissioni e conferenze di servizi	• acqua • aria • suolo e sottosuolo • radioattività • agro-nivo-meteorologico • biomonitoraggio e biodiversità • frane e dissesti • campi elettromagnetici • rumore e vibrazioni	• Educazione, informazione e comunicazione ambientale • Sviluppo sostenibile, acquisti pubblici sostenibili • Sicurezza impiantistica • Contabilità ambientale, gestione sistema informativo ambientale • Certificazioni ambientali • Sviluppo del sistema qualità • Diffusione delle informazioni e dei dati ambientali

Tabella 2.1 – Attività delle ARPA

Le ARPA svolgono attività per il continuo aggiornamento della conoscenza sullo stato di qualità dei corpi idrici, nell'ambito dei programmi di tutela delle acque superficiali e sotterranee e nel quadro degli obiettivi previsti a livello europeo. Forniscono supporto tecnico alle Regioni e agli altri soggetti istituzionali nel quadro degli obiettivi previsti dalla Comunità Europea mediante attuazione dei piani di monitoraggio dei corpi idrici previsti nei Piani di gestione (PdG) e nei Piani di tutela (PdT) delle acque, effettua attività di vigilanza e controllo sulle fonti di pressione e contribuisce al flusso dati previsti dal Wise e dai reporting. E' inoltre chiamata a supporto dei processi decisorii per la verifica del raggiungimento degli obiettivi di qualità, nella definizione delle misure da adottare con studi, ricerche, approfondimenti utile a orientare i successivi PdG e PTA.

2.5 Il Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 “Norme in materia ambientale”

(G.U. n. 88 del 14 aprile 2006)

Le disposizioni contenute nella sezione II Titolo I definiscono la disciplina generale per la tutela delle acque superficiali, marine e sotterranee (art.73) perseguendo i seguenti obiettivi:

- a) prevenire e ridurre l'inquinamento e attuare il risanamento dei corpi idrici inquinati;
- b) conseguire il miglioramento dello stato delle acque ed adeguate protezioni di quelle destinate

a particolari usi;

- c) perseguire usi sostenibili e durevoli delle risorse idriche, con priorità per quelle potabili;
- d) mantenere la capacità naturale di autodepurazione dei corpi idrici, nonché la capacità di sostenere comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate;
- e) mitigare gli effetti delle inondazioni e della siccità contribuendo quindi a:
 - 1) garantire una fornitura sufficiente di acque superficiali e sotterranee di buona qualità per un utilizzo idrico sostenibile, equilibrato ed equo;
 - 2) ridurre in modo significativo l'inquinamento delle acque sotterranee;
 - 3) proteggere le acque territoriali e marine e realizzare gli obiettivi degli accordi internazionali in materia, compresi quelli miranti a impedire ed eliminare l'inquinamento dell'ambiente marino, allo scopo di arrestare o eliminare gradualmente gli scarichi, le emissioni e le perdite di sostanze pericolose prioritarie al fine ultimo di pervenire a concentrazioni, nell'ambiente marino, vicine ai valori del fondo naturale per le sostanze presenti in natura e vicine allo zero per le sostanze sintetiche antropogeniche;
- f) impedire un ulteriore deterioramento, proteggere e migliorare lo stato degli ecosistemi acquatici, degli ecosistemi terrestri e delle zone umide direttamente dipendenti dagli ecosistemi acquatici sotto il profilo del fabbisogno idrico.

Nonché definisce, per il raggiungimento degli obiettivi indicati, i seguenti strumenti:

- a) l'individuazione di obiettivi di qualità ambientale e per specifica destinazione dei corpi idrici;
- b) la tutela integrata degli aspetti qualitativi e quantitativi nell'ambito di ciascun distretto idrografico ed un adeguato sistema di controlli e di sanzioni;
- c) il rispetto dei valori limite agli scarichi fissati dallo Stato, nonché la definizione di valori limite in relazione agli obiettivi di qualità del corpo recettore;
- d) l'adeguamento dei sistemi di fognatura, collegamento e depurazione degli scarichi idrici, nell'ambito del servizio idrico integrato;
- e) l'individuazione di misure per la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento nelle zone vulnerabili e nelle aree sensibili;
- f) l'individuazione di misure tese alla conservazione, al risparmio, al riutilizzo ed al riciclo delle risorse idriche;
- g) l'adozione di misure per la graduale riduzione degli scarichi, delle emissioni e di ogni altra fonte di inquinamento diffuso contenente sostanze pericolose o per la graduale eliminazione degli stessi allorché contenenti sostanze pericolose prioritarie, contribuendo a raggiungere nell'ambiente marino concentrazioni vicine ai valori del fondo naturale per le sostanze presenti in natura e vicine allo zero per le sostanze sintetiche antropogeniche;

- h) l'adozione delle misure volte al controllo degli scarichi e delle emissioni nelle acque superficiali secondo un approccio combinato.

2.5.1 Obiettivi di qualità ambientale per le acque superficiali e sotterranee

Al fine della tutela e del risanamento delle acque superficiali e sotterranee, la parte terza del decreto D.Lgs.152/2006 e s.m.i. individua gli obiettivi minimi di qualità ambientale per i corpi idrici significativi, da garantirsi su tutto il territorio nazionale, come riportato nelle disposizioni generali di cui all'art.76.

L'obiettivo di qualità ambientale è definito in funzione della capacità dei corpi idrici di mantenere i processi naturali di autodepurazione e di supportare comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate.

In attuazione della parte terza del decreto sono adottate, mediante il Piano di tutela delle acque di cui all'articolo 121, misure atte a conseguire gli obiettivi seguenti, in prima applicazione, entro il 22 dicembre 2015:

- a) sia mantenuto o raggiunto per i corpi idrici significativi superficiali e sotterranei l'obiettivo di qualità ambientale corrispondente allo stato di "buono";
- b) sia mantenuto, ove già esistente, lo stato di qualità ambientale "elevato" come definito nell'Allegato 1 alla parte terza dello stesso decreto.

Le fasi del processo di applicazione della direttiva 2000/60/CE come recepiti negli allegati alla parte terza del D. Lgs.152/06 e s.m.i. possono essere riassunte nei seguenti punti

1. per le acque interne superficiali

- identificazione dei corsi d'acqua e laghi di interesse, suddivisi in naturali (o fortemente modificati) e artificiali;
- tipizzazione dei corsi d'acqua e laghi;
- identificazione dei corpi idrici, identificazione dei corpi idrici fortemente modificati;
- analisi delle pressioni e valutazione del rischio di non raggiungibilità degli obiettivi della Direttiva;
- monitoraggio e classificazione dei corpi idrici.

2. per le acque sotterranee

- identificazione dei complessi idrogeologici e degli acquiferi
- delimitazione dei corpi idrici
- analisi delle pressioni e valutazione del rischio di non raggiungibilità degli obiettivi della Direttiva;

- monitoraggio e classificazione dei corpi idrici

per le acque sotterranee il processo di applicazione della direttiva 2000/60/CE si integra con quanto contenuto nella Direttiva 2006/118/CE sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.

2.5.1.1 Caratterizzazione dei corpi idrici superficiali

La normativa prevede di censire tutti i corsi d'acqua aventi un bacino idrografico superiore a 10 km² e i laghi con superficie dello specchio d'acqua pari o superiore a 0,5 km². A questi si aggiungono tutti quei corpi idrici che, per valori naturalistici e/o paesaggistici o per particolari utilizzazioni in atto, hanno rilevante interesse ambientale.

La Direttiva 2000/60/CE prevede la classificazione dei corpi idrici naturali in tipi secondo i criteri fisico-geologici indicati in due diversi sistemi alternativi (Sistema A e Sistema B). Il sistema B, prescelto dall'Italia, permette una maggiore flessibilità rispetto al sistema A, lasciando agli Stati membri la facoltà di definire le classi di attribuzione dei parametri obbligatori e di scegliere tra alcuni parametri opzionali con una certa libertà anche a livello regionale. Il processo di tipizzazione, l'individuazione dei corpi idrici e l'analisi delle pressioni sono regolamentati dal D.M. n. 131 del 16 giugno 2008.

Per i corsi d'acqua l'approccio, sviluppato dal CNR-IRSA (Buffagli et al. 2006), prevede 3 livelli:

- **Livello 1 – Regionalizzazione e definizione delle idro-ecoregioni (HER)**, ovvero aree che presentino al loro interno una limitata variabilità per le caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche.
- **Livello 2 – Definizione delle tipologie di massima**: le tipologie vengono definite sulla base di pochi elementi descrittivi tra quelli del Sistema B: perennità e persistenza, origine del corso d'acqua, distanza dall'origine (intesa come indicatore della taglia del corso d'acqua), morfologia dell'alveo (per i fiumi temporanei), influenza del bacino a monte;
- **Livello 3 - Definizione delle tipologie di dettaglio**: questo livello, facoltativo, consente l'affinamento della tipizzazione di Livello 2 sulla base delle specificità territoriali, dei dati disponibili, di particolari necessità gestionali, ecc..

L'attuazione della Direttiva impegna gli Stati membri a raggiungere entro il 2015 (o successive scadenze adeguatamente giustificate) uno stato ecologico “buono” per i diversi corpi idrici individuati. Per una corretta valutazione nella situazione di non raggiungimento di tale obiettivo, la Direttiva prevede che gli Stati membri effettuino un'analisi integrata delle pressioni significative che

insistono sui corpi idrici. Le pressioni antropiche devono essere identificate, quantificate e gestite all'interno di un database, individuando quelle che determinino un impatto significativo sullo stato di qualità ambientale dei corpi idrici. La Direttiva indica le seguenti come grandi categorie di pressioni:

- sorgenti puntuali di inquinamento;
- sorgenti diffuse di inquinamento;
- alterazioni del regime di flusso idrologico;
- alterazioni morfologiche.

Una volta individuate le pressioni significative, è necessario valutarne l'entità dell'impatto sul corpo idrico per determinare la probabilità che questi non raggiunga gli obiettivi di qualità previsti. I corpi idrici, supportati dai risultati del monitoraggio ambientale, vengono quindi assegnati ad una delle seguenti categorie:

- a rischio;
- non a rischio

Il monitoraggio è articolato con frequenze e indicatori diversi a seconda della categoria di rischio in monitoraggio di sorveglianza, operativo e indagine.

Lo "stato delle acque superficiali" è l'espressione complessiva dello stato di un corpo idrico determinato dal suo stato Ecologico e Chimico che vengono affiancati nel giudizio.

Lo stato ecologico è una valutazione della qualità della struttura e del funzionamento degli ecosistemi delle acque superficiali. Mostra l'influenza delle pressioni (ad esempio inquinamento e degrado dell'habitat) sugli elementi di qualità identificati. Lo stato ecologico è determinato per ciascuno dei corpi idrici superficiali di acqua dolce (fiumi e laghi), sulla base di elementi di qualità biologica e supportato da elementi di qualità idromorfologica e fisico-chimica (LIMeco per i corsi d'acqua, LTLecco per i laghi) e gli inquinanti specifici (principali inquinanti non inclusi nell'elenco di priorità, elencati in tabella 1/B, allegato 1 del D.M. 260/10 e, a partire dal 22 dicembre 2015, tabella 1/B del D.Lgs. 172/2015).

La classificazione complessiva dello stato ecologico di un corpo idrico è determinata, secondo il principio "uno fuori, tutti fuori", dall'elemento con lo stato peggiore tra tutti gli elementi biologici e di qualità di supporto (<https://www.eea.europa.eu/legale/copyright>).

Lo Stato Chimico è definito sulla base degli standard di qualità dei microinquinanti appartenenti alla tab. 1/A del D.M. 260/10 e, a partire dal 22 dicembre 2015, tabella 1/A del D.Lgs. 172/2015. Si tratta

di sostanze potenzialmente pericolose, che presentano un rischio significativo per o attraverso l'ambiente acquatico (<https://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/acqua/direttiva-2000-60-ce/>)

2.5.1.2 Caratterizzazione dei corpi idrici sotterranei

L'identificazione dei complessi idrogeologici e quindi degli acquiferi rappresenta la fase propedeutica alla identificazione dei corpi idrici sotterranei.

Il Corpo Idrico sotterraneo è per definizione «un volume distinto di acque sotterranee contenuto da uno o più acquiferi» e deve essere individuato come quella massa di acqua caratterizzata da omogeneità tale da permettere una descrizione appropriata dello stato chimico e quantitativo delle acque sotterranee.

Nell'allegato 1 alla parte terza del D lgs. 152/06, è stato definito un percorso di caratterizzazione che porta alla individuazione dei corpi idrici partendo dai complessi idrogeologici passando per gli acquiferi che rappresentano gli elementi di riferimento già in larga parte individuati dalle Regioni, sintetizzato nello schema riportato.



Sulla base dei criteri generali univoci utili per giungere alla definizione dei corpi idrici sotterranei sono state definite sette tipologie di complessi idrogeologici partendo dalla Carta delle risorse idriche sotterranee di Mouton (tabella 2.2) che costituisce il quadro di riferimento nazionale omogeneo.

Acronimo	Complessi idrogeologici
DQ	Alluvioni delle depressioni quaternarie
AV	Alluvioni vallive
CA	Calcari
VU	Vulcaniti
DET	Formazioni detritiche degli altipiani plio-quaternarie
LOC	Acquiferi locali
STE	Formazioni sterili

Tabella 2.2 - J.J. Fried, J. Mouton, F. Mangano (1982)

Al fine di controllare lo stato quali-quantitativo di un corpo idrico e ottemperare agli obiettivi di qualità richiesti a livello comunitario, sono individuate specifiche reti di monitoraggio volte a rilevare:

- a) per lo stato quantitativo, una stima affidabile dello stato di tutti i corpi idrici o gruppo di corpi idrici sotterranei, compresa la stima delle risorse idriche sotterranee disponibili;
- b) per lo stato chimico, una panoramica corretta e complessiva dello stato chimico delle acque sotterranee all'interno di ciascun bacino idrogeologico e tale da rilevare eventuali trend crescenti dell'inquinamento antropico sul lungo periodo.

Il monitoraggio dello stato quantitativo ha l'obiettivo di integrare e confermare la validità della caratterizzazione e della procedura di valutazione di rischio, determinare lo stato quantitativo del corpo idrico sotterraneo, supportare la valutazione dello stato chimico, l'analisi delle tendenze e la progettazione e la valutazione dei programmi di misure. Come per le altre reti di monitoraggio, la progettazione della rete per il monitoraggio quantitativo deve essere basata sul modello concettuale del sistema idrico sotterraneo e sulle pressioni.

Il monitoraggio è articolato con frequenze e indicatori diversi a seconda della categoria di rischio in monitoraggio di sorveglianza e operativo.

Nell'allegato 1 alla parte terza del dlgs 152/06 è riportata la definizione di buono stato chimico delle acque sotterranee (tabella 2.3) e gli standard di qualità individuati a livello comunitario (tabella 2.4).

Elementi	Stato Buono
Generali	La composizione chimica del corpo idrico sotterraneo è tale che le concentrazioni di inquinanti: • non presentano effetti di intrusione salina; • non superano gli standard di qualità ambientale di cui alla tabella 2 e i valori soglia di cui alla tabella 3 in quanto applicabili; • non sono tali da impedire il conseguimento degli obiettivi ambientali di cui agli articoli 76 e 77 del decreto n.152 del 2006 per le acque superficiali connesse né da comportare un deterioramento significativo della qualità ecologica o chimico di tali corpi né da recare danni significativi agli ecosistemi terrestri direttamente dipendenti dal corpo idrico sotterraneo.
Conduttività	Le variazioni della conduttività non indicano intrusioni saline o di altro tipo nel corpo idrico sotterraneo

Tabella 2.3- definizione del buono stato chimico

Parametro	Standard di qualità
Nitrati	50 mg/L
Sostanze attive nei pesticidi, compresi i loro pertinenti metaboliti, prodotti di degradazione e di reazione	0,1 µg/L 0,5 µg/L (totale)

Tabella 2.4 - Standard di qualità

Inoltre è riportata la definizione di buono stato quantitativo delle acque sotterranee (tabella 2.5)

Elementi	Stato Buono
Livello delle acque sotterranee	Il livello/portata di acque sotterranee nel corpo sotterraneo e tale che la media annua dell'estrazione a lungo termine non esaurisca le risorse idriche sotterranee disponibili. Di conseguenza, il livello delle acque sotterranee non subisce alterazioni antropiche tali da: - impedire il conseguimento obiettivi ecologici specificati per le acque superficiali connesse; - comportare un deterioramento significativo della qualità di tali acque; - recare danni significativi agli ecosistemi terrestri direttamente dipendenti dal corpo idrico sotterraneo. Omissis

Tabella 2.5 - definizione del buono stato quantitativo

2.6 Contesto applicativo dell'analisi delle pressioni

La Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE (DQA) prevede all'art. 5 che venga effettuata *un'analisi delle caratteristiche del Distretto Idrografico e un esame dell'impatto delle attività umane sullo stato delle acque superficiali e sotterranee*.

I risultati dell'analisi delle pressioni e degli impatti devono essere redatti ai sensi della DQA, secondo le specifiche tecniche contenute negli allegati II e III, e inseriti nei Piani di Gestione Distrettuali.

Il quadro conoscitivo delle pressioni deve consentire di individuare le **pressioni significative**, intendendo con questo termine le pressioni *che possono pregiudicare il raggiungimento degli obiettivi di qualità*.

Per la Direttiva Quadro sulle Acque, il primo documento che indica e standardizza le pressioni è rappresentato dalle “*Guidance document n. 3 - Analysis of Pressure and Impact (2003)*” prodotto e aggiornato nell'ambito della Common Implementation Strategy (CIS) for the Water Framework Directive (2000/60/EC), così come aggiornata e pubblicata all'interno della WFD Reporting Guidance 2016.

Partendo da questo documento di indirizzo, sono state pubblicate le Linee Guida nazionali SNPA n. 11/2018 per l'analisi delle pressioni ai sensi della Direttiva 2000/60/CE (Fiorenza et al., 2018) con lo scopo di fornire indicazioni e criteri metodologici per l'analisi delle pressioni sui corpi idrici delle acque superficiali e sotterranee.

In particolare, sulla base delle indicazioni contenute in questi documenti, al fine di rendere il più possibile omogeneo il modo di operare per l'analisi delle pressioni a scala nazionale, risultano rilevanti i seguenti aspetti:

- inquadramento dell'ambito territoriale di riferimento;
- adozione di un elenco univoco e ufficiale delle tipologie di pressione da considerare;
- adozione di indicatori quali-quantitativi di pressione e delle relative soglie di significatività.

2.6.1 Ambito territoriale di riferimento per l'analisi (ATdR)

Il primo passaggio importante nell'analisi delle pressioni è la definizione degli ambiti di applicazione delle stesse ai fini del calcolo degli indicatori e per consentire la confrontabilità del dato e del risultato ottenuto.

Per le acque superficiali è il **corpo idrico (CI)** l'unità di gestione della WFD, ne segue che la sua corretta individuazione e delimitazione del bacino costituisce il fulcro delle analisi successive.

In applicazione del Decreto 131/2008, all'interno di ogni bacino idrografico, tutti i fiumi vengono attribuiti ad una tipologia fluviale e sono individuati i CI con bacino superiore ai 10 km² o inferiore nel caso di ambienti di particolare rilevanza paesaggistico-naturalistica. Le basi metodologiche proposte consentono di identificare CI che presentano limitata variabilità delle caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche.

Anche per le acque sotterranee riveste particolare rilevanza la corretta individuazione del **corpo idrico sotterraneo** in quanto l'analisi delle pressioni è difatti riferita alle interazioni e utilizzo del suolo con la superficie territoriale sovrastante il corpo idrico sotterraneo, sia esso superficiale che profondo.

Di conseguenza i CI sotterranei individuati e definiti dal D.lgs 152/06 come *“un volume distinto di acque sotterranee contenute da una o più falde acquifere”* devono possedere limitata variabilità quali-quantitativa.

Le linee guida ISPRA 177/2018 definiscono i seguenti ATdR per l'applicazione delle analisi delle pressioni:

- **bacino totale (Bt)** del corpo idrico: è il bacino imbrifero chiuso alla sezione di valle del CI nel caso di corpo idrico fluviale; è il bacino imbrifero dato dalla somma dei bacini idrografici che versano nel corpo idrico nel caso di corpo idrico lacustre o marino-costiero.

- **bacino a monte** del corpo idrico fluviale: è il bacino imbrifero chiuso alla sezione di monte del CI. Questo ambito territoriale non è utilizzato nelle tabelle ma è necessario per definire il bacino afferente di un corpo idrico fluviale.
- **bacino afferente (Ba)** al corpo idrico: nel caso di corpo idrico fluviale è l'areale ottenuto dalla differenza tra il bacino totale e il bacino a monte del CI, escludendo le eventuali aree drenate di CI tipizzati affluenti del CI in esame. Nel caso di corpo idrico lacustre o marino-costiero è dato dalla differenza tra bacino totale e bacini dei corpi idrici affluenti tipizzati.
- **Buffer (Bf)**: area adiacente alle sponde del corpo idrico di una certa ampiezza che si è concordato, in questo caso, essere pari a 500 metri dalla sponda (su entrambe le sponde per i CI fluviali) per tutti i tipi di acque superficiali. Il buffer non è previsto per le acque sotterranee.
- **area del corpo idrico (A)**: corrisponde alla superficie del GWB (previsto solo per i CI sotterranei).

2.6.2 Elenco univoco e ufficiale di tipologie di pressioni da considerare

Uno degli elementi importanti per l'armonizzazione dell'analisi delle pressioni è la condivisione dell'elenco delle tipologie di pressioni da considerare, a livello nazionale questo è stato effettuato seguendo le indicazioni della linea guida "Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) – Guidance Document n. 3 – Analysis of Pressures and Impacts", aggiornate con la WFD Reporting Guidance 2016.

Le pressioni, classificate in tipologie, sono articolate su diversi livelli di dettaglio, il primo livello prevede 9 macro-categorie di pressioni (tabella 2.6):

1. <i>Pressioni puntuali</i>	es. foci fluviali, scarichi urbani, sfioratori di acque reflue o "troppo pieno" di collettori fognari, sottomarine e impianti di acquacoltura, insediamenti produttivi;
2. <i>Pressioni diffuse</i>	es. dilavamento suolo agricolo, scarichi originati da lottizzazioni abusive, impianti di maricoltura
3. <i>Prelievi idrici</i>	alterazioni delle caratteristiche idrauliche dei corpi idrici attraverso prelievi di acqua – pressioni quantitative
4. <i>Alterazioni morfologiche e regolazioni di portata</i>	alterazioni idro-morfologiche dei corpi idrici, includendo anche le fasce riparie
5. <i>Altre pressioni</i>	introduzione di specie e malattie, sfruttamento/rimozione di piante e animali, rifiuti/discariche abusive
6. <i>Cambiamenti del livello e del flusso idrico delle acque sotterranee;</i>	
7. <i>Altre pressioni antropiche;</i>	
8. <i>Pressioni sconosciute;</i>	
9. <i>Inquinamento remoto/storico.</i>	

Tabella 2.6 – Macro categorie di pressione

Per ogni macro-categoria viene proposto poi un secondo livello di dettaglio, che meglio descrive natura e genesi delle fonti di pressione.

2.6.3 Indicatori quali-quantitativi e di soglie di significatività

“Un indicatore è una misura sintetica, in genere espressa in forma quantitativa, coincidente con una variabile o composta da più variabili, in grado di riassumere l'andamento del fenomeno cui è riferito”.

Partendo da questa definizione è necessario, per ogni tipologia di pressione, definire degli indicatori che consentano di valutarne l'entità; le pressioni considerate sono quelle per le quali sono disponibili dati strutturati e consistenti alla scala prescelta tali da consentire il popolamento degli indicatori definiti. Definiti gli indicatori e raccolti i dati disponibili al loro popolamento vanno stabiliti i valori soglia per l'attribuzione della classe di rischio/significatività ad ognuno di essi.

La linea guida nazionale propone per ogni tipologia di pressione almeno un *indicatore a medio-alta complessità (MAC)* e/o uno *a medio-bassa complessità (MBC)*. Introduce inoltre il concetto di *indicatore cumulativo*, cioè un indicatore riferibile a più tipologie di pressione all'interno della stessa categoria (puntuali, diffuse, prelievi, etc.).

Per valutare le pressioni significative incidenti sui corpi idrici superficiali e sotterranei viene individuata, per ogni tipologia delle stesse, una soglia di significatività relativa a ciascun indicatore di pressione, al di sopra della quale la pressione è considerata significativa e quindi in grado di influire sul raggiungimento o mantenimento degli obiettivi di qualità.

Si riporta la tabella 2.7 delle linee guida SNPA 11/2018, come quadro riepilogativo dell'ambito territoriale di riferimento proposto per le diverse categorie d'acqua e tipologia di pressione.

Elenco tipologie pressione	Fiumi	Laghi	Marino-costiere	Transizione	Sotterranee
1.1 Puntuali - scarichi urbani	Ba Bt	Ba Bf Bt	Ba Bt	Ba Bt	
1.2 Puntuali - sfioratori di piena	Ba	Ba Bf Bt	Ba Bt	Ba Bt	
1.3 Puntuali - impianti IED	Ba Bt	Ba Bf Bt	Ba Bt	Ba Bt	
1.4 Puntuali - impianti non IED	Ba Bt	Ba Bf Bt	Ba Bt	Ba Bt	
1.5 Puntuali - siti contaminati/siti industriali abbandonati	Ba Bf	Ba Bf	Ba Bf	Ba Bf	A
1.6 Puntuali - discariche	Ba Bf	Ba Bf	Ba Bf	Ba Bf	A
1.7 Puntuali - acque di miniera	Ba	Ba Bf	Ba	Ba	A

1.8 Puntuali - impianti di acquacoltura	Ba	Ba Bf	Ba CI	Ba CI	
1.9 Puntuali - altre pressioni	Ba	Ba Bf	CI	CI	A
2.1 Diffuse - dilavamento superfici urbane	Ba Bf Bt	Ba Bf Bt	Ba Bf Bt	Ba Bf Bt	A
2.2 Diffuse - agricoltura	Ba Bf Bt	Ba Bf Bt	Ba Bf Bt	Ba Bf Bt	A
2.3 Diffuse - selvicoltura					
2.4 Diffuse - trasporti	Ba CI	Ba CI	CI	Ba Bf CI	
2.5 Diffuse - siti contaminati/siti industriali abbandonati	Ba	Ba	Ba CI	Ba	A
2.6 Diffuse - scarichi non allacciati alla fognatura	Ba	Ba CI	Ba Bf	Ba	A
2.7 Diffuse - deposizioni atmosferiche	Ba	Ba	Ba CI	Ba	
2.8 Diffuse - attività minerarie	Ba	Ba	Ba CI	Ba	A
2.9 Diffuse - impianti di acquacoltura	CI	CI	CI	CI	
2.10 Diffuse - altre pressioni	Ba	Ba	Ba CI	Ba CI	A
3.1 Prelievi/diversioni - uso agricolo	Ba Bt	Ba Bt			A
3.2 Prelievi/diversioni - uso civile potabile	Ba Bt	Ba Bt			A
3.3 Prelievi/diversioni - uso industriale	Ba Bt	Ba Bt			A
3.4 Prelievi/diversioni - raffreddamento	Ba Bt	Ba Bt		Ba Bt	A
3.5 Prelievi/diversioni - uso idroelettrico	Ba Bt	Ba Bt			
3.6 Prelievi/diversioni - piscicoltura	Ba Bt	Ba Bt		Ba Bt	A
3.7 Prelievi/diversioni – altri usi	Ba Bt	Ba Bt	CI	Ba Bt	A
4.1 Alterazione fisica dei canali/alveo/fascia riparia/sponde	Bf CI	Bf CI	Bf CI	Bf CI	
4.2 Dighe, barriere e chiuse	CI	CI	CI	CI	
4.3 Alterazione idrologica	CI	CI		CI	
4.4 Perdita fisica totale o parziale del corpo idrico	CI	CI		CI	A
4.5 Altre alterazioni idromorfologiche	Bf CI	CI	CI	CI	A
5.1 Introduzione di malattie e specie aliene	CI	CI	CI	CI	
5.2 Sfruttamento/rimozione di animali/piante	CI	CI	CI	CI	
5.3 Rifiuti/discariche abusive	CI	CI	CI	CI	A
6.1 Ricarica delle acque sotterranee					CI
6.2 Alterazione del livello o del volume di falda					CI
7 Altre pressioni antropiche	Ba CI	Ba CI	Ba CI	Ba CI	A CI
8 Pressioni antropiche sconosciute	CI	CI	CI	CI	CI
9 Pressioni antropiche - inquinamento storico	CI	CI	CI	CI	CI

Tabella 2.7 – Matrice tipologia di pressione-categoria di acque-ambito territoriale di riferimento

	Tipologia di pressione da non considerare a priori
	Tipologia di pressione di secondaria priorità
	Tipologia di pressione da considerare prioritariamente (PC)

2.6.4 Interazioni della WFD con altre direttive europee

L'analisi delle pressioni e degli impatti deve tenere in considerazione anche le informazioni richieste da altri flussi informativi richiesti dalla Commissione europea in materia, in particolare:

- la Direttiva 91/271/CEE del Consiglio, del 21 maggio 1991, concernente il trattamento delle acque reflue urbane (Urban Waste Water Treatment Directive, UWWTD), che prevede la raccolta di informazioni relative alla consistenza e al trattamento degli scarichi di acque reflue urbane con cadenza biennale (Reporting UWWTD);
- la Direttiva 91/676/CEE, nota come “Direttiva Nitrati”, che mira a prevenire concentrazioni elevate di nitrati nelle acque, limitando gli effetti inquinanti dell’agro-zootecnica intensiva ed a ridurre l’uso di fertilizzanti chimici, che prevede l’invio all’ISPRA, attraverso il SINTAI dalle Regioni e dalle Province Autonome di Trento e di Bolzano, dei dati e delle informazioni sullo stato di attuazione a livello nazionale della Direttiva Nitrati, ogni quattro anni (Reporting Nitrati).
- La Direttiva 92/43/CEE del Consiglio del 21 maggio 1992 “Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche”, detta “*Direttiva Habitat*”, e la Direttiva 79/409/CEE concernente la conservazione degli uccelli selvatici, detta “*Direttiva Uccelli*” che costituiscono il cuore della politica comunitaria in materia di conservazione della biodiversità e sono la base legale su cui si fonda la Rete Natura 2000.

In riferimento all’integrazione tra la WFD e la Direttiva Nitrati e Direttiva acque reflue va evidenziata la metodologia predisposta dal MATTM “Criteri per la valutazione dell’Eutrofizzazione nei corpi idrici superficiali” nell’ambito del report ai sensi della Direttiva Nitrati (91/676/CEE), utilizzata in prima applicazione nel Report Nitrati 2020 (anni di monitoraggio 2016-2019)

3 SCOPO DELLA RICERCA

Il quadro conoscitivo delle pressioni incidenti sulla matrice acqua, sia essa superficiale o sotterranea, deve consentire di individuare quelle ritenute “significative” intendendo con questo termine le pressioni che possono rappresentare un rischio per la qualità ambientale.

L’approccio metodologico per la valutazione del rischio (DPSIR) si basa su tre elementi PRESSIONI-STATO-IMPATTO, che necessitano per la loro valutazione di indicatori quali-quantitativi e di soglie di significatività definiti, così come l’individuazione dell’ambito territoriale di riferimento (ATdR).

Il quadro è stato applicato in un numero crescente di progetti di ricerca finanziati dall’Unione Europea con l’obiettivo di supportare il processo decisionale (Karageorgis et al., 2005, Helming et al., 2011a).

L’analisi, la caratterizzazione e la quantificazione delle pressioni è fondamentale per la progettazione e l’aggiornamento di reti e programmi di monitoraggio delle acque; tale analisi deve consentire di individuare quelle ritenute significative per lo stato dei corpi idrici, cioè quelle che possono pregiudicare il raggiungimento/mantenimento degli obiettivi di qualità ambientale.

I programmi di monitoraggio sono infatti strettamente correlati alle pressioni insistenti sui corpi idrici per la selezione degli elementi di qualità da monitorare tra quelli previsti dalla WFD (chimici, biologici e idromorfologici).

Oltre a questo l’analisi delle pressioni ha la sua ricaduta sull’adozione delle misure di tutela e di risanamento.

Sulla tematica sono emerse numerose criticità a scala nazionale, in particolare riguardo ai criteri metodologici per l’analisi delle pressioni con significative disomogeneità, anche in ambito distrettuale, relative soprattutto alla selezione dell’ambito territoriale di riferimento, alle differenti tipologie di analisi e alla loro completezza e soglia di significatività; a scala minore questo aspetto è stato solo parzialmente sviluppato, come sui corpi idrici ricadenti nell’ambito territoriale della Regione Lazio.

Dall’analisi di dettaglio di quanto riportato nei piani di tutela Regionale in vigore (tra i quali Lazio, Umbria, Emilia Romagna, Piemonte), è possibile sintetizzare le seguenti osservazioni:

- le pressioni considerate sono quelle indicate nella “Guidance Document n. 3 – Analysis of Pressures and Impacts” della WFD, con riferimento alle sorgenti puntuali (depuratori, impianti, ecc.); alle fonti diffuse (agricoltura, industria, popolazione, ecc.); all’approvvigionamento idrico (per il comparto agricolo, civile ed industriale) e alle

alterazioni fisico/morfologiche dei corsi d'acqua (dighe per la produzione di energia idroelettrica, derivazioni per la protezione dalle esondazioni, canali);

- la significatività delle pressioni viene definita mediante indicatori di carichi di BOD5, COD, Azoto e fosforo totale potenzialmente immessi da ciascuno dei quattro comparti individuati (agricolo, zootecnico, civile ed industriale) ed alle pressioni puntuali che possono generare impatti significativi sui bacini idrografici;
- i dati ISTAT rappresentano la fonte principale delle informazioni utilizzate nell'elaborazione di giudizi sintetici;
- è riportato lo stato ecologico e chimico dei corpi idrici, senza specifici riferimenti all'indicatore di stato che ne ha determinato la classificazione;
- non sono individuate tipologie di impatto né definiti indicatori e soglie di significatività.

In conseguenza allo stato dell'arte, l'attività di ricerca si è sviluppata secondo i punti seguenti:

- Inquadramento generale dei bacini ricadenti nella Regione Lazio, scelta dei bacini target e individuazione delle tipologie di corpo idrico (corsi d'acqua, laghi, acque marino-costiere e acque sotterranee) da sottoporre ad analisi;
- Valutazione delle pressioni significative incidenti sui corpi idrici superficiali e sotterranei, con individuazione delle tipologie di pressione da prendere in esame, in particolare quelle diffuse in ambito agricolo;
- Definizione dell'ambito territoriale di riferimento per lo studio degli indicatori e delle relative soglie di significatività;
- Selezione di indicatori quali-quantitativi e di soglie di significatività;
- Studio degli strumenti esistenti in ambiente GIS e loro possibile applicazione;
- Acquisizione delle fonti dati e cartografie disponibili in formato GIS, essenziali per la caratterizzazione e esplorazione dei processi biologici e geomorfologici all'interno dei bacini idrografici di interesse, con riferimento anche alle banche dati dei programmi di monitoraggio attuati e in fase di attuazione (tipologia di dati disponibili, livello di informatizzazione, copertura territoriale, completezza/presenza delle informazioni necessarie);
- Valutazione delle reti di monitoraggio per evidenziare possibili necessità integrative delle stesse (incremento punti e migliore localizzazione), finalizzate a garantire il popolamento delle banche dati degli indicatori selezionati;
- Caratterizzazione delle tipologie di pressioni e misura della significatività di ciascun indicatore individuato in funzione del corpo idrico, strutturazione di specifici database e rappresentazione cartografica;

- Individuazione degli impatti attesi, correlati alle diverse pressioni in esame, e selezione degli indicatori e delle relative soglie di significatività

4 AREA DI STUDIO

Per l'applicazione del percorso metodologico atto a definire indicatori di pressione correlati all'utilizzo agricolo del suolo, la ricerca ha focalizzato il suo interesse sul territorio ricadente nella provincia di Viterbo.

La scelta è stata orientata da due fattori preponderanti, in primo luogo la mia esperienza lavorativa nelle attività di monitoraggio per la qualità ambientale delle acque superficiali e sotterranee svolta per conto dell'ARPALazio all'interno del gruppo di lavoro afferente alla struttura denominata "Unità Risorse Idriche di Viterbo", dall'altra la peculiarità del sistema agricolo del territorio che registra situazioni di eccellenza a livello nazionale ed internazionale, come la coltura della nocciola in costante crescita, il settore olivicolo e ortofrutticolo.

Come evidenziato nella "Relazione tecnica" (artt.11 e 12 della L.R.39/96) Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale n. 17 del 04/04/2012 (B.U.R.L. n. 21 del 07/06/2012 – S.O. n. 35), il bacino idrografico del fiume Tevere per la sua posizione centrale e la superficie che interessa il 41% del territorio laziale consente di individuare sul territorio regionale quattro aree:

- i bacini regionali nord e il Fiora, il bacino del Tevere e i bacini regionali sud ricadenti all'interno del Distretto Idrografico dell'Appennino centrale (ITE)
- il bacino del Liri-Garigliano ricadente all'interno del Distretto Idrografico dell'Appennino meridionale (ITF).

L'area studio coinvolta nell'attività di ricerca di Dottorato ricade all'interno dell'ITE, interessato a diversi livelli di approfondimento.

I bacini individuati per l'analisi a scala maggiore ha riguardato l'area nord-ovest della Regione Lazio e parte della Regione Toscana; mentre l'applicazione dell'analisi delle pressioni ha interessato i bacini target del fiume Marta e del fiume Mignone.

Per le acque sotterranee, le unità idrogeologiche indagate sono quelle riferite alla superficie territoriale sovrastante il corpo idrico sotterraneo (superficiale o profondo), come indicato nel Manuale e Linea guida ISPRA 177/2018 per l'analisi delle pressioni.

Le aree di interesse sono riepilogate in tabella 4.1.

Acque superficiali	Acque sotterranee
• <i>Bacino del Fiora</i> • <i>Bacino del fosso Chiarone e fosso Tafone</i> • <i>Bacino del torrente Arrone</i> • <i>Bacino del fiume Marta</i> • <i>Bacino del fiume Mignone</i>	• <i>Depositi costieri terrazzati settentrionali</i> • <i>Unità alluvionali del fiume Fiora</i> • <i>Unità alluvionali del fiume Marta</i> • <i>Unità alluvionali del fiume Mignone</i>

Tabella 4.1 – Acque superficiali e sotterranee oggetto dell'attività di ricerca

Il sistema idrologico della regione Lazio si sviluppa su 40 bacini idrografici e è strutturato, come già ricordato, attorno a due bacini idrografici principali: il Tevere, che interessa la porzione centrosettentrionale della regione ed il Liri - Garigliano, che interessa la porzione meridionale

Il reticolo idrografico delle acque superficiali interne presenta una notevole variabilità di ambienti idrici, descritti nel presente paragrafo con le informazioni contenute nella pubblicazione “Carta della Biodiversità ittica delle acque correnti del Lazio” (Sarrocco et al, 2012) prodotta dall’Agenzia Regionale per i Parchi del Lazio:

Chiarone e Tafone. Superficie laziale del bacino idrografico: 102 kmq Il Tafone nasce dalle colline dell’abitato di Campigliola, in Toscana e assume andamento meridiano, entrando nel Lazio e andando a sfociare qualche chilometro a sud del Chiarone. Il Chiarone nasce nella Maremma grossetana da una collina situata ad oriente della cittadina di Capalbio. Il fiume, lungo circa 20 km e a regime torrentizio, scorre verso sud e, dalla metà del suo percorso in poi, segna il confine tra la Toscana e il Lazio fino a sfociare nel Mar Tirreno. Entrambi i corsi d’acqua scorrono in zone subpianeggianti, andando a costituire un unico sottobacino idrografico nel quale la bassa permeabilità dei terreni favorisce un intenso ruscellamento che determina il regime torrentizio dei due fiumi, che non risultano alimentati da alcuna idrostruttura.

Fiora. Superficie laziale del bacino idrografico: 412 kmq. Il Fiora nasce sul versante grossetano del Monte Amiata in un luogo davvero particolare: la sua sorgente scaturisce sotto il pavimento di una chiesa del paese di Santa Fiora. Il corso d’acqua si dirige verso sud, entrando poi nel Lazio nei pressi di Farnese. Dopo aver percorso la Maremma Laziale, il Fiora sfocia nel Mar Tirreno a Montalto Marina.

Arrone nord. Superficie laziale del bacino idrografico: 169 kmq. L’Arrone nord, solitamente denominato Torrente Arrone per distinguerlo dall’Arrone sud, cui viene riservata la qualifica di “fiume”, nasce nei pressi di Valentano, sul versante sudoccidentale dei Monti Vulsini e mantiene direzione nordest - sudovest fino a sfociare nel Mar Tirreno tra Montalto di Castro e Tarquinia.

Marta. Superficie laziale del bacino idrografico: 1.069 kmq. Il fiume Marta, chiamato anticamente Larthe, è l'unico emissario del lago di Bolsena. Lungo il suo corso sono presenti alcune sorgenti termali mentre i principali affluenti sono costituiti dai torrenti Catenaccio e Traponzo. Dopo un corso di circa 50 km, il Marta sfocia nel mar Tirreno nei pressi di Tarquinia, dove sorgeva anticamente il porto etrusco di Martanum.

Mignone. Superficie laziale del bacino idrografico: 535 kmq. Nasce sui monti Sabatini nel territorio di Vejano, a Nord-Ovest del lago di Bracciano, attraversando quindi i Monti della Tolfa per poi sfociare dopo 62 km nel mar Tirreno a Bagni Sant'Agostino, nei pressi di Civitavecchia. Il Mignone scorre inizialmente in profonde forre, per assumere poi una pendenza minore e una portata più stabile, grazie soprattutto agli apporti del torrente Canino e del rio Melledra. Il regime di portata rimane comunque impulsivo, con frequenti esondazioni durante i periodi piovosi. Soprattutto nel tratto terminale, inoltre, è evidente il controllo esercitato dalla tettonica sull'orientazione del reticolo idrografico. Il Mignone, inoltre, è stato utilizzato a lungo come fonte idropotabile per la città di Civitavecchia.

Per le acque sotterranee si riporta un breve inquadramento desunto dal “*Report sul monitoraggio dei corpi idrici sotterranei del Lazio 2015-2020*” (Ceccarini et al. 2022) con lo scopo di evidenziare le relazioni tra corpi idrici superficiali e sotterranee. Le litologie costituenti la **fascia costiera del Lazio settentrionale** ricadono all'interno della porzione meridionale della pianura costiera della Maremma, caratterizzata da litoformazioni appartenenti ai terrazzi marini pleistocenici. La circolazione idrica sotterranea si esplica nell'ambito degli orizzonti più permeabile costituendo con un presumibile andamento della superficie piezometrica che, sostanzialmente, ricalca i motivi morfologici della topografia. Le principali sorgenti alimentate da questo sistema sono di tipo lineare, per opera del drenaggio operato dai principali torrenti e fiumi nei tratti in cui incontrano la tavola d'acqua dei fiumi Fiora, Mignone e Marta e torrente Arrone e Tafone.

5. DESCRIZIONE DEGLI STRUMENTI E DELLE METODOLOGIE UTILIZZATE

La ricerca di Dottorato ha affrontato vari aspetti strettamente correlati tra loro al fine di individuarne le criticità e proporre soluzioni alternative e/o di approfondimento.

Tutte le attività sono state condotte partendo da quanto già disponibile a livello Regionale, in particolare riguardo alla rete di monitoraggio esistente per le acque superficiali e sotterranee, alle metodologie riconosciute a livello europeo e nazionale, a quanto elaborato e contenuto nelle DGR Lazio in riferimento all'individuazione dei CI e alla loro tipizzazione, alle informazioni riportate nei piani di tutela e di gestione approvati, ai dati appartenenti alle banche dati del SIRA dell'ARPALAZIO e del SINTAI.

5.1 Dall'Idroecoregione alla tipologia dei corpi idrici superficiali: analisi dei bacini della provincia di Viterbo

5.1.1 Introduzione

L'attuazione della direttiva quadro sulle acque richiede l'identificazione di una tipologia preliminare degli ecosistemi acquatici, in base alle caratteristiche geografiche.

L'approccio «Hydroecoregion» (HER), sviluppato in Francia presso il Centro di Ricerca CEMAGREF (oggi IRSTEA), è stato esteso all'Europa con il progetto REBECCA. Questo approccio si basa sul concetto di controllo gerarchico dell'ecosistema acquatico, secondo alcuni determinanti primari alla base del loro funzionamento, quali geologia, rilievo e clima, sotto forma di strati geografici gestiti in ambiente GIS, con una scala di lavoro di 1/1.000.000, per poter coprire il territorio europeo.

Nel dettaglio:

- La mappa geologica è stata interpretata in funzione della struttura litologica e delle proprietà delle rocce (durezza, permeabilità, influenza chimica dell'acqua) e sono state consultate anche le mappe idrogeologiche;
- Un modello di elevazione digitale (DEM) con un passo di 30 secondi d'arco (circa 10 km) è stato utilizzato per caratterizzare l'altitudine e le pendenze;
- I fattori climatici si riferiscono alle precipitazioni (media annua, variazione stagionale) e alla temperatura, interpretate in relazione al funzionamento degli ecosistemi acquatici (bilancio idrico).

La delimitazione del HER è stata effettuata visivamente, alla ricerca di discontinuità naturali per ciascuno dei parametri e delle concordanze regionali nella loro distribuzione. Il principio di base era

quello di minimizzare la varianza intra-regionale e massimizzare le differenze interregionali, che hanno portato a identificare 133 HER a livello europeo, di cui 21 ricadenti nel territorio italiano.

In figura 5.1 è riportato il percorso di regionalizzazione introdotto dalla WFD con l'individuazione di 25 Idroecoregione, successivamente sviluppato dal Centro di Ricerca francese CEMAGREF e la delimitazione di 133 Idroecoregioni, recepite in Italia dal DM 131/2008, per la parte ricadente nel territorio nazionale.

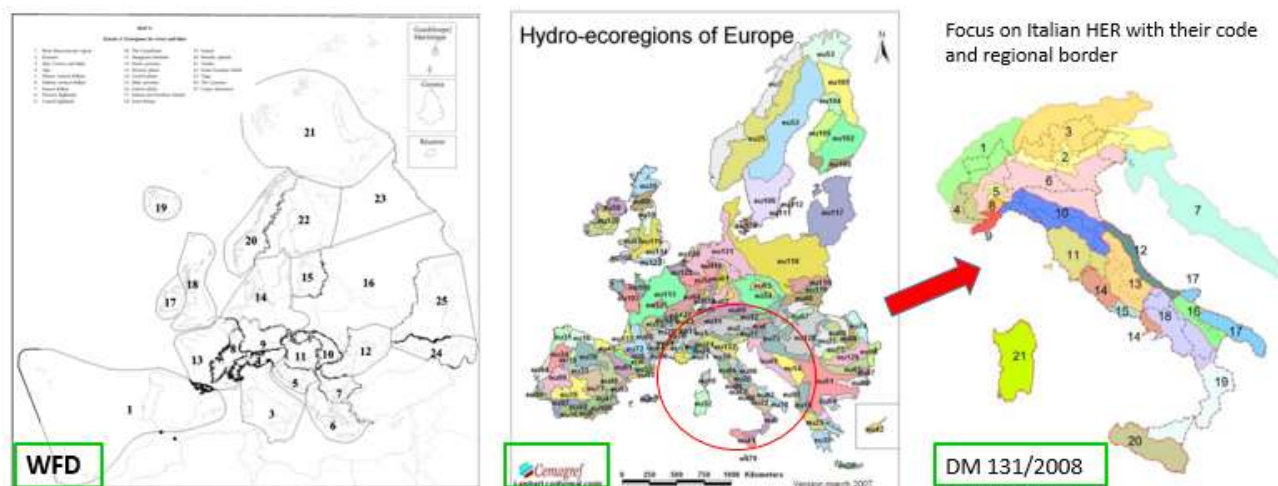


Figura 5.1 - Il percorso di regionalizzazione del territorio italiano: dalla WFD al DM 131/2008.

L'approccio alla definizione di una tipologia fluviale per la WFD, utilizzato in Francia da CEMAGREF, ha previsto due livelli successivi di approfondimento (Wasson et al., 2006 a, b):

- 1) definizione di Idro-Ecoregioni (HER), cioè di aree che presentino al loro interno una limitata variabilità per le caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche, secondo alcuni determinanti primari alla base del loro funzionamento, quali geologia, rilievo e clima;
- 2) definizione di tipi fluviali, da riconoscersi all'interno delle HER, sulla base di un ristretto numero di variabili non incluse nella definizione delle HER.

5.1.2 Metodologia

In questo ambito di studio all'interno della ricerca di Dottorato, si è quindi proceduto alla verifica dei percorsi attuati dalla Regione Lazio per i bacini di interesse, secondo i due punti riportati sopra.

Nel dettaglio:

- 1) L'approccio «Hydroecoregion» (HER) ha consentito di identificare un totale di 133 HER a livello europeo, di cui 21 ricadenti nel territorio italiano. I bacini idrografici della provincia di Viterbo ricadono all'interno del Distretto Idrografico dell'Italia Centrale e sono interessati dal limite delle

HER 11 e 14, come rinumerate dall'Italia. La Regione Lazio, a differenza di altre Regioni e/o Distretti non provveduto a una revisione delle perimetrazioni delle HER; alcune Regioni come la Toscana (DGR n.416/2009) hanno modificato tali delimitazioni facendole coincidere a volte con i confini regionali e non per effettive diversità ambientali.

Mettendo a confronto le mappe prodotte secondo Wasson per arrivare a definire le HER europee, è possibile osservare differenze e similarità tra le diverse HER, individuate aree comparabili in termini di ecologia fluviale in territori separati, ove esistano condizioni naturali paragonabili per quanto riguarda la geologia, l'orografia e il clima. Questa caratterizzazione è utile per: approvare o ridefinire le mappe elaborate, per comparare le regioni e organizzarle gerarchicamente e per identificare regioni simili che possono essere paragonate o anche raggruppate ad un livello superiore (Wasson 2007).

Dall'analisi degli elaborati ottenuti da Wasson (figura 5.2), è stato possibile individuare nel fattore di controllo geologia il discriminante per la delimitazione tra le HER 11 e 14.

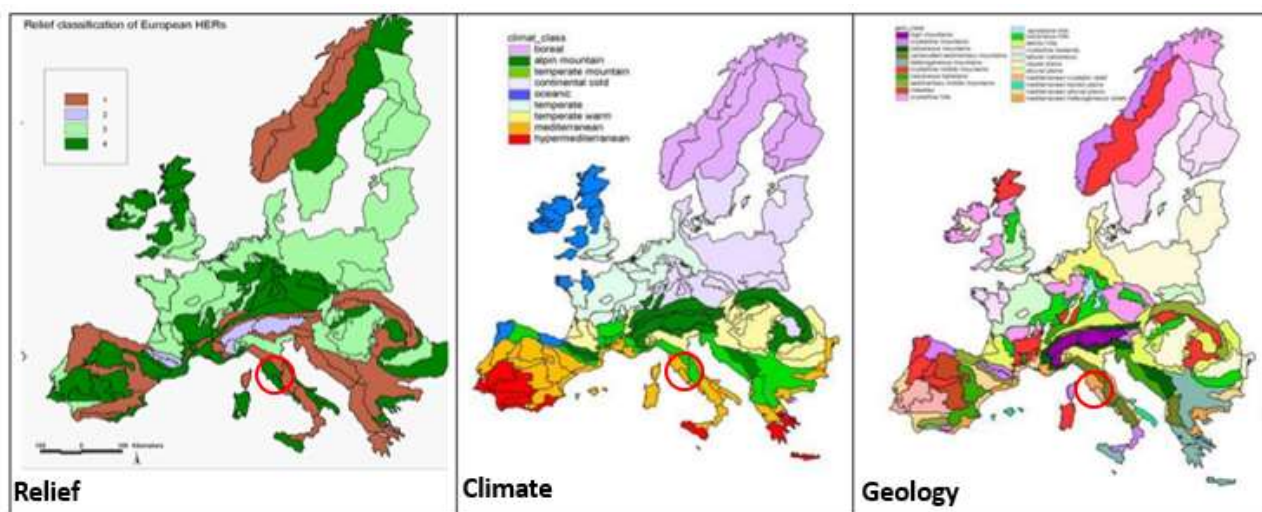


Figura 5.2: Classificazioni delle HER in accordo con i tre fattori di controllo considerati: orografia, clima e geologia.

La metodologia utilizzata ha presentato alcuni limiti in relazione a:

- Dati esistenti/disponibili a diversi livelli di informazione ambientale;
- Effetti legati alla scala in esame;
- Gradienti naturali vs. discontinuità naturali.

È stata quindi effettuata un'analisi a scala minore di questo determinante in ambiente GIS, passando da una scala 1:1.500.000 della mappa europea Unesco, a 1:500.000 della carta geolitologica del Geoportale nazionale, fino al 1:25.000 della carta geologica della Regione Lazio. Si è scelto quindi di seguire quanto già elaborato dalla Regione Lazio in un aggiornamento

del Piano di Tutela delle Acque (PTAR) del 2007 con l'aggiunta di un capitolo contenente una breve caratterizzazione geologica del territorio regionale e la descrizione dell'assetto idrogeologico regionale sulle quali si fondano le interazioni del territorio con il sistema delle risorse idriche, derivante da studi effettuati da Colasanto F., Orazi A., Colombi A., "Geologia del territorio della Regione" (PTAR 2007).

Partendo dalla carta geologica Regionale 1:25.000 (<http://dati.lazio.it/catalog/it/dataset/carta-geologica-informatizzata-regione-lazio-25000>) è stata ricavata una suddivisione del territorio in 7 Gruppi Geolitologici, tra cui l'area dei laghi interni e costieri (figura 5.3).

Gruppi Geolitologici	Km ²
Formazioni flyshoidi	1490,95
Litotipi sedim. continentale e marina Cenozoico	326,96
Formaz. sedim. marina Mesozoico	3669,05
Formazioni metamorfiche	13,44
Depositi quaternari oleocenici	3763,18
Unità vulcaniche	4768,52
Laghi	222,05

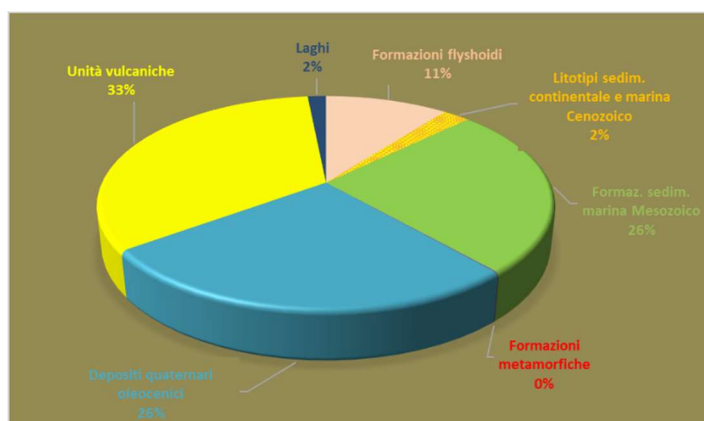


Figura 5.3 Gruppi Geolitologici della Regione Lazio: estensione sul territorio regionale

Il dettaglio che ha portato ai raggruppamenti è riportato nelle tabelle 5.1 e 5.2.

 Depositi Quaternari e Olocenici	 Litotipi di origine sedimentaria continentale e marina prevalentemente del Cenozoico	 Formazioni flyshoidi
CLASSE A Complesso dei Detriti antropici, dei Conoidi e Detriti di pendio e di falda, delle Facies moreniche e degli Accumuli di frana: ✓ 1) <i>Detriti antropici</i>: Terrapieni e riporti, terreni di bonifica, arginature di corsi d'acqua perenni, discariche di cava e di rifiuti dell'Olocene ✓ 2) Conoidi e detriti di pendio anche cementati, facies moreniche ✓ 2a) Deposito di frana ✓ 2aa) Deposito di frana e conoidi detritiche CLASSE B Complesso delle Alluvioni e delle Coperture colluviali: ✓ 3) Alluvioni ghiaiose, sabbiose, argillose attuali e recenti anche terrazzate e coperture colluviali ed eluviali ✓ 4) Depositi prevalentemente limo - argillosi in facies palustre, lacustre e salmastra ✓ 5) Coperture colluviali ed eluviali e terre residuali quando distinte ✓ 6) Alluvioni ghiaiose, sabbiose, argillose antiche terrazzate depositi lacustri antichi CLASSE C Complesso dei Travertini: ✓ 7) Travertini	CLASSE D Complesso dei Conglomerati e Sabbie: ✓ 8) e 8dd) Depositi prevalentemente ghiaiosi a luoghi cementati in facies marina e marino-marginale lungo la costa ✓ 9) e 9ps) Depositi prevalentemente sabbiosi a luoghi cementati in facies marina e marino-marginale lungo costa ✓ 9dd) Depositi prevalentemente sabbiosi ✓ 12) Depositi continentali antichi, conglomerati cementati di conoide alluvionale e limi calcarei lacustri ✓ 12a) Conglomerati di Santopadre ✓ 13) Erecce di pendio cementate ✓ 14) Calcareni e calcari organogeni (tipo Macco Auct.) ✓ 15) Sabbie litoranee e palustri e dune recenti CLASSE E Complesso delle Argille e dei Depositi argillosi terrazzati ✓ 10) Depositi prevalentemente argillosi in facies marina e marino-marginale lungo costa ✓ 11) Argille CLASSE F Complesso dei Conglomerati Poligenici ✓ 23) Conglomerati poligenici CLASSE G Complesso delle Calcareni ed Emipelagiti prevalentemente marnose ✓ 21) Calcareni e calcari organogeni a luoghi con interc. marnose (margine molisano) ✓ 24) Calcareni, marne e argilliti varicolori paleogeniche interc. come olistostromi nei flysch miocenici ✓ 24a) Puddinghe poligeniche intercalate in argilliti varicolori ✓ 25) Emipelagiti prevalentemente marnose	CLASSE H Complesso dei Flysch ✓ 16) Olistoliti di Flysch Tolfetano nei depositi marini pliocenici ✓ 16a) Arenarie molassiche in grosse bancate, discordanti sul ciclo pre-Messiniano ✓ 17) Flysch a componente dominante arenacea o conglomeratico-arenacea ✓ 18) Flysch a componente dominante arenaceo o arenaceo-pelitico ✓ 19) Flysch a componente dominante pelitico o arenaceo-pelitico ✓ 20) Alternanze di litotipi a componente dominante calcareo marnoso, subordinatamente argillitico ✓ 22) Argille con gessi

Tabella 5.1: Gruppi geotologici della Regione Lazio

 Formazione di origine sedimentaria marina prevalentemente del Mesozoico	 Formazioni metamorfiche	 Unità vulcaniche
CLASSE I Complesso della Scaglia ✓ 26) Scaglia cinerea ✓ 27) Scaglia cinerea detritica ✓ 28) Scaglia ✓ 29) Scaglia detritica CLASSE L Complesso delle Marne, Marne calcaree e Dolomie: ✓ 30) Marne a <i>Fucoidi</i> ✓ 36) Dolomia CLASSE M Complesso dei Calcari di bacino: ✓ 31) Maiolica ✓ 32) Calcari detritici granulari, marnosi, <i>selciferi</i>, m. a Posidonia, c. a <i>filaments</i>, c. <i>diasprigni</i> ✓ 33) Marne di Monte Serrone ✓ 34) Corniola detritica ✓ 34a) Calcari marnosi grigi spesso fortemente <i>dolomizzati</i>, con frequenti lenti e noduli di selce ✓ 60) <i>Bisciaro</i> CLASSE N Complesso del Calcare Massiccio e dei Calcari della Serie Laziale-Abruzzese: ✓ 35) Calcare massiccio ✓ 38) Calcari <i>detritici</i>, micritici, microcristallini, oolitici e organogeni della serie Laziale-Abruzzese CLASSE O Complesso del Calcare Cavernoso: ✓ 37) Calcare cavernoso	CLASSE P Complesso delle Filladi: ✓ 39) Filladi	CLASSE Q Complesso dei Lapilli, Scorie e Pozzolane: ✓ 40) Scorie e lapilli ✓ 45) Pozzolane ✓ 46) Facies <i>freatomagmatiche</i> CLASSE R Complesso delle Lave Sature e <i>Sottosature</i>: ✓ 41) Lave <i>sottosature</i> e laccoliti ✓ 42) Lave <i>sottosature</i> e sature CLASSE S Complesso dei Tufi e delle <i>Tufiti</i>: ✓ 43) Tufi prevalentemente litoidi ✓ 44) Tufi stratificati, <i>tufiti</i> e tufi terrosi ✓ 55) Ignimbriti tefritico-fonolitiche, fonolitico-tefritiche fino a trachitiche; presentano sia facies incoerenti (pozzolane) sia facies compatte (tufo litoidi) ✓ 56) Tufi <i>leucititici</i> con intercalazioni di depositi lacustri e <i>diatomiferi</i> ✓ 57) Ignimbrite <i>quarzolitica</i> (o <i>riodacitica</i>)

Tabella 5.2: Gruppi geotologici della Regione Lazio

In ambiente GIS si è lavorato alla definizione dei bacini idrografici e relativi sottobacini e è stata tracciata la nuova linea HER sui bacini idrografici, sovrapponendo le unità vulcaniche all'altimetria e confrontando il risultato con lo shape delle unità idrogeologiche della regione Lazio in scala 1:250.000.

La delimitazione di maggior dettaglio è stata effettuata seguendo i limiti dei sottobacini idrografici di II ordine per il bacino del fiume Mignone e III ordine per il bacino del fiume Marta, in seguito alla loro delimitazione riportata nel par. 6.2.

- 2) Per il secondo livello di tipizzazione, è stato fatto un confronto con quanto applicato negli altri Distretti Idrografici, in particolare le Alpi Orientali e l'Appennino Settentrionale e le Regioni limitrofe. Entrambi gli altri distretti, così come Umbria e Toscana, hanno trovato più corretto utilizzare il descrittore "*dimensione del bacino*" al netto degli affluenti già inclusi nel processo di tipizzazione espressa in Km², invece della "*distanza dalla sorgente*" utilizzato dalla Regione Lazio.

Si riporta in modo schematico (figura 5.4) il processo di codifica del tipo fluviale seguito dalla Regione Lazio e da altri distretti.

Nell'applicazione l'idrologia è stata considerata solo in funzione della temporaneità del CI, senza ulteriori approfondimenti.

Encoding of river types - Lazio

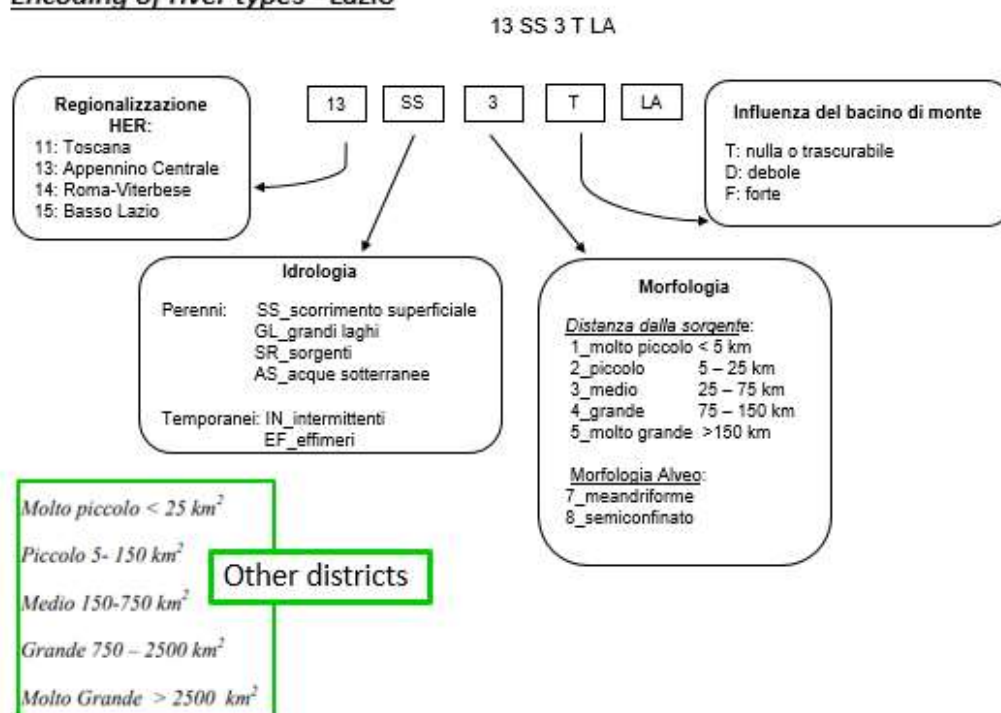


Figura 5.4 - Schema del processo di codifica del tipo fluviale seguito dalla Regione Lazio

Si è proceduto pertanto all'individuazione dei CI considerando alcune caratteristiche fisiche, quali

- la confluenza,
- variazioni nell'interazione con la falda

e altri criteri per i bacini scolanti $< 10 \text{ km}^2$, tra cui:

- la presenza di una ZPS identificata secondo la Direttiva 79/409/CEE (Direttiva uccelli) o una ZSC identificata secondo la Direttiva 92/43/CEE (Direttiva habitat) se il raggiungimento degli standard e obiettivi dipendono dal miglioramento o dal mantenimento dello stato dell'elemento di acque superficiali;
- la presenza di aree sensibili, zone vulnerabili, acque di balneazione o idonee alla vita dei pesci.

5.2 Valutazione integrata stato-pressioni-impatto

5.2.1 Introduzione

La regionalizzazione non è solo utile per la definizione delle condizioni di riferimento, ma anche nello studio delle relazioni tra pressioni e impatti; inoltre un quadro regionale può migliorare la comprensione di alcuni processi. Una stessa pressione che agisce con simile intensità in due fiumi, potrà determinare impatti diversi e lo stato ecologico che ne risulta potrà non essere lo stesso a seconda delle caratteristiche intrinseche del tipo fluviale o della HER di appartenenza, come la capacità di auto-depurazione, la sensibilità delle comunità naturali, etc. (*Wasson et al. 2006 - Notiziario IRSA*).

Il modello DPSIR è una metodologia sviluppata dall'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA) (Gabrielson e Bosch, 2003) che si adatta anche alla valutazione del rischio per i CI di raggiungere gli obiettivi di qualità indicati dalla WFD. I presupposti su cui si basa sono i seguenti:

- la **pressione**: considerata **significativa** se, superato il valore soglia definito, può generare impatti sul CI, a carico di uno o più elementi di qualità (chimici, biologici o idromorfologici), tali da pregiudicarne il raggiungimento/mantenimento degli obiettivi di qualità
- la **valutazione dello stato**: attraverso gli indici previsti dalle normative vigenti comunitarie e nazionali (Decreto Ministeriale 260/2010).
- la **valutazione degli impatti attesi**: mediante indicatori in grado di evidenziare e /o misurare alterazioni a carico dei comparti ecosistemici, quali caratteristiche chimico-

fisiche dell'acqua, comunità biologiche, idrologia, morfologia, etc., diverse per le diverse categorie di acque.

Gli impatti attesi su un CI in base alle pressioni significative da considerare sono quelli desunti dalla struttura della banca dati WISE e di seguito riportati (tabella 5.3)

Tipologia di impatto	Acronimo	Acque superficiali	Acque sotterranee
Inquinamento da nutrienti	NUTR	sì	sì
Inquinamento organico	ORGA	sì	sì
Inquinamento chimico	CHEM	sì	sì
Inquinamento microbiologico	MICR	sì	sì
Inquinamento/Intrusione salina	SALI	sì	sì
Acidificazione	ACID	sì	no
Temperature elevate	TEMP	sì	no
Habitat alterati a seguito di alterazioni idrologiche	HHYC	sì	no
Habitat alterati a seguito di alterazioni morfologiche	HMOC	sì	no
Diminuzione della qualità delle acque superficiali dovuta a interazione con le acque sotterranee (per lo stato chimico e quantitativo delle acque sotterranee)	QUAL	sì	sì
Danni agli ecosistemi terrestri a causa dello stato chimico/quantitativo delle acque sotterranee da cui dipendono	ECOS	sì	sì
Alterazione della direzione di flusso delle acque sotterranee causanti il fenomeno dell'intrusione salina (o di altre sostanze)	INTR	no	sì
Abbassamento dei livelli piezometrici per prelievi eccessivi	LOWT	no	sì
Altri impatti significativi	OTHE	sì	sì
Impatto sconosciuto	UNKN	sì	sì

Tabella 5.3: Elenco tipologie di impatto

Analogamente al percorso definito per la valutazione della significatività della pressione, anche per gli impatti la valutazione avviene attraverso la definizione di specifici indicatori e relative soglie di significatività, cioè valori che consentono di stabilire che l'alterazione può essere considerata significativa.

5.2.2 Metodologia

Partendo dalla check-list europea riconducibili a 9 macro-categorie di pressioni, si è deciso di sviluppare per le acque superficiali le tipologie di pressione puntuali e diffuse correlate agli scarichi urbani e diffuse correlate all'agricoltura; mentre per le sotterranee le pressioni diffuse in agricoltura e degli scarichi non allacciati alla fognatura.

Per le acque superficiali è stata inoltre valutata la pressione legata alle “alterazioni morfologiche e regolazioni di portata (alterazioni idro-morfologiche dei corpi idrici, includendo anche le fasce riparie)”, per il loro effetto di amplificazione/riduzione degli effetti delle altre tipologie di pressione prese in esame.

Dalla scelta delle pressioni (figura 5.5), si è passati all'utilizzo di possibili indicatori di pressione e alla loro correlazione agli indicatori di stato e di impatto, inoltre è stata valutata la consistenza della copertura informativa per i corpi idrici coinvolti, in termini di numero di stazioni di monitoraggio previste nelle reti di monitoraggio regionali, tipo di monitoraggio effettuato dall'ARPALAZIO e relativa disponibilità di dati in relazione sia al parametro che alla scala temporale.

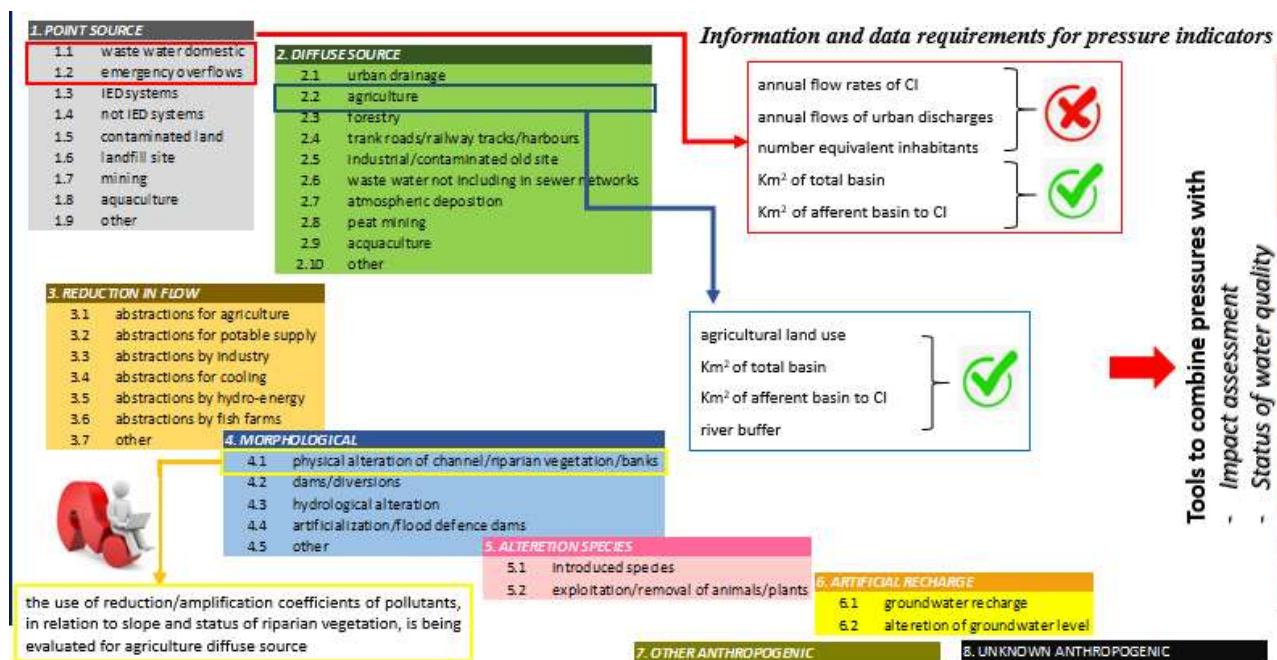


Figura 5.5 - Check list delle pressioni e loro strumenti di valutazione (Guidance document n.3)

Il Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, con Delibera di Consiglio n. 26/2018 ha pubblicato le "Linee guida per l'analisi delle pressioni ai sensi della Direttiva 2000/60/CE" (LG SNPA n. 11/2018) che nascono con l'obiettivo di fornire indicazioni metodologiche e criteri tecnici per effettuare l'analisi delle pressioni (AP) in accordo con quanto previsto dalla direttiva e dalle indicazioni comunitarie, armonizzando le metodologie di analisi a scala nazionale.

Nella LG è quindi stata inserita, per ogni tipologia di pressione, almeno un indicatore a medio-alta complessità (MAC) e/o uno a medio-bassa complessità (MBC). Per alcune tipologie di pressione sono forniti più indicatori MAC e/o MBC, da considerare alternativi, salvo non sia indicato diversamente.

Gli indicatori di pressione individuati nella linea guida per le pressioni legate alle acque reflue urbane e alle diffuse in agricoltura, insistente sui corpi idrici fluviali e sotterranei, con le relative soglie di significatività, sono descritti in tabella 5.4 e 5.5. Per ciascuna categoria di acque è definito dalla LG anche l'"ambito territoriale di riferimento" da considerare per il calcolo degli indicatori, ovvero la porzione di territorio che riunisce e raccoglie le pressioni ritenute influenti sul corpo idrico.

Seguendo la metodologia DPSIR, gli ulteriori elementi utili a definire un processo ambientale sono lo stato e gli impatti. Con gli indicatori di Stato si verifica il raggiungimento degli obiettivi di qualità, con quelli di Impatto si individuano più in dettaglio le cause del mancato raggiungimento oppure si evidenziano i fattori che potrebbero mettere a rischio il mantenimento dell'obiettivo raggiunto.

Pertanto, per le due categorie di corpi idrici considerate e in relazione alle tipologie di pressione acque reflue urbane e diffuse in agricoltura, sono stati selezionati gli *indicatori di stato* e di *impatto atteso* individuati nella LG ISPRA con relative la soglia di significatività, come riportato nella tabella 5.6 e 5.7.

Il primo passaggio è stato quello di verificare la disponibilità e completezza delle informazioni necessarie a sviluppare i tre livelli conoscitivi PRESSIONI-STATO-IMPATTO, per poi applicare, ove possibile, la metodologia ufficiale e proporre soluzioni alternative coerenti con gli obiettivi della WFD e delle peculiarità dei corpi idrici oggetto di approfondimento.

Tabella 5.4: Indicatori di pressione e soglie di significatività per i corpi idrici (CI) fluviali

C.I. fluviali				
Elenco tipologie di pressione	Metodo a medio-alta complessità	Soglie	Metodo a bassa complessità	Soglie
1.1 Puntuali - scarichi urbani	Rapporto di diluizione: portata media annua naturale alla chiusura del C.I. / somma delle portate medie annue degli scarichi urbani nel bacino afferente al C.I.	≤ 100	Carico unitario AE: somma degli AE nel bacino afferente al C.I./kmq del bacino totale	≥ 60 AE/kmq
1.2 Puntuali - sfioratori di piena	Rapporto di diluizione: portata media annua naturale alla chiusura del C.I. / somma della portata media degli sfioratori di piena (se noto il volume considerare 60 giorni piovosi) nel bacino afferente al C.I.	≤ 100	Indicatore 1: numero di sfioratori di piena nel bacino afferente al C.I. / kmq del bacino totale Indicatore 2: lunghezza della rete fognaria nel bacino afferente al C.I. / kmq del bacino totale	Indicatore 1: ≥ 0.3 /kmq Indicatore 2: ≥ 1 km/kmq
2.2 Diffuse - agricoltura	Indicatore 1: Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli nell'area del bacino afferente al C.I. Indicatore 2: Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli in un buffer di 500 m del C.I rispetto alla linea di riva. Indicatore 3: Valore di surplus di azoto calcolato nell'area del bacino afferente al C.I. in kgN/ha/anno	Indicatore 1: $\geq 50\%$ [40% - 70%] Indicatore 2: $\geq 50\%$ Indicatore 3: ≥ 100 kgN/ha/anno [45 - 100 kgN/ha/anno]		
2.6 Diffuse – scarichi non allacciati alla fognatura	Rapporto tra la portata del corpo idrico (QCI) e la portata stimata degli scarichi (QSC) provenienti da case sparse sul bacino afferente al C.I.. QSC è calcolata attribuendo a ciascun abitante residente/equivalente una portata scaricata assunta pari a 100 mc/anno (per la valutazione dei residenti si può fare riferimento alle sezioni censuarie ricadenti nella tipologia "Case Sparse").	$QCI/QSC \leq 100$	Numero di AE non collettati * 4.7 kgN/anno/AE / Area del bacino afferente al C.I. (in ha). Per la valutazione del numero di AE non collettati si farà riferimento a quelli delle aree esterne agli agglomerati.	≥ 100 kgN/ha/anno [45-100 kgN/ha/anno]

Indicatori cumulativi di pressioni diffuse	Se presenti altri C.I. a monte - da valutare entrambi gli indicatori: Indicatore 1: Estensione percentuale di aree ad uso urbano dei suoli nell'area del bacino totale del C.I. Indicatore 2: Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli nell'area del bacino totale del C.I. E' possibile considerare la riduzione degli apporti inquinanti provenienti da monte definendo coefficienti di abbattimento o di amplificazione.	Indicatore 1: $\geq 15\%$ [5 - 30%] Indicatore 2: $\geq 50\%$.	Se presenti altri C.I. a monte - da valutare entrambi gli indicatori: Indicatore 1: percentuale di C.I con pressione 2.1 significativa nel bacino totale sul totale dei C.I. Indicatore 2: percentuale di C.I con pressione 2.2 significativa nel bacino totale sul totale dei C.I.	Indicatore 1: $\geq 50\%$ Indicatore 2: $\geq 50\%$.
---	---	--	--	--

Tabella 5.5: Indicatori di pressione e soglie di significatività per i corpi idrici (CI) sotterranei

C.I. sotterranei				
Elenco tipologie di pressione	Metodo a medio-alta complessità	Soglie	Metodo a bassa complessità	Soglie
2.2 Diffuse - agricoltura	Indicatore 1: Estensione percentuale delle aree ad uso agricolo dei suoli rispetto all'estensione del GWB, corretta in funzione della vulnerabilità SINTACS, valutata per acquiferi liberi di conoide e freatici o al più per quelli confinati superiori (nel complesso definiti da taluni superficiali) se impattati dalla pressione in esame Indicatore 2: Valore di surplus di azoto calcolato nell'area sovrastante il GWB in kgN/ha/anno, corretto in funzione della vulnerabilità SINTACS, valutato per acquiferi liberi di conoide e freatici o al più per quelli confinati superiori (nel complesso definiti da taluni superficiali) se impattati dalla pressione in esame. L' estensione percentuale delle aree ad uso agricolo e il valore di surplus sono moltiplicati per un coefficiente correttivo tra 1 e 2 per tenere conto della vulnerabilità media del GWB	Indicatore 1: $\geq 80 \%$; Indicatore 2: ≥ 100 kgN/ha/anno (valori corretti in funzione della classe di vulnerabilità SINTACS)	Indicatore 1: estensione percentuale delle aree ad uso agricolo dei suoli rispetto all'estensione del GWB Indicatore 2: Valore di surplus di azoto calcolato nell'area sovrastante il GWB in kgN/ha/anno	Indicatore 1: $\geq 60\%$ Indicatore 2: ≥ 75 kgN/ha/anno
2.6 Diffuse – scarichi non allacciati alla fognatura	Carico potenziale di azoto per unità di areale sovrastante il GWB, valutato come: numero di AE non collettati *4.7 kgN/anno/AE / Area del GWB (in ha), corretto in funzione della vulnerabilità SINTACS. Per la valutazione del numero di AE non collettati si farà riferimento a quelli delle aree esterne agli agglomerati. Il carico potenziale di azoto è moltiplicato per un coefficiente correttivo tra 1 e 2 per tenere conto della vulnerabilità media del GWB	≥ 100 kgN/ha/anno [45-100 kgN/ha/anno]; (valori corretti in funzione della classe di vulnerabilità SINTACS)	Carico potenziale di azoto per unità di areale sovrastante il GWB, valutato come: numero di AE non collettati *4.7 kgN/anno/AE / Area del GWB (in ha)	≥ 75 kgN/ha/anno [45-100 kgN/ha/anno]

Tabella 5.6: Relazioni pressioni-impatto-stato per i corpi idrici (CI) fluviali

C.I. fluviali				
Elenco tipologie pressione	Indicatori di stato	Impatti attesi	Indicatori di impatto	Soglie
1.1 Puntuali - scarichi urbani 1.2 Puntuali - sfioratori di piena	• STAR_ICMi • IBMR • ICMi • LIMeco • Conformità delle concentrazioni delle sostanze prioritarie ed altri inquinanti rispetto agli SQA (colonna d'acqua, biota)	1) Inquinamento da nutrienti 2) Inquinamento organico 3) Inquinamento chimico 4) Inquinamento microbiologico	1) media annua azoto totale; valore medio annuo indice TI (subindice ICMi); media annua fosforo totale; media annua nitrati; trend dei valori medi annui di concentrazione di azoto e fosforo totale 2) media annua COD; media annua O in % sat.; trend dei valori medi annui di concentrazione di COD 3) n riscontri annuo > LOQ per sostanze tabelle 1/A, 1/B 4) media annua E.Coli	1) >1,5 mg/L N; > 2.4; > 0,15mg/L P; >10mg/L NO3; trend crescente 2) > 10 mg/L O2; < 75%; trend crescente 3) almeno una sostanza > 30% riscontri/n misure 4) > 1000 UFC/100ml
2.6 Diffuse - scarichi non allacciati alla fognatura				
2.2 Diffuse - agricoltura	• STAR_ICMi • IBMR • ICMi • LIMeco • Conformità delle concentrazioni delle sostanze prioritarie ed altri inquinanti rispetto agli SQA (colonna d'acqua, biota)	1) Inquinamento da nutrienti 2) Inquinamento organico 3) Inquinamento chimico	1) media annua azoto totale; valore medio annuo indice TI (subindice ICMi); media annua fosforo totale; media annua nitrati; trend dei valori medi annui di concentrazione di azoto e fosforo totale 2) media annua COD; media annua O in % sat; trend dei valori medi annui di concentrazione del COD 3) % riscontri anno > LOQ per pesticidi tabelle 1/A e 1/B ; concentrazione media annua della somma di tutti i pesticidi rinvenuti; indice di contaminazione dei pesticidi	1) >1,5 mg/L N; > 2.4; > 0,15 mg/L P; >10 mg/L NO3; trend crescente > 10 mg/L O2; < 75%; trend crescente 3) almeno una sostanza > 30% riscontri/n misure; ≥ 0.03 µg/l; classi basso-alto

Tabella 5.7: Relazioni pressioni-impatto-stato per i corpi idrici (CI) sotterranei

C.I sotterranei				
Elenco tipologie pressione	Indicatori di stato	Impatti attesi	Indicatori di impatto	Soglie
2.1 Diffuse - dilavamento superfici urbane	Stato chimico Conformità delle concentrazioni delle sostanze agli SQA/VS	1) Inquinamento chimico	1) concentrazione media annua della somma di tutti i VOC rinvenuti; riscontri positivi per Nichel e Cromo VI e/o di altre sostanze ritenute correlate alla pressione	1) > 0; presenza valori >LOQ
2.2 Diffuse - agricoltura	Stato chimico Conformità delle concentrazioni delle sostanze agli SQA/VS	1) Inquinamento da nutrienti 2) Inquinamento organico 3) Inquinamento chimico	1) media annua nitrati 3) concentrazione media annua somma pesticidi; riscontri positivi per sostanze ritenute correlate alla pressione	1) > 25 mg/L > 0; presenza valori >LOQ
2.6 Diffuse – scarichi non allacciati alla fognatura	Stato chimico Conformità delle concentrazioni delle sostanze agli SQA/VS	1) Inquinamento da nutrienti 2) Inquinamento organico 3) Inquinamento chimico	1) media annua nitrati	1) > 25 mg/L
3.1 Prelievi/diversioni - uso agricolo 3.2 Prelievi/diversioni - uso civile potabile 3.3 Prelievi/diversioni - uso industriale 3.4 Prelievi/diversioni - raffreddamento 3.6 Prelievi/diversioni - piscicoltura	- Stato chimico - Stato quantitativo Conformità delle concentrazioni delle sostanze agli SQA/VS	Intrusione salina o di altre sostanze per prelievi eccessivi Abbassamento dei livelli piezometrici per prelievi eccessivi	trend cloruri o di altre sostanze su almeno 10 anni trend piezometrico su almeno 10 anni	trend > 0 di cloruri o di altre sostanze su più del 10% del GWB valore medio <0 trend piezometrico su più del 10% del GWB

Per le acque superficiali si è proceduto quindi in prima applicazione al calcolo degli indicatori secondo quanto contenuto nelle LG sia sui bacini afferenti ai corpi idrici della rete regionale che su quelli determinati come riportato al paragrafo 6.2. L'applicazione ha presentato da subito notevoli difficoltà legate alla mancanza di informazioni disponibili. I dati non sempre mostrano una omogenea copertura territoriale e aggiornamento temporale; inoltre sono risultate particolarmente lacunose le informazioni relative alle portate sia dei corpi idrici che degli scarichi urbani, sugli sfioratori di piena e sulla rete fognaria. Si è scelto quindi di procedere con le seguenti modalità per:

- ***pressioni puntuali scarichi urbani (1.1) e scolmatori di piena (1.2) e diffuse scarichi non allacciati in fognatura (2.6)***, in assenza delle portate medie annue dei CI e degli scarichi nonché sugli abitanti equivalenti, le pressioni sono state riunite sotto un unico indicatore che rapporta la popolazione residente al 1 gennaio, aggiornato con i dati ISTAT al 2023, nell'area del bacino afferente/totale al CI in esame, considerato al punto di chiusura (***Metodo a bassa complessità***);
- Per le ***pressioni diffuse in agricoltura (2.2)*** è stata utilizzata la Corine Land Cover del 2018 (CLC_18), al maggior dettaglio disponibile, e due indicatori, il primo che rapporta in modo distinto l'estensione % di area ad uso agricolo sul bacino afferente e sul bacino totale del CI; il secondo invece l'estensione % di area ad uso agricolo in buffer a distanza dal CI di 500m, per entrambe le rive. In questa tipologia di pressione è stata valutata la possibilità di inserire nell'indicatore dei coefficienti di riduzione/amplificazione degli inquinanti in relazione allo stato della fascia riparia (***Metodo a medio-alta complessità***).

Stesso percorso per l'applicazione dell'analisi delle pressioni alle acque sotterranee, anche in questo caso le informazioni relative al carico potenziale d'azoto non ha mostrato una facile applicazione, così quelle relative agli abitanti equivalenti. Si è proceduto quindi con le seguenti modalità:

- ***pressioni diffuse in agricoltura (2.1)*** è stata utilizzata la Corine Land Cover del 2018 (CLC_18) per determinare l'indicatore 1 del ***metodo a bassa complessità***.
- ***pressioni diffuse scarichi non allacciati in fognatura (2.6)*** in assenza di informazioni puntuali e certe legate alla rete fognaria e al numero degli abitanti equivalenti, la pressione è stata valutata, come per le acque superficiali, con un unico indicatore che rapporta la popolazione residente al 1 gennaio, aggiornato con i dati ISTAT al 2023, nell'area sovrastante il bacino delle acque sotterranee (***Metodo a bassa complessità***).

5.3 Implementazione rete di monitoraggio con nuovi punti e degli indicatori su stazioni già appartenenti alla rete di monitoraggio

5.3.1 Introduzione

La WFD rappresenta il quadro normativo di riferimento per la politica della Comunità Europea in materia di acque, tanto che richiama al suo interno anche le legislazioni antecedenti quali la direttiva sulle acque reflue urbane e la direttiva nitrati. A differenza delle direttive “acque reflue urbane” e “nitrati”, la WFD definisce in maniera implicita l’obbligo di valutare l’eutrofizzazione nella classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici superficiali.

Un quadro sintetico degli obblighi e dei requisiti previsti dalle direttive europee in relazione all’eutrofizzazione, così come modificato dalla Guidance CIS n. 23 e dal DM 56/2009 è riportato in tabella 5.8.

Direttiva	Obbligo di valutazione dell’eutrofizzazione	Requisiti minimi di monitoraggio relativo all’eutrofizzazione
Direttiva Quadro Acque	La valutazione è inclusa nella classificazione dello Stato Ecologico poiché l'arricchimento di nutrienti influenza gli elementi di Qualità Biologica e chimico-fisica Le aree protette di cui all'art. 6 garantiscono i requisiti delle Direttive Nitrati e Reflui Urbani	Fitoplancton (2 mesi), flora acquatica (3 anni), macroinvertebrati (3 anni), pesci (3 anni) Elementi di Qualità Idromorfologica (idrologia in continuo - 1 mese; gli altri 6 anni) Elementi di Qualità chimico-fisica (3 mesi)
Direttiva Acque Reflue Urbane	La valutazione è finalizzata alla definizione dei criteri per l'individuazione delle aree sensibili ai sensi dell'allegato IIA(a)	Revisione delle aree sensibili esistenti e designazione di nuove almeno ogni 4 anni
Direttiva Nitrati	La valutazione è finalizzata all'identificazione delle "acque inquinate" e all'individuazione dei corrispettivi bacini come aree vulnerabili ai nitrati	Per la valutazione della concentrazione di nitrati (acque superficiali e sotterranee) un monitoraggio della durata di un anno, ripetuto ogni quattro anni. La valutazione dello stato trofico ogni quattro anni

Tabella 5.8 - Quadro sintetico degli obblighi e dei requisiti previsti dalle direttive europee in relazione all’eutrofizzazione

Per rispondere ai requisiti delle tre direttive qui citate, la Direzione Generale per la Sicurezza del Suolo e dell’Acqua Criteri del Ministero dell’Ambiente ha coordinato un gruppo di lavoro composto da esperti degli Istituti di ricerca (ISPRA, CNR-IRSA, ENEA, ISS) e delle ARPA (Arpa Lombardia, Arpa Emilia Romagna e Arpa Veneto) con lo scopo di affinamento la metodologia per la valutazione

dell'Eutrofizzazione nei corpi idrici superficiali, mediante sperimentazione sul territorio da parte di alcune Autorità di bacino distrettuale e regioni. Il lavoro si è concluso con la pubblicazione dei “Criteri per la valutazione dell'Eutrofizzazione nei corpi idrici superficiali” utilizzato in prima applicazione nel **report nitrati 2020** (anni di monitoraggio 2016-2019).

Il metodo è strutturato sia sull'utilizzo della flora acquatica che degli elementi di qualità fisico-chimica a supporto degli elementi biologici. In particolare, sono da considerare macrofite e diatomee, mediante i corrispondenti indici RQE_IBMR e ICMi, per la flora acquatica dei fiumi e il LIMeco per gli elementi di qualità chimico-fisici.

Gli elementi di qualità sopra descritti vengono valutati con gli stessi indici e limiti di classe recepiti nel DM 260/2010, così come aggiornati dalla Decisione (UE) 2018/229 della Commissione del 12 febbraio 2018 che istituisce, a norma della direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, i valori delle classificazioni dei sistemi di monitoraggio degli Stati membri risultanti dall'esercizio di intercalibrazione.

Tali indici sono pubblicati sul SINTAI nell'apposita sezione dedicata alla classificazione dei corpi idrici e utilizzati in maniera uniforme da tutti gli organi preposti al monitoraggio ai sensi della WFD, in Italia le ARPA.

La scelta tra gli indicatori biologici è stata indirizzata dalla conoscenza scientifica, in quanto evidenzia che la comunità più sensibile all'arricchimento dei nutrienti è la comunità della flora acquatica, per la sua risposta diretta e precoce al cambiamento delle condizioni trofiche, rispetto alle altre comunità, quali macroinvertebrati e pesci, che rispondono in modo indiretto.

La sensibilità dei differenti elementi di qualità della flora acquatica non è equivalente:

- il fitobenthos, tra cui gli agglomerati algali macroscopici considerati, in termini di indici biologici, nel gruppo delle macrofite, hanno una risposta più rapida all'arricchimento di nutrienti che ottengono dall'acqua, riproducendosi velocemente in condizioni idonee.
- le macrofite, afferenti ai gruppi tracheofite e briofite, ottengono i nutrienti sia dalla colonna d'acqua che dal sedimento e hanno un ciclo vitale più lungo rispetto al fitobenthos; ne segue che la loro risposta all'aumento dei nutrienti tende quindi ad essere più lenta,

5.3.2 Metodologia

A seguito delle attività di ricerca effettuate come riportato nei paragrafi 5.1 e 5.2, si è proceduto a censire le informazioni mancanti/dati parziali derivanti dal monitoraggio istituzionale dei corpi idrici ricadenti nella provincia di Viterbo e necessari a:

- Confermare l'analisi delle pressioni mediante valutazione dello stato-impatto atteso in presenza di pressione significativa;
- Correlare le risposte degli indicatori alle nuove tipizzazioni effettuate anche alla luce della nuova perimetrazione tra le HER 11 e 14;
- Calcolare lo stato trofico secondo la metodologia del MATTM;
- Valutare le interazioni delle acque superficiali con la falda in relazione all'intrusione salina.

Partendo da quanto pubblicato dall'ARPALAZIO in relazione al piano di monitoraggio previsto per il sessennio 2021-2026, si è proceduto all'implementazione della rete di monitoraggio con nuovi punti per i quali non risultano dati pregressi e, in alcuni casi, attribuzione dello stato ecologico mediante "giudizio esperto", cioè assegnazione della qualità ambientale in assenza di dati di monitoraggio; ma anche all'incremento degli indicatori, non previsti, su stazioni già appartenenti alla rete di monitoraggio.

Si riporta una breve descrizione delle metodologie utilizzate per il calcolo degli indicatori sintetici utilizzati.

5.3.2.1 Livello di inquinamento dai Macrodescrittori per lo stato ecologico (LIMeco)

Il LIMeco è un indice sintetico che integra alcuni elementi chimico-fisici considerati a sostegno delle comunità biologiche: ossigeno espresso come % di saturazione (scostamento rispetto al 100%), azoto ammoniacale, azoto nitrico e fosforo totale.

IL D.M. 8 novembre 2010 n. 260 recante "i criteri tecnici per la classificazione dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del d.lgs. n.152/06, riporta le soglie per l'assegnazione dei punteggi ai singoli parametri per ottenere il punteggio di LIMeco e i valori di LIMeco relativi ai limiti di classe fra gli stati.

Il LIMeco di ciascun campionamento viene derivato come media tra i punteggi attribuiti ai singoli parametri secondo le soglie di concentrazione indicate in tbella 5.9

		Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
Punteggio		1	0,5	0,25	0,125	0
Parametro						
100-O ₂ % saturazione	Soglie	≤ 10	≤ 20	≤ 40	≤ 80	> 80
N-NH ₄ (mg/l)		< 0,03	≤ 0,06	≤ 0,12	≤ 0,24	> 0,24
N-NO ₃ (mg/l)		< 0,6	≤ 1,2	≤ 2,4	≤ 4,8	> 4,8
Fosforo totale (µg/l)		< 50	≤ 100	≤ 200	≤ 400	> 400

Valori di LIMeco	
STATO	LIMeco
Elevato	≥ 0,66
Buono	≥ 0,50
Sufficiente	≥ 0,33
Scarso	≥ 0,17
Cattivo	< 0,17

Tabella 5.9 - Soglie per l'assegnazione dei punteggi ai singoli parametri per ottenere il punteggio LIMeco e relativi limiti di classe fra gli stati.

5.3.2.2 EQR_IBMR per le macrofite

L'indice macrofitico IBMR, *Indice Biologique Macrophytique en Rivière*, formalizzato in Francia, ha mostrato vasta applicabilità sul territorio italiano in ragione della similarità biogeografica tra Francia e Italia (Azzollini et al. 2009, Mezzotero, et al. 2009, Minciardi et al. 2005). L'Indice di stato trofico IBMR può essere considerato indice di Stato Ecologico attraverso il calcolo dell'RQE-IBMR, vale a dire il rapporto tra l'IBMR calcolato per un dato sito ed il valore teorico atteso per la tipologia alla quale il sito è stato assegnato.

La procedura è inserita nel MLG 111/2014 e identificata come metodo "2030 – Protocollo di campionamento e analisi delle macrofite per i corsi d'acqua guadabili".

L'indice IMBR si basa sull'analisi della comunità delle macrofite acquatiche per valutare lo stato trofico dei corsi d'acqua mediante una lista di 210 taxa indicatori per i quali è stata valutata, da dati di campo, la sensibilità in particolare alle concentrazioni di azoto ammoniacale e ortofosfati. Tuttavia lo stato trofico è determinato non solo dalla concentrazione di nutrienti ma anche da altri fattori quali la luminosità (condizionata a sua volta da torbidità e ombreggiamento) e velocità della corrente (Minciardi et al., 2010).

Le macrofite acquatiche comprendono numerosi taxa vegetali macroscopicamente visibili che caratterizzano gli ambiti fluviali. Questo raggruppamento, piuttosto eterogeneo, definito su base funzionale, è composto da angiosperme, pteridofite, briofite e da alghe filamentose.

Il rilievo consiste nell'osservazione in situ della comunità macrofitica, valutando la copertura totale della comunità presente nella stazione e le coperture in percentuale dei singoli taxa rinvenuti. Contestualmente al campionamento di macrofite, effettuato percorrendo a zig zag il tratto di corpo

idrico, vengono rilevati parametri stazionali (tra cui ampiezza dell'alveo bagnato, profondità dell'acqua, granulometria prevalente, condizioni idrologiche, vegetazione delle rive, uso del suolo nel territorio circostante) utilizzando un'apposita scheda di campionamento (Minciardi et al., 2003).

Il calcolo dell'IBMR per la stazione di campionamento si effettua secondo un algoritmo definito, sulla base del valore numerico assunto dall'IBMR è possibile classificare la stazione in termini di livello trofico secondo cinque livelli di trofia (tabella 5.10).

$IBMR = \sum_i^n [E_i K_i C_i] / \sum_i^n [E_i K_i]$ E_i = coefficiente di stenoecia K_i = coefficiente di copertura C_i = coefficiente di sensibilità n = numero dei taxa indicatori	Livello Trofico	Valore IBMR	Colore convenzionale
	Molto basso	$IBMR > 14$	
	Basso	$12 < IBMR \leq 14$	
	Medio	$10 < IBMR \leq 12$	
	Elevato	$8 < IBMR \leq 10$	
	Molto elevato	$IBMR \leq 8$	

Tabella 5.10 - Categorie trofiche per la classificazione della stazione sulla base del valore di IBMR

5.3.2.3 ICMi per le diatomee

L'Indice Multimetrico di Intercalibrazione ICMi, indicato dalla normativa italiana, viene espresso come Rapporto di Qualità Ecologica, RQE tra i valori ricavati dal monitoraggio e quelli attesi per siti di tipologia analoga in condizioni di riferimento.

Il metodo di campionamento utilizzato è quello pubblicato nel MLG 111/2014 e identificata come metodo "2020 - Protocollo di campionamento ed analisi per le diatomee bentoniche dei corsi d'acqua italiani" e il file di calcolo è liberamente scaricabile dal sito ISPRA.

L'ICMi deriva dall'Indice di Sensibilità agli Inquinanti IPS (CEMAGREF, 1982) e dall'Indice Trofico TI (Rott et al., 1999).

Il valore di ICMi è dato dalla media aritmetica degli RQE dei 2 indici

$$ICMi = (RQE_IPS + RQE_TI) / 2$$

È necessario quindi calcolare il rapporto tra i valori osservati dei 2 indici e i rispettivi riferimenti forniti dal D.M. 260/2010. (Mancini et al., 2009)

Entrambi gli indici prevedono l'identificazione a livello di specie e in alcuni casi a livello di varietà, ad ognuna delle quali viene attribuito un valore di sensibilità (affinità/tolleranza) all'inquinamento. Si basano entrambi sulla seguente formula di calcolo:

$$\text{indice diatomico} = \sum_j^n [a_j r_j i_j] / \sum_i^n [a_j r_j]$$

a = abbondanza relativa della specie

r = affidabilità della specie

i = sensibilità della specie j a fattori di inquinamento

L'**IPS** tiene conto principalmente della sensibilità delle specie all'inquinamento organico, mentre il **TI** tiene conto principalmente della sensibilità delle specie all'inquinamento trofico.

L'operazione di raccolta viene fatta con uno spazzolino, preferenzialmente utilizzando come substrati ciottoli immersi in acqua da almeno 4 settimane, che deve essere sciacquato in un barattolo contenente per metà acqua del torrente oggetto di campionamento e per la restante metà etanolo in modo da fissare e conservare il campione. I campioni sono trasportati in laboratorio dove vengono ossidati a caldo con acqua ossigenata e montati su vetrini con copri-oggetto rotondo per essere letti al microscopio ottico 100x, con olio in immersione e contrasto di fase.

Per l'applicazione degli indici diatomici, devono essere identificati 400 individui per ogni campione, come previsto dalla norma standard (UNI EN 14407:2014).

Le diatomee bentoniche sono influenzate da numerose variabili fisico-chimiche quali la luce, essendo organismi fotosintetizzanti, la temperatura, il pH, la salinità e la velocità di corrente dell'acqua, ma anche le concentrazioni di ossigeno, di silice, di sostanza organica, di nutrienti e di metalli pesanti. Le comunità rispondono a questi fattori variando le specie che le compongono.

Le diatomee sono considerate buone indicatrici dello stato di qualità delle acque per numerosi motivi: presentano differenti sensibilità agli inquinanti e sono molto reattive al variare delle condizioni ambientali; hanno una vasta distribuzione geografica; sono in grado di accumulare metalli pesanti e possono essere fissate in preparati permanenti grazie allo scheletro siliceo.

5.3.2.4 Stato trofico: metodologia per i fiumi

Nei "Criteri per la valutazione dell'Eutrofizzazione nei corpi idrici superficiali" del MASE la tabella 4 mostra la modalità di integrazione degli elementi biologici vegetali e di quelli fisico - chimici nei corpi idrici fluviali, determinati come riportato nel par. 5.3.1.

Se non diversamente specificato, il giudizio di ingresso nella tabella 5.11 dal lato dell'"indice biologico" deve essere inteso come il peggiore tra le classi assegnate alle due comunità vegetali

considerate nel rispetto del principio *one-out all-out*.

		INDICE BIOLOGICO				
		CATTIVO	SCARSO	SUFFICIENTE	BUONO	ELEVATO
INDICE CHIMICO/FISICO	CATTIVO	E1	E1	E1	E4	E4
	SCARSO	E1	E1	E1	E4	E4
	SUFFICIENTE	E1	E1	E2	E6	E6
	BUONO	E3	E3	E5	N	N
	ELEVATO	E3	E3	E5	N	N

Tabella. 5.11 - Integrazione degli elementi di qualità per la valutazione dell'eutrofizzazione nei fiumi.

Le casistiche previste dal metodo consentono di definire tre livelli di trofia:

- Corpo idrico *eutrofico*
- Corpo idrico “*che può diventare eutrofico nell'immediato futuro*”
- Corpo idrico *non eutrofico*

Si riporta di seguito la descrizione generale e si rimanda alla metodologia per i dettagli applicativi:

E1 LIMeco in stato sufficiente, scarso o cattivo – indice biologico vegetale in stato sufficiente, scarso o cattivo → **Corpo idrico eutrofico**

E2 LIMeco sufficiente – indice biologico vegetale in stato sufficiente → **Corpo idrico “che può diventare eutrofico nell'immediato futuro”** ma in presenza di una a sola delle due comunità vegetali allora il corpo idrico deve essere considerato **eutrofico**.

E3 LIMeco buono o elevato – indice biologico vegetale in stato cattivo o scarso → Necessità di approfondimenti e verifiche che possono condurre → **Corpo idrico “che può diventare eutrofico nell'immediato futuro”** oppure → **Corpo idrico eutrofico**

E4 LIMeco cattivo o scarso – indice biologico vegetale in stato buono o elevato → Necessità di approfondimenti e verifiche che possono condurre → **Corpo idrico “che può diventare eutrofico nell'immediato futuro”** oppure → **Corpo idrico eutrofico**

E5 LIMeco buono o elevato – indice biologico vegetale in stato sufficiente → Necessità di approfondimenti e verifiche che possono condurre → **Corpo idrico non eutrofico** oppure → **Corpo idrico “che può diventare eutrofico nell'immediato futuro**

E6 LIMeco sufficiente – indice biologico vegetale in stato buono o elevato → Necessità di approfondimenti e verifiche che possono condurre → **Corpo idrico non eutrofico** oppure → **Corpo idrico “che può diventare eutrofico nell’immediato futuro**

N LIMeco buono o elevato – indice biologico vegetale in stato buono o elevato → **Corpo idrico non eutrofico.**

6 RISULTATI E DISCUSSIONE

Le attività di ricerca hanno affrontato diverse tematiche con l'obiettivo di individuare, all'interno dei bacini idrografici della provincia di Viterbo, aree omogenee in cui applicare l'analisi delle pressioni alle acque superficiali e sotterranee.

Si riportano di seguito i risultati ottenuti all'interno di ogni macro-area di studio.

6.1 Revisione della delimitazione delle Idroecoregioni e della tipologia dei CI

Individuato nel fattore di controllo geologia il discriminante per la delimitazione tra le HER 11 e 14 e individuato il gruppo geolitologico "Unità vulcaniche" si è proceduto a una prima perimetrazione del limite tra le HER seguendo il profilo geologico.

Questo primo passaggio ha consentito da subito di individuare le stazioni di monitoraggio regionale, riportate nella DGR Lazio n.77 del 2020, ricadenti nell'area studio interessate dalla diversa regionalizzazione attribuibile al CI, primo livello di tipizzazione (figura 6.1).

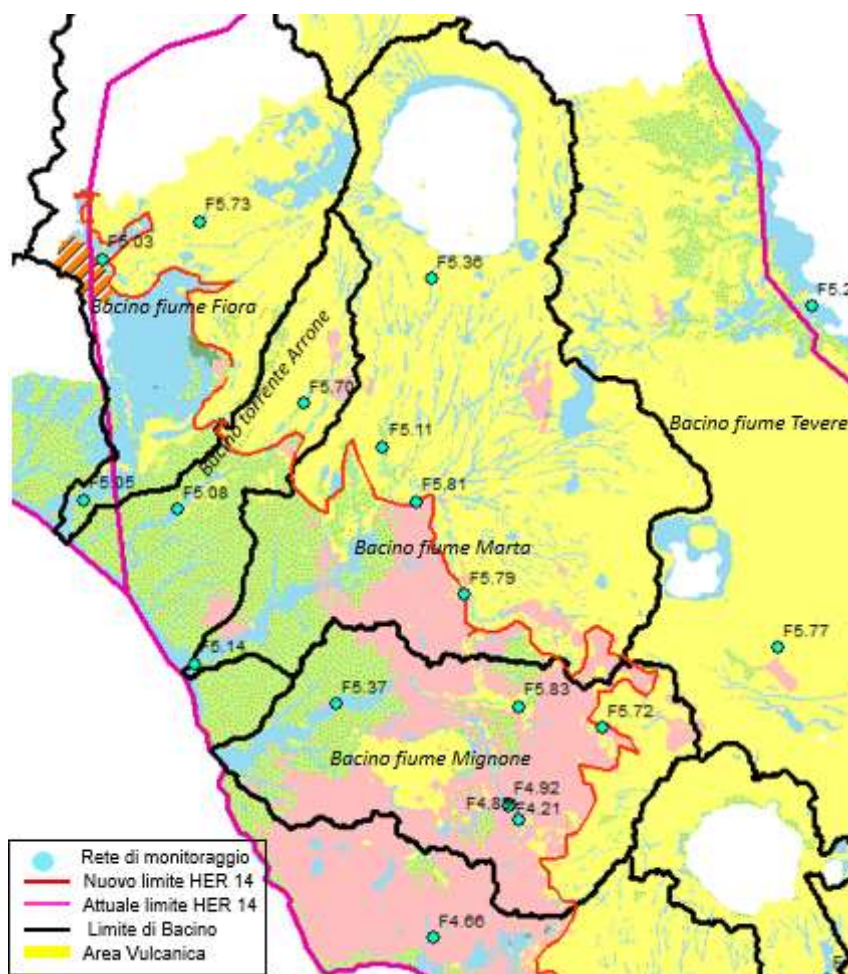


Figura 6.1 – Risultato della nuova perimetrazione del le HER 11 e 14

In tabella 6.1 è riportata l'assegnazione della HER ai CI della provincia di Viterbo, mettendo a confronto quella ufficiale e quella derivante dalla nuova delimitazione della HER 11-14.

Le stazioni interessate da modifiche sono evidenziate in giallo, quelle risultate dubbie in arancione.

ID	WATER BODY	HER	New HER
F5.03	Fiume Fiora 1	14	11
F5.05	Fiume Fiora 2	11	11
F5.36	Fiume Marta 1	14	14
F5.11	Fiume Marta 2	14	14
F5.14	Fiume Marta 3	14	11
F5.72	Fiume Mignone 1	14	14-11
F5.37	Fiume Mignone 3	14	11
F5.73	Fiume Olpetta 2	14	14
F5.22	Fiume Paglia 2	11	11
F5.27	Fiume Tevere 2	11	11
F5.75	Fosso di Rustica 2	14	14
F5.76	Fosso Rio Filetto 2	14	14
F5.77	Rio Vicano 1	14	14
F5.78	Rio Vicano 2	14	14
F5.70	Torrente Arrone 1	14	14
F5.08	Torrente Arrone 2	14	11
F5.79	Torrente Biedano 2	14	14-11
F5.80	Torrente Stridolone 1	11	11
F5.81	Torrente Traponzo 2	14	14-11
F5.82	Torrente Treja 2	14	14
F5.83	Torrente Vesca 2	14	11

Tabella 6.1– Primo livello di tipizzazione dei CI: impatto della nuova delimitazione tra le HER 11 e 14

Si è ritenuto quindi necessario definire un percorso metodologico per assegnare anche i CI risultati dubbi a una HER.

A valle del percorso di definizione dei sottobacini del fiume Marta e Mignone, riportato nel successivo par. 6.2, è stata calcolata la percentuale di bacino ricadente nelle diverse HER; si è quindi attribuito il primo livello di tipizzazione alla HER che copriva una percentuale maggiore all'interno del sottobacino in esame.

Il risultato ha determinato l'attribuzione alla HER 14 dei bacini dei CI fiume Mignone 1, torrente Biedano 2 e torrente Traponzo 2.

Per il secondo livello di tipizzazione, è stato fatto un confronto con quanto applicato negli altri Distretti Idrografici, in particolare le Alpi Orientali e l'Appennino Settentrionale e le Regioni limitrofe. Entrambi gli altri distretti, così come Umbria e Toscana, hanno trovato più corretto

utilizzare il descrittore “*dimensione del bacino*” al netto degli affluenti già inclusi nel processo di tipizzazione espressa in Kmq, invece della “*distanza dalla sorgente*” utilizzato dalla Regione Lazio.

Anche da questo percorso sono risultate discordanze che hanno interessato tre CI evidenziati in giallo nella tabella 6.2.

ID	WATER BODY	DISTANCE FROM THE SOURCE	BASIN SIZE
F5.03	Fiume Fiora 1	3	3
F5.05	Fiume Fiora 2	4	4
F5.36	Fiume Marta 1	1	1
F5.11	Fiume Marta 2	3	2
F5.14	Fiume Marta 3	3	3
F5.72	Fiume Mignone 1	1	1
F5.37	Fiume Mignone 3	3	3
F5.73	Fiume Olpeta 2	3	2
F5.22	Fiume Paglia 2	3	3
F5.27	Fiume Tevere 2	5	5
F5.75	Fosso di Rustica 2	2	2
F5.76	Fosso Rio Filetto 2	2	2
F5.77	Rio Vicano 1	1	1
F5.78	Rio Vicano 2	2	2
F5.70	Torrente Arrone 1	1	1
F5.08	Torrente Arrone 2	2	2
F5.79	Torrente Biedano 2	2	2
F5.80	Torrente Stridolone 1	2	2
F5.81	Torrente Traponzo 2	2	3
F5.82	Torrente Treja 2	3	3
F5.83	Torrente Vesca 2	IN7TLA	

Tabella 6.2 – Secondo livello di tipizzazione dei CI: impatto della nuova delimitazione tra le HER 11 e 14

La tipizzazione assegnata a un CI ha effetto diretto sulla valutazione degli indicatori biologici, in questo caso macroinvertebrati, diatomee e macrofite, in quanto il valore dell’indice che si ottiene viene rapportato a valori di riferimento direttamente correlati alla tipizzazione assegnata.

La revisione della delimitazione delle Idroecoregioni e della tipologia dei CI evidenzia la necessità di revisione della tipizzazione di ben 8 CI su 21 sottoposti a analisi.

6.2 Bacini del Marta e del Mignone: perimetrazione sottobacini

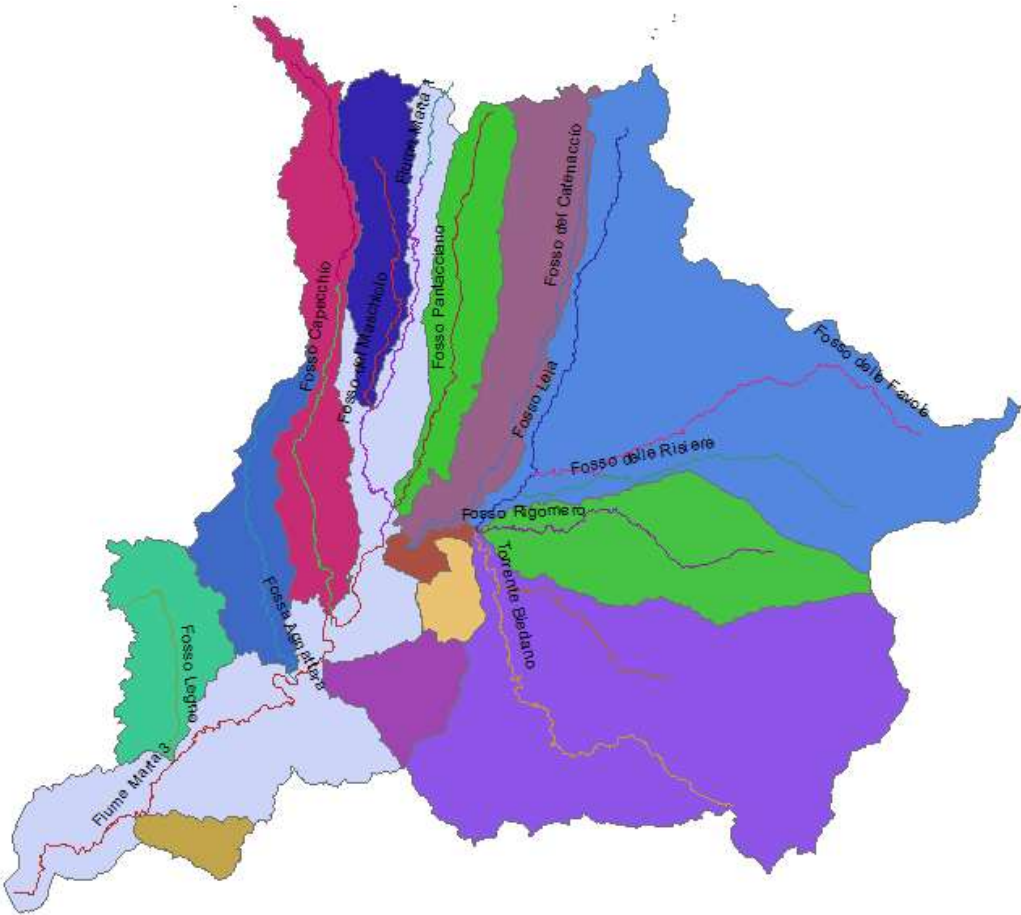
La delimitazione dei bacini e sottobacini idrografici è stata realizzata a partire dal modello digitale del terreno (DEM) denominato TinItaly. L’utilizzo di un DEM a scala minore e uniforme sul territorio

nazionale è risultato più adatto allo scopo di omogeneizzare e standardizzare un percorso confrontabile in aree a differenza gestione amministrativa.

Sono quindi stati individuati i bacini idrografici di primo e secondo ordine rispetto alle aste principali dei fiumi Marta e Mignone; si è poi ritenuto necessario scendere al terzo ordine per il sottobacino del torrente Traponzo (bacino del Marta) a causa della sua elevata estensione e per il sottobacino del torrente Vesca (bacino del Mignone).

I sottobacini individuati sono risultati:

- 12 nel bacino del fiume Marta, di cui 7 di secondo ordine e quindi incidenti direttamente sull’asta principale del fiume Marta e 5 di III ordine, tutti ricadenti nel sottobacino di II ordine del torrente Traponzo (Tavola 6.1)



Sottobacino	Ordine	Bacino afferente	Sottobacino	Ordine	Bacino afferente	Sottobacino	Ordine	Bacino afferente
Fosso Maschiolo	II	Marta 2	Torrente Traponzo	II	Marta 3	Fosso Catenaccio	III	Traponzo
Fosso Pantacciano	II		Fosso Capocchio	II		Fosso Leja	III	
			Fosso Agnattara	II		Fosso Rigomero	III	
			Fosso Legno	II		Torrente Biedano	III	
			Fosso San Savino	II		Fosso del Granchio	III	

Tavola 6.1- Bacino del fiume Marta: delimitazione dei sottobacini

- 12 nel bacino del fiume Mignone, 11 di secondo ordine e quindi incidenti direttamente sull'asta principale del fiume Mignone e 1 di III ordine ricadente nel sottobacino di II ordine del torrente Vesca (Tavola 6.2).



Sottobacino	Ordine	Bacino afferente	Sottobacino	Ordine	Bacino afferente	Sottobacino	Ordine	Bacino afferente
Fosso senza nome	II	Mignone 2	Torrente Vesca	II	Mignone 3	Fosso Di Borgonero	III	Vesca
Fosso Lenta	II		Fosso di Canino	II				
Fosso Chiarone	II		Fosso del Nasso	II				
Fosso Veginese	II		Fosso di Capoccia	II				
			Fosso Ronchese	II				
			Rio Melledra	II				
			Fosso della Vite	II				

Tavola 6.2 - Bacino del fiume Mignone: delimitazione dei sottobacini

Per i bacini di superficie inferiore ai 10 Km², al fine di stabilire la sua annessione all'asta principale o una sua valenza indipendente per gli studi successivi, si è introdotto come discriminante la presenza di aree di valore paesaggistico e naturale definito in base alla presenza di aree naturali protette EUAP, Rete Natura 2000, IBA e RAMSAR, reperite nel portale cartografico nazionale. Sono state prese in considerazione solo le aree individuate per habitat o specie da salvaguardare legate all'ambiente acquatico. L'attenzione a queste aree ha interessato anche le acque marino-costiere, per la porzione antistante la foce, in considerazione dei possibili effetti indotti dalle acque superficiali.

Nelle tabelle seguenti (da 6.3 a 6.6) sono riportati i risultati ottenuti, mentre nelle figure 6.3 e 6.4 è mostrata la sovrapposizione delle aree con i sottobacini individuati.

			Code	IT6010058	IT6010021	IT6010020	IT6010029	IT6030005
Habitat e specie da salvaguardare bacino del fiume Marta			Name	Monte Romano	Monte Romano	High course Marta river	Gorges of Biedano stream	District Toffelano-Cerite-Manziate
			Typology	ZPS	ZSC	ZSC	ZSC	ZPS
Annex I Habitat types Directive 92/43/EEC	3130	Oligotrophic to mesotrophic standing waters with vegetation of the Littorelletea uniflorae and/or of the Isoëto-Nanojuncetea						X
	3260	Water courses of plain to montane levels with the Ranunculion fluitantis and Callitricho-Batrachion vegetation						X
	3280	Constantly flowing Mediterranean rivers with Paspalo-Agrostidion species and hanging curtains of Salix and Populus alba				X	X	
	3290	Intermittently flowing Mediterranean rivers of the Paspalo-Agrostidion						X
	6430	Hydrophilous tall herb fringe communities of plains and of the montane to alpine levels					X	X
	91E0	Alluvial forests with Alnus glutinosa and Fraxinus excelsior (Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae)						
	92A0	Salix alba and Populus alba galleries						X
Species referred to in Article 4 of Directive 2009/147/EC and listed in Annex II of Directive 92/43/EEC and site evaluation for them	1092	Austropotamobius pallipes (C)					X	
	1096	Lampetra planeri (F)						X
	1103	Alosa fallax (F)						X
	1152	Aphanius fasciatus (F)						X
	1156	Padogobius nigricans (F)						X
	1167	Triturus carnifex (A)						X
	5097	Barbus tyberinus (F)			X	X		
	5304	Cobitis bilineata (F)				X		
	1156	Padogobius nigricans (F)			X	X	X	X
	1136	Rutilus rubilio (F)			X	X		X
	5331	Telestes muticellus (F)			X	X	X	
		Salaria fluviatilis (F)				X		
	1201	Bufo viridis (A)						X
Other important species	1206	Rana italica (A)		X	X		X	X
	1209	Rana dalmantina (A)						X
		Hyla italica (A)					X	X
	5367	Salmandrina perspicillata (A)		X				X
		Salaria fluviatilis (F)						X
		Triturus vulgaris (A)						X

Tabella 6.3 - Habitat e specie da salvaguardare bacino del fiume Marta

			Code	IT6000004	IT6000003
Habitat e specie da salvaguardare bacino del fiume Marta corpi idrici delle acque marino-costiere			Name	Sea bed between Marina di Tarquinia and Punta della Quaglia	Sea bed between the mouth of the Arnone torrent and the Marta river
			Typology	ZSC	ZSC
Annex I Habitat types	1120	Posidonia beds (Posidonia oceanica)		X	X
Directive 92/43/EEC	1170	Reef		X	X
Other important species		Posidonia oceanica		X	X
	1001	Corallium rubrum			
	1028	Pinna Nobile			X

Tabella 6.4 - Habitat e specie da salvaguardare bacino del fiume Marta: corpi idrici delle acque marino-costiere

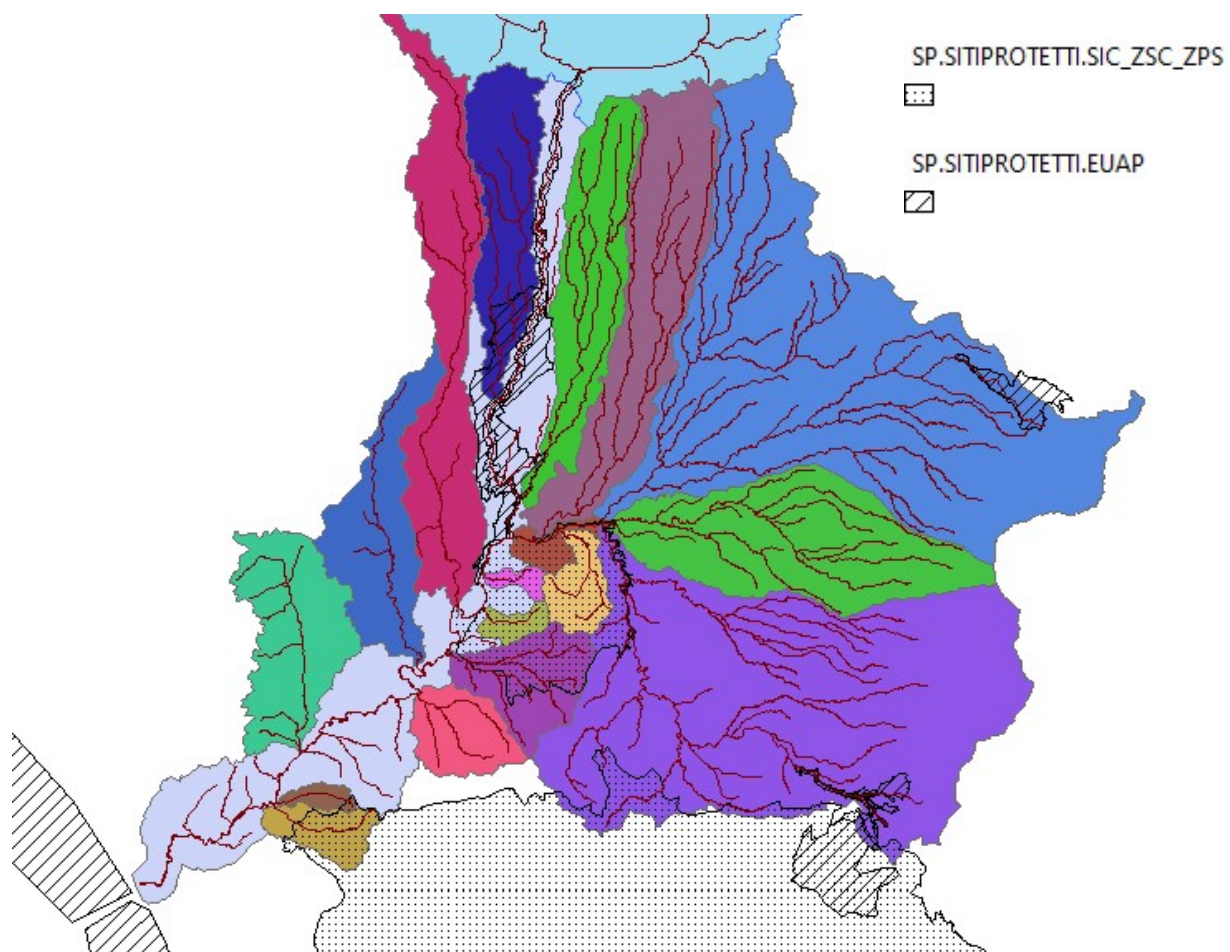


Figura 6.2 - Habitat e specie da salvaguardare bacino del fiume Marta

			Code	IT6030001	IT6010035	IT6010033	IT6010037	IT6030005	IT6010030
Habitat e specie da salvaguardare bacino del fiume Mignone			Name	Middle course Mignone river	Low course Mignone river	Mola of Oriolo	"Quarto" of Barbarano Romano	District Tolfetano-Cerite-Manziate	Area of S. Giovenale e Civitella Cesi
			Typology	ZSC	ZSC	ZSC	ZSC	ZPS	ZSC
Annex I Habitat types Directive 92/43/EEC	3130	Oligotrophic to mesotrophic standing waters with vegetation of the Littorelletea uniflorae and/or of the Isoëto-Nanojuncetea		X				X	
	3260	Water courses of plain to montane levels with the Ranunculion fluitantis and Callitriche-Batrachion vegetation		X	X	X		X	
	3280	Constantly flowing Mediterranean rivers with Paspalo-Agrostidion species and hanging curtains of Salix and Populus alba		X					
	3290	Intermittently flowing Mediterranean rivers of the Paspalo-Agrostidion					X	X	
	6430	Hydrophilous tall herb fringe communities of plains and of the montane to alpine levels		X	X	X		X	X
	91E0	Alluvial forests with Alnus glutinosa and Fraxinus excelsior (Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae)		X		X			
	92A0	Salix alba and Populus alba galleries			X			X	
Species referred to in Article 4 of Directive 2009/147/EC and listed in Annex II of Directive 92/43/EEC and site evaluation for them	1092	Austropotamobius pallipes (C)		X					
	1096	Lampetra planeri (F)						X	
	1103	Alosa fallax (F)			X			X	
	1152	Aphanius fasciatus (F)						X	
	1156	Padogobius nigriscans (F)						X	
	1167	Triturus carnifex (A)		X	X		X	X	X
	5097	Barbus tyberinus (F)		X	X				
	5304	Cobitis bilineata (F)			X				
	5367	Salamandrina perspicillata (A)			X		X	X	
	1156	Padogobius nigriscans (F)		X	X			X	
	1136	Rutilus rubilio (F)		X	X	X	X	X	
Other important species	5331	Telestes muticellus (F)		X		X			X
		Salaria fluviatilis (F)			X				
	1201	Bufo viridis (A)			X			X	
	1206	Rana italica (A)		X		X	X	X	X
	1209	Rana dalmantina (A)		X				X	
		Hyla italica (A)		X				X	
		Salaria fluviatilis (F)						X	
		Triturus vulgaris (A)		X	X	X	X	X	

Tabella 6.5 - Habitat e specie da salvaguardare bacino del fiume Mignone

			Code	IT6000004	IT6000005
Habitat e specie da salvaguardare bacino del fiume Mignone corpi idrici delle acque marino-costiere			Name	Seabed between Marina di Tarquinia and Punta della Ouaglia	Seabed between Punta S. Agostino and Punta della Mattonara
			Typology	ZSC	ZSC
Annex I Habitat types	1120	Posidonia beds (Posidonia oceanica)		X	X
Directive 92/43/EEC	1170	Reef		X	X
Other important species		Posidonia oceanica		X	
	1001	Corallium rubrum			X
	1028	Pinna Nobile			X

Tabella 6.6- Habitat e specie da salvaguardare bacino del fiume Mignone: corpi idrici delle acque marino-costiere

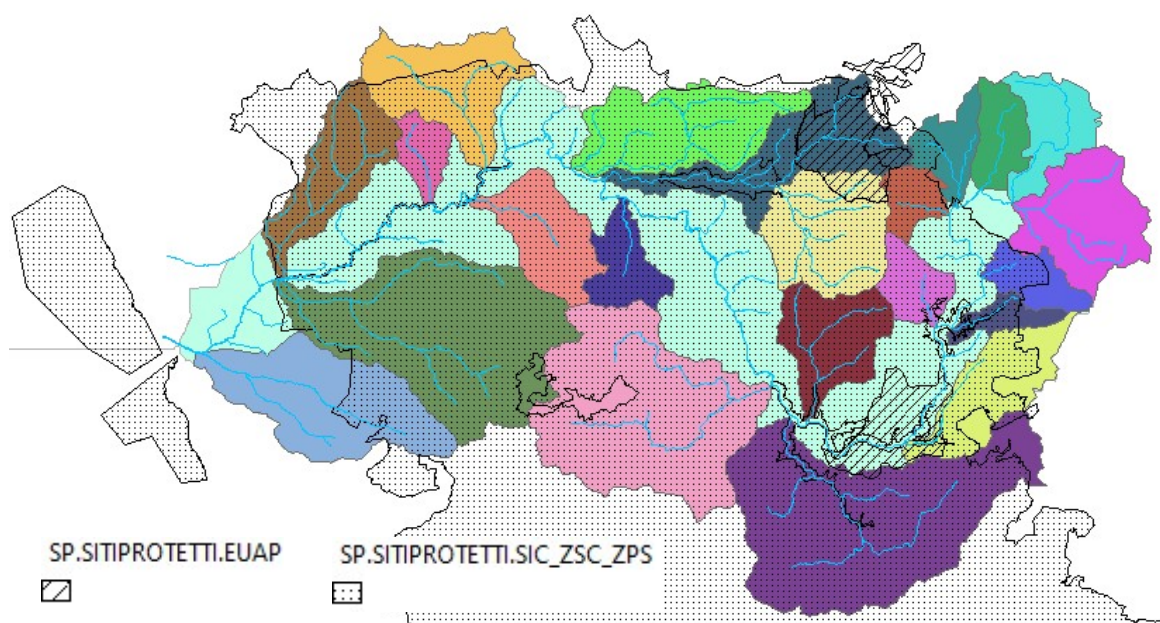


Figura 6.4 - Habitat e specie da salvaguardare bacino del fiume Mignone

Per i corpi idrici ricadenti all'interno dei sottobacini è stato successivamente applicato il processo di tipizzazione confrontato con quanto riportato nella DGR Lazio n.563 del 2011.

Nelle tabelle 6.7e 6.8 è riportato il quadro di sintesi ottenuto.

Bacino	Sottobacino	Ordine	Name_CI	Bta_CI area km ²	Ba_CI area km ²	length m distanza dalla sorgente	HER attuale	HER new	Idrologia	Morfologia a attuale	Morfologia (definita al punto di chiusura del bacino)		influenza monte new	elevato valore naturalistico	CI significativo
											distanza dalla sorgente	Area del bacino			
Fiume Marta	Marta 1	I	Fiume Marta 1	4.8		2.2	14	14	GL	1	1	1	T	SI	SI
	Marta 2	I	Fiume Marta 2	99.9	32.24	27.3	14	14	SS	3	3	2	T	SI	SI
	Marta 2	II	Fosso Maschiolo		30.4	9.9	14	14	SS		2	2	T	SI	SI
	Marta 2	II	Fosso Pantacciano		37.32	19.5	14	14	SS		2	2	T	NO	SI
	Marta 3	I	Fiume Marta 3	223.2	110.0	60.6	14	11	SS	3	3	3	D	SI	SI
	Marta 3	II	Torrente Traponzo-Leja	478.1	169.93	24.4	14	14	SS	2	2	3	T	NO	SI
	Marta 3	II	Fosso Capechchio		50.8	28.4	14	11	SS		3	2	F	NO	SI
	Marta 3	II	Fosso Agnattara		29.0	15.5	14	11	SS		2	2	T	NO	SI
	Marta 3	II	Fosso Legno		31.8	10.0	14	11	SR		2	2	T	NO	SI
	Marta 3	II	Fosso San Savino		8.4		14	11	EF					SI	NO
	Traponzo	III	Fosso Catenaccio		53.3	22.6	14	14	SS		2	2	T	NO	SI
	Traponzo	III	Fosso Leja		177.9	21.5	14	14	SS		2	3	T	NO	SI
	Traponzo	III	Fosso Rigomero		58.0	16.2	14	14	SS		2	2	T	NO	SI
	Traponzo	III	Torrente Biedano		172.3	25.3	14	14	SS	2	3	3	T	SI	SI
	Traponzo	III	Fosso del Granchio		8.1		14	11	EF					SI	NO

Tabella 6.7 - Bacino del fiume Mignone – processo di tipizzazione e confronto con la DGR Lazio n.563 del 2011

Bacino	Sottobacino	Ordine	Name_CI	Bta_CI area km ²	Ba_CI area km ²	length m distanza dalla sorgente	HER attuale	HER new	Idrologia	Morfologia a attuale	Morfologia (definita al punto di chiusura del bacino)		influenza monte new	elevato valore naturalistico	CI significativo
											distanza dalla sorgente	Area del bacino			
Fiume Mignone	Mignone 1	I	Fiume Mignone 1	77.5	77.5	11.7	14	14	SS	1	2	2	T	SI	SI
	Mignone 2	I	Fiume Mignone 2	149.7	22.8	25.4	14	11	SS	2	2	2	D	SI	SI
	Mignone 2	II	Fosso senza nome		14.5	4.8	14	14	SS		1	1	T	SI	SI
	Mignone 2	II	Fosso Lenta		53.2	12.3	14	11	SS	2	2	2	T	SI	SI
	Mignone 2	II	Fosso Chiarone		13.6	5.3	14	11	EF		1	1	T	SI	NO
	Mignone 2	II	Fosso Veginese		45.6	10.4	14	11	SS	2	2	2	T	SI	SI
	Mignone 3	I	Fiume Mignone 3	269.3	89.6	62.7	14	11	SS	3	3	3	T	SI	SI
	Mignone 3	II	Torrente Vesca		39.8	13.4	14	11	SS	2	2	2	T	SI	SI
	Mignone 3	II	Fosso di Canino		21.3	9.1	14	11	SS		2	1	T	SI	SI
	Mignone 3	II	Fosso del Nasso		18.4	9.8	14	11	SS		2	1	T	SI	SI
	Mignone 3	II	Fosso di Capoccia		12.7	4.4	14	11	EF		1	1	T	SI	NO
	Mignone 3	II	Fosso Ronchese		15.1	8.8	14	11	SS		2	1	T	SI	SI
	Mignone 3	II	Rio Melledra		46.0	10.4	14	11	SS	2	2	2	D	SI	SI
	Mignone 3	II	Fosso della Vite		26.4	8.9	14	11	SS		2	2	T	SI	SI
	Vesca	III	Fosso di Borgonero		18.9	7.2	14	11	EF		2	1	T	SI	NO

Tabella 6.8 - Bacino del fiume Mignone – processo di tipizzazione e confronto con la DGR Lazio n.563 del 2011

Il percorso ha evidenziato differenze nell'assegnazione della morfologia legata alla taglia sia per il bacino del fiume Marta che per quello del Mignone.

Nel bacino del Marta si osservano due situazioni diverse:

- Per il corpo idrico “fiume Marta 2” e “fosso Capecchio” la lunghezza del CI di poco superiore al limite di taglia sovrastima la morfologia inserendoli erroneamente nella categoria “medio”, in cui rientrano bacini con estensioni dai 150 ai 750 km²;
- Per il “torrente Traponzo-Leja” si verifica l'effetto contrario con una evidente sottostima della morfologia di taglia assegnata con la lunghezza del CI, condizione che si ripercuote in maniera consequenziale al CI “fosso Leja”. La comparazione ha messo in luce una grossa criticità legata alla caratteristica struttura del sottobacino che sottende un'area di 478 km², e di conseguenza non lo rende paragonabile a CI di categoria “piccolo”.

Nel bacino del Mignone invece le discrepanze rientrano tutte in un'unica casistica:

- Per i fossi “di Canino”, “di Borgonero”, “Ronchese” e “del Nasso” con lunghezze tutte inferiori ai 10 km e limitate aree di bacino, si osserva una sovrastima della morfologia di taglia assegnata con la lunghezza del CI.

Dal quadro risulta che l'utilizzo del solo descrittore di distanza dalla sorgente non consente sempre la corretta assegnazione della tipizzazione ai corpi idrici, a differenza della morfologia di taglia legata all'area del bacino. Vista l'importanza della tipizzazione assegnata ai CI e della sua implicazione nella valutazione della qualità degli indicatori biologici, sembra necessaria una doppia applicazione delle morfologie di taglia al fine di valutare casi specifici, come quelli evidenziati. Potrebbe, inoltre, essere opportuna una revisione dei limiti di taglia, non proposta nel presente studio per l'esiguità dei

casi disponibili, così come la definizione di eccezioni all'utilizzo dei limiti di taglia, come quello rimarcato per il CI "torrente Traponzo-Leja", in cui la distanza della sorgente non può essere applicata.

Anche la nuova delimitazione della HER 11 incide sulla tipizzazione dei due bacini, anche se maggiormente sul bacino del fiume Mignone, per il quale solo i bacini afferenti al Mignone 1 e fosso senza nome vengono confermati nella HER14; mentre per il bacino del Marta il cambio di HER interessa il bacino afferente al CI "fiume marta 3" a valle della confluenza con il traponzo.

Va inoltre evidenziata che la differente tipizzazione assegnata al corpo idrico "torrente Biedano 2" non rappresenta un errore, ma la conseguenza della diversa localizzazione della stazione di rete regionale. Come evidenziato in figura 6.5, il punto di campionamento regionale (codice F5.79) sottende un bacino afferente minore, a monte della confluenza con il, e quindi correttamente tipizzato con codice 14SS2; mentre il punto posizionato, in base alla metodologia adottata nella ricerca, a chiusura di bacino risponde a una tipizzazione con codice 14SS3.

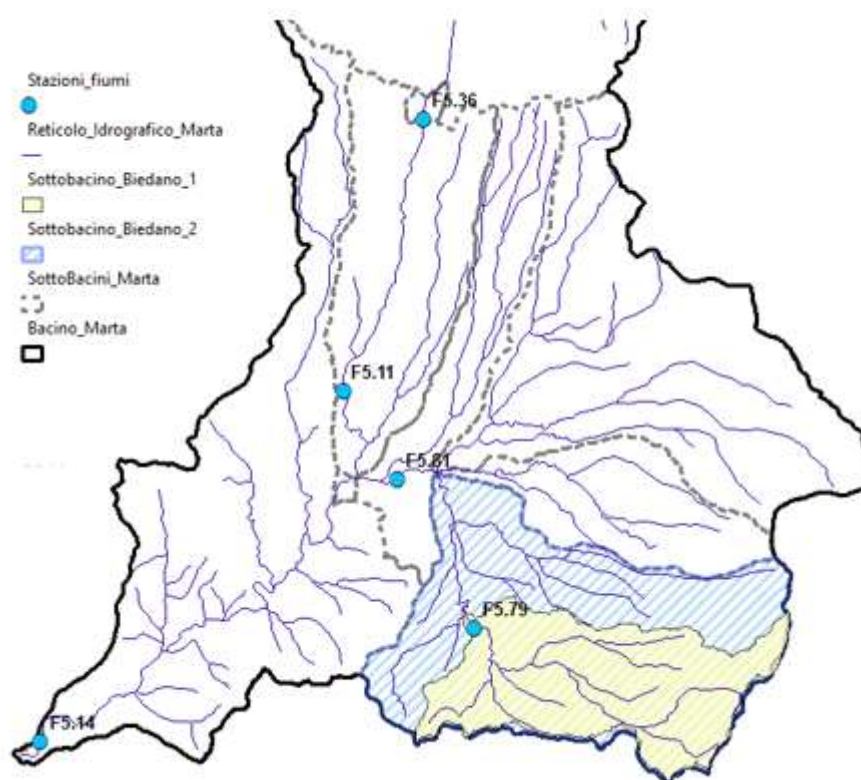


Figura 6.5 – Torrente Biedano: sottobacino totale e sottobacino afferente al CI regionale codice F5.79

Situazione analoga per il CI del torrente Vesca nel bacino del fiume Mignone, la tipizzazione riportata nella DGR Lazio n. 561 del 2011 corrisponde al punto di chiusura del bacino e non alla localizzazione del punto di rete regionale (codice F5.83) tipizzato in DGR 77/2020 come intermittente (14IN7).

6.3 Risultato delle analisi pressioni-impatti

6.3.1 Pressioni puntuali scarichi urbani

Nel presente studio, in considerazione della base informativa disponibile e in assenza di portate medie annue dei CI e degli scarichi urbani e abitanti equivalenti, le pressioni puntuali delle acque reflue sono state definite da un unico indicatore che mette in relazione gli abitanti residenti (dati ISTAT 2021) nel bacino di pertinenza del CI rispettivamente con i km² di bacino totale, considerato al punto di chiusura del CI, e bacino afferente all'CI stesso.

La metodologia è stata applicata ai bacini delle acque superficiali del fiume Marta, definiti dal PTAR Lazio e afferenti ai CI delle stazioni di monitoraggio inserite nella rete regionale (DGR Lazio n.77 del 2020), poi ai bacini ridefiniti nella presente ricerca di Dottorato, come riportato al par. 6.2.

La soglia in base alla quale valutare l'entità della pressione (significativa/non significativa) è stata mantenuta pari al 60%, come riportato nella LG.

L'analisi della pressione "reflui urbani" è riportata in dettaglio nelle tabelle da 6.9 a 6.12 per il bacino del fiume Marta e da 6.13 a 6.15 per il bacino del fiume Mignone.

Tabella 6.9- Valutazione della significatività della pressione dei reflui urbani per i corpi idrici oggetto di approfondimento – bacino del fiume Marta

Tipologia di pressione	Tipologia di corpo idrico	Corpo idrico	Ordine bacino	Descrizione indicatori (MBC)	Soglie	Valore indicatore	Significatività pressione
1.1 Puntuali - scarichi urbani 1.2 Puntuali - sfioratori di piena 2.6 Diffuse - scarichi non allacciati alla fognatura	Corpi idrici fluviali	Fiume Marta 1	I	Carico unitario Ab: Somma del Abitanti nel bacino totale afferente al corpo idrico/kmq del bacino totale afferente al C.I.	≥ 60 Ab/kmq	675	SI
		Fiume Marta 2	I	Carico unitario Ab: Somma del Abitanti nel bacino totale afferente al corpo idrico/kmq del bacino totale afferente al C.I.	≥ 60 Ab/kmq	383	SI
		Fiume Marta 3	I	Carico unitario Ab: Somma del Abitanti nel bacino totale afferente al corpo idrico/kmq del bacino totale afferente al C.I.	≥ 60 Ab/kmq	72	SI
		Torrente Traponzo	II	Carico unitario Ab: Somma del Abitanti nel bacino totale afferente al corpo idrico/kmq del bacino totale afferente al C.I.	≥ 60 Ab/kmq	188	SI

Tabella 6.10- Valutazione della significatività della pressione reflui urbani nel bacino afferente al corpo idrico fiume Marta 2 e sottobacini significativi

Tipologia di pressione	Tipologia di corpo idrico	Corpo idrico	Ordine bacino	Descrizione indicatori (MBC)	Soglie	Valore indicatore	Significatività pressione
1.1 Puntuali - scarichi urbani 1.2 Puntuali - sfioratori di piena 2.6 Diffuse - scarichi non allacciati alla fognatura	Corpi idrici fluviali	Fiume Marta 2	I	Carico unitario Ab: Somma del Abitanti nel bacino afferente al corpo idrico/kmq del bacino afferente al C.I.	≥ 60 Ab/kmq	1186	SI
		Fosso Maschiolo	II	Carico unitario Ab: Somma del Abitanti nel bacino afferente al corpo idrico/kmq del bacino afferente al C.I.	≥ 60 Ab/kmq	0	NO
		Fosso Pantacciano	II	Carico unitario Ab: Somma del Abitanti nel bacino afferente al corpo idrico/kmq del bacino afferente al C.I.	≥ 60 Ab/kmq	0	NO

Tabella 6.11- Valutazione della significatività della pressione reflui urbani nel bacino afferente al corpo idrico fiume Marta 3 e sottobacini significativi

Tipologia di pressione	Tipologia di corpo idrico	Corpo idrico	Ordine bacino	Descrizione indicatori (MBC)	Soglie	Valore indicatore	Significatività pressione
1.1 Puntuali - scarichi urbani 1.2 Puntuali - sfioratori di piena 2.6 Diffuse - scarichi non allacciati alla fognatura	Corpi idrici fluviali	Fiume Marta 3	I	Carico unitario Ab: Somma del Abitanti nel bacino afferente al corpo idrico/kmq del bacino afferente al C.I.	≥ 60 Ab/kmq	145	SI
		Fosso Capecchio	II	Carico unitario Ab: Somma del Abitanti nel bacino afferente al corpo idrico/kmq del bacino afferente al C.I.	≥ 60 Ab/kmq	0	NO
		Fosso Agnattara	II	Carico unitario Ab: Somma del Abitanti nel bacino afferente al corpo idrico/kmq del bacino afferente al C.I.	≥ 60 Ab/kmq	0	NO
		Fosso Legno	II	Carico unitario Ab: Somma del Abitanti nel bacino afferente al corpo idrico/kmq del bacino afferente al C.I.	≥ 60 Ab/kmq	0	NO

Tabella 6.12- Valutazione della significatività della pressione reflui urbani nel bacino afferente al corpo idrico torrente Traponzo e sottobacini significativi

Tipologia di pressione	Tipologia di corpo idrico	Corpo idrico	Ordine bacino	Descrizione indicatori (MBC)	Soglie	Valore indicatore	Significatività pressione
1.1 Puntuali - scarichi urbani 1.2 Puntuali - sfioratori di piena 2.6 Diffuse - scarichi non allacciati alla fognatura	Corpi idrici fluviali	Torrente Traponzo	II	Carico unitario Ab: Somma del Abitanti nel bacino afferente al corpo idrico/kmq del bacino afferente al C.I.	≥ 60 Ab/kmq	412	SI
		Fosso Leia	III	Carico unitario Ab: Somma del Abitanti nel bacino afferente al corpo idrico/kmq del bacino afferente al C.I.	≥ 60 Ab/kmq	394	SI
		Fosso Biedano	III	Carico unitario Ab: Somma del Abitanti nel bacino afferente al corpo idrico/kmq del bacino afferente al C.I.	≥ 60 Ab/kmq	116	SI
		Fosso Rigomero	III	Carico unitario Ab: Somma del Abitanti nel bacino afferente al corpo idrico/kmq del bacino afferente al C.I.	≥ 60 Ab/kmq	0	NO
		Fosso Catenaccio	III	Carico unitario Ab: Somma del Abitanti nel bacino afferente al corpo idrico/kmq del bacino afferente al C.I.	≥ 60 Ab/kmq	0	NO

Tabella 6.13- Valutazione della significatività della pressione reflui urbani per i corpi idrici oggetto di approfondimento – bacino del fiume Mignone

Tipologia di pressione	Tipologia di corpo idrico	Corpo idrico	Ordine bacino	Descrizione indicatori (MBC)	Soglie	Valore indicatore	Significatività pressione
1.1 Puntuali - scarichi urbani 1.2 Puntuali - sfioratori di piena 2.6 Diffuse - scarichi non allacciati alla fognatura	Corpi idrici fluviali	Fiume Mignone 1	I	Carico unitario Ab: Somma del Abitanti nel bacino totale afferente al corpo idrico/kmq del bacino totale afferente al C.I.	≥ 60 Ab/kmq	28	NO
		Fiume Mignone 2	I	Carico unitario Ab: Somma del Abitanti nel bacino totale afferente al corpo idrico/kmq del bacino totale afferente al C.I.	≥ 60 Ab/kmq	139	SI
		Fiume Mignone 3	I	Carico unitario Ab: Somma del Abitanti nel bacino totale afferente al corpo idrico/kmq del bacino totale afferente al C.I.	≥ 60 Ab/kmq	22	NO

Tabella 6.14- Valutazione della significatività della pressione reflui urbani nel bacino afferente al corpo idrico fiume Mignone 2 e sottobacini significativi

Tipologia di pressione	Tipologia di corpo idrico	Corpo idrico	Ordine bacino	Descrizione indicatori (MBC)	Soglie	Valore indicatore	Significatività pressione
1.1 Puntuali - scarichi urbani 1.2 Puntuali - sfioratori di piena 2.6 Diffuse - scarichi non allacciati alla fognatura	Corpi idrici fluviali	Fiume Mignone 2	I	Carico unitario Ab: Somma del Abitanti nel bacino afferente al corpo idrico/kmq del bacino afferente al C.I.	≥ 60 Ab/kmq	139	SI
		Fosso senza nome	II	Carico unitario Ab: Somma del Abitanti nel bacino afferente al corpo idrico/kmq del bacino afferente al C.I.	≥ 60 Ab/kmq	580	SI
		Fosso Lenta	II	Carico unitario Ab: Somma del Abitanti nel bacino afferente al corpo idrico/kmq del bacino afferente al C.I.	≥ 60 Ab/kmq	144	SI
		Fosso Chiarone	II	Carico unitario Ab: Somma del Abitanti nel bacino afferente al corpo idrico/kmq del bacino afferente al C.I.	≥ 60 Ab/kmq	0	NO
		Fosso Verginese	II	Carico unitario Ab: Somma del Abitanti nel bacino afferente al corpo idrico/kmq del bacino afferente al C.I.	≥ 60 Ab/kmq	105	SI

Tabella 6.15- Valutazione della significatività della pressione reflui urbani nel bacino afferente al corpo idrico fiume Mignone 3 e sottobacini significativi

Tipologia di pressione	Tipologia di corpo idrico	Corpo idrico	Ordine bacino	Descrizione indicatori (MBC)	Soglie	Valore indicatore	Significatività pressione
1.1 Puntuali - scarichi urbani 1.2 Puntuali - sfioratori di piena 2.6 Diffuse - scarichi non allacciati alla fognatura	Corpi idrici fluviali	Fiume Mignone 3	I	Carico unitario Ab: Somma del Abitanti nel bacino afferente al corpo idrico/kmq del bacino afferente al C.I.	≥ 60 Ab/kmq	22	NO
		Torrente Vesca	II	Carico unitario Ab: Somma del Abitanti nel bacino afferente al corpo idrico/kmq del bacino afferente al C.I.	≥ 60 Ab/kmq	8	NO
		Fosso di Borgonero	III	Carico unitario Ab: Somma del Abitanti nel bacino afferente al corpo idrico/kmq del bacino afferente al C.I.	≥ 60 Ab/kmq	16	NO
		Fosso di Canino	II	Carico unitario Ab: Somma del Abitanti nel bacino afferente al corpo idrico/kmq del bacino afferente al C.I.	≥ 60 Ab/kmq	0	NO
		Fosso del Nasso	II	Carico unitario Ab: Somma del Abitanti nel bacino afferente al corpo idrico/kmq del bacino afferente al C.I.	≥ 60 Ab/kmq	102	SI
		Fosso di Capoccia	II	Carico unitario Ab: Somma del Abitanti nel bacino afferente al corpo idrico/kmq del bacino afferente al C.I.	≥ 60 Ab/kmq	0	NO
		Fosso Ronchese	II	Carico unitario Ab: Somma del Abitanti nel bacino afferente al corpo idrico/kmq del bacino afferente al C.I.	≥ 60 Ab/kmq	0	NO
		Rio Melledra	II	Carico unitario Ab: Somma del Abitanti nel bacino afferente al corpo idrico/kmq del bacino afferente al C.I.	≥ 60 Ab/kmq	82	SI
		Fosso della Vite	II	Carico unitario Ab: Somma del Abitanti nel bacino afferente al corpo idrico/kmq del bacino afferente al C.I.	≥ 60 Ab/kmq	16	NO

Dall'analisi delle pressioni legate alle *acque ruflue urbane*, emerge per il bacino del fiume Marta la significatività per tutti e 4 i bacini totali afferenti ai corpi idrici fiume Marta 1, Marta 2 e Marta 3 di I ordine e torrente Traponzo di II ordine (tabella 6.9).

Situazione migliore viene registrata nel bacino del fiume Mignone che presenta significatività della pressione in uno solo dei tre bacini totali afferenti ai corpi idrici di I ordine, nel bacino totale afferente al CI del fiume Mignone 2 (tabella 6.13).

Per comprendere meglio la significatività della pressione all'interno dei bacini e individuare le aree di maggiore criticità, anche al fine di definire azioni di mitigazione e/o risanamento, è stato applicato il processo a livello dei bacini identificati con la metodologia riportata al paragrafo 6.2.

Ne è risultato lungo l'asta principale per il fiume Marta che la pressione è incidente direttamente sui corpi idrici di I ordine, nessun bacino di II ordine mostra significatività (tabelle 6.10 e 6.11), ad eccezione del bacino afferente al CI torrente Traponzo, per il quale l'analisi di dettaglio ha mostrato nei bacini di III ordine significatività per il fosso Leja e il fosso Biedano (tabella 6.12).

Riportando in GIS la categoria *1.1 – zone urbanizzate* estratta dalla carta dell'uso del suolo del Corine Land Cover 2018 (CLC18), è possibile verificare la corrispondenza dei bacini risultati con pressione significativa con quelli interessati dalla categoria 1.1 (figura 6.6) per il bacino del fiume Marta.

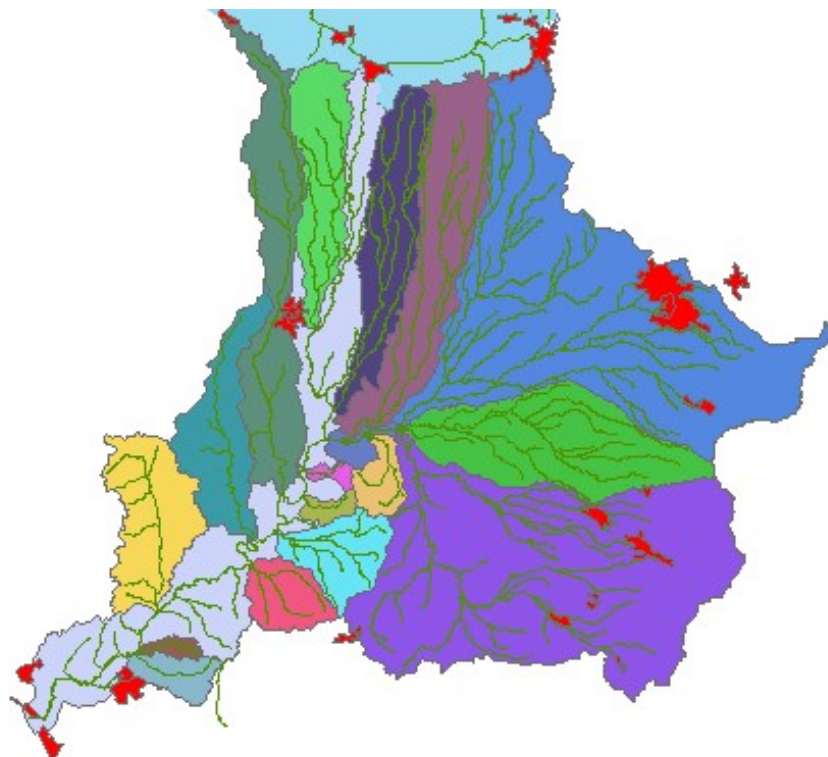


Figura 6.6: Bacino del fiume Marta – Localizzaione della categoria 1.1 – zone urbanizzate (CLC18)

Per il bacino del fiume Mignone l'analisi di dettaglio mostra significatività in tutti i bacini di II ordine afferenti al CI fiume Mignone 2, a eccezione del fosso Chiarone (tabella 6.14); mentre solo 2 dei nove bacini di II ordine indagati nel bacino afferente al CI fiume Mignone 3 sono risultati significativi alla pressione, fosso del Nasso e Rio Melledra (tabella 6.15).

Anche per il bacino del Mignone è stata creata la carta in GIS per la categoria *1.1 – zone urbanizzate* estratta dalla CLC18, confermando la corrispondenza dei bacini risultati con pressione significativa con quelli interessati dalla categoria 1.1.(figura 6.7). La CLC18 mostra un'area urbanizzata nel bacino del fiume Mignone 1, la cui presenza non ha tuttavia determinato una significatività, come riportato in tabella 6.13.



Figura 6.7: Bacino del fiume Mignone – Localizzazione della categoria 1.1 – zone urbanizzate (CLC18)

6.3.2 Pressione diffusa in agricoltura acque superficiali

Nel presente studio, in considerazione della base informativa disponibile tra gli indicatori di significatività della pressione agricola proposti dalla LG sono stati presi in considerazione l'indicatore 1 della categoria a medio-alta complessità (MAC) per i corpi idrici fluviali e l'indicatore 1 della categoria a medio-bassa complessità (MBC) per i corpi idrici sotterranei. Tutti gli indicatori considerati fanno riferimento all'estensione delle aree ad uso agricolo dei suoli, con riferimento a specifiche porzioni territoriali.

L'ambito territoriale di riferimento è il bacino afferente (indicatore 1) nel caso dei fiumi, e l'estensione areale del corpo idrico (indicatore 1) nel caso dei corpi idrici sotterranei. La soglia in

base alla quale valutare l'entità della pressione (significativa/non significativa) è fissata al 50% per l'indicatore dei fiumi e al 60% per i corpi idrici sotterranei, così come stabilito nella LG.

Come per la pressione scarichi urbani, per le acque superficiali la metodologia è stata applicata ai bacini delle acque superficiali del fiume Marta, definiti dal PTAR Lazio e afferenti ai CI delle stazioni di monitoraggio inserite nella rete regionale (DGR Lazio n.77 del 2020), poi ai bacini ridefiniti nella presente ricerca di Dottorato come riportato al par. 6.2.

Per i corpi idrici selezionati è stata calcolata l'estensione percentuale delle aree ad uso agricolo utilizzando come fonte dati la carta dell'uso del suolo del Corine Land Cover 2018, considerando la categoria 2 - Superfici agricole, con tutte le sotto-categorie del livello disponibili:

- 2111 – Colture intensive
- 221 – Vigneti
- 222 – Frutteti e frutti minori
- 223 – Oliveti
- 231 – Prati stabili
- 241 – Colture temporanee associate a colture permanenti
- 242 – Sistemi colturali e particellari complessi
- 243 – Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti

Per i bacini e sottobacini è stato applicato lo stesso iter procedurale, seguito per le acque reflue urbane, per una valutazione delle pressioni secondo l'ordinamento gerarchico di Strahler.

L'esito dell'analisi di significatività è riportato nelle tabelle 6.16, 6.18, 6.20, 6.22 per il bacino del fiume Marta e 6.24, 6.26, 6.28 per il bacino del fiume Mignone; mentre l'estensione della superficie del corpo idrico interessata da uso agricolo e il dettaglio della distribuzione percentuale delle tipologie di uso agricolo che concorrono alla quantificazione dell'indicatore di significatività sono riepilogate nelle tabelle 6.17, 6.19, 6.21, 6.23 per il fiume Marta e 6.25, 6.27, 6.29 per il fiume Mignone.

In fase di progettazione dell'attività di ricerca sono stati valutati tra gli effetti di mitigazione/compensazione delle pressioni alcuni fattori, tra cui l'estensione della vegetazione riparia e la presenza di aree esondabili.

L'utilizzo della fascia vegetazionale lungo le rive (Harding et al 2002), grazie all'effetto tampone e alla capacità naturale di fitodepurazione, risultava inizialmente il fattore principale da valutare. In

fase sperimentale è invece emersa la difficoltà nel reperire formati disponibili per l'ambiente GIS aggiornati, pertanto non è stato utilizzato ai fini del presente lavoro.

Sebbene più semplice come indicatore, è stata invece valutata la presenza e estensione delle aree esondabili. Nei bacini target utilizzati, la valutazione della pressione agricola all'interno di un buffer di 500m da entrambe le rive, ha mostrato che le aree esondabili sono ricomprese nelle aree buffer individuate (figura 6.8 e 6.9). Non si è proceduto pertanto ad una valutazione della pressione agricola all'interno di queste aree, mentre è stato ipotizzato l'utilizzo del fattore “presenza aree esondabili” nell'assegnazione di un valore soglia più restrittivo all'*Indicatore 1 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli nell'area del bacino afferente al C.I.*, quindi ridotto a valore soglia del 40%.

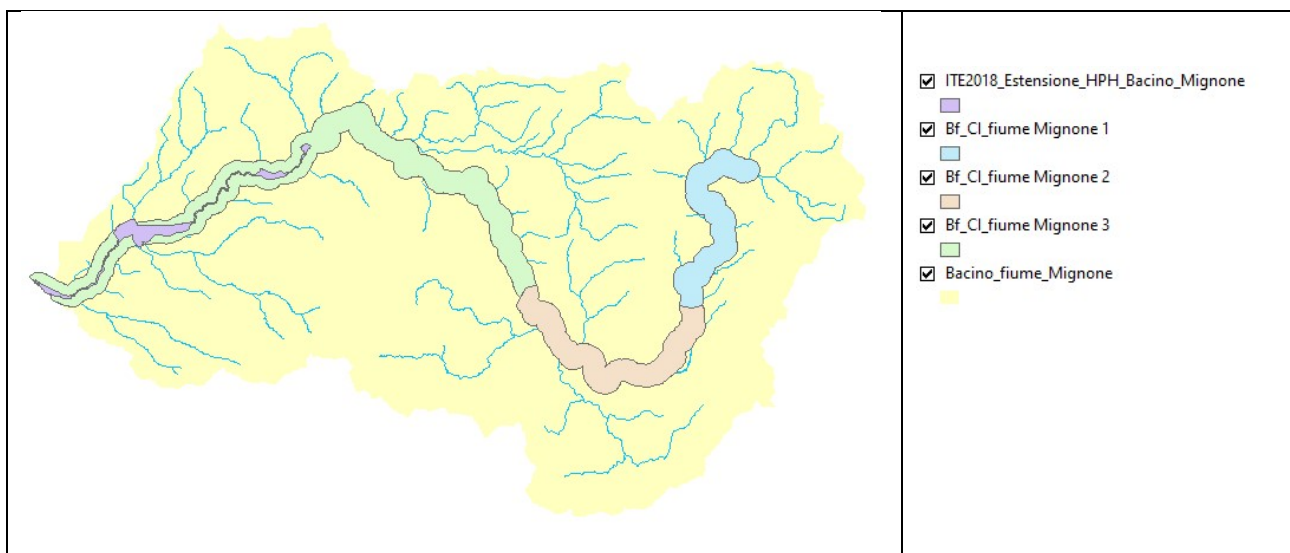


Figura 6.8: Fiume Mignone valutazione pressione agricola: estensione aree esondabili all'interno dei buffer 500m

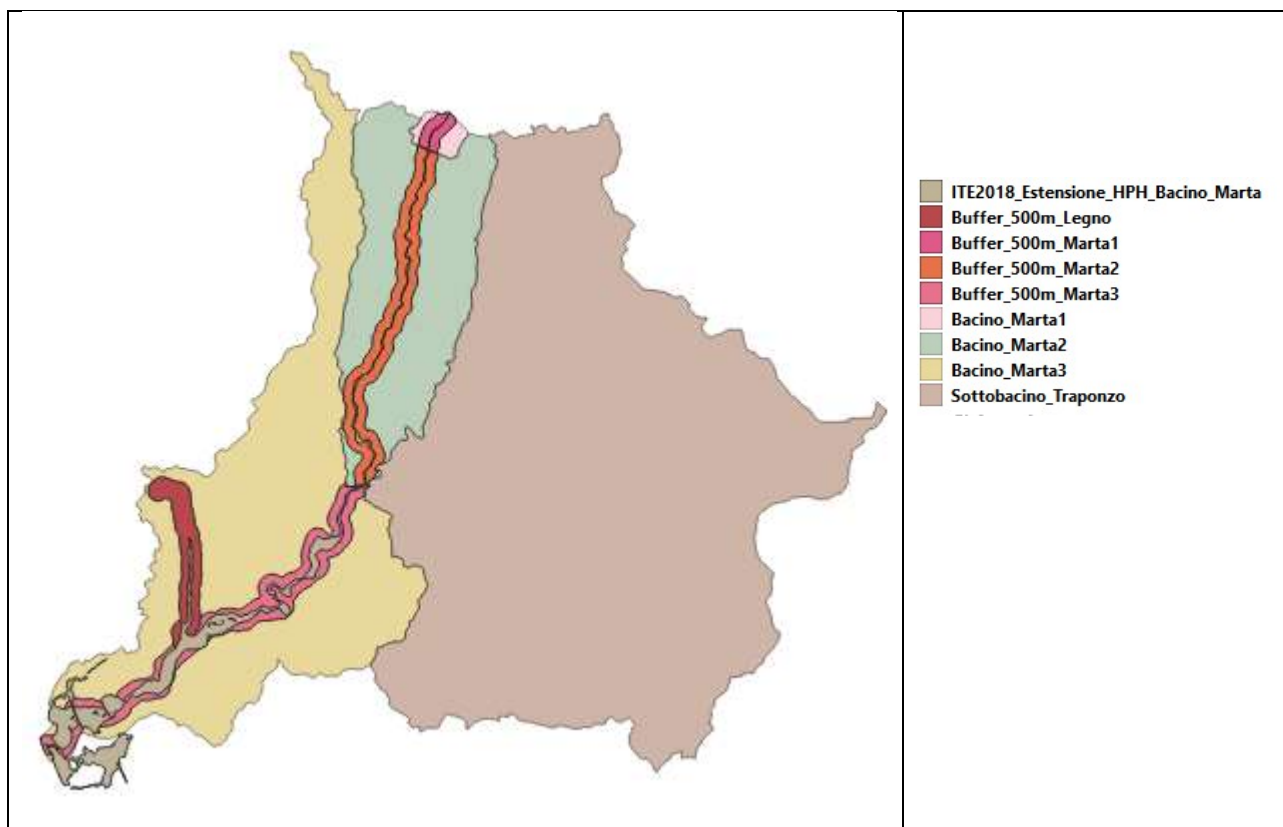


Figura 6.9: Fiume Marta valutazione pressione agricola: stensione aree esondabili all'interno dei buffer 500m

Tabella 6.16- Valutazione della significatività della pressione agricola per i corpi idrici oggetto di approfondimento – bacino del fiume Marta

Tipologia di pressione	Tipologia di corpo idrico	Corpo idrico	Ordine bacino	Descrizione indicatori	Soglie	Valore indicatore	Significatività pressione
2.2 Diffuse - Agricoltura	Corpi idrici fluviali	Fiume Marta 1	I	Indicatore 1 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli nell'area del bacino totale afferente al C.I.	≥ 50% [40% - 70%]	87.4%	SI
				Indicatore 2 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli in un buffer di 500 m del C.I rispetto alla linea di riva dei CI ricadenti nel bacino totale afferente al CI	≥ 50%	76.3%	
		Fiume Marta 2	I	Indicatore 1 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli nell'area del bacino totale afferente al C.I.	≥ 50% [40% - 70%]	91.4%	SI
				Indicatore 2 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli in un buffer di 500 m del C.I rispetto alla linea di riva dei CI ricadenti nel bacino totale afferente al CI	≥ 50%	90.2%	
		Fiume Marta 3	I	Indicatore 1 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli nell'area del bacino totale afferente al C.I.	≥ 50% [40% - 70%]	73.6%	SI
				Indicatore 2 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli in un buffer di 500 m del C.I rispetto alla linea di riva dei CI ricadenti nel bacino totale afferente al CI	≥ 50%	82.3%	
		Torrente Traponzo	II	Indicatore 1 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli nell'area del bacino totale afferente al C.I.	≥ 50% [40% - 70%]	73.6%	SI
				Indicatore 2 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli in un buffer di 500 m del C.I rispetto alla linea di riva dei CI ricadenti nel bacino totale afferente al CI	≥ 50%	97.1%	

Tabella 6.17- Estensione percentuale delle aree ad uso agricolo per categoria d'uso – bacino del fiume Marta

Tipologia di corpo idrico	Corpo idrico	Ambito territoriale	Estensione bacino afferente (km²)	Superficie uso agricolo (km²)	Dettaglio su tipologia di uso agricolo							
					2.1 Seminativi	2.2 Colture permanenti			2.3 Prati stabili	2.4 Zone agricole eterogenee		
					2111	221	222	223	231	241	242	243
Corpi idrici fluviali	Fiume Marta 1	Bta_CI	4.77	4.17	36.0%	-	-	47.6%	-	-	-	3.8%
		Bft_CI	2.2	1.68	49.1%	-	-	26.8%	-	-	-	0.4%
	Fiume Marta 2	Bta_CI	99.91	91.30	62.6%	-	-	8.7%	-	1.2%	9.7%	9.4%
		Bft_CI	49.0	44.22	57.4%	-	-	10.8%	-	1.4%	6.0%	14.7%
	Fiume Marta 3	Bta_CI	223.2	164.27	67.2%	-	-	-	0.2%	0.9%	1.3%	4.3%
		Bft_CI	78.4	64.52	71.1%	-	-	-	-	1.0%	3.1%	7.1%
	Torrente Traponzo	Bta_ci	478.14	351.79	36.9%	-	1.56%	13.7%	1.6%	0.7%	11.7%	9.0%
		Bft_CI	63.7	61.84	53.1%	-	-	12.9%	3.4%	0.4%	7.1%	20.2%

Legenda: Bta_CI= Bacino totale afferente al corpo idrico; Bft_CI=buffer totale dei CI nel Bta_CI

Tabella 6.18- Valutazione della significatività della pressione agricola nel bacino afferente al corpo idrico fiume Marta 2 e sottobacini significativi

Tipologia di pressione	Tipologia di corpo idrico	Bacino afferente _Corpo idrico	Ordine bacino	Descrizione indicatori	Soglie	Valore indicatore	Significatività pressione
2.2 Diffuse - Agricoltura	Corpi idrici fluviali	Fiume Marta 2	I	Indicatore 1 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli nell'area del bacino afferente al C.I.	≥ 50% [40% - 70%]	89.4%	SI
				Indicatore 2 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli in un buffer di 500 m del C.I rispetto alla linea di riva	≥ 50%	89.6%	
		Fosso Maschiolo	II	Indicatore 1 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli nell'area del bacino afferente al C.I.	≥ 50% [40% - 70%]	96.4%	SI
				Indicatore 2 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli in un buffer di 500 m del C.I rispetto alla linea di riva	≥ 50%	96.2%	
		Fosso Pantacciano	II	Indicatore 1 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli nell'area del bacino afferente al C.I.	≥ 50% [40% - 70%]	88.9%	SI
				Indicatore 2 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli in un buffer di 500 m del C.I rispetto alla linea di riva	≥ 50%	100%	

Tabella 6.19- Estensione percentuale delle aree ad uso agricolo per categoria d'uso nel bacino afferente al corpo idrico fiume Marta 2 e sottobacini significativi

Tipologia di corpo idrico	Corpo idrico	Ambito territoriale	Estensione bacino afferente (km²)	Superficie uso agricolo (km²)	Dettaglio su tipologia di uso agricolo							
					2.1 Seminativi	2.2 Colture permanenti			2.3 Prati stabili	2.4 Zone agricole eterogenee		
					2111	221	222	223	231	241	242	243
Corpi idrici fluviali	Fiume Marta 2	Ba_CI	32.24	28.83	52.2%	-	-	13,1%	-	-	10.5%	13,6%
		Bf_CI	20.3	18.18	49.9%	-	-	13.6%	-	-	6.1%	20.0%
	Fosso Maschiolo	Ba_CI	30.35	29.27	71.8%	-	-	3,2%	-	4.0%	8.9%	8.5%
		Bf_CI	10.0	9.62	59.3%	-	-	6.3%	-	7.0%	12.1%	11.5%
	Fosso Pantacciano	Ba_CI	37.32	33.19	63.4%	-	-	9.3%	-	-	9.8%	6.5%
		Bf_CI	18.7	18.70	64.4%	-	-	10.1%	-	-	2.8%	10.6%

Legenda: Ba_CI= Bacino afferente al corpo idrico; Bf_CI=buffer al corpo idrico

Tabella 6.20- Valutazione della significatività della pressione agricola nel bacino afferente al corpo idrico fiume Marta 3 e sottobacini significativi

Tipologia di pressione	Tipologia di corpo idrico	Bacino afferente _Corpo idrico	Ordine bacino	Descrizione indicatori	Soglie	Valore indicatore	Significatività pressione
2.2 Diffuse - Agricoltura	Corpi idrici fluviali	Fiume Marta 3	I	Indicatore 1 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli nell'area del bacino afferente al C.I.	≥ 50% [40% - 70%]	60.5%	SI
				NEW_Indicatore (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli nell'area del bacino afferente al C.I – presenza area esondabile nel buffer di 500 m del C.I rispetto alla linea di riva	≥ 40%	60.5 %	
				Indicatore 2 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli in un buffer di 500 m del C.I rispetto alla linea di riva	≥ 50%	76.4%	
		Fosso Capecchio	II	Indicatore 1 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli nell'area del bacino afferente al C.I.	≥ 50% [40% - 70%]	90.2%	SI
				Indicatore 2 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli in un buffer di 500 m del C.I rispetto alla linea di riva	≥ 50%	94.1%	
		Fosso Agnattara	II	Indicatore 1 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli nell'area del bacino afferente al C.I.	≥ 50% [40% - 70%]	96.1%	SI
				Indicatore 2 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli in un buffer di 500 m del C.I rispetto alla linea di riva	≥ 50%	87.2%	
		Fosso Legno	II	Indicatore 1 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli nell'area del bacino afferente al C.I.	≥ 50% [40% - 70%]	72.2%	SI
				Indicatore 2 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli in un buffer di 500 m del C.I rispetto alla linea di riva	≥ 50%	60.5	

Tabella 6.21- Estensione percentuale delle aree ad uso agricolo per categoria d'uso nel bacino afferente al corpo idrico fiume Marta 3 e sottobacini significativi

Tipologia di corpo idrico	Corpo idrico	Ambito territoriale	Estensione bacino afferente (km²)	Superficie uso agricolo (km²)	Dettaglio su tipologia di uso agricolo							
					2.1 Seminativi	2.2 Colture permanenti			2.3 Prati stabili	2.4 Zone agricole eterogenee		
					2111	221	222	223	231	241	242	243
Corpi idrici fluviali	Fiume Marta 3	Ba_Cl	110,02	65,51	55.6%	-	-	-	0.4%	1.2%	-	3.3%
		Bf_Cl	28.0	21.39	69.1%	-	-	-	-	-	-	7.3%
	Fosso Capecchio	Ba_Cl	51.19	46.19	78.1%	-	-	-	-	1.1%	3.9%	7.1%
		Bf_Cl	26.4	24.85	71.8%	-	-	-	-	3.1%	7.1%	12.2%
	Fosso Agnattara	Ba_Cl	30.16	28.99	93.4%	-	-	-	-	-	2.7%	-
		Bf_Cl	14.1	12.29	83.1%	-	-	-	-	-	4.0%	0.1%
	Fosso Legno	Ba_Cl	31.83	22.97	65.2%	-	-	-	-	-	-	7.0%
		Bf_Cl	9.9	5.99	57.3%	-	-	-	-	-	-	3.2%

Legenda: Ba_Cl= Bacino afferente al corpo idrico; Bf_Cl=buffer al corpo idrico

Tabella 6.22- Valutazione della significatività della pressione agricola nel bacino afferente al corpo idrico al torrente Traponzo e sottobacini significativi

Tipologia di pressione	Tipologia di corpo idrico	Bacino afferente _Corpo idrico	Ordine bacino	Descrizione indicatori	Soglie	Valore indicatore	Significatività pressione
2.2 Diffuse - Agricoltura	Corpi idrici fluviali	Torrente Traponzo	II	Indicatore 1 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli nell'area del bacino afferente al C.I.	≥ 50% [40% - 70%]	30.7%	NO
				Indicatore 2 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli in un buffer di 500 m del C.I rispetto alla linea di riva	≥ 50%	24.9%	
		Fosso Leia	III	Indicatore 1 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli nell'area del bacino afferente al C.I.	≥ 50% [40% - 70%]	76.6%	SI
				Indicatore 2 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli in un buffer di 500 m del C.I rispetto alla linea di riva	≥ 50%	88.7%	
		Fosso Rigomero	III	Indicatore 1 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli nell'area del bacino afferente al C.I.	≥ 50% [40% - 70%]	90.8%	SI
				Indicatore 2 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli in un buffer di 500 m del C.I rispetto alla linea di riva	≥ 50%	89.4%	
		Fosso Biedano	III	Indicatore 1 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli nell'area del bacino afferente al C.I.	≥ 50% [40% - 70%]	66.7%	SI
				Indicatore 2 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli in un buffer di 500 m del C.I rispetto alla linea di riva	≥ 50%	70.6%	
		Fosso Catenaccio	III	Indicatore 1 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli nell'area del bacino afferente al C.I.	≥ 50% [40% - 70%]	83.3%	SI
				Indicatore 2 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli in un buffer di 500 m del C.I rispetto alla linea di riva	≥ 50%	86.7%	

Tabella 6.23- Estensione percentuale delle aree ad uso agricolo per categoria d'uso nel bacino afferente al corpo idrico fiume Marta 3 e sottobacini significativi

Tipologia di corpo idrico	Corpo idrico	Ambito territoriale	Estensione bacino afferente (km²)	Superficie uso agricolo (km²)	Dettaglio su tipologia di uso agricolo							
					2.1 Seminativi	2.2 Colture permanenti			2.3 Prati stabili	2.4 Zone agricole eterogenee		
					2111	221	222	223	231	241	242	243
Corpi idrici fluviali	Torrente Ttraponzo	Ba_CI	10.6	3.25	2.83%	-	-	-	25.85%	-	-	1.98%
		Bf_CI	3.9	0.97	10.8%	-	-	-	0.1%	-	-	14.1%
	Fosso Leia	Ba_CI	159.33	122.10	44.16%	-	0.98%	5.28%	0.26%	1.06%	15.55%	9.34%
		Bf_CI	20.1	17.83	58.2%	-	-	3.0%	-	-	9.4%	18.1%
	Fosso Rigomero	Ba_CI	80.49	73.11	37.04%	-	2.93%	33.95%	-	-	9.75%	7.15%
		Bf_CI	14.5	12.96	41.4%	-	-	31.9%	-	-	3.8%	12.3%
	Fosso Biedano	Ba_CI	174.46	116.37	26.18%	-	2.04%	16.62%	2.45%	0.95%	10.64%	7.83%
		Bf_CI	22.6	15.95	30.8%	-	-	13.1%	9.5%	1.2%	3.1%	13.0%
	Fosso Catenaccio	Ba_CI	53.26	44.37	56.93%	-	-	1.63%	-	-	8.88%	15.88%
		Bf_CI	17.1	14.82	51.0%	-	-	-	-	-	12.3	23.3

Legenda: Ba_CI= Bacino afferente al corpo idrico; Bf_CI=buffer al corpo idrico

Tabella 6.24- Valutazione della significatività della pressione agricola per i corpi idrici oggetto di approfondimento – bacino del fiume Mignone

Tipologia di pressione	Tipologia di corpo idrico	Corpo idrico	Ordine bacino	Descrizione indicatori	Soglie	Valore indicatore	Significatività pressione
2.2 Diffuse - Agricoltura	Corpi idrici fluviali	Fiume Mignone 1	I	Indicatore 1 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli nell'area del bacino totale afferente al C.I.	≥ 50% [40% - 70%]	64.5 %	SI
				Indicatore 2 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli in un buffer di 500 m del C.I rispetto alla linea di riva dei CI ricadenti nel bacino totale afferente al CI	≥ 50%	46.8 %	
		Fiume Mignone 2	I	Indicatore 1 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli nell'area del bacino totale afferente al C.I.	≥ 50% [40% - 70%]	38.4 %	NO
				Indicatore 2 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli in un buffer di 500 m del C.I rispetto alla linea di riva dei CI ricadenti nel bacino totale afferente al CI	≥ 50%	28.6 %	
		Fiume Mignone 3	I	Indicatore 1 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli nell'area del bacino totale afferente al C.I.	≥ 50% [40% - 70%]	58.7 %	SI
				Indicatore 2 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli in un buffer di 500 m del C.I rispetto alla linea di riva dei CI ricadenti nel bacino totale afferente al CI	≥ 50%	66.8 %	

Tabella 6.25 - Estensione percentuale delle aree ad uso agricolo per categoria d'uso - bacino del fiume Mignone

Tipologia di corpo idrico	Corpo idrico	Ambito territoriale	Estensione bacino afferente (km²)	Superficie uso agricolo (km²)	Dettaglio su tipologia di uso agricolo							
					2.1 Seminativi	2.2 Colture permanenti			2.3 Prati stabili	2.4 Zone agricole eterogenee		
					2111	221	222	223	231	241	242	243
Corpi idrici fluviali	Fiume Mignone 1	Bta_CI	77.5	50	24.7%	-	5.5%	-	1.5%	-	17%	15.8%
		Bft_CI	59	27.61	22.9%	-	-	-	-	-	4%	19.9%
	Fiume Mignone 2	Bta_CI	149.8	57.6	11.6%	-	0.2%	0.2%	3.6%	-	8.9%	14.1%
		Bft_CI	88.8	25.4	6.9%	-	0.3%	0.3%	2.8%	-	3.7%	14.6%
	Fiume Mignone 3	Bta_CI	266.5	156.3	46%	-	-	0.1%	1.0%	1.4%	2.6%	7.5%
		Bft_CI	111.5	74.4	56.1 %	-	-		1 %	1 %	2.7 %	6.1 %

Legenda: Bta_CI= Bacino totale afferente al corpo idrico; Bft_CI=buffer totale dei CI nel Bta_CI

Tabella 6.26- Valutazione della significatività della pressione agricola nel bacino afferente al corpo idrico fiume Mignone 2 e sottobacini significativi

Tipologia di pressione	Tipologia di corpo idrico	Bacino afferente - Corpo idrico	Ordine bacino	Descrizione indicatori	Soglie	Valore indicatore	Significatività pressione
2.2 Diffuse - Agricoltura	Corpi idrici fluviali	Fiume Mignone 2	I	Indicatore 1 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli nell'area del bacino afferente al C.I.	≥ 50% [40% - 70%]	27.2 %	NO
				Indicatore 2 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli in un buffer di 500 m del C.I rispetto alla linea di riva	≥ 50%	22.8 %	
		Fosso senza nome	II	Indicatore 1 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli nell'area del bacino afferente al C.I.	≥ 50% [40% - 70%]	73.1 %	SI
				Indicatore 2 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli in un buffer di 500 m del C.I rispetto alla linea di riva	≥ 50%	50.1 %	
		Fosso Lenta	II	Indicatore 1 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli nell'area del bacino afferente al C.I.	≥ 50% [40% - 70%]	36 %	SI
				Indicatore 2 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli in un buffer di 500 m del C.I rispetto alla linea di riva	≥ 50%	49.7 %	
		Fosso Chiarone	II	Indicatore 1 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli nell'area del bacino afferente al C.I.	≥ 50% [40% - 70%]	15.1 %	NO
				Indicatore 2 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli in un buffer di 500 m del C.I rispetto alla linea di riva	≥ 50%	17.7 %	
		Fosso Verginese	II	Indicatore 1 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli nell'area del bacino afferente al C.I.	≥ 50% [40% - 70%]	43.6 %	SI
				Indicatore 2 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli in un buffer di 500 m del C.I rispetto alla linea di riva	≥ 50%	51.6 %	

Tabella 6.27- Estensione percentuale delle aree ad uso agricolo per categoria d'uso nel bacino afferente al corpo idrico fiume Mignone 2 e sottobacini significativi

Tipologia di corpo idrico	Corpo idrico	Ambito territoriale	Estensione bacino afferente (km²)	Superficie uso agricolo (km²)	Dettaglio su tipologia di uso agricolo							
					2.1 Seminativi	2.2 Colture permanenti			2.3 Prati stabili	2.4 Zone agricole eterogenee		
					2111	221	222	223	231	241	242	243
Corpi idrici fluviali	Fiume Mignone 2	Ba_Cl	22.8	6.19	16.2 %	-	-	1.2 %	6.9 %	-	0.2 %	2.6 %
		Bf_Cl	57.1	13.0	0.9 %	-	-	-	8.7 %	-	-	13.3 %
	Fosso senza nome	Ba_Cl	14.5	10.6	14 %	-	-	-	-	-	26 %	33.1 %
		Bf_Cl	5.8	2.9	7.1 %						13.6 %	29.4 %
	Fosso Lenta	Ba_Cl	53.2	19.1	7.3 %	-	0.5%	-	4 %	-	17.9 %	6.3%
		Bf_Cl	13.2	6.6	18.5 %	-	2 %	--	6.7 %	-	18.9 %	3.7 %
	Fosso Chiarone	Ba_Cl	13.7	2.1	10.5 %	-	-	2 %	2.7 %	-	-	-
		Bf_Cl	5.7	1.0	7.0 %	-	-	4.9 %	5.8 %	-	-	-
	Fosso Verginese	Ba_Cl	45.6	19.9	13.7 %	-	-	-	2.8 %	-	-	27 %
		Bf_Cl	12.7	6.6	18.8 %	-	-	-	8 %	-	-	24.8 %

Legenda: Ba_Cl= Bacino afferente al corpo idrico; Bf_Cl=buffer al corpo idrico

Tabella 6.28- Valutazione della significatività della pressione agricola nel bacino afferente al corpo idrico fiume Mignone 3 e sottobacini significativi

Tipologia di pressione	Tipologia di corpo idrico	Bacino afferente _Corpo idrico	Ordine bacino	Descrizione indicatori	Soglie	Valore indicatore	Significatività pressione
2.2 Diffuse - Agricoltura	Corpi idrici fluviali	Fiume Mignone 3	I	Indicatore 1 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli nell'area del bacino afferente al C.I.	≥ 50% [40% - 70%]	66.2 %	SI
				NEW_Indicatore (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli nell'area del bacino afferente al C.I – presenza area esondabile nel buffer di 500 m del C.I rispetto alla linea di riva	≥ 40%	66.2 %	SI
				Indicatore 2 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli in un buffer di 500 m del C.I rispetto alla linea di riva, in presenza di area esondabile	≥ 50%	67.4 %	SI
		Torrente Vesca	II	Indicatore 1 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli nell'area del bacino afferente al C.I.	≥ 50% [40% - 70%]	35.1 %	NO
				Indicatore 2 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli in un buffer di 500 m del C.I rispetto alla linea di riva	≥ 50%	29.4 %	
		Fosso di Canino	II	Indicatore 1 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli nell'area del bacino afferente al C.I.	≥ 50% [40% - 70%]	43.1 %	SI
				Indicatore 2 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli in un buffer di 500 m del C.I rispetto alla linea di riva	≥ 50%	74.0 %	
		Fosso del Nasso	II	Indicatore 1 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli nell'area del bacino afferente al C.I.	≥ 50% [40% - 70%]	77.1 %	SI
				Indicatore 2 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli in un buffer di 500 m del C.I rispetto alla linea di riva	≥ 50%	78.0 %	
		Fosso di Capoccia	II	Indicatore 1 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli nell'area del bacino afferente al C.I.	≥ 50% [40% - 70%]	34.5 %	SI
				Indicatore 2 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli in un buffer di 500 m del C.I rispetto alla linea di riva	≥ 50%	77.0 %	
		Fosso Ronchese	II	Indicatore 1 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli nell'area del bacino afferente al C.I.	≥ 50% [40% - 70%]	98.5 %	SI
				Indicatore 2 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli in un buffer di 500 m del C.I rispetto alla linea di riva	≥ 50%	99.5 %	
		Rio Melledra	II	Indicatore 1 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli nell'area del bacino afferente al C.I.	≥ 50% [40% - 70%]	55.2 %	SI
				Indicatore 2 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli in un buffer di 500 m del C.I rispetto alla linea di riva	≥ 50%	87.5 %	
		Fosso della Vite	II	Indicatore 1 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli nell'area del bacino afferente al C.I.	≥ 50% [40% - 70%]	69.9 %	SI
				Indicatore 2 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli in un buffer di 500 m del C.I rispetto alla linea di riva	≥ 50%	69.2 %	
		Fosso di Borgonero	III	Indicatore 1 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli nell'area del bacino afferente al C.I.	≥ 50% [40% - 70%]	34.3 %	NO
				Indicatore 2 (MAC): Estensione percentuale di aree ad uso agricolo dei suoli in un buffer di 500 m del C.I rispetto alla linea di riva	≥ 50%	41.3 %	

Tabella 6.29- Estensione percentuale delle aree ad uso agricolo per categoria d'uso nel bacino afferente al corpo idrico fiume Mignone 3 e sottobacini significativi

Tipologia di corpo idrico	Corpo idrico	Ambito territoriale	Estensione bacino afferente (km ²)	Superficie uso agricolo (km ²)	Dettaglio su tipologia di uso agricolo							
					2.1 Seminativi	2.2 Colture permanenti			2.3 Prati stabili	2.4 Zone agricole eterogenee		
					2111	221	222	223	231	241	242	243
Corpi idrici fluviali	Fiume Mignone 3	Ba_Cl	87.1	57.6	56.2 %	-	-	0.3 %	0.5 %	0.1 %	-	9.1 %
		Bf_Cl	33.3	22.4	63.0 %	-	-	-	-	-	-	4.4 %
	Torrente Vesca	Ba_Cl	39.8	14.0	18.8 %	-	-	0.2 %	0.9 %	0.1 %	10.5 %	4.7 %
		Bf_Cl	16.7	5.0	18.0 %	-	-	-	-	-	9.5 %	1.9 %
	Fosso di Canino	Ba_Cl	21.3	9.2	35.8 %	-	-	0.1 %	3.11 %	-	3.9 %	0.2 %
		Bf_Cl	9.2	6.8	61.5 %	-	-	-	7.4 %	-	-	5.0 %
	Fosso del Nasso	Ba_Cl	17.9	13.9	44.4 %	-	-	-	-	20.8 %	7.1 %	5.3 %
		Bf_Cl	7.1	5.5	62.6 %	-	-	-	-	13.8 %	-	1.6 %
	Fosso di Capoccia	Ba_Cl	12.7	4.4	25.8 %	-	-	-	0.2 %	-	-	8.5 %
		Bf_Cl	5.1	3.9	55.4 %	-	-	-	0.5 %	-	-	21.2 %
	Fosso Ronchese	Ba_Cl	15.1	14.9	93.3 %	-	-	-	-	-	-	5.2 %
		Bf_Cl	9.2	9.1	97.8 %	-	-	-	-	-	-	1.7 %
	Rio Melledra	Ba_Cl	46.1	25.5	36.6 %	-	-	-	2.5 %	-	-	16.2 %
		Bf_Cl	13.7	12.0	65.0 %	-	-	-	1.1 %	-	-	21.3 %
	Fosso della Vite	Ba_Cl	25.6	16.9	61.7 %	-	-	-	-	-	2.2 %	-
		Bf_Cl	9.4	6.5	69.2 %	-	-	-	-	-	-	-
	Fosso di Borgonero	Ba_Cl	19.9	6.5	12.3 %	-	-	-	1.7 %	-	15.2 %	5.0 %
		Bf_Cl	7.6	3.2	15.9 %	-	-	-	3.0 %	-	18.9 %	3.5 %

Legenda: Ba_Cl= Bacino afferente al corpo idrico; Bf_Cl=buffer al corpo idrico

L'analisi delle pressioni diffuse in agricoltura mostra per il bacino del fiume Marta significatività a tutti i livelli gerarchici sia a livello di bacino totale afferente al CI che di buffer, unica eccezione il torrente Traponzo (tabella 6.22), valutato per la piccola porzione di territorio a valle dell'immissione dei CI di III ordine e caratterizzata da boschi.

Dal quadro generale il bacino (figura 6.10) è caratterizzato in prevalenza da coltura intensiva (CLC_2.111), gli oliveti (CLC_223) sono presenti in tutti i bacini a eccezione del CI fiume Marta 3, solo nel bacino afferente al torrente Traponzo sono presenti frutteti (CLC_222); mentre i vigneti (CLC_222) risultano completamente assenti.

Sono inoltre presenti con percentuali diverse, ma in tutti i bacini, le aree agricole eterogenee (CLC_2.4) in particolare la categoria 243 – *Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti*

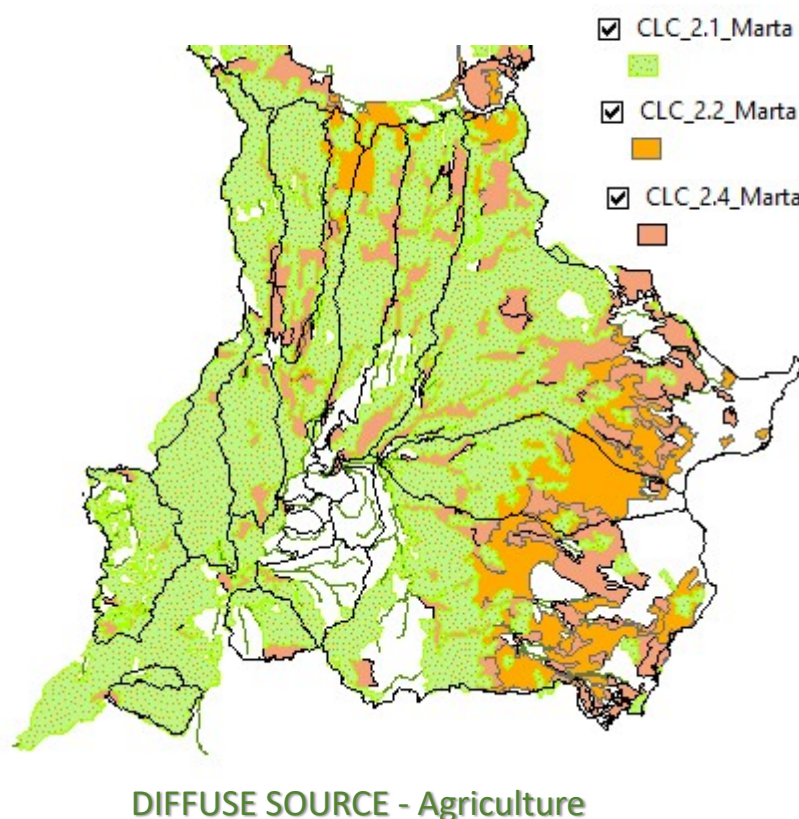


Figura 6.10: Pressione agricola: applicazione ai sottobacini del fiume Marta definiti nel presente studio

Il bacino del fiume Mignone (figura 6.11) presenta invece una situazione diversa con ampie aree non interessate da attività agricola, che si intensificano nelle aree pianeggianti a chiusura di bacino verso il mare.

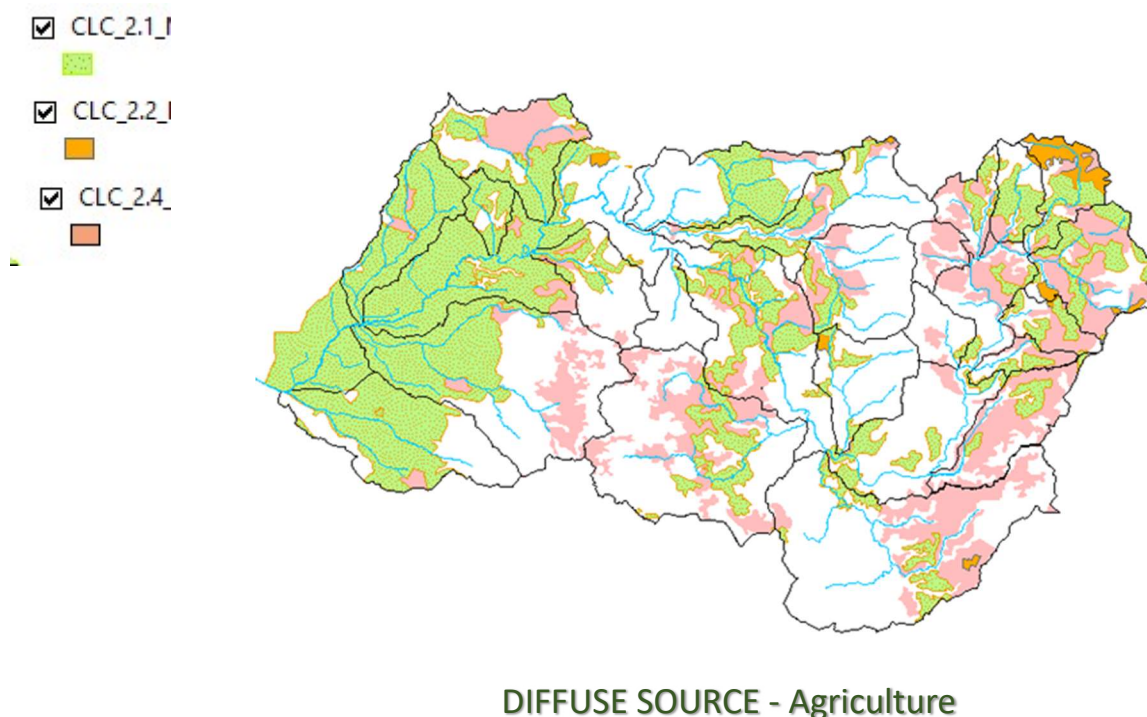


Figura 6.11: Pressione agricola: applicazione ai sottobacini del fiume Mignone definiti nel presente studio

La pressione è risultata significativa (tabella 6.24) per i bacini totali afferenti ai Ci fiume Mignone 1 e 3, ma non per il tratto centrale afferente al CI fiume Mignone 2, mentre l'area sottesa dal buffer alla linea di riva ha presentato significatività solo per il CI fiume Mignone 3.

Nel dettaglio è possibile osservare che la valutazione della significatività della pressione agricola nel bacino afferente al corpo idrico fiume Mignone 2 e sottobacini significativi (tabella 6.26) presenta il valore dell'indicatore superiore alla soglia:

- sia per il bacino afferente che per il buffer al CI senza nome;
- solo per l'area di buffer nel caso del CI Lenta e Verginese.

Situazione opposta per il bacino afferente al CI fiume Mignone 3, la valutazione della significatività della pressione agricola nel bacino afferente al corpo idrico e sottobacini significativi (tabella 6.28) non presenta il valore dell'indicatore superiore alla soglia:

- sia per il bacino afferente che per il buffer al CI del torrente Vesca;
- solo per il bacino afferente nel caso del CI di Capoccia e di Canino.

6.3.3 Stato e impatto delle pressioni per le acque superficiali

Come già descritto, l'analisi delle pressioni è funzionale alla valutazione del rischio di non raggiungimento dell'obiettivo di qualità prevista dalla DQA, che avviene mediante una valutazione integrata stato- pressioni-impatti.

La valutazione dello STATO ecologico e chimico per il sessennio 2015- 2020, per i corsi d'acqua oggetto di studio, è reperibile all'interno del III PdGDAC.

Per il bacino del fiume Marta si registrano criticità importanti (tabella 6.30), in tutti i corpi idrici monitorati non è stato raggiunto l'obiettivo di qualità ambientale "buono" per lo stato ecologico che risulta "sufficiente" per i corpi idrici fiume Marta 2 e fiume Marta 3 e "scarso" nel sottobacino del torrente Traponzo e Biedano, così come nel tratto iniziale del fiume Marta, CI fiume Marta 1. Anche lo stato chimico è risultato "non buono" per la presenza di "Mercurio" nel corpo idrico fiume Marta 2 e per la presenza di "Mercurio e benzo-a-pirene" nel corpo idrico fiume Marta 3.

Nome Corpo idrico	Codice stazione	STATO ECOLOGICO 2015-2020	STATO CHIMICO 2015-2020	Parametro
Fiume Marta 1	F5.36	SCARSO	BUONO	
Fiume Marta 2	F5.11	SUFFICIENTE	NON BUONO	Mercurio disciolto
Fiume Marta 3	F5.14	SUFFICIENTE	NON BUONO	Benzo-a-pirene Mercurio disciolto
Torrente Traponzo 2	F5.81	SCARSO	BUONO	
Torrente Biedano 2	F5.79	SCARSO	BUONO	

Tabella 6.30 - Bacino del fiume Marta – Stato di qualità

Il bacino del fiume Mignone (tabella 6.31) presenta uno stato ecologico "sufficiente" per fiume Mignone 1 e 3, "scarso" per il tratto intermedio fiume Mignone 2 e il suo affluente di sinistra fosso Lenta 2 (Ilord). Il raggiungimento dell'obiettivo di qualità ambientale "buono" per lo stato ecologico è invece riscontrato per il torrente Vesca e il fosso Verginese. Lo stato chimico è invece risultato "buono" in tutti i corpi idrici.

Nome Corpo idrico	Codice stazione	STATO ECOLOGICO 2015-2020	STATO CHIMICO 2015-2020	Parametro
Fiume Mignone 1	F5.72	SUFFICIENTE	BUONO	
Fiume Mignone 2	F4.21	SCARSO	BUONO	
Fiume Mignone 3	F5.37	SUFFICIENTE	BUONO	
Fosso Lenta 2	F4.89	SCARSO	BUONO	
Fosso Verginese 2	F4.92	BUONO	BUONO	
Torrente Vesca 2	F5.83	BUONO	BUONO	

Tabella 6.31 - Bacino del fiume Mignone – Stato di qualità

Ne segue che per completare l'iter di valutazione, una volta individuata come significativa una o più pressioni, è necessario valutare la significatività dell'impatto sul corpo idrico, per individuare gli impatti significativi che possono essere responsabili della compromissione dello stato di qualità.

Si riporta di seguito un esempio di prima applicazione del DPSIR ai sottobacini del fiume Marta definiti dal PTAR, per le pressioni puntuali - scarichi urbani (figura 6.12) e diffuse - in agricoltura (figura 6.13), i dati chimici e biologici utilizzati sono stati estratti dal SIRA dell'ARPALAZIO.

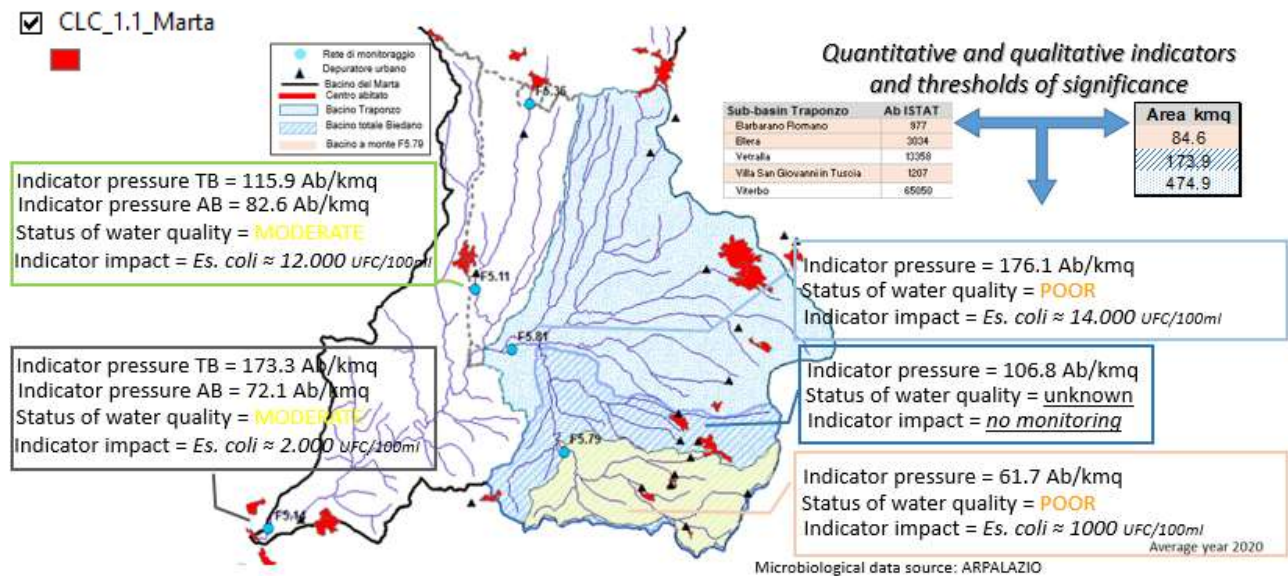


Figura 6.12: Pressione scarichi urbani: applicazione ai sottobacini del fiume Marta definiti dal PTAR

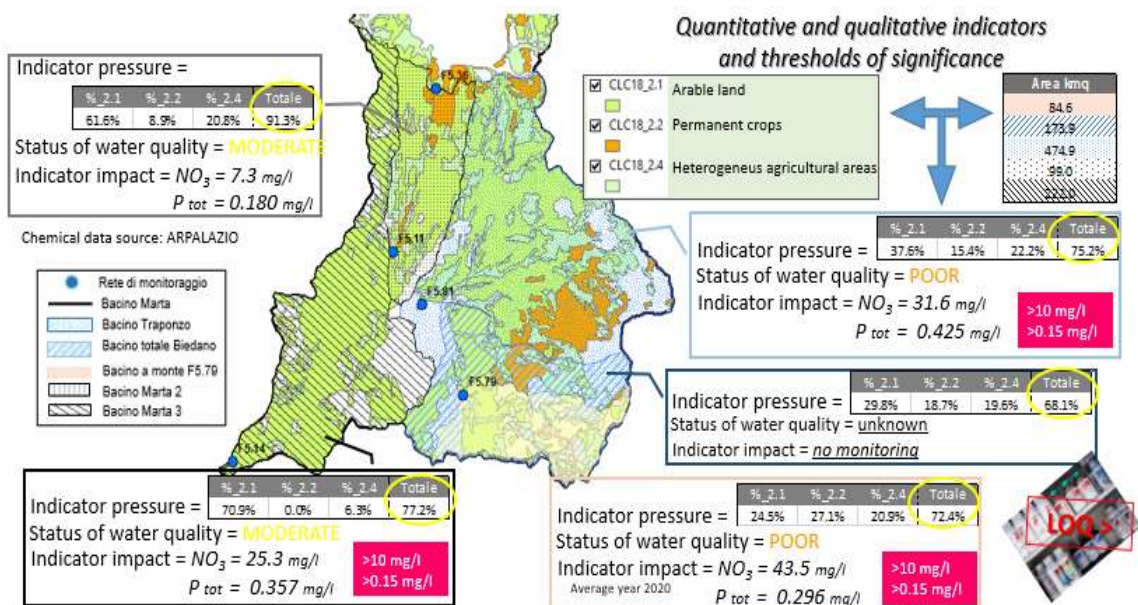


Figura 6.13: Pressione agricola: applicazione ai sottobacini del fiume Marta definiti dal PTAR

Per la valutazione degli impatti sono stati utilizzati i dati chimici e biologici disponibili nel SIRA dell'ARPALAZIO per gli anni 2015-2022.

Per gli indicatori di impatto si è fatto riferimento a quanto contenuto nella LG, apportando alcune modifiche sia a livello di indicatore che di valore soglia. In particolare:

- per la valutazione dell'impatto atteso inquinamento da nutrienti è stata utilizzata anche la "media annua azoto ammoniacale" e sono stati considerati diversi livelli di valori soglia per gli indicatori media annua azoto ammoniacale, media annua azoto nitrico, media annua fosforo totale,
- per la valutazione dell'impatto atteso inquinamento organico sono stati considerati diversi livelli di valori soglia per l'indicatore media annua ossigeno di saturazione;
- per l'indicatore di inquinamento chimico legato alla presenza dei pesticidi, l'indicatore è stato adattato alla disponibilità dei dati.
- per la valutazione dell'impatto atteso inquinamento microbiologico sono stati considerati diversi livelli di valori soglia per l'indicatore Escherichia coli.

Si è ritenuto necessario inserire tra gli indicatori l'azoto ammoniacale in quanto deriva principalmente dalla degradazione dei composti organici azotati (Masoni et al. 2010) provenienti principalmente da scarichi fognari, ma anche da allevamenti zootecnici o dal dilavamento di terreni agricoli in cui siano stati utilizzati reflui zootecnici o concimi di sintesi a base di urea. Va inoltre considerato che, in corsi d'acqua ben ossigenati, l'azoto ammoniacale è trascurabile perché si ossida rapidamente ad azoto nitrico.

L'incremento dei valori soglia degli indicatori di impatto si è reso necessario per uno studio più accurato della significatività degli impatti attesi. L'assegnazione dei valori soglia ulteriori ha seguito quanto indicato nella normativa nazionale per il calcolo del LIMeco, riportato al par.5.3.2.1, prendendo come riferimento il valore soglia per il livello "buono" e il valore intermedio tra i livelli "buono" e "sufficiente". Per l'indicatore Escherichia coli si è utilizzato anche il valore di riferimento per l'ammissione delle acque di scarico nei corpi idrici superficiali.

In tabella 6.32 e 6.33 sono riportati gli indicatori di impatto utilizzati con i relativi valori soglia e la modalità di definizione,

Tipologia di pressione	Tipologia corpo idrico	Impatti attesi	Descrizione indicatore	Soglie	Modalità di definizione
1.1 Puntuali - scarichi urbani 1.2 Puntuali - sfioratori di piena	Corpi idrici fluviali	NUTR	Media annua azoto ammoniacale	>0,09 mg/L N	valore medio calcolato tra il valore soglia sufficiente e buono del LIMeco (valore allerta)
				>0,06 mg/L N	valore soglia buono LIMeco
		ORGA	Media annua O ₂ % sat	<80%	valore soglia buono LIMeco
				<75%	valore linea guida
				<70%	valore medio calcolato tra il valore soglia sufficiente e buono del LIMeco (valore allerta)
		MICRO	Media annua <i>Escherichia coli</i>	>5000 UFC/100mL	valore di riferimento per l'ammissione delle acque di scarico nei corpi idrici superficiali
				>1000 UFC/100mL	valore linea guida

Tabell 6.32: Pressione acque reflue urbane – indicatori di impatto, valori soglia e modalità di definizione

Tipologia di pressione	Tipologia corpo idrico	Impatti attesi	Descrizione indicatore	Soglie	Modalità di definizione
2.2 Diffuse - in agricoltura	Corpi idrici fluviali	NUTR	Media annua azoto nitrico	>2,26 mg/L N	valore linea guida > 10 NO ₃ => 2.26 NNO ₃
				>1,8 mg/L N	valore medio calcolato tra il valore soglia sufficiente e buono del LIMeco (valore allerta)
				>1,2 mg/L N	valore medio calcolato tra il valore soglia sufficiente e buono del LIMeco (valore allerta)
			Media annua fosforo totale	>150 µg/L	valore linea guida e valore medio calcolato tra il valore soglia sufficiente e buono del LIMeco (valore allerta)
				>100 µg/L	valore soglia buono LIMeco
		ORGA	Media annua COD	>10 mg/L O ₂	valore linea guida
			Media annua O ₂ % sat	<80%	valore soglia buono LIMeco
				<75%	valore linea guida
				<70%	valore medio calcolato tra il valore soglia sufficiente e buono del LIMeco (valore allerta)
		CHI	N.riscontri anno>LOQ per pesticidi	>LOQ e n.	valore linea guida
			media annua pesticidi rinvenuti	>0.03µg/L	valore linea guida adattato alle informazioni disponibili

Tabell 6.33: Pressione diffusa in agricoltura – indicatori di impatto, valori soglia e modalità di definizione

Per tutti gli indicatori considerati è stata calcolata oltre alla media annua, il trend dei valori nell'arco temporale utilizzato e, quando possibile, il valore atteso a fine ciclo sessennale 2021-2026.

Per entrambe le tipologie di pressione, ai sensi della LG, un impatto è stato considerato presente con superamento delle soglie almeno in 3 annualità, ridotto a 2 nel caso i superamenti si siano verificati negli anni più recenti.

L'applicazione della metodologia indicata ai corpi idrici oggetto di approfondimento, ha restituito i risultati riportati nelle successive tabelle da 6.34 a 6.55.

Nelle tavole 6.1 e 6.2 è riportato per entrambi i bacini una valutazione dell'impatto atteso inquinamento chimico, mediante l'indice di contaminazione dei pesticidi.

Tabella 6.34- Valutazione della significatività dell'impatto per la pressione reflui urbani nel bacino afferente al corpo idrico fiume Marta 1

Tipologia di pressione	Tipologia corpo idrico	Corpo idrico	Impatti attesi	Descrizione indicatore	Soglie	Valore indicatore								n. superamenti valori soglia / n. misure	n. anni con superamenti	Impatto significativo	Trend Crescente/ decescente / stabile	Valore atteso nel 2026
						2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022					
1.1 Puntuali - scarichi urbani 1.2 Puntuali - sfioratori di piena 2.6 Diffuse - scarichi non allacciati alla fognatura	Corpi idrici fluviali	Fiume Marta 1	NUTR	Media annua azoto ammoniacale	>0,09 mg/L N	0.26	3.72	1.21	0.09	0.45	0.04	0.06	0.16	14/32	5/8	Si	decescente	nv
					>0,06 mg/L N	0.26	3.72	1.21	0.09	0.45	0.04	0.06	0.16	14/32	6/8	Si		
			ORGA	Media annua O ₂ % sat	<80%	83	62	72	75	75	76	64	70	26/41	7/8	Si	decescente	66
					<75%	83	62	72	75	75	76	64	70	25/41	3/8	Si		
					<70%	83	62	72	75	75	76	64	70	18/41	2/8	Si		
			MICRO	Media annua <i>Escherichia coli</i>	>5000 UFC/100mL	50575	137750	115000	41200	51825	31000	9500	15105	27/32	8/8	Si	decescente	nv
					>1000 UFC/100mL	50575	137750	115000	41200	51825	31000	9500	15105	30/32	8/8	Si		

Tabella 6.35- Valutazione della significatività dell'impatto per la pressione diffusa in agricoltura nel bacino afferente al corpo idrico fiume Marta 1

Tipologia di pressione	Tipologia corpo idrico	Corpo idrico	Impatti attesi	Descrizione indicatore	Soglie	Valore indicatore								n. superamenti valori soglia / n. misure	n. anni con superamenti	Impatto significativo	Trend Crescente/ decescente / stabile	Valore atteso nel 2026
						2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022					
2.2 Diffuse - in agricoltura	Corpi idrici fluviali	Fiume Marta 1	NUTR	Media annua azoto nitrico	>2,26 mg/L N	0.81	0.32	0.11	0.10	0.24	0.02	0.30	0.08	0/32	0/8	No	decescente	nv
					>1,8 mg/L N	0.81	0.32	0.11	0.10	0.24	0.02	0.30	0.08	0/32	0/8	No		
					>1,2 mg/L N	0.81	0.32	0.11	0.10	0.24	0.02	0.30	0.08	0/32	0/8	No		
			ORGA	Media annua fosforo totale	>150 µg/L	73	204	129	26	74	22	20	33	4/32	1/8	No	decescente	nv
					>100 µg/L	73	204	129	26	74	22	20	33	6/32	2/8	No		
			ORGA	Media annua COD	>10 mg/L O ₂	10	22	17	8	8	8	4	5	10/32	2/8	No	decescente	nv
				Media annua O ₂ % sat	<80%	83	62	72	75	75	76	64	70	26/41	7/8	Si	decescente	66
					<75%	83	62	72	75	75	76	64	70	25/41	3/8	Si		
					<70%	83	62	72	75	75	76	64	70	18/41	2/8	Si		
			CHI	N.riscontri anno>LOQ per pesticidi	>LOQ e da 3 sostanze	0/159	0/165	12/312	1/519	2/550	1/552	1/372	3/184	---	2/8	Si	nv	nv
				media annua pesticidi rinvenuti	>0.03 µg/L	<	<	0.52	0.02	0.02	0.01	0.03	0.28	---	3/8	Si	crescente	nv

Tabella 6.36- Valutazione della significatività dell'impatto per la pressione reflui urbani nel bacino afferente al corpo idrico fiume Marta 2

Tipologia di pressione	Tipologia corpo idrico	Corpo idrico	Impatti attesi	Descrizione indicatore	Soglie	Valore indicatore								n. superamenti valori soglia / n. misure	n. anni con superamenti	Impatto significativo	Trend Crescente/ decescente / stabile	Valore atteso nel 2026
						2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022					
1.1 Puntuali - scarichi urbani 1.2 Puntuali - sfioratori di piena 2.6 Diffuse - scarichi non allacciati alla fognatura	Corpi idrici fluviali	Fiume Marta 2	NUTR	Media annua azoto ammoniacale	>0,09 mg/L N	0.70	0.42	--	0.10	0.01	0.01	0.14	0.37	16/29	5/7	SI	decescente	nv
					>0,06 mg/L N	0.70	0.42	--	0.10	0.01	0.01	0.14	0.37	16/29	5/7	SI		
			ORGA	Media annua O ₂ % sat	<80%	66	67	91	79	72	74	69	68	36/55	7/8	SI	decescente	61
					<75%	66	67	91	79	72	74	69	68	29/55	6/8	SI		
					<70%	66	67	91	79	72	74	69	68	26/55	4/8	SI		
			MICRO	Media annua <i>Escherichia coli</i>	>5000 UFC/100mL	101600	8525	--	4575	6525	12525	29450	22350	18/28	7/7	SI	crescente*	46300*
					>1000 UFC/100mL	101600	8525	--	4575	6525	12525	29450	22350	27/28	7/7	SI		

Tabella 6.37- Valutazione della significatività dell'impatto per la pressione diffusa in agricoltura nel bacino afferente al corpo idrico fiume Marta 2

Tipologia di pressione	Tipologia corpo idrico	Corpo idrico	Impatti attesi	Descrizione indicatore	Soglie	Valore indicatore								n. superamenti valori soglia / n. misure	n. anni con superamenti	Impatto significativo	Trend Crescente/ decescente / stabile	Valore atteso nel 2026
						2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022					
2.2 Diffuse - in agricoltura	Corpi idrici fluviali	Fiume Marta 2	NUTR	Media annua azoto nitrico	>2,26 mg/L N	2.60	2.53	--	2.28	1.43	1.65	2.23	2.63	14/29	4/7	SI	decescente	1.83
					>1,8 mg/L N	2.60	2.53	--	2.28	1.43	1.65	2.23	2.63	17/29	5/7	SI		
					>1,2 mg/L N	2.60	2.53	--	2.28	1.43	1.65	2.23	2.63	24/29	7/7	SI		
			ORGA	Media annua fosforo totale	>150 µg/L	218	212	--	160	113	180	222	381	20/29	6/7	SI	crescente	587
					>100 µg/L	218	212	--	160	113	180	222	381	26/29	7/7	SI		
			ORGA	Media annua COD	>10 mg/L O ₂	6	10	--	7	5	8	10	7	6/29	0/7	No	stabile	9
				Media annua O ₂ % sat	<80%	66	67	91	79	72	74	69	68	36/55	7/8	SI	decescente	61
					<75%	66	67	91	79	72	74	69	68	29/55	6/8	SI		
					<70%	66	67	91	79	72	74	69	68	26/55	4/8	SI		
			CHI	N.riscontri anno>LOQ per pesticidi	>LOQ e da 3 sostanze	0/159	0/165	11/311	1/518	0/551	0/552	4/590	3/204	---	3/8	SI	nv	nv
				media annua pesticidi rinvenuti	>0.03µg/L	<	<	0.17	0.04	<	<	0.48	0.7	---	4/8	SI	crescente	nv

Tabella 6.38- Valutazione della significatività dell'impatto per la pressione reflui urbani nel bacino afferente al corpo idrico fiume Marta 3

Tipologia di pressione	Tipologia corpo idrico	Corpo idrico	Impatti attesi	Descrizione indicatore	Soglie	Valore indicatore								n. superamenti valori soglia / n. misure	n. anni con superamenti	Impatto significativo	Trend Crescente/ decescente / stabile	Valore atteso nel 2026
						2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022					
1.1 Puntuali - scarichi urbani 1.2 Puntuali - sfioratori di piena 2.6 Diffuse - scarichi non allacciati alla fognatura	Corpi idrici fluviali	Fiume Marta 3	NUTR	Media annua azoto ammoniacale	>0,09 mg/L N	0.03	0.04	0.09	0.01	0.01	0.13	0.02	0.02	2/32	1/8	No	decescente	0.02
					>0,06 mg/L N	0.03	0.04	0.09	0.01	0.01	0.13	0.02	0.02	4/32	2/8	No		
			ORGA	Media annua O ₂ % sat	<80%	74	76	73	84	78	81	70	74	41/75	6/8	SI	stabile	74
					<75%	74	76	73	84	78	81	70	74	33/75	4/8	SI		
					<70%	74	76	73	84	78	81	70	74	22/75	0/8	No		
			MICRO	Media annua <i>Escherichia coli</i>	>5000 UFC/100mL	2310	6942	1645	3070	3425	2153	8125	5328	7/48	3/8	SI	crescente	6900
					>1000 UFC/100mL	2310	6942	1645	3070	3425	2153	8125	5328	26/48	8/8	SI		

Tabella 6.39- Valutazione della significatività dell'impatto per la pressione diffusa in agricoltura nel bacino afferente al corpo idrico fiume Marta 3

Tipologia di pressione	Tipologia corpo idrico	Corpo idrico	Impatti attesi	Descrizione indicatore	Soglie	Valore indicatore								n. superamenti valori soglia / n. misure	n. anni con superamenti	Impatto significativo	Trend Crescente/ decescente / stabile	Valore atteso nel 2026
						2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022					
2.2 Diffuse - in agricoltura	Corpi idrici fluviali	Fiume Marta 3	NUTR	Media annua azoto nitrico	>2,26 mg/L N	4.35	4.93	5.00	5.03	4.70	6.30	4.95	5.35	32/32	8/8	SI	crescente	5.88
					>1,8 mg/L N	4.35	4.93	5.00	5.03	4.70	6.30	4.95	5.35	32/32	8/8	SI		
					>1,2 mg/L N	4.35	4.93	5.00	5.03	4.70	6.30	4.95	5.35	32/32	8/8	SI		
			ORGA	Media annua fosforo totale	>150 µg/L	225	380	262	304	273	357	663	402	30/31	6/7	SI	crescente	920
					>100 µg/L	225	380	262	304	273	357	663	402	30/31	6/7	SI		
			ORGA	Media annua COD	>10 mg/L O ₂	4	10	5	8	5	6	7	4	1/8	0/8	No	stabile	6
				Media annua O ₂ % sat	<80%	74	76	73	84	78	81	70	74	41/75	6/8	SI		
					<75%	74	76	73	84	78	81	70	74	33/75	4/8	SI		
					<70%	74	76	73	84	78	81	70	74	22/75	0/8	No		
			CHI	N.riscontri anno>LOQ per pesticidi	>LOQ e da 3 sostanze	0/351	0/357	11/789	14/128	5/566	4/1108	7/697	7/424	---	6/8	SI	nv	nv
				media annua pesticidi rinvenuti	>0.03µg/L	<	<	0.24	0.5	0.06	0.05	0.34	1.87	---	6/8	SI		

Tabella 6.40- Valutazione della significatività dell'impatto per la pressione reflui urbani nel bacino afferente al corpo idrico torrente Biedano 2

Tipologia di pressione	Tipologia corpo idrico	Corpo idrico	Impatti attesi	Descrizione indicatore	Soglie	Valore indicatore								n. superamenti valori soglia / n. misure	n. anni con superamenti	Impatto significativo	Trend Crescente/ decescente / stabile	Valore atteso nel 2026
						2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022					
1.1 Puntuali - scarichi urbani 1.2 Puntuali - sfioratori di piena 2.6 Diffuse - scarichi non allacciati alla fognatura	Corpi idrici fluviali	Torrente Biedano 2	NUTR	Media annua azoto ammoniacale	>0,09 mg/L N	0.18	0.05	---	1.46	0.03	0.13	0.02	0.04	6/25	3/7	No	decescente	nv
					>0,06 mg/L N	0.18	0.05	---	1.46	0.03	0.13	0.02	0.04	6/25	3/7	No		
			ORGA	Media annua O ₂ % sat	<80%	88	68	75	78	82	88	71	80	23/38	4/8	Si	stabile	81
					<75%	88	68	75	78	82	88	71	80	19/38	2/8	No		
					<70%	88	68	75	78	82	88	71	80	21/38	1/8	No		
			MICRO	Media annua <i>Escherichia coli</i>	>5000 UFC/100mL	220	1600	---	6355	2325	1693	1494	550	4/25	1/7	No	crescente	11250
					>1000 UFC/100mL	220	1600	---	6355	2325	1693	1494	550	12/25	5/7	Si		

Tabella 6.41- Valutazione della significatività dell'impatto per la pressione diffusa in agricoltura nel bacino afferente al corpo idrico torrente Biedano 2

Tipologia di pressione	Tipologia corpo idrico	Corpo idrico	Impatti attesi	Descrizione indicatore	Soglie	Valore indicatore								n. superamenti valori soglia / n. misure	n. anni con superamenti	Impatto significativo	Trend Crescente/ decescente / stabile	Valore atteso nel 2026
						2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022					
2.2 Diffuse - in agricoltura	Corpi idrici fluviali	Torrente Biedano 2	NUTR	Media annua azoto nitrico	>2,26 mg/L N	4.35	4.93	5.00	5.03	4.70	6.30	4.95	5.35	32/32	8/8	Si	crescente	5.88
					>1,8 mg/L N	4.35	4.93	5.00	5.03	4.70	6.30	4.95	5.35	32/32	8/8	Si		
					>1,2 mg/L N	4.35	4.93	5.00	5.03	4.70	6.30	4.95	5.35	32/32	8/8	Si		
				Media annua fosforo totale	>150 µg/L	225	380	262	304	273	357	663	402	30/31	6/7	Si	crescente	920
					>100 µg/L	225	380	262	304	273	357	663	402	30/31	6/7	Si		
			ORGA	Media annua COD	>10 mg/L O ₂	4	10	5	8	5	6	7	4	1/8	0/8	No	stabile	6
				Media annua O ₂ % sat	<80%	74	76	73	84	78	81	70	74	41/75	6/8	Si	stabile	74
					<75%	74	76	73	84	78	81	70	74	33/75	4/8	Si		
					<70%	74	76	73	84	78	81	70	74	22/75	0/8	No		
			CHI	N.riscontri anno>LOQ per pesticidi	>LOQ e da 3 sostanze	0/351	0/357	11/789	14/128	5/566	4/1108	7/697	7/424	---	6/8	Si	nv	nv
				media annua pesticidi rinvenuti	>0.03µg/L	<	<	0.24	0.5	0.06	0.05	0.34	1.87	---	6/8	Si	crescente	nv

Tabella 6.42- Valutazione della significatività dell'impatto per la pressione reflui urbani nel bacino afferente al corpo idrico torrente Traponzo 2

Tipologia di pressione	Tipologia corpo idrico	Corpo idrico	Impatti attesi	Descrizione indicatore	Soglie	Valore indicatore								n. superamenti valori soglia / n. misure	n. anni con superamenti	Impatto significativo	Trend Crescente/ decescente / stabile	Valore atteso nel 2026
						2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022					
1.1 Puntuali - scarichi urbani 1.2 Puntuali - sfioratori di piena 2.6 Diffuse - scarichi non allacciati alla fognatura	Corpi idrici fluviali	Torrente Traponzo 2	NUTR	Media annua azoto ammoniacale	>0,09 mg/L N	0.23	0.42	0.04	0.01	0.01	0.05	0.11	0.07	9/28	3/8	No	decescente	<0.01
					>0,06 mg/L N	0.23	0.42	0.04	0.01	0.01	0.05	0.11	0.07	9/28	4/8	Si		
			ORGA	Media annua O ₂ % sat	<80%	97	80	95	76	76	73	68	82	19/49	4/8	Si	decescente	65
					<75%	97	80	95	76	76	73	68	82	25/49	2/8	Si		
					<70%	97	80	95	76	76	73	68	82	13/49	1/8	No		
			MICRO	Media annua <i>Escherichia coli</i>	>5000 UFC/100mL	770	2830	1295	3460	8125	14075	4425	9250	7/29	3/8	Si	crescente	16000
					>1000 UFC/100mL	770	2830	1295	3460	8125	14075	4425	9250	18/29	7/8	Si		

Tabella 6.43- Valutazione della significatività dell'impatto per la pressione diffusa in agricoltura nel bacino afferente al corpo idrico torrente Traponzo 2

Tipologia di pressione	Tipologia corpo idrico	Corpo idrico	Impatti attesi	Descrizione indicatore	Soglie	Valore indicatore								n. superamenti valori soglia / n. misure	n. anni con superamenti	Impatto significativo	Trend Crescente/ decescente / stabile	Valore atteso nel 2026
						2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022					
2.2 Diffuse - in agricoltura	Corpi idrici fluviali	Torrente Traponzo 2	NUTR	Media annua azoto nitrico	>2,26 mg/L N	6.00	4.00	4.83	5.93	5.98	7.13	6.50	6.18	27/28	8/8	Si	crescente	8.38
					>1,8 mg/L N	6.00	4.00	4.83	5.93	5.98	7.13	6.50	6.18	27/28	8/8	Si		
					>1,2 mg/L N	6.00	4.00	4.83	5.93	5.98	7.13	6.50	6.18	27/28	8/8	Si		
				Media annua fosforo totale	>150 µg/L	350	428	421	349	473	425	460	412	29/29	7/7	Si	crescente	464
					>100 µg/L	350	428	421	349	473	425	460	412	29/29	7/7	Si		
			ORGA	Media annua COD	>10 mg/L O ₂	5	9	5	5	9	6	6	6	1/9	0/7	No	stabile	6
				Media annua O ₂ % sat	<80%	97	80	95	76	76	73	68	82	19/49	4/8	Si	decescente	65
					<75%	97	80	95	76	76	73	68	82	25/49	2/8	Si		
					<70%	97	80	95	76	76	73	68	82	13/49	1/8	No		
			CHI	N.riscontri anno>LOQ per pesticidi	>LOQ e da 3 sostanze	0/36	0/165	6/231	5/334	1/92	0/552	3/372	7/184	---	4/8	Si	nv	nv
				media annua pesticidi rinvenuti	>0.03µg/L	<	<	0.13	0.22	0.01	<	0.04	1.73	---	4/8	Si	crescente	nv

Tabella 6.44- Valutazione della significatività dell'impatto per la pressione reflui urbani nel bacino afferente al corpo idrico fiume Mignone 1

Tipologia di pressione	Tipologia corpo idrico	Corpo idrico	Impatti attesi	Descrizione indicatore	Soglie	Valore indicatore								n. superamenti valori soglia / n. misure	n. anni con superamenti	Impatto significativo	Trend	Previsione 2026
						2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022				Crescente/ decrescente / stabile	
1.1 Puntuali - scarichi urbani 1.2 Puntuali - sfioratori di piena	Corpi idrici fluviali	Fiume Mignone 1	NUTR	Media annua azoto ammoniacale	>0,09 mg/L N	0.03	0.48	---	0.28	0.06	0.01	0.08	0.28	10/28	3/7	Sì	decrescente	0.13
					>0,06 mg/L N	0.03	0.48	---	0.28	0.06	0.01	0.08	0.28	11/28	4/7	Sì	decrescente	
			ORGA	Media annua O ₂ % sat	<80%	69	75	74	78	72	64	69	74	9/47	8/8	Sì	crescente	80
					<75%	69	75	74	78	72	64	69	74	26/47	6/8	Sì		
					<70%	69	75	74	78	72	64	69	74	33/47	3/8	Sì		
			MICRO	Media annua Escherichia coli	>5000 UFC/100mL	3624	8023	---	5768	12655	698	19883	672	9/28	4/7	Sì	crescente	10483
					>1000 UFC/100mL	3624	8023	---	5768	12655	698	19883	672	12/28	5/7	Sì		

Tabella 6.45- Valutazione della significatività dell'impatto per la pressione diffusa in agricoltura nel bacino afferente al corpo idrico fiume Mignone 1

Tipologia di pressione	Tipologia corpo idrico	Corpo idrico	Impatti attesi	Descrizione indicatore	Soglie	Valore indicatore								n. superamenti valori soglia / n. misure	n. anni con superamenti	Impatto significativo	Trend	Valore atteso nel 2026
						2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022				Crescente/ decrescente / stabile	
2.2 Diffuse - in agricoltura	Corpi idrici fluviali	Fiume Mignone 1	NUTR	Media annua azoto nitrico	>2,26 mg/L N	2.40	1.25	---	1.69	1.71	1.85	1.25	1.43	2/28	1/7	No	decrescente	0.89
					>1,8 mg/L N	2.40	1.25	---	1.69	1.71	1.85	1.25	1.43	9/28	2/7	No		
					>1,2 mg/L N	2.40	1.25	---	1.69	1.71	1.85	1.25	1.43	17/28	7/7	Sì		
			ORGA	Media annua fosforo totale	>150 µg/L	117	108	---	157	62	140	180	171	16/27	3/7	Sì	crescente	241
					>100 µg/L	117	108	---	157	62	140	180	171	10/27	7/7	Sì		
			ORGA	Media annua COD	>10 mg/L O ₂	7	6	---	5	8	7	7	7	2/27	2/7	No	decrescente	8
				Media annua O ₂ % sat	<80%	69	75	74	78	72	64	69	74	9/47	8/8	Sì	crescente	80
					<75%	69	75	74	78	72	64	69	74	26/47	6/8	Sì		
					<70%	69	75	74	78	72	64	69	74	33/47	3/8	Sì		
			CHI	N.riscontri anno>LOQ per pesticidi	>LOQ e da 3 sostanze	0/162	0/165	nv	nv	nv	nv	nv	nv	---	---	nv	nv	nv
				media annua pesticidi rinvenuti	>0.03µg/L	<	<	nv	nv	nv	nv	nv	nv	---	---	nv	nv	nv

Tabella 6.46- Valutazione della significatività dell'impatto per la pressione reflui urbani nel bacino afferente al corpo idrico fiume Mignone 2

Tipologia di pressione	Tipologia corpo idrico	Corpo idrico	Impatti attesi	Descrizione indicatore	Soglie	Valore indicatore								n. superamenti valori soglia / n. misure	n. anni con superamenti	Impatto significativo	Trend	Previsione 2026
						2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022				Crescente/ decrescente / stabile	
1.1 Puntuali - scarichi urbani 1.2 Puntuali - sfioratori di piena	Corpi idrici fluviali	Fiume Mignone 2	NUTR	Media annua azoto ammoniacale	>0,09 mg/L N	0.12	0.14	0.05	0.16	0.07	0.13	0.16	0.19	17/33	6/8	Sì	crescente	0.18
					>0,06 mg/L N	0.12	0.14	0.05	0.16	0.07	0.13	0.16	0.19	20/33	5/8	Sì		
			ORGA	Media annua O ₂ % sat	<80%	96	94	89	101	91	93	102	83	7/52	0/8	No	decrescente	90
					<75%	96	94	89	101	91	93	102	83	4/52	0/8	No		
					<70%	96	94	89	101	91	93	102	83	4/52	0/8	No		
			MICRO	Media annua <i>Escherichia coli</i>	>5000 UFC/100mL	685	2334	100	1014	2949	2437	9750	241	4/33	2/8	No	cresente	5361
					>1000 UFC/100mL	685	2334	100	1014	2949	2437	9750	241	7/33	4/8	Sì		

Tabella 6.47- Valutazione della significatività dell'impatto per la pressione diffusa in agricoltura nel bacino afferente al corpo idrico fiume Mignone 2

Tipologia di pressione	Tipologia corpo idrico	Corpo idrico	Impatti attesi	Descrizione indicatore	Soglie	Valore indicatore								n. superamenti valori soglia / n. misure	n. anni con superamenti	Impatto significativo	Trend	Valore atteso nel 2026
						2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022				Crescente/ decrescente / stabile	
2.2 Diffuse - in agricoltura	Corpi idrici fluviali	Fiume Mignone 2	NUTR	Media annua azoto nitrico	>2,26 mg/L N	3.15	0.59	1.27	1.46	1.26	0.97	1.16	1.00	2/33	1/8	No	decrescente	nv
					>1,8 mg/L N	3.15	0.59	1.27	1.46	1.26	0.97	1.16	1.00	4/33	1/8	No		
					>1,2 mg/L N	3.15	0.59	1.27	1.46	1.26	0.97	1.16	1.00	14/33	4/8	Sì		
			ORGA	Media annua fosforo totale	>150 µg/L	98	114	47	103	74	178	95	206	7/33	2/8	Sì	crescente	209
					>100 µg/L	98	114	47	103	74	178	95	206	11/33	4/8	Sì		
			ORGA	Media annua COD	>10 mg/L O ₂	---	---	5	7	19	13	10	5	7/24	2/6	No	crescente	13
				Media annua O ₂ % sat	<80%	96	94	89	101	91	93	102	83	7/52	0/8	No	decrescente	90
					<75%	96	94	89	101	91	93	102	83	4/52	0/8	No		
					<70%	96	94	89	101	91	93	102	83	4/52	0/8	No		
			CHI	N.riscontri anno>LOQ per pesticidi	>LOQ e da 3 sostanze	nv	nv	12/397	6/701	2/553	2/459	1/372	5/184	---	3/6	Sì	nv	nv
				media annua pesticidi rinvenuti	>0.03µg/L	nv	nv	0.77	0.17	0.09	0.03	<	0.32	---	4/6	Sì	crescente	nv

Tabella 6.48- Valutazione della significatività dell'impatto per la pressione reflui urbani nel bacino afferente al corpo idrico fiume Mignone 3

Tipologia di pressione	Tipologia corpo idrico	Corpo idrico	Impatti attesi	Descrizione indicatore	Soglie	Valore indicatore								n. superamenti valori soglia / n. misure	n. anni con superamenti	Impatto significativo	Trend	Previsione 2026
						2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022				Crescente/ decrescente / stabile	
1.1 Puntuali - scarichi urbani 1.2 Puntuali - sfioratori di piena	Corpi idrici fluviali	Fiume Mignone 3	NUTR	Media annua azoto ammoniacale	>0,09 mg/L N	0.04	0.04	0.06	0.01	0.06	0.12	0.01	0.02	4/34	1/8	No	decrescente	0.03
					>0,06 mg/L N	0.04	0.04	0.06	0.01	0.06	0.12	0.01	0.02	5/34	1/8	No	decrescente	
			ORGA	Media annua O ₂ % sat	<80%	76	84	77	90	88	79	85	83	32/80	3/8	No	decrescente	82
					<75%	76	84	77	90	88	79	85	83	23/80	0/8	No		
					<70%	76	84	77	90	88	79	85	83	14/80	0/8	No		
			MICRO	Media annua Escherichia coli	>5000 UFC/100mL	730	254	824	208	1850	650	5100	938	1/34	1/8	No	crescente	3899
					>1000 UFC/100mL	730	254	824	208	1850	650	5100	938	9/34	2/8	Sì		

Tabella 6.49- Valutazione della significatività dell'impatto per la pressione diffusa in agricoltura nel bacino afferente al corpo idrico fiume Mignone 3

Tipologia di pressione	Tipologia corpo idrico	Corpo idrico	Impatti attesi	Descrizione indicatore	Soglie	Valore indicatore								n. superamenti valori soglia / n. misure	n. anni con superamenti	Impatto significativo	Trend	Valore atteso nel 2026
						2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022				Crescente/ decrescente / stabile	
2.2 Diffuse - in agricoltura	Corpi idrici fluviali	Fiume Mignone 3	NUTR	Media annua azoto nitrico	>2,26 mg/L N	0.75	0.69	0.40	1.06	1.12	0.44	0.70	0.64	0/34	0/8	No	decrescente	0.65
					>1,8 mg/L N	0.75	0.69	0.40	1.06	1.12	0.44	0.70	0.64	2/34	0/8	No		
					>1,2 mg/L N	0.75	0.69	0.40	1.06	1.12	0.44	0.70	0.64	4/34	0/8	No		
				Media annua fosforo totale	>150 µg/L	58	9	23	57	108	40	22	26	2/34	0/8	No	decrescente	40
					>100 µg/L	58	9	23	57	108	40	22	26	2/34	1/8	No		
			ORGA	Media annua COD	>10 mg/L O ₂	9	5	8	6	11	6	4	4	3/34	1/8	No	decrescente	5
				Media annua O ₂ % sat	<80%	76	84	77	90	88	79	85	83	32/80	3/8	No	decrescente	82
					<75%	76	84	77	90	88	79	85	83	23/80	0/8	No		
					<70%	76	84	77	90	88	79	85	83	14/80	0/8	No		
			CHI	N.riscontri anno>LOQ per pesticidi	>LOQ e da 3 sostanze	nv	nv	9/787	6/1294	5/1354	0/1064	0/691	5/424	—	4/6	Sì	nv	nv
				media annua pesticidi rinvenuti	>0.03µg/L	nv	nv	0.2	0.15	0.09	<	<	0.2	—	4/6	Sì	crescente	nv

Tabella 6.50- Valutazione della significatività dell'impatto per la pressione reflui urbani nel bacino afferente al corpo idrico torrente Vesca 2

Tipologia di pressione	Tipologia corpo idrico	Corpo idrico	Impatti attesi	Descrizione indicatore	Soglie	Valore indicatore								n. superamenti valori soglia / n. misure	n. anni con superamenti	Impatto significativo	Trend	Previsione 2026
						2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022				Crescente/ decrescente / stabile	
1.1 Puntuali - scarichi urbani 1.2 Puntuali - sfioratori di piena	Corpi idrici fluviali	Torrente Vesca 2	NUTR	Media annua azoto ammoniacale	>0,09 mg/L N	0.02	---	---	0.01	0.01	0.17	0.01	0.01	0/21	0/6	No	crescente	0.02
					>0,06 mg/L N	0.02	---	---	0.01	0.01	0.17	0.01	0.01	1/21	0/6	No		
			ORGA	Media annua O ₂ % sat	<80%	72	---	66	83	82	70	83	89	17/31	3/7	Si	crescente	89
					<75%	72	---	66	83	82	70	83	89	11/31	3/7	Si		
					<70%	72	---	66	83	82	70	83	89	8/31	1/7	No		
			MICRO	Media annua Escherichia coli	>5000 UFC/100mL	28	---	---	84	114	399	97	138	0/22	0/6	No	crescente	382
					>1000 UFC/100mL	28	---	---	84	114	399	97	138	1/22	0/6	No		

Tabella 6.51- Valutazione della significatività dell'impatto per la pressione diffusa in agricoltura nel bacino afferente al corpo idrico torrente Vesca 2

Tipologia di pressione	Tipologia corpo idrico	Corpo idrico	Impatti attesi	Descrizione indicatore	Soglie	Valore indicatore								n. superamenti valori soglia / n. misure	n. anni con superamenti	Impatto significativo	Trend	Valore atteso nel 2026
						2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022				Crescente/ decrescente / stabile	
2.2 Diffuse - in agricoltura	Corpi idrici fluviali	Torrente Vesca 2	NUTR	Media annua azoto nitrico	>2,26 mg/L N	0.27	---	---	0.76	0.55	0.27	0.60	0.35	0/21	0/6	No	decrescente	0.22
					>1,8 mg/L N	0.27	---	---	0.76	0.55	0.27	0.60	0.35	0/21	0/6	No		
					>1,2 mg/L N	0.27	---	---	0.76	0.55	0.27	0.60	0.35	2/21	0/6	No		
				Media annua fosforo totale	>150 µg/L	48	---	---	5	12	17	8	26	0/21	0/6	No	decrescente	<5
					>100 µg/L	48	---	---	5	12	17	8	26	0/21	0/6	No		
			ORGA	Media annua COD	>10 mg/L O ₂	7	---	---	5	5	6	4	3	0/21	0/6	No	decrescente	<5
				Media annua O ₂ % sat	<80%	72	---	66	83	82	70	83	89	17/31	3/7	Si	crescente	89
					<75%	72	---	66	83	82	70	83	89	11/31	3/7	Si		
					<70%	72	---	66	83	82	70	83	89	8/31	1/7	No		
			CHI	N.riscontri anno>LOQ per pesticidi	>LOQ e da 3 sostanze	0/105	---	---	0/132	0/110	1/76	0/92	0/100	---	0/6	No	nv	nv
				media annua pesticidi rinvenuti	>0.03µg/L	<	---	---	<	<	<	<	<	---	0/6	No	nv	nv

Tabella 6.52- Valutazione della significatività dell'impatto per la pressione reflui urbani nel bacino afferente al corpo idrico fosso Lenta 2

Tipologia di pressione	Tipologia corpo idrico	Corpo idrico	Impatti attesi	Descrizione indicatore	Soglie	Valore indicatore								n. superamenti valori soglia / n. misure	n. anni con superamenti	Impatto significativo	Trend	Previsione 2026
						2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022				Crescente/ decescente / stabile	
1.1 Puntuali - scarichi urbani 1.2 Puntuali - sfioratori di piena	Corpi idrici fluviali	Fosso Lenta 2	NUTR	Media annua azoto ammoniacale	>0,09 mg/L N	---	0.13	0.11	0.25	0.20	0.23	0.28	0.44	19/28	7/7	Si	crescente	0.48
					>0,06 mg/L N	---	0.13	0.11	0.25	0.20	0.23	0.28	0.44	22/28	7/7	Si		
			ORGA	Media annua O ₂ % sat	<80%	---	89	95	96	87	95	103	79	6/39	1/7	No	stabile	86
					<75%	---	89	95	96	87	95	103	79	6/39	0/7	No		
					<70%	---	89	95	96	87	95	103	79	5/39	0/7	No		
			MICRO	Media annua <i>Escherichia coli</i>	>5000 UFC/100mL	---	350	373	291	1571	443	1088	104	0/28	0/7	No	crescente	1000
					>1000 UFC/100mL	---	350	373	291	1571	443	1088	104	5/28	2/7	No		

Tabella 6.53- Valutazione della significatività dell'impatto per la pressione diffusa in agricoltura nel bacino afferente al corpo idrico fosso Lenta 2

Tipologia di pressione	Tipologia corpo idrico	Corpo idrico	Impatti attesi	Descrizione indicatore	Soglie	Valore indicatore								n. superamenti valori soglia / n. misure	n. anni con superamenti	Impatto significativo	Trend	Valore atteso nel 2026
						2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022				Crescente/ decescente / stabile	
2.2 Diffuse - in agricoltura	Corpi idrici fluviali	Fosso Lenta 2	NUTR	Media annua azoto nitrico	>2,26 mg/L N	---	1.39	1.58	1.46	1.35	1.19	0.91	1.16	15/28	0/7	No	decescente	0.7
					>1,8 mg/L N	---	1.39	1.58	1.46	1.35	1.19	0.91	1.16	18/28	0/7	No		
					>1,2 mg/L N	---	1.39	1.58	1.46	1.35	1.19	0.91	1.16	22/28	4/7	Si		
			Media annua fosforo totale		>150 µg/L	---	128	80	89	94	118	90	259	4/28	1/7	No	crescente	251
					>100 µg/L	---	128	80	89	94	118	90	259	11/28	3/7	Si		
			ORGA	Media annua COD	>10 mg/L O ₂	---	---	9	17	12	10	10	5	10/23	2/6	No	decescente	<5
				Media annua O ₂ % sat	<80%	---	89	95	96	87	95	103	79	6/39	1/7	No	stabile	86
					<75%	---	89	95	96	87	95	103	79	6/39	0/7	No		
					<70%	---	89	95	96	87	95	103	79	5/39	0/7	No		
			CHI	N.riscontri anno>LOQ per pesticidi	>LOQ e da 3 sostanze	---	0/165	10/315	3/527	1/552	0/460	0/372	4/187	---	3/7	Si	nv	nv
				media annua pesticidi rinvenuti	>0.03µg/L	---	<	0.64	0.04	0.03	<	<	0.24	---	3/7	Si	nv	nv

Tabella 6.54- Valutazione della significatività dell'impatto per la pressione reflui urbani nel bacino afferente al corpo idrico fosso Verginese 2

Tipologia di pressione	Tipologia corpo idrico	Corpo idrico	Impatti attesi	Descrizione indicatore	Soglie	Valore indicatore								n. superamenti valori soglia / n. misure	n. anni con superamenti	Impatto significativo	Trend	Previsione 2026
						2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022				Crescente/ decescente / stabile	
1.1 Puntuali - scarichi urbani 1.2 Puntuali - sfioratori di piena	Corpi idrici fluviali	Fosso Verginese 2	NUTR	Media annua azoto ammoniacale	>0,09 mg/L N	---	0.23	---	0.07	0.06	0.11	0.14	0.07	10/24	3/6	Si	stabile	0.1
					>0,06 mg/L N	---	0.23	---	0.07	0.06	0.11	0.14	0.07	13/24	5/7	Si		
			ORGA	Media annua O ₂ % sat	<80%	---	97	75	95	93	93	99	83	6/42	1/7	No	decescente	87
					<75%	---	97	75	95	93	93	99	83	3/42	0/7	No		
					<70%	---	97	75	95	93	93	99	83	2/42	0/7	No		
			MICRO	Media annua Escherichia coli	>5000 UFC/100mL	---	1350	---	5982	590	725	11064	507	0/28	2/6	No	crescente	8605
					>1000 UFC/100mL	---	1350	---	5982	590	725	11064	507	5/28	3/6	Si		

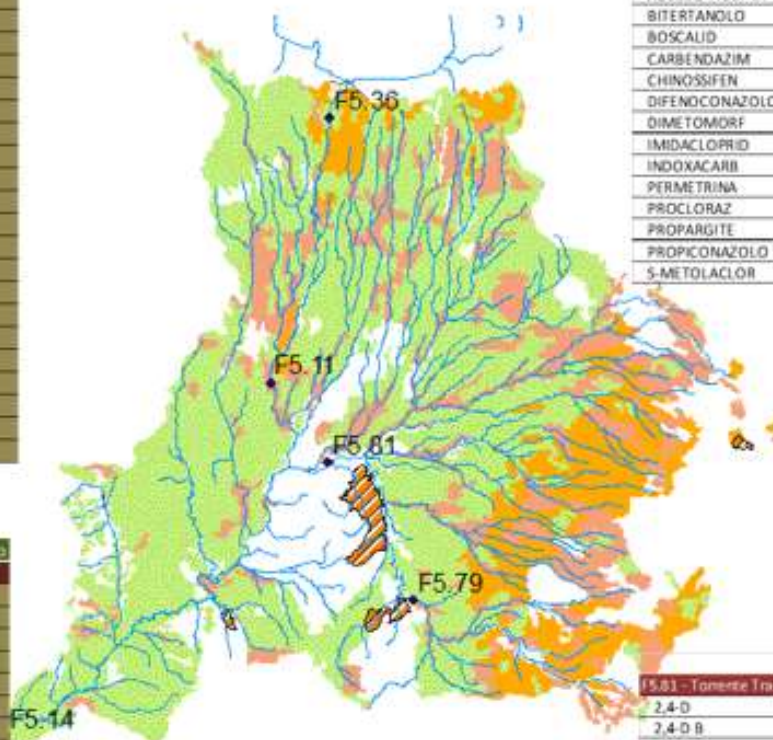
Tabella 6.55- Valutazione della significatività dell'impatto per la pressione diffusa in agricoltura nel bacino afferente al corpo idrico fosso Verginese 2

Tipologia di pressione	Tipologia corpo idrico	Corpo idrico	Impatti attesi	Descrizione indicatore	Soglie	Valore indicatore								n. superamenti valori soglia / n. misure	n. anni con superamenti	Impatto significativo	Trend	Valore atteso nel 2026
						2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022				Crescente/ decescente / stabile	
2.2 Diffuse - in agricoltura	Corpi idrici fluviali	Fosso Verginese 2	NUTR	Media annua azoto nitrico	>2,26 mg/L N	---	0.43	---	0.57	0.65	0.33	1.03	1.07	0/24	0/6	No	crescente	1.45
					>1,8 mg/L N	---	0.43	---	0.57	0.65	0.33	1.03	1.07	0/24	0/6	No		
					>1,2 mg/L N	---	0.43	---	0.57	0.65	0.33	1.03	1.07	2/24	0/6	No		
				Media annua fosforo totale	>150 µg/L	---	58	---	53	89	91	160	252	4/24	2/6	Si	crescente	354
					>100 µg/L	---	58	---	53	89	91	160	252	6/24	2/6	Si		
			ORGA	Media annua COD	>10 mg/L O ₂	---	---	---	10	10	12	11	5	6/19	2/5	No	decescente	8
				Media annua O ₂ % sat	<80%	---	97	75	95	93	93	99	83	6/42	1/7	No	decescente	87
					<75%	---	97	75	95	93	93	99	83	3/42	0/7	No		
					<70%	---	97	75	95	93	93	99	83	2/42	0/7	No		
			CHI	N.riscontri anno>LOQ per pesticidi	>LOQ e da 3 sostanze	---	0/165	---	---	---	---	---	---	---	0/1	nv	nv	nv
				media annua pesticidi rinvenuti	>0.03 µg/L	---	<	---	---	---	---	---	---	---	0/1	nv	nv	nv

Tavola 6.3- Bacino del fiume Marta: impatto atteso inquinamento chimico indice di contaminazione dei pesticidi

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Totale complessivo
F5.14 - Fiume Marta 3	11	14	5	4	7	7	48
AMPA					1	4	5
BOSCALID		1					1
BUPIRIMATE		1	1				2
CARBENDAZIM					1		1
CIBUTRINA		1		1			2
CIPERMETRINA		1	1		2	1	5
CLORANTRILIPROLE		1	1				2
CLORTOLURON		1					1
DIMETOMORF			1				1
ENDOSULFAN		1					1
EPTACLORO + EPTACLORO EPOSSIDO						1	1
EXITIAZOX			1				1
FENMEDIFAM		1					1
FIPRONIL	2	1					3
IMIDACLOPRID	5	2		1	1	1	10
ISOPROTURON		1					1
LINURON		1					1
METALAXIL-M	1						1
METIOCARB	1						1
PERMETRINA			1				1
QUIZALOFOP-ETILE	1						1
S-METOLACLOR					1		1
SPINOSAD	1						1
TERBUTRINA				2	1		3

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Totale complessivo
F5.11 - Fiume Marta 2	12	1	0	0	5	3	21
AMETOCTRADINA	1						1
AMPA					2	2	4
BITERTANOLO	1						1
BOSCALID	3						3
CHINOSIFEN	1						1
CIPERMETRINA					2	1	3
CLORPIRIFOS-METILE	1						1
CLORTOLURON		1					1
DIFENOCONAZOLO	2						2
FIPRONIL	1						1
IMIDACLOPRID	1						1
PERMETRINA	1						1
TERBUTRINA					1		1



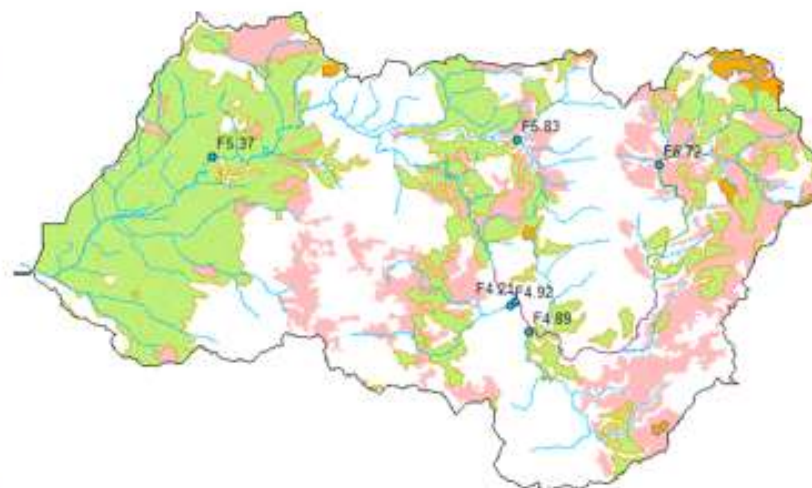
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Totale complessivo
F5.36 - Fiume Marta 1	12	1	2	1	1	3	20
AMETOCTRADINA	1						1
AMPA						3	3
AZOSSISTROBINA	1						1
BITERTANOLO	1						1
BOSCALID	2						2
CARBENDAZIM				1			1
CHINOSIFEN	1						1
DIFENOCONAZOLO			1				1
DIMETOMORF	1						1
IMIDACLOPRID	1						1
INDOXACARB	1						1
PERMETRINA	1						1
PROCLORAZ	1						1
PROPARGITE	1						1
PROPICONAZOLO		1					1
S-METOLACLOR			1		1		2

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Totale complessivo
F5.81 - Torrente Trupone 2	6	5	1	0	3	7	22
2,4-D		1					1
2,4-D B	1						1
AMETOCTRADINA			1				1
AMPA					4		4
AZOSSISTROBINA					1		1
BOSCALID	1						1
FENAMIDONE	1						1
FIPRONIL	2	2					4
IMIDACLOPRID	1	1			3	2	7
PERMETRINA		1					1

Tavola 6.4 - Bacino del fiume mignone: impatto atteso inquinamento chimico indice di contaminazione dei pesticidi

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Totale complessivo
F5.37 - Fiume Mignone 3	9	6	5			5	25
2,4-D		1					1
AMETOCTRADINA	1						1
AMPA					4		4
ATRAZINA DEISOPROPILATA		1					1
AZOSSISTROBINA	1						1
BIFENOX	1						1
BOSCALID	1	1					2
CIPERMETRINA			2			1	3
CIPRODINIL			1				1
CLORANTRANILIPROLE	1						1
DIFENOCONAZOLO	1						1
FENMEDIFAM			1				1
FIPRONIL	2						2
PENCONAZOLO	1						1
PRIMETANIL			1				1
S-METOLACLOR		1					1
SPINOSAD		2					2

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Totale complessivo
F4.21-Fiume Mignone 2	12	6	2	2	1	5	28
AMETOCTRADINA	2						2
AMPA					4		4
AZOSSISTROBINA	1						1
BOSCALID	1	1					2
BUPIRIMATE	1	1					2
CARBENDAZIM			1				1
DIMETOMORF					1		1
FENAMIDONE	1						1
FENMEDIFAM				1			1
FIPRONIL	1						1
GLIFOSATE						1	1
IMIDACLOPRID		1					1
METALAXIL-M	1	1					2
PENCONAZOLO	1	1					2
QUIZALOFOP-ETILE	1						1
R-METOLACLOR			1				1
SIMAZINA	1						1
S-METOLACLOR	1	1					2
TEBUCONAZOLO				1			1



	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Totale complessivo
F4.89 - Fosso Lenta 2	10	3	1			4	18
AMPA						3	3
AZOSSISTROBINA	2						2
BOSCALID	1						1
BUPROFEZIN		1					1
CIPRODINIL			1				1
FENAMIDONE	1						1
FIPRONIL	1						1
GLIFOSATE						1	1
METALAXIL-M	1						1
PENCONAZOLO	1						1
QUIZALOFOP-ETILE	1						1
SIMAZINA	1						1
S-METOLACLOR	1	1					2
TRALCOXIDIM		1					1

I corpi idrici fluviali oggetto di analisi ricadenti nel bacino del fiume Marta sono risultati impattati dalla pressione acque reflue urbane con riferimento a tutte le tipologie di impatto attese (inquinamento da nutrienti, inquinamento organico e inquinamento microbiologico), così come sono risultati impattati dalla pressione agricola con riferimento a tutte le tipologie di impatto attese (inquinamento da nutrienti, inquinamento organico e inquinamento chimico), a eccezione del fiume Marta 1 per il quale è confermato l'impatto atteso degli indicatori per la pressione acque reflue urbane, mentre non è risultato significativo per i valori di azoto nitrico, ma andrà maggiormente indagato vista la positività nella presenza dei pesticidi.

Analogamente per i corpi idrici fluviali ricadenti nel bacino del fiume Mignone sono risultati impattati dalla pressione acque reflue urbane con riferimento a tutte le tipologie di impatto attese (inquinamento da nutrienti, inquinamento organico e inquinamento microbiologico), così come sono risultati impattati dalla pressione agricola con riferimento a tutte le tipologie di impatto attese (inquinamento da nutrienti, inquinamento organico e inquinamento chimico); fanno eccezione il fosso Verginese che conferma il solo impatto significativo per la pressione acque reflue e il fiume Mignone 3 che al contrario conferma l'impatto derivante dall'agricoltura e evidenzia delle anomalie che andrebbero indagate per gli indicatori di impatto delle acque reflue, con superamenti sporadici dei valori medi per l'azoto ammoniacale e *Escherichia coli*.

Per il fiume Mignone 3, richiamando la motivazione della scelta dell'indicatore azoto ammoniacale (Masoni et al. 2010), è possibile ipotizzare la presenza di allevamenti zootecnici o il dilavamento di terreni agricoli in cui siano stati utilizzati reflui zootecnici o concimi di sintesi a base di urea; ciò spiegherebbe i superamenti sporadici riscontrati dei valori medi di azoto ammoniacale e *Escherichia coli*.

All'interno del bacino del Mignone, il torrente Vesca a conferma quanto emerso dall'analisi delle pressioni, risultando avere impatto significativo sul solo parametro ossigeno di saturazione; andrebbe pertanto approfondita la tematica alla luce delle condizioni idrologiche temporanee che caratterizzano il corpo idrico.

Utile alla valutazione dell'impatto chimico derivante dai pesticidi è la rilevazione nei diversi anni delle diverse sostenze, come riportato nelle tavole 6.3 e 6.4, per il Marta è il CI a chiusura di bacino a presentare il maggior numero di sostanze con valore soglia superiore al LOQ.

6.3.4 Pressione diffusa in agricoltura acque sotterranee

Per quanto riguarda l'analisi della pressione agricola sulle acque sotterranee, una prima applicazione ha interessato l'unità idrogeologica dei Monti Cimini – sotto-unità Traponzo. Sono stati messi a confronto i risultati ottenuti dall'analisi delle pressioni sia considerando i pascoli che non.

La pressione agricola è risultata in questo CI delle acque sotterranee significativa (figura 6.14).

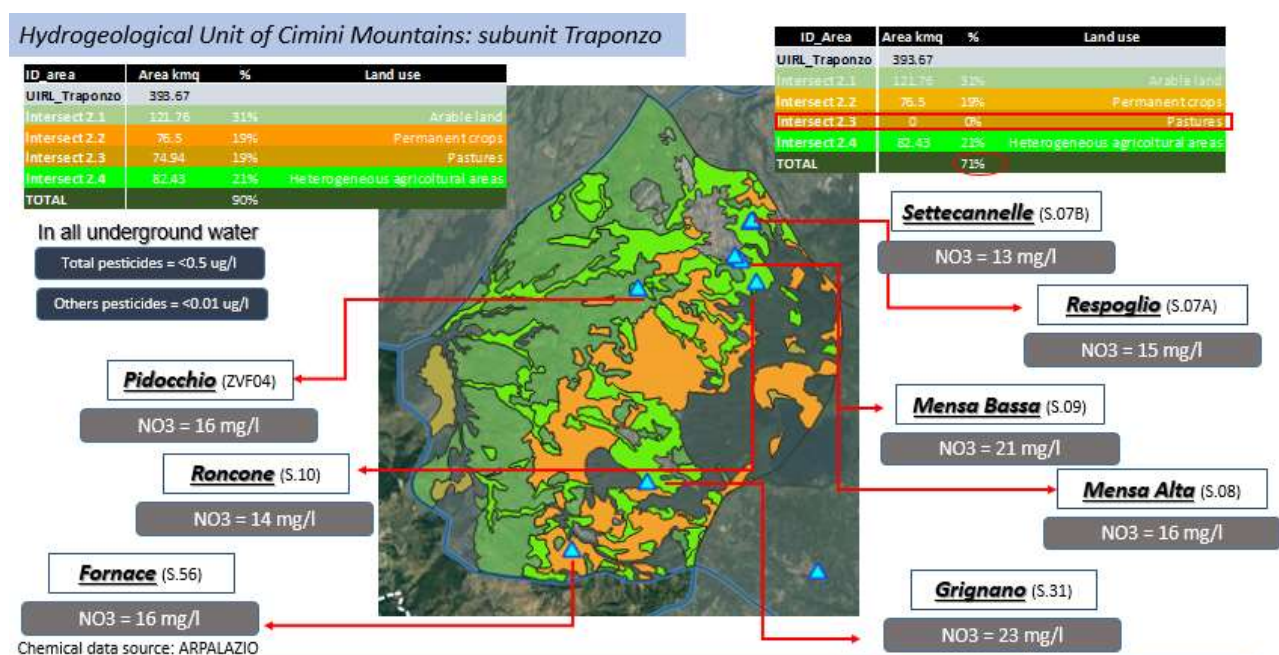


Figura 6.14: Pressione agricola: applicazione all'unità idrogeologica dei Monti Cimini – sotto unità Traponzo

Gli indicatori di impatto non hanno evidenziato superamento dei valori soglia indicati nella LG.

Partendo dai risultati dell'analisi di pressione agricola effettuata per i corpi idrici superficiali, la sperimentazione è stata focalizzata nella parte costiera nord della Regione Lazio, all'interno dei CIS “depositi alluvionali terrazzati settentrionali (DQ)” e le “Unità alluvionali(AV)” del fiume Fiora – Marta-Mignone, tutti risultati significati per la pressione diffusa in agricoltura con valori compresi tra 88% e 100% (tabella 6.56).

	DQ	AV_Fiora	AV_Marta	AV_Mignone
2111	258	20.8	15.2	21.4
212	---	0.5	---	---
223	0.93	---	---	---
241	0.88	---	---	---
242	2.14	0.2	---	---
243	1.64	2.3	1.3	---
Bagri	263.59	23.8	16.5	21.4
Bt	298.4	25.8	16.9	21.5
	88%	92%	98%	100%

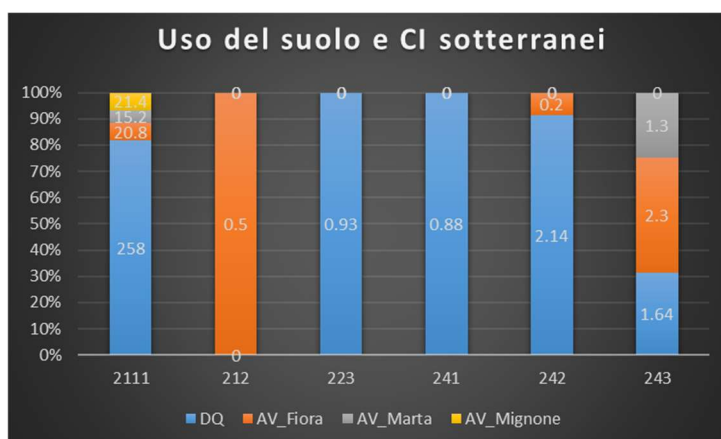


Figura 6.56 – Corpi idrici sotterranei zona costiera: pressione diffusa in agricoltura

Le aree sottese dai CIS ricadono parzialmente nell'area designata come zone vulnerabili da nitrati per le acque sotterranee ZVN12.

Le zone interferenti con il bacino del fiume Mignone, nonostante la significatività della pressione agricola incidente, non è stata considerata nell'attività di ricerca per la mancanza di punti di monitoraggio e della conseguente assenza di informazioni necessarie a popolare gli indicatori sia di stato che d'impatto.

In generale per le acque sotterranee, le criticità delle informazioni per la valutazione delle pressioni agricole significative sono risultate legate non solo alla disponibilità di dati chimici in alcune zone, ma alla totale assenza su tutto il territorio regionale di dati piezometrici, che non hanno consentito di avviare uno studio quantitativo degli acquiferi.

La valutazione dell'indicatore d'impatto "*media annua nitrati*" > 25 mg/l ha determinato, per tutti i casi di analisi, il superamento del valore soglia.

Si è quindi proposto e sperimentato un altro indicatore, non considerato nella LG ma richiesto per le valutazioni nei Report Nitrati, che valuta il *trend di nitrati su almeno 10 anni*.

La sperimentazione ha portato alle seguenti conclusioni:

- nei casi in cui si riscontravano valori soglia di NO₃ già > 25, ha confermato un trend crescente
- nei casi di valori soglia < 25 mg/l di NO₃ ha evidenziato, in presenza di pressioni significative, trend crescenti.

I valori di NO₃ più alti (figura 6.15), evidenziati anche dalla distribuzione di frequenza, sono relativi a tre pozzi posti esternamente alla perimetrazione della ZVN12 e pertanto indicano aree che dovrebbero essere designate zone vulnerabili ai nitrati.

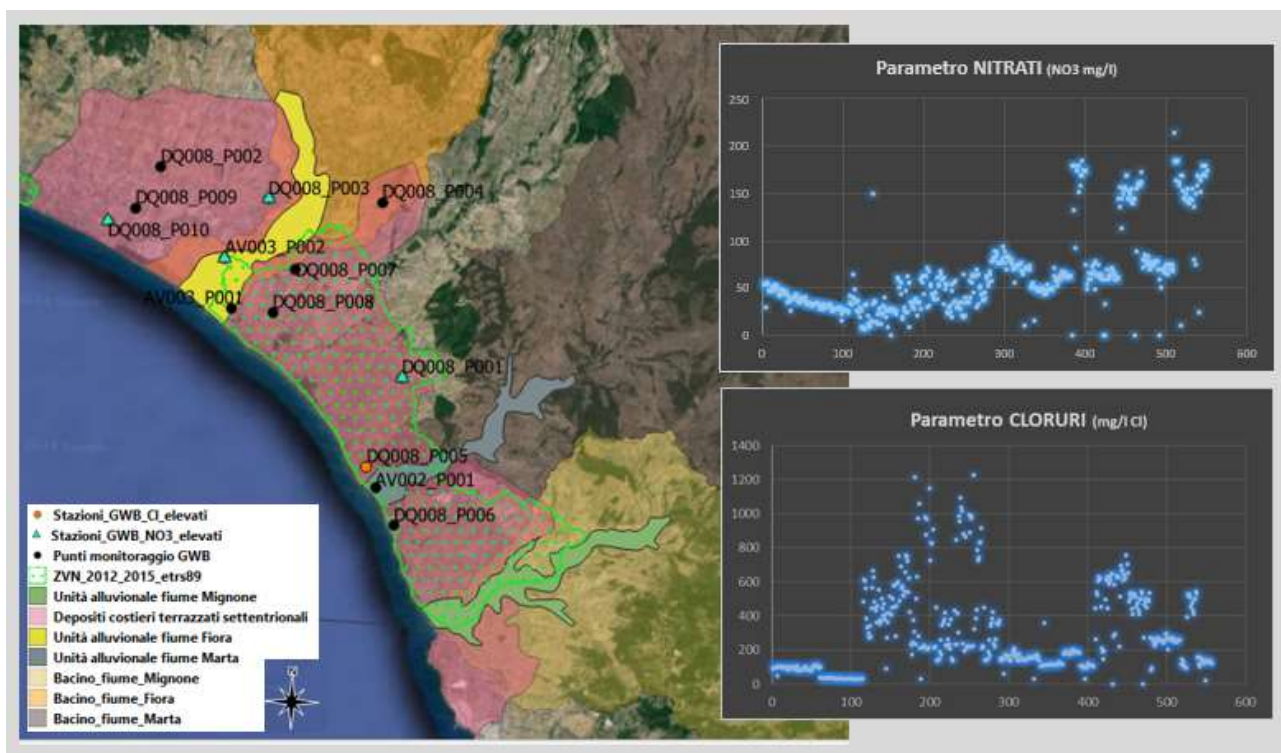


Figura 6.15: Pressione agricola: corpi idrici sotterranei nella zona costiera - valutazione nitrati e cloruri

6.4 Ridefinizione delle reti di monitoraggio

Per le acque superficiali l'iter pressione-stato-impatto ha consentito di individuare stazioni di monitoraggio aggiuntive sui CI dei bacini dei fiumi Marta e Mignone.

Per il fiume Marta sono state confermate le 5 stazioni di monitoraggio presenti nella rete regionale, anche se per la stazione F5.11 fiume Marta 2 la localizzazione dovrebbe essere posta a valle dell'immissione del fosso Pantacciano, e individuate ulteriori 16 stazioni di monitoraggio tra cui 3 risultate non significative per le condizioni idrologiche (CI effimero). Il sottobacino del torrente Traponzo, con la sua estensione di 470 km² di bacino, presenta la maggiore criticità di assenza di punti di controllo, 8 delle 13 nuove stazioni individuate ricadono proprio nei suoi sottobacini di III ordine e superiori con pressioni significative legate agli scarichi urbani. Le ulteriori 5 stazioni sono state poste a chiusura di bacini di II ordine dell'asta principale del fiume Marta; di questi 2 sono incidenti sul CI fiume Marta 2 e 3 sul CI fiume Marta 3.

In figura 6.16 è riportato il quadro della localizzazione di tutte le stazioni, monitorate e proposte, e quelle che hanno evidenziato pressione significativa legata agli scarichi urbani per le quali non si dispongono dati per il popolamento degli indicatori di impatto.

6.5 Ulteriore attività sperimentale

Nella gestione degli ecosistemi acquatici e nell'impostazione delle misure volte a migliorare lo stato di qualità dei corpi idrici è sicuramente importante essere in grado di individuare gli effetti delle singole pressioni sulle biocenosi (Ormerod et al., 2010). In questa ottica, allo scopo di supportare la tesi che ha portato alla delimitazione del nuovo perimetro tra la HER 11 e 14 ma anche per incrementare le basi conoscitive, nell'anno 2022 sono stati effettuati monitoraggi aggiuntivi su sottobacini non sottoposti a monitoraggio o monitorati solo per alcuni indicatori biologici di interesse anche nel processo di analisi delle pressioni e per il calcolo dello stato Trofico.

Sono stati pertanto effettuati monitoraggi puntuali sul torrente Timone (figura 6.19) nel bacino del Fiora e sul torrente Tafone (figura 6.18). In queste stazioni di monitoraggio, individuate dapprima in cartografia e poi confermate con sopralluoghi in campo, sono stati effettuati i rilievi delle macrofite acquatiche, i prelievi per la determinazione delle diatomee bentoniche, oltre alla misura dei parametri chimico-fisici tra cui temperatura dell'acqua, ossigenazione, pH, salinità e conducibilità e l'analisi delle forme azotate e il fosforo totale utile al calcolo del LIMeco.



Figura 6.18 – Attività di monitoraggio sul torrente Tafone



Figura 6.19– Attività di monitoraggio sul torrente Tafone

Mentre non è stato possibile effettuare gli stessi rilievi sul Rio Melledra in quanto, nel periodo previsto per i campionamenti, il CI è stato interessato da lavori di sistemazione delle sponde che conseguente alterazione delle comunità acquatiche (figura 6.20). Sono stati comunque rilevati i parametri relativi alla conducibilità e salinità a scopo conoscitivo.



Figura 6.20 – Stato di alterazione sul Rio Melledra

Infine per le stazioni presenti nel CI torrente Arrone 2 e fiume Mignone 1, sottoposte a monitoraggio istituzionale da parte dell'ARPALAZIO, si è deciso di integrare i dati disponibili per il calcolo del LIMeco con rilievi delle macrofite acquatiche e campionamenti per la determinazione delle diatomee bentoniche (figura 6.21).

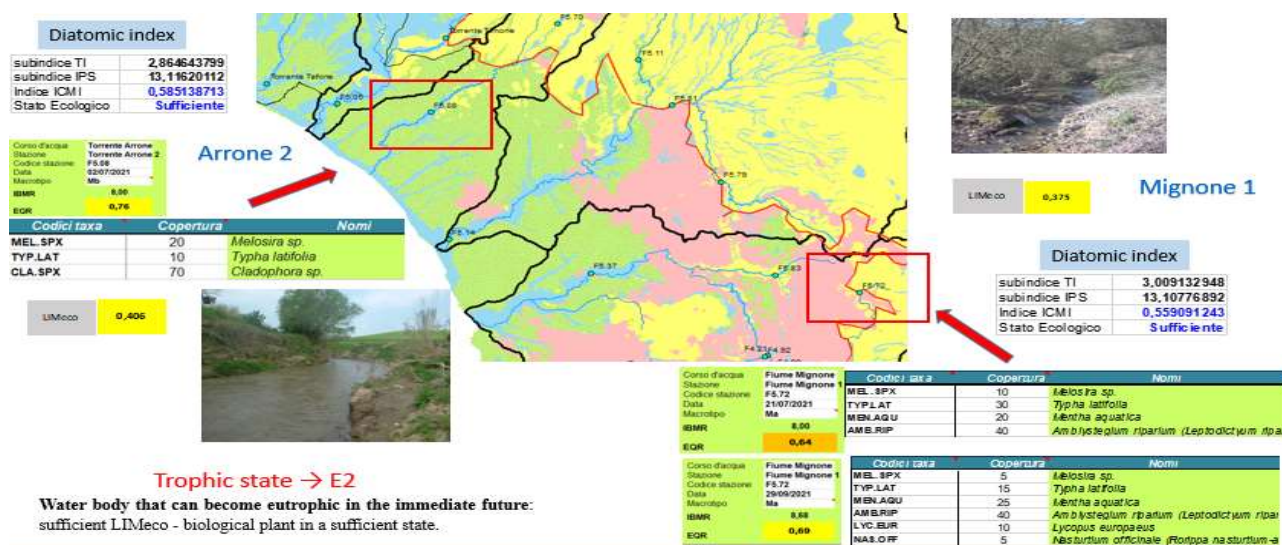


Figura 6.21 – Attività di monitoraggio sul torrente Arrone e fiume Mignone 1

6.6 Correlazione tra corpi idrici superficiali e sotterranei nella nuova HER 11

E' stato inoltre avviato un monitoraggio conoscitivo in stazioni ricadenti all'interno della nuova HER 11 delimitata, con lo scopo di correlare la presenza di specie di diatomee tolleranti all'acqua salmastra nelle acque superficiali e alla valutazione del cuneo salino, mediante il parametro della salinità e dei cloruri, nelle acque sotterranee.

La ricerca delle specie tipiche delle "brackish water" ha dato i risultati attesi in tutte le stazioni di chiusura di bacino, torrente Tafone, fiume fiora, torrente Arrone, fiume Marta e fiume Mignone, con 29 specie diverse identificate. In tabella 6.56 è riportata la frequenza per punto di monitoraggio.

La correlazione con le acque sotterranee ha evidenziato nuovamente criticità legate alla disponibilità dei dati soprattutto in termini spaziali.

Tafone	Fiora 2	Arrone 2	Marta 3	Mignone 3	Cod_Taxa	Nomenclatura
			2		HACO	<i>Halamphora coffeaeformis</i> (Agardh) Levkov
5	22			43	BPAX	<i>Bacillaria paxillifera</i> (O F Müller) Hendey
	2				CAMP	<i>Caloneis amphisbaena</i> (Bory) Cleve
			1		CRCU	<i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) Mann
				4	FPYG	<i>Fallacia pygmaea</i> (Kützing) Stickle Mann
	2				FVUL	<i>Frustulia vulgaris</i> (Thwaites) De Toni
	1		21		LGOE	<i>Luticula goeppertiana</i> (Bleisch) Mann
			2		LVEN	<i>Luticula ventricosa</i> (Kützing) Mann
4	6				MVAR	<i>Melosira varians</i> Agardh
11	1				NCPR	<i>Navicula capitatoradiata</i> Germain
	1		4		NERI	<i>Navicula erifuga</i> Lange-Bertalot
6					NPHY	<i>Navicula phyllepta</i> Kützing
3		3		7	NRCS	<i>Navicula recens</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot
	3	1	20		NSSY	<i>Navicula schroeteri</i> Meister var. <i>symmetrica</i> (Patrick) Lange-Bertalot
4	1			1	NVEN	<i>Navicula veneta</i> Kützing
2			1		NCLA	<i>Nitzschia clausii</i> Hantsch
1					NDUB	<i>Nitzschia dubia</i> W M Smith
	10				NFIC	<i>Nitzschia filiformis</i> var. <i>conferta</i> (Richter) Lange-Bertalot
	17	47	16	3	NIFR	<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützing) Grunow
3		3	3		NINC	<i>Nitzschia inconspicua</i> Grunow
15	2			3	NMIC	<i>Nitzschia microcephala</i> Grunow
14					NTHE	<i>Nitzschia thermaloides</i> Hustedt
1		4		2	PSBR	<i>Pseudostaurosira brevistriata</i> (Grun.in Van Heurck) Williams & Round
			1	1	PPRS	<i>Pseudostaurosira parasitica</i> (W Smith) Morales
2	41	21	20	4	RABB	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (Agardh) Lange-Bertalot
5					TFAS	<i>Tabularia fasciculata</i> (Agardh) Williams et Round
8	5		8	2	TAPI	<i>Tryblionella apiculata</i> Gregory
			1		THUN	<i>Tryblionella hungarica</i> (Grunow) Mann
				1	TLEV	<i>Tryblionella levidensis</i> W Smith

Tabella 6.57 – acque superficiali zona costiera specie di diatomee tipiche delle “brackish water”

7 CONCLUSIONI

L'implementazione della WFD rappresenta a livello europeo e nazionale un obiettivo di miglioramento e conservazione della qualità delle acque che implica una sempre maggiore conoscenza del territorio.

Gli indici e indicatori utilizzati ai diversi livelli decisionali sono in costante aggiornamento grazie al lavoro dei gruppi di lavoro e reti tematiche coordinate da ISPRA, al lavoro delle ARPA e a tutto il mondo della ricerca che fornisce un contributo di elevato contenuto scientifico.

Con questo lavoro di Dottorato si è cercato di contribuire in modo trasversale a quanto correlato all'analisi delle pressioni a partire dall'ambito di applicazione, alla loro definizione e individuazione, cercando di delineare nuovi percorsi e confermare quelli esistenti con lo scopo di definire metodologie riproducibili e applicabili in maniera omogenea su vasta scala.

I perni cardine dell'attività di studio sono stati l'individuazione delle aree omogenee di analisi delle pressioni, l'individuazione delle pressioni significative mediante l'utilizzo di indicatori e soglie di significatività, la verifica della sussistenza di impatti attesi mediante indicatori e soglie significative.

Come evidenziato nello scopo della ricerca, l'analisi delle pressioni riportata nei Piani di Tutela Regionali, presenta a oggi una variabilità di applicazioni, anche se è prevedibile che al termine del sessennio di monitoraggio previsto per il 2026, la nuova metodologia seguita sarà quella delineata nella linea guida ISPRA 177/2018, utilizzata come base di sviluppo di questa ricerca.

Molte le criticità emerse soprattutto nella disponibilità di dati e di reti strutturate di monitoraggio. L'ambito che maggiormente risente di questa carenza, almeno per l'area interessata dalla ricerca di dottorato, è risultato quello relativo alle acque sotterranee per le quali manca totalmente la rete di monitoraggio quantitativo e risulta molto frammentaria la presenza di sorgenti/pozzi monitorati soprattutto nella fascia costiera a confine tra le province di Viterbo e Roma.

Anche per le acque superficiali il confronto con la rete regionale esistente ha evidenziato carenze nel numero di CI sottoposti a monitoraggio, come i sottobacini del torrente Vezza (con un bacino di circa 217 km²) e del torrente Rigo (con un bacino di circa 95 km²) nel bacino del Tevere; o i bacini dell'area nord della regione recapitanti direttamente in mare quali il torrente Tafone, il torrente Timone, il Rio Melledra, per i quali si è avviata una prima campagna di monitoraggio.

Un importante input, anche per gli inevitabili sviluppi futuri, è derivato dall'applicazione a scala regionale della metodologia del Cemagref. La nuova delimitazione proposta tra le HER 11 e 14 è ancora parziale e non ha interessato il territorio nord-est della Regione ricadente nel bacino del fiume

Tevere, andrà quindi ulteriormente sviluppata; così come approfondito quanto emerso per le brackish water attraverso l'uso delle comunità di diatomee bentoniche.

Il percorso avviato per l'individuazione dell'ATdR per l'applicazione delle pressioni ha evidenziato per alcuni CI variazioni della tipizzazione assegnata con dirette ripercussioni sui valori degli indici biologici riconosciuti a livello europeo per la valutazione dello stato di qualità dei corsi d'acqua e quindi il rispetto degli obiettivi imposti dalla WFD; nell'assegnazione della tipologia fluviale non è risultata una perfetta rispondenza tra il fattore di tagli lunghezza e area del bacino.

Inoltre, anche il percorso d'indagine dei bacini secondo l'ordine gerarchico ha evidenziato alcuni importanti vantaggi; da un lato l'inizio dell'analisi sempre dal punto di chiusura del bacino, totale o afferente che sia, limitando ove possibile la frammentazione dei corpi idrici, consente la riduzione di dispendiosi e non funzionali monitoraggi; dall'altra l'analisi di dettaglio consente la corretta individuazione delle reali criticità territoriali.

Per quanto riguarda gli indicatori e le soglie di significatività utilizzati nella valutazione delle pressioni e degli impatti, la sperimentazione dovrebbe proseguire sia ampliando il numero dei bacini che applicando lo studio a ulteriori tipologie di pressione. L'aumento delle casistiche consentirebbe di verificare la robustezza delle scelte fatte; sia in relazione agli indicatori utilizzati per discriminare tra pressione refluo urbano e agricolo, che alle diverse soglie di significatività introdotte.

Fondamentale è il ruolo di una corretta valutazione delle pressioni incidenti sui CI significativi; sulla base dei risultati delle pressioni vengono infatti stabiliti programmi e piani di monitoraggio, sia in senso temporale che spaziale, con la definizione di reti strutturate e set analitici coerenti con le pressioni significative.

Questo concetto espresso ha un forte impatto di natura economica, nell'indirizzare risorse verso il migliore efficientamento, dai risultati dei monitoraggi conseguono infatti gli atti amministrativi recepiti nei PTAR e PdGD per l'individuazione delle misure (KMT) da attuare per mitigare gli impatti negativi prodotti.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Allan et al 1997 *Freshwater Biology* The influence of catchment land use on stream integrity across multiple spatial scales

ARPA Piemonte - Attività ARPA nella gestione della rete di monitoraggio delle acque superficiali. Valutazioni e approfondimenti dei dati del monitoraggio regionale. Anno 2010 (per le modalità di calcolo dell'indice dei pesticidi).

<http://www.arpa.piemonte.gov.it/approfondimenti/temi-ambientali/acqua/acque-superficiali-corsi-dacqua/documentazione-e-dati/documentazione-e-dati-ambientali>

Autiero, Vincenzo, 2012. "Aree vulnerabili da nitrati di origine agricola".

Barth, F., Fawell, J., 2001. *The water framework directive and European water policy*. Ecotoxicol. Environ. Saf. 40 (2), 103–105.

Basu N.B., Jindal P., Schilling K.E., Wolter C.F., Takle E.S., 2012. *Evaluation of analytical and numerical approaches for the estimation of groundwater travel time distribution*. Journal of Hydrology, 475(0): 65-73.

Battegazzore M., et al., 2005. "Esperienze di studio della qualità biologica di corsi d'acqua italiani mediante l'uso delle diatomee." *Biologia ambientale* 19: 109-116.

Belgiorno, V., Naddeo, V., Rizzo, L., 2002. *Water quality management tools for the application of the EU water framework directive*, XII World Water Congress, 4–9 October 2003, Madrid.

Belgiorno, V., Naddeo, V., Rizzo, L., 2004. *Water quality management tools for the application of the EU water framework directive*. XI World Water Congress, Madrid. In: Jornadas Agua y Globalización en el Mediterráneo-XI Congreso Mundial del Agua. ISBN 84-689-0783-9.

Belgiorno, Vincenzo, et al., 2016. "Controllo di contaminanti emergenti nelle acque reflue mediante ultrafiltrazione migliorata con ultrasuoni." *Ingegneria dell'Ambiente*.4.

Bende-Michl U., Volk M., Harmel D., Newham L., Dalgaard T., 2011. *Monitoring strategies and scale-appropriate hydrologic and biogeochemical modelling for natural resource management: Conclusions and recommendations from a session held at the iEMSs 2008*, Environmental Modelling & Software, Volume 26, Issue 4, 538-542, ISSN 1364-8152, doi.org/10.1016/j.envsoft.2010.09.006.

Billen G., Garnier J., 1999. *Nitrogen transfers through the Seine drainage network: a budget based on the application of the 'Riverstrahler' model*. Hydrobiologia, 410: 139-150.

Boni C, Bono P, Capelli G, 1988. Carta idrogeologica del territorio della Regione Lazio. Scala 1:250.000. Special publication of Latium Region, Italy.

Botta, Fabrizio et al., 2009. "Trasferimento del glifosato e del suo AMPA degradato alle acque superficiali attraverso i sistemi fognari urbani." *Chemosfera* 77.1: 133-139.

Buffagni A, Erba, Aste, et al., 2008. Criteri per la selezione di siti di riferimento fluviali per la Direttiva 2000/60/EC. Notiziario dei Metodi Analitici. IRSA – CNR.

Buffagni A., Munafò M., Tornatore F., Bonamini I., Didomenicantonio A., Mancini L., Martinelli A., Scanu G., Sollazzo C. 2006. Elementi di base per la definizione di una tipologia per i fiumi italiani in applicazione della Direttiva 2000/60/EC. [Notiziario dei Metodi Analitici IRSA-CNR 2006 \(1\): 2-19.](#)

BU et al 2014 *Ecol Ond Relationships between land use patterns and water quality in the Taizi River basin China*

Caponera D., 2007. *Principles of Water Law and Administration*, London, Taylor & Francis, 2nd Edition.

Cappelletti, Cristina, et al., 2005. "Diatomee come indicatori della qualità biologica dei corsi d'acqua: EPI-D ed altri metodi europei a confronto: il caso studio del fiume Tevere." *Biologia ambientale* 19.1: 103-108.

Cavazza, S., 1984. "Regionalizzazione geomorfologica del trasporto solido in sospensione dei corsi d'acqua tra il Magra e l'Ombrone." *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali, Memorie Serie A* 91: 119-132.

Ceccarini R., Vicomanni C., Ambrosetti A., Di Ludovico A., Le Focche M, 2022. Report sul monitoraggio dei corpi idrici sotterranei del Lazio 2015-2020. ARPA Lazio, Dipartimento stato dell'ambiente. Report / Acqua_10.

Cencetti, Corrado, Pierluigi De Rosa, and Andrea Fredduzzi, 2010. "L'indice di qualità morfologica (IQM) dei corsi d'acqua: applicazione del metodo di valutazione al F. Chiani (Italia centrale)." *Atti 14 Conf. Naz. ASITA (Brescia, 9-12 novembre 2010), Italy.*

CIS Guidance document n. 3 - Analysis of Pressures and Impacts 2003
<https://circabc.europa.eu/faces/jsp/extension/wai/navigation/container.jsp>

CIS Guidance – WFD reporting guidance 2016
<https://circabc.europa.eu/faces/jsp/extension/wai/navigation/container.jsp>

Colasanto F., Orazi A., Colombi A., 2007. "Geologia del territorio della Regione" Piano di Tutela Ambientale Regione Lazio.

Corniello, Alfonso, and Daniela Ducci, 2009. "Origine dell'inquinamento da nitrati nelle falde dell'area di Acerra (Piana Campana)." *Engineering Hydro Environmental Geology* 12: 157-166.

De Angelis R., Lisi I., Bruschi A., Lionetti E., De Maio L., Ortali F., Aguzzi L., Cossio C., Scopelliti M., Cuneo C., Brandinelli M., Ungaro N., Porfido A., Bonadonna L., Iaconelli M., Lucentini L., 2021. Studio dell'area di influenza per la gestione delle acque di balneazione. PARTE I: Indicazioni per la determinazione degli indicatori di pressione. ISBN 978-88-448-1067-2 © Linee Guida SNPA, 31/2021

De Stefano, L., 2010. *Facing the water framework directive challenges: a baseline of stakeholder participation in the European Union.* J. Environ. Manage. 91, 1332–1340.

D'Haene K., De Waele J., De Neve S., Hofman G., 2022. *Spatial distribution of the relationship between nitrate residues in soil and surface water quality revealed through attenuation factors*, Agriculture, Ecosystems & Environment, Volume 330, 107889, ISSN 0167-8809

DECRETO LEGISLATIVO 3 aprile 2006, n. 152 Norme in materia ambientale.

DECRETO 16 giugno 2008, n. 131 del MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE, Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante: «Norme in materia ambientale», predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 4, dello stesso decreto.

DECRETO 14 aprile 2009, n. 56 del MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE, Regolamento recante «Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo».

DECRETO 8 novembre 2010, n. 260 del MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE, Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo.

DECRETO LEGISLATIVO 10 dicembre 2010, n. 219 Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE e recepimento della direttiva 2009/90/CE che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque.

DECRETO 27 novembre 2013 del MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE, Regolamento recante i criteri tecnici per l'identificazione dei corpi idrici

artificiali e fortemente modificati per le acque fluviali e lacustri, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo.

DECRETO LEGISLATIVO 13 Ottobre 2015, n. 172 Attuazione della direttiva 2013/39/UE, che modifica le direttive 2000/60/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque.

Direttiva 91/676/CEE del Consiglio del 12 dicembre 1991 relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento causato dai nitrati provenienti da fonti agricole

Direttiva 91/271/CEE del Consiglio, del 21 maggio 1991, concernente il trattamento delle acque reflue urbane.

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.

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX:32000L0060>

Direttiva 2006/118/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 12 dicembre 2006 sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento

Direttiva 2008/105/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 dicembre 2008 , relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive del Consiglio 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE e 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio

Direttiva 2009/90/CE della Commissione, del 31 luglio 2009 , che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque

Direttiva 2013/39/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 12 agosto 2013 , che modifica le direttive 2000/60/CE e 2008/105/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque

Distretto Idrografico del Po - Piano di Gestione del Distretto Idrografico del fiume Po 2015-2021 - Sintesi delle pressioni e degli impatti significativi esercitati dalle attività umane sullo stato delle acque superficiali e sotterranee. <http://pianoacque.adbpo.it/piano-di-gestione-2015/>

Distretto Idrografico del Po - Valutazione del rischio ambientale connesso alle derivazioni idriche in relazione agli obiettivi di qualità ambientale definiti dal Piano di gestione del Distretto idrografico Padano. <http://pianoacque.adbpo.it/direttiva>

Distretto Idrografico delle Alpi Orientali – Piano di Gestione delle Acque 2015-2021 – Sintesi delle pressioni e degli impatti significativi. <http://www.alpiorientali.it/direttiva-2000-60/piano-di-gestione- delle-acque-2015-2021.html>

Dos Santos GM, Navarro-Pedreno J., Pastor IM, Lucas IG, Candel MBA e Zorpas, 2021. *Caratterizzazione delle acque di drenaggio agricolo per determinare le possibilità di desalinizzazione per l'irrigazione in un ambiente semi-arido*. Desalinizzazione dell'acqua, 227, 34-41.

Dudgeon D, Arthington AH, Gessner MO, et al., 2006. *Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges*. Biol Rev; 81: 163-82. <http://dx.doi.org/10.1017/S1464793105006950>

Dunn, S.M., Darling, W.G., Birkel, C., Bacon, J.R., 2012. *The role of groundwater characteristics in catchment recovery from nitrate pollution*. Hydrology Research, 43(5): 560-575.

Earle, R. e Blacklocke, S. 2008. *Piano generale per le attività di direttiva quadro sulle acque in Irlanda che portano ai piani di gestione dei bacini idrografici*. Dissalazione, 226(1-3), 134-142.

Economidou, Y., Doula, M. K., & Zorpas, 2021. *Mitigation of the effects of climate change in the agricultural sector of Cyprus, through optimization of benefit*. Water Supply, 21(6), 2947-2958.

Fiorenza A., Casotti V., Civano V., Mancaniello D., Marchesi V., Menichetti S., Merlo F., Piva F., Spezzani P., Tanduo I., Ungaro N., Venturelli S., Zorza R., 2018. Linee guida per l'analisi delle pressioni ai sensi della

Direttiva 2000/60/CE – ISPRA – Manuali e Linee Guida 177/2018.

Fovet O., L. Ruiz, M. Fauchaux, J. Molénat, M. Sekhar, F. Vertès, L. Aquilina, C. Gascuel-Oudou, P. Durand, 2015. *Using long time series of agricultural-derived nitrates for estimating catchment transit times*, Journal of Hydrology, Volume 522, 603-617, ISSN 0022-1694, /doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.01.030

Frissell CA, Bayles D., 1996. *Ecosystem management and the conservation of aquatic biodiversity and ecological integrity*. Water Resour Bull; 32: 229-40. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1752-1688.1996.tb03447.x>

Gabrielsen P. & Bosch, P., 2003. *Environmental Indicators: Typology and Use in Reporting*.

Galloway J.N. et al., 2004. *Nitrogen Cycles: Past, Present, and Future*. Biogeochemistry, 70(2): 153-226

Giorgio, A., De Bonis, S., & Guida, M. 2016. *Macroinvertebrate and diatom communities as indicators for the biological assessment of river Picentino (Campania, Italy)*. Ecological Indicators, 64, 85-91.

Green C. T., Bekins B. A., Kalkhoff S. J., Hirsch R. M., Liao L., and Barnes K. K., 2014. *Decadal surface water quality trends under variable climate, land use, and hydrogeochemical setting in Iowa, USA*, Water Resource Research, 50, 2425-2443, doi:10.1002/2013WR014829.

Harding et al 2002 Freshwater Biology Changes in agricultural intensity and river health along a river continuum

Harmel RD, King KW, Haggard BE, Wren DG e Sheridan JM, 2006. *Guida pratica per la raccolta di dati sugli scarichi e sulla qualità dell'acqua nei piccoli bacini idrografici*. Operazioni dell'ASABE, 49 (4), 937-948.

Helming K., Diehl K., Bach H., Dilly O., König B., Ulma T., & Wiggering H. 2011. Valutazione di impatto ex ante delle politiche che incidono sull'uso del territorio, Parte A: quadro analitico. *Ecologia e società*. 16.1

Howden, N.J.K., Burt, T.P., Worrall, F., Mathias, S., Whelan, M.J., 2011b. Nitrate pollution in intensively farmed regions: What are the prospects for sustaining high-quality groundwater? Water Resour. Res., 47.

Kallis, G., Butler, D., 2001. *The EU Water Framework Directive: measures and implications*. Water Policy 3 (2), 125–142.

Karageorgis, AP, Skourtos, MS, Kapsimalis, V., Kontogianni, AD, Skoulidakis, NT, Pagou, K., ... & Anagnostou, C., 2005. Un approccio integrato alla gestione dei bacini idrografici nel quadro del DPSIR: bacino del fiume Axios e Golfo di Thermaikos. *Cambiamento ambientale regionale*, 5, 138-160.

Kibena et al 2014 Phy Chem Earth Assessing the relationship between water quality parameters and changes in landuse patterns in the Upper Manyame River Zimbabwe

Kiefer I., Odermatt D., Anneville O., Wüest A., Bouffard D., 2015. *Application of remote sensing for the optimization of in-situ sampling for monitoring of phytoplankton abundance in a large lake*, Science of The Total Environment, Volumes 527–528, 493-506, ISSN 0048-9697, doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.05.011.

King, KW e Harmel, RD 2004. *Confronto delle strategie di campionamento basate sul tempo per determinare il carico di azoto nel deflusso su scala di appezzamento*. Transazioni dell'ASAE, 47 (5), 1457-1463.

Landi M., Naddeo V. & Belgiorio V., 2012. *Influence of ultrasound on phenol removal by adsorption on granular activated carbon*. Desalination and Water Treatment 23, 181–186.

Linee guida ISPRA 71/2011- Definizione delle liste di priorità per i fitofarmaci nella progettazione del monitoraggio delle acque di cui al D.Lgs 152/2006 e s.m.i. <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida>

Linee guida ISPRA 111/2014 – Metodibiologici per le acque superficiali interne. <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida>

Linee guida ISPRA 116/2014 - Progettazione di reti e programmi di monitoraggio delle acque ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e relativi decreti attuativi.

<http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida>

Linee Guida ISPRA 142/2016 “Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: habitat.

<http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida>

Linee guida ISPRA 161/2017 - Linee guida per la valutazione delle tendenze ascendenti e d'inversione degli inquinanti nelle acque sotterranee (DM 6 luglio 2016).

<http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida>

Lloyd, C. E., Freer, J. E., Johnes, P. J., & Collins, A. L. 2016. *Using hysteresis analysis of high-resolution water quality monitoring data, including uncertainty, to infer controls on nutrient and sediment transfer in catchments*. Science of the total environment, 543, 388-404.

Lonigro A., Catalano M., Rubino P, 2007. *Impiego in agricoltura di acque reflue urbane depurate nel rispetto della sostenibilità ambientale*. Ital. J. Agron. / Riv. Agron., 2:217-259.

Mancini L, Sollazzo C., 2009. *Metodo per la valutazione dello stato ecologico delle acque correnti: comunità diatomiche*. Roma: Istituto Superiore di Sanità. (Rapporti ISTISAN 09/19), 3-6.

Manfrin et al, 2016. *A landscape-based predictive approach for running water quality assessment A Mediterranean case study*. Jour Nat Cons

Masoni A., Ercoli L. 2010. Azoto nel terreno. In *Riduzione dell'inquinamento delle acque dai nitrati provenienti dall'agricoltura* (pp. 211-241). Felici Editore Srl

McCaffrey S., 1993. *The Evolution of the Law of International Watercourses*, in «Australian Journal of Public and International Law», Sydney.

Milleville et al 2022 Earth Surf Processes Landf The heterogeneity of the hydromorphological responses of a stream to the urbanisation of its basin.

Minciardi M.R., Rossi G.L., Azzolini R., Betta G., 2003. Linee guida per il biomonitoraggio di corsi d'acqua in ambiente alpino. ENEA e Provincia di Torino, 64pp.

Minciardi M.R., Spada C.D., Rossi G.L., Angius R., Ouuru G., Mancini L., Pace G., Marcheggiani S., 2009. *Metodo per la valutazione e la classificazione dei corsi d'acqua utilizzando la comunità delle macrofite acquatiche*. ENEA Rapporto Tecnico RT/2009/23/ENEA. 20 pp

Miranda D., Ostojich M., 2011. *Surface water vulnerability assessment applying the integrity model as a decision support system for quality improvement*, Environmental Impact Assessment Review, Volume 31, Issue 3, 161-171, ISSN 0195-9255, doi.org/10.1016/j.eiar.2010.07.003.

Molénat J., Gascuel-Oudoux C., Ruiz L., Gruau G., 2008. *Role of water table dynamics on stream nitrate export and concentration. in agricultural headwater catchment (France)*. Journal of Hydrology, 348(3-4): 363-378.

Montreuil O., Merot P., Marmonier P., 2010. *Estimation of nitrate removal by riparian wetlands and streams in agricultural catchments: effect of discharge and stream order*. Freshwater Biology, 55(11): 2305-2318

Moroglu, M., Yazgan, M.S., 2008. *Implementation of EU Water Framework Directive in Turkey*. Desalination 226 (1-3), 271-278.

Mostert, E., 2003. *The European Water Framework Directive and water management research*. Phys. Chem. Earth Parts A/B/C 28 (12-13), 523-527.

Naddeo V., Zarra T, Belgiorno V, 2007. *Optimization of sampling frequency for river water quality assessment according to Italian implementation of the EU Water Framework Directive*. Environmental Science & Policy 10, 243-249 Elsevier BV. doi.org/10.1016/j.envsci.2006.12.003.

Naddeo, V., Landi, M., Scannapieco, D., 2013. *Degradation of twenty-three emerging contaminants in urban wastewater*. Desalination and Water Treatment 51, 6601-6608.

- Naddeo V., Balakrishnan M., Choo K.H. 2020. *Frontiers in Water-Energy-Nexus-Nature: Based Solutions, Advanced Technologies and Best Practices for Environmental Sustainability*. Springer International Publishing.
- Naddeo V., Korshin G., 2021. *Water, energy and waste: The great European deal for the environmental*. The Science of the Total Environment.
- Nikolaou, A. D. et al. 2008. *Multi-parametric water quality monitoring approach according to the WFD application in Evros trans-boundary river basin: priority pollutants*. Desalination 226, 306–320.
- Ormerod SJ, Dobson M. Hildrew AH & Townsend C (Eds). 2010. Multiple stressors in freshwater ecosystems. *Freshwat Biol.* 55, 1-269.
- Oussama et al. 2022 Integration of water contamination indicators and vulnerability indices on groundwater management in Menzel Habib area, south-eastern Tunisia, *Environmental Research*, Volume 205, 2022, 112491, ISSN 0013-9351
- Owens L.B., Shipitalo M.J., Bonta J.V., 2008. *Water quality response times to pasture management changes in small and large watersheds*. Journal of Soil and Water Conservation, 63(5): 292-299.
- Pardo I, Gómez-Rodríguez C, Wasson JG, et al. The European reference condition concept: A scientific and technical approach to identify minimally-impacted river ecosystems. *Sci Total Environ* 2012; 420: 33-42. [dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.01.026](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.01.026)
- Patton, S., Romano, M., Naddeo, V., Ishida, K. P. & Liu, H., 2018. *Photolysis of Mono- and Dichloramines in UV/Hydrogen Peroxide: Effects on 1,4-Dioxane Removal and Relevance in Water Reuse*. Environmental Science & Technology. doi:10.1021/acs.est.8b01023.
- Pelosi C., et al., 2022. "Glifosato, AMPA e glufosinato nei terreni e nei lombrichi in un paesaggio arabile francese". *Chemosfer* 301: 134672.
- Pinardi M., Bartoli M., Longhi D., Marzocchi U., Laini A., Ribaudo C., Viaroli P., 2009. Benthic metabolism and denitrification in a river reach: a comparison between vegetated and bare sediments. *Journal of Limnology*, 68: 133-145.
- Qitao Yi, Yin Zhang, Kai Xie, Qiuwen Chen, Feifei Zheng, Daniele Tonina, Wenqing Shi, Cheng Chen, 2020. *Tracking nitrogen pollution sources in plain watersheds by combining high-frequency water quality monitoring with tracing dual nitrate isotopes*, Journal of Hydrology, Volume 581, 124439, ISSN 0022-1694, doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.124439
- Quadri E., 2016. *La tutela delle acque nell'UE: la Direttiva Quadro Acque e la Direttiva Acqua Potabile*. Gentes, anno III numero 3, 98-102.
- Regione Lombardia Programma di Tutela e di Uso delle Acque - Analisi pressioni e impatti. Dicembre 2016.
- Regolamento di esecuzione (UE) 2016/1141 della Commissione, del 13 luglio 2016, che adotta un elenco delle specie esotiche invasive di rilevanza unionale in applicazione del regolamento (UE) n. 1143/2014 del Parlamento europeo e del Consiglio.
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX%3A32016R1141>
- Rinaldi, Massimo et al., 2014 "IDRAIM: Sistema di valutazione idromorfologica, analisi e monitoraggio dei corsi d'acqua." 1-262.
- Ruiz L. et al., 2002a. *Effect on nitrate concentration in stream water of agricultural practices in small catchments in Brittany: I. Annual nitrogen budgets*. Hydrology and Earth System Sciences, 6(3): 497-505.
- Sarkis et al 2021 *Wat Res* Quantification of multi-scale links of anthropogenic pressures with PAH and PCB bioavailable contamination in French freshwaters
- Sarrocchio S., Maio G., Celauro D. e Tancioni L., 2012. *Carta della Biodiversità ittica delle acque correnti del Lazio*. Edizioni ARP, Roma, 194 pp.

- Scannapieco D., Naddeo V., Zarra T., Belgiorno V., 2012. *River water quality assessment: A comparison of binary- and fuzzy logic-based approaches*, Ecological Engineering, Volume 47, 132-140, ISSN 0925-8574, doi.org/10.1016/j.ecoleng.2012.06.015.
- Schilling K.E., Spooner J., 2006. *Effects of watershed-scale land use change on stream nitrate concentrations*. Journal of Environmental Quality, 35(6): 2132-2145.
- Seitzinger, S.P. et al., 2010. *Global river nutrient export: A scenario analysis of past and future trends*. Global Biogeochemical Cycles, 24
- Severino, Gerardo, and Alessandro Santini, 2004. "Un modello di trasporto di pesticidi in suoli eterogenei." *RIVISTA DI INGEGNERIA AGRARIA* 2: 33-42.
- S. Michele all'Adige, 1999. "Il monitoraggio dei corsi d'acqua con indicatori algali (diatomee)." *Ann Ist Super Sanità* 41.3 (5): 393-397.
- Spaggiari, Roberto, and Silvia Franceschini, 2000. "Procedure di calcolo dello stato ecologico dei corsi d'acqua e di rappresentazione grafica delle informazioni." *Biologia Ambientale* 14.2: 1-6.
- Sola, Matilde, 2023. "Determinazione di sostanze per-e poli-fluoroalchiliche e pesticidi polari anionici in campioni di acqua di fusione: scenari di contaminazione lungo la Longyear dalen (Isole Svalbard)."
- Souchon Y, Andriamahéfa H, Breil P, et al., 2000. Régionalisation de l'habitat aquatique dans le bassin de la Loire. Agence de l'eau Loire Bretagne: Cemagref
- Stoddard JL, Larsen DP, Hawkins CP, Johnson RK, Norris RH, 2006. Setting expectations for the ecological condition of streams: the concept of reference condition. *Ecol Appl*; 16: 1267-76. [http://dx.doi.org/10.1890/1051-0761\(2006\)016\[1267:SEFTEC\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1890/1051-0761(2006)016[1267:SEFTEC]2.0.CO;2)
- Suciu, Nicoleta et al., 2023. "Presenza e fonti di glifosato, glufosinato di ammonio e AMPA nelle acque sotterranee dei vigneti collinari". *Scienza dell'ambiente totale* 866: 161171.
- Tanzi A., 2012. *Il tortuoso cammino del diritto internazionale delle acque tra interessi economici e ambientali*, Diritto Pubblico Comparato ed europeo (DPCE), Vol.2, Torino, Giappichelli Editore.
- Tisei, Angelo, 2015. "Valutazione delle zone vulnerabili per intrusione marina e per l'inquinamento provocato da nitrati nel sito di Palagianò (Provincia di Taranto)."
- Tomer M.D., Burkart M.R., 2003. *Long-term effects of nitrogen fertilizer use on ground water nitrate in two small watersheds*. Journal of Environmental Quality, 32(6): 2158-2171.
- Traversetti et al 2013 *Jour Bas Appl Sc Remapping Hydroecoregion Boundaries A Proposal for Improving the base of the running water monitoring procedures*
- Tresnakova, Nikola, Alzbeta Stara e Josef Velisek, 2021. "Effetti del glifosato e del suo metabolita AMPA sugli organismi acquatici". *Scienze applicate* 11.19: 9004.
- Tsangas, M., Gavriel, I., Doula, M., Xení, F., & Zorpas, A. A. 2020. *Life cycle analysis in the framework of agricultural strategic development planning in the Balkan region*. Sustainability, 12(5), 1813.
- Tulipano, L., and M. D. Fidelibus, 1995. "Metodologie per la valutazione degli effetti del rilascio di reflui urbani sulla distribuzione dei nitrati nelle acque sotterranee delle unità della Murgia e del Salento (Italia Meridionale)." *Quad. di Tec di Profitez Amb* 49: 167-179.
- van Geer, FC, Kronvang, B. e Broers, HP 2016. *Monitoraggio ad alta risoluzione dei nutrienti nelle acque sotterranee e superficiali: comprensione del processo, quantificazione dei carichi e delle concentrazioni e applicazioni di gestione*. Idrologia e scienze del sistema terrestre, 20 (9), 3619-3629.

van der Grift, B., Broers, HP, Berendrecht, W., Rozemeijer, J., Osté, L., & Griffioen, J. 2016. *Il monitoraggio ad alta frequenza rivela fonti di nutrienti e processi di trasporto in un sistema idrico di pianura dominato dall'agricoltura. Idrologia e scienze del sistema terrestre*, 20 (5), 1851-1868.

Wan et al 2015 JEM Inferring land use and land cover impact on stream water quality using a Bayesian hierarchical modeling approach in the Xitiaoxi River Watershed China.

Wang, L., Butcher, A.S., Stuart, M.E., Gooddy, D.C., Bloomfield, J.P., 2013. *The nitrate time bomb: a numerical way to investigate nitrate storage and lag time in the unsaturated zone*. *Environmental Geochemistry and Health*, 35(5): 667-681.

Wang et al 2021 Catena Relating land-use-land-cover patterns to water quality in watersheds based on the structural equation modeling

Wasson JG, Bethemont J, Degorce JN, Dupuis B, Joliveau T, 1993. Approche écosystémique du bassin de la Loire: éléments pour l'élaboration des orientations fondamentales de gestion. Lyon BEA/LHQ: Cemagref.

Wasson JG, 1996. Approche écosystématique du bassin de la Loire: éléments pour l'élaboration des orientations fondamentales de gestion. Phase II. Ministère de l'Environnement/SDMAP, Lyon BEA/LHQ: Cemagref.

Wasson et al. 2007 European Hydro-Ecoregions Relationships between ecological and chemical status of surface waters – Cemagref

Wasson JG, Blanc L, Chandesris A, Pella H, 2002. Définition des hydro-écoregions de France métropolitaine. Approche régionale de typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Lyon BEA/LHQ: Cemagref

Whiteman, M., Brooks, A., Skinner, A., Hulme, P., 2010. *Determining significant damage to groundwater-dependent terrestrial ecosystems in England and Wales for use in implementation of the Water Framework Directive*. *Ecol. Eng.* 36, 1118–1125, doi:10.1016/j.ecoleng.2010.03.013.

Wriedt G., Rode M., 2006. *Modelling nitrate transport and turnover in a lowland catchment system*. *Journal of Hydrology*, 328(1-2): 157-176.

Worrall, F., Burt, T.P., Howden, N.J.K., Whelan, M.J., 2012. *The fluvial flux of nitrate from the UK terrestrial biosphere - An estimate of national-scale in-stream nitrate loss using an export coefficient model*. *Journal of Hydrology*, 414: 31-39.

Xiuming Sun, Georg Hörmann, Britta Schmalz, Nicola Fohrer, 2022. *Effects of sampling strategy in rivers on load estimation for Nitrate-Nitrogen and total Phosphorus in a lowland agricultural area*, *Water Research*, Volume 224, 119081, ISSN 0043-1354, doi.org/10.1016/j.watres.2022.119081.

Ying Li, Haw Yen, R. Daren Harmel, Qiuliang Lei, Jiaogen Zhou, Wanli Hu, Wenchao Li, Huishu Lian, A-Xing Zhu, Limei Zhai, Hongyuan Wang, Weiwen Qiu, Jiafa Luo, Shuxia Wu, Hongbin Liu, Xiaohong Li, 2019. *Effects of sampling strategies and estimation algorithms on total nitrogen load determination in a small agricultural headwater watershed*, *Journal of Hydrology*, Volume 579, 124114, ISSN 0022-1694, doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.124114.

Zhao et al 2015 LUP Influences of land use on water quality in a reticular river network area A case study in Shanghai China