



**Progetto convenzionato: “Attività di monitoraggio nell’ambito del progetto LIFE RINASCÈ - LIFE13 ENV/IT/000169”**

***ACTION C.1: MONITORAGGIO CHIMICO-FISICO, ECOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDRULICO DEGLI INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE E GESTIONE DELLA VEGETAZIONE***

**“METODOLOGIA MONITORAGGIO ELEMENTI CHIMICO-FISICI E FUNZIONALITÀ ECOLOGICA FLUVIALE”**



**RIQUALIFICAZIONE NATURALISTICA PER LA SOSTENIBILITÀ INTEGRATA IDRAULICO AMBIENTALE DEI CANALI EMILIANI**

Protocollo Istituto d'Istruzione Superiore “Antonio Zanelli” n. 28/C28h dello 07/01/2015



A cura del:

Prof. Daniele Galli  
Istituto d'Istruzione Superiore "Antonio Zanelli" di Reggio Emilia.

---



---

## Indice

1. Generalità.....	4
2. Approccio metodologico .....	5
3. Bibliografia.....	17

## 1. Generalità

L'attività prevista dalla Convenzione è orientata al monitoraggio chimico-fisico ed ecologico, sia *ante-operam* sia *post-operam*, nell'ambito dell'azione C1 del progetto "LIFE RINASCE - LIFE13 ENV/IT/000169" di cui il Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale è beneficiario. L'obiettivo è di valutare/monitorare la riuscita e gli effetti ambientali degli interventi dimostrativi di riqualificazione dei canali previsti dal suddetto Progetto Life (Azioni da B3 a B7), rispetto ad alcuni elementi di qualità. Gli aspetti qualitativi in questione sono:

- a. gli elementi chimico-fisici, determinati mediante l'analisi chimico-fisica delle acque superficiali;
- b. la funzionalità ecologica fluviale determinata attraverso l'applicazione dell'indice di funzionalità fluviale (IFF).

L'attività di monitoraggio si svilupperà attraverso:

- le analisi chimiche, fisiche e chimico-fisiche, sia *in situ* (in campo) sia *ex situ* (in laboratorio), necessarie alla caratterizzazione e al monitoraggio delle stazioni, sia *ante-operam* sia *post-operam*, stabilite come di seguito;
- la valutazione della funzionalità ecologica dei corpi idrici oggetto di riqualificazione, sia *ante-operam* sia *post-operam*, attraverso l'applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale, stabilita come di seguito;
- il coinvolgimento per l'intera durata del progetto di un gruppo di studenti dell'Istituto che seguirà il monitoraggio nell'ambito di un percorso di *experiential learning*, sviluppato con una metodologia di apprendimento cooperativo (*cooperative learning*) ad approccio transdisciplinare.

I risultati attesi in esito all'attività saranno:

- valutare/monitorare la riuscita e gli effetti ambientali degli interventi dimostrativi di riqualificazione dei canali previsti dal suddetto Progetto Life (Azioni da B3 a B7), rispetto agli elementi di qualità chimico-fisica delle acque e alla funzionalità ecologica dei corpi idrici;
- integrare i risultati ottenuti con i dati sulla qualità territoriale delle acque gestite dal Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale, con la conseguente possibilità di pianificare eventuali indagini suppletive oppure interventi di tutela della risorsa irrigua e/o ecosistemica;
- fornire agli studenti un'importante opportunità di apprendimento non-formale e informale per migliorare le proprie abilità relazionali e di cooperazione, il livello culturale generale e ampliare il campo delle abilità/conoscenze scientifico/tecnico/pratiche specifiche attraverso un'esperienza extrascolastica diretta.

## 2. Approccio metodologico

L'attività di monitoraggio svolta dall'Istituto si concentrerà sia sullo studio della matrice acqua, sia sull'analisi della funzionalità ecologica dei corpi idrici e, come indicato nel "Timetable" (a pagina 115 di 136 del formulario approvato), si svilupperà su due anni di lavoro, il 2015 per il monitoraggio *ante-operam* e il 2017/2018 per il monitoraggio *post-operam*. In termini generali la metodologia proposta fa riferimento al DM 260 dell'8 novembre 2010, ai sensi della Direttiva acque 2000/60/CE.

### • Elementi chimico-fisici delle acque

Gli elementi chimico-fisici delle acque verranno determinati mediante lo svolgimento di analisi chimiche, fisiche e chimico-fisiche, eseguite sia *ante-operam* sia *post-operam*. Il necessario piano di campionamento è stato sviluppato sulle base delle caratteristiche del corpo idrico, delle pressioni esercitate su di esso e delle specifiche dell'intervento di riqualificazione previsto. Esso prevede la caratterizzazione/monitoraggio di quattro stazioni, una per ogni corpo idrico oggetto di riqualificazione, con prelievi a frequenza mensile (dodici volte all'anno), in concomitanza con il campionamento dei macroinvertebrati, per due anni (*ex-ante* ed *ex-post*). La frequenza mensile di monitoraggio dovrebbe garantire dati sufficienti a delineare una valutazione attendibile (rappresentativa e statisticamente significativa) dello stato dei diversi elementi di qualità indagati, minimizzando l'incidenza di variabili terze. Ad ogni campagna di campionamento corrisponderà un prelievo di acqua in ognuna delle quattro stazioni. I campionamenti verranno effettuati in condizioni idrologiche ordinarie, rappresentative del corpo idrico nelle differenti stagioni.

La localizzazione delle stazioni di campionamento si è basata sull'utilizzo di un criterio preferenziale. I punti di prelievo sono stati ubicati a valle degli interventi da realizzare, in sezioni che risultino rappresentative, rispetto agli effetti/impatti che si intendono rilevare, che non si siano condizionate significativamente da pressioni terze e che siano idonee sia sotto il profilo logistico sia rispetto della sicurezza degli operatori. Le stazioni di campionamento (riportate nella Tabella 1) sono state georeferenziate mediante l'uso di un dispositivo GPS (Garmin GPSmap 62S), basato sul sistema di coordinate geografiche geodetico UTM32-WGS84, e inserite in ambiente GIS.

Stazione di Campionamento	Corpo idrico	Codice Stazione	Ubicazione (descrizione)	Coordinate GPS
Stazione 1	Cavata Orientale	CO-1	Ubicata 17 m a monte del ponte su via Lama di Quartirollo Interna	44°45'57,0"N 10°53'36,3"E 27 m s.l.m.
Stazione 2	Diversivo Fossa Nuova Cavata	DFNC-2	Ubicata 30 m a monte della botte su via Canale di Cibeno	44°47'59,2"N 10°53'51,4"E 23 m s.l.m.
Stazione 3	Collettore Acque Basse Modenesi	CABM-3	Ubicata a monte del ponte su via Strazzetto	44°54'25,5"N 10°56'12,4"E 16 m s.l.m.
Stazione 4	Collettore Alfieri	CA-4	Ubicata 100 m a monte dal ponte di Strada Artona (all. muro occidentale fabbricato)	44°52'59,8"N 10°37'07,9"E 15 m s.l.m.

Tabella 1 – Stazioni di campionamento

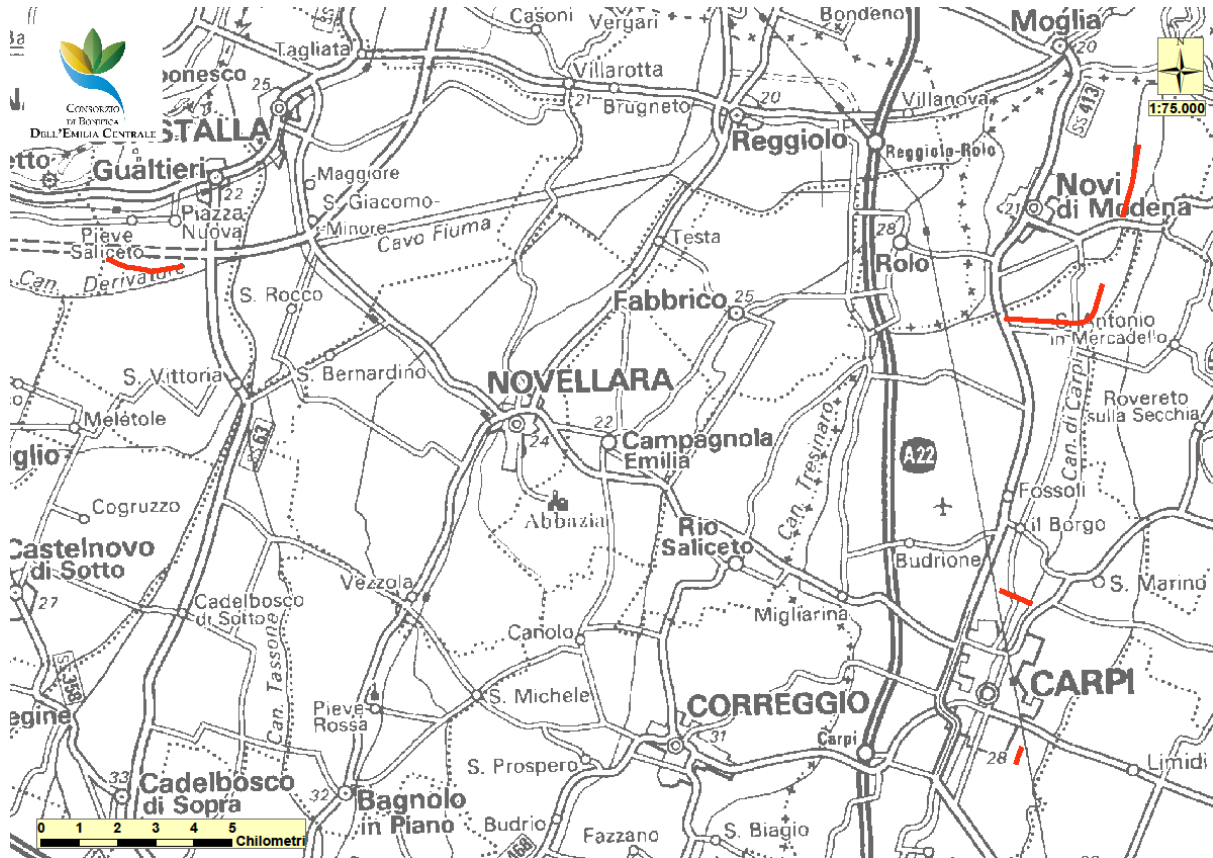


Figura 1 - Ubicazione dei quattro tratti d'intervento

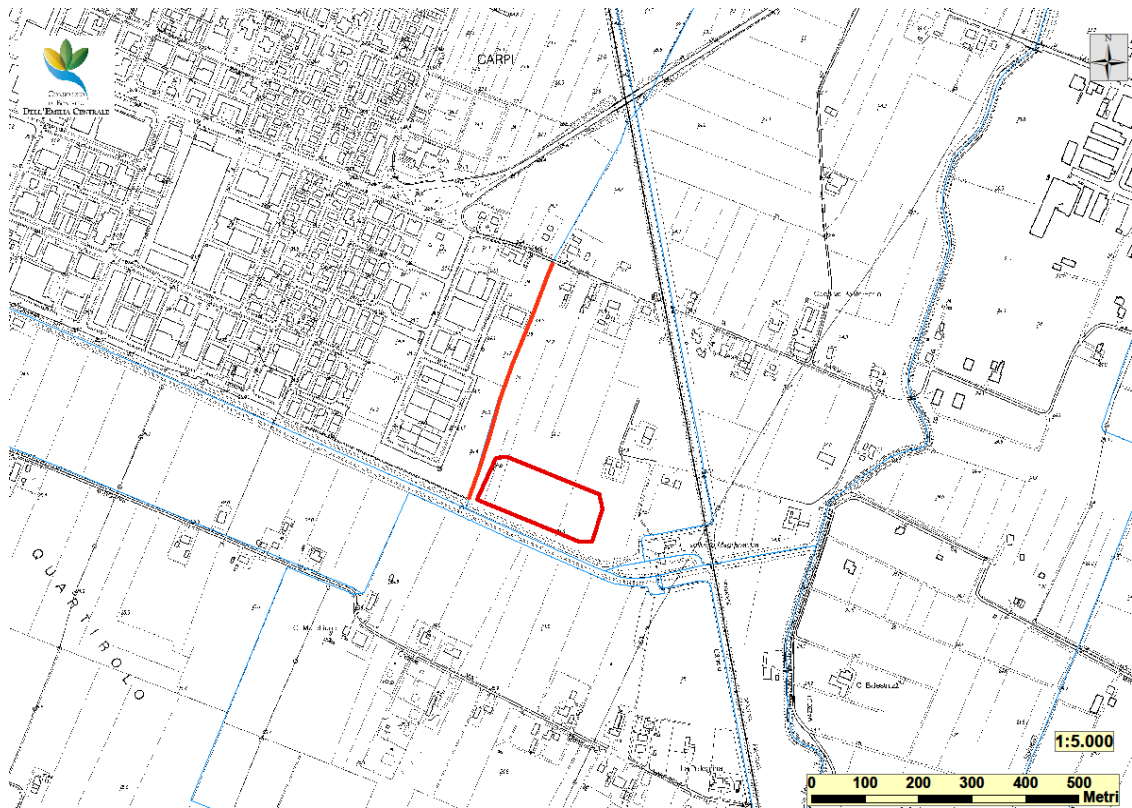


Figura 2 – Particolare dell'ubicazione del tratto d'intervento su Cavata Orientale



Figura 3 – Particolare dell'ubicazione del tratto d'intervento e della Stazione di campionamento CO-1 su Cavata Orientale

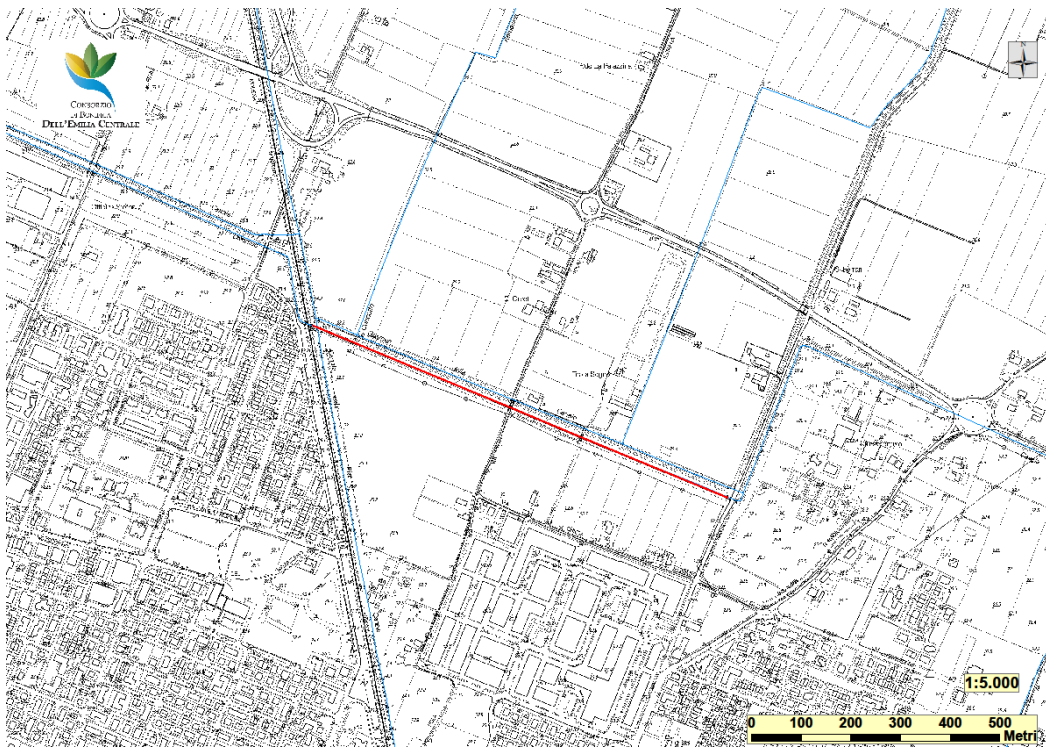


Figure 4 – Particolare dell'ubicazione del tratto d'intervento su Diversivo Fossa Nuova Cavata



Figura 5 – Particolare dell'ubicazione del tratto d'intervento e della Stazione di campionamento DFNC-2 su Diversivo Fossa Nuova Cavata



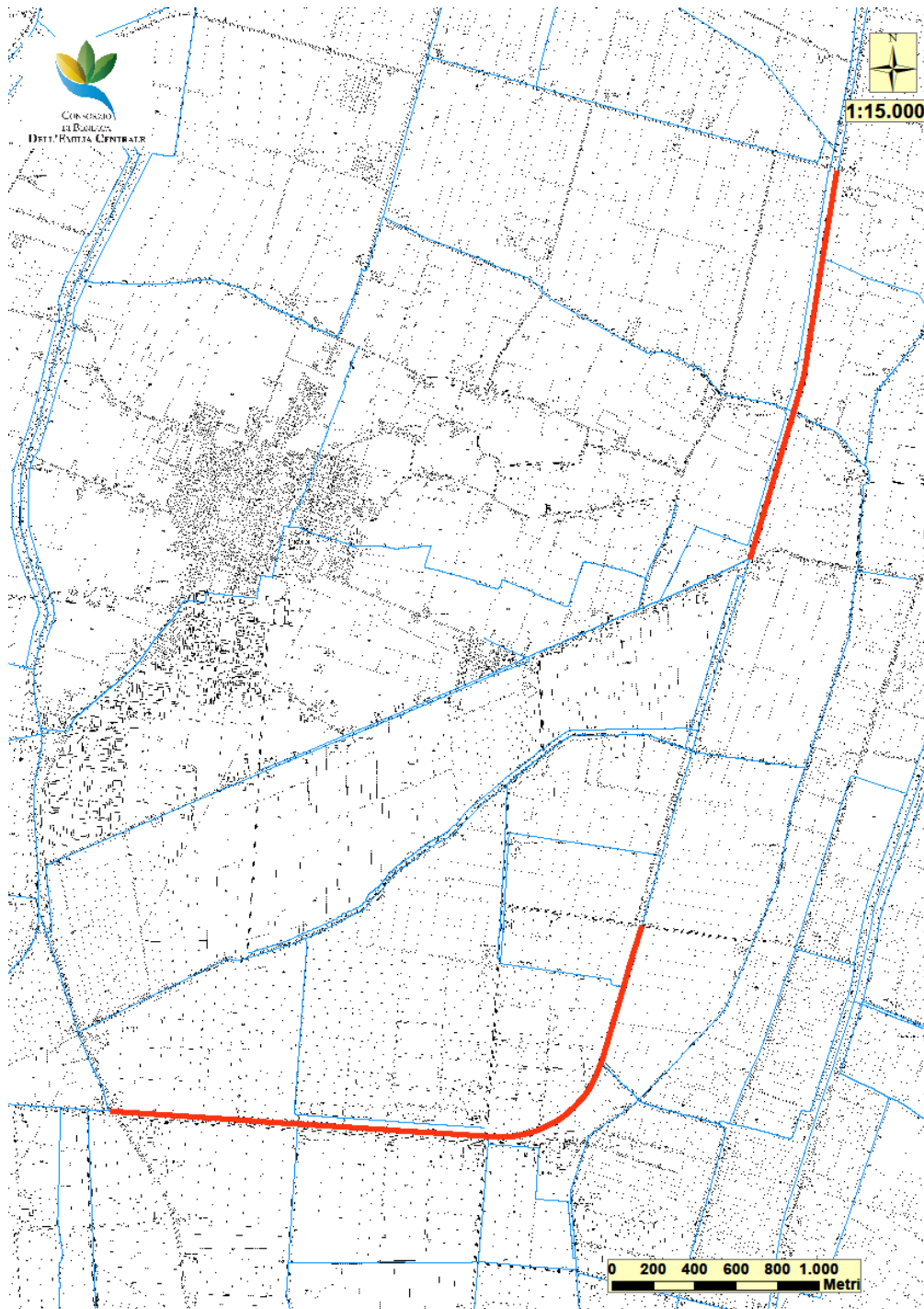


Figura 6 – Particolare dell'ubicazione del tratto d'intervento su Collettore Acque Basse Modenesi



Figura 7 – Particolare dell'ubicazione del tratto d'intervento e della Stazione di campionamento CABM-3 su Collettore Acque Basse Modenesi

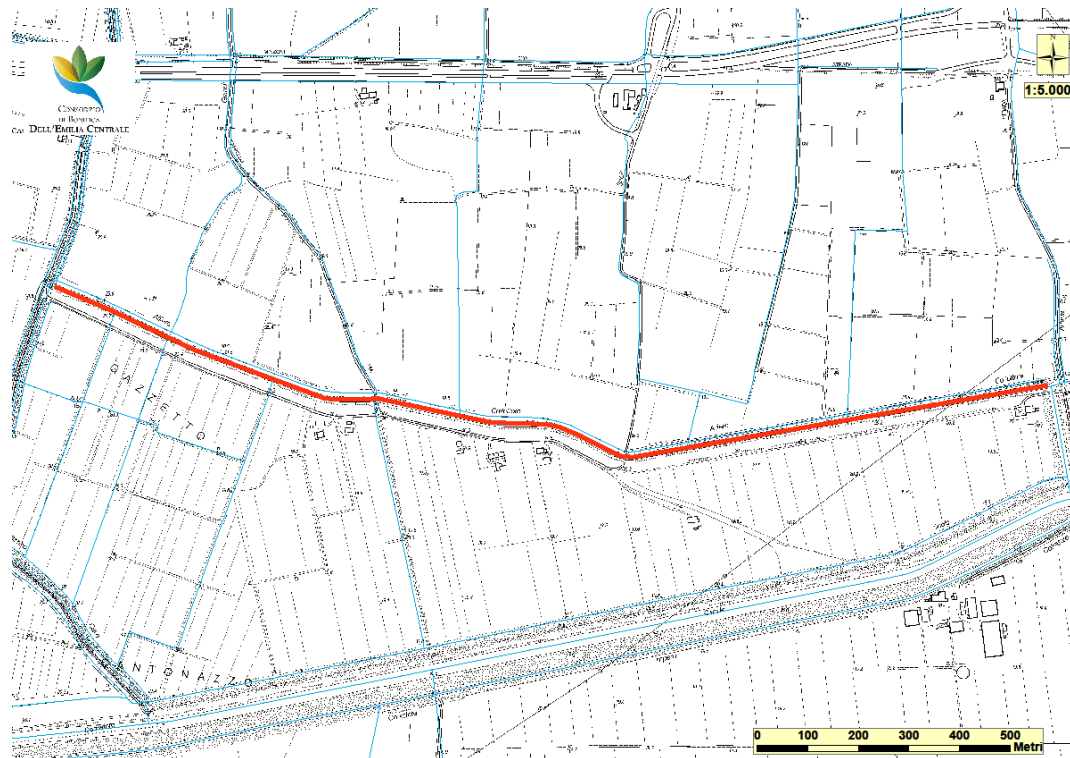


Figura 8 – Particolare dell'ubicazione del tratto d'intervento su Collettore Alfieri



Figura 9 – Particolare dell'ubicazione del tratto d'intervento e della Stazione di campionamento CA-4 su Collettore Alfieri

Il campionamento della colonna d'acqua verrà realizzato attraverso un prelievo diretto di campioni istantanei rappresentativi, nella porzione centrale del canale di corrente principale, mediante l'uso di pertiche di campionamento e di appositi contenitori monouso (APAT CNR IRSA 1030 Man 29 2003), triavvinati. I campioni d'acqua, di opportuno volume, verranno trasportati in ambiente refrigerato (isobox a refrigerazione attiva - elettrotermico - e aggiunta di batterie di raffreddamento), conservati in frigorifero, al buio, a temperatura inferiore a +4 °C, per essere sottoposti alle procedure analitiche entro le 24 ore dal prelievo (APAT CNR IRSA 1030 Man 29 2003). L'attività di campo, oltre al prelievo dei campioni e allo svolgimento delle determinazioni analitiche *in situ*, prevede lo svolgersi di significative osservazioni sulle caratteristiche generali dei corpi idrici e sui caratteri organolettici delle acque (visive e olfattive), quali: torbidità/trasparenza, colore, odore, presenza di schiume persistenti, materiali flottanti, ecc.

Come previsto dalla scheda di Progetto i campioni d'acqua verranno sottoposti a quarantadue determinazioni analitiche di natura fisica, chimico-fisica e chimica, sia *in situ* sia *ex situ*. L'elenco delle determinazioni e le relative metodiche analitiche sono riportate nella Tabella 2.

<b>Determinazioni chimico-fisiche eseguite <i>in situ</i></b>		
<b>Parametro</b>	<b>Unità di Misura</b>	<b>Metodica</b>
Ossigeno disciolto (DO)	mg/l O <sub>2</sub>	Determinazione per via amperometrica
Saturazione d'ossigeno (%Sat)	% sat. O <sub>2</sub>	Calcolo
Temperatura (T)	°C	Determinazione per via termoelettrica; APAT CNR IRSA 2100 Man 29 2003
Conducibilità elettrica a 25°C (EC)	µS/cm	Determinazione per via conduttimetrica
pH a 20°C (pH)	Unità di pH	Determinazione per via potenziometrica; APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003
<b>Determinazioni chimiche <i>ex situ</i></b>		
<b>Parametro</b>	<b>Unità di Misura</b>	<b>Metodica</b>
Azoto ammoniacale	mg/l N-NH <sub>4</sub>	ISO 7150-1; DIN 38406 E5-1
Ammoniaca non ionizzata	mg/l NH <sub>3</sub>	Calcolo
Azoto nitrico	mg/l N-NO <sub>3</sub>	ISO 7890-1-2-1986; DIN 38405 D9-2
Nitrato	mg/l NO <sub>3</sub>	Calcolo
Fosforo Totale	µg/l P	ISO 6878-1-1986; DIN 38405 D11-4
Fosforo ortofosforico	mg/l P-PO <sub>4</sub>	ISO 6878-1-1986; DIN 38405 D11-4
Cloruro	mg/l Cl	ISO 8466-1; DIN 38402 A51

Calcio	mg/l Ca	UNI EN ISO 17294-2:2005
Magnesio	mg/l Mg	UNI EN ISO 17294-2:2005
Sodio	mg/l Na	UNI EN ISO 17294-2:2005
Potassio	mg/l K	UNI EN ISO 17294-2:2005
Alluminio	µg/l Al	UNI EN ISO 17294-2:2005
Antimonio	µg/l Sb	UNI EN ISO 17294-2:2005
Argento	µg/l Ag	UNI EN ISO 17294-2:2005
Arsenico	µg/l As	UNI EN ISO 17294-2:2005
Bario	µg/l Ba	UNI EN ISO 17294-2:2005
Berillio	µg/l Be	UNI EN ISO 17294-2:2005
Boro	µg/l B	UNI EN ISO 17294-2:2005
Cadmio	µg/l Cd	UNI EN ISO 17294-2:2005
Cobalto	µg/l Co	UNI EN ISO 17294-2:2005
Cromo	µg/l Cr	UNI EN ISO 17294-2:2005
Ferro	µg/l Fe	UNI EN ISO 17294-2:2005
Manganese	µg/l Mn	UNI EN ISO 17294-2:2005
Mercurio	µg/l Hg	APAT CNR IRSA 3200A2 Man 29 2003
Molibdeno	µg/l Mo	UNI EN ISO 17294-2:2005
Nichel	µg/l Ni	UNI EN ISO 17294-2:2005
Piombo	µg/l Pb	UNI EN ISO 17294-2:2005
Rame	µg/l Cu	UNI EN ISO 17294-2:2005
Selenio	µg/l Se	UNI EN ISO 17294-2:2005
Stagno	µg/l Sn	UNI EN ISO 17294-2:2005
Tallio	µg/l Tl	UNI EN ISO 17294-2:2005
Vanadio	µg/l V	UNI EN ISO 17294-2:2005
Zinco	µg/l Zn	UNI EN ISO 17294-2:2005

Richiesta chimica d'ossigeno (COD)	mg/l O <sub>2</sub>	ISO 15705:2002
Soliti Sospesi Totali (SST)	mg/l	APAT CNR IRSA 2090 B Man 29 2003
Solidi Disciolti Totali (TDS)	mg/l	Calcolo
Sodium Adsorption Ratio (SAR)		Calcolo

Tabella 2 – determinazioni analitiche e metodiche d'analisi

Le determinazioni chimico-fisiche svolte *in situ* verranno realizzate mediante l'utilizzo della seguente strumentazione analitica portatile:

- pH metro portatile WTW, modello pH315i, equipaggiato con elettrodo combinato a compensazione termica WTW, modello SenTix41;
- conduttimetro portatile WTW, modello Cond3110, equipaggiato con sonda a compensazione termica WTW, modello TetraCon 325;
- ossimetro portatile WTW, modello Oxi315i, equipaggiato con sonda amperometrica a membrana WTW, modello Cellox325.

Le principali determinazioni fisiche e chimiche *ex-situ* verranno realizzate mediante l'utilizzo della seguente strumentazione analitica:

- Spettrofotometro Vis. ad assorbimento molecolare Hach Lange, modello DR2800;
- Termostato a secco Hach Lange, modello LT200-2;
- Bilancia analitica digitale Sartorius, modello BL 120S;
- Spettroscopio di massa a plasma accoppiato induttivamente (ICP-MS), con autocampionatore (ASX-500) in cappa a flusso laminare, Agilent, modello 7500ce.

L'elaborazione dei dati prevedrà la determinazione di un giudizio complessivo del livello di alterazione della qualità delle acque, sotto il profilo ambientale, attraverso l'uso del LIMeco. Il LIMeco è definito dal DM 260/2010 (attuativo del D.Lgs. 152/06) e utilizzato a

supporto della classificazione di Stato ecologico dei corsi d'acqua ai sensi della Dir 2000/60. E' uno strumento, basato sui seguenti parametri: scostamento rispetto al 100% della saturazione d'ossigeno, azoto ammoniacale, azoto nitrico e fosforo totale, che consente di valutare lo stato di qualità delle acque e in particolare il loro livello di trofia. Per il calcolo dell'Indice ad ogni parametro analizzato viene assegnato un punteggio in base al confronto con i rispettivi valori soglia riportati in tabella; la media dei punteggi ottenuti determina il livello LIMeco, che viene rappresentato attraverso cinque classi di qualità.

Parametro	Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
Punteggio	1	0,5	0,25	0,125	0
100-OD (% sat.)	≤   10	≤   20	≤   40	≤   80	>   80
NH <sub>4</sub> (N mg/L)	< 0,03	≤ 0,06	≤ 0,12	≤ 0,24	> 0,24
NO <sub>3</sub> (N mg/L)	< 0,6	≤ 1,2	≤ 2,4	≤ 4,8	> 4,8
P tot. (P mg/L)	< 0,05	≤ 0,10	≤ 0,20	≤ 0,40	> 0,40

Stato LIMeco	
Elevato	≥ 0,66
Buono	≥ 0,50
Sufficiente	≥ 0,33
Scarso	≥ 0,17
Cattivo	< 0,17

Tabella 3 – Indice LIMeco (tratta da Tab. 4.1.2/a DM 260/2010)

Oltre alla definizione dell'Indice, le risultanze analitiche verranno esaminate sotto il profilo quali-quantitativo al fine di valutarne i *tends* e di rilevare la complessità e l'interazione degli effetti-impatti degli interventi nel confronto *ex-ante* ed *ex-post*.

#### • Funzionalità ecologica fluviale

La valutazione della funzionalità ecologica verrà svolta mediante l'applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF 2007), sia *ante-operam* sia *post-operam*, al fine di rilevare eventuali miglioramenti ambientali funzionali. Questo indice consente di rilevare lo stato complessivo dell'ambiente fluviale e di valutare la funzionalità ecologica, intesa come il risultato tra l'ampia sinergia fra il biotopo e la biocenosi dell'ecosistema acquatico e degli ecosistemi terrestri ad esso collegati. L'approccio olistico di questa metodica consente di ottenere "informazioni d'insieme", non limitate ad una singola comunità o comparto ambientale, complementari a quelle fornite da altri Indici. La potenzialità dell'IFF non si esaurisce però nella definizione di un giudizio, in quanto le modalità di rilevamento forniscono informazioni organizzate in forma di inventario, utilizzabili per fini comparativi e decisionali.

L'indice di funzionalità fluviale verrà applicato su quattro tratti, uno per ogni corpo idrico oggetto di riqualificazione, per due anni (*ex-ante* ed *ex-post*). I tratti oggetto d'indagine (riportati in Tabella 4) sono rappresentativi degli interventi di riqualificazione realizzati sui quattro corpi idrici.

Tratto da rilevare	Corpo idrico	Codice Tratto	Lunghezza Tratto (m)	Coordinate GPS inizio tratto	Coordinate GPS fine tratto
Tratto 1	Cavata Orientale	CO-1	465,00 m	44°45'43,38"N 10°53'28,76"E	44°45'57,47"N 10°53'36,44"E
Tratto 2	Diversivo Fossa Nuova Cavata	DFNC-2	880,00 m	44°48'10,72"N 10°53'14,79"E	44°47'58,90"N 10°53'52,59"E
Tratto 3	Collettore Acque Basse Modenesi	CABM-3	5143,78 m	44°52'0,89"N 10°53'28,91"E	44°54'25,40"N 10°56'12,37"E
Tratto 4	Collettore Alfieri	CA-4	2038,00 m	44°53'7,66"N 10°35'38,62"E	44°53'0,30"N 10°37'9,01"E

Tabella 4 – Tratti oggetto di rilievo IFF

Le caratteristiche funzionali di ogni tratto verranno accuratamente analizzate durante un apposito sopralluogo al fine di identificare eventuali cambiamenti significativi nei parametri da indagare, tali da rendere necessaria la suddivisione del tratto da rilevare in sottotratti omogenei. Per ogni sottotratto avente una lunghezza superiore ai valori di TMR (Tratto Minimo Rilevabile – vedasi Tabella 5) verrà compilata una Scheda IFF e la relativa Scheda di Campo.

Larghezza alveo di morbida	Tratto Minimo Rilevabile (TMR)
fino a 5 m	30 m
fino a 10 m	40 m
fino a 30 m	60 m
fino a 50 m	75 m
fino a 100 m	100 m
> 100 m	pari alla larghezza

Tabella 5 – TMR riferiti alla Metodica IFF 2007

La scheda IFF si compone di una intestazione con la richiesta di alcuni metadati e di 14 domande che riguardano le principali caratteristiche ecologiche di un corso d'acqua e che prevedono la possibilità di definire 4 risposte alternative che nella loro gradualità rappresentano la massima e la minima funzionalità ecologica associata a quel fattore. Ad ogni risposta è associato un punteggio “pesato” (da 1 a 40) che concorre alla definizione di un punteggio finale (che può assumere valore minimo di 14 e massimo di 300), distinto per le due rive, che viene a sua volta tradotto in 5 livelli di funzionalità (dal I al V) e relativi giudizi. Sono inoltre previsti livelli intermedi al fine di graduare meglio il passaggio da una classe all'altra (Tabella 6).

VALORE DI I.F.F.	LIVELLO DI FUNZIONALITÀ	GIUDIZIO DI FUNZIONALITÀ	COLORE
261 - 300	I	ottimo	Blu
251 - 260	I-II	ottimo-buono	
201-250	II	buono	verde
181 - 200	II-III	buono-mediocre	
121 - 180	III	mediocre	giallo
101 - 120	III-IV	mediocre-scadente	
61 - 100	IV	scadente	arancio
51 - 60	IV-V	scadente-pessimo	
14 - 50	V	pessimo	rosso

Tabella 6 – Livelli di funzionalità IFF, relativi giudizi e colore di riferimento



Ogni scheda viene compilata percorrendo il corpo idrico da valle verso monte, osservando entrambe le rive e descrivendo l'ambiente fluviale e perfluviale. I rilievi verranno svolti durante la stagione vegetativa, preferibilmente in presenza di condizioni idrologiche comprese tra la morbida e la magra. Grazie all'applicazione dell'IFF sarà possibile ottenere una descrizione generale delle principali caratteristiche idromorfologiche, perfluviali e vegetazionali permettendo un confronto *ex-ante* ed *ex-post* delle condizioni ambientali nei tratti interessati dai principali interventi di riqualificazione.

Per rilevare e descrivere al meglio gli eventuali miglioramenti ambientali di natura funzionale dei tratti o dei sottotratti, soprattutto su scala locale e rispetto a interventi specifici (es. allargamento sezioni, creazione golene allagabili, diversificazione e creazione habitat, messa a dimora di vegetazione acquatica, ecc.), si potranno identificare degli specifici sub-indici, applicando le singole domande che compongono l'IFF.

### 3. Bibliografia

- a. Decreto 8 novembre 2010, n. 260 (Supplemento Ordinario n. 31 alla Gazzetta Ufficiale 7 febbraio 2011 n. 30) 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;*
- b. D.Lgs 3 aprile 2006, n. 152 (pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* n. 88 del 14 aprile 2006 – Supplemento Ordinario n. 96) *Norme in materia ambientale - Stralcio - Parte III - Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche;*
- c. Gazzetta ufficiale della Comunità Europea n. L327 del 22/12/2000. *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;*
- d. “Metodi analitici per le acque”; APAT e IRSA/CNR, 2003;
- e. Manuale APAT IFF 2007 - *Indice di funzionalità fluviale. Nuova versione del metodo revisionata e aggiornata.*