



Società Acqua Lodigiana srl



Water Alliance
Acque di Lombardia

QUALITÀ DELLE ACQUE DEL FIUME ADDA

Monitoraggio degli effetti
dello scarico del depuratore di Lodi

Report finale



Gennaio 2017

G · R · A · I · A



GESTIONE E RICERCA AMBIENTALE
ITTICA ACQUE

QUALITÀ DELLE ACQUE DEL FIUME ADDA

Monitoraggio degli effetti dello scarico del depuratore di Lodi

Report finale

Gennaio 2017

COORDINAMENTO

ING. CARLO LOCATELLI


AUTORI

DR. GAETANO GENTILI

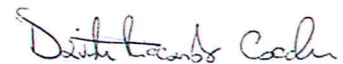


DR. ^{SSA} ALESSANDRA BALLERIO

G. R. A. I. A. s.r.l.
Via Repubblica, 1
21020 VARANO BORGHI (VA)
Partita I.V.A. N° 10454870154



AGR. DR. DAVIDE RICCARDO COCCHI



VIA REPUBBLICA 1
21020 VARANO BORGHI (VA)
ITALIA

G · R · A · I · A



GESTIONE E RICERCA AMBIENTALE
ITTICA ACQUE

E-MAIL: info@graia.eu

INDICE

1	Premessa.....	2
2	Tratti d'indagine.....	3
3	Attività effettuate	6
4	Roggia Molina	7
4.1	Monte scarico depuratore	7
4.1.1	Analisi chimico – fisiche e microbiologiche	7
4.1.2	Fauna ittica.....	8
4.2	Scarico depuratore	9
4.2.1	Analisi chimico – fisiche e microbiologiche	9
4.3	Valle scarico depuratore	11
4.3.1	Analisi chimico – fisiche e microbiologiche	11
4.3.2	Fauna ittica.....	12
4.4	Monte immissione.....	13
4.4.1	Analisi chimico – fisiche e microbiologiche	14
4.4.2	Misure di portata	15
4.5	Fauna ittica	16
4.6	Andamenti dei principali parametri nella roggia	17
5	Fiume Adda	19
5.1	Monte immissione Roggia Molina.....	19
5.1.1	Analisi chimico – fisiche e microbiologiche	19
5.1.2	Macroinvertebrati.....	20
5.1.3	Diatomee.....	21
5.2	Valle immissione Roggia Molina	21
5.2.1	Analisi chimico – fisiche e microbiologiche	22
5.2.2	Macroinvertebrati.....	23
5.2.3	Diatomee.....	24
6	Le portate.....	25
7	L'incremento dei carichi e delle concentrazioni degli inquinanti.....	26
8	Conclusioni.....	28
9	Bibliografia	29

1 PREMESSA

La Società Acqua Lodigiana (SAL), gestore dell'impianto di depurazione di Lodi, in accordo con Water Alliance - Acque di Lombardia, ha inteso avviare un "progetto pilota" finalizzato a valutare gli effetti dello scarico del depuratore stesso sul sistema idrico naturale posto a valle.

A tal fine ha incaricato GRAIA, società specializzata nello studio e nel monitoraggio degli ambienti acquatici, di eseguire una serie di indagini che possano consentire una prima raccolta e valutazione di dati in tale ambito. Sono state altresì attivate collaborazioni con il Consorzio dell'Adda ed il Consorzio Muzza per la determinazione delle portate nelle diverse sezioni di interesse, oltre alle analisi eseguite dai laboratori di Sal e di Amiacque (Gruppo Cap-Holding) che hanno esteso i propri controlli, normalmente indirizzati verso le acque di scarico, anche ai corsi d'acqua recettori ed anche a parametri normalmente non oggetti di indagine.

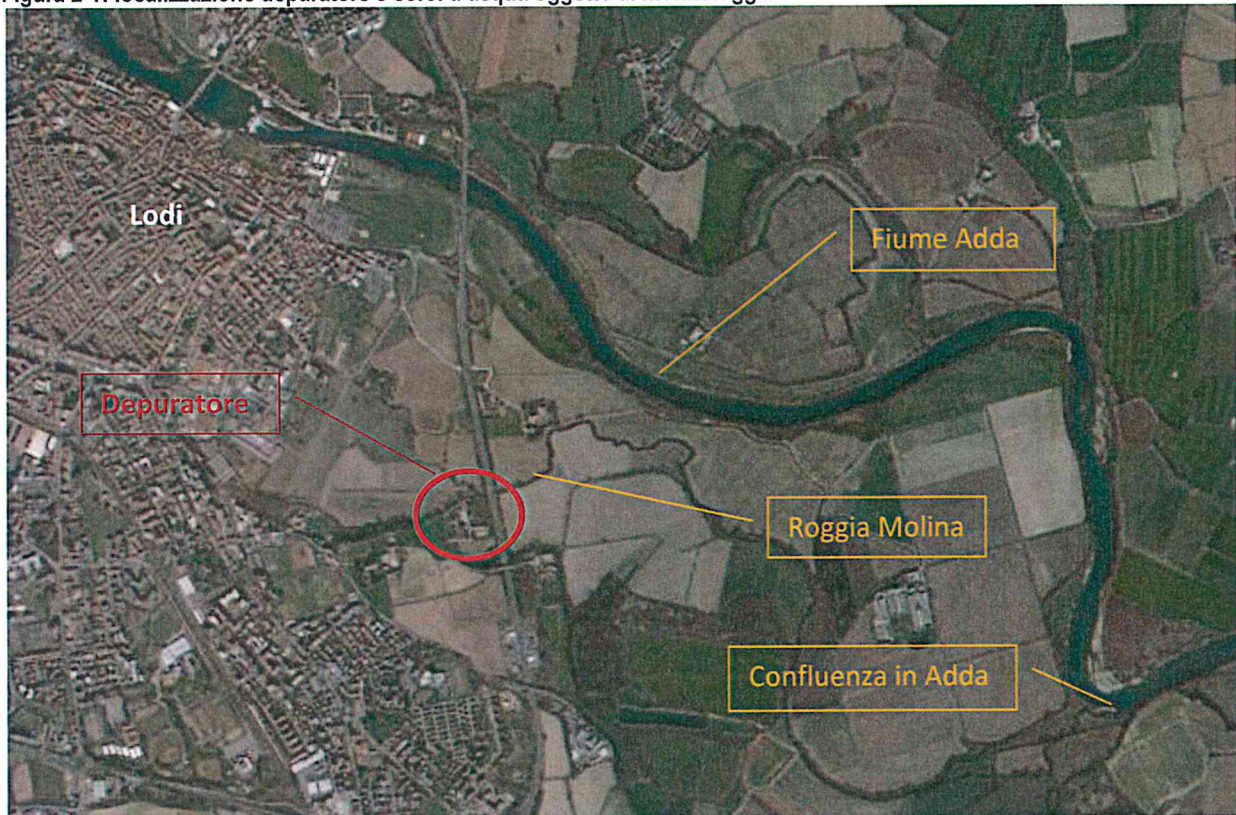
Lo scarico oggetto di valutazione, come meglio spiegato nel seguito, recapita le proprie acque nella Roggia Molina che dopo il suo percorso, prima cittadino, a monte dello scarico, poi rurale, a valle dello scarico, confluisce le sue acque nel F. Adda.

Il presente report mostra i risultati e le valutazioni finali riguardo le indagini ambientali svolte nel periodo compreso fra luglio e dicembre 2016.

2 TRATTI D'INDAGINE

Nella figura seguente viene mostrata l'area interessata dalle indagini, dove il depuratore di Lodi scarica i reflui depurati nella Roggia Molina, la quale dopo un percorso di circa quattro chilometri sfocia nel fiume Adda.

Figura 2-1: localizzazione depuratore e corsi d'acqua oggetto di monitoraggio



Per valutare l'effetto dello scarico sulla qualità del Fiume Adda, tenendo conto dell'elevata portata del fiume rispetto a quella della roggia e della distanza del depuratore dal punto di immissione, sono stati individuati i seguenti sei punti di monitoraggio (Figura 2-2 e Figura 2-3):

- Scarico del depuratore;
- Roggia Molina – monte scarico;
- Roggia Molina – valle scarico;
- Roggia Molina – poco a monte della confluenza con il Fiume Adda;
- Fiume Adda – monte immissione Roggia Molina;
- Fiume Adda – valle immissione Roggia Molina.

Figura 2-2: localizzazione delle stazioni di monitoraggio nei pressi del depuratore

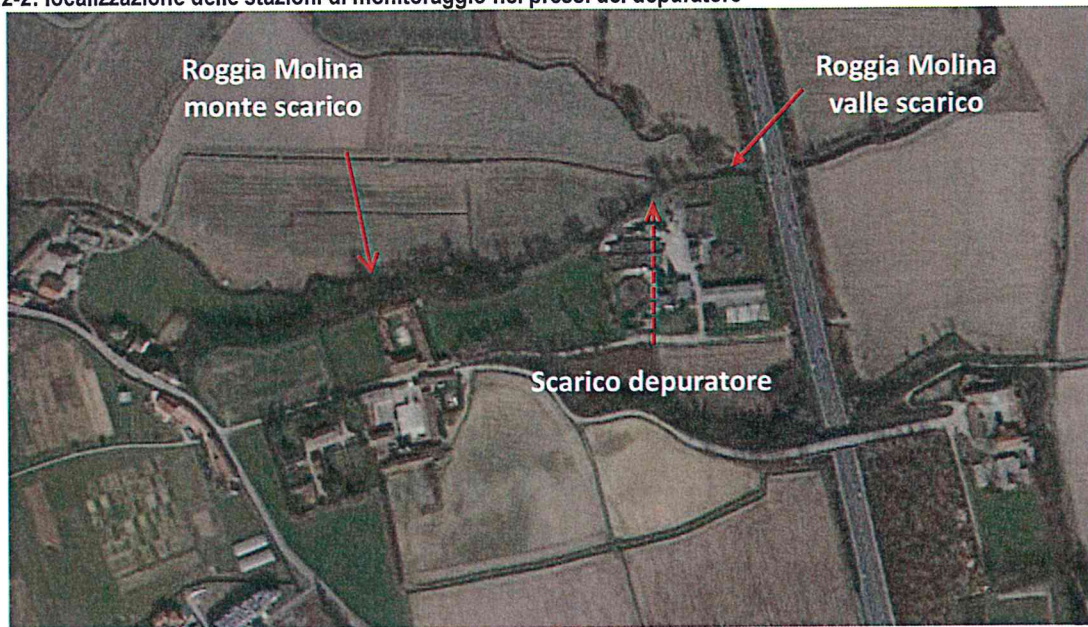


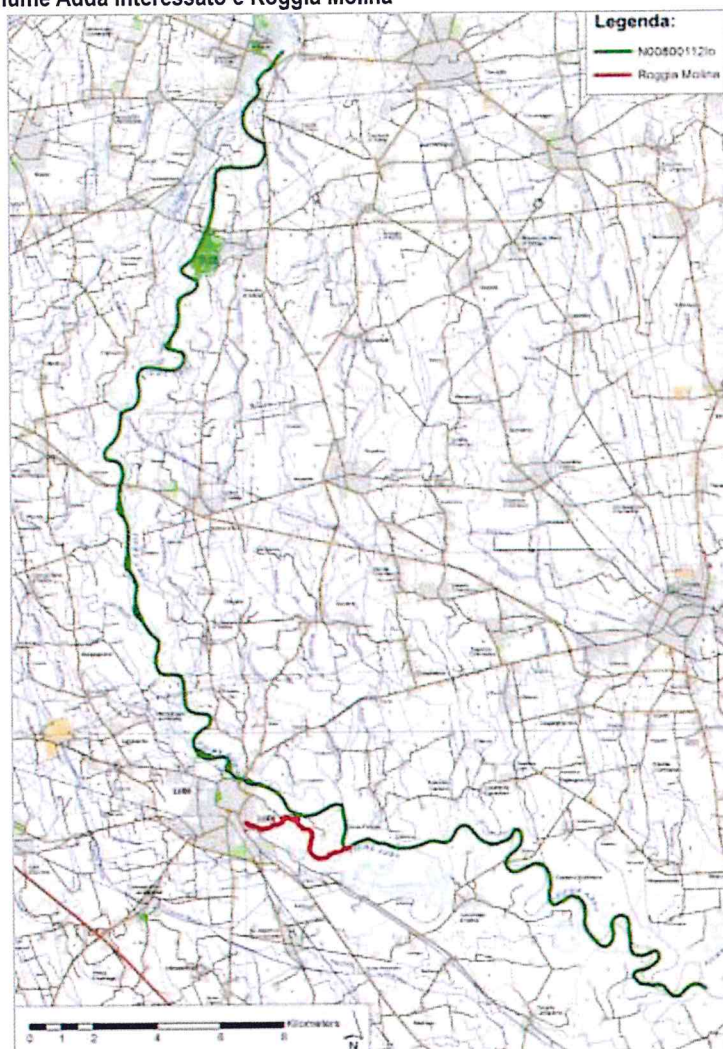
Figura 2-3: localizzazione delle stazioni di monitoraggio nei pressi del F. Adda



Il Piano di Gestione del Distretto Idrografico del Fiume Po individua sul Fiume Adda, nel tratto oggetto di interesse per il presente studio, un solo corpo idrico, raffigurato nella mappa seguente, dove è riportato in rosso anche il percorso delle Roggia Molina, che invece non risulta oggetto di monitoraggio e pianificazione.

Si tratta del resto di un piccolo corso d'acqua notevolmente artificializzato, completamente tombinato per lunghi tratti nell'abitato cittadino e della portata di poche decine di l/s a monte dello scarico del depuratore; peraltro, come si vedrà, di pessima qualità già a monte, poiché riceve acque di scarico e di dilavamento in ambito cittadino.

Figura 2-4: corpo idrico Fiume Adda interessato e Roggia Molina



Nella tabella seguente sono riportate le caratteristiche del corpo idrico, interessato dall'immissione della Roggia Molina e quindi dallo scarico del depuratore di Lodi, aggiornate in base alla versione 2015 del Piano di Gestione.

Tabella 2-1: identificazione del corpo idrico del Fiume Adda interessato

ID corpo idrico	N00800112lo
Descrizione	Dal Canale Muzza alla confluenza del F. Serio
Lunghezza (km)	61,07
Tipologia associata	06GL3N
Natura corpo idrico	naturale
Stato ecologico	sufficiente
Stato chimico	buono
Obiettivo chimico	buono al 2015
Obiettivo ecologico	buono al 2021

La Roggia Molina si immette nel Fiume Adda a circa 40,5 km dal confine di monte del corpo idrico N00800112lo, e circa 20,5 km dal confine di valle del corpo idrico, rappresentato dalla confluenza con il Fiume Serio.

Emerge quindi che lo scarico del depuratore di Lodi interessa solo il terzo terminale del corpo idrico, mentre tutta lo porzione superiore non risulta influenzata dallo stesso.

3 ATTIVITÀ EFFETTUATE

Il monitoraggio ha previsto indagini su parametri idraulici, chimico-fisici e biologici, nel dettaglio:

- misura/calcolo della portata nei tratti di interesse durante le indagini;
- misura dei parametri chimico-fisici delle acque (ossigeno disciolto, pH, conducibilità elettrica, temperatura e salinità) in situ tramite sonde portatili;
- raccolta di campioni d'acqua per l'analisi in laboratorio dei macrodescrittori della qualità delle acque (azoto totale, azoto nitrico, azoto ammoniacale, fosforo totale, COD, BOD5, alcalinità e solidi sospesi totali), della contaminazione da Coliformi Totali ed *Escherichia coli* e di altri parametri indicatori della qualità chimica delle acque;
- raccolta e analisi di campioni di macroinvertebrati bentonici e di diatomee per lo studio delle caratteristiche ecologiche delle acque;
- raccolta e analisi di campioni per lo studio degli effetti biologici sulla comunità di diatomee;
- analisi della comunità ittica.

Nella tabella seguente vengono identificati i campionamenti svolti per ognuna delle stazioni di monitoraggio individuate.

Tabella 3-1: stazioni di monitoraggio e rispettive analisi svolte

Stazione	Parametri chimico - fisici	<i>Escherichia coli</i>	Benthos Multihabitat	Diatomee	Pesci	Portata
R. Molina monte scarico	x	x	-	-	x	x
Scarico depuratore	x	x	-	-		x
R. Molina valle scarico	x	x	-	-	x	x
R. Molina monte confluenza	x	x	-	-	x	x
F. Adda monte confluenza	x	x	x	x	-	x
F. Adda valle confluenza	x	x	x	x	-	x

La misura delle portate è avvenuta come segue:

- lo scarico del depuratore è calcolato grazie alla conoscenza dei volumi delle acque di processo;
- nelle sezioni di interesse della Roggia Molina sono state effettuate misure a guado con mulinello;
- nelle sezioni in Adda il valore di portata a monte della roggia è stato acquisito grazie a misure dirette oltre che alla disponibilità dell'idrometro Arpa a Lodi; il valore di portata a valle è stato ottenuto per calcolo, misurando le rogge in ingresso fra le due sezioni di interesse.

4 ROGGIA MOLINA

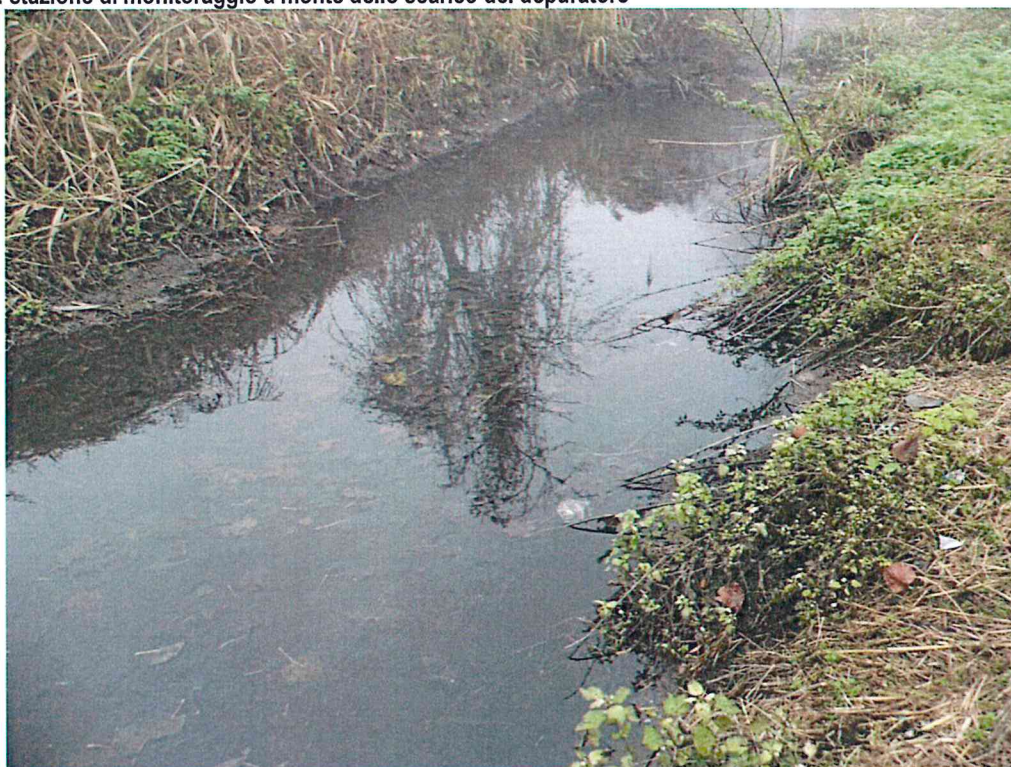
La Roggia Molina è stata indagata in tre punti: a monte e a valle dello scarico del depuratore e in prossimità della foce nel Fiume Adda.

In aggiunta sono stati eseguiti dei prelievi dallo scarico del depuratore per valutarne le caratteristiche chimico-fisiche e microbiologiche.

4.1 Monte scarico depuratore

In questo paragrafo si riportano i risultati delle indagini eseguite nella Roggia Molina, a monte dello scarico del depuratore.

Figura 4-1: stazione di monitoraggio a monte dello scarico del depuratore



4.1.1 Analisi chimico – fisiche e microbiologiche

I valori riportati nella seguente tabella mostrano la situazione idrochimica rilevata nella stazione a monte dello scarico del depuratore.

Tabella 4-1: risultati delle analisi chimico – fisiche delle acque della Roggia Molina (monte scarico depuratore)

Parametri	21-7-16	18-8-16	29-8-16	15-9-16	26-9-16	20-10-16	14-11-16	05-12-16
Azoto Nitrico mg/l (N-NO3)	0,4	0,5	1,81	0,9	1,59	1,77	1,68	0,9
Azoto Ammoniacale mg/l (NH4)	<0,3	0,22	0,19	6,18	0,67	0,78	0,98	0,67
Azoto Totale mg/l (N)	2,12	2,06	1,96	8,53	2,2	2,62	1,91	1,91
Fosforo Totale mg/l (P)	0,314	0,101	0,1	1,26	0,116	0,181	0,142	0,127
Ortofosfati mg/l (PO4)	-	0,21	<0,06	2,38	0,28	0,38	0,33	0,32
COD mg/l	26,2	3,52	1,79	121	3,91	7,61	1,33	10,6
pH	7	7,5	7,4	7,5	7,6	7,5	7,9	7,5

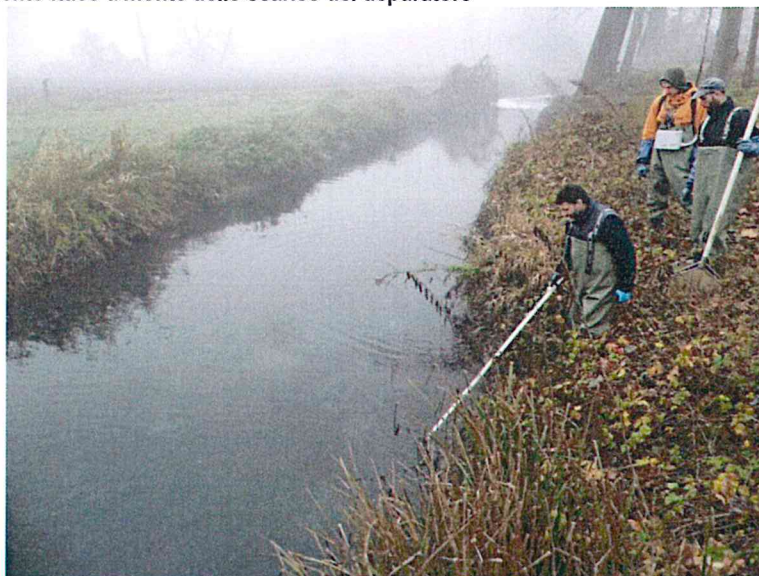
Parametri	21-7-16	18-8-16	29-8-16	15-9-16	26-9-16	20-10-16	14-11-16	05-12-16
Conducibilità elettrica $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C	613	580	633	455	656	567	512	625
Durezza mg/l (CaCO ₃)	-	322	266	196	192	186	166	411
Ossigeno disciolto mg/l (O ₂)	<0,5	<0,5	<0,5	0,6	<0,5	0,8	0,7	1,43
Temperatura °C	17,9	18	18,9	20,4	16,1	16,9	15,4	15,1
BOD ₅ mg/l (O ₂)	10	<2	<2	78	<2	4	<2	3
Solidi Sospesi Totali mg/l	<5	<5	<5	77	<5	<5	<5	<5
Alcalinità mg/l (HCO ₃)	263	272	262	173	333	98	282	79
Cloruri mg/l (Cl)	-	17,7	21,9	28	21	21,3	24,5	25,8
Solfati mg/l (SO ₄)	-	35,2	36,1	26,8	36	31,2	37	46,9
Coliformi Totali MPN/100ml	200000	40000	21000	17000000	24000	110000	49000	19863
Escherichia coli MPN/100ml	33000	24000	2900	3700000	2000	25000	3100	5172
Streptococchi fecali UFC/100ml	-	3000	4500	740000	6800	7000	860	880
Arsenico mg/l di As	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cromo mg/l di Cr	-	<0,005	<0,005	0,005	<0,005	0,005	0,005	0,016
Cadmio mg/l di Cd	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	0,002
Mercurio mg/l di Hg	-	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Nichel mg/l di Ni	-	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,01	0,01	<0,01
Piombo mg/l di Pb	-	<0,005	<0,005	0,006	<0,005	<0,005	0,005	0,005
Rame mg/l di Cu	-	0,005	<0,005	0,076	<0,005	0,017	0,012	0,035
Zinco mg/l di Zn	-	0,005	0,01	0,105	0,009	0,006	0,013	0,007
Benzene $\mu\text{g}/\text{l}$	-	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	-
1,2 Dicloroetano $\mu\text{g}/\text{l}$	-	<1	<1	<1	<1	<1	-	-
Tetracloroetilene $\mu\text{g}/\text{l}$	-	<1	<1	<1	<1	<1	-	-
Alachlor $\mu\text{g}/\text{l}$	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Atrazina $\mu\text{g}/\text{l}$	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Bentazone $\mu\text{g}/\text{l}$	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Metolachlor $\mu\text{g}/\text{l}$	-	0,02	<0,02	<0,02	0,02	<0,02	-	-
Molinate $\mu\text{g}/\text{l}$	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Oxadiazon $\mu\text{g}/\text{l}$	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Pendimetalin $\mu\text{g}/\text{l}$	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Simazina $\mu\text{g}/\text{l}$	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Terbutilazina $\mu\text{g}/\text{l}$	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Terbutilazina desetil $\mu\text{g}/\text{l}$	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-

Sono state effettuate, contestualmente alle indagini chimico-fisiche, alcune misure di portata, rese estremamente difficoltose dalle velocità molto basse e dal substrato di fondo, molto molle che rende difficile le misure a guado; in tutto il periodo le portate sono risultate comprese fra circa 10 e 50 l/s. Durante i momenti di pioggia le portate possono aumentare anche significativamente.

4.1.2 Fauna ittica

Durante l'ultima campagna di monitoraggio, effettuata il 5 dicembre 2016, si è indagata la fauna ittica nelle vicinanze del depuratore. Durante il campionamento è stata rinvenuta la presenza di un'unica specie all'interno della roggia a monte dello scarico del depuratore; *Gambusia (Gambusia affinis)*.

Figura 3-6: campionamento ittico a monte dello scarico del depuratore



4.2 Scarico depuratore

In questo paragrafo si riportano i risultati delle analisi eseguite sui campioni prelevati direttamente nello scarico del depuratore, prima della sua immissione nella Roggia Molina.

Figura 4-2: scarico del depuratore nella Roggia Molina



4.2.1 Analisi chimico – fisiche e microbiologiche

I valori riportati nella seguente tabella mostrano la situazione idrochimica rilevata nello scarico del depuratore.

Tabella 4-2: risultati delle analisi chimico – fisiche delle acque dello scarico del depuratore

Parametri	21-7-16	18-8-16	29-8-16	15-9-16	26-9-16	20-10-16	14-11-16	05-12-16
Azoto Nitrico mg/l (N-NO3)	3,84	1,95	3,19	9,02	4,84	2,35	3,37	4,23
Azoto Ammoniacale mg/l (NH4)	<0,3	0,05	0,08	0,08	0,08	0,96	0,11	1,39
Azoto Totale mg/l (N)	4,41	3,23	3,5	9,39	3,36	3,31	3,5	6,36
Fosforo Totale mg/l (P)	0,634	0,326	0,532	1,12	1,02	0,922	0,895	1,61

Parametri	21-7-16	18-8-16	29-8-16	15-9-16	26-9-16	20-10-16	14-11-16	05-12-16
Ortofosfati mg/l (PO4)	-	0,32	0,31	4,34	3,26	2,56	2,45	4,08
COD mg/l	<20	10,1	4,31	6,57	2,72	13,3	11,4	11,6
pH	7	7,5	7,5	7,5	7,6	7,5	7,4	7,6
Conducibilità elettrica μ S/cm 25°C	611	537	540	670	630	512	755	755
Durezza mg/l (CaCO3)	-	222	230	246	264	238	136	363,5
Ossigeno disciolto mg/l (O2)	<0,5	4,62	4,38	-	3,66	-	5,64	5,5
Temperatura °C	24,5	23,7	24,1	24,1	21	19,1	17,2	16
BOD5 mg/l (O2)	6	5	<2	3	<2	8	6	3
Solidi Sospesi Totali mg/l	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Alcalinità mg/l (HCO3)	171	163	158	181	144	153	235	72
Cloruri mg/l (Cl)	-	30	35	63,3	60,8	45,9	72,8	70,5
Solfati mg/l (SO4)	-	35,3	33,1	40,2	45,6	27,5	44,7	52,1
Coliformi Totali MPN/100ml	16	20	10	310	9	84	34	84
Escherichia coli MPN/100ml	0	0	1	4	2	12	1	57
Streptococchi fecali UFC/100ml	-	0	0	2	2	30	0	42
Arsenico mg/l di As	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cromo mg/l di Cr	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,005	0,03	0,007
Cadmio mg/l di Cd	-	<0,001	<0,001	<0,001	0,003	<0,001	0,001	<0,001
Mercurio mg/l di Hg	-	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Nichel mg/l di Ni	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01	<0,01
Piombo mg/l di Pb	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,005
Rame mg/l di Cu	-	0,005	<0,005	0,005	<0,005	0,03	0,014	0,025
Zinco mg/l di Zn	-	0,037	0,031	0,042	0,054	0,039	0,105	0,04
Benzene μ g/l	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	-
1,2 Dicloroetano μ g/l	-	<1	<1	<1	<1	<1	-	-
Tetracloroetilene μ g/l	-	<1	<1	<1	<1	<1	-	-
Alachlor μ g/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Atrazina μ g/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Bentazone μ g/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Metolachlor μ g/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Molinate μ g/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Oxadiazon μ g/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Pendimentalin μ g/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Simazina μ g/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Terbutilazina μ g/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	0,02	<0,02	-	-
Terbutilazina desetil μ g/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-

La tabella che segue mostra i valori di portata rilevati durante le indagini.

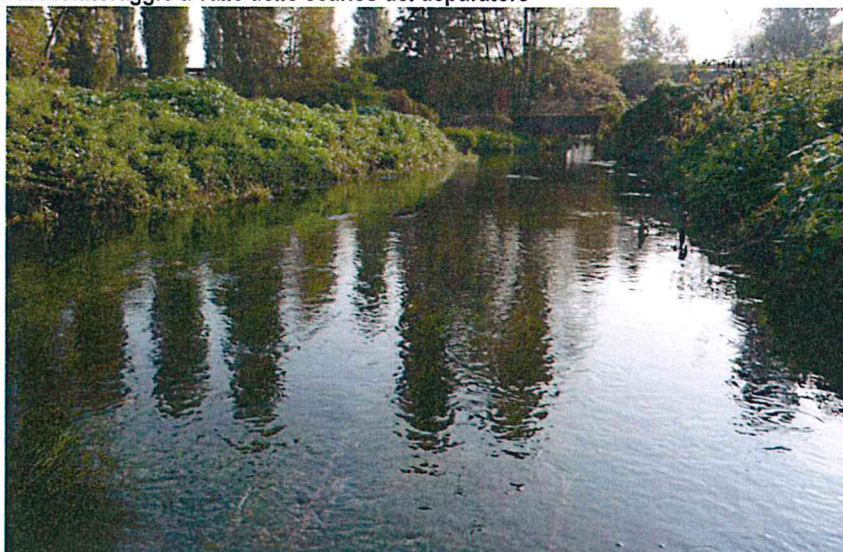
Tabella 4-3: valori di portata espressi in l/s

Data	21-7-16	18-8-16	29-8-16	15-9-16	26-9-16	20-10-16	14-11-16	05-12-16
Portata l/s	-	208	264	276	216	297	185	187

4.3 Valle scarico depuratore

In questo paragrafo si riportano i risultati delle indagini eseguite nella Roggia Molina, a valle dello scarico del depuratore.

Figura 4-3: stazione di monitoraggio a valle dello scarico del depuratore



4.3.1 Analisi chimico – fisiche e microbiologiche

I valori riportati nella seguente tabella mostrano la situazione idrochimica rilevata nella stazione appena a valle dello scarico del depuratore.

Tabella 4-4: risultati delle analisi chimico – fisiche delle acque della Roggia Molina (valle scarico depuratore)

Parametri/Data	21-7-16	18-8-16	29-8-16	15-9-16	26-9-16	20-10-16	14-11-16	05-12-16
Azoto Nitrico mg/l (N-NO3)	2,27	1,1	2,51	1,87	3,66	2,13	2,72	3,35
Azoto Ammoniacale mg/l (NH4)	<0,3	0,18	0,2	6,98	0,2	0,91	0,25	1,04
Azoto Totale mg/l (N)	3,64	2,83	2,63	16,4	4,55	3,49	3,24	5
Fosforo Totale mg/l (P)	0,493	0,238	0,384	2,73	0,994	0,891	0,626	1,91
Ortofosfati mg/l (PO4)	-	0,25	0,22	5,61	3,01	2,23	1,59	4,04
COD mg/l	<20	8,79	4,84	205	1,92	14,2	6,79	4,68
pH	7,1	7,7	7,6	7,4	7,7	7,5	7,6	7,6
Conducibilità elettrica μ S/cm 25°C	566	521	532	565	691	510	714	708
Durezza mg/l (CaCO3)	-	246	238	198	168	194	150	299
Ossigeno disciolto mg/l (O2)	3,13	3,81	3,11	8,3	5,23	9,2	4,24	4,8
Temperatura °C	17,4	22,9	22,8	22,9	20,7	18,5	17	15,4
BOD5 mg/l (O2)	3	3	<2	96	<2	8	3	<2
Solidi Sospesi Totali mg/l	6	<5	<5	175	<5	6	<5	<5
Alcalinità mg/l (HCO3)	203	188	191	185	243	160	258	258
Cloruri mg/l (Cl)	-	22,2	28,8	46,9	46	39,7	51,5	59
Solfati mg/l (SO4)	-	32,7	32,8	32,9	40,9	27,3	40,6	50,6
Colifomi Totali MPN/100ml	73000	16000	9200	7700000	5500	61000	8200	1043
Escherichia coli MPN/100ml	12000	1000	420	2400000	530	9600	550	108
Streptococchi fecali UFC/100ml	-	3000	600	680000	2500	4500	240	260
Arsenico mg/l di As	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cromo mg/l di Cr	-	<0,005	<0,005	0,005	<0,005	0,005	0,005	0,02

Parametri/Data	21-7-16	18-8-16	29-8-16	15-9-16	26-9-16	20-10-16	14-11-16	05-12-16
Cadmio mg/l di Cd	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,003	<0,001
Mercurio mg/l di Hg	-	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Nichel mg/l di Ni	-	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01
Piombo mg/l di Pb	-	<0,005	<0,005	0,016	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Rame mg/l di Cu	-	0,005	<0,005	0,109	0,005	0,013	0,009	0,009
Zinco mg/l di Zn	-	0,024	0,031	0,188	0,055	0,029	0,052	0,034
Benzene µg/l	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	-
1,2 Dicloroetano µg/l	-	<1	<1	<1	<1	<1	-	-
Tetracloroetilene µg/l	-	<1	<1	<1	<1	<1	-	-
Alachlor µg/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Atrazina µg/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Bentazone µg/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Metolachlor µg/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Molinate µg/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Oxadiazon µg/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Pendimetalin µg/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Simazina µg/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Terbutilazina µg/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Terbutilazina desetil µg/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-

La tabella che segue mostra i valori di portata rilevati durante le indagini.

Tabella 4-5: valori di portata espressi in l/s

Data	21-7-16	18-8-16	29-8-16	15-9-16	26-9-16	20-10-16	14-11-16	05-12-16
Portata l/s	-	255	311	323	263	344	232	197

4.3.2 Fauna ittica

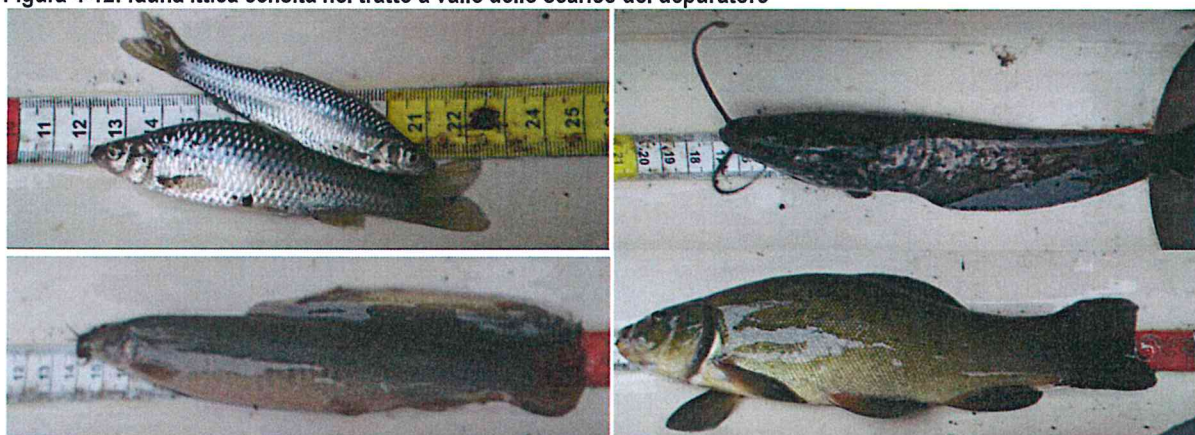
Anche in questo tratto è stato effettuato un campionamento della fauna ittica presente.

Figura 4-11: campionamento della fauna ittica a valle dello scarico del depuratore



Il campionamento di tipo qualitativo effettuato a valle dello scarico ha evidenziato la presenza di 6 specie, di cui una sola autoctona. Si segnalano: gambusia (*Gambusia affinis*), siluro (*Silurus glanis*), rodeo (*Rhodeus amarus*), pseudorasbora (*Pseudorasbora parva*), misgurnus (*Misgurnus anguillicaudatus*) e la tinca (*Tinca tinca*). Tutte queste specie sono particolarmente tolleranti alle basse concentrazioni di ossigeno, quindi attese in un ambiente come quello presente nelle vicinanze del depuratore.

Figura 4-12: fauna ittica censita nel tratto a valle dello scarico del depuratore



4.4 Monte immissione

In questo paragrafo si riportano i risultati delle indagini eseguite nella Roggia Molina, a monte della sua immissione nel Fiume Adda.

Figura 4-4: stazione di monitoraggio a monte dell'immissione nel F. Adda



4.4.1 Analisi chimico – fisiche e microbiologiche

I valori riportati nella seguente tabella mostrano la situazione idrochimica rilevata nella stazione posta nelle vicinanze della foce con il fiume Adda.

Tabella 4-6: risultati delle analisi chimico – fisiche delle acque della Roggia Molina (monte immissione)

Parametri/Data	21-7-16	18-8-16	29-8-16	15-9-16	26-9-16	20-10-16	14-11-16	05-12-16
Azoto Nitrico mg/l (N-NO3)	0,6	0,6	2,24	2,87	2,31	2,05	1,98	1,4
Azoto Ammoniacale mg/l (NH4)	<0,3	0,07	0,04	0,08	0,06	1,75	0,17	0,76
Azoto Totale mg/l (N)	1,55	2,05	2,3	2,91	2,44	6	3,07	2,6
Fosforo Totale mg/l (P)	0,168	0,134	0,116	0,251	0,318	0,501	0,242	0,446
Ortofosfati mg/l (PO4)	-	0,25	0,07	0,68	0,8	176	0,49	0,32
COD mg/l	<20	8,03	2,04	1,22	2,75	12,7	1,7	2,37
pH	7,3	7,8	7,8	7,6	7,9	7,7	8	7,8
Conducibilità elettrica µS/cm 25°C	438	424	477	505	569	512	538	543
Durezza mg/l (CaCO3)	-	212	236	172	182	176	136	280,6
Ossigeno disciolto mg/l (O2)	4,6	4,33	4,23	4,51	6,9	-	5,56	6,1
Temperatura °C	20,3	20,4	20	19,3	17,4	17	13,6	13,8
BOD5 mg/l (O2)	3	4	<2	<2	<2	6	<2	<2
Solidi Sospesi Totali mg/l	<5	<5	<5	7	6	18	11	<5
Alcalinità mg/l (HCO3)	190	173	193	202	218	225	233	248
Cloruri mg/l (Cl)	-	9,87	18,3	23,2	22,1	24,9	22,5	23,3
Solfati mg/l (SO4)	-	26,4	29,5	33,6	32,9	28,7	32,4	38,4
Colifomi Totali MPN/100ml	21000	25000	20000	20000	9200	340000	4600	4611
Escherichia coli MPN/100ml	970	590	760	3900	480	43000	370	253
Streptococchi fecali UFC/100ml	-	4000	2500	1500	750	10000	250	280
Arsenico mg/l di As	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cromo mg/l di Cr	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,005	0,018	<0,005
Cadmio mg/l di Cd	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	<0,001
Mercurio mg/l di Hg	-	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0009	<0,0005
Nichel mg/l di Ni	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01	<0,01
Piombo mg/l di Pb	-	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,006
Rame mg/l di Cu	-	0,005	<0,005	0,005	<0,005	0,013	0,011	0,013
Zinco mg/l di Zn	-	0,013	0,011	0,018	0,02	0,026	0,035	0,017
Benzene µg/l	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	-
1,2 Dicloroetano µg/l	-	<1	<1	<1	<1	<1	-	-
Tetracloroetilene µg/l	-	<1	<1	<1	<1	<1	-	-
Alachlor µg/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Atrazina µg/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Bentazone µg/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Metolachlor µg/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	0,03	<0,02	-	-
Molinate µg/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Oxadiazon µg/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Pendimentalin µg/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Simazina µg/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Terbutilazina µg/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Terbutilazina desetil µg/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-

La tabella che segue mostra i valori di portata rilevati durante le indagini.

Tabella 4-7: valori di portata espressi in l/s

Data	21-7-16	18-8-16	29-8-16	15-9-16	26-9-16	20-10-16	14-11-16	05-12-16
Portata l/s	856	750	639	830	505	639	505	430

4.4.2 Misure di portata

Nella seguente tabella sono indicati i valori di portata misurati nella Roggia Molina, a monte della sua immissione nel Fiume Adda.

Tabella 4-8: risultati delle misure di portata (l/s) nella Roggia Molina

Data	Larghezza alveo (m)	Profondità media (m)	Velocità media (m/s)	Portata (m³/s)	Area totale (m²)	Asta idrometrica (m)
21/07/2016	6,40	0,23	0,574	0,856	1,492	0,25
29/08/2016	6,90	0,19	0,475	0,639	1,345	0,22
26/09/2016	7,10	0,15	0,487	0,505	1,037	0,19
25/10/2016	6,60	0,16	0,459	0,472	1,028	0,18
05/12/2016	6,00	0,14	0,523	0,430	0,823	0,14

Figura 4-5: scala di deflusso definita sulla base delle misure effettuate

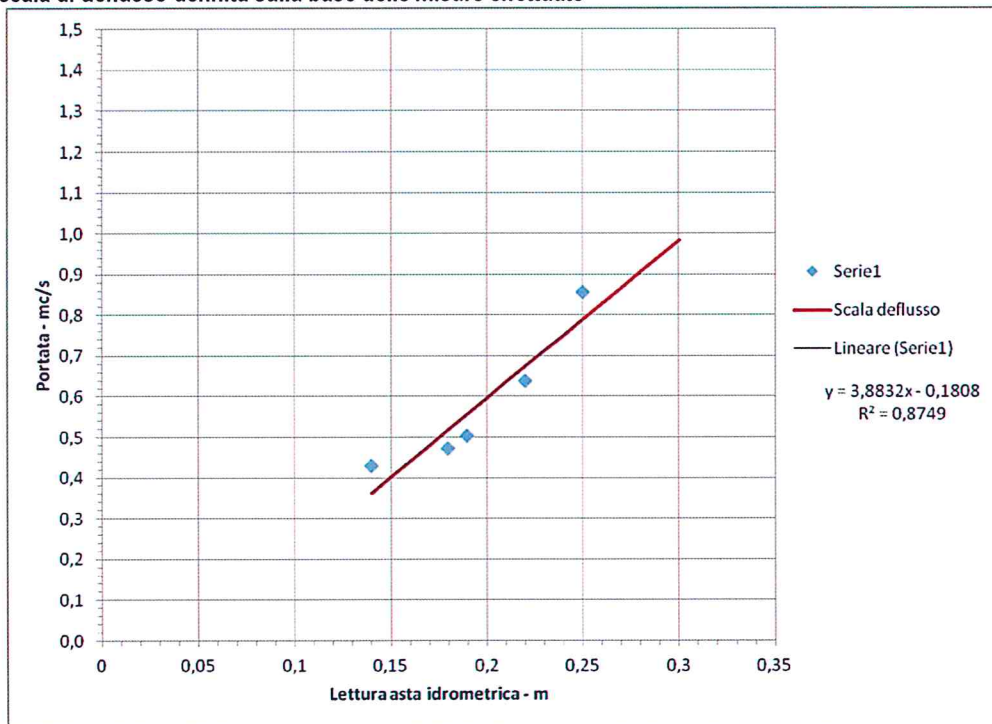


Figura 4-6: misura di portata nel mese di luglio (sinistra) con rispettiva lettura dell'asta metrata (destra)



4.5 Fauna ittica

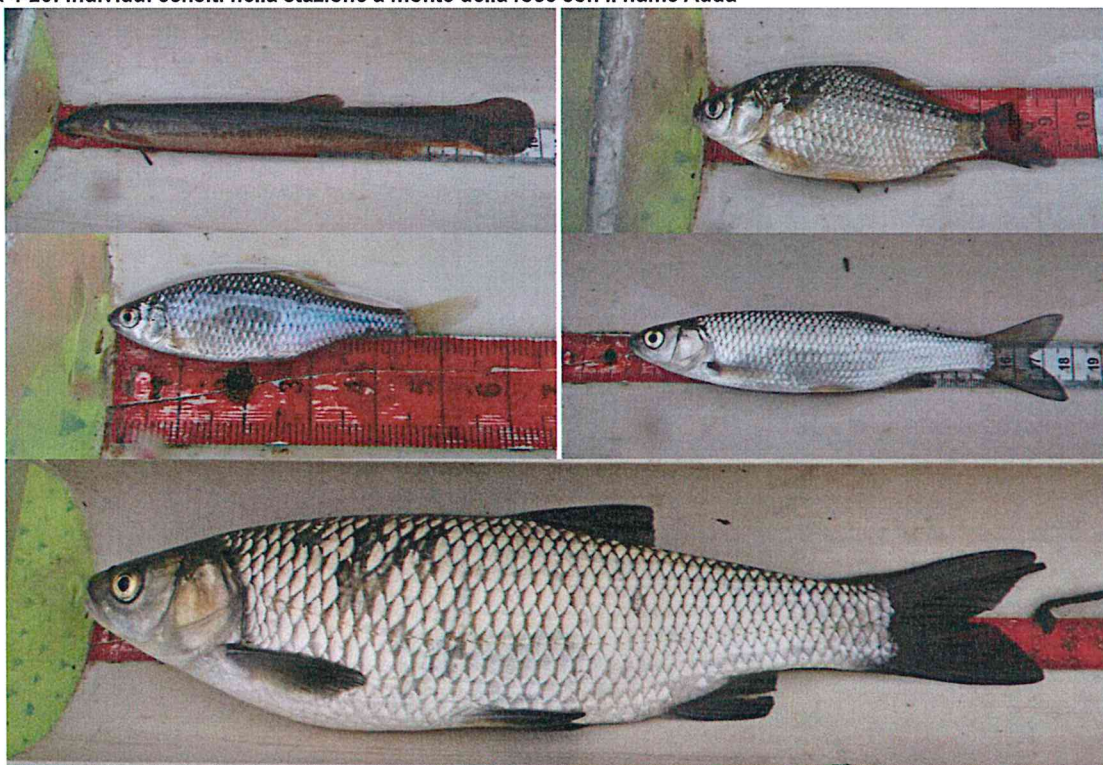
La differente composizione granulometrica (ciottoli e ghiaia) e struttura dell' alveo rispetto al tratto adiacente al depuratore, ha permesso in questa stazione di svolgere un campionamento di tipo quantitativo sulla fauna ittica, operando con la strumentazione direttamente all'interno dell'alveo; di seguito sono presentati i risultati del monitoraggio svolto.

Il tratto indagato ha una lunghezza di 145 m, per una superficie complessiva pari a 870 m², in cui si sono rinvenute un totale di 10 specie; la specie dominante è risultata l'alborella (*Alburnus alburnus*), seguita principalmente dal cavedano (*Squalius cephalus*).

Tabella 4-25: risultati del campionamento ittico

Specie	n.	Densità (n/ha)	Densità (n/km)	Biomassa (kg/ha)	Biomassa (kg/km)
Cavedano	27	310	4500	11,7	169,3
Alborella	107	1230	17833	3,8	54,8
Misgurnus	11	126	1833	2,4	34,7
Gobione	9	103	1500	0,4	6,3
Barbo Comune	9	103	1500	1,9	27,5
Carassio	3	34	500	0,6	8,1
Rodeo	12	138	2000	0,1	1,9
Gambusia	8	92	1333	0	0,5
Pseudorasbora	1	11	167	0	0,3
Scardola	1	11	167	1,4	20,2
Totale	188	2161	31333	22,3	323,5

Figura 4-20: individui censiti nella stazione a monte della foce con il fiume Adda



4.6 Andamenti dei principali parametri nella roggia

Nei grafici che seguono sono rappresentati gli andamenti di alcuni dei principali parametri di monitoraggio lungo i punti di misura della Roggia Molina.

Figura 4-21: andamento Azoto totale

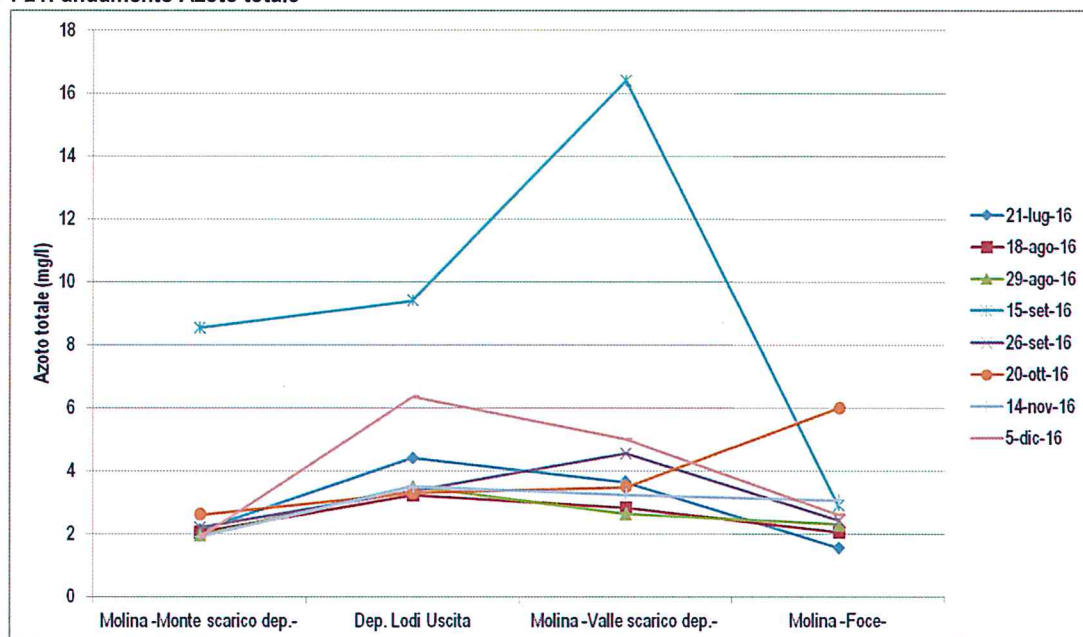


Figura 4-22: andamento Fosforo totale

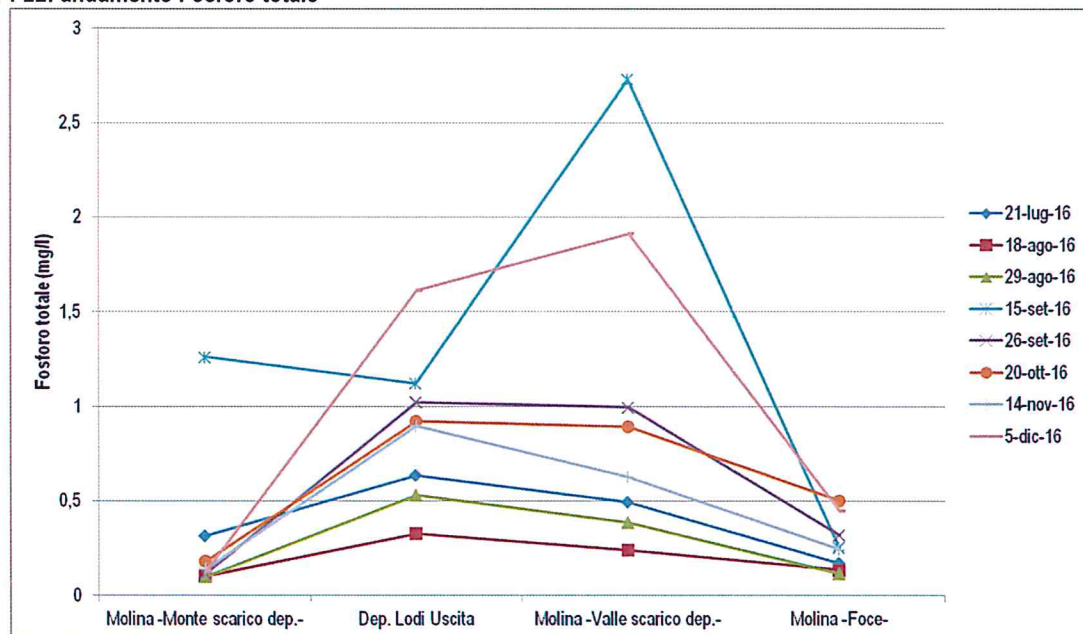
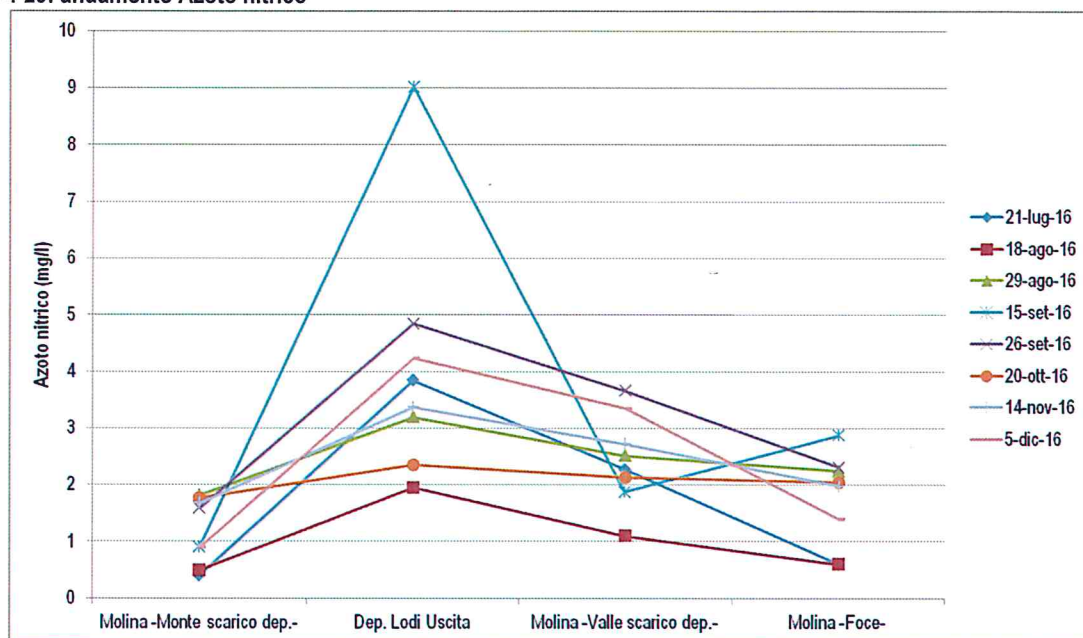


Figura 4-23: andamento Azoto nitrico



Emerge quindi, con l'eccezione del giorno 15 settembre in cui le condizioni idrologiche sono state condizionate da fenomeni di pioggia, un andamento omogeneo dei parametri monitorati, con un incremento dei valori immediatamente a valle del depuratore seguito da un decremento prima della confluenza in Adda, grazie a fenomeni di diluizione ed autodepurazione.

5 FIUME ADDA

Il Fiume Adda è stato indagato in due punti: a monte ed a valle dell'immissione della Roggia Molina.

5.1 Monte immissione Roggia Molina

In questo paragrafo si riportano i risultati delle indagini eseguite nel Fiume Adda, immediatamente a monte dell'immissione della Roggia Molina.

Figura 5-1: stazione di monitoraggio a monte dell'immissione della Roggia Molina



5.1.1 Analisi chimico – fisiche e microbiologiche

I valori riportati nella seguente tabella mostrano la situazione idrochimica rilevata nella stazione posta nelle vicinanze della foce con il fiume Adda.

Tabella 5-1: risultati delle analisi chimico – fisiche delle acque del Fiume Adda (monte immissione Roggia Molina)

Parametri/Data	21-7-16	18-8-16	29-8-16	15-9-16	26-9-16	20-10-16	14-11-16	05-12-16
Azoto Nitrico mg/l (N-NO ₃)	1,21	0,9	2,2	2,13	2,09	2,38	2,52	1,5
Azoto Ammoniacale mg/l (NH ₄)	<0,05	0,07	<0,05	0,05	<0,05	0,06	0,05	0,06
Azoto Totale mg/l (N)	2,18	2,23	2,11	1,76	2,69	2,6	2,75	1,76
Fosforo Totale mg/l (P)	0,061	0,056	0,036	0,048	0,046	0,061	0,066	0,051
Ortofosfati mg/l (PO ₄)	-	0,12	<0,06	0,09	0,1	0,12	0,11	0,1
COD mg/l	<20	3,07	3,49	4,9	3,16	5,74	1,72	7,81
pH	8	8	7,9	7,8	7,9	7,8	8	7,8
Conducibilità elettrica μS/cm 25°C	370	321	325	325	331	315	318	266
Durezza mg/l (CaCO ₃)	-	180	192	158	164	164	82	156,6
Ossigeno disciolto mg/l (O ₂)	9,2	7,37	6,28	10,3	9,87	10,5	8,32	9,3
Temperatura °C	22,5	21,4	21,4	21,5	19,5	16	12,2	11,3
BOD ₅ mg/l (O ₂)	4	<2	<2	3	<2	<2	<2	<2
Solidi Sospesi Totali mg/l	<5	<5	<5	<5	<5	7	<5	<5
Alcalinità mg/l (HCO ₃)	157	136	139	132	102	135	124	132
Cloruri mg/l (Cl)	-	2,48	8,36	8,6	8,6	9,83	9,64	5,77
Solfati mg/l (SO ₄)	-	21,7	24,5	27,1	28	24,4	26,2	29,6
Coliformi Totali MPN/100ml	7100	11000	10000	9800	4900	4900	2500	4884
Escherichia coli MPN/100ml	150	290	390	1200	620	1300	750	839
Streptococchi fecali UFC/100ml	-	200	280	300	300	390	300	320
Arsenico mg/l di As	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

Parametri/Data	21-7-16	18-8-16	29-8-16	15-9-16	26-9-16	20-10-16	14-11-16	05-12-16
Cromo mg/l di Cr	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,005	0,026	0,024
Cadmio mg/l di Cd	-	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	0,003	<0,001
Mercurio mg/l di Hg	-	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Nichel mg/l di Ni	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01	0,01
Piombo mg/l di Pb	-	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,005
Rame mg/l di Cu	-	<0,005	<0,005	0,005	<0,005	0,008	0,011	<0,005
Zinco mg/l di Zn	-	0,011	0,005	0,005	0,014	0,009	0,016	0,008
Benzene µg/l	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	-
1,2 Dicloroetano µg/l	-	<1	<1	<1	<1	<1	-	-
Tetracloroetilene µg/l	-	<1	<1	<1	<1	<1	-	-
Alachlor µg/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Atrazina µg/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Bentazone µg/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Metolachlor µg/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Molinate µg/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Oxadiazon µg/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Pendimentalin µg/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Simazina µg/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Terbutilazina µg/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Terbutilazina desetil µg/l	-	<0,02	<0,02	0,02	<0,02	<0,02	-	-

L'applicazione dell'indice LIMeco attribuisce alla stazione di campionamento un punteggio medio complessivo pari a 0,520, corrispondente ad un giudizio "Buono". Nella tabella che segue si riportano inoltre i risultati dei singoli campionamenti eseguiti.

Tabella 5-2: applicazione Livello di Inquinamento dai Macrodescrittori (LIM e LIMeco)

Data	21-7-16	18-8-16	29-8-16	15-9-16	26-9-16	20-10-16	14-11-16	05-12-16
LIM punteggio	290	360	360	320	420	320	320	360
LIM	2	2	2	2	2	2	2	2
LIMeco punteggio	0,563	0,438	0,469	0,563	0,688	0,563	0,313	0,563
LIMeco giudizio	buono	sufficiente	sufficiente	buono	elevato	buono	scarso	buono
LIMeco giudizio medio	BUONO							

Comparando i valori della Tabella 5-1 con i valori riportati nella Tab1/A del DM 260/2010 emergono alcuni superamenti (Cadmio e Mercurio), attribuibili in parte ai limiti strumentali delle metodiche utilizzate. Il Piano di Gestione del Distretto Idrografico del Fiume Po attribuisce al corpo idrico, sul Fiume Adda, oggetto di valutazione, uno stato chimico buono.

La tabella che segue mostra i valori di portata rilevati durante le indagini.

Tabella 5-3: valori di portata espressi in m3/s

Data	21-7-16	18-8-16	29-8-16	15-9-16	26-9-16	20-10-16	14-11-16	05-12-16
Portata m ³ /s	41	62	53	87	70	80	80	120

5.1.2 Macroinvertebrati

Il campionamento di macroinvertebrati è stato effettuato con la metodica multihabitat proporzionale. In questa stazione sono stati rinvenuti un massimo di 19 taxa; le densità mostrano una diminuzione nel periodo di indagine: 3126 individui/m² a luglio, 964 individui/m² a settembre e a 554 individui/m² a dicembre 2016. La comunità macrobentonica vede la prevalenza di *Baetis* (36% a settembre), Hydropsychidae (21% a settembre) e Chironomidae (44% a luglio). Il calcolo

dell'indice STAR_ICMi, eseguito tramite il software MacrOper, attribuisce un giudizio medio di "buono" alla stazione posta a monte della confluenza con il fiume Adda, per i tre campionamenti svolti nel periodo compreso tra luglio e dicembre 2016. I risultati sono riportati nella tabella seguente.

Tabella 5-4: applicazione Indice STAR_ICMi

Data			21-lug-16	26-set-16	05-dic-16
Metrica	Valori di riferimento	peso	Punteggio	Punteggio	Punteggio
Indice ASPT	6,311	0,334	5,765	5,125	6,118
Indice EPTD	2,597	0,266	2,281	1,653	1,978
Indice GOLD	0,881	0,067	0,554	0,842	0,751
N° famiglie	29,250	0,167	17	18	19
Indice EPT	12,500	0,083	8	7	9
Indice di Shannon	1,978	0,083	1,751	1,913	2,295
STAR_ICMI punteggio	0,992		0,797	0,711	0,850
STAR_ICMI giudizio			buono	sufficiente	buono
STAR_ICMI giudizio medio			BUONO		

5.1.3 Diatomee

All'interno di questo paragrafo sono riportati i risultati dei due campionamenti riguardanti le diatomee, alghe unicellulari non flagellate, che colonizzano il substrato grossolano presente all'interno dell'alveo.

L'analisi del campione di agosto ha permesso l'identificazione di 25 unità sistematiche, di cui 9 non rientranti nel conteggio per l'applicazione dell'indice, mentre nel campione di ottobre sono state identificate 33 unità sistematiche, di cui 11 non rientranti nel conteggio per l'applicazione dell'indice.

Il campione di agosto è risultato così composto: 42% del totale degli individui rinvenuti, è dominato da *Achnantheidium pyrenaicum*, seguita da *Diatoma vulgare* (15%). Per quanto riguarda il campione di ottobre la popolazione di diatomee è composta da: 16% *Achnantheidium pyrenaicum*, 16% di *Cocconeis placentula var. euglypta* e 12% di *Amphora pediculus*, tutte specie tipiche di ambienti mesotrofi.

L'applicazione dell'indice diatomatico di intercalibrazione ICMi, assegna un punteggio pari a 1,04 per il campione del mese di agosto e 0,97 per il campione di ottobre, attribuendo in entrambi i casi al corso d'acqua una I classe di qualità con giudizio "Elevato".

Tabella 5-5 Risultati dell'applicazione dell'indice multimetrico ICMi, classe e giudizio di qualità F. Adda (monte immissione Roggia Molina)

Data	IPS ₅	IPS ₂₀	RQE_IPS	TI	RQE_TI	ICMi	Classe	Qualità
29-ago-16	4,33	16,80	1,01	2,29	1,07	1,04	I	Elevato
25-ott-16	4,16	16,01	0,96	2,45	0,97	0,97	I	Elevato

5.2 Valle immissione Roggia Molina

In questo paragrafo si riportano i risultati delle indagini eseguite nel Fiume Adda, poche centinaia di metri a valle dell'immissione della Roggia Molina.

Figura 5-2: stazione di monitoraggio a valle dell'immissione della Roggia Molina



5.2.1 Analisi chimico – fisiche e microbiologiche

I valori riportati nella seguente tabella mostrano la situazione idrochimica rilevata nella stazione posta nelle vicinanze della foce con il fiume Adda.

Tabella 5-6: risultati delle analisi chimico – fisiche delle acque del Fiume Adda (valle immissione Roggia Molina)

Parametri/Data	21-7-16	18-8-16	29-8-16	15-9-16	26-9-16	20-10-16	14-11-16	05-12-16
Azoto Nitrico mg/l (N-NO3)	1,35	0,9	2,21	2,13	2,13	2,53	2,27	1,49
Azoto Ammoniacale mg/l (NH4)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	0,08
Azoto Totale mg/l (N)	2,1	2,02	2,07	1,98	2,3	2,44	1,94	1,75
Fosforo Totale mg/l (P)	0,061	0,044	0,042	0,086	0,049	0,052	0,07	0,053
Ortofosfati mg/l (PO4)	-	<0,06	<0,06	0,11	0,11	0,11	0,12	0,1
COD mg/l	<20	3,58	3,51	2,16	1,88	5,05	1,68	0,911
pH	8	8,1	7,8	7,8	8	7,9	7,9	7,8
Conducibilità elettrica μ S/cm 25°C	376	441	336	325	351	402	315	273
Durezza mg/l (CaCO3)	-	166	178	188	186	192	80	154,6
Ossigeno disciolto mg/l (O2)	8,84	-	-	10,7	9,3	10,8	8,56	9
Temperatura °C	22,3	22	21,7	21,6	19,5	15,9	12,1	11,4
BOD5 mg/l (O2)	<2	<2	<2	<2	<2	3	<2	<2
Solidi Sospesi Totali mg/l	<5	<5	<5	8	<5	<5	<5	<5
Alcalinità mg/l (HCO3)	161	134	140	130	103	190	120	130
Cloruri mg/l (Cl)	-	2,69	8,57	8,73	8,56	10,4	9,51	5,91
Solfati mg/l (SO4)	-	22,5	24,7	27,2	28	26	26,3	29,6
Colifomi Totali MPN/100ml	13000	12000	20000	16000	4600	4900	2300	5833
Escherichia coli MPN/100ml	410	51	1000	1300	770	210	680	1137
Streptococchi fecali UFC/100ml	-	200	370	500	300	150	290	320
Arsenico mg/l di As	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cromo mg/l di Cr	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,005	<0,005
Cadmio mg/l di Cd	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	<0,001
Mercurio mg/l di Hg	-	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Nichel mg/l di Ni	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
Piombo mg/l di Pb	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,011	0,005
Rame mg/l di Cu	-	<0,005	<0,005	0,005	<0,005	<0,005	0,007	0,016
Zinco mg/l di Zn	-	0,005	0,005	0,016	0,025	0,025	0,017	0,008
Benzene μ g/l	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	-
1,2 Dicloroetano μ g/l	-	<1	<1	<1	<1	<1	-	-
Tetracloroetilene μ g/l	-	<1	<1	<1	<1	<1	-	-
Alachlor μ g/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Atrazina μ g/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Bentazone μ g/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-

Parametri/Data	21-7-16	18-8-16	29-8-16	15-9-16	26-9-16	20-10-16	14-11-16	05-12-16
Metolachlor µg/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Molinate µg/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Oxadiazon µg/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Pendimentalin µg/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Simazina µg/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Terbutilazina µg/l	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
Terbutilazina desetil µg/l	-	<0,02	<0,02	0,02	<0,02	<0,02	-	-

L'applicazione dell'indice LIMeco attribuisce alla stazione di campionamento un punteggio medio complessivo pari a 0,508, corrispondente ad un giudizio "Buono". Nella Tabella 5-7, si riportano inoltre i risultati dei singoli campionamenti eseguiti; il giudizio non scende mai al di sotto della classe "sufficiente".

Tabella 5-7: applicazione Livello di Inquinamento dai Macrodescrittori (LIM e LIMeco)

Data	21-7-16	18-8-16	29-8-16	15-9-16	26-9-16	20-10-16	14-11-16	05-12-16
LIM punteggio	330	410	350	300	420	265	340	380
LIM	2	2	2	2	2	2	2	2
LIMeco punteggio	0,563	0,531	0,469	0,344	0,688	0,406	0,438	0,500
LIMeco giudizio	buono	buono	sufficiente	sufficiente	elevato	sufficiente	sufficiente	buono
LIM giudizio medio	BUONO							

Comparando i valori della Tabella 5-6 con i valori riportati nella Tab1/A del DM 260/2010, analogamente a quanto osservato nel tratto a monte della confluenza, emergono alcuni superamenti (Cadmio e Mercurio), attribuibili in parte ai limiti strumentali delle metodiche utilizzate.

Le analisi eseguite sullo scarico mostrano concentrazioni dei parametri sopra citati sostanzialmente identiche con quanto misurato sul Fiume Adda. Si può dunque escludere un'influenza significativa del depuratore sulle condizioni dello stato chimico del Fiume Adda. Il Piano di Gestione del Distretto Idrografico del Fiume Po attribuisce al corpo idrico, sul Fiume Adda, oggetto di valutazione, uno stato chimico buono.

La tabella che segue mostra i valori di portata rilevati durante le indagini.

Tabella 5-8: valori di portata espressi in m³/s

Data	21-7-16	18-8-16	29-8-16	15-9-16	26-9-16	20-10-16	14-11-16	05-12-16
Portata m ³ /s	-	66,2	56,2	91,4	75,2	83,6	82,3	123,2

5.2.2 Macroinvertebrati

Il campionamento di macroinvertebrati è stato effettuato con la metodica multihabitat proporzionale.

Il calcolo dell'indice STAR_ICMi, eseguito tramite il software MacrOper, attribuisce un giudizio medio "buono" alla stazione posta a valle della confluenza con la roggia Molina, nei tre campionamenti svolti nel periodo compreso tra luglio e dicembre 2016 (Tabella 5-9); di particolare rilevanza il campionamento di dicembre in cui viene raggiunto un giudizio di "elevato". I risultati ottenuti in questa stazione indicano che il fiume Adda non risente delle acque in ingresso dalla roggia Molina, riuscendo a svolgere un efficace effetto di diluizione.

Tabella 5-9: applicazione Indice STAR_ICMi

Data			21-lug-16	26-set-16	05-dic-16
Metrica	Valori di riferimento	peso	Punteggio	Punteggio	Punteggio
Indice ASPT	6,311	0,334	5,895	6,045	5,913
Indice EPTD	2,597	0,266	2,455	1,940	2,669
Indice GOLD	0,881	0,067	0,677	0,847	0,886
N° famiglie	29,250	0,167	21	25	27
Indice EPT	12,500	0,083	10	9	10
Indice di Shannon	1,978	0,083	1,843	1,922	2,344
STAR_ICMi punteggio	0,992		0,875	0,867	0,971
STAR_ICMi giudizio			buono	buono	elevato
STAR_ICMi giudizio medio			BUONO		

5.2.3 Diatomee

All'interno di questo paragrafo sono riportati i risultati dei due campionamenti riguardanti le diatomee, alghe unicellulari non flagellate, che colonizzano il substrato grossolano presente all'interno dell'alveo.

L'analisi del campione di agosto ha permesso l'identificazione di 27 unità sistematiche, di cui 4 non rientranti nel conteggio per l'applicazione dell'indice, mentre nel campione di ottobre sono state identificate 34 unità sistematiche, di cui 15 non rientranti nel conteggio per l'applicazione dell'indice. Nel campione di agosto la comunità delle diatomee è caratterizzata dal predominio di due specie *Achnanthes pyrenaicum* e *Cocconeis placentula* var. *euglypta* che da sole compongono il 48% del totale degli individui rinvenuti. Il campione di ottobre è invece contraddistinto da una maggiore biodiversità, anche se due delle tre specie maggiormente rappresentate sono le stesse rinvenute nel campione di agosto, infatti la popolazione di diatomee risultata composta da: 35% *Achnanthes pyrenaicum*, 12% *Navicula tripunctata* e 11% di *Cocconeis placentula* var. *euglypta*. L'applicazione dell'indice diatomico di intercalibrazione ICMi, assegna un punteggio pari a 0,89 per il campione del mese di agosto e 0,96 per il campione di ottobre, attribuendo in entrambi i casi al corso d'acqua una I classe di qualità con giudizio "Elevato".

Tabella 5-10 Risultati dell'applicazione dell'indice multimetrico ICMi, classe e giudizio di qualità F. Adda (valle immissione Roggia Molina)

Data	IPS ₅	IPS ₂₀	RQE_IPS	TI	RQE_TI	ICMi	Classe	Qualità
29-ago-16	3,87	14,62	0,88	2,54	0,91	0,89	I	Elevato
25-ott-16	4,23	16,33	0,98	2,50	0,94	0,96	I	Elevato

Valutazioni comparative

I dati raccolti nel F. Adda a monte ed a valle dell'immissione della roggia Molina mostrano come i parametri di indagine, previsti dal DM 260/2010 per la valutazione dello stato dei corpi idrici, non subiscano modificazioni apprezzabili.

6 LE PORTATE

Ai fini di valutare gli effetti dello scarico del depuratore sul sistema idrico di valle è importante valutare le portate dello scarico stesso e dei singoli tratti fluviali coinvolti.

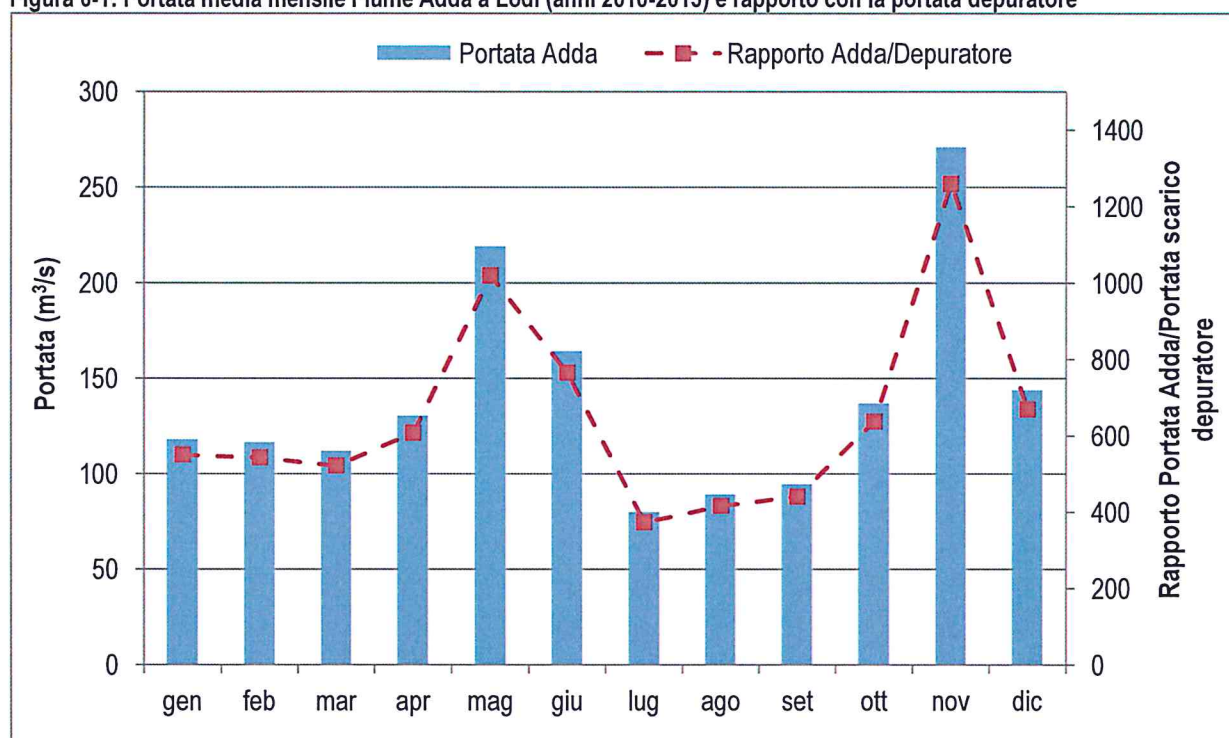
Lo scarico del depuratore ha una portata media di $0,215 \text{ m}^3/\text{s}$.

Durante le indagini eseguite la portata della roggia a monte dello scarico è risultata molto modesta, nell'ordine delle poche decine di litri/s, mentre le portate presso la foce sono risultate, grazie al contributo di scoli irrigui, comprese fra $0,4$ e $0,8 \text{ m}^3/\text{s}$, valori da doppi a quadrupli rispetto alla portata dello scarico.

La vera rilevante diluizione avviene quando le acque della Roggia Molina giungono nel F. Adda.

Nel grafico che segue sono rappresentate le portate medie mensili del F. Adda a Lodi ed il rapporto di diluizione da esse garantite rispetto allo scarico.

Figura 6-1: Portata media mensile Fiume Adda a Lodi (anni 2010-2015) e rapporto con la portata depuratore



L'apporto delle rogge che confluiscono nel F. Adda a valle della sezione di misura ed a monte delle roggia Molina varia, a seconda delle stagioni, da 2 a $5 \text{ m}^3/\text{s}$; può quindi diventare significativo nei periodi di magra spinta ma non nell'anno medio. Durante il periodo di indagine il "peso" della portata dello scarico del depuratore rispetto alla portata della Roggia Molino è risultato compreso fra 27,7 % e 46,5%, rispetto a quella del F. Adda è risultato compreso fra 0,15% e 0,47%.

7 L'INCREMENTO DEI CARICHI E DELLE CONCENTRAZIONI DEGLI INQUINANTI

I dati e le considerazioni idrologiche del capitolo precedente consentono, unitamente ai dati di qualità presentati nei capitoli precedenti, valutazioni relative all'effetto dello scarico del depuratore e quindi della Roggia Molino sulle concentrazioni e sui carichi inquinanti del F. Adda. Nella tabella che segue sono comparati i dati medi di concentrazione relativi ad alcuni dei parametri monitorati nel F. Adda, a monte ed a valle della roggia Molina, comparati con quelli dello scarico.

Tabella 7-1 confronto fra i valori medi di concentrazione rilevati per alcuni parametri di monitoraggio

Tratto	Azoto Nitrico	Azoto Totale	Fosforo Totale	Conducibilità elettrica	COD	Cloruri	Solfati
	mg/l (N-NO ₃)	mg/l (N)	mg/l (P)	μS/cm 25°C	mg/l	mg/l (Cl)	mg/l (SO ₄)
F. Adda monte	1,96	2,27	0,05	321	4,27	7,61	25,93
Scarico depuratore	4,14	4,66	0,92	626	8,57	54,04	39,79
F. Adda valle	1,95	2,07	0,06	352	2,68	7,77	26,33

Emerge quindi la sostanziale ininfluenza dello scarico del depuratore come elemento perturbativo della concentrazione degli inquinanti del fiume Adda.

Analogamente si evidenzia nella tabella che segue, viste le differenze di portata in gioco, la sostanziale ininfluenza dello scarico del depuratore come elemento significativo nell'incremento del carico degli inquinanti del fiume Adda.

Tabella 7-2 confronto fra i valori medi di carico rilevati per alcuni parametri di monitoraggio

Tratto	Azoto Nitrico	Azoto Totale	Fosforo Totale	COD	Cloruri	Solfati
	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s
F. Adda monte	153,72	175,82	4,15	365,26	599,58	2080,23
Scarico depuratore	0,99	1,10	0,21	1,98	12,34	9,03
F. Adda valle	160,24	169,18	4,78	206,67	640,91	2209,71

I grafici riportati di seguito, il primo in termini assoluti e il secondo in percentuale, evidenziano il modesto "peso" dei carichi del depuratore rispetto a quelli del fiume Adda.

Figura 7-1: valori medi di carico (g/s) rilevati per alcuni parametri di monitoraggio

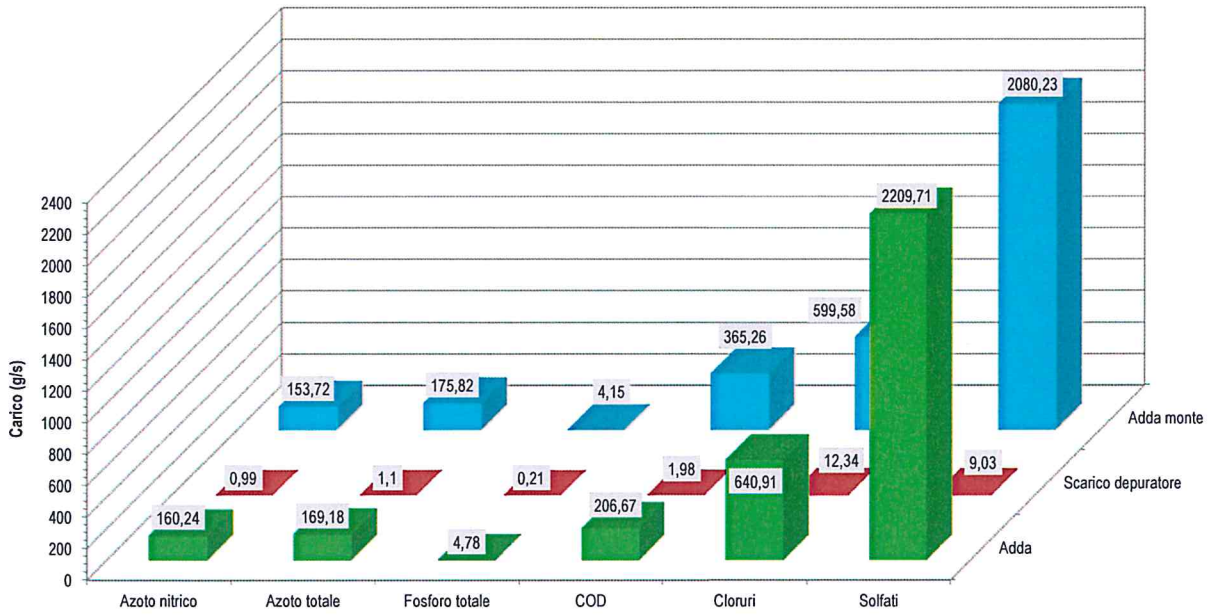
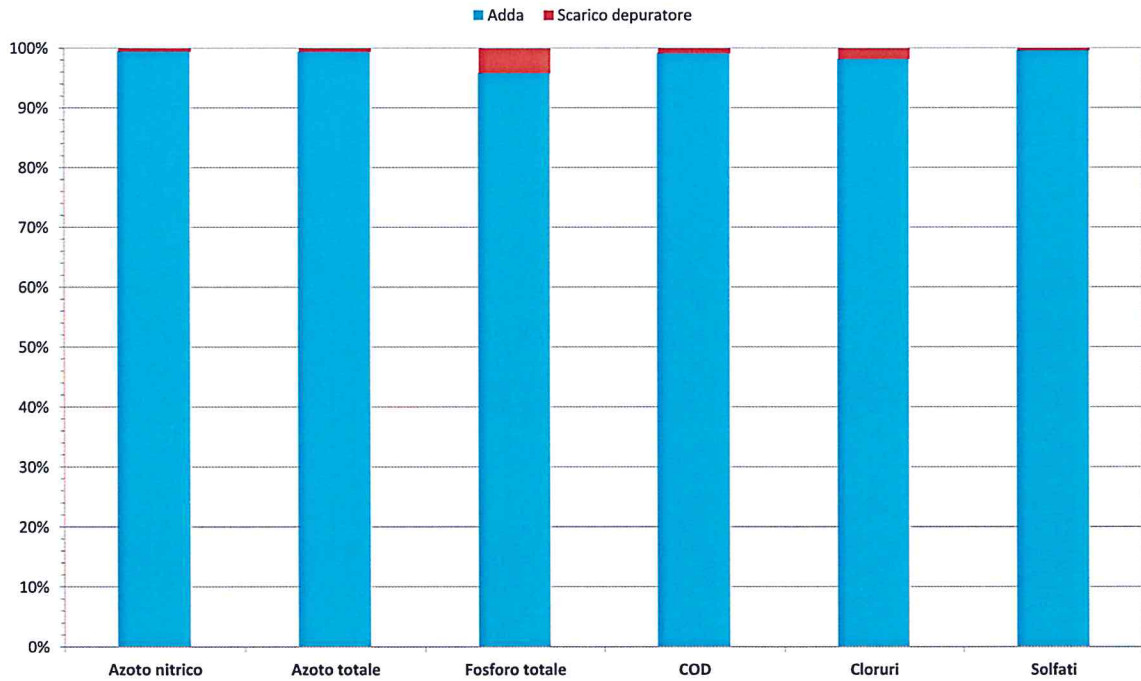


Figura 7-2: valori medi di carico (%) rilevati per alcuni parametri di monitoraggio



8 CONCLUSIONI

Nel presente rapporto sono illustrati i dati raccolti da luglio a dicembre 2016, con l'intento di valutare gli effetti ambientali dello scarico del depuratore di Lodi sul Fiume Adda recettore finale.

Nelle indagini svolte, i cui risultati sono riportati nel presente documento, è emerso che:

- i parametri delle acque di scarico rispettano la normativa vigente e dimostrano un'ottima efficienza depurativa;
- lungo il percorso della roggia Molina, primo ricettore dello scarico, si assiste ad una riduzione di concentrazione dei principali parametri di riferimento e ad un miglioramento delle condizioni ambientali;
- il confronto nel fiume Adda fra la sezione a monte della confluenza e quella a valle della stessa mostrano che né dal punto di vista chimico né da quello biologico si osserva uno scadimento qualitativo.

Tale ultima osservazione è sostenuta da una valutazione di tipo idrologico da cui risulta, sulla base delle portate medie mensili del F. Adda, che la portata del fiume è in estate quasi 400 volte maggiore di quella dello scarico, rapporto che sale a più di 1000 volte nei mesi di morbida primaverile ed autunnale; anche nelle condizioni di magra più assoluta, evento raro e di breve durata, il fiume ha una portata almeno più di 100 volte maggiore.

Ne consegue che eventuali ulteriori affinamenti delle condizioni depurative siano sostanzialmente inutili rispetto allo stato di qualità del F. Adda e del corpo idrico interessato.

9 BIBLIOGRAFIA

- APAT-IRSA/CNR, 2003. Metodologie analitiche per il controllo della qualità delle acque. *Manuali e linee guida* - 29/2003. Le metodiche utilizzate sono scaricabili dai siti: <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/metodi-biologici-per-le-acque-parte-i>
<http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/metodi-biologici-per-le-acque-superficiali-interne>
- Buffagni, A. 1999. Pregio naturalistico, qualità ecologica e integrità della comunità degli Efemerotteri. Un indice per la classificazione dei fiumi italiani. *Acqua & Aria*, 8: 99-107.
- Buffagni A., Erba S., Aquilano G., Armanini D.G., Beccari C., Casalegno C., Cazzola M., Demartini D., Gavazzi N., Kemp J.L., Mirolo N., Rusconi, 2007. "Macroinvertebrati acquatici e direttiva 2000/60/EC (WFD) - Parte B. Descrizione degli habitat fluviali a supporto del campionamento biologico" *Notiziario dei Metodi Analitici n.1 (2007)* , CNR-IRSA, Brugherio (MI).
- Buffagni A., Erba S. & Pagnotta R., 2008. Definizione dello stato ecologico dei fiumi sulla base dei macroinvertebrati bentonici per la 2000/60/EC (WFD): il sistema di classificazione MacrOper. *Notiziario dei Metodi Analitici numero speciale (2008)* , CNR-IRSA, Brugherio (MI).
- Busacker G.P., Adelman I.R. & Goolish E.M., 1990. Growth, in *Methods for Fish Biology*. Schreck C.B. and Moyle P.B. eds, American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, pp 363-388.
- IRSA, 2007. *Notiziario dei Metodi Analitici n. 1* marzo 2007
- ISPRA, 2014. *Linee Guida per la valutazione della componente macrobentonica fluviale ai sensi del DM 260/2010. Manuale 107/2014*
- Klemm D.J., Stober Q.J. & Lazorchak J.M., 1993. Fish field and laboratory methods for evaluating the biological integrity of surface waters. EPA/600/R-92/111. Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati OH, 348 pp.
- Norme UNI EN ISO 748:2008. Misurazione della portata di liquidi in canali aperti - Metodi per la determinazione delle velocità e delle aree.