



**ARPAT**  
Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana

REGIONE  
TOSCANA



Analisi degli  
elementi di qualità  
e andamento dei  
nutrienti nei punti  
MAS e MAS-PF  
della Valdinievole  
Anno 2020





REGIONE  
TOSCANA



Analisi degli elementi di  
qualità e andamento dei  
nutrienti nei punti  
MAS e MAS-PF  
della Valdinievole  
Anno 2020



## Analisi degli elementi di qualità e andamento dei nutrienti nei punti MAS e MAS-PF della Valdinievole - Anno 2020

Autore e curatore: *Juri Vannini*, ARPAT - Dipartimento di Pistoia

Editing e copertina: *ARPAT, Settore Comunicazione, informazione e documentazione*

Foto di copertina: *Lorenzo Bigagli*

ARPAT, 2020

**Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana**

Via Nicola Porpora, 22 - 50144 Firenze - tel. 055 32061

**[www.arpat.toscana.it](http://www.arpat.toscana.it)**

## Indice

<b>SINTESI</b> .....	<b>5</b>
<b>CONCLUSIONI</b> .....	<b>7</b>
<b>INTRODUZIONE</b> .....	<b>8</b>
<b>Il contesto geografico</b> .....	<b>8</b>
<b>Le fonti di pressione</b> .....	<b>9</b>
<b>La rete di monitoraggio delle acque superficiali dell'area del Padule di Fucecchio</b>	<b>10</b>
<b>La classificazione dello stato ambientale dei corpi idrici superficiali</b> .....	<b>11</b>
<b>Il carico annuale di azoto e fosforo</b> .....	<b>13</b>
<b>La classificazione dei MAS della Valdinievole nel triennio 2016-2018, gli esiti del monitoraggio 2019 e analisi del trend dei nutrienti e dell'ossigeno</b> .....	<b>16</b>
<b><i>MAS 141 – Nievole, Forrabuia</i></b> .....	<b>23</b>
<b><i>MAS 510A - Cessana, Carpinocchio</i></b> .....	<b>24</b>
<b><i>MAS 2011 Pescia di Pescia, Ponte alla Guardia</i></b> .....	<b>28</b>
<b><i>MAS-PF1, canale del Capannone Salanova e MAS-PF2, canale del Terzo Riserva Righetti</i></b>	<b>30</b>
<b><i>MAS-PF4 canale del Terzo, Casotto dé Mori</i></b> .....	<b>32</b>
<b><i>MAS 144 – Usciana monte, Massarella</i></b> .....	<b>34</b>
<b><i>MAS 143 Padule di Fucecchio-Interno Padule</i></b> .....	<b>39</b>
<b>Stagionalità dei nutrienti</b> .....	<b>40</b>
<b>Prime valutazioni sulle <i>performance</i> di alcuni depuratori</b> .....	<b>42</b>
<b>L'impatto dei nutrienti e dei fitofarmaci</b> .....	<b>44</b>
<b>Altre fonti di pressione sui corpi idrici</b> .....	<b>45</b>
<b>Conclusioni</b> .....	<b>45</b>

## SINTESI

Questo rapporto sullo stato delle acque nel comprensorio del Padule di Fucecchio prende in esame i dati del periodo 2002-2019 nei punti monitorati da questa Agenzia, con particolare attenzione alle novità emerse dai dati di monitoraggio dell'ultimo anno (2019) e alla classificazione del triennio 2016-2018. Si vuole verificare gli effetti degli interventi fatti sui depuratori e valutare le problematiche ancora presenti soprattutto riguardo ai nutrienti e allo *Stato Ecologico* e *Chimico* dei corsi d'acqua.

La situazione dei corsi d'acqua della Valdinievole, se si eccettua il MAS 141 - Nievole monte Forrabaia, si presenta nella sua generalità ancora lontana dal raggiungere gli obiettivi definiti dalla Direttiva Acque (2000/60/CE). Se analizziamo in dettaglio per capire le prospettive che si profilano dobbiamo distinguere:

- per quanto riguarda lo *Stato Chimico* (Tab 1), nel periodo 2016-19 i problemi sono registrati su sostanze che appaiono con concentrazioni critiche in maniera saltuaria e per le quali ci possiamo aspettare effetti risolutivi con gli interventi di miglioramento della depurazione, già in programma, o con interventi mirati una volta individuate le fonti specifiche;
- per lo *Stato Ecologico* (Tab 2), al contrario, il monitoraggio nel periodo 2016-19 evidenzia problematiche più consistenti: l'estensione della ricerca di altri fitofarmaci in questi anni ha registrato in alcune stazioni **concentrazioni significative di AMPA, glifosate e pesticidi totali tali che spesso l'elemento di qualità Tab 1/B non raggiunge il livello di classificazione "Buono"**, obiettivo fissato dalle norme per quasi tutti i corpi idrici della Valdinievole. Al momento, non si profilano interventi in grado di modificare significativamente l'impatto dell'uso di tali pesticidi. Anche gli elementi di qualità biologici non raggiungono spesso lo *Stato Ecologico* "Buono" richiesto dalla normativa. Si sottolinea, inoltre, che **i fitofarmaci, essendo sostanze impiegate per la lotta ai parassiti delle piante o per l'eliminazione delle erbe infestanti (insetticidi, acaricidi, molluschicidi, erbicidi, etc), hanno molto probabilmente anche un effetto negativo sulla vita degli organismi acquatici che, di conseguenza, determina uno scadimento anche di altri parametri di classificazione. I pesticidi, infatti, possono influenzare anche la composizione e l'abbondanza delle specie vegetali e animali acquatiche, andando ad eliminare gli organismi più sensibili alle varie sostanze utilizzate nelle pratiche agricole e vivaistiche.** Per quanto riguarda il LIMeco i valori non favorevoli di questo elemento di qualità anche nel lasso di tempo 2016-19 sono determinati da un apporto rilevante di nutrienti e sostanza organica proveniente dai depuratori verso i corsi d'acqua.

Si riporta di seguito la classificazione del triennio 2013-15, di quella del triennio 2016-18, la classificazione parziale del triennio 2019-2021 e gli obiettivi di ciascuna stazione per lo *Stato Ecologico* e *Chimico*.

	Stato Chimico			
	2013-2015	2016-2018	2019	Obiettivo di qualità
MAS 140 Pescia di Collodi	Buono	Non Buono	Buono	Buono
MAS 141 Nievole monte	Buono	Buono	Buono	Buono
MAS 142 Nievole valle	Buono	Non Buono	Buono	Buono 2021
MAS 144 Canale Usciana monte	Non Buono	Buono	Buono	Buono 2021
MAS 510A Cessana	Non Buono	Buono	Buono	Buono 2021
MAS 2011 Pescia di Pescia	Buono	Buono	Buono	Buono 2021

Tab 1: Stato Chimico del 2013-2015, del triennio 2016-2018, parziale del triennio 2019-2021 e obiettivi per lo Stato Chimico dei corpi idrici MAS analizzati nella presente relazione.

	Stato Ecologico			
	2013-2015	2016-2018	2019	Obiettivo di qualità
MAS 140 Pescia di Collodi	Sufficiente	Sufficiente	Scarso	Buono 2021
MAS 141 Nievole monte	Buono	Buono	Elevato <sup>1</sup>	Buono
MAS 142 Nievole valle	Sufficiente	Sufficiente	Sufficiente	Buono 2021
MAS 144 Canale Usciana monte	Scarso	Cattivo	Scarso	Sufficiente 2021
MAS 510A Cessana	Cattivo	Scarso	Sufficiente <sup>2</sup>	Buono 2027
MAS 2011 Pescia di Pescia	Scarso	Scarso	Sufficiente <sup>3</sup>	Buono 2027

Tab 2: Stato Ecologico del 2013-2015, del triennio 2016-2018, parziale del triennio 2019-2021 e obiettivi per lo Stato Ecologico dei corpi idrici MAS analizzati nella presente relazione.

<sup>1</sup> Stato parziale del triennio ricavato dal solo LIMeco

<sup>2</sup> Stato parziale del triennio ricavato dal solo LIMeco. Lo stato in realtà risultava "Cattivo" ma la normativa recita, in questi casi, di non declassare lo Stato Ecologico oltre il "Sufficiente"

<sup>3</sup> Stato parziale del triennio ricavato da LIMeco e Tab 1/B

## CONCLUSIONI

Per il raggiungimento degli obiettivi di qualità per i corpi idrici della Valdinievole entro le scadenze attuative della Direttiva 2000/60/CE occorre fin da subito prendere in considerazione la ricerca di azioni ulteriori che puntino, da un lato, ad un efficace diminuzione della concentrazione di fitofarmaci nei corsi d'acqua e, dall'altro, ad una significativa diminuzione dei nutrienti e della sostanza organica proveniente dai depuratori. Per quest'ultimi si rendono necessarie azioni efficaci per ridurre le concentrazioni dei nutrienti e della sostanza organica negli scarichi mediante il **potenziamento delle sezioni di defosfatazione e denitrificazione di questi impianti ed una migliore efficienza nella degradazione della sostanza organica**. A questo si dovrà affiancare un'**attenzione alla qualità morfologica dei corsi d'acqua e alla gestione operata sull'alveo e in sua prossimità**, in maniera da incrementarne il potenziale ecologico e le capacità autodepurative.

## INTRODUZIONE

Il sistema depurativo della Valdinievole è notoriamente inadeguato a trattare i reflui provenienti dagli agglomerati urbani presenti. Le acque reflue, non sufficientemente depurate, determinano una scarsa qualità dei corsi d'acqua che la attraversano ed, inoltre, impattano sulla qualità delle acque del Padule di Fucecchio. Negli ultimi anni sono stati realizzati numerosi interventi di adeguamento parziale dei depuratori esistenti, intesi come soluzioni tampone in attesa della più ampia ristrutturazione del sistema depurativo di questa zona che risulta pianificata su tempi più lunghi con la realizzazione del progetto denominato "il Tubone"..

Questo rapporto sullo stato delle acque nel comprensorio della Valdinievole vuole verificare gli effetti degli interventi fatti e valutare le problematiche ancora presenti con particolare attenzione alla tematica dei nutrienti e allo *Stato Ecologico* e *Chimico* dei corsi d'acqua.

Nella relazione si analizzeranno i dati di impatto del sistema depurativo nel periodo 2002-2019 nei punti monitorati da questa Agenzia con particolare attenzione ai "nutrienti" (composti di azoto e fosforo) che, sulla base delle analisi e degli approfondimenti fatti finora, risultano le sostanze più impattanti sullo stato dei corsi d'acqua .

### Il contesto geografico

Il Padule di Fucecchio ha la forma di un cuneo con vertice posto presso la località di Cavallaia (comune di Fucecchio) e l'area palustre che si estende verso nord-ovest tra le colline delle Cerbaie a sud-ovest e del Montalbano a nord-est, fino ai centri abitati della Valdinievole (Fig. 1).

L'area è alimentata sia dai piccoli corsi d'acqua provenienti dal Montalbano (fosso di Cecina, fosso Bagnolo o di Gerbomaggio e torrente Vinci), sia, soprattutto, dai torrenti che scendono dalle pendici dell'Appennino (in ordine da ovest: Pescia di Collodi, Pescia di Pescia, Cessana, Borra, Nievole). Altri corsi d'acqua sorgono già dalla piana della Valdinievole dall'unione di fossi e rii minori (fosso di Montecarlo, fosso delle Pietre o Morto, rio Calderaio, fosso Massese, torrente Pescia Nuova, rio Salsero, rio S. Antonio), mentre altri sono canali artificiali scavati dall'uomo in epoche passate per la bonifica dell'area palustre (canale del Capannone, canale Maestro-del Terzo e canale dell'Usciana). Il canale dell'Usciana è poi l'unico emissario dell'area palustre che collette tutte le acque della valle fino all'Arno fra Montecalvoli e Pontedera.

Come si deduce dalla figura 1, la maggior parte dei depuratori presi in considerazione per la presente analisi insiste sul sistema idrologico del settore orientale del Padule di Fucecchio.

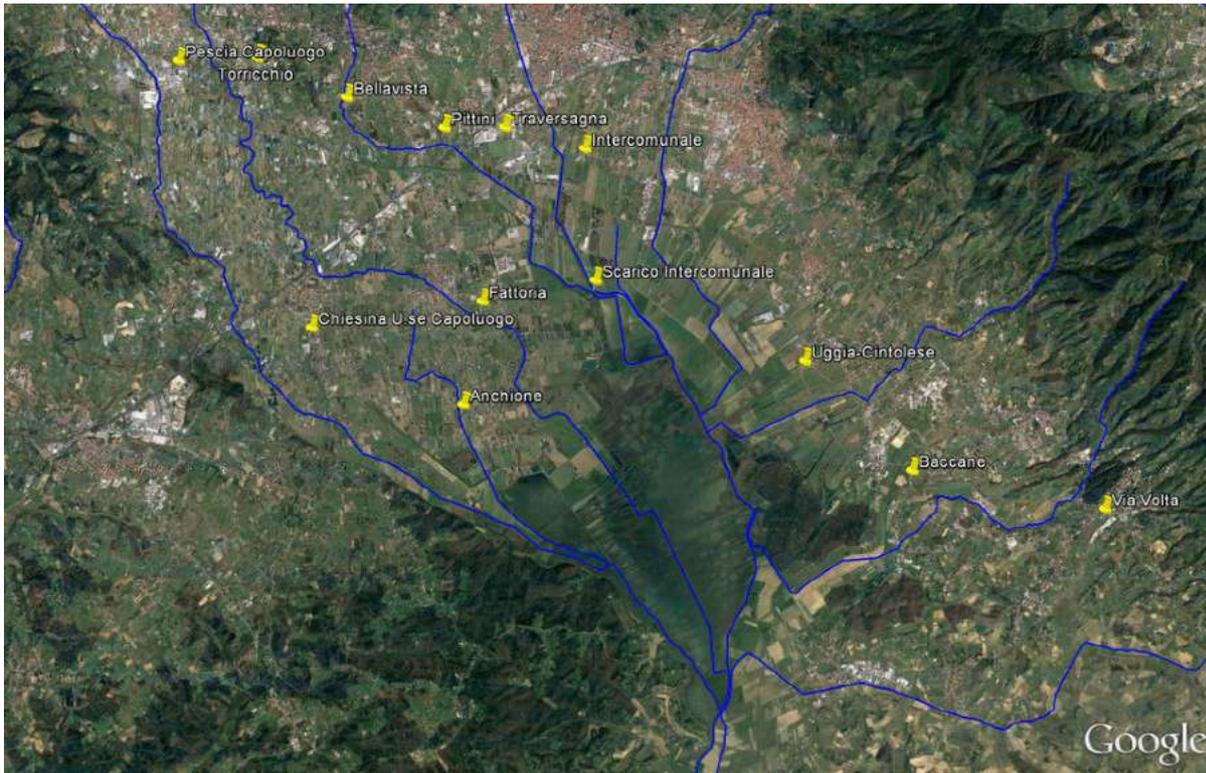


Fig 1: principali corsi d'acqua della Valdinievole e ubicazione dei depuratori con oltre 2.000 A.E

## Le fonti di pressione

Sulla Valdinievole incidono varie fonti di pressione che determinano un'elevata influenza sulla qualità delle acque superficiali che alimentano il sistema palustre del Padule di Fucecchio. Fra queste fonti si distinguono principalmente l'apporto di acque reflue industriali, per un totale di circa 63.000 A.E., di acque reflue urbane, per un totale in Valdinievole di circa 135.000 A.E., e le sostanze provenienti dalle pratiche agricole e floro-vivaistiche.

Riguardo all'apporto di nutrienti proveniente dagli scarichi, considerando sia la quantità di acque di scarico provenienti dal sistema di depurazione (135.000 A.E. di reflui urbani contro 63.000 A.E. proveniente dai reflui industriali), sia la natura delle acque scaricate, si comprende come i depuratori di reflui urbani siano quelli più critici per l'apporto di nutrienti rilevati nei punti di monitoraggio della Valdinievole.

In merito all'efficienza depurativa di questi impianti emerge che la maggior parte dei depuratori di reflui urbani tratta una quantità di reflui superiore alle proprie potenzialità e, per tale motivo, l'autorità competente ha concesso al gestore di scaricare le acque con deroga ai limiti stabiliti dalla normativa vigente<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Con Delibera del Consiglio Provinciale di Pistoia n 307 del 16/12/2004 alla quasi totalità degli 11 depuratori della Valdinievole > di 2000 AE, viene concessa deroga, differenziata caso per caso, ai limiti stabiliti dalla normativa nazionale. Attualmente le deroghe riguardano per 7 impianti, in maniera differenziata caso per caso, i seguenti parametri BOD5, COD, SST, tensioattivi e cloruri. Inoltre le autorizzazioni di 10 su 11 prevedono una percentuale di campioni non conformi ammessi innalzata al 50% rispetto a quanto previsto dalla norma (indicativamente 10-20%).

In seguito all'ultimazione dei lavori di miglioramento dell'efficienza depurativa apportati nel periodo dal 2009 al 2015 su molti impianti, i valori limite concessi in deroga sono stati abbassati in occasione del rinnovo delle autorizzazioni allo scarico dei depuratori.

Un più radicale riordino del sistema depurativo della Valdinievole e il potenziamento degli impianti è previsto dagli Accordi di programma, accordi integrativi e protocolli d'intesa che si sono succeduti nel tempo fra i vari attori coinvolti, in un futuro non immediato, con la realizzazione del progetto denominato "il Tubone" (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Regione Toscana, Enti Locali, Autorità Idrica Toscana e Associazioni di Conciatori).

L'altra fonte di impatti significativa in questo territorio sono le pratiche agricole. Tra queste si segnalano soprattutto la coltivazione di mais nel periodo tardo primaverile-estivo che occupano le aree a nord e ovest dell'area palustre. Il comparto floristico del pesciatino ha probabilmente subito un decremento negli ultimi anni, mentre il vivaismo sta assumendo sempre maggior interesse anche in Valdinievole.

Alla luce di questa situazione in evoluzione, questo rapporto sullo stato delle acque nel comprensorio del Padule di Fucecchio vuole verificare gli effetti degli interventi fatti e valutare le problematiche ancora presenti.<sup>5</sup>

### **La rete di monitoraggio delle acque superficiali dell'area del Padule di Fucecchio**

La figura 2 riporta i punti di monitoraggio presenti in Valdinievole e inseriti nella rete di Monitoraggio delle Acque Superficiali (MAS) individuata dalla Regione Toscana (fig 4). L'area della Valdinievole è situata al centro della figura; in alto a destra è visibile la piana pistoiese, mentre in basso a sinistra si trova il padule di Bientina.

Essendo elevato il numero dei corpi idrici significativi presenti nella nostra regione (oltre 800), la Regione Toscana ha giudicato impossibile eseguire il monitoraggio su tutti. Per tale motivo la normativa vigente dà la possibilità, sulla base di determinati criteri definiti dalle norme, di riunire i corsi d'acqua in gruppi omogenei. In questi caso l'esito del monitoraggio di un corpo idrico del raggruppamento viene esteso anche agli altri corsi d'acqua appartenenti a quel gruppo.

Il Dipartimento ARPAT di Pistoia, allo scopo di valutare meglio gli impatti della depurazione sui corsi d'acqua della Valdinievole, svolge da anni un monitoraggio integrativo su alcuni punti denominati MAS-PF (vedi fig 2). Questi sono rappresentati dal MAS-PF 1 Salanova sul canale del Capannone, dal MAS-PF2 Riserva Righetti sul canale del Terzo e dal 2017 viene monitorato anche il MAS-PF4 Casotto dé Mori sempre sul canale del Terzo.

Sulla base della rivisitazione dell'analisi delle pressioni operata nel 2016 dall'Agenzia, la frequenza di campionamento su alcuni punti di monitoraggio è stata variata. In particolare, rivalutando i dati ottenuti dal monitoraggio nel sessennio precedente (2010-2015), per i corsi d'acqua sui quali veniva svolto il "monitoraggio operativo" ("a rischio" di non raggiungere gli obiettivi) è stato deciso di

---

*5 Per ulteriori dettagli sulle fonti di pressione si rimanda al report "Evoluzione dell'impatto del sistema depurativo della Valdinievole sui corpi idrici superficiali nel comprensorio del Padule di Fucecchio" - Anno 2017*

innalzare la frequenza di monitoraggio da triennale ad annuale. Date queste premesse su alcuni punti MAS dal 2016 è stato svolto il monitoraggio annuale degli elementi di qualità biologici sensibili alle pressioni specifiche di ciascuno dei corsi d'acqua .

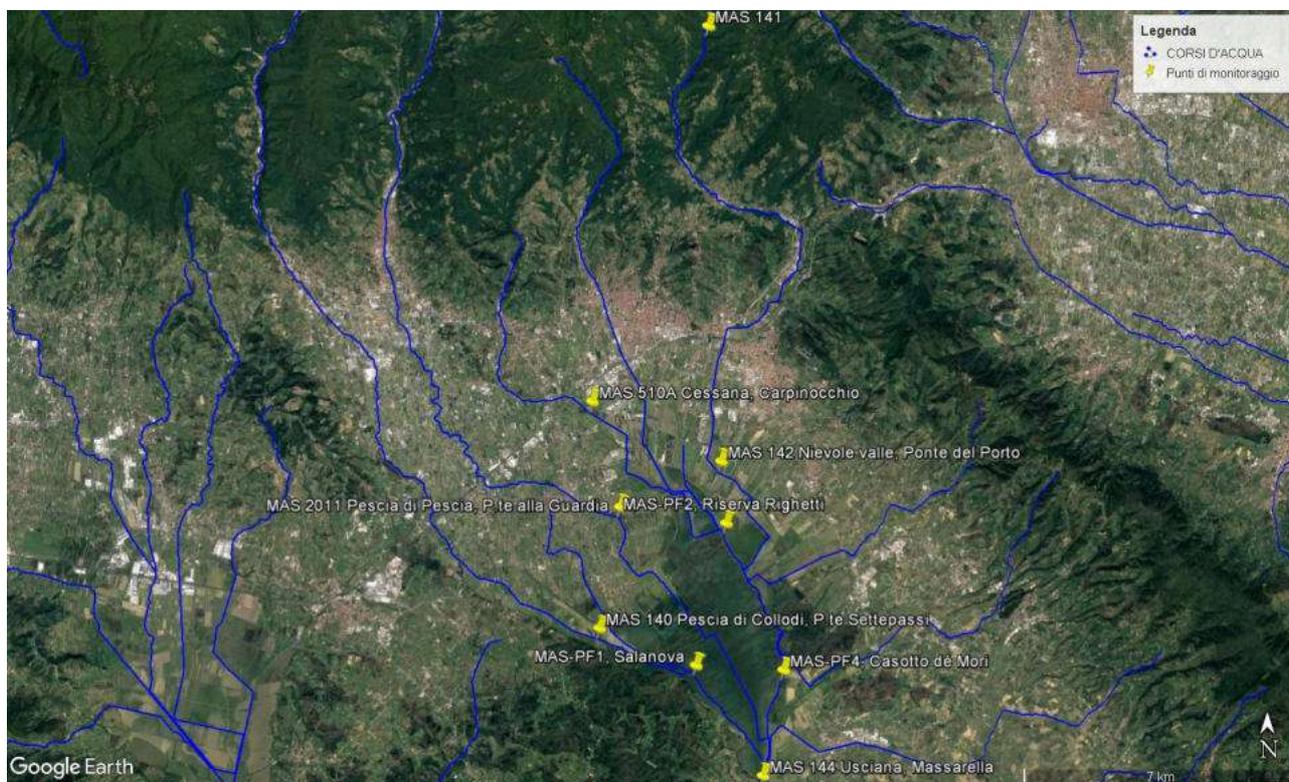


Fig. 2: i punti di monitoraggio delle acque superficiali (MAS) presenti nell'area del Padule di Fucecchio e il principale reticolo idrografico della Valdinievole

### La classificazione dello stato ambientale dei corpi idrici superficiali

La Direttiva 2000/60/CE, recepita con il Decreto Legislativo 152/2006 e s.m.i., individuava come obiettivi di qualità per i corpi idrici superficiali il raggiungimento dello *Stato Ecologico* e *Chimico* “buono” al dicembre 2015, concedendo la possibilità, per giustificate motivazioni, di una proroga temporale al raggiungimento e/o la deroga allo stato di qualità (art. 4 comma 4 e 5 della Direttiva). Per quanto riguarda i corsi d'acqua della Valdinievole, la Regione Toscana ha prorogato i tempi per il raggiungimento dello *Stato Ecologico* su quasi tutti i corpi idrici al 2021 o al 2027, mentre permane l'obiettivo *Chimico* “Buono” per tutti al 2021 o al 2027; per il MAS 144 è prevista la deroga a “Sufficiente” per lo *Stato Ecologico*.

Lo *Stato Ecologico* di un corpo idrico è determinato dai risultati ottenuti dai seguenti elementi di qualità rilevati nel triennio/sessennio di riferimento:

- 1) gli Elementi di Qualità Biologica (Macrobenthos, Diatomee, Macrofite e, qualora applicata, fauna ittica);
- 2) il LIMeco (“nutrienti” e percentuale di ossigeno);
- 3) le sostanze della Tab 1/B del D.M. 260/10.

Per il Macrobenthos, le Diatomee, le Macrofite e la Fauna Ittica la classificazione si effettua sulla base del valore di Rapporto di Qualità Ecologica (RQE), ossia del rapporto tra il valore dell'indice biologico osservato e il valore dello stesso indice corrispondente alle condizioni di riferimento, ovvero le condizioni che si ritrovano nei corpi idrici di quel "tipo" considerati inalterati. La qualità per gli EQB e il LIMeco (Tab 3), espressa in cinque classi, può variare da "Elevato" (valori prossimi a 1) a "Cattivo" (valori vicini a 0), mentre per le sostanze della Tab 1/B del D.M. 260/10 lo stato di qualità può risultare "Sufficiente" (1 o più sostanze oltre i limiti definiti), "Buono" (1 o più sostanze presenti ma in concentrazione entro i limiti) e "Elevato" (tutte le sostanze in concentrazione minore della soglia di quantificazione).

Elemento di qualità	Stato Ecologico				
	Elevato	Buono	Sufficiente	Scarso	Cattivo
Macrobenthos	Elevato	Buono	Sufficiente	Scarso	Cattivo
Macrofite	Elevato	Buono	Sufficiente	Scarso	Cattivo
Diatomee	Elevato	Buono	Sufficiente	Scarso	Cattivo
LIMeco	Elevato	Buono	Sufficiente	Scarso	Cattivo
Tab 1/B	Elevato	Buono	Sufficiente	----	----

Tab 3: classi di qualità per gli elementi di qualità che determinano lo Stato Ecologico

Lo *Stato Ecologico* di un corpo idrico è determinato dal peggiore dei risultati ottenuti fra gli elementi di qualità di cui alla Tab. 3 rilevati entro un triennio o, qualora il monitoraggio venga svolto 1 volta in 6 anni, un sessennio.

Alle sostanze presenti nella Tab 1/B appartengono anche alcuni diffusi pesticidi o suoi derivati quali il glifosate e l'AMPA. Su tali parametri si vuole evidenziare che ARPAT è una delle poche realtà a livello nazionale a determinare queste sostanze. Le difficoltà legate alla complessità del metodo analitico richiedono alla struttura laboratoristica, un rilevante sforzo quali-quantitativo, in termini di apparecchiature, reagenti e personale. Per tale motivo ARPAT ha dovuto necessariamente contingentare le determinazioni annue possibili per AMPA e glifosate e operare una scelta selettiva dei punti dove analizzare i due parametri sulla base dell'analisi delle pressioni e in base a criteri di rotazione tra punti di monitoraggio. Ciò ne consegue che non in tutti i corpi idrici è possibile monitorare costantemente negli anni queste due sostanze.

Allo *Stato Chimico* viene assegnato il giudizio "Buono" se nel triennio tutti i parametri contenuti nella Tab 1/A dell'Allegato 1 del D lgs 152/06 e s.m.i. soddisfano gli Standard di Qualità Ambientale in concentrazione Media Annuale (SQA-MA) e quelli in Concentrazione Massima Ammissibile (SQA-CMA), "Non Buono" se anche 1 solo dei parametri non soddisfa lo SQA-MA o lo SQA-CMA.

Per i parametri detti "nutrienti" (fosforo, azoto nitrico e azoto ammoniacale) e per l'ossigeno, oltre che calcolare il valore del LIMeco, si è cercato di valutare l'andamento nel tempo di queste sostanze. A tale scopo è stata considerata la media delle concentrazioni rilevate in ciascun anno nel periodo 2002-2019 o, in alcuni casi, per periodi più brevi, mentre per l'ossigeno è stata calcolata la media degli scostamenti dalla percentuale di saturazione (100 meno la percentuale di saturazione rilevata,

espressa in valore assoluto). Tali valori di concentrazione/saturazione sono stati poi comparati con i limiti fra i vari livelli riportati nella tabella per il calcolo del LIMeco per i corsi d'acqua di cui al D.M. 260/10 (Tab. 4).

	Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
<b>Parametro</b>					
<b>100- O<sub>2</sub> % sat.</b>	≤ 10	≤  20	≤  40	≤  80	>  80
<b>N - NH<sub>4</sub> mg/L</b>	< 0,03	≤ 0,06	≤ 0,12	≤0,24	>0,24
<b>N – NO<sub>3</sub> mg/L</b>	< 0,6	≤1,2	≤2,4	≤4,8	>4,8
<b>Fosforo totale mg/L</b>	<0,05	≤0,1	≤0,2	≤0,4	>0,4
<b>Punteggio</b>	1	0,5	0,25	0,125	0

Tab. 4.1.2/a D.M.260/2010

Tab 4: i valori di riferimento per il calcolo del LIMeco del DM 260/2010

In definitiva la tabella mostra che per basse concentrazioni dei parametri considerati (scostamenti dalla saturazione per quanto riguarda l'ossigeno), si hanno livelli ambientali prossimi a quelli di fondo naturale (livello 1), mentre valori ricadenti nei livelli superiori (fino al 5) indicano un crescente apporto di sostanze (per quanto riguarda l'ossigeno, eccessivo consumo/produzione da parte degli organismi acquatici).

Un altro sistema di valutazione per i corsi d'acqua previsto dal DM 260/10 è rappresentato dalla metodica IDRAIM<sup>6</sup>.

Il *pool* di metodi biologici da applicare in ciascuna stazione viene selezionato sulla base delle pressioni che agiscono su quel corpo idrico, per cui non in tutte le stazioni vengono applicati gli stessi indici. Riguardo alla frequenza, anch'essa viene definita in base alle risultanze dell'analisi delle pressioni sul corpo idrico e sui risultati scaturiti gli anni precedenti. Di norma le frequenze variano da 1 anno per i corpi idrici a maggior rischio di non raggiungere gli obiettivi di qualità, a tre anni (quelle con rischi medi), a 6 anni per i corpi idrici non a rischio di raggiungere gli obiettivi di qualità.

### Il carico annuale di azoto e fosforo

Una parte delle elaborazioni fatte nella presente relazione ha riguardato il calcolo della quantità di azoto e fosforo che transitano in alcuni punti della rete di monitoraggio nel corso di un anno. La formula di riferimento per eseguire questo tipo di stime è riportata nelle HARP Guideline (Harmonised Quantification and Reporting Procedures for Nutrients): se sono note le portate giornaliere annue in una data sezione (es: di un corso d'acqua o dello scarico di un depuratore), è possibile, a partire dalle concentrazioni della sostanza X rilevata in quel punto, avere una stima del

<sup>6</sup> Ulteriori dettagli sulla metodica IDRAIM nella relazione "Evoluzione dell'impatto del sistema depurativo della Valdinievole sui corpi idrici superficiali nel comprensorio del Padule di Fucecchio" - Anno 2018

carico annuale di quella sostanza in quella sezione (Fig 3).

$$Ly = \frac{Q_d}{Q_{Meas}} \cdot \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_i \cdot Q_i \cdot U_f \right)$$

Dove :

- Ly := carico annuale (t/anno)
- Qd := media aritmetica su base annuale delle portate giornaliere (m3/s)
- Qmeas := media aritmetica delle portate giornaliere rilevate in concomitanza con la misurazione concentrazione della sostanza (m3/s)
- Ci := concentrazione della sostanza (mg/l)
- Qi := portata giornaliera misurata in concomitanza con la concentrazione della sostanza (m3/s)
- Per semplificare la formula si propone di considerare sempre  $U_f = 1$
- n := numero dei monitoraggi di concentrazione della sostanza effettuati durante il periodo in esame

Fig 3: formula per il calcolo del carico annuale di una sostanza

Il carico annuale rilevato in un corso d'acqua è, a sua volta, il risultato della somma di quello proveniente da più fonti (origine antropica, naturale e scarichi puntuali), al quale deve essere tolta la frazione di sostanza che si è trasformata nel corso d'acqua per sedimentazione, trasformazione, etc. (Fig 4)

$$Ly = LO_d + D_p + LO_b - R$$

Dove:

- LO<sub>d</sub> := carico diffuso della sostanza di origine antropica
- LO<sub>b</sub> := carico diffuso della sostanza di origine naturale
- D<sub>p</sub> := carico dovuto a scarichi puntuali
- R := carico dovuto a fenomeni di ritenzione della sostanza (sedimentazione, adesione a substrato, trasformazione chimica, etc..).

Fig 4: vari elementi che compongono il carico annuale di una sostanza

Le valutazioni che seguono (Tab. 5, 6 e 7) sono state fatte sul canale emissario del Padule di Fucecchio (canale dell'Usciana presso la stazione idrometrica di Cavallaia, corrispondente al MAS 144) e sugli scarichi dei 3 principali depuratori della Valdinievole (Intercomunale, Pescia capoluogo e Traversagna, per circa 90.000 A.E.), compiendo poi una stima per quantificare il carico proveniente dagli scarichi degli altri depuratori (circa 30.000 A.E.).

Le Harp Guideline parlano di almeno 12 valori di concentrazione determinati in un anno. Purtroppo i dati per avere una stima affidabile sono molto pochi: si va dai 6 dati annui di concentrazione per il canale dell'Usciana (ma con portate annue incomplete e, talvolta, poco affidabili), agli 1-4 dati annui per i 3 principali depuratori. Per tale motivo le stime dei carichi annuali, sia del canale dell'Usciana, ma ancor più degli scarichi dei depuratori, sono da ritenersi indicative.

Nel caso in esame le valutazioni riguardano gli anni con un maggior numero di dati a disposizione, ovvero il 2015, il 2018 e il 2019.

Date queste premesse, si rileva che nel 2015 gli impianti di depurazione della Valdinievole

apportavano nel canale dell'Usciana poco più di un terzo della quantità totale di azoto e fosforo (Tab 5). I restanti due terzi erano da attribuire ad un'origine antropica (agricoltura, allevamento, florovivaismo, scarichi depurati o non depurati privati) e naturale (organismi vegetali e animali acquatici o che comunque entrano a far parte dell'ecosistema acquatico, come foglie, legname, vegetazione tagliata).

<b>2015</b>	<b>Depuratori</b>	<b>Usciana</b>
Fosforo (t/anno)	20,8	59
Azoto (t/anno)	167,9	492,3

*Tab. 5: stima della quantità di fosforo e azoto che sono transitati nel canale dell'Usciana nel 2015 e apporto dai depuratori nel medesimo anno*

Un'altra stima operata con i dati 2018, e con gli stessi limiti di affidabilità sopra riportati, indica che la depurazione apporta quasi la metà del fosforo che transita in un anno nel canale dell'Usciana, e circa il 24 % di azoto (Tab 6). E' da considerare, tuttavia, che una significativa quantità di fosforo e di azoto scaricata nei corsi d'acqua dai depuratori subisce fenomeni di sedimentazione/trasformazione chimica entro il bacino palustre di Fucecchio. Gli ioni fosfato ( $PO_4$ ) sono catturati dagli organismi vegetali del cratere palustre (organicati), per poi divenire fosforo inorganico alla loro morte ed entrare a far parte dei sedimenti. Anche l'azoto subisce delle trasformazioni nell'ambiente palustre, come la nitrificazione, la denitrificazione e l'emissione di azoto gassoso in atmosfera. La quantità di azoto e fosforo che si "trasforma" nel Padule rappresenta la variabile R di cui alla formula indicata in Fig 4.

<b>2018</b>	<b>Depuratori</b>	<b>Usciana</b>
Fosforo (t/anno)	34,2	77,3
Azoto (t/anno)	144,1	598,9

*Tab. 6: stima della quantità di fosforo e azoto che sono transitati nel canale dell'Usciana nel 2018 e apporto dai depuratori nel medesimo anno*

Anche il 2019, purtroppo, presenta dei dati di portata incompleti del canale dell'Usciana che ha richiesto una ricostruzione dei dati mancanti (Tab 7). I dati degli scarichi dei depuratori sono estremamente pochi, per cui il relativo dato di flusso di azoto e fosforo ricavato è indicativo. Ciò premesso si rileva che la depurazione apporta circa il 21% sia di fosforo che di azoto che transita nel MAS 144.

2019	Depuratori	Usciana
Fosforo (t/anno)	23,2	110,3
Azoto (t/anno)	205,8	944,8

Tab. 7: stima della quantità di fosforo e azoto che sono transitati nel canale dell'Usciana nel 2019 e apporto dai depuratori nel medesimo anno

### **La classificazione dei MAS della Valdinievole nel triennio 2016-2018, gli esiti del monitoraggio 2019 e analisi del trend dei nutrienti e dell'ossigeno**

Il monitoraggio del 2018 ha rappresentato l'ultimo anno del triennio 2016-2018 e ha permesso, quindi, di classificare lo *Stato Ecologico* e *Chimico* dei corpi idrici monitorati. Tale triennio è l'ultimo prima del triennio 2019-2021 con la quale si presenteranno le scadenze per il raggiungimento degli obiettivi definiti dalla Direttiva per la maggior parte dei corpi idrici della Valdinievole.

Soltanto in alcune stazioni di monitoraggio sono state applicate nel 2019 le metodologie degli elementi di qualità per definire lo *Stato Ecologico*. Tali dati corrispondono al primo anno di monitoraggio del triennio 2019-2021.

#### **MAS 140 - Pescia di Collodi, Ponte Settepassi e MAS 142 – Nievole valle, Ponte del Porto**

Le due stazioni sono presentate insieme in quanto manifestano un andamento delle sostanze simile. L'analisi dei dati dal 2002 al 2019 mostra che il torrente Nievole (MAS 142) e il torrente Pescia di Collodi (MAS 140) convogliano acque di discreta qualità nell'area del Padule di Fucecchio (Fig.5). Le medie annuali dei nutrienti per ambedue i punti di MAS ricadrebbero, in particolare negli ultimi anni, quasi sempre nei livelli 1, 2 e 3 della tabella LIMeco per tutti e 3 i parametri di "nutrienti" presi in considerazione.

In generale per ambedue i punti di monitoraggio si rileva una tendenza alla diminuzione della concentrazione media nel periodo 2002-2019 per fosforo e azoto ammoniacale, mentre per l'azoto nitrico si nota un incremento netto nel periodo 2012-2019 che, tenuto conto delle fonti di pressione in questi tratti, potrebbe dipendere da variazioni delle pratiche agricole nella zona. La media di azoto nitrico del MAS 142 nel lasso di tempo 02-11, infatti, è sensibilmente inferiore rispetto alla stessa media nel periodo 12-19 (0,47 mg/l contro 1,59 mg/l). Se poi si pensa di suddividere la stagione idrologica in una stagione di morbida (novembre-aprile) e in una di magra (maggio-ottobre) e si mediano i dati rilevati sempre nel periodo 12-19, si evidenzia un valore nettamente superiore nel periodo di morbida (2,61 mg/l di N-NO<sub>3</sub>) rispetto al periodo di magra (0,52 mg/l di N-NO<sub>3</sub>). Tale risultanza può essere dovuta all'effetto dilavamento dei terreni operato dalle acque meteoriche, che è certamente più intenso nel periodo novembre-aprile, ed alla più alta concentrazione di ossigeno nelle acque dal tardo autunno alla primavera che favorisce la formazione di azoto nitrico, invece che di azoto ammoniacale. Ulteriori dettagli sull'argomento si possono trovare nel paragrafo "**Stagionalità**

*dei nutrienti”.*

L'azoto ammoniacale dal 2013 appartiene sempre al livello 1 o 2 del LIMeco in ambedue i punti, . Il fosforo dal 2011 ha registrato valori appartenenti sempre ai livelli 1 e 2 nel MAS 142 e valori 2 e 3 nel MAS 140. Nel periodo 12-18 l'azoto nitrico appartiene ai livelli 1-2 per il MAS 140 e livelli 2-3 nel MAS 142 con una punta di livello 4 nell'anno 2013 in quest'ultimo punto di monitoraggio.

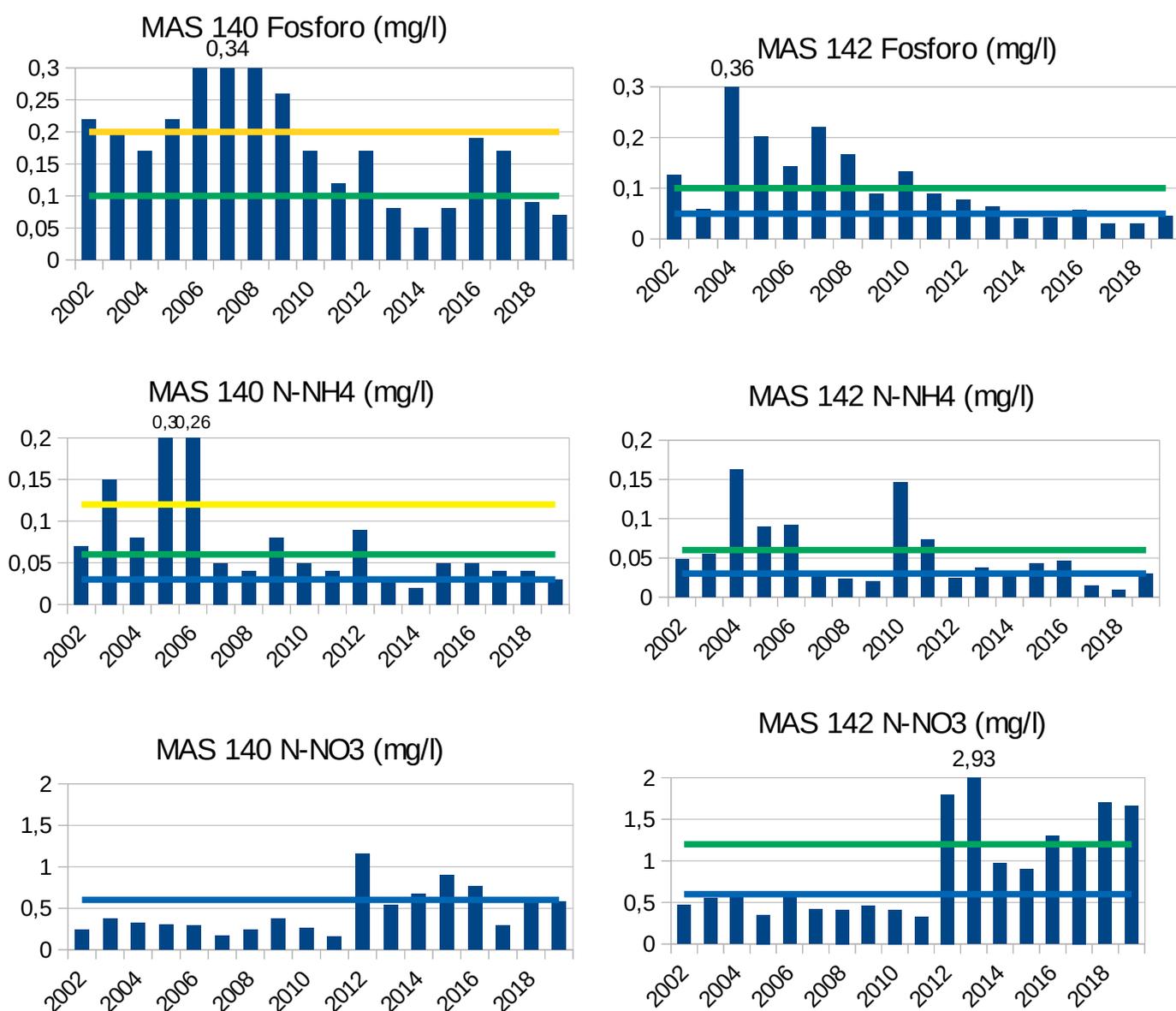


Fig 5: media 2002-2019 per i parametri fosforo, azoto ammoniacale e azoto nitrico nei MAS 140 e 142. Le linee colorate rappresentano il limite al di sotto del quale la media del parametro appartiene ad un determinato livello del LIMeco e possono dare un'idea della distanza dall'obiettivo di qualità per ogni parametro dei nutrienti. I limiti di classe, ovvero le linee colorate, non sono sempre state riportate tutte nei grafici, ma sono mostrate solo quelle più significative per l'interpretazione dei dati.

Sia sul MAS 140 che sul MAS 142 alcune delle metodiche relative agli indici biologici, capaci di fornire elementi interpretativi importanti, sono state applicate annualmente dal 2016 al 2019 sulla base dell'aggiornamento delle pressioni e dei risultati del sessennio precedente. La normativa, purtroppo, non dà alcuna indicazione su come elaborare i dati biologici rilevati più volte in un triennio di classificazione, per cui si è proceduto a compiere una media del Rapporto di Qualità Ecologica (RQE) ricavato in ciascuno dei tre anni di monitoraggio 16-18. Nel caso in cui, invece, la metodica sia stata applicata una sola volta nell'ambito di un triennio, il valore di RQE ottenuto

nell'anno è quello valido per la classificazione del triennio.

Gli indici relativi agli elementi di qualità biologici registrano per il MAS 140 valori prossimi all'obiettivo fissato dalla DGRT 1188/2015 (*Stato Ecologico* "Buono" al 2021); solo il Rapporto di Qualità Ecologica dei macroinvertebrati presenta valori un po' più distanti dall'obiettivo di qualità per il MAS 140 (Fig. 6).

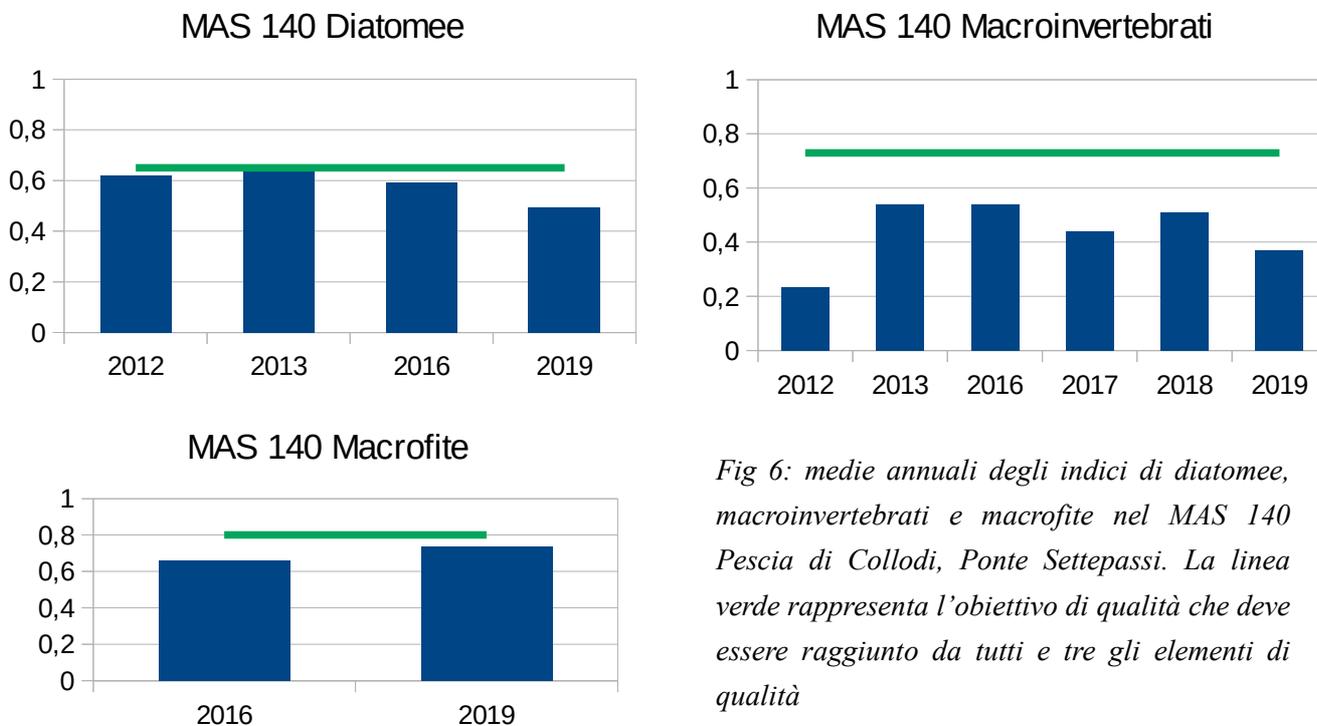


Fig 6: medie annuali degli indici di diatomee, macroinvertebrati e macrofite nel MAS 140 Pesca di Collodi, Ponte Settepassi. La linea verde rappresenta l'obiettivo di qualità che deve essere raggiunto da tutti e tre gli elementi di qualità

Nel caso del MAS 142 lo stato di qualità per i macroinvertebrati mostra una tendenza all'aumento nel triennio 16-18, con valori sempre più prossimi all'obiettivo di qualità (*Stato Ecologico* "Buono" al 2021), ma l'indice ha fatto registrare una leggera flessione nel 2019. Le diatomee hanno registrato dal 2013 dati prossimi o in linea con gli obiettivi prefissati, con valori costantemente in crescita (Fig. 7).

Sulla base dell'analisi delle pressioni, su questo corpo idrico non è prevista, al momento, l'applicazione della metodica delle macrofite.

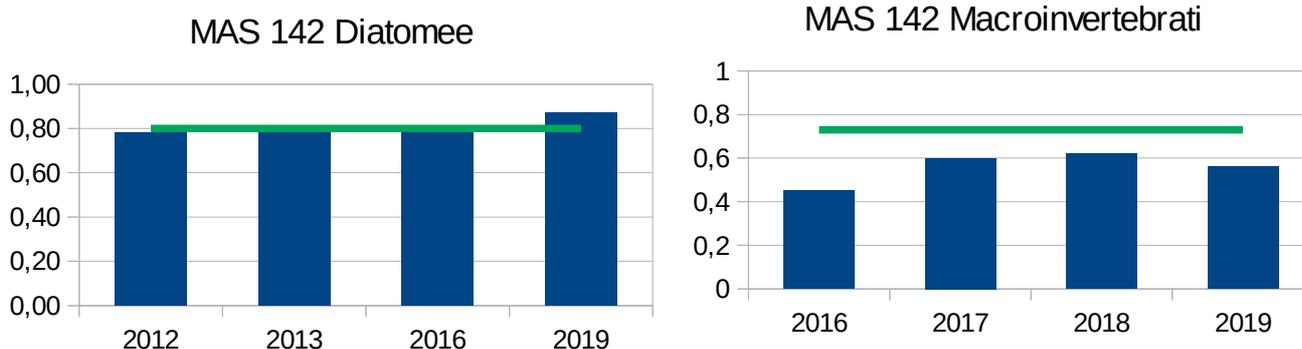


Fig 7: medie annuali degli indici di diatomee e macroinvertebrati nel MAS 142 Nievole valle, Ponte del Porto. La linea verde rappresenta l'obiettivo di qualità che deve essere raggiunto (nel caso del diatobenthos almeno mantenuto) da ambedue gli elementi di qualità

Operando, come precedentemente menzionato, la media del Rapporto di Qualità Ecologica (RQE) per i macroinvertebrati ricavato in ciascuno dei tre anni di monitoraggio 2016-18, si ottengono valori al di sotto degli obiettivi di qualità in tutte e due le stazioni (Tab. 8) e, quindi, la classificazione “Sufficiente” nel triennio 2016-18.

	Triennio 16-18	Obiettivo di qualità (2021)
<b>MAS 140</b>	0,50	Buono (0,73)
<b>MAS 142</b>	0,56	Buono (0,73)

Tab. 8: media dei singoli RQE del macrobenthos rilevati nel triennio 16-18 per i MAS 140 e MAS 142 e relativi obiettivi di qualità

Sul corpo idrico “torrente Pescia di Collodi valle” (MAS 140) nel 2016 è stato applicato anche l'indice IQM e questo ha reso un valore di 0,40 (“Scadente/Scarso”). In particolare l'applicazione dell'indice ha rilevato forti alterazioni nella funzionalità morfologica dell'alveo, l'assenza di vegetazione funzionale nella fascia perifluviale (praticamente solo erbacea) e la presenza di estese opere di artificializzazione (arginature, soglie, rimozione di sedimenti e materiale legnoso, variazione artificiale di tracciato). L'alterazione della naturalità di un corso d'acqua si associa spesso ad una banalizzazione dell'alveo, delle sponde e della fascia perifluviale e, in definitiva, ad un decadimento anche della qualità ecologica. L'estrema omogeneità degli habitat che si viene a costituire determina una ridotta possibilità di insediamento di comunità vegetali e animali acquatiche di pregio, per cui anche i relativi indici biologici che indagano proprio questi gruppi di organismi (in particolare indice macrofitico e indice macrobentonico) potrebbero difficilmente raggiungere gli obiettivi definiti per questo torrente, nonostante le buone condizioni chimico-fisiche delle acque.

Il LIMeco del triennio 2016-2018 si ricava dalla media dei tre LIMeco annuali (Tab. 9 e 10) e, per l'ultimo triennio, risulta aver raggiunto l'obiettivo “Buono” (MAS 140) o “Elevato” (MAS 142). Lo stato di qualità almeno “Buono” deve essere mantenuto anche nel prossimo, nonché ultimo, triennio di riferimento (2019-2021).

MAS 142 Nievole valle, Ponte del Porto

	LIMeco
2016	0,63
2017	0,75
2018	0,83
2019	0,65

Triennio 2016-2018	Obiettivo 2021
0,74	≥0,50

MAS 140 Pescia di Collodi, Ponte Settepassi

	LIMeco
2016	0,58
2017	0,61
2018	0,60
2019	0,67

Triennio 2016-2018	Obiettivo 2021
0,60	≥0,50

Tab. 9 e 10: LIMeco annuali nel periodo 2016-19 e media del triennio 2016-18 dei MAS 140 e MAS 142

Uno degli elementi di qualità che concorrono alla definizione dello *Stato Ecologico* è rappresentato dal rispetto degli SQA per le sostanze chimiche elencate nella Tab 1/B. Nel MAS 142 le sostanze appartenenti a queste tabella hanno rivelato concentrazioni al di sotto dello SQA-MA nel 2016, 2017 e 2018. Per il MAS 140, invece, nel 2017 e nel 2018 si è registrato il superamento dello SQA-MA per “Pesticidi totali”, nel 2016, 2017 e 2018 per “AMPA” e nel 2018 per il “glifosate” (Tab 11 e 12). Pertanto, ai fini dello *Stato Ecologico* l’elemento di qualità delle sostanze chimiche a sostegno (Tab 1/B) per il triennio 2016-2018 registra lo stato di qualità “Sufficiente” per il MAS 140 e “Buono” per il MAS 142.

MAS 140 Pescia di Collodi, Ponte Settepassi

	Tab 1/B (parametri non conformi)
2016	Sufficiente (AMPA)
2017	Sufficiente (AMPA e Pesticidi totali)
2018	Sufficiente (AMPA, glifosate e Pesticidi totali)
Obiettivo 2021	Buono

MAS 142 Nievole valle, Ponte del Porto

	Tab 1/B (parametri non conformi)
2016	Buono
2017	Elevato
2018	Buono
Obiettivo 2021	Buono

Tab. 11 e 12: risultati per l'elemento di qualità Tab 1/B per i punti di monitoraggio MAS 140 e MAS 142

Per quanto riguarda lo *Stato Chimico*, l'anno di monitoraggio 2016 nel MAS 142 e nel MAS 140 era risultato "Non Buono" per la presenza di valori oltre i limiti dello SQA-CMA per il mercurio (Hg) e per l'Esaclorobutadiene (Tab. 13 e 14). Nel 2017 e nel 2018 i parametri della Tab 1/A sono risultati sempre entro i limiti.

Lo *Stato Chimico* per il triennio 2016-18 è risultato, quindi, per ambedue i corpi idrici "Non Buono", mentre lo *Stato Ecologico* sarà "Sufficiente" (peggiore fra gli elementi di qualità ecologici) sia per il MAS 140 che per il MAS 142.

MAS 140	Stato Chimico	Stato Ecologico				
		Tab. 1/B	LIMeco	Macrobenthos	Diatomee	Macrofite
Triennio 16/18	NON BUONO	SUFFICIENTE	BUONO	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE

MAS 142	Stato Chimico	Stato Ecologico			
		Tab. 1/B	LIMeco	Macrobenthos	Diatomee
Triennio 16/18	NON BUONO	BUONO	ELEVATO	SUFFICIENTE	BUONO

Tab. 13 e 14: sintesi dei risultati del triennio 2016-18 per i MAS 140 e MAS 142

Nel 2019 non sono stati registrati superamenti degli standard di qualità ambientale per nessuno dei parametri della Tab 1/A, sia per il MAS 140 che per il MAS 142.

#### MAS 141 – Nievole, Forrabuia

Il MAS 141 rappresenta il miglior punto di monitoraggio delle acque superficiali della Valdinievole. Gli elementi di qualità che definiscono lo *Stato Ecologico* (Tab 1/B, LIMeco, Macrobenthos e Diatomee) e quello *Chimico* hanno fatto rilevare tutti valori appartenenti almeno alla classe “Buono” (Tab 15).

Ai fini della classificazione per il triennio 16-18 lo *Stato Chimico* è risultato “Buono”, così come lo *Stato Ecologico*, in quanto per quest’ultimo si considera il peggiore tra gli elementi di qualità che lo compongono (nel presente caso la Tab 1/B).

MAS 142	Stato Chimico	Stato Ecologico			
		Tab. 1/B	LIMeco	Macrobenthos	Diatomee
Triennio 16/18	<sup>7</sup> BUONO	BUONO	ELEVATO	ELEVATO	ELEVATO

Tab. 15: sintesi dei risultati del triennio 2016-18 per il MAS 141

Riguardo ai nutrienti, i dati rilevati dal 2002 sono pressoché sempre stati al di sotto della soglia di rilevanza per azoto ammoniacale e fosforo (grafici non presentati).

Per l’azoto nitrico (Fig 8), invece, i valori medi 02-19 variano dal livello 1 (anni 02, 03 e 06-09) al livello 3 (periodo 10-19); appare di rilievo il sensibile aumento dei valori dall’anno 2010, con concentrazione media che da 0,50 mg/l nel periodo 02-09, passa a valori medi di 1,54 mg/l dal 2010

<sup>7</sup> Per lo Stato Chimico la normativa richiede di associare al giudizio “Buono” il colore blu

al 2019. Andando poi ad analizzare i valori medi dei periodi di magra-morbida negli anni dal 2012 al 2019, come fatto per il MAS 142, si ottengono valori simili per le due stagioni idrologiche (1,59 mg/l nel lasso di tempo novembre-aprile, 1,52 mg/l tra maggio e ottobre). Ciò sembra indicare che nel bacino idrografico a monte del punto di monitoraggio si sia verificato tra il 2009 e il 2010 una qualche forma di utilizzo del territorio che ha determinato un improvviso incremento e costante apporto di nitrati.

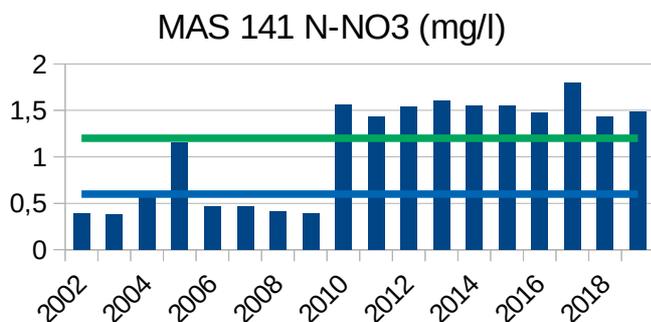


Fig 8: livelli medi di N-NO<sub>3</sub> nel periodo 2002-2018. Da notare il significativo incremento dal 2010

#### **MAS 510A - Cessana, Carpinocchio**

Il monitoraggio sul torrente Cessana è stato implementato a partire dal 2012, in seguito alla sostituzione del punto di campionamento posto sul torrente Borra presso la località Le Molina, che, pur appartenendo allo stesso raggruppamento, non era ritenuto significativo per valutare le pressioni che incidono sui corsi d'acqua di questo gruppo. Ritenendo i campionamenti dell'anno 2012 poco significativi per compiere delle valutazioni, in quanto effettuati per lo più nel periodo di magra, e non essendo stato fatto il monitoraggio nel 2013, si analizzeranno solo i dati dal 2014 in poi.

Tutti e tre i parametri dei nutrienti presentano valori di concentrazione media piuttosto alti (Fig 9), tali da non permettere attualmente il raggiungimento dell'obiettivo specifico per questo corpo idrico (proroga allo *Stato Ecologico* "Buono" al 2027). Il dato registrato nel 2016 è in realtà riferito ad un solo campionamento, svolto peraltro nel mese di marzo e, quindi, in condizione di morbida del corso d'acqua, per cui è da ritenersi non significativo; per tale motivo non è stato considerato e commentato nell'analisi dei *trend* per tutti e 4 i parametri.

Il fosforo registra sempre valori estremamente alti (livello 5 della tabella LIMeco); l'azoto ammoniacale livello 4 nel 2018 e 5 negli altri anni; l'azoto nitrico livello 4 in tutti gli anni di campionamento (valori compresi tra 2,4 e 4,8 mg/l). Per l'ossigeno si rileva che su 41 valori misurati nel periodo 14-19 soltanto tre superavano il valore di 100 % in tasso di saturazione. Tale fatto indica una consistente e continua presenza di sostanza organica nel corso d'acqua, la cui degradazione richiede un elevato consumo dell'ossigeno disciolto. Lo scostamento annuale medio dal tasso di saturazione ricade nel livello 2 nel 2014 e nel 2018, e nel livello 3 negli altri anni.

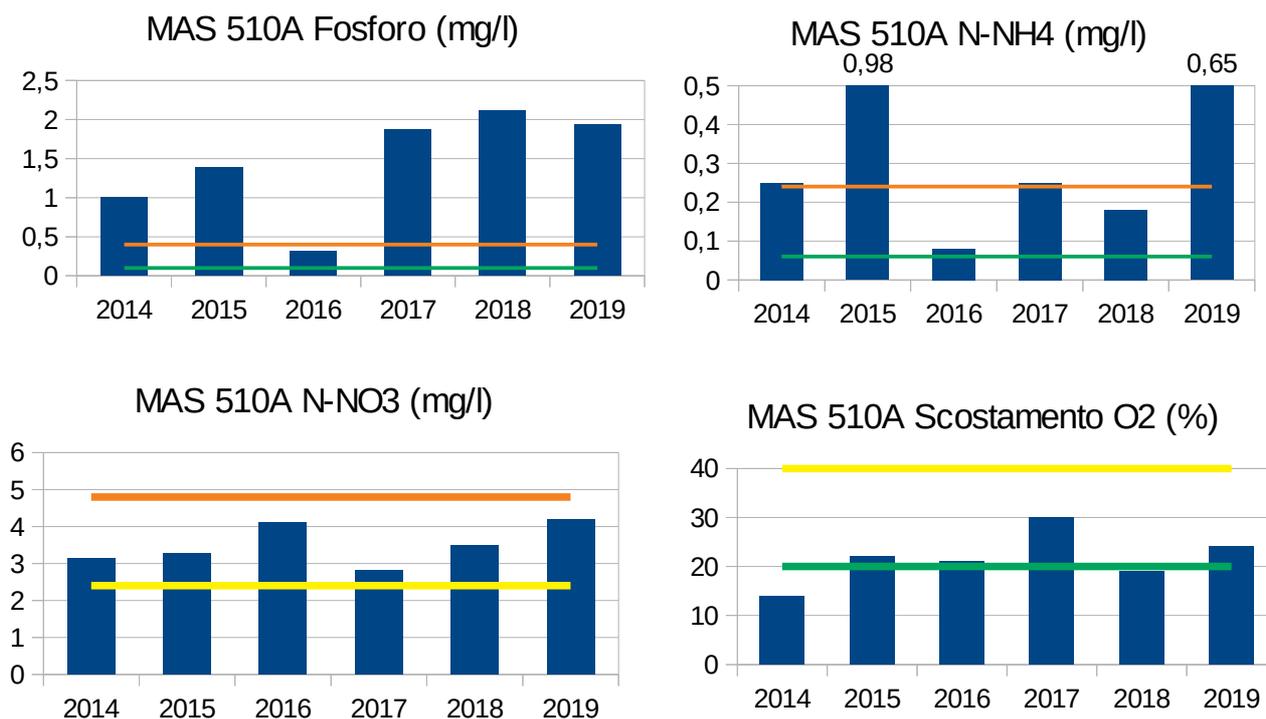


Fig 9: tutti e tre i parametri “nutrienti” registrano medie annuali al di sopra dell’obiettivo di qualità (linea verde). Anche lo scostamento del tasso di saturazione dell’ossigeno indica impatti rilevanti sul corso d’acqua

Interessante è commentare un evento che si è verificato nel luglio 2017. Fra il 24 e il 28 luglio 2017 sul torrente Cessana, in località Carpinocchio, sono state eseguite tre misurazioni del livello di saturazione dell’ossigeno disciolto (Tab 16). Se la misurazione del 24 luglio alle ore 10,00 si presentava in linea con le precedenti (60 %), non altrettanto si può dire del rilevamento del 27 luglio alle 10,00 (4 %). Per tale motivo il giorno 28 luglio alle 11,50 è stata ripetuta la misurazione dell’ossigeno disciolto che ha confermato il livello quasi anossico delle acque del torrente (10 %). Tale evento potrebbe essere dovuto al taglio della vegetazione spondale e in alveo che era stato effettuato tra il giorno 24 e 27. La vegetazione, per lo più erbacea, era stata rilasciata nel torrente Cessana, cosicché aveva costituito uno strato galleggiante sulla superficie dell’acqua. Le condizioni di elevato carico organico cui è sottoposto il corso d’acqua, insieme all’impossibilità di compiere scambi gassosi con l’atmosfera, impediti dallo strato erbaceo galleggiante, potrebbero essere il motivo che giustifica tali valori.

Livello di saturazione (%)	Data
60	24/07/2017
4	27/07/2017
10	28/07/2017

Tab 16: valori del livello di saturazione dell'ossigeno rilevati nel torrente Cessana fra il 24 e il 28 luglio 2017

Per gli elementi di qualità biologici si rilevano valori sempre al di sotto dell'obiettivo (*Stato Ecologico* "Buono" al 2027), con RQE medi piuttosto bassi in particolar modo per il macrobenthos (Fig. 10). Tutti e tre gli indici biologici saranno di nuovo applicati nel 2020.

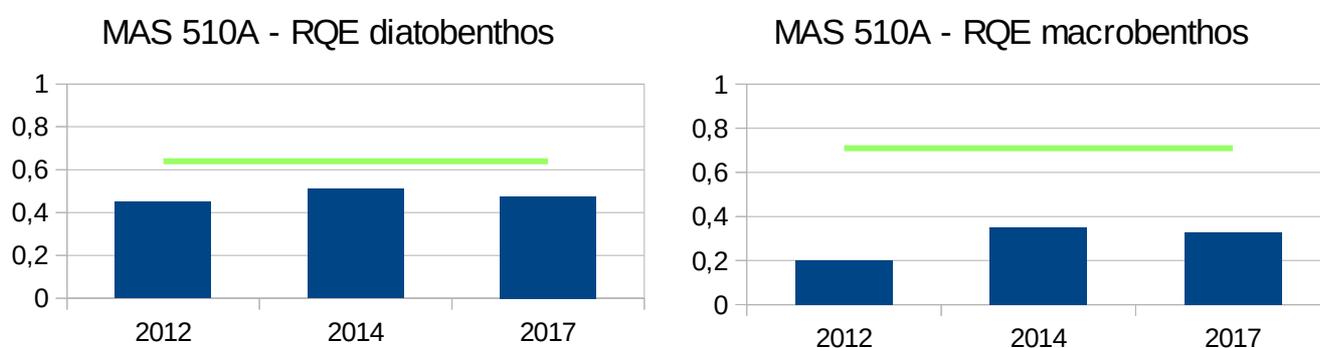


Fig 10: medie annuali degli indici di diatobenthos, macrobenthos e macrofite nel MAS 510A Cessana, Carpinocchio. La linea o la cella verde rappresentano l'obiettivo di qualità che deve essere raggiunto da tutti e tre gli elementi di qualità entro l'anno 2027

MAS 510A, Cessana Carpinocchio – RQE Macrofite

Anno	RQE	Obiettivo al 2027
2017	0,64	Buono ( $\geq 0,80$ )

Il LIMeco presenta nel triennio 2016-18 valori sensibilmente lontani dall'obiettivo di qualità (stato "Scarso" con obiettivo "Buono" al 2027). Il valore LIMeco del 2019 si presenta addirittura peggiore degli anni precedenti (stato di qualità "Cattivo") con un *trend* quadriennale in costante peggioramento (Tab 17). La proroga temporale per il raggiungimento dell'obiettivo al 2027 permette, comunque, di ritenere possibile perseguire lo stato di qualità "Buono".

	LIMeco
2016	0,38
2017	0,35
2018	0,20
2019	0,13

Triennio 2016/2018	Obiettivo 2027
0,31	≥0,50

Tab. 17: sintesi del LIMeco nel periodo 2016-19 e media del triennio 2016-18 per il MAS 510A

Sulla base delle risultanze dell'analisi delle pressioni e dei relativi impatti associati, su questo corso d'acqua sono state eseguite le analisi chimiche della maggior parte dei parametri della Tab 1/B e della Tab 1/A con cicli sessennali. Per tale ragione l'ultimo set completo di rilevamento è stato eseguito nel sessennio 2010-2015. Riguardo al presente sessennio (2016-2021), negli anni 2017 e 2018 sono stati analizzati solamente i metalli e il nonilfenolo, per la Tab 1/A, e le sostanze aromatiche della Tab 1/B: tutti questi parametri hanno fatto registrare valori in linea con gli obiettivi di qualità. Tutte le sostanze appartenenti alla Tab 1/B e alla Tab 1/A saranno di nuovo analizzate nel 2020.

Il rispetto dei limiti definiti nelle Tab 1/A e Tab 1/B dell'Allegato 1 del D lgs 152/06 e s.m.i. ha fatto registrare per questi elementi di qualità il giudizio "Buono" nel triennio 2016-2018 e, pertanto, in tale triennio lo SQA-MA per la Tab 1/B e lo *Stato Chimico* sono risultati "Buono" (Tab. 18). Lo *Stato Ecologico* nel triennio 2016-18 è "Scarso".

Nel 2019, primo anno del triennio 19-21, tutti i parametri della Tab 1/A hanno rispettato lo standard di qualità ambientale.

MAS 510 A	Stato Chimico	Stato Ecologico				
		Tab. 1/B	LIMeco	Macrobenthos	Macrofite	Diatomee
Triennio 16/18	BUONO	BUONO	SCARSO	SCARSO	SCARSO	SCARSO

Tab. 18: sintesi dei risultati dello Stato Chimico ed Ecologico nel triennio 2016-18 per il MAS 510A

Come per molti altri corsi d'acqua della Valdinievole anche il torrente Cessana necessita di interventi sostanziosi per perseguire l'obiettivo del "Buono" *Stato Ecologico*, anche se per questo corso

d'acqua è prevista la proroga per il raggiungimento al 2027. L'elevata quantità di nutrienti e sostanza organica presenti nel torrente Cessana e la gestione che viene fatta delle sponde e dell'alveo non permettono, allo stato attuale, di registrare indici prossimi all'obiettivo per tutti gli elementi di qualità biologici e per il LIMeco.

### MAS 2011 Pesca di Pesca, Ponte alla Guardia

I dati dei nutrienti relativi alle annate 2013 e 2016 (Fig. 11) sono da ritenersi poco significativi, in quanto rappresentati da un unico valore annuo. Anche i valori medi degli anni 2007 e 2012 sono da considerarsi poco rappresentativi della realtà annua dello stato dei nutrienti, essendo stati svolti i campionamenti per lo più nel periodo di magra del corso d'acqua. Gli altri dati testimoniano una concentrazione di fosforo e azoto ammoniacale importanti negli anni 2015, 2017 e 2018. Si presenta assai migliore il dato medio del 2019 per ambedue i parametri (livello 4 della tabella LIMeco per il fosforo, livello 5 per l'azoto ammoniacale), anche se con valori ancora decisamente alti. L'azoto nitrico, invece, appare con medie annuali più in linea con gli obiettivi ma con tendenza in aumento nel periodo analizzato e con concentrazione media di livello 2 della tabella del LIMeco dal 2014 (ad esclusione dell'anno 2017 che si presenta in livello 3). Lo scostamento medio annuale di ossigeno ricadrebbe nel livello 1 (2014 e 2019), livello 3 (2009, 2011, 2012 e 2017) e livello 2 (resto degli anni).

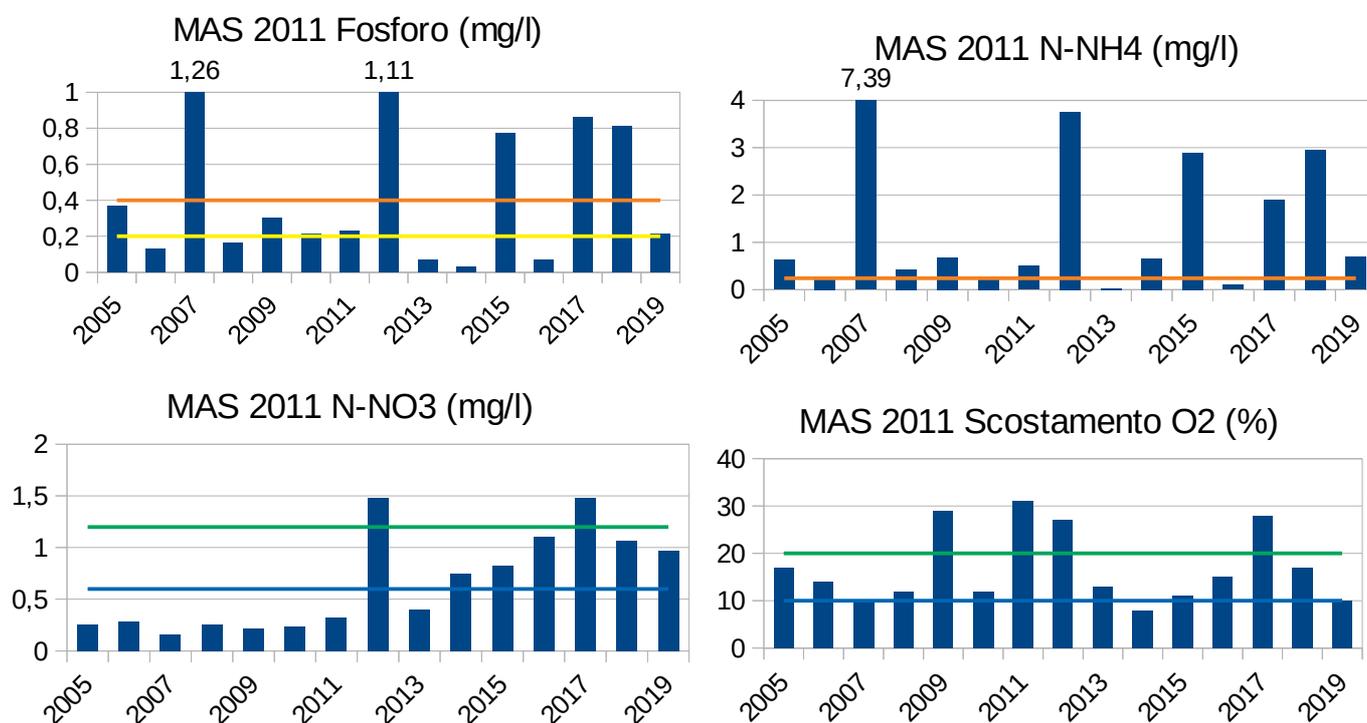


Fig 11: medie annuali dei parametri N-NH<sub>4</sub>, fosforo, N-NO<sub>3</sub> e ossigeno. La linea verde rappresenta il limite dell'obiettivo di qualità corrispondente al livello "Buono" della tabella LIMeco. La linea blu è il livello

“Elevato”

Tutti i parametri biologici hanno fatto registrare nel triennio 16-18 valori al di sotto dell’obiettivo di qualità (Tab 19). Se per le diatomee il raggiungimento dello stato di qualità “Buono” al 2027 appare possibile, per le macrofite acquatiche e, in particolare, per il macrobenthos l’obiettivo si presenta ancora lontano. Su questo corpo idrico non sono stati applicati gli indici biologici nel 2019.

Nel 2018 sul torrente Pescia di Pescia è stato applicato anche l’indice IQM, il quale ha registrato un valore estremamente basso (0,18 - classe di qualità “Pessimo o Cattivo”), evidenziando seri problemi di funzionalità fluviale ed estese artificializzazioni del corso d’acqua. In definitiva **appare piuttosto improbabile che delle comunità macrobentoniche e macrofite diversificate e di buon valore ecologico possano insediarsi in un ambiente fluviale così alterato, ciononostante si ipotizzi di raggiungere una buona qualità chimico-fisica delle acque.**

	Risultato triennio 2016-2018	Obiettivo di qualità (2027)
Macrobenthos	0,31 (Scarso)	Buono (0,73)
Macrofite	0,57 (Scarso)	Buono (0,80)
Diatomee	0,56 (Sufficiente)	Buono (0,65)

Tab. 19: sintesi dei risultati dei parametri biologici nel triennio 2016-18 per il MAS 2011 e relativi obiettivi di qualità

I valori di LIMeco tra il 2016 e il-2019 ha manifestato una forte variabilità (Tab 20). La media del triennio 16-18 risulta essere 0,41 e la relativa classe di qualità che ne diviene è “Sufficiente”. Essendo l’obiettivo di qualità lo stato “Buono” al 2027 sono necessari ulteriori sforzi per diminuire la quantità di nutrienti presenti nel corso d’acqua.

	LIMeco
2016	0,56
2017	0,24
2018	0,42
2019	0,42

Triennio 2016-2018	Obiettivo 2027
0,41	≥0,50

Tab. 20: sintesi dei risultati del LIMeco nel periodo 2016-19 e media del triennio 2016-18

Il rispetto degli SQA per le sostanze chimiche della Tab 1/A e Tab 1/B dell'Allegato 1 del D lgs 152/06 e s.m.i. avevano fatto registrare per ambedue questi elementi di qualità il giudizio “Buono” sia nel 2016 che nel 2017; per lo *Stato Chimico* (Tab 1/A) lo standard di qualità è stato confermato anche per il 2018, mentre per l'elemento di qualità Tab 1/B, essendo stati analizzati AMPA e glifosate per la prima volta su questo corso d'acqua nel 2018, non sono stati rispettati gli SQA-MA, per cui lo stato è risultato “Sufficiente”. Tali sostanze hanno inoltre contribuito a far superare i limiti di concentrazione media annua nel 2018 anche del parametro “Pesticidi totali”.

Nella Tab 21 è riportata la sintesi dei risultati ottenuti per i vari elementi di qualità dello *Stato Chimico* (“Buono”) ed *Ecologico* (“Scarso”), ovvero il peggiore fra gli elementi di qualità dello *Stato Ecologico* applicati nel triennio 16-18.

Anche il 2019 ha registrato il superamento dello SQA-MA per AMPA e Glifosate, per cui si può già affermare che anche nel triennio 19-21 non saranno rispettati gli obiettivi per la Tab 1/B. Per la Tab 1/A (*Stato Chimico*), invece, nel 2019 non sono registrati superamenti degli obiettivi di qualità per nessun parametro.

MAS 2011	Stato Chimico	Stato Ecologico				
		Tab. 1/B	LIMeco	Macrobenthos	Macrofite	Diatomee
Triennio 16/18	<b>BUONO</b>	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	SCARSO	SCARSO	SUFFICIENTE

Tab. 21: sintesi dei risultati dello Stato Chimico ed Ecologico nel triennio 2016-18 per il MAS 2011

Anche il torrente Pescia di Pescia necessita di interventi sostanziosi per perseguire l'obiettivo del “Buono” *Stato Ecologico*. L'elevata quantità di nutrienti e sostanza organica presenti nel torrente e la pessima qualità morfologica del corso d'acqua rendono difficile, allo stato attuale, ipotizzare il raggiungimento degli obiettivi di qualità al 2027.

### **MAS-PF1, canale del Capannone Salanova e MAS-PF2, canale del Terzo Riserva Righetti**

Allo scopo di comprendere meglio lo stato ambientale dei corsi d'acqua che alimentano il Padule di Fucecchio, il Dipartimento ARPAT di Pistoia conduce da anni un monitoraggio, integrativo alla rete regionale MAS, su 3 stazioni denominate MAS-PF1 canale del Capannone – Salanova, MAS-PF2 canale del Terzo – Riserva Righetti e MAS-PF 4 canale del Terzo – Casotto dé Mori.

Come era da attendersi sulla base della localizzazione e potenzialità dei depuratori della Valdinievole (Fig 12), il settore orientale del Padule di Fucecchio (Canale del Terzo) si presenta con concentrazione dei nutrienti nettamente superiore rispetto al lato occidentale (Canale del Capannone). I tenori medi di azoto ammoniacale e fosforo, in particolare, si presentano estremamente alti nel MAS-PF2 (da 13 a 26 volte oltre il limite del livello 5 della tabella LIMeco per N-NH<sub>4</sub>, da 2 a 4 volte per il fosforo) e alti nel MAS-PF1 (da 1 a 6 volte oltre il limite del livello 5 per N-NH<sub>4</sub> e 1-2 volte per il fosforo).

Per il MAS PF1 è da segnalare un leggero *trend* in diminuzione delle concentrazioni medie annuali di azoto ammoniacale e fosforo negli ultimi 3-4 anni.

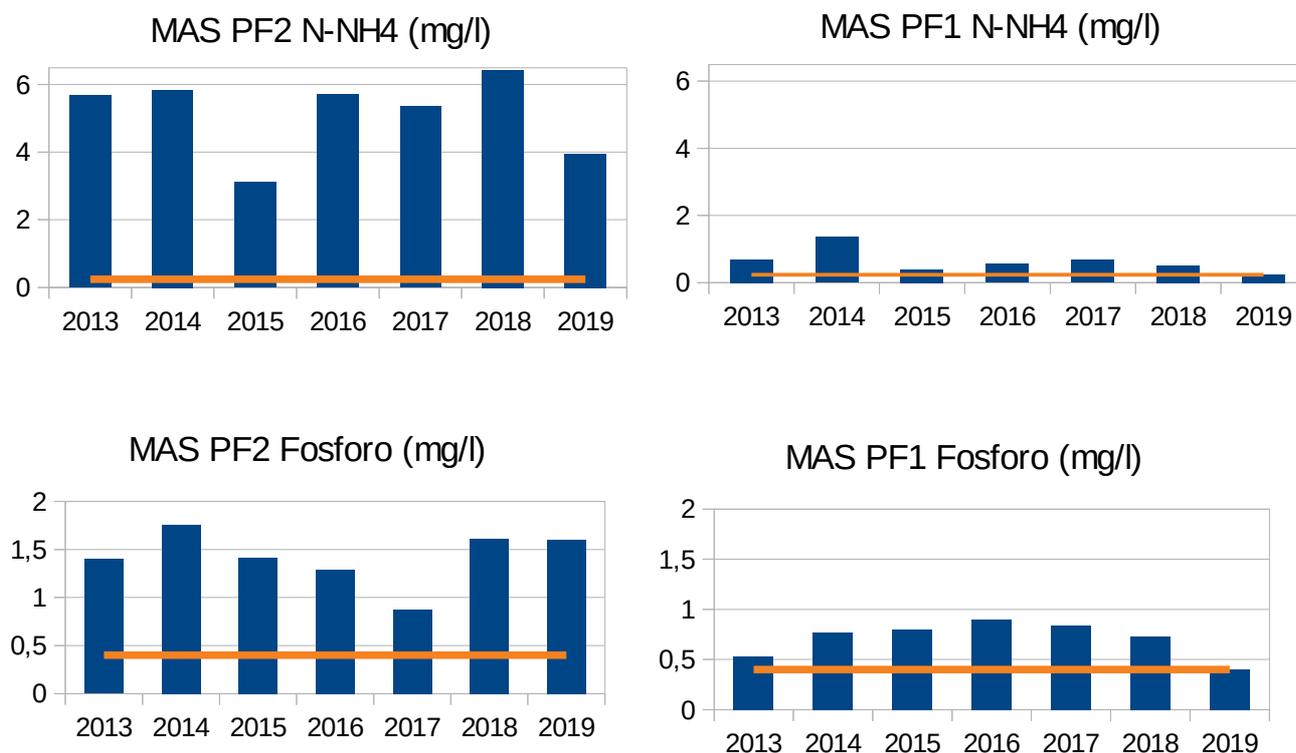


Fig 12: andamento di azoto ammoniacale e fosforo totale e confronto fra settore ovest (MAS-PF1 canale del Capannone, Salanova) e settore est (MAS-PF2 canale del Terzo, Riserva Righetti) del Padule di Fucecchio.

Sempre per i medesimi punti è migliore la situazione dei nitrati, anche perché le sostanze organiche azotate prendono principalmente la via di formazione di ammoniaca a causa dello scarso tenore di ossigeno disciolto in acqua che spesso si ritrova in questi 2 punti di monitoraggio.

I valori medi di azoto nitrico del periodo 13-19 (Fig 13) ricadono nei livelli 2 e 3 della tabella LIMeco nel MAS-PF2 (canale del Terzo, Riserva Righetti), nei livelli 1-3 nel MAS-PF1 (canale del Capannone, Salanova).

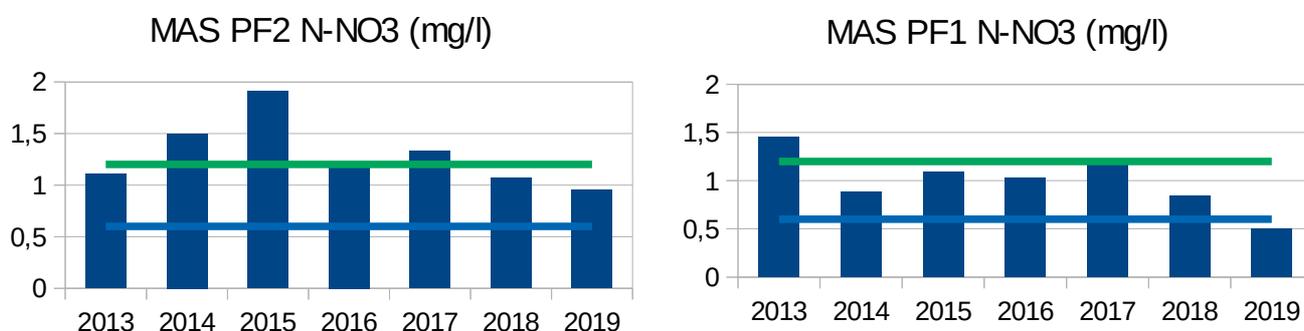


Fig 13: i valori medi annui di azoto nitrico nel periodo 2013-2019 appartengono ai livelli 1, 2 e 3 della tabella LIMeco nei punti MAS-PF1 Salanova e MAS-PF2 Riserva Righetti.

Lo scostamento medio annuo del tasso di saturazione manifesta livelli preoccupanti per il MAS PF2 (Fig 14), con singole misurazioni del livello d'ossigeno che quasi mai superano il valore di 100% lungo l'intero anno idrologico: su 40 misure prese in esame nel periodo 13-19, solamente una si presentava oltre 100 (valori non presentati nella relazione). Questo fatto testimonia un costante livello ipossico dell'ossigeno disciolto, probabilmente dovuto all'elevato carico organico presente in acqua. Rispetto alla tabella LIMeco, si registrano livelli 4, con un solo livello 3 (2018).

Il MAS PF1 manifesta, invece, medie di scostamento annuali di livello 2 (2017 e 2019), livello 3 (2013, 2016 e 2018) e livello 4 (2014 e 2015). La lettura delle singole misure denota, in questo caso, una condizione di eutrofia elevata, con valori del livello di saturazione che varia da 29% a 216% (dati non presentati).

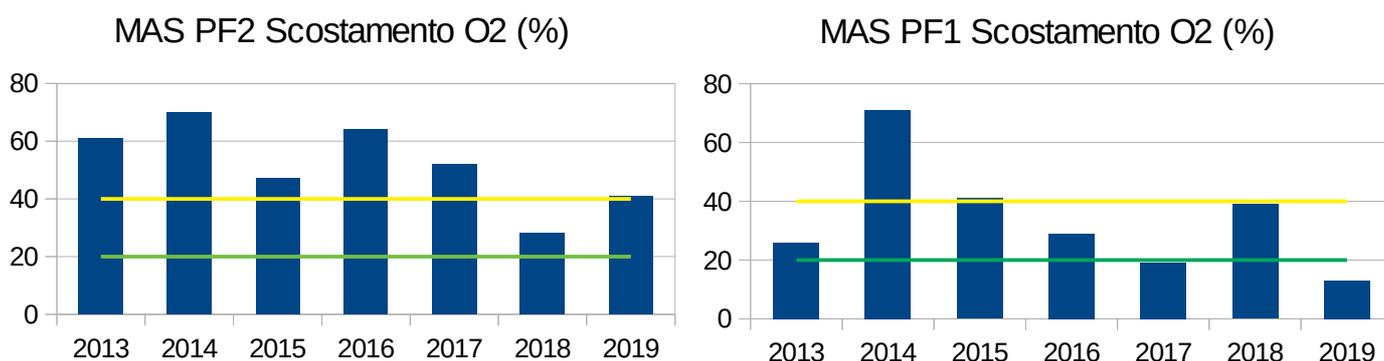


Fig 14: scostamento medio annuo del tasso di saturazione nelle stazioni MAS PF1 Salanova e MAS-PF2 Riserva Righetti

È, infine, da rilevare che sul MAS PF1 nel 2019 sono state misurate anche concentrazioni oltre i limiti della Tab 1/B per AMPA e glifosate.

#### **MAS-PF4 canale del Terzo, Casotto dé Mori**

Essendo il monitoraggio su questa stazione iniziato solamente nel 2017 sono disponibili pochi dati (Tab. 22). Le medie dei nutrienti e dello scostamento medio annuale dell'ossigeno nei 3 anni di rilevamento denotano valori estremamente alti di azoto ammoniacale, con medie annuali di 10-17 volte il limite del livello 5 della tabella LIMeco. Le concentrazioni medie annue di fosforo sono alte (2,5-3,5 volte il limite del livello 5). L'azoto nitrico appartiene al livello 2 (2017 e 2019) e 3 (2018). Le misure dell'ossigeno rivelano un forte carico organico presente in acqua e discreti livelli di eutrofia (valori singoli da 10% a 144%, non riportati nella relazione)

	<b>N-NO<sub>3</sub> mg/l</b>	<b>N-NH<sub>4</sub> mg/l</b>	<b>P mg/l</b>	<b>O<sub>2</sub> %</b>
2017	1,12	4,09	1,03	55
2018	2,08	4,18	1,47	26
2019	1,00	2,48	1,23	39

*Tab. 22: valori medi di azoto nitrico, azoto ammoniacale, fosforo e di scostamento annuo del livello di saturazione dell'ossigeno negli anni 2017, 2018 e 2019 nel MAS-PF4 canale del Terzo, Casotto dé Mori*

Le stazioni MAS-PF4 e MAS-PF2 si trovano entrambe sul canale del Terzo e quest'ultima è posizionata circa 4,5 km a monte rispetto all'altra. Nel suo percorso dal MAS PF2 al MAS PF4 il canale del Terzo riceve alcuni affluenti e, tramite il reticolo minore, le acque di scarico dei depuratori Uggia-Cintolese e Baccane, per cui risulta molto interessante valutare se e come l'apporto idrico di immissari, l'autodepurazione del corso d'acqua e l'ulteriore apporto di sostanze proveniente dagli impianti di depurazione incidano sulla qualità delle acque del canale del Terzo.

Il confronto dei dati riportati nelle Tab. 23, 24, 25 e 26 mostrano una netta diminuzione delle concentrazioni medie annue per l'azoto ammoniacale e il fosforo e un incremento per l'azoto nitrico. Allo scopo di far risaltare l'effetto che ha il tenore di ossigeno sulla formazione di NO<sub>3</sub> o NH<sub>4</sub>, questa volta, anziché lo scostamento medio annuo dal tasso di saturazione, per l'ossigeno è stata calcolata la media annuale; questa è superiore rispetto al MAS PF2 e ciò comporta una maggiore formazione di azoto nitrico a scapito dell'azoto ammoniacale.

In definitiva si rileva un netto miglioramento nel passaggio dalla stazione MAS PF2 alla MAS PF4, sebbene i valori di concentrazione di fosforo e azoto ammoniacale permangano estremamente alti e i tenori di saturazione di ossigeno piuttosto bassi (fra 45% e 85%).

<b>Fosforo</b>		
	<b>MAS PF2</b>	<b>MAS PF4</b>
2017	1,53	1,03
2018	1,61	1,47
2019	1,78	1,23

<b>Azoto ammoniacale</b>		
	<b>MAS PF2</b>	<b>MAS PF4</b>
2017	5,96	4,09
2018	6,43	4,18
2019	4,53	2,48

Azoto nitrico		
	MAS PF2	MAS PF4
2017	0,92	1,12
2018	1,07	2,08
2019	0,84	1,00

Ossigeno		
	MAS PF2	MAS PF4
2017	43	45
2018	72	85
2019	70	78

Tab 23, 24, 25 e 26: confronto dei valori medi annui di azoto nitrico, azoto ammoniacale, fosforo e ossigeno negli anni 2017, 2018 e 2019 nel MAS-PF2 canale del Terzo, Riserva Righetti e MAS PF4 canale del Terzo, Casotto dé Mori

Nel MAS PF4 nel 2019 sono state ritrovate anche concentrazioni oltre i limiti della Tab 1/B di AMPA e glifosate.

Ulteriori valutazioni saranno compiute nei prossimi anni, quando sarà disponibile una mole più significativa di dati per il MAS-PF4.

#### **MAS 144 – Usciana monte, Massarella**

Il canale dell'Usciana rappresenta l'unico emissario dell'area palustre. Per questo corpo idrico la Regione Toscana, in conformità alla normativa vigente, ha stabilito con DGRT n° 1188 del 2015 sia la proroga per il raggiungimento dell'obiettivo *Ecologico* e *Chimico* al 2021, sia la deroga allo stato di qualità *Ecologico* "Sufficiente", anziché "Buono". La Direttiva 2000/60/CE, infatti, dava la possibilità di porsi degli obiettivi di qualità meno stringenti, qualora il raggiungimento avesse comportato costi spropositati a fronte dei benefici ambientali ottenuti.

Le acque nel punto "MAS 144 canale dell'Usciana, Massarella" presentano un'elevata concentrazione di nutrienti: i valori di fosforo e ammoniaca, infatti, sono molto lontani da livelli accettabili. Quasi tutte le medie annuali dei 18 anni presi in esame ricadrebbero nel livello 5 della tabella LIMeco per i parametri fosforo e azoto ammoniacale e, nel caso dell'azoto ammoniacale, ben al di sopra del livello 5 della tabella LIMeco (Fig 15).

È migliore la situazione dell'azoto nitrico, con livelli medi annui che rientrerebbero nei livelli 3 (2015 e 2017), 2 (2002-2007, 2016 e 2018) ed 1 (2008-2014) del LIMeco. Tuttavia, i valori medi annui di azoto nitrico sono in realtà legati ai bassi tenori di ossigeno presenti spesso nelle acque della stazione sul canale dell'Usciana che favoriscono la permanenza e/o la formazione dell'azoto ammoniacale a scapito dell'azoto nitrico.

La media annua dello scostamento dal tasso di saturazione di ossigeno ha registrato nel periodo 2002-2019 livelli 3 e 4 con un solo livello 2 nel 2012.

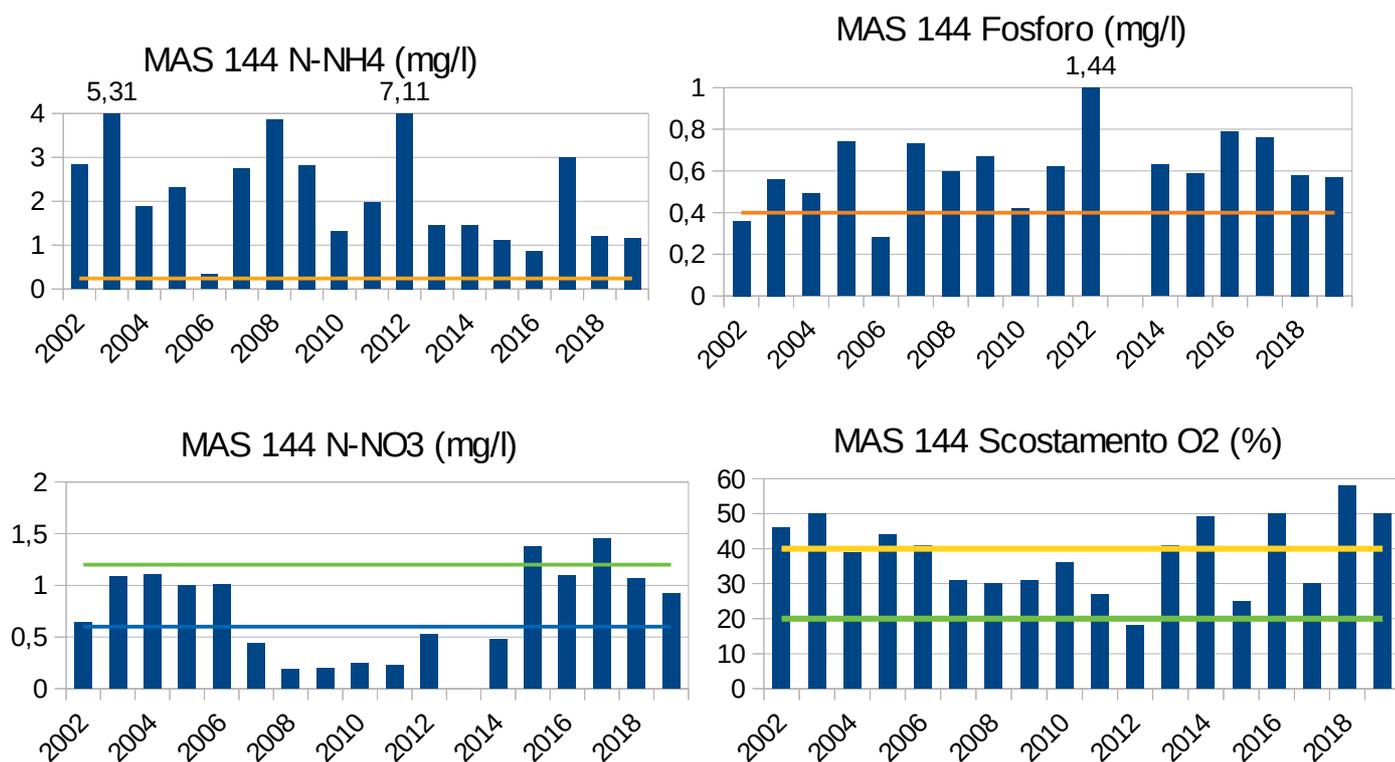


Fig 15: media annua dei parametri N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>3</sub> e fosforo nel periodo 2002-2019). L'ossigeno oscilla tra il livello 3 (20-40% di scostamento) e 4 (40-80% di scostamento), con un livello 2 nel 2012

La saturazione di ossigeno presentava negli anni dal 2002 al 2011 una media del 60% e delle relative 82 misure solamente tre erano oltre il 100 %, ad evidenziare la presenza di un forte carico organico in acqua. Nel periodo 2012-2019 la media dei singoli rilievi era migliore (80%), ma tale numero è scaturito da una forte differenza dei singoli valori sia in eccesso che in difetto rispetto a 100%. Nel periodo estivo, in particolare, il dato di saturazione di ossigeno è molto variabile durante il giorno in funzione della radiazione solare che, a sua volta, incide sulla fotosintesi dei produttori primari, in primo luogo il fitoplancton, e quindi sulla quantità di ossigeno rilasciato in acqua. La risultanza è che durante la notte il livello di ossigeno scende a valori decisamente ipossici, mentre durante il giorno si raggiungono anche punte di oltre 200%. La media delle misurazioni fatte nel periodo 2016-2019 prima delle ore 11,00 ha reso il valore medio di 86% e un minimo di 22%, mentre nello stesso periodo di anni dopo le ore 11,00 la media della saturazione di ossigeno è 111% e il valore massimo 216%.

Al contrario di quanto ci si potrebbe attendere, il livello di saturazione di ossigeno nei mesi di morbida (da ottobre a maggio) nel periodo 2016-2019 ha fatto registrare un valore medio di 67%, mentre nel periodo estivo (giugno-settembre) la media del tasso di saturazione è stata di 104%, ma il delta fra il valore più alto e il valore più basso è di 183: ciò indicherebbe un elevato e costante carico organico presente in acqua durante l'intero anno e, quindi, il notevole consumo dell'ossigeno disciolto da parte degli organismi decompositori acquatici. Nel periodo di magra sono, invece,

evidenti i fenomeni di eutrofizzazione cui è sottoposto il corso d'acqua<sup>8</sup>.

La lettura nel periodo 2015-2019 delle medie delle concentrazioni delle varie forme con le quali si può ritrovare l'azoto in acqua evidenzia come l'azoto organico rappresenti oltre il 42% dell'azoto totale (Tab 27). Tale frazione è probabile sia rappresentata, con differenti rapporti reciproci durante l'anno, da sostanza organica da decomporre e, soprattutto nella stagione primavero-estiva, dal fitoplancton che notoriamente abbonda nelle acque eutrofiche ed a lento decorso. L'azoto nitroso (N-NO<sub>2</sub>) è una molecola molto reattiva e che quindi presenta sempre basse concentrazioni. Altro indice di alterazione è la concentrazione media di azoto ammoniacale, addirittura superiore a quella dell'azoto nitrico.

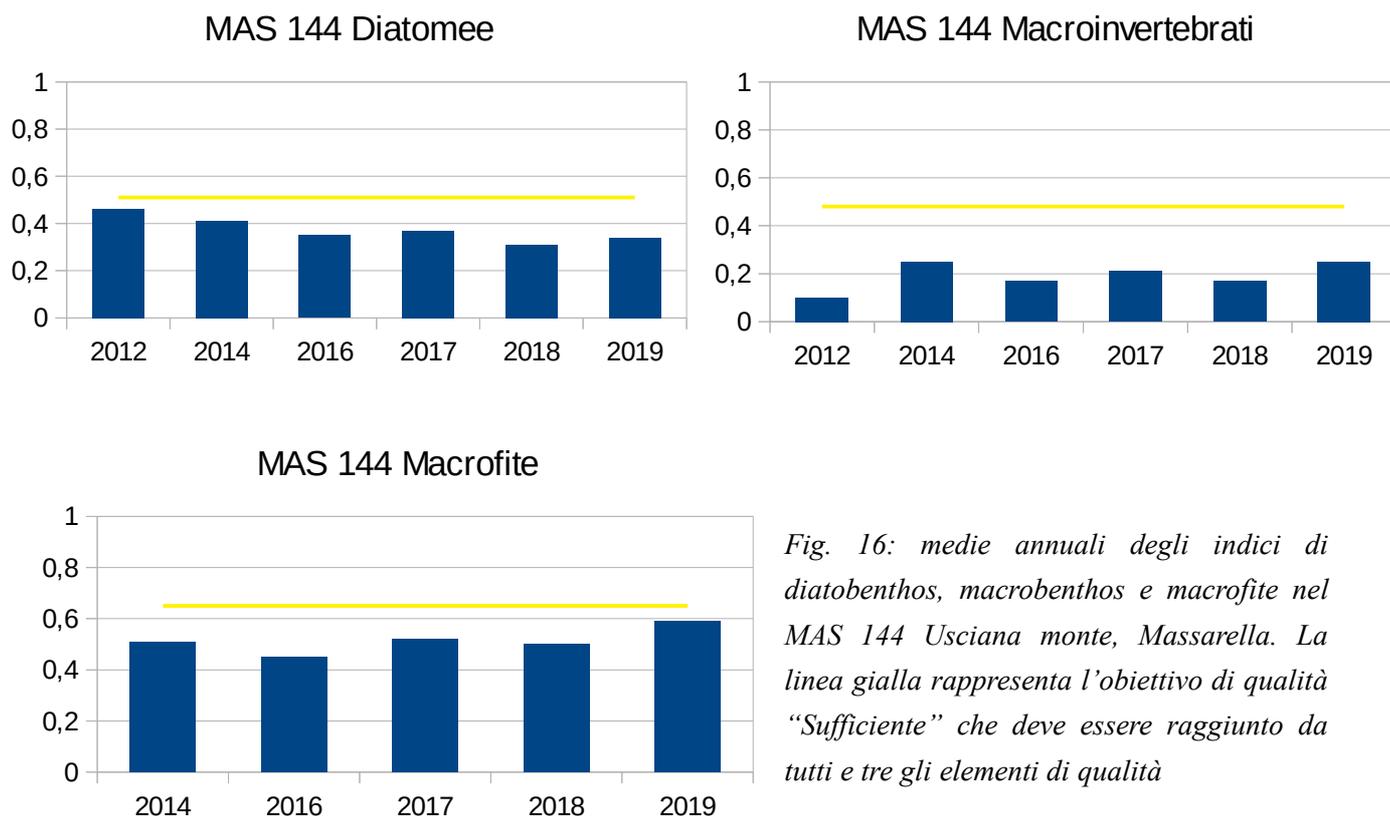
	N tot.	N-NO <sub>2</sub>	N-NH <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	N org
mg/l	5,05	0,15	1,47	1,18	2,25
%	100	2,97	29,11	23,37	44,55

Tab 27: media nel periodo 2015-19 dei valori di azoto totale, nitroso, ammoniacale, nitrico e organico nella stazione MAS 144

Tutti e tre gli elementi di qualità biologici applicati nella stazione MAS 144 hanno sempre registrato indici RQE al di sotto del livello di *Stato Ecologico* "Sufficiente" definito dall'obiettivo di qualità (Fig. 16). Ancora una volta il macrobenthos è risultato essere il parametro più sensibile alle pressioni presenti sul canale dell'Usciana: l'RQE è risultato "Scarso" (2014 e 2019) o "Cattivo" (nel resto del periodo). **Questa stazione appartenente alla rete di monitoraggio regionale MAS rappresenta il peggiore sito da un punto di vista ambientale fra quelli presenti nell'intera Valdinievole** e, allo stato attuale, appare poco probabile il raggiungimento dell'obiettivo previsto per tutti e tre gli elementi di qualità biologici entro la scadenza del 31/12/2021.

---

<sup>8</sup> Riguardo ai dati sui livelli di ossigeno nel MAS 144 si vada a consultare la banca dati di ARPAT



Le medie rilevate nel triennio per i tre indici applicati, in quanto risultati tutti e tre sensibili alla valutazione delle pressioni che agiscono su questo corpo idrico, registrano valori ancora piuttosto distanti dagli obiettivi prefissati (Tab. 28).

	Triennio 16-18	Obiettivo di qualità (2021)
Macrobenthos	0,18 (Cattivo)	Sufficiente (0,48)
Macrofite	0,49 (Cattivo)	Sufficiente (0,65)
Diatomee	0,34 (Scarso)	Sufficiente (0,51)

*Tab. 28: medie dei valori annui nel triennio 2016-18 dei parametri biologici nel MAS 144 e relativi obiettivi di qualità*

Il valore del LIMeco negli anni dal 2016 al 2019 è risultato sempre "Scarso" (Tab. 29). Il LIMeco nel triennio 2016-18 non raggiunge l'obiettivo per questo elemento di qualità (media sul triennio di 0,25).

	LIMeco
2016	0,22
2017	0,25
2018	0,28
2019	0,27

Triennio 2016-2018	Obiettivo 2021
0,25	≥0,33

Tab. 29: sintesi dei risultati del LIMeco nel periodo 2016-19 e media nel triennio 2016-18

Il 2017 rappresenta il primo anno in cui i parametri AMPA e glifosate sono stati eseguiti su questa stazione.

Gli SQA per le sostanze chimiche della Tab 1/B sono stati ampiamente superati nel 2017 per le sostanze AMPA, glifosate e Pesticidi totali e, per questo elemento di qualità, determinano la peggiore valutazione possibile, ovvero lo stato “Sufficiente” (Tab. 30). I dati del 2019 confermano lo stato di qualità “Sufficiente” per la Tab 1/B con gli stessi tre parametri che non hanno rispettato gli SQA-MA.

Sebbene per gli ultimi 2 elementi di qualità sopracitati (LIMeco e Tab 1/B) sia stato definito come obiettivo di qualità il livello “Sufficiente” (quasi raggiunto per il LIMeco; peggiore classificazione possibile per quanto riguarda la Tab 1/B, in quanto non esistono gli stati “Scarso” e “Cattivo”), **si deve tenere presente che sia le sostanze considerate nel LIMeco, ed i loro effetti sulle caratteristiche fisico-chimiche delle acque, che i fitofarmaci (insetticidi, erbicidi, acaricidi, etc) hanno molto probabilmente effetti dannosi anche sugli organismi acquatici e, quindi, incidono sugli indici biologici .**

	Tab 1/B (parametri non conformi)
2016	Buono
2017	AMPA, glifosate e pesticidi totali
2018	Buono
Obbiettivo 2021	Sufficiente

Tab. 30: stato di qualità per la Tab 1/B nel triennio 2016-18 per il MAS 144

Nel triennio 2016-18 lo *Stato Chimico* era risultato “Buono” per tutti i parametri della Tab 1/A e, per quanto riguarda il prossimo triennio, anche nel 2019 non si sono registrati superamenti dei limiti per le sostanze in Tab 1/A dell’Allegato 1 del D lgs 152/06 e s.m.i..

Lo *Stato Chimico* risulterà, pertanto, “Buono” nel triennio 2016-18, mentre lo *Stato Ecologico* sarà classificato come “Cattivo” (Tab. 31).

MAS 144	Stato Chimico	Stato Ecologico				
		Tab. 1/B	LIMeco	Macrobenthos	Macrofite	Diatomee
Triennio 16/18	BUONO	SUFFICIENTE	SCARSO	CATTIVO	CATTIVO	SCARSO

Tab. 31: sintesi dei risultati dello Stato Chimico ed Ecologico nel triennio 2016-18 per il MAS 144

### MAS 143 Padule di Fucecchio-Interno Padule

La stazione MAS 143 è situata all’interno dell’area protetta de “Le Morette” e rappresenta l’unico corpo lacustre nella provincia di Pistoia sul quale viene effettuato un monitoraggio MAS. Tale punto è inserito, infatti, nella lista dei punti di monitoraggio di cui all’allegato B della DGRT n° 847/2013, sebbene non sia stato qui né tipizzato né categorizzato, mentre non è presente nella delibera che definisce gli obiettivi di qualità dei corpi idrici in Toscana (DGRT n° 1188/2015). Tale situazione, di fatto, non vincola in nessuno modo le amministrazioni pubbliche a mettere in atto azioni volte al raggiungimento degli obiettivi di qualità definiti dalla Direttiva e dalle norme di recepimento italiane per il MAS 143.

Il Padule di Fucecchio si presenta certamente, allo stato attuale, come un corpo lacustre atipico rispetto ai tradizionali laghi e invasi:

- più che un corpo idrico unico è un insieme di chiari di caccia e depressioni del terreno, interconnesse da una miriade di canali e fossi più o meno grandi;
- nel periodo tardo primaverile-estivo va incontro ad esteso prosciugamento fino ad autunno, con l’acqua che permane solo in ridotte porzioni del cratere palustre;
- l’altezza delle acque si presenta modesta anche nei periodi più favorevoli;
- le aree che lo costituiscono richiedono una costante manutenzione, sia in termini di sfalcio della vegetazione che di rimaneggiamento dei terreni.

Per tali ragioni risulta difficoltoso poterci applicare delle affidabili metodiche biologiche per indagare lo stato di qualità delle acque. Anche i campioni chimico-fisici sono solitamente effettuati nel cosiddetto ”staghetto” situato presso l’osservatorio de “Le Morette”. Ciò premesso, si riportano le maggiori criticità riscontrate durante gli anni di campionamento (Fig 17).

Gli anni 2010, 2011 e 2016 sono da ritenersi poco significativi, in quanto rappresentati da un unico dato annuo e, pertanto, non sono stati considerati nel commento. Il fosforo risulta sempre in livello 5 della tabella LIMeco, ad eccezione dell’anno 2017 durante il quale la media annuale ricade nel livello

4. L'azoto ammoniacale appartiene soprattutto ai livelli 4 e 5, con medie annuali anche di notevole entità, e al livello 3 nel 2008, 2009 e 2018. L'azoto nitrico registra medie annuali quasi sempre in livello 1, solo un livello 2 (2018) e due livelli 3 (2012 e 2013). La media annuale dello scostamento del tasso di saturazione dell'ossigeno oscilla tra i livelli 2 e 3 e, soprattutto, la maggior parte dei valori rilevati risulta inferiore a 100 % (66 su 81 dati rilevati dal 2002). Questi dati rivelano i livelli di ipossia delle acque che spesso si trovano nel bacino palustre e che indicano l'elevata quantità di sostanza organica in decomposizione tipica delle acque stagnanti.

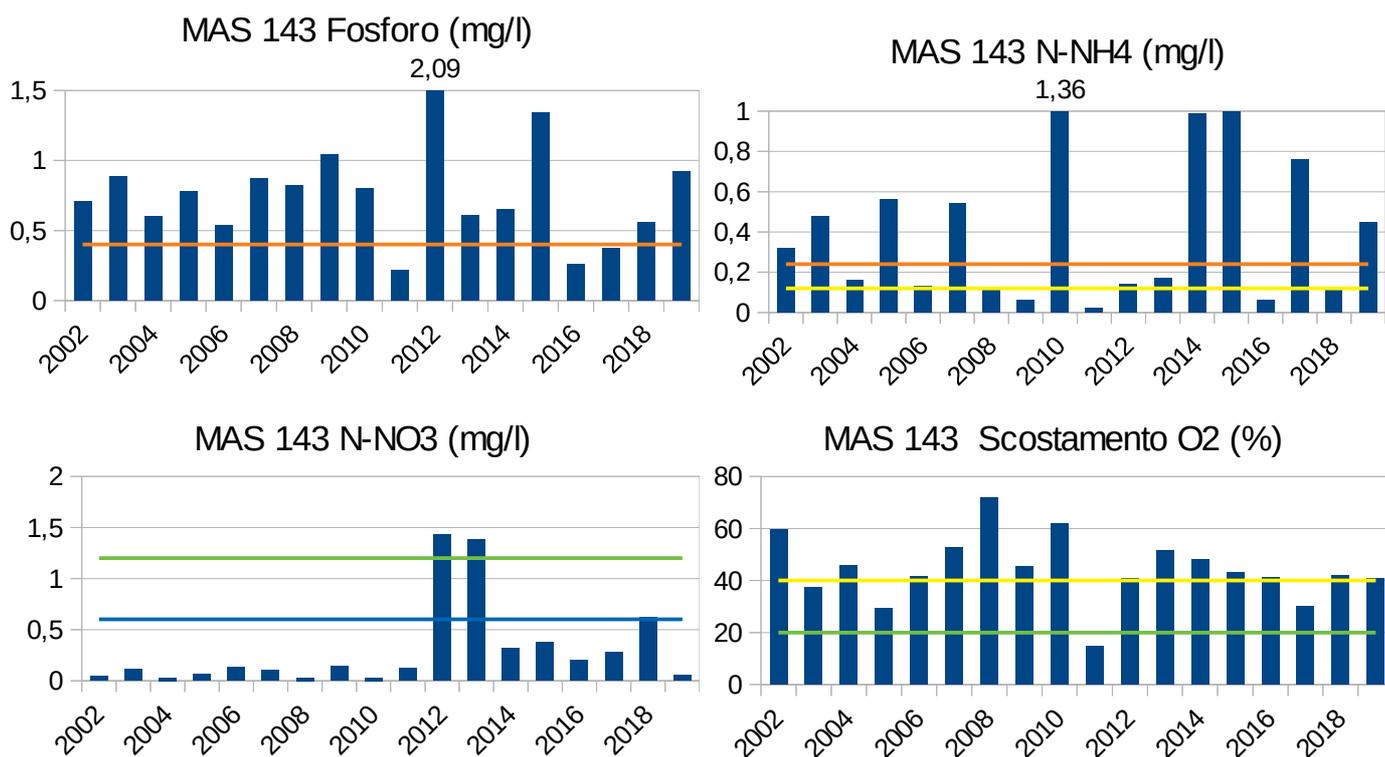


Fig 17: medie annuali di azoto ammoniacale, azoto nitrico, fosforo e scostamento dalla saturazione dell'ossigeno nel periodo 2002-2019 per il MAS 143

Si rileva, infine, che negli ultimi anni sono state misurate anche concentrazioni oltre gli SQA-MA dei parametri AMPA e Pesticidi totali, nichel (2017 e 2018) e, nel 2016, di mercurio (Hg).

### Stagionalità dei nutrienti

L'influenza della concentrazione di ossigeno sulla formazione di azoto ammoniacale o azoto nitrico si evidenzia da una diversa lettura dei dati rilevati nel corso degli anni. Se, infatti, si opera una suddivisione dell'anno in un periodo da maggio ad ottobre, che corrisponde pressappoco alla stagione di magra dei corsi d'acqua, e in uno da novembre ad aprile, ovvero la stagione di morbida, si ottengono ulteriori informazioni sull'andamento annuale dei nutrienti.

Tralasciando i dati delle medie di NH<sub>4</sub> e P dei MAS 141 e MAS 142, che presentano durante tutto l'anno valori prossimi allo zero, in linea generale la concentrazione di fosforo e di azoto ammoniacale presenta un andamento inverso al flusso idrico, ovvero la concentrazione di questi due parametri aumenta al diminuire della portata del corso d'acqua (Tab. 32). L'azoto ammoniacale, inoltre, risente anche dei bassi livelli di ossigeno disciolto del periodo estivo che ne favoriscono la formazione. Quando invece si hanno valori di ossigeno elevati, solitamente nel periodo di morbida del corso d'acqua, è favorita la formazione di azoto nitrico a scapito dell'azoto ammoniacale.

Trovandosi il fosforo in natura per lo più nella forma fosfato (PO<sub>4</sub>) la sua concentrazione è influenzata solo dalla portata del corso d'acqua.

L'azoto nitrico, invece, manifesta un andamento non sempre legato alla portata del corso d'acqua, con tenori di NO<sub>3</sub> in alcune stazioni più alti nel periodo di magra, o viceversa più alti nel periodo di morbida per altri punti di monitoraggio. Se il maggiore tenore di azoto nitrico nel periodo di morbida sia un fenomeno attendibile in un sistema poco perturbato, l'effetto opposto potrebbe essere legato al processo di degradazione degli elevati livelli di sostanza organica disciolta in acqua che, anche in condizioni di magra ma in ambienti eutrofici, può produrre azoto nitrico in certi momenti della giornata. Si ricorda, infatti, che alcuni corsi d'acqua presentano, soprattutto nel periodo estivo, variazioni del tasso di saturazione giornaliero dell'ossigeno molto ampio che va da oltre 200 % nel periodo diurno a concentrazioni quasi anossiche nel periodo notturno, per cui anche il processo di formazione di azoto nitrico o ammoniacale può variare notevolmente nel corso del giorno verso l'una o l'altra sostanza.

	N-NO3 nov-apr	N-NO3 mag-ott	N-NH4 nov-apr	N-NH4 mag-ott	P nov-apr	P mag-ott
MAS 140	0,98	0,58	0,03	0,05	0,04	0,14
MAS 141	1,59	1,52	0	0	0	0
MAS 142	2,61	0,52	0	0	0	0
MAS 144	0,82	1,12	0,43	2,78	0,32	0,95
MAS 510A	3,71	2,65	0,22	2,4	0,58	2,3
MAS 2011	1,06	1,08	0,31	2,83	0,11	0,8
MAS PF1	0,9	1,12	0,25	1,32	0,28	1,14
MAS PF2	1,92	0,85	3,28	9,18	1,15	2,13
MAS PF4	1,96	1,21	1,91	4,4	0,74	1,56

Tab. 32: media delle concentrazioni per azoto nitrico (N-NO<sub>3</sub>) azoto ammoniacale (N-NH<sub>4</sub>) e fosforo (P) nelle stagioni di morbida (novembre-aprile) e di magra (maggio-ottobre), nel periodo 2012-2019, in tutti i punti MAS della Valdinievole. Per il MAS-PF4 sono disponibili soltanto i dati 2017-19

La variazione del tenore di ossigeno durante le 24h è testimoniata anche dai dati rilevati, talvolta, in due giornate consecutive di campionamento nella medesima stazione, ovvero quando le condizioni ambientali sono da ritenersi piuttosto simili e l'unico fattore discriminante diviene l'ora in cui è stato ricavato il dato:

- una misurazione effettuata alle ore 11,00 del 4/06/18 ha registrato un valore di 69%, mentre il giorno successivo alle 13,30 il tasso di saturazione rilevato è stato di 102%;

- la lettura del 17/06/2019 alle ore 9,30 è stata di 60%, mentre alle ore 15,10 del 18/06/19 è stata 160%

### Prime valutazioni sulle *performance* di alcuni depuratori

Con le valutazioni fatte di seguito non si vuole verificare il rispetto della normativa da parte degli impianti di depurazione, ma si va ad analizzare la quantità e la tipologia dei composti azotati scaricati e i relativi effetti sull'ecologia dei corsi d'acqua. Da alcuni anni, infatti, ARPAT analizza, oltre alla percentuale di abbattimento di azoto e fosforo in entrata e uscita dai depuratori, anche i singoli parametri dello scarico che fanno parte del ciclo dell'azoto (azoto totale, azoto nitrico, azoto nitroso e azoto ammoniacale). Facendo la differenza fra azoto totale e le altre forme di azoto inorganico si ottiene la quantità di azoto organico presente nello scarico.

I dati riportati nelle Tab. 33, 34 e 35 sono riferiti agli scarichi di ciascuno dei singoli controlli effettuati da ARPAT negli ultimi anni nei tre principali depuratori della Valdinievole (Intercomunale, Traversagna e Pescia). La tabella mostra che una quota importante di sostanza organica sfugge dalla depurazione negli impianti Intercomunale e Traversagna (circa un quarto dell'azoto totale), mentre il 14,2 % dell'azoto totale viene scaricato nel corpo idrico recettore dall'impianto di Pescia nella forma organica. La maggior parte dell'azoto scaricato è nella forma ammoniacale per il depuratore di Traversagna (37,4%) e l'Intercomunale (addirittura il 61,3 %), mentre l'impianto di Pescia emette soprattutto azoto nitrico (59,8%) e, in minore quantità, azoto ammoniacale (23,2%). La molecola di NO<sub>2</sub> si presenta molto reattiva e, pertanto, è normale che non rappresenti una quota importante dei composti azotati scaricati (media di circa 1,7% su tutti e tre i depuratori).

	N tot mg/l	N-NO <sub>2</sub> mg/l	N-NO <sub>3</sub> mg/l	N-NH <sub>4</sub> mg/l	N org mg/l
Intercomunale	11,1	0,21	1,2	8,7	0,99
Intercomunale	27	0,3	3,6	15	8,1
Intercomunale	11,5	0,19	2	8,2	1,11
Intercomunale	8,2	0,3	5,1	<1,2	2,2
Intercomunale	14,9	0,29	1,4	9,3	3,9
Intercomunale	20,0	0,24	<1,0	15,1	4,2
Media mg/l	15,5	0,26	2,3	9,5	3,4
Media %	100	1,7	14,9	61,3	22

	N tot mg/l	N-NO <sub>2</sub> mg/l	N-NO <sub>3</sub> mg/l	N-NH <sub>4</sub> mg/l	N org mg/l
Traversagna	34	0,1	0,5	16	17,4
Traversagna	25,7	0,7	10	10	5
Traversagna	44,7	0,8	14,2	19,3	10,4
Traversagna	37	0,85	23	7,7	5,45
Media mg/l	35,3	0,6	11,9	13,2	9,6
Media %	100	1,7	33,7	37,4	27,2

	N tot mg/l	N-NO <sub>2</sub> mg/l	N-NO <sub>3</sub> mg/l	N-NH <sub>4</sub> mg/l	N org mg/l
Pescia	14	0,33	8,8	3,27	1,6
Pescia	10,9	0,23	6,4	2,4	1,9
Pescia	13,8	0,25	6,4	4,6	2,6
Pescia	6	0,1	5,2	0,3	0,4
Media mg/l	11,2	0,2	6,7	2,6	1,6
Media %	100	1,8	59,8	23,2	14,2

Tab. 33, 34 e 35: concentrazione delle varie forme azotate rilevate negli scarichi durante ciascuno dei singoli controlli dei principali depuratori della Valdinievole

Come si evince dalla tabella LIMeco (Tab 4) e come ci si aspetterebbe di trovare quando avviene un buon processo di degradazione della sostanza organica, l'azoto nitrico (N-NO<sub>3</sub>) dovrebbe rappresentare il principale composto azotato che viene scaricato da un impianto di depurazione.

Sebbene la quantità di dati disponibili non sia rilevante, si può preliminarmente affermare che il depuratore di Pescia sembra offrire le migliori *performance* tra i tre analizzati, ovvero la maggior parte della sostanza organica viene degradata in nitrato (soltanto il 14,2% della sostanza organica sfugge alla depurazione), mentre l'azoto ammoniacale rappresenta in media il 23,2% della quota totale di azoto scaricato. Il depuratore Intercomunale, invece, manifesta le peggiori prestazioni fra i tre impianti presi in esame, in quanto scarica discreti tenori di sostanza organica (la media del 22% dell'azoto totale è in questa forma) e, soprattutto, elevate quantità di azoto ammoniacale (addirittura il 61,3% dell'azoto totale in media nel periodo considerato).

Sulla base delle considerazioni sopra fatte, **si ravvede la necessità di una più completa degradazione della sostanza organica in ingresso ai depuratori e un potenziamento delle sezioni di denitrificazione degli impianti.**

Si ricorda, infine, che **l'azoto ammoniacale scaricato in un corpo idrico naturale esercita un'azione tossica diretta verso gli organismi acquatici; inoltre ossidandosi e sottraendo,**

**quindi, ossigeno al corso d'acqua, può causare la scomparsa degli animali più sensibili ai tenori di ossigeno.**

### **L'impatto dei nutrienti e dei fitofarmaci**

Sulla base delle analisi e degli approfondimenti fatti finora, i fattori di maggior impatto sullo stato delle acque superficiali della Valdinievole sono sia il carico di nutrienti (composti di azoto e fosforo), sia la concentrazione di fitofarmaci, che si ripercuotono anche sugli elementi di qualità biologici. Le pratiche connesse alle attività agricole e floro-vivaistiche apportano sul terreno sostanze come i fitofarmaci che poi, con il dilavamento, confluiscono nei corsi d'acqua. **I parametri AMPA e glifosate, quando ricercati, hanno spesso fatto registrare valori oltre i limiti definiti dalla Tab 1/B.** Per un approfondimento su questo tema specifico si rinvia al rapporto specifico, pubblicato periodicamente da ARPAT.

Analizzando l'impatto proveniente dai reflui industriali, si deve evidenziare che, per quanto riguarda l'apporto di nutrienti, gli scarichi di questo settore sono ampiamente inferiori ai limiti.

La maggior parte dei depuratori di reflui urbani invece tratta una quantità di reflui superiore alle proprie potenzialità e, per tale motivo, l'autorità competente ha concesso al gestore di scaricare le acque con deroga ai limiti stabiliti dalla normativa vigente<sup>9</sup>. Sono impianti nei quali spesso la sezione di denitrificazione non è prevista e anche i recenti interventi di potenziamento hanno puntato ad innalzare la frazione organica depurata, ma con incrementi degli abbattimenti di azoto e fosforo totale, in genere, non rilevanti nelle acque di scarico. Inoltre il sottodimensionamento dei depuratori e la natura mista della fognatura, in caso di rilevanti precipitazioni, determinano l'attivazione dei *bypass* e, quindi, lo scarico nei corsi d'acqua di acque reflue non depurate. Questa situazione impiantistica ha causato la presenza nelle acque superficiali di elevati carichi di sostanza organica e dei prodotti di degradazione di questa (fosforo, azoto ammoniacale e azoto nitrico), che sono la causa di fenomeni di ipossia delle acque ed eutrofizzazione. Pertanto, si comprende come una parte considerevole dei nutrienti rilevati nei punti di monitoraggio della Valdinievole provenga dai depuratori di reflui urbani.

Essendo, inoltre, il sistema idrografico della Valdinievole costituito per lo più da piccoli corsi d'acqua, con portata ridotta, in particolare nei mesi estivi, il risultato è che i corpi idrici recettori presentano un carico di sostanze organiche e nutrienti insostenibile per l'ambiente idrico.

Riguardo ai nutrienti, i risultati registrati nel periodo 2002-2019 evidenziano che il torrente Nievole (MAS 142) e il torrente Pescia di Collodi (MAS 140) convogliano acque di discreta qualità nel Padule di Fucecchio, mentre il canale dell'Usciana (MAS 144 Massarella), il canale del Terzo

---

<sup>9</sup> Con Delibera del Consiglio Provinciale di Pistoia n° 307 del 16/12/2004 alla quasi totalità degli 11 depuratori della Valdinievole > di 2000 AE, viene concessa deroga, differenziata caso per caso, ai limiti stabiliti dalla normativa nazionale. Attualmente le deroghe riguardano per 7 impianti, in maniera differenziata caso per caso, i seguenti parametri: BOD5, COD, SST, tensioattivi e cloruri. Inoltre le autorizzazioni di 10 su 11 prevedono una percentuale di campioni non conformi ammessa innalzata al 50% rispetto a quanto previsto dalla norma (indicativamente 10-20%) .

(MAS-PF2 Righetti) e il canale del Capannone (MAS-PF1 Salanova) presentano valori di fosforo, ammoniaca e ossigeno molto lontani da livelli accettabili. È migliore la situazione dei nitrati, probabilmente perché antagonisti ai livelli di ammoniaca.

Le miglorie al sistema di depurazione poste in atto nel periodo 2009-2015 e il conseguente abbassamento delle soglie concesse in deroga ai limiti normativi con il rilascio delle nuove autorizzazioni allo scarico avrebbero dovuto portare ad un miglioramento della qualità delle acque.

**Tuttavia, sulla base dei dati di monitoraggio rilevati fino al 2019, non si rilevano sensibili miglioramenti nelle concentrazioni dei parametri chimico-fisici** analizzati in questa relazione.

### **Altre fonti di pressione sui corpi idrici**

Oltre agli effetti diretti della qualità delle acque sugli elementi di qualità chimica ed ecologica, si deve rilevare che anche la gestione che viene fatta del corso d'acqua e delle sue pertinenze influenza lo stato ambientale.

**I rimaneggiamenti che vengono periodicamente svolti in alveo o in sua prossimità (raddrizzamenti, ricentrate, asportazione di barre, escavazioni, realizzazione di difese di sponda, etc) determinano un impatto diretto (eliminazione di specie animali e vegetali), ma soprattutto un impatto indiretto a causa della modificazione delle caratteristiche idromorfologiche del corso d'acqua e, quindi, alla perdita di diversificazione di habitat.**

Occorre, infine, aggiungere che quasi tutti i corsi d'acqua in questione rappresentano quello che, secondo i criteri riportati nel DM 156/2013, rientrano nella definizione di “corpi idrici fortemente modificati (CIFM)” oppure in quella di “corpi idrici artificiali” (CIA), in quanto si presentano molto rimaneggiati ad opera dell'uomo<sup>10</sup>. La normativa vigente consente di definire per i CIFM e i CIA un apposito “potenziale ecologico massimo” raggiungibile da ciascun corpo idrico, valore tuttora da stabilire in quanto in fase di sperimentazione.

### **Conclusioni**

**La situazione dei corsi d'acqua della Valdinievole si presenta nella sua generalità ancora lontana dal raggiungere gli obiettivi di qualità definiti dalle norme** e diventa sempre più difficile operare correzioni efficaci per rispettare le scadenze entro le quali l'Italia deve perseguire tali obiettivi per le acque superficiali ai sensi della Dir 2000/60/CE. Se analizziamo in dettaglio per capire le prospettive che si profilano dobbiamo distinguere:

- per quanto riguarda lo *Stato Chimico* i problemi sono registrati su sostanze (mercurio ed esaclorobutadiene) che appaiono nel periodo 16-19 con concentrazioni critiche in maniera saltuaria e per le quali ci possiamo aspettare effetti risolutivi con eventuali interventi mirati una volta individuate le fonti specifiche. Inoltre, riguardo al superamento dei limiti per il mercurio, si tratta, in realtà, di innalzamenti episodici della concentrazione di questa sostanza

---

<sup>10</sup> *Elenco dei CIFM e CIA individuato nella DGRT 1187/2015*

la cui origine non è ancora ben chiara;

- **per lo Stato Ecologico le problematiche sono più consistenti.** Gli elementi di qualità biologici raramente raggiungono gli obiettivi fissati dalle norme vigenti, sebbene il conseguimento degli obiettivi sia stato posticipato dal 2015 al 2021 o al 2027. In generale nel periodo di applicazione delle varie metodiche biologiche (diatomee, macrobenthos e macrofite acquatiche) non sono stati registrati decisivi miglioramenti e l'elemento che manifesta una maggiore sensibilità alle pressioni risulta essere il macrobenthos.

Il ritrovamento in alcune stazioni di concentrazioni significative di AMPA, glifosate e di pesticidi totali non permette all'elemento di qualità Tab 1/B di raggiungere il livello di classificazione "Buono", obiettivo fissato dalle norme per quasi tutti i corpi idrici della Valdinievole e al momento non si profilano interventi in grado di modificare significativamente l'impatto dell'uso dei pesticidi.

**Si evidenzia che i pesticidi, oltre ad incidere direttamente sull'elemento di qualità "Tab 1/B", possono agire indirettamente anche sugli elementi di qualità biologici (macrofite, macroinvertebrati e diatomee) e, quindi, non permettere che questi tre elementi di qualità raggiungano gli obiettivi di qualità fissati.**

L'applicazione negli anni dal 2016 al 2019 dell'indice IQM su tre corpi idrici della Valdinievole ha rilevato una scarsa (MAS 140 Pescia di Collodi, Fattoria Settepassi e MAS 142 Nievole, Ponte del Porto) o pessima (MAS 2011 Pescia di Pescia, Ponte alla Guardia) qualità morfologica del corso d'acqua. Tale valutazione può far ritenere che **un mero miglioramento della qualità delle acque potrebbe non essere sufficiente a permettere il raggiungimento degli obiettivi di qualità previsti dalla Direttiva Acque**, in particolar modo per il MAS 2011. Ritenendo comunque che il miglioramento della qualità chimico-fisica delle acque sia comunque auspicabile, **sarebbe opportuno che a questo si affiancasse anche una particolare attenzione alla qualità morfologica dei corsi d'acqua e alla gestione operata sull'alveo e in sua prossimità**, in maniera da incrementarne il potenziale ecologico e le capacità autodepurative.

Anche per quanto riguarda il LIMeco i valori non favorevoli di questo elemento di qualità sono determinati da un apporto rilevante di nutrienti e sostanza organica al quale non hanno posto rimedio gli interventi già effettuati per potenziare i depuratori.

Le migliorie al sistema di depurazione poste in atto nel periodo 2009-2015 e la revoca delle deroghe ai limiti normativi con il rilascio delle nuove autorizzazioni allo scarico, benché abbiano ridotto probabilmente il carico organico nei corsi d'acqua, non hanno migliorato significativamente il loro stato trofico. Come evidenziano i dati di monitoraggio rilevati fino al 2019 i lavori hanno inciso in maniera poco rilevante sul carico di nutrienti apportato dagli scarichi. Dalla lettura dei dati dei corsi d'acqua presenti nel comprensorio del Padule di Fucecchio appare evidente che per ottenere un sensibile miglioramento dei dati sui nutrienti, ovvero del LIMeco, **debbono essere potenziate almeno le sezioni di defosfatazione e di denitrificazione degli impianti di depurazione.**

Analizzando nel dettaglio i singoli corpi idrici si rileva che il torrente Nievole (MAS 142) e il torrente Pescia di Collodi (MAS 140) convogliano acque di discreta qualità nel Padule di Fucecchio. Al contrario i punti MAS 144 sul canale dell'Usciana, MAS 510A sul torrente Cessana, MAS 2011 sul torrente Pescia di Pescia e i punti integrativi MAS-PF2, Riserva Righetti e MAS-PF1, Salanova

risentono dell'elevato apporto di sostanza organica, nutrienti e spesso di fitofarmaci provenienti dai corsi d'acqua sui quali insistono gli scarichi dei depuratori e le attività agro-vivaistiche. **Le concentrazioni medie di nutrienti registrate fino al 2019 presentano valori di fosforo, ammoniaca e ossigeno molto lontani da livelli accettabili.** È migliore la situazione dei nitrati, probabilmente perché antagonisti ai livelli di ammoniaca.

A testimoniare l'influenza del sistema di depurazione sulla quantità di nutrienti presenti in acqua, il settore orientale del Padule di Fucecchio presenta valori più alti dei nutrienti rispetto al settore occidentale, in quanto, come detto, sui corsi d'acqua di questa parte dell'area palustre insistono un maggior numero di depuratori e con il totale della potenzialità molto più alto (circa 97.000 A.E. contro i 21.500 A.E. del settore occidentale).