



**AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE DELLA SARDEGNA  
ARPAS**

Dipartimento Provinciale di Sassari

# **Indagini sullo stato trofico dello stagno del Calich Campagna 2012**

**Gennaio 2013**

## Sommario

1. Premessa .....	3
2. Programma di monitoraggio .....	5
2.1. Maggio .....	5
2.2. Giugno .....	6
2.3. Luglio .....	7
3. Indagini svolte: matrice acqua - Calich .....	8
3.1. Parametri fisico – chimici da campo .....	10
3.1.1. Temperatura .....	11
3.1.2. Ossigeno disciolto.....	14
3.1.3. Salinità.....	18
3.1.4. pH .....	21
3.1.5. Clorofilla “a” .....	25
3.2. Nutrienti.....	29
3.2.1. Maggio.....	29
3.2.2. Giugno.....	32
3.2.3. Luglio.....	34
3.3. Analisi della componente fitoplanctonica.....	37
3.3.1. Maggio.....	37
3.3.2. Giugno.....	38
3.3.3. Luglio.....	39
3.4. Analisi dei parametri batteriologici.....	46
3.5. Inquinanti specifici: Pesticidi, IPA, VOC's e Metalli .....	47
4. Indagini svolte: matrice sedimento – Calich.....	50
5. Carichi incidenti da impianti di depurazione .....	54
6. Litorale di Fertilia .....	58
6.1. Parametri fisico-chimici da campo.....	58
6.1.1. Temperatura .....	58
6.1.2. Ossigeno disciolto.....	58
6.1.3. Salinità.....	59
6.1.4. pH .....	60
6.1.5. Clorofilla “a” .....	60
6.2. Nutrienti.....	61
6.3. Fitoplancton.....	62
6.4. Analisi dei parametri batteriologici.....	64
7. Conclusioni .....	65

## 1. Premessa

Nel corso dell'annualità 2012, come negli anni precedenti, il Dipartimento di Sassari ha portato avanti, nell'ambito del “*Piano di gestione – Riutilizzo delle acque reflue depurate del comune di Alghero*”, un programma di campionamento mirato alla valutazione dello stato trofico dello stagno del Calich.

Le precedenti indagini, partite nell'estate del 2009, hanno progressivamente visto l'intensificazione del numero di punti di campionamento e di parametri applicati alle aliquote prelevate, sino ad arrivare ai sette punti di prelievo del 2011 coadiuvati dalle indagini dei soli parametri fisico chimici da campo in ulteriori due punti (denominati Sonda 1 e Sonda 2).

L'ultima campagna effettuata, portata a termine nel mese di luglio 2012, ha visto riproposte le stesse indagini dell'anno precedente, con l'ubicazione delle stazioni di prelievo rappresentata in Figura 1.



Figura 1 – Punti di prelievo stagno del Calich

Le valutazioni derivate dalle indagini svolte all'interno dello stagno sono state supportate da prelievi, effettuati sul litorale di Fertilia, volti a tenere sotto osservazione il fenomeno della colorazione anomala delle acque che ormai da anni interessa questo tratto di costa.

Alcuni dei campionamenti sono stati eseguiti secondo una cadenza mensile, programmata all'interno del Piano di Gestione (21/06/2012 e 26/07/2012), altri invece sono stati effettuati a seguito di segnalazioni relative a colorazione anomala delle acque dalla Guardia Costiera (24/05/2012) o congiuntamente ad essa (29/06/2012). La cartina di Figura 2 mostra le stazioni in cui sono stati eseguiti i prelievi a mare. Sono indicati con PG i punti di campionamento previsti nella programmazione ordinaria della campagna di monitoraggio 2012.

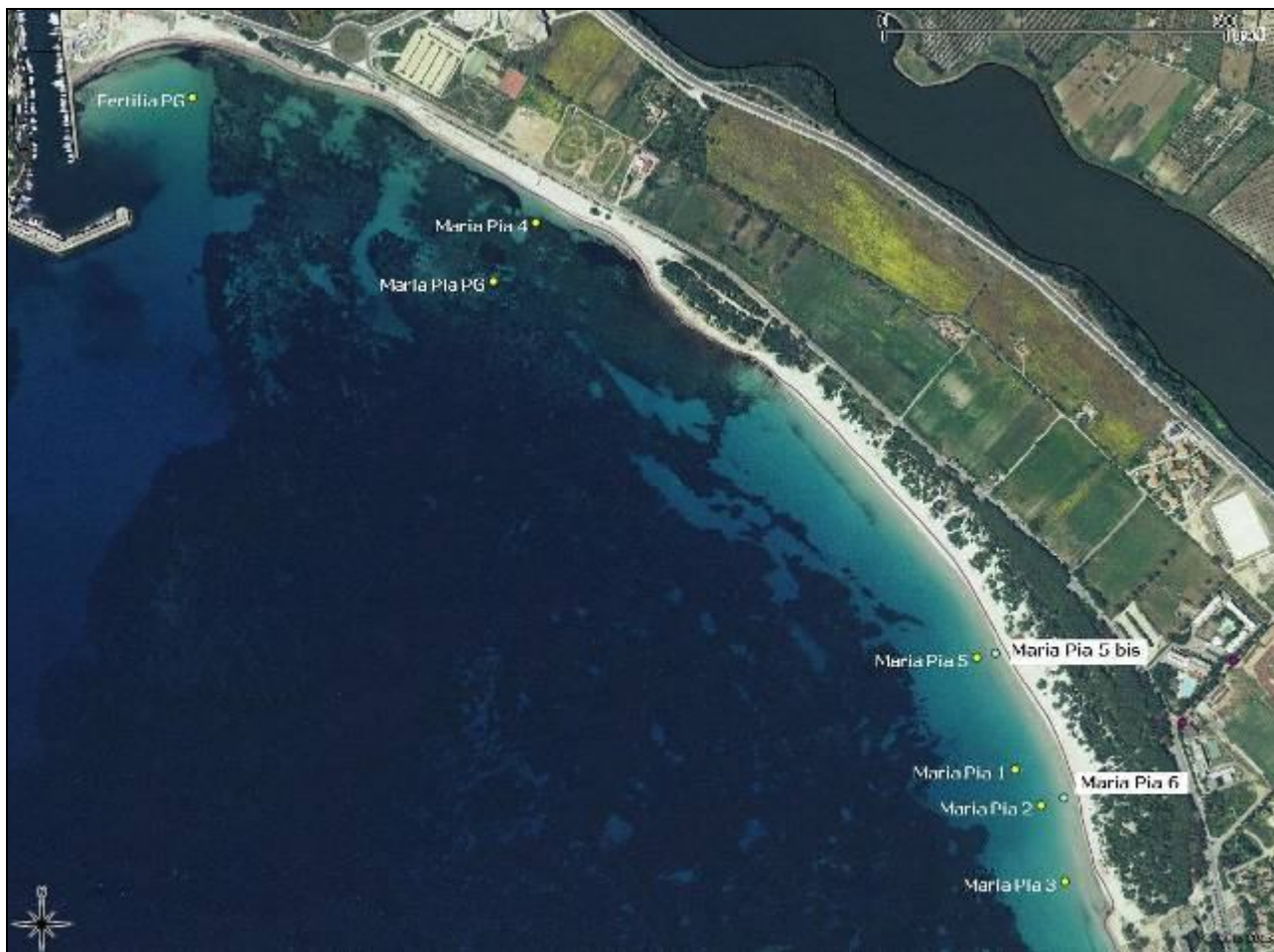


Figura 2 – Ubicazione punti di prelievo ordinari ed extra litorale di Fertia

## 2. Programma di monitoraggio

Come anticipato in premessa, le indagini si sono protratte per tre mesi a partire da maggio, mese nel quale è stata prevista l'indagine aggiuntiva annuale sui sedimenti. Le tabelle riportate per ciascun mese illustrano il dettaglio dei campionamenti svolti con i relativi profili analitici.

### 2.1. Maggio

Nel mese di maggio sono stati programmati campionamenti unicamente all'interno dello stagno con alcuni dei parametri indagati sia sul campione superficiale sia sul campione di fondo, mentre altri solo in superficie. Le indagini batteriologiche sono state incentrate sulla ricerca di *E. coli*, in quanto indicatore diretto della presenza di reflui organici.

Il dettaglio di quanto eseguito è riportato in Tabella 1.

Tabella 1 - Profilo analitico Calich: 24/25 maggio 2012

Stazione	Acqua								Sedimenti		
	Fitoplancton	<i>E.coli</i>	Nutrienti	Metalli	IPA	Pesticidi	VOC's	Param. Chimico Fisici di campo	TOC Ntot Ptot	Metalli	IPA
Punto 1 sup	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Punto 1 fondo	X		X	X							
Punto 2 sup	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Punto 2 fondo	X		X	X							
Punto 3 sup	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Punto 3 fondo	X		X	X							
Punto 4 sup	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Punto 4 fondo	X		X	X							
Punto 5 sup	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Punto 5 fondo	X		X	X							
Punto 6 sup	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Punto 6 fondo	X		X	X							
Punto 7 sup	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Punto 7 fondo	X		X	X							

Contestualmente ai prelievi ordinari di maggio, effettuati con il supporto logistico della Guardia Costiera di Alghero, sono stati acquisiti dei campioni prelevati dalla stessa capitaneria di Porto a seguito di una segnalazione relativa a colorazione anomala delle acque antistanti lo stagno. Di seguito l'elenco dei parametri effettuati.



Tabella 2 – Profilo analitico litorale Fertilia: 24 maggio 2012 - prelievi Guardia Costiera (extra)

Stazione	Acqua		
	Fitoplancton	<i>E.coli</i> - Enterococchi	Nutrienti
Maria Pia	X	X	X

## 2.2. Giugno

Nel mese di giugno i prelievi nello stagno hanno riguardato la sola matrice acqua prevedendo comunque, anche in questo mese, indagini nella colonna d'acqua, sia sul fondo sia sulla superficie (vedi Tabella 3).

Tabella 3 – Profilo analitico Calich: 26 giugno 2012

Stazione	Acqua							
	Fitoplancton	<i>E.coli</i>	Nutrienti	Metalli	IPA	Pesticidi	VOC's	Param.Chimico Fisici di campo
Punto 1 sup	X	X	X					X
Punto 1 fondo	X		X					
Punto 2 sup	X	X	X					X
Punto 2 fondo	X		X					
Punto 3 sup	X	X	X					X
Punto 3 fondo	X		X					
Punto 4 sup	X	X	X					X
Punto 4 fondo	X		X					
Punto 5 sup	X	X	X					X
Punto 5 fondo	X		X					
Punto 6 sup	X	X	X	X	X	X	X	X
Punto 6 fondo	X		X					
Punto 7 sup	X	X	X	X	X	X	X	X
Punto 7 fondo	X		X					

Contestualmente sono stati effettuati prelievi sul litorale con l'analisi dei parametri indicati in Tabella 4 e nei punti indicati, sia nella cartina di Figura 2 sia nella stessa tabella, con la denominazione della stazione seguita dalla sigla PG (ad indicare il Piano di gestione per il riutilizzo dei reflui del depuratore San Marco). Tra i parametri eseguiti è stata prevista la ricerca degli indicatori batteriologici *E. coli* ed *Enterococchi fecali*, normalmente ricercati nelle acque destinate alla balneazione al fine di attestarne l'effettiva balneabilità.

Tabella 4 – Profilo analitico litorale Fertilia: 26 giugno 2012

Stazione	Acqua			
	Fitoplancton	<i>E.coli</i> Enterococchi	Nutrienti	Param.Chimico Fisici di campo
Fertilia PG sup	X	X	X	X
Fertilia PG fondo	X		X	
Maria Pia PG sup	X	X	X	X
Maria Pia PG fondo	X		X	

Pochi giorni dopo i prelievi ordinari è stato effettuato un sopralluogo extra lungo il litorale di Fertilia, a seguito segnalazione di colorazione anomala delle acque, giunta alla Guardia Costiera di Alghero. I campionamenti, punti (vedi Tabella 5), sono stati supportati dalla stessa Capitaneria di Porto (vedi Figura 2).

Anche in questo caso è stato ritenuto opportuno effettuare una verifica sui parametri batteriologici atta a determinare la presenza di un'eventuale contaminazione di tipo organico – fecale.

**Tabella 5 – Profilo analitico litorale Fertilia: 29 giugno 2012 (extra)**

Stazione	Acqua			
	Fitoplancton	<i>E.coli</i>	Enterococchi	Test tossicità Vibrio Fischeri
Maria Pia 1 sup		X		X
Maria Pia 2 sup	X	X		X
Maria Pia 3 sup		X		X
Maria Pia 4 sup	X	X		X
Maria Pia 5 sup		X		X
Maria Pia 5 bis sup	X	X		X
Maria Pia 6 sup	X	X		X

### 2.3. Luglio

Nel corso dell'ultimo mese di campagna, i prelievi si sono svolti secondo quanto programmato sia nello stagno sia lungo il litorale. Le tabelle 6 e 7 riassumono l'insieme delle attività eseguite.

**Tabella 6 – Profilo analitico Calich: 27 luglio 2012**

Stazione	Acqua							
	Fitoplancton	<i>E.coli</i>	Nutrienti	Metalli	IPA	Pesticidi	VOC's	Param.Chimico Fisici di campo
Punto 1 sup	X	X	X					
Punto 1 fondo	X		X					X
Punto 2 sup	X	X	X					
Punto 2 fondo	X		X					X
Punto 3 sup	X	X	X					
Punto 3 fondo	X		X					X
Punto 4 sup	X	X	X					
Punto 4 fondo	X		X					X
Punto 5 sup	X	X	X					
Punto 5 fondo	X		X					X
Punto 6 sup	X	X	X	X	X	X	X	
Punto 6 fondo	X		X					X
Punto 7 sup	X	X	X	X	X	X	X	
Punto 7 fondo	X		X					X

Tabella 7 - Profilo analitico litorale Fertilia: 27 luglio 2012

Stazione	Acqua			
	Fitoplancton	<i>E.coli</i> Enterococchi	Nutrienti	Param.Chimico Fisici di campo
Fertilia PG sup	X	X	X	X
Fertilia PG fondo	X		X	
Maria PG Pia sup	X	X	X	X
Maria Pia PG fondo	X		X	

### 3. Risultati indagini: matrice acqua - Calich

Di seguito sono riportati i risultati delle indagini svolte, descrivendo il dettaglio dei rilievi svolti sul campo e di quanto analizzato nei laboratori del Dipartimento Provinciale di Sassari.

In premessa, al fine di esporre un quadro quanto più completo possibile delle condizioni ambientali rilevate, si riportano i grafici relativi all'andamento delle temperature massime, minime e medie, rilevate sia nel 2011 sia nel 2012, nei tre mesi di campagna, nella stazione meteo di Alghero gestita dall'Ente Nazionale Assistenza al Volo (ENAV) e le tabelle con i cumulati mensili relativi alle precipitazioni per il 2011 e parte del 2012. Tali dati sono stati forniti dal Dipartimento Specialistico Regionale Idrometeorologico dell'ARPAS

In ciascun grafico sono evidenziate, con un indicatore circolare nero e la corrispondente etichetta, le temperature massime, medie e minime, relative alle date in cui sono stati effettuati i prelievi.

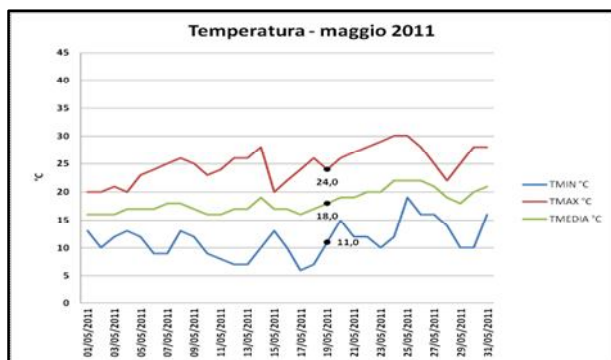


Grafico 1 – Andamento delle temperature : maggio 2011

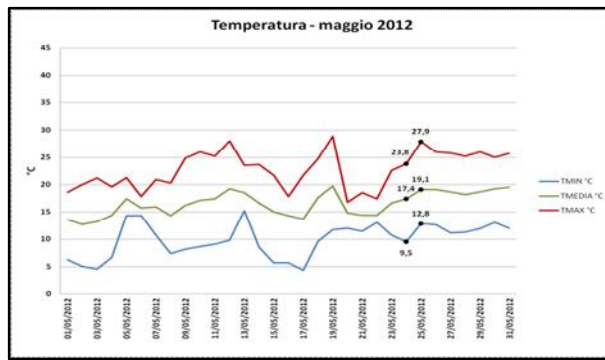


Grafico 2 - - Andamento delle temperature : maggio 2012



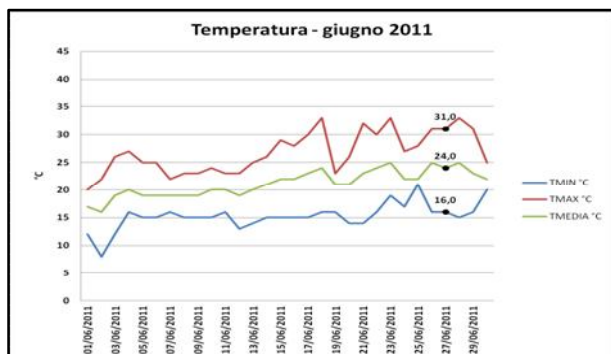


Grafico 3 – Andamento delle temperature : giugno 2011

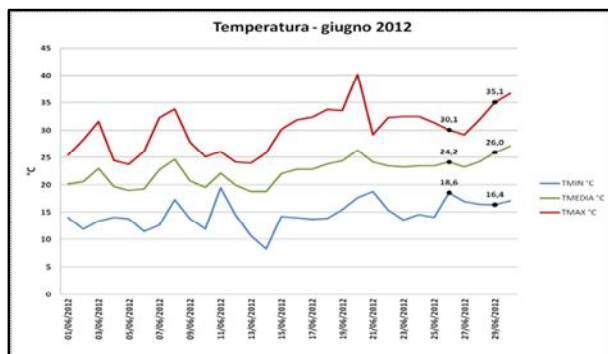


Grafico 4 – Andamento delle temperature : giugno 2012

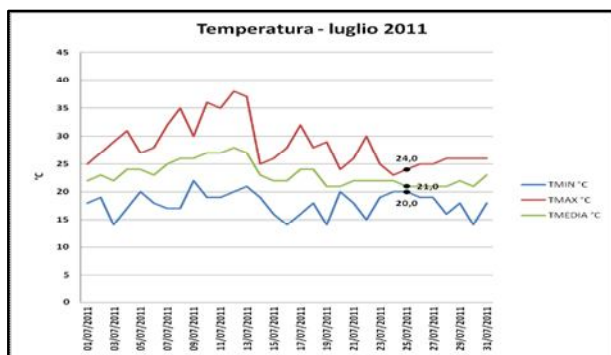


Grafico 5 – Andamento delle temperature : luglio 2011

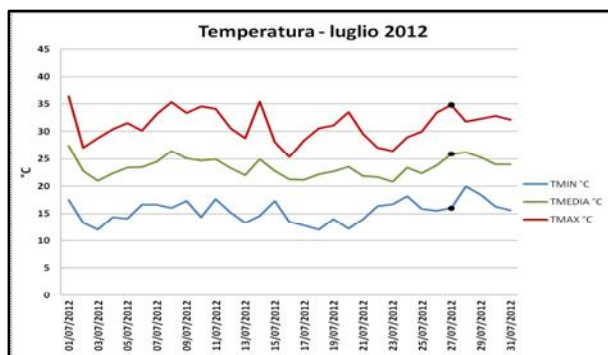


Grafico 6 – Andamento delle temperature : luglio 2012

Nelle tabelle seguenti sono indicati, oltre ai valori espressi in mm di pioggia, anche il numero di rilievi effettuati nel corso del mese in esame.

Tabella 8: Cumulati mensili precipitazioni 2011

Anno	2011											
Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Cumulato di precipitazione [mm]	81,9	48,3	40,4	38,4	5,6	36,0	28,1	5,8	26,5	23,7	185,1	110,6
Numero di dati validi []	30	27	31	29	26	29	31	30	29	31	30	31

Tabella 9: Cumulati mensili precipitazioni 2012

Anno	2012						
Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug
Cumulato di precipitazione [mm]	43,8	54,0	13,8	48,5	122,0	1,6	35,0
Numero di dati validi []	31	29	31	30	30	30	30

### 3.1. Parametri fisico – chimici da campo

Nel corso dei sopralluoghi, finalizzati al prelievo dei campioni, sono stati contestualmente acquisiti, in tutte e sette le stazioni di prelievo e in due ulteriori punti denominati Sonda 1 e Sonda 2, i dati relativi al profilo di colonna dei principali parametri fisico-chimici. L'elenco dei parametri, rilevati attraverso l'ausilio di una sonda multiparametrica IDROMAR modello IP175D, sono riportati nello schema di Tabella 10.

**Tabella 10: Parametri rilevati**

Parametro	Unità di misura
Profondità	m
Temperatura acqua	°C
Conducibilità	µS/cm
Salinità	ppt
O <sub>2</sub> disciolto	mg/l
O <sub>2</sub> disciolto	%
Torbidità	FTU
pH	Unità pH
Clorofilla "a"	mg/m <sup>3</sup>
Potenziale redox	mV

A seguire verranno illustrate le considerazioni scaturite dalla trattazione di ciascuno dei parametri considerati, correlati da grafici che mostrano l'andamento degli stessi, mese per mese, nei differenti punti e in colonna. Per ciascuna stazione sono stati considerati i valori medi della grandezza in esame, calcolati in strati di spessore pari a 40 cm a partire dalla superficie. Infine è stato eseguito un confronto grafico dei risultati ottenuti nel 2011 e nel 2012 nei diversi punti e relativamente allo strato compreso tra 0 – 0,4 m.

### 3.1.1. Temperatura

Il profilo delle temperature dell'acqua del mese di maggio ha mostrato valori abbastanza stabili nei differenti punti, con un'escursione massima pari a circa 1,5 °C tra le superfici del Punto 4 e del Punto 5.

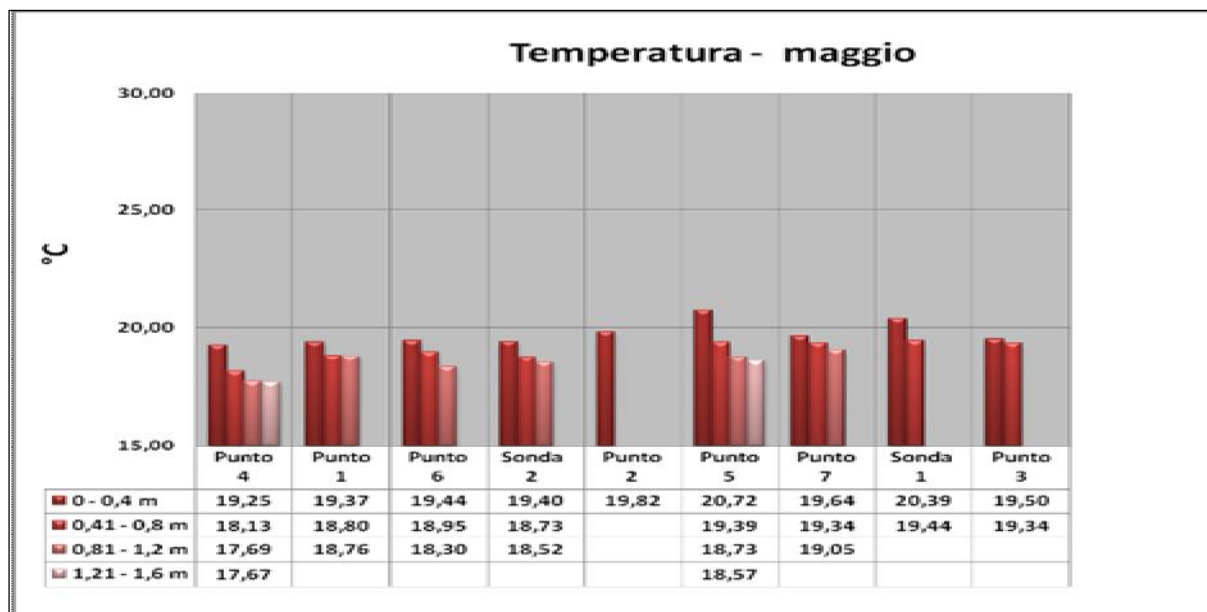


Grafico 7 – Andamento temperatura maggio

I valori più bassi sono stati rilevati nelle stazioni più prossime alla foce a mare, mentre le variazioni di colonna più consistenti sono state quelle a carico delle stazioni a maggior fondale (Punti 4, 5 e 6). Rispetto al 2011 le temperature superficiali sono risultate essere sensibilmente inferiori (differenze sino a 3°C nel Punto 2) probabilmente anche a causa delle abbondanti piogge dei giorni precedenti al campionamento e dell'andamento delle temperature minime dell'aria che sono risultate mediamente inferiori all'anno precedente.

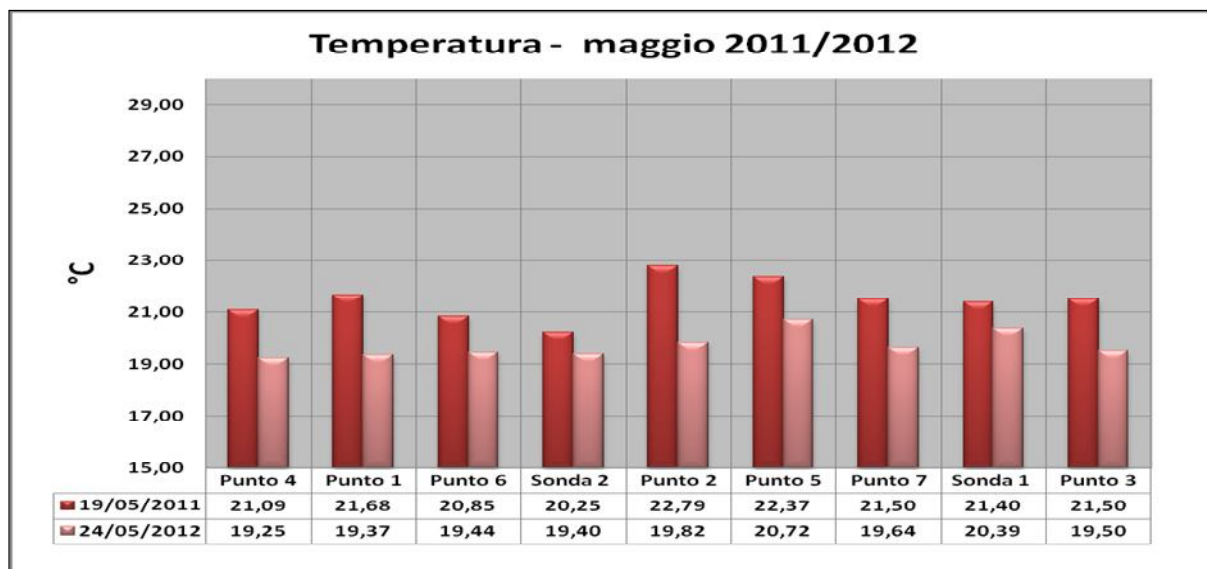


Grafico 8 - Confronto temperature maggio 2011/2012

Nel mese di giugno le temperature superficiali hanno mostrato un gradiente crescente in direzione mare-foce rio Calvia con un'escursione massima di circa 2,5 °C tra il Punto 4 ed il Punto 3.

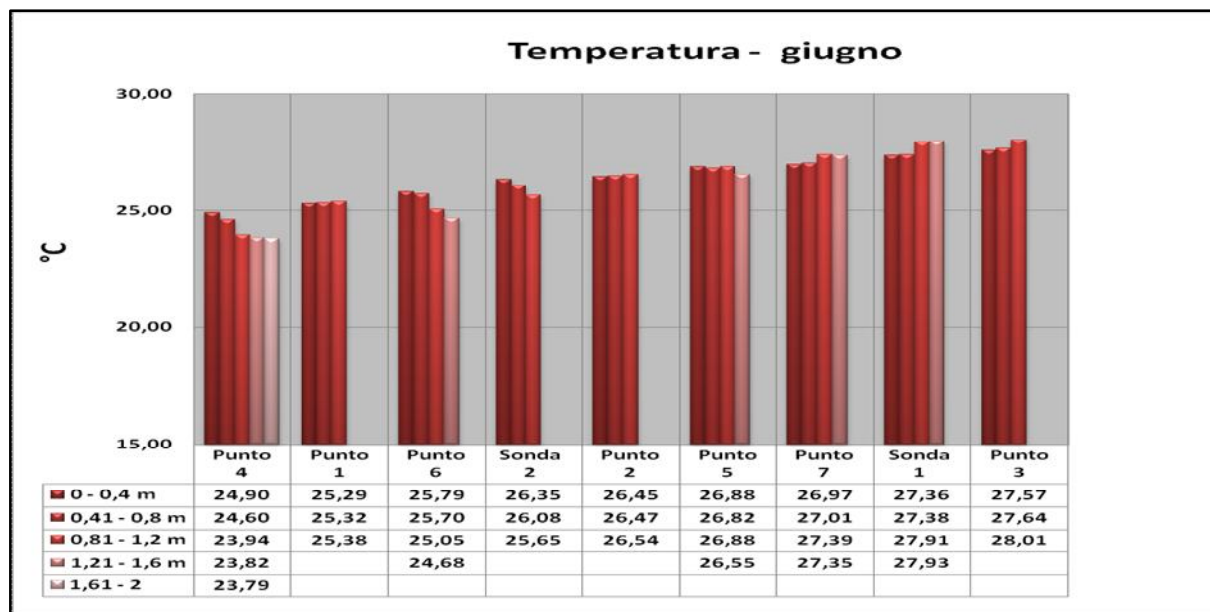


Grafico 9 – Andamento temperatura giugno

Molto ridotte invece le variazioni in colonna con diminuzioni dell'ordine di circa 1 °C nei punto 4, 5 e 6 e lievi aumenti (circa 0,5 °C) in alcune stazioni. L'incremento medio rispetto al mese precedente è stato di circa 5°C. Il confronto con il 2011 mostra temperature superficiali inferiori in tutti i punti ad eccezione delle stazioni Sonda 1 e Punto 3.

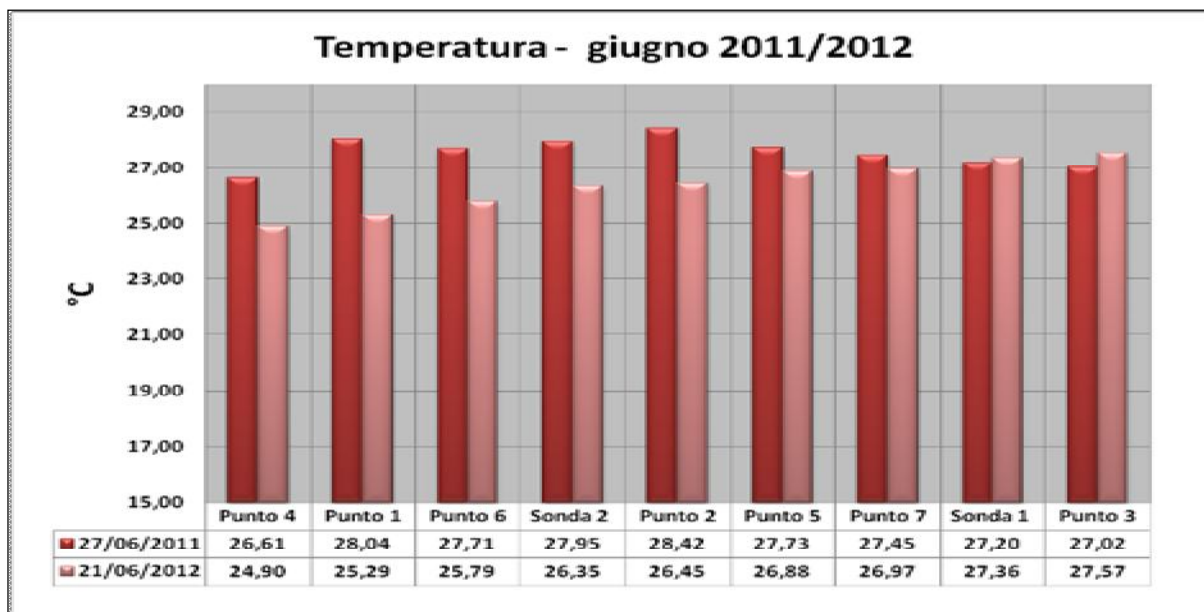


Grafico 10 - Confronto temperature giugno 2011/2012

Nei prelievi del mese di luglio è stata rilevata la maggior eterogeneità, sia tra i differenti punti sia in colonna (es. Punto 4 con quasi 3 °C di escursione termica in circa 1,5 m di fondale).

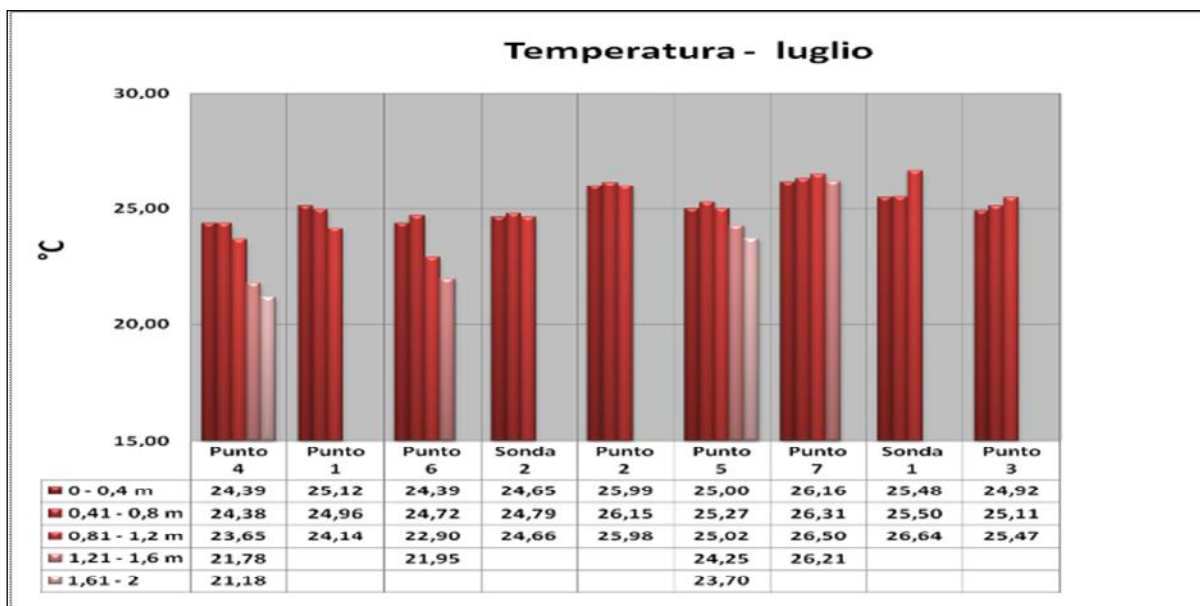


Grafico 11 – Andamento temperatura luglio

Il confronto con i valori registrati a giugno ha mostrato un leggero calo in tutte le stazioni, mentre, rispetto allo stesso periodo del 2011 sono state registrate temperature superficiali ovunque più alte con  $\Delta T_{min}$  di circa 1,5 °C nel Punto 3 ed un  $\Delta T_{max} > 4^{\circ}C$  nel Punto 4 (in aderenza a quanto rilevato per la temperatura dell'aria nello stesso periodo dei due anni considerati).

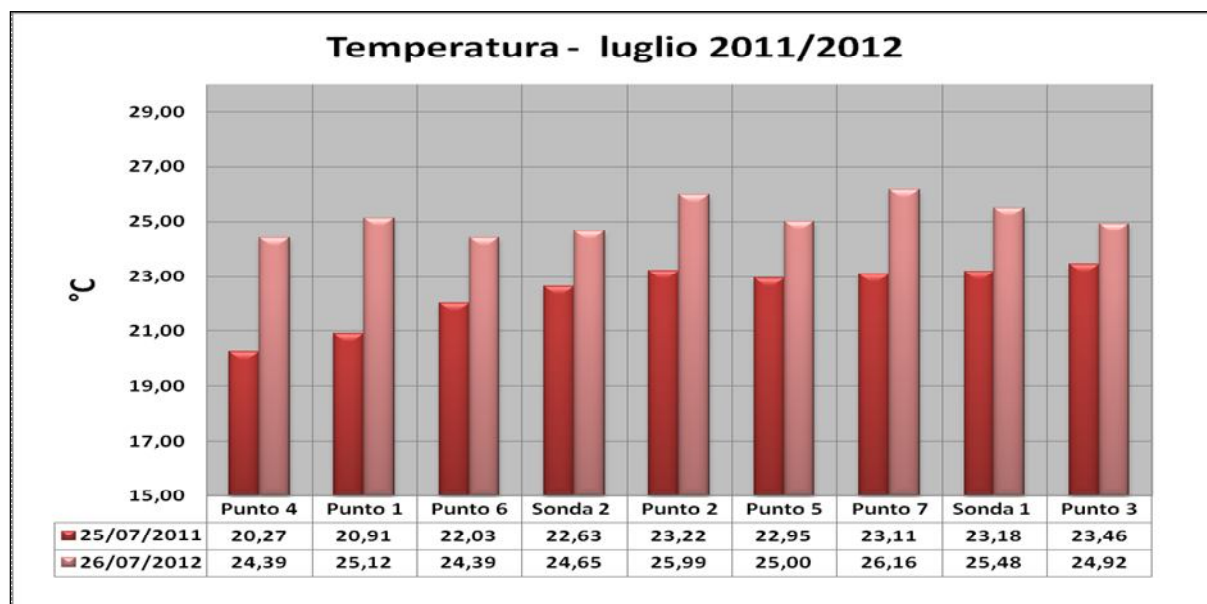


Grafico 12 - Confronto temperature luglio 2011/2012

Come descritto in precedenza, le campagne per il controllo delle acque del Calich hanno avuto inizio nel luglio 2009 a seguito di segnalazioni relative a presunto inquinamento. La strategia di campionamento ed i dettagli di indagine sono variati negli anni, anche in funzione dei fenomeni di colorazione delle acque occorsi

sul litorale di Fertilia e del conseguente Piano di gestione del depuratore San Marco formalizzato nel 2011. Nella prima campagna sono stati individuati tre punti di monitoraggio presso le foci dei corsi d'acqua recapitanti sullo stagno, per poi passare a quattro siti di prelievo nell'anno successivo, aggiungendo ai precedenti una stazione presso la foce a mare (Punto 4). A partire dal 2011 il programma di campionamento prevede l'esecuzione di prelievi sui sette punti illustrati in Figura 1 e il rilievo dei parametri fisico-chimici nelle due stazioni Sonda 1 e Sonda 2. Il Grafico 13 mostra il confronto tra i valori di temperatura rilevati in superficie nel mese di luglio nei quattro anni e riferiti alle tre stazioni nelle quali sono presenti i dati a partire dal 2009.

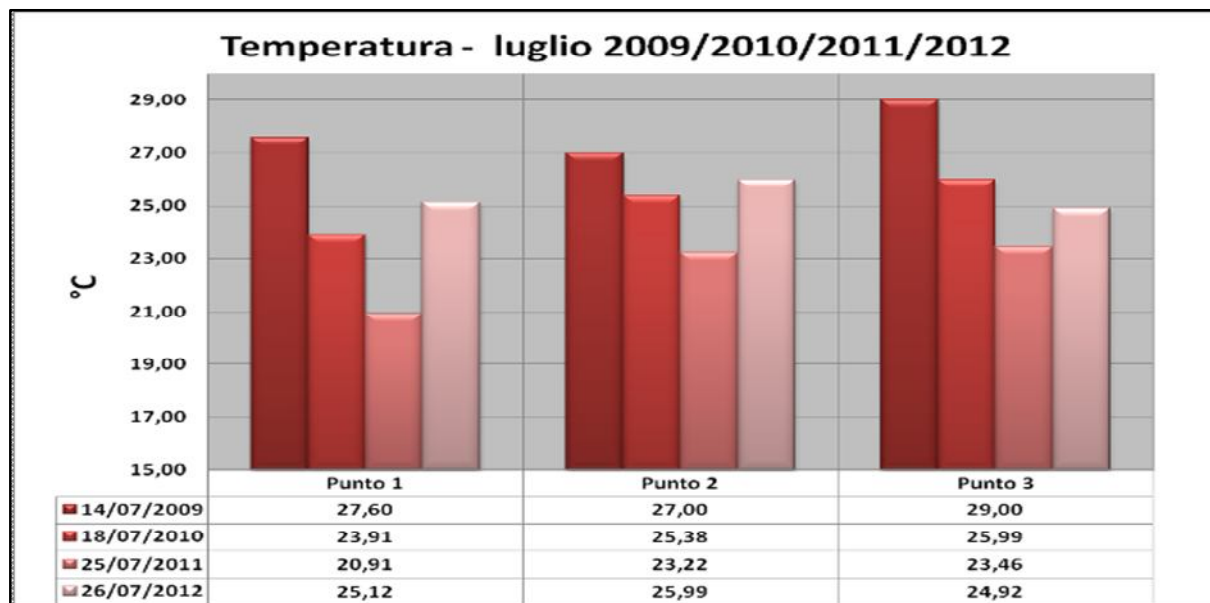


Grafico 13 - Confronto temperature 2009÷2012

Appare evidente come il primo anno di rilievi sia stato caratterizzato, nel mese di luglio, da temperature piuttosto elevate, mentre sono risultate decisamente inferiori nello stesso periodo del 2011 in quanto lo stesso caratterizzato da prolungato maltempo.

### 3.1.2. Ossigeno disciolto

I dati relativi all'ossigeno disciolto (OD) hanno mostrato, nel mese di maggio, % di saturazione tendenzialmente basse, anche se ben al di sopra di valori indicativi di stati di ipossia o addirittura anossia. È stato rilevato un abbassamento dei valori in colonna in tutte le stazioni di prelievo (escursione massima nel Punto 7 con  $\Delta O_2\%$  sup/fondo pari al 40%) ad eccezione del Punto 4, nel quale si è avuto un aumento del 15% dalla superficie al fondo probabilmente a causa dell'immissione di acque fresche e salate, quindi più pesanti, in arrivo dal mare.



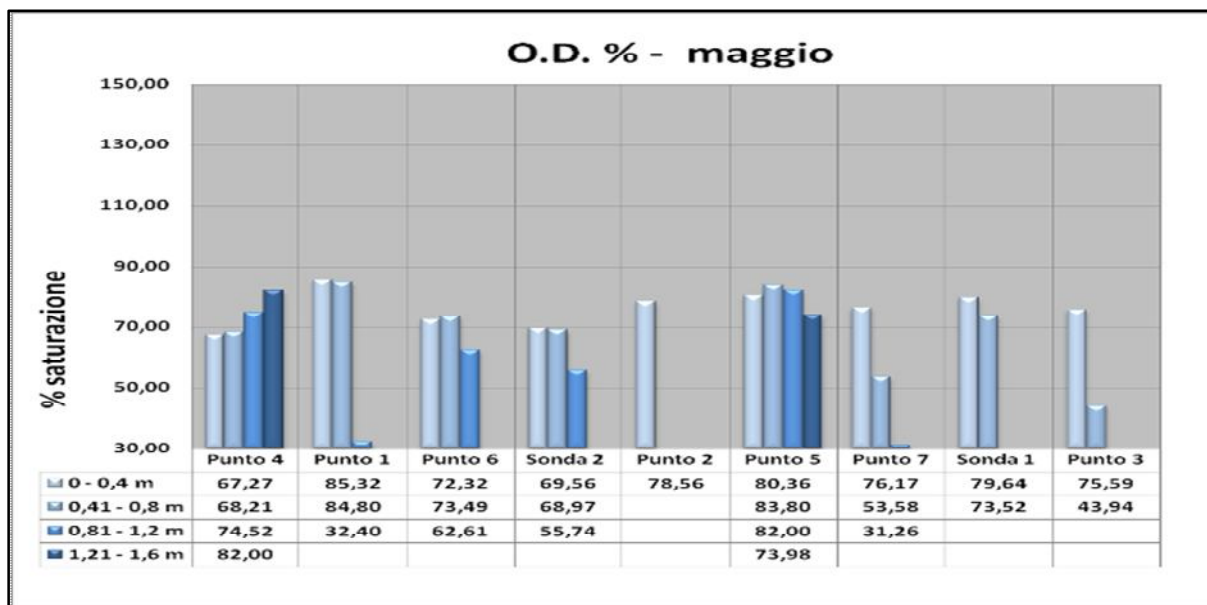


Grafico 14 – Andamento O.D.% maggio

Rispetto allo stesso periodo del 2011 i valori di OD superficiali sono risultati decisamente più bassi, fenomeno probabilmente attribuibile alle abbondanti piogge dei giorni precedenti il prelievo.

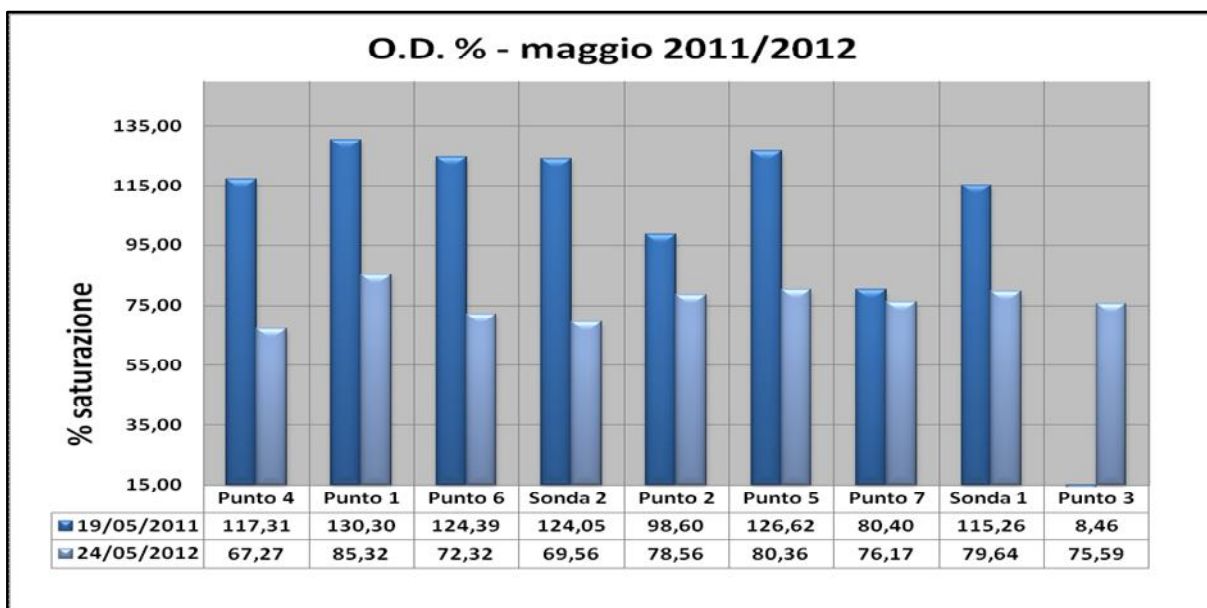


Grafico 15 – Confronto O.D.% maggio 2011/2012

Nel mese di giugno il tenore di OD superficiale si è assestato, in tutti i punti di prelievo, intorno al 100% di saturazione, condizione che descrive un ottimo livello di ossigenazione. Lungo la colonna i valori registrati non hanno mostrato grandi variazioni, ad eccezione dello strato più profondo dei punti 5, 7 e Sonda 1, nei quali l' OD% è sceso, rispettivamente, a circa 74%, 55% e 40%. Il profilo di colonna del Punto 4, è risultato, anche a giugno, caratterizzato dall'apporto di acque più fresche ed ossigenate provenienti dal mare.

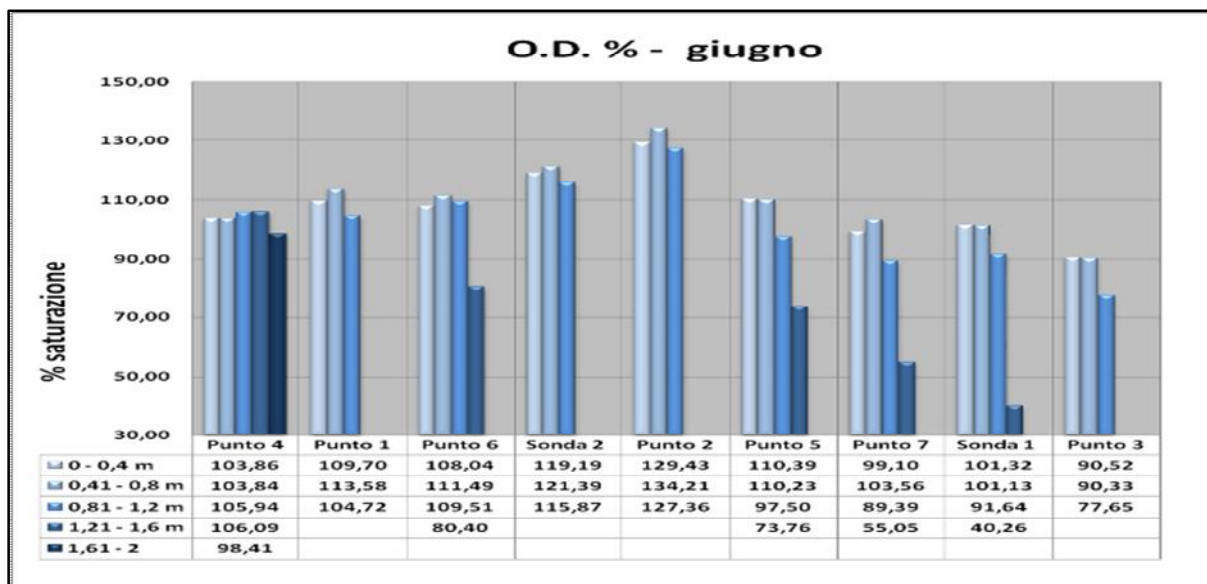


Grafico 16 – Andamento O.D.% giugno

Il confronto con i prelievi effettuati nel 2011 mostra valori non molto dissimili, fatta eccezione per le stazioni 4 e 6 nelle quali è stato rilevato un calo di circa il 30% di saturazione.

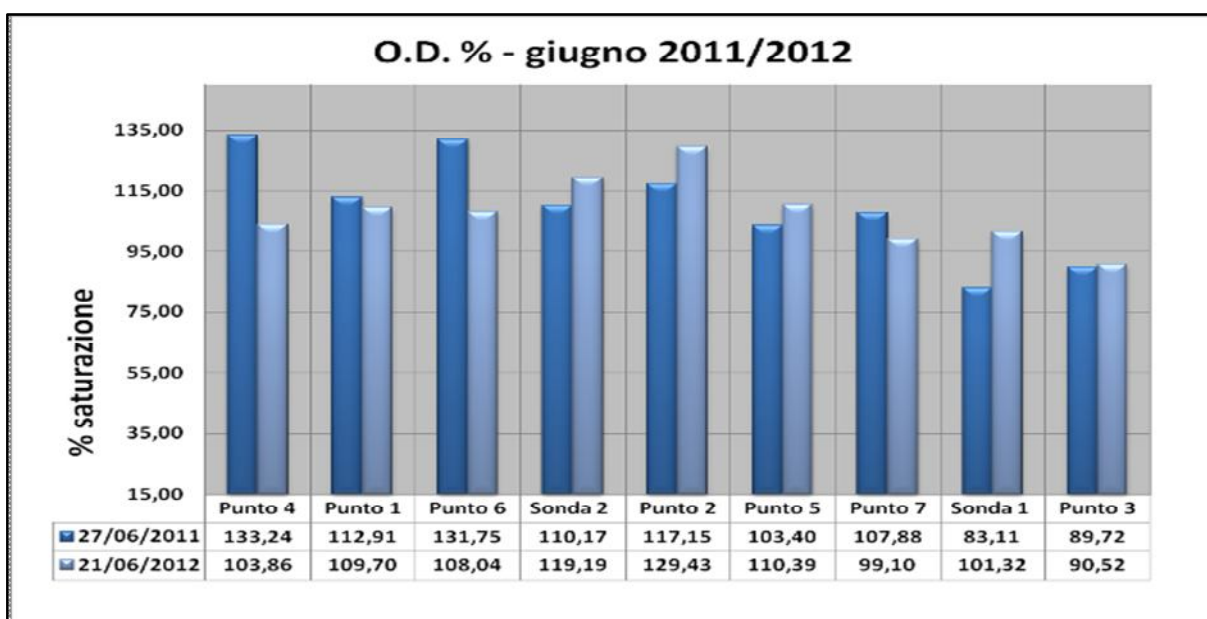


Grafico 17 – Confronto O.D.% giugno 2011/2012

Nel mese di luglio la concentrazione di OD più alta è stata quella relativa alla superficie del Punto 4 con circa 134% di saturazione, mentre il dato più basso è stato rilevato nella stazione n° 7 sul fondo con circa 80% di saturazione, valore sostanzialmente costante lungo la colonna.

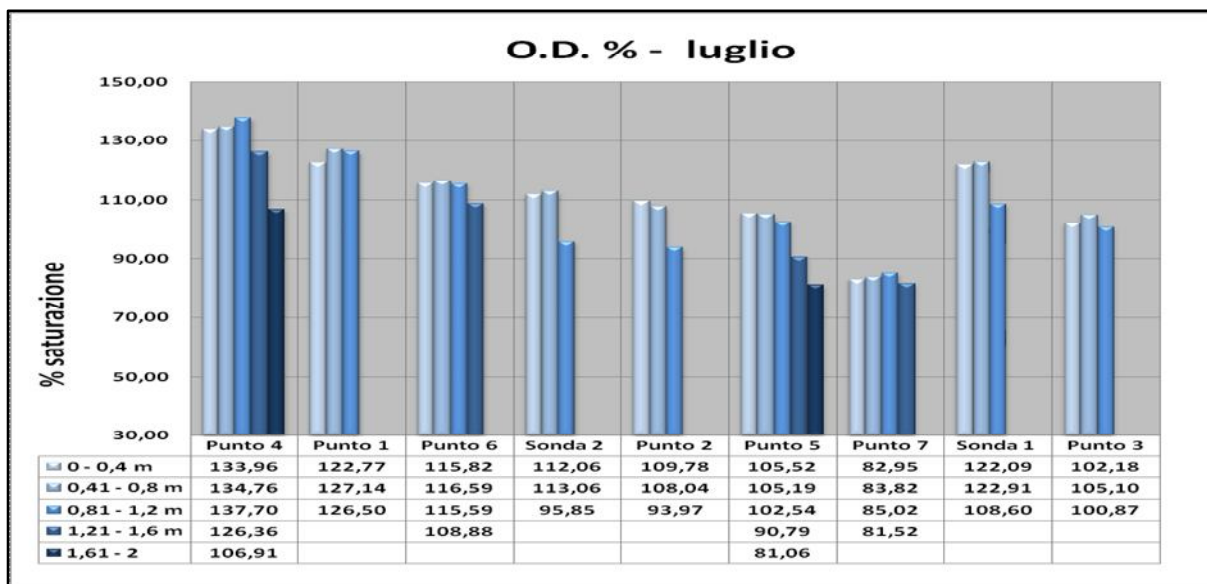


Grafico 18 – Andamento O.D.% luglio

In generale è stato rilevato un buono stato di ossigenazione delle acque anche nel corso dell'ultimo mese della campagna con un tenore di ossigeno superficiale tendenzialmente superiore rispetto al 2011 (fanno eccezione i punti 3, 5 e soprattutto Sonda 1).

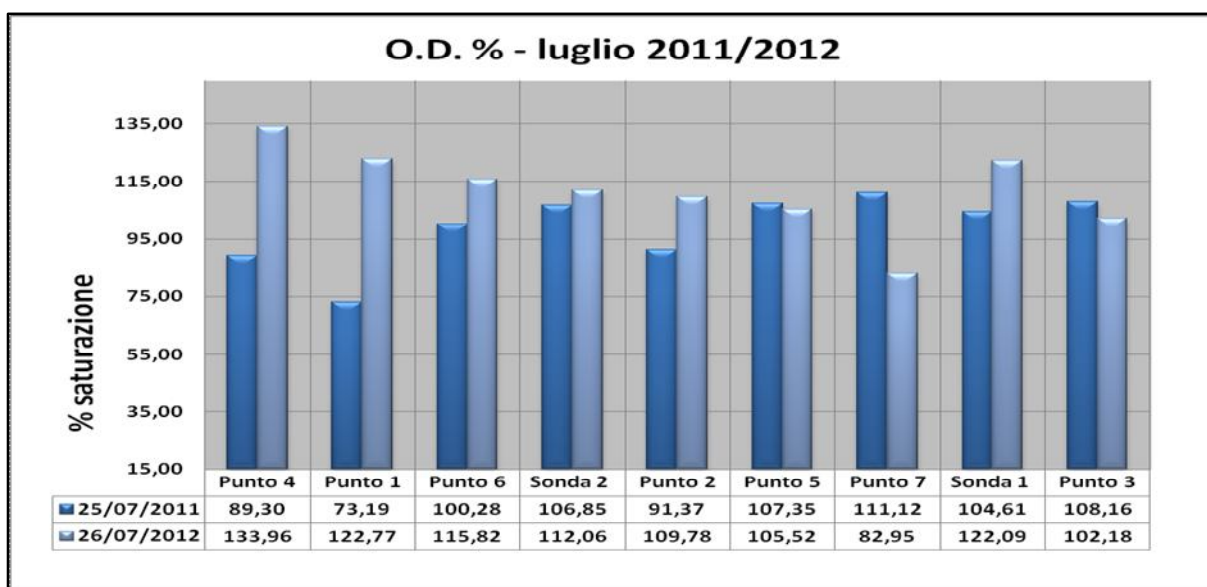


Grafico 19 – Confronto O.D.% luglio 2011/2012

La tabella di confronto generale, relativa al mese di luglio e alla superficie dei punti 1, 2 e 3, mostra livelli di ipersaturazione nel corso dei prelievi del 2009, e al contrario, livelli di OD relativamente bassi nel 2011. Il Punto 2 è risultato quello in cui i valori sono apparsi più stabili nel tempo.

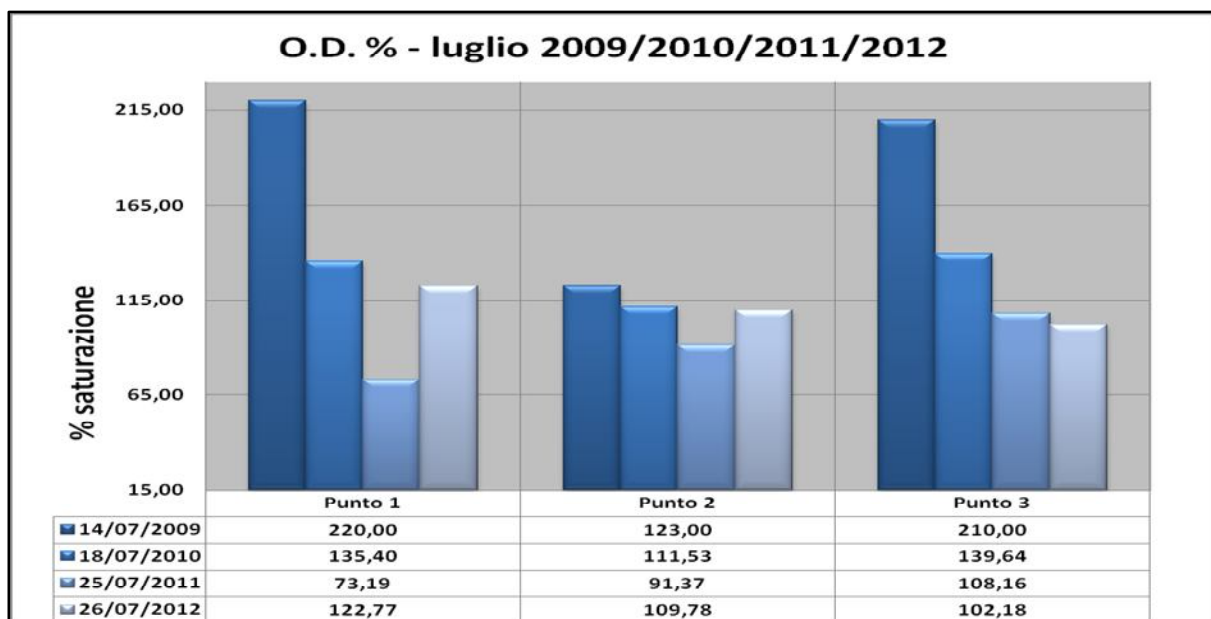


Grafico 20 - Confronto O.D.% 2009÷2012

### 3.1.3. Salinit 

Per ci  che concerne il parametro salinit , i prelievi svolti nel mese di maggio hanno risentito fortemente delle forti precipitazioni precedenti l'avvio della campagna di monitoraggio.

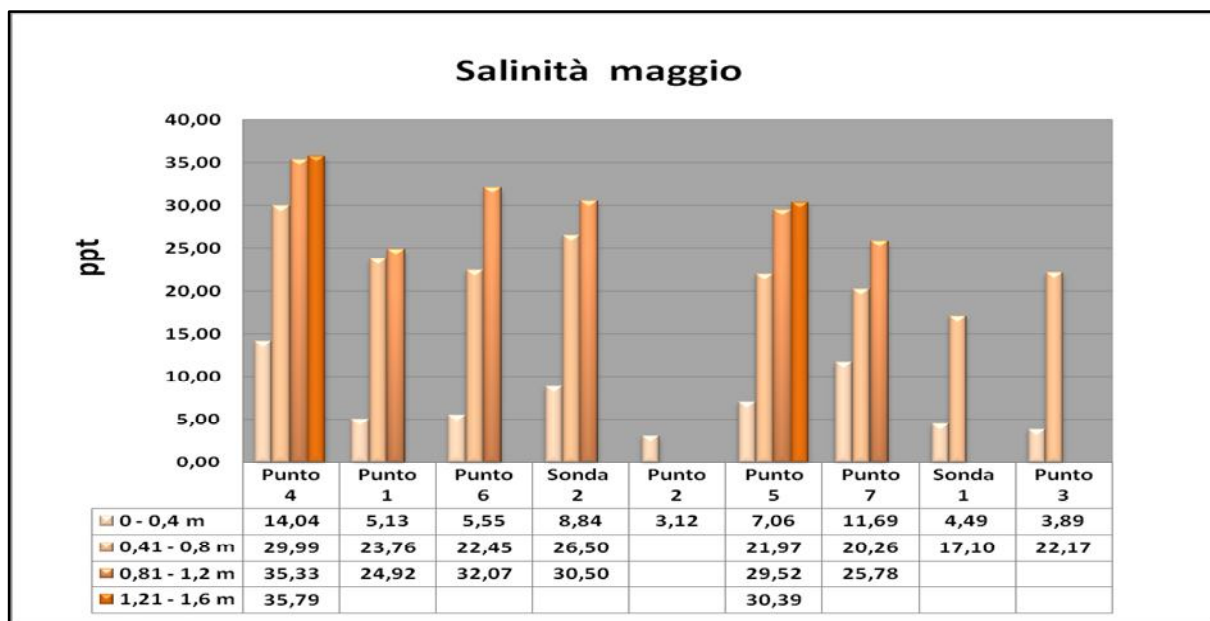


Grafico 21 – Andamento salinit  maggio

Dal Grafico 21 si pu  notare come i valori in superficie siano risultati significativamente pi  bassi rispetto agli strati pi  profondi. In particolare si   potuto osservare come, a partire dai 40 cm di profondit , la salinit  sia aumentata decisamente con escursioni sino a valori circa 5 volte pi  alti nei punti pi  prossimi alla foce del rio Calvia e del canale Urune. Il fondale eccessivamente basso del Punto 2 non ha permesso di effettuare misurazioni su pi  livelli.

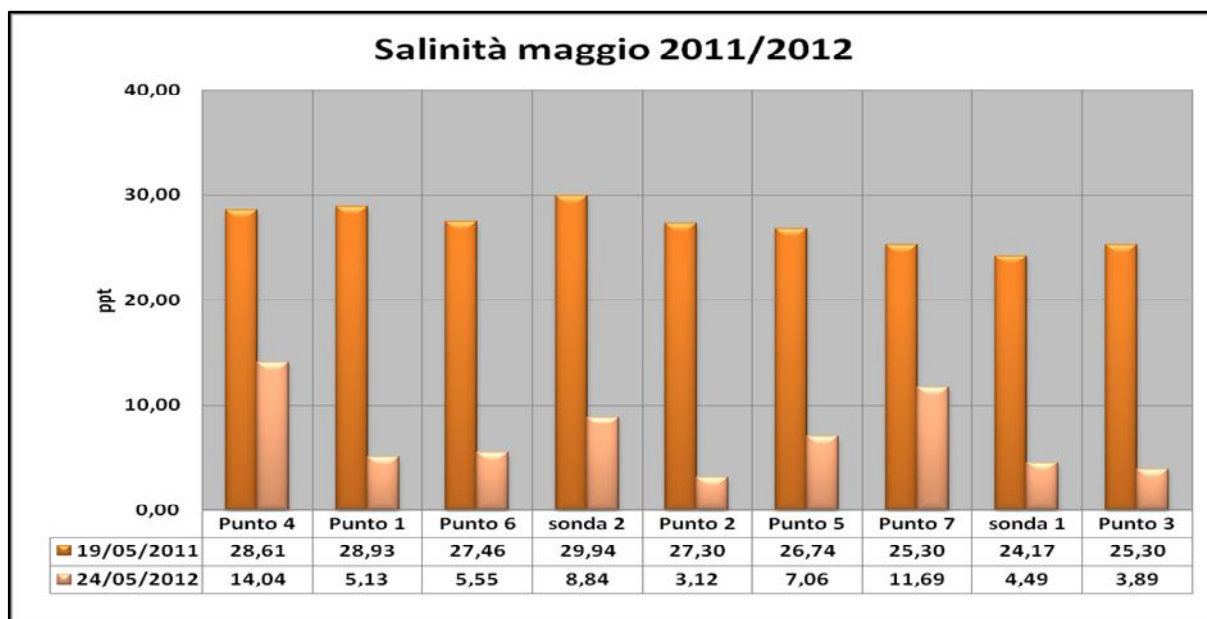


Grafico 22 – Confronto salinità maggio 2011/2012

Il confronto con l'anno precedente ha mostrato chiaramente come, nel corso del maggio 2011, l'assenza di eventi meteorici di elevata intensità abbia determinato valori di salinità nettamente superiori al 2012.

Nel mese di giugno i dati raccolti sono apparsi più aderenti a condizioni più tipiche di un corpo idrico di transizione con gradienti di salinità, dal mare verso le foci degli adduttori e dal fondo alla superficie, decrescenti in modo più graduale.

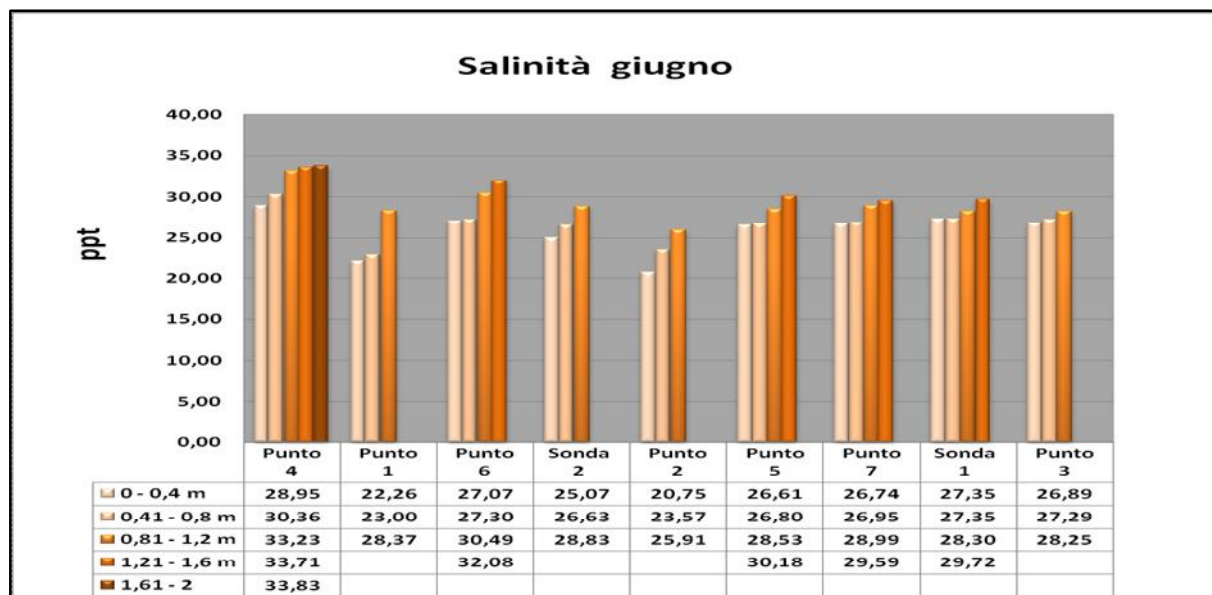


Grafico 23 – Andamento salinità giugno

Le escursioni massime sono state quelle relative alle stazioni caratterizzate dal fondale più profondo (punti 4, 5 e 6). Rispetto al 2011 i valori superficiali sono risultati inferiori nelle stazioni prossime al rio Barca ed al canale Urune e più alti nel Punto 4. Nei restanti punti le variazioni sono apparse poco significative.

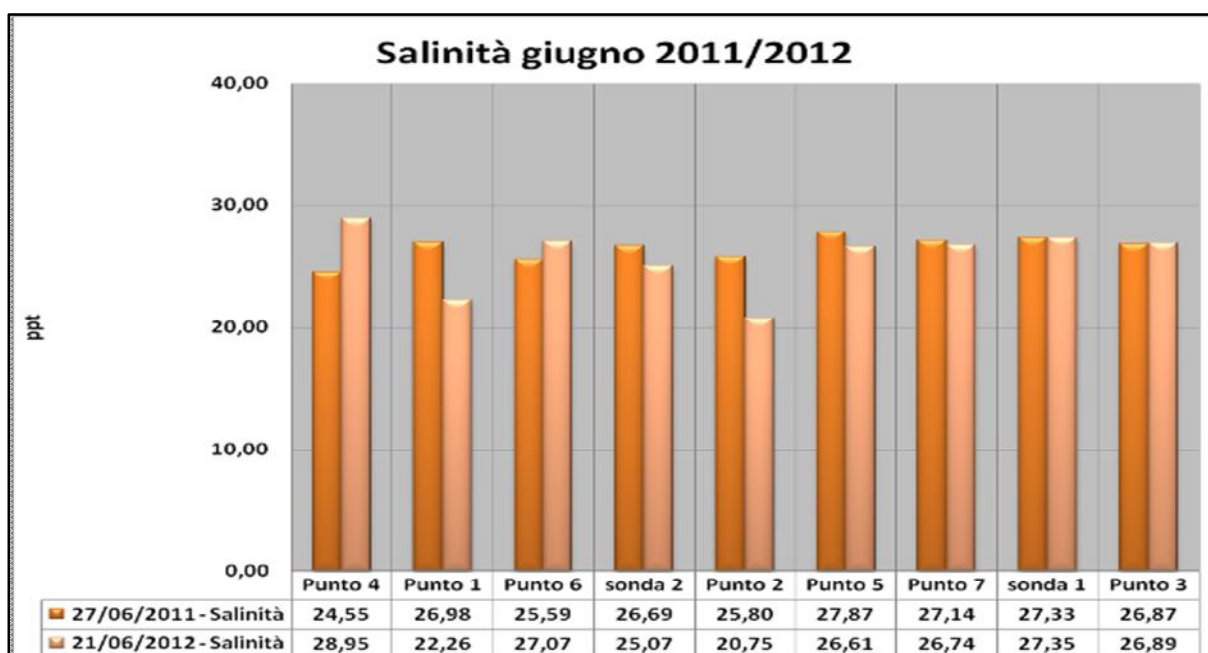


Grafico 24 – Confronto salinità giugno 2011/2012

Nel mese di luglio sono stati misurati valori di salinità più elevati, rispetto al mese precedente, nei punti 1, 2 (prossimi alle foci di due degli adduttori) e nel punto 7.

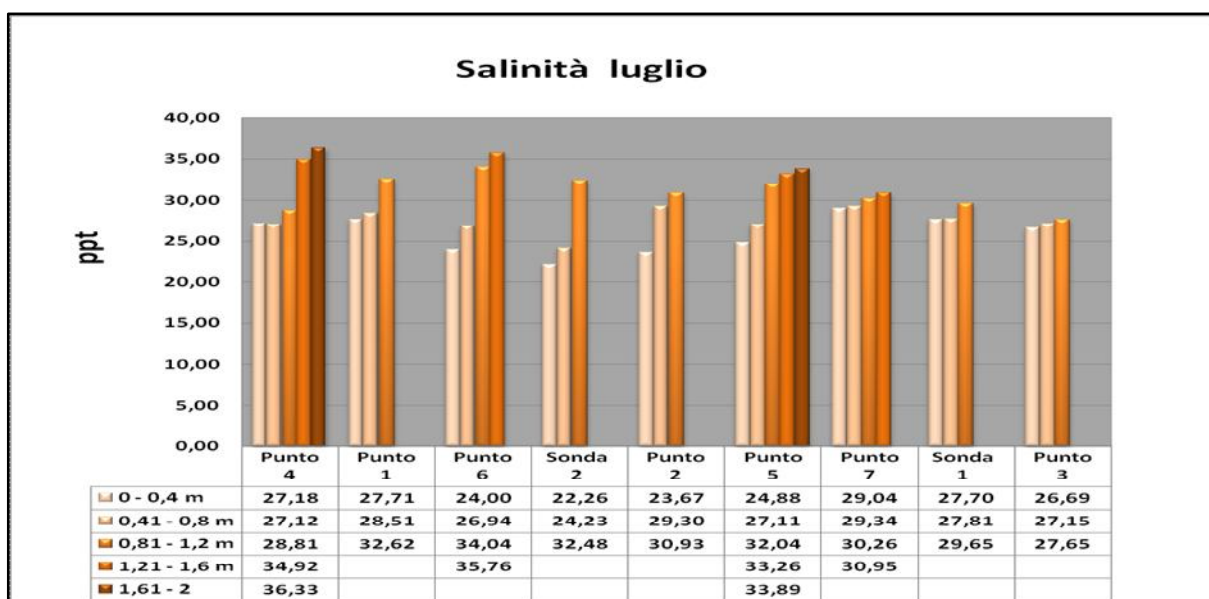


Grafico 25 – Andamento salinità luglio

Rispetto al 2011 la concentrazione di sali è risultata sostanzialmente più bassa nei punti più prossimi alla foce a mare (nel luglio 2011 era stato evidenziato un elevato ricambio d'acqua proveniente dal mare). Non è stato possibile effettuare un confronto tra i quattro anni di campagna in quanto nelle annualità 2009 – 2010 sono stati misurati esclusivamente i valori della conducibilità.



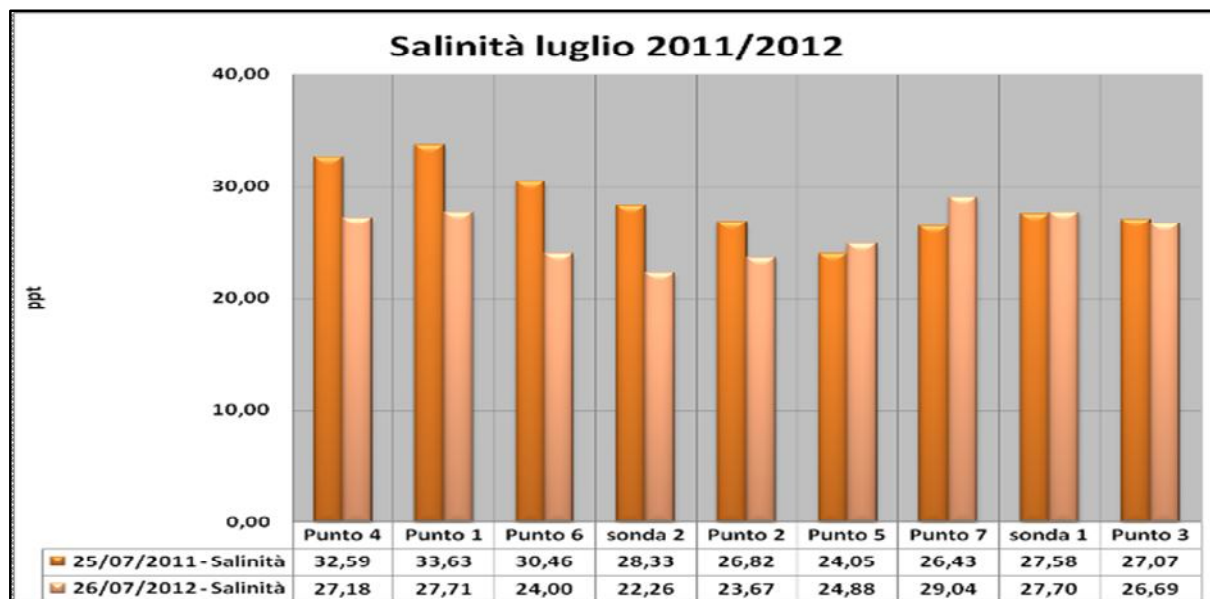


Grafico 26 – Confronto salinità luglio 2011/2012

### 3.1.4. pH

I risultati relativi al parametro pH nel mese di maggio sono apparsi tendenzialmente più bassi in superficie e in linea di massima inferiori ai valori che normalmente vengono rilevati nel corpo idrico.

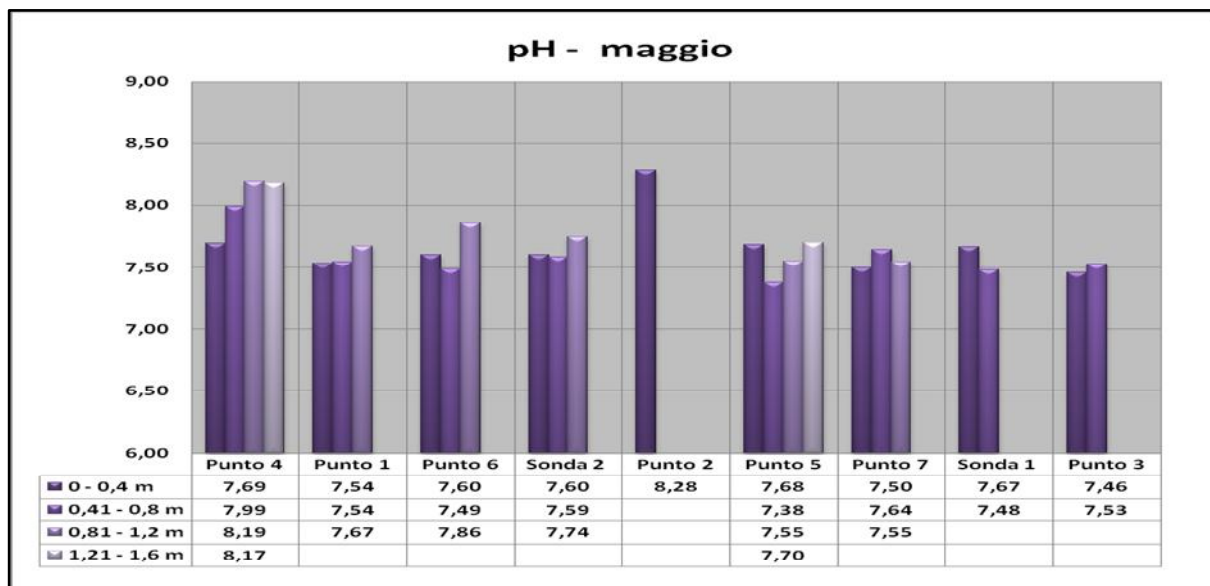


Grafico 27 – Andamento pH maggio

Tale particolarità è chiaramente rilevabile dal Grafico 28 con differenze di circa un'unità di pH in tutte le stazioni, nel confronto 2011/2012, ad eccezione del Punto 2. Anche in questo caso le motivazioni sono da ricercare nelle precipitazioni che hanno preceduto la giornata di prelievo.

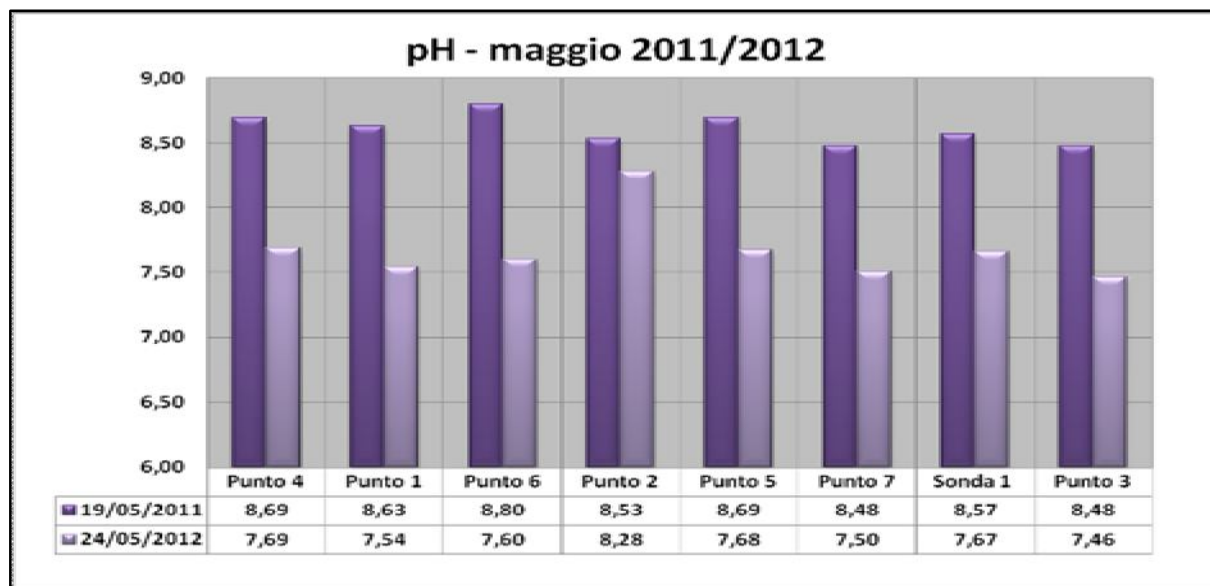


Grafico 28 – Confronto pH maggio 2011/2012

Sia a giugno sia a luglio si è assistito invece ad una sostanziale stabilità spaziale con valori che si sono assestati, almeno nella porzione più superficiale dello stagno, tra circa 8,4 e circa 8,5 unità di pH.

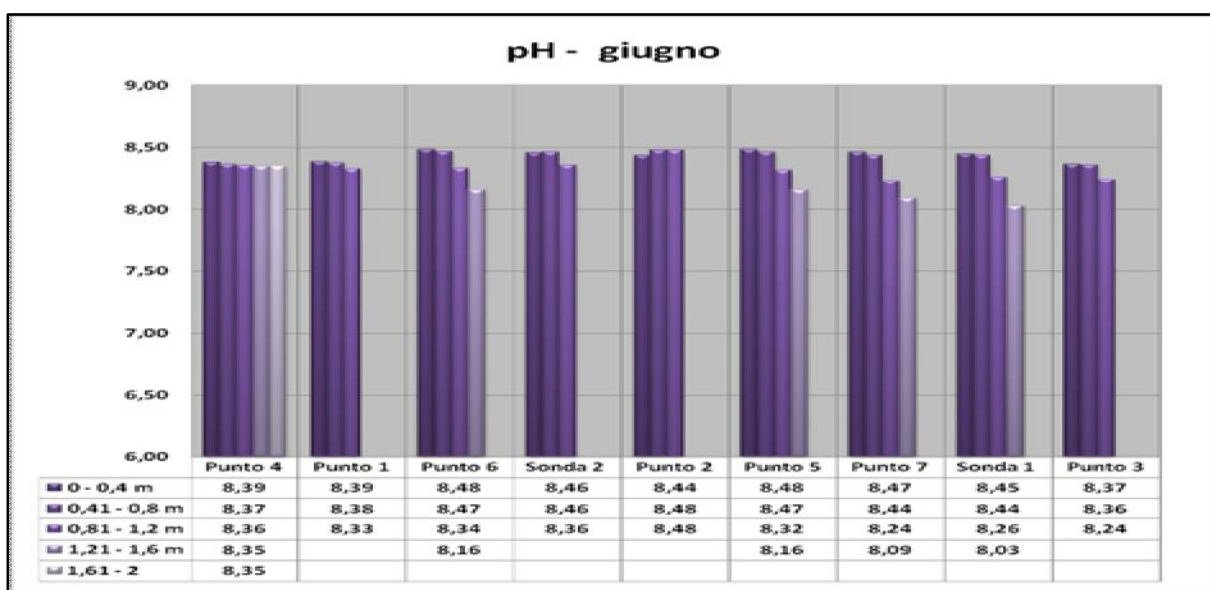


Grafico 29 – Andamento pH giugno

Si sottolinea invece una maggiore variabilità nelle misure effettuate in colonna nelle quali la massima escursione è stata rilevata nella stazione “Sonda 1” nel mese di giugno con pH 8,45 in superficie e pH 8,03 sul fondo.

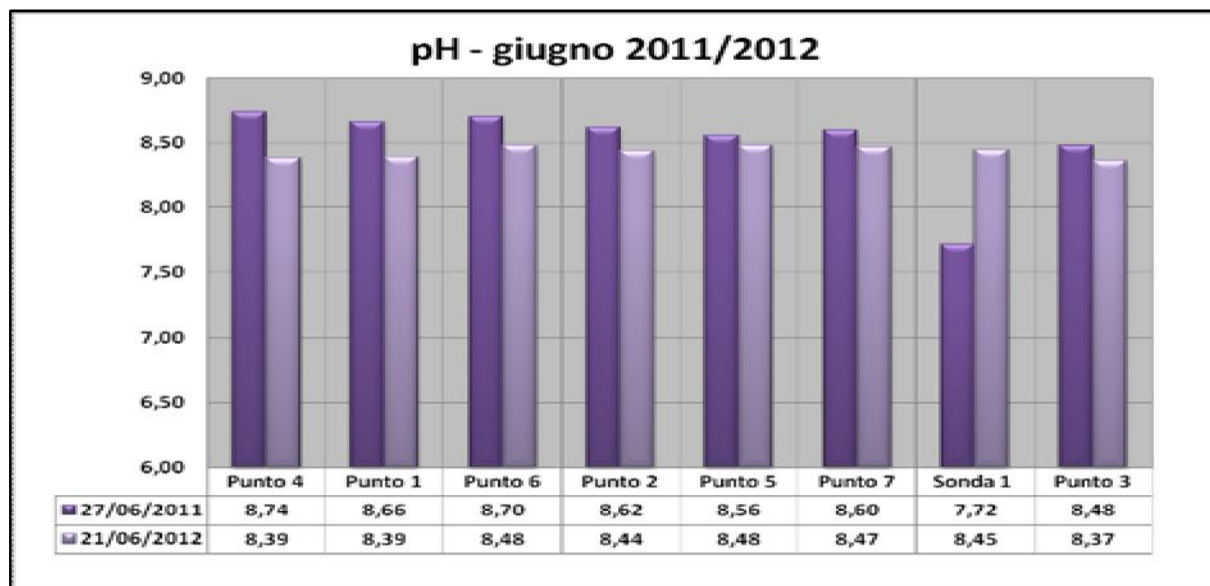


Grafico 30 – Confronto pH giugno 2011/2012

Nel mese di luglio sono state registrate variazioni degne di nota solo nelle stazioni a maggior fondale con le escursioni massime di circa 0,4 unità di pH.

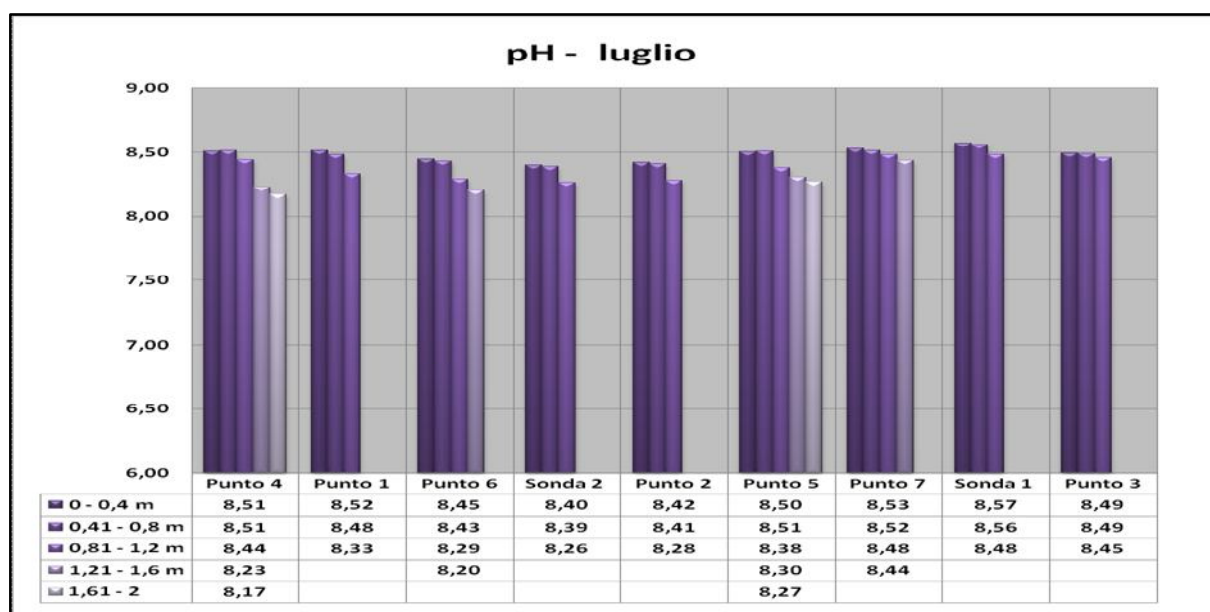


Grafico 31 – Andamento pH luglio

Sostanzialmente invariati i risultati rispetto al 2011 ad eccezione dei due punti prossimi alla foce a mare.

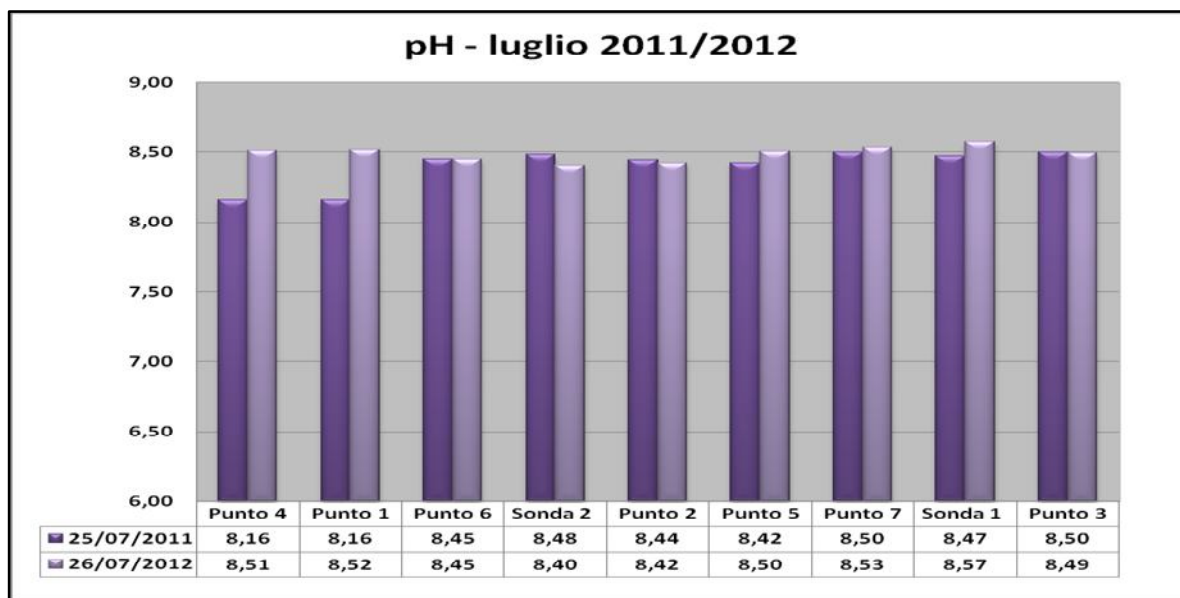


Grafico 32 – Confronto pH luglio 2011/2012

Il confronto del parametro pH tra i prelievi nel mese di luglio nelle differenti annualità è stato limitato agli ultimi tre anni, non avendo a disposizione i valori relativi al 2009. Ciò che ne emerge è una condizione di ridotta variabilità.

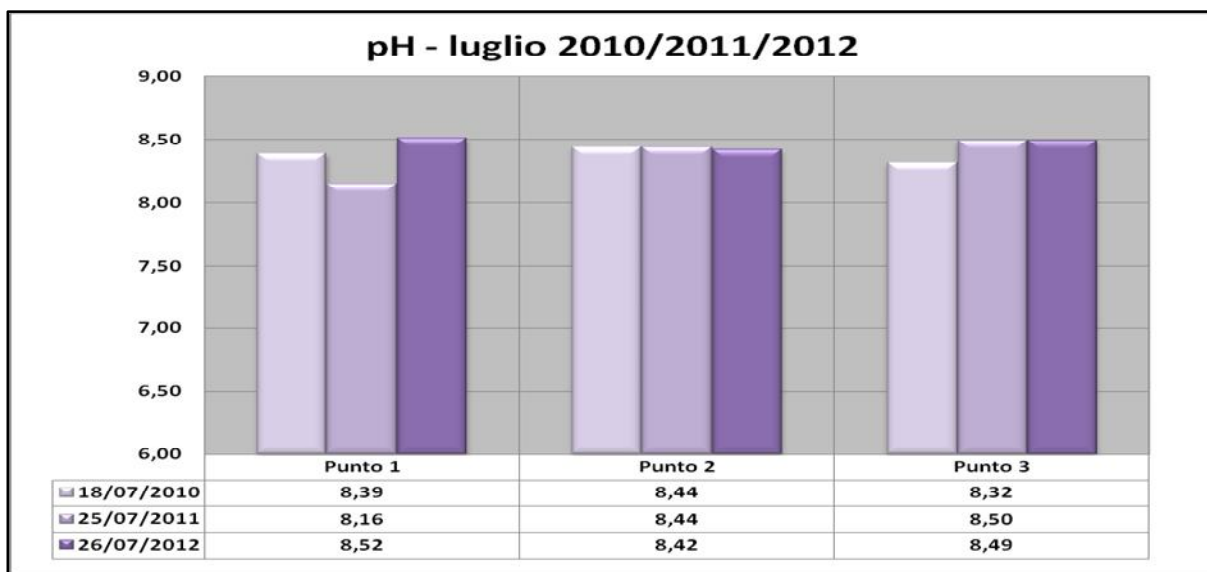


Grafico 33 - Confronto pH 2010÷2012

### 3.1.5. Clorofilla “a”

I valori di clorofilla “a” rilevati nel mese di maggio sono stati influenzati anch’essi, come i restanti parametri, dall’incremento dell’apporto di acque dolci dagli adduttori dovuto alle intense precipitazioni. In tutte le stazioni le concentrazioni si sono mantenute al di sotto dei 2 mg/m<sup>3</sup>, fatta eccezione dello strato compreso tra 0,4 e 0,8 metri del Punto 1. Anche i valori sul fondo, caratterizzati da salinità più aderenti all’andamento consueto, non hanno messo in evidenza concentrazioni degne di nota. La comunità fitoplanctonica, come si vedrà in seguito, è risultata in linea con quanto rilevato.

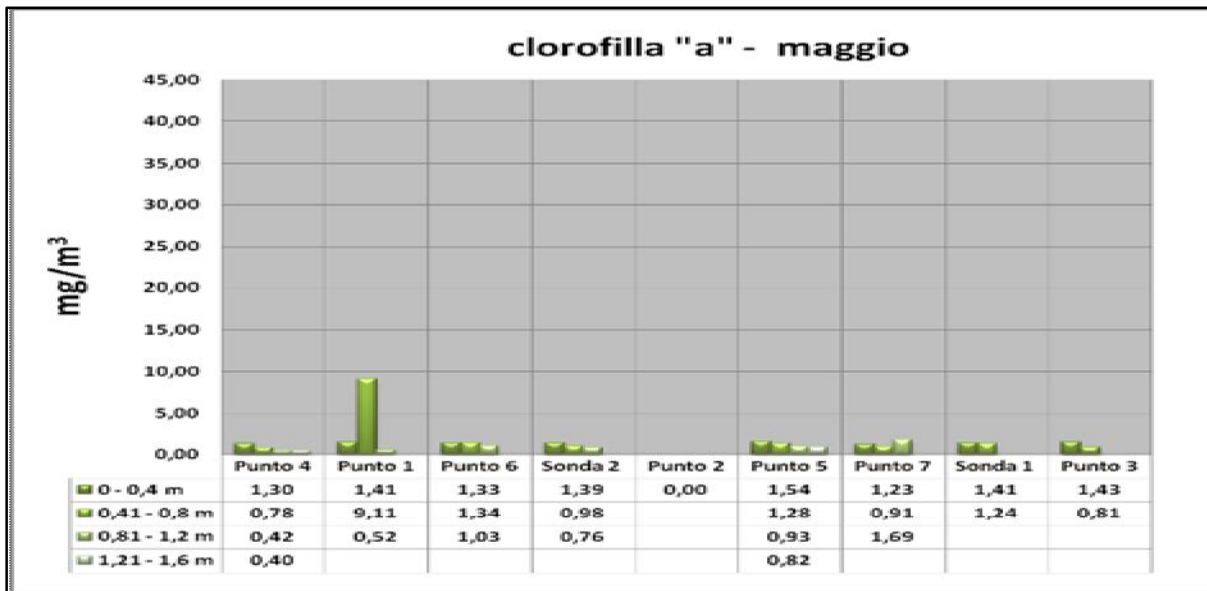


Grafico 34 – Andamento clorofilla “a” maggio

Rispetto allo stesso periodo del 2011 le concentrazioni di clorofilla “a” sono risultate nettamente inferiori in tutti i punti di prelievo.

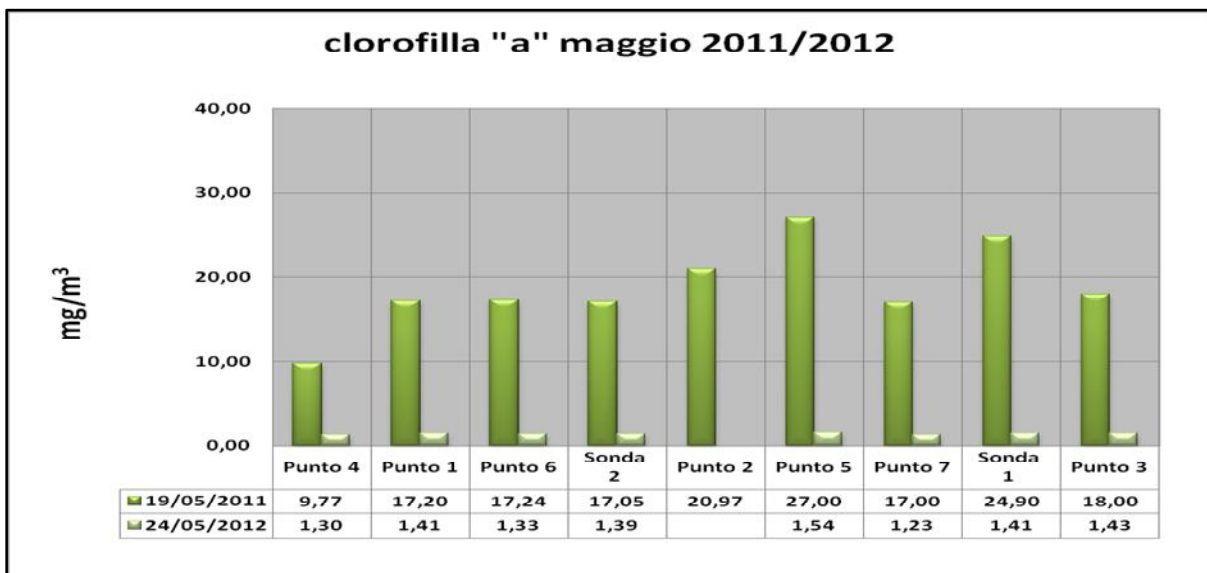


Grafico 35 – Confronto clorofilla “a” maggio 2011/2012

Nel mese di giugno le densità rilevate sono aumentate sia sulla superficie sia sul fondo in tutte i punti di prelievo con valori più alti relativi alle stazioni a maggior fondale; fanno eccezione i punti 4 e 2 nei quali lo strato superficiale ha presentato le concentrazioni maggiori. I massimi assoluti sono stati registrati nella superficie del Punto 2 (circa 34 mg/m<sup>3</sup>) e nel fondale del Punto 1 (circa 35 mg/m<sup>3</sup>).

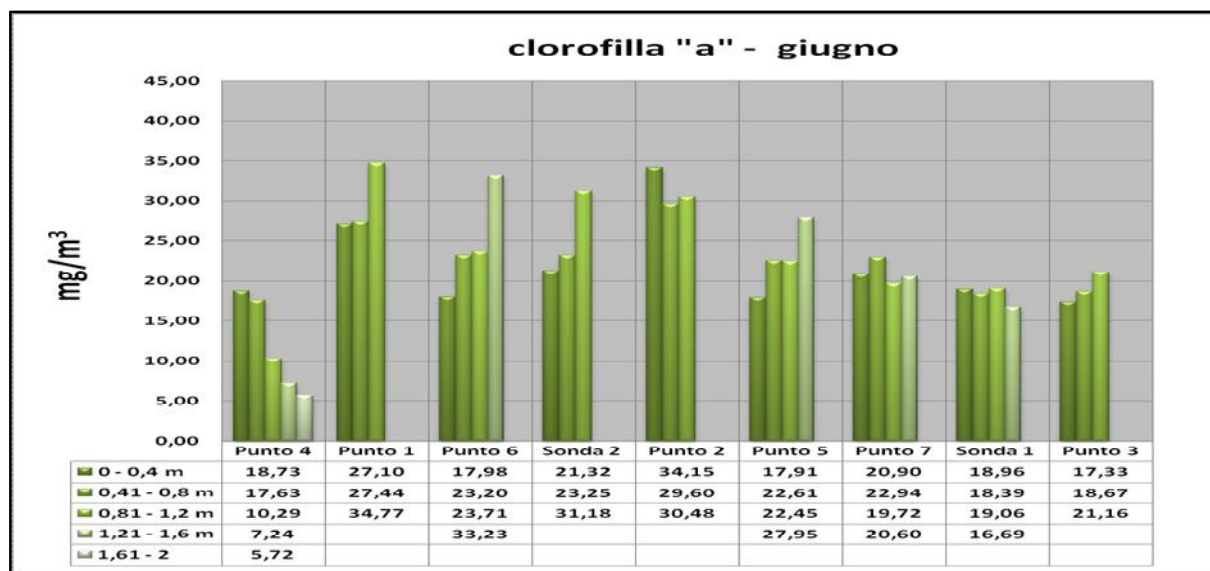


Grafico 36 – Andamento clorofilla “a” giugno

Il confronto con giugno 2011 mostra, per lo strato superficiale, valori superiori in tutte le stazioni ad eccezione dei punti 4 e 5.

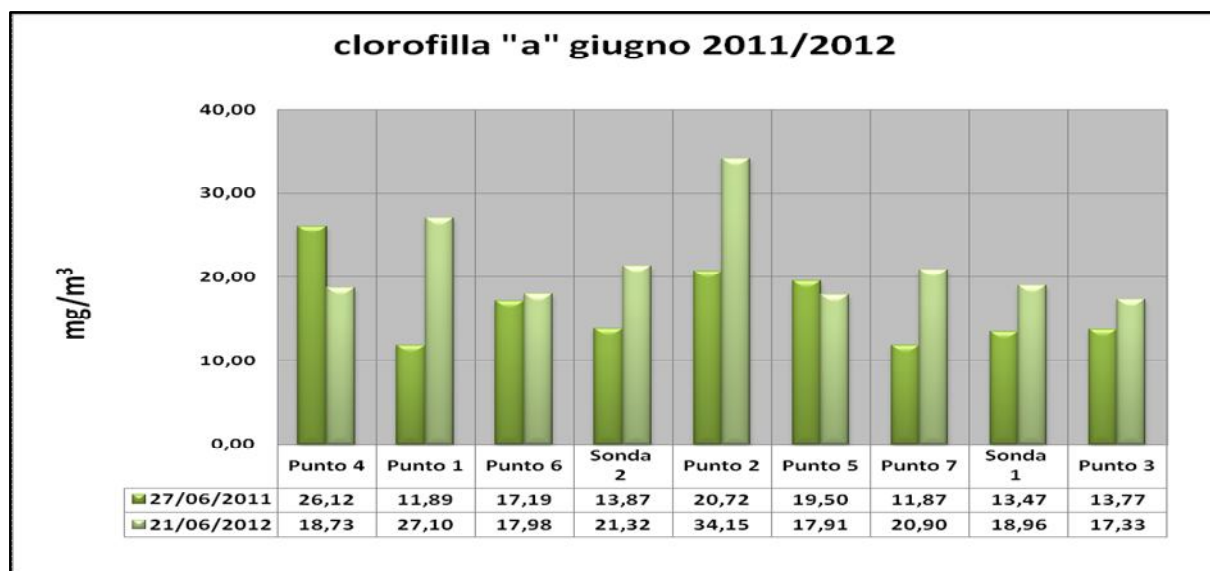


Grafico 37 – Confronto clorofilla “a” giugno 2011/2012

Nell'ultimo mese della campagna di prelievi, relativa al Piano di gestione del depuratore San Marco, i valori di clorofilla “a” hanno mostrato un sostanziale calo portandosi, in tutte le stazioni, su valori inferiori a 20



mg/m<sup>3</sup>. In tre stazioni i valori sul fondo sono risultati più elevati rispetto alla superficie (punti 1, 2 e Sonda 1), viceversa nei punti a maggior fondale (punti 4, 5 e 6) le concentrazioni maggiori sono state rilevate negli strati superficiali, mentre nelle restanti stazioni sono stati osservati valori di colonna abbastanza omogenei.

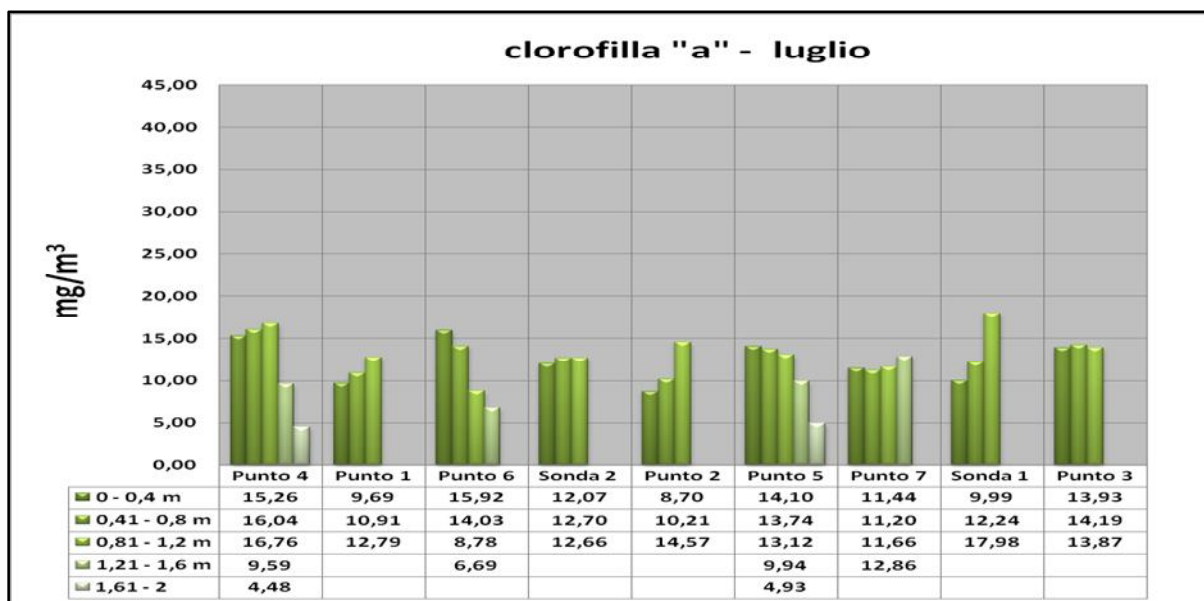


Grafico 38 – Andamento clorofilla “a” luglio

I confronti con l'anno precedente hanno visto la situazione ribaltarsi rispetto a quanto osservato a giugno, in quanto gli strati superficiali sono risultati caratterizzati da valori inferiori in tutti i punti di prelievo fatta eccezione per le due stazioni più prossime alla foce (punti 1 e 4).

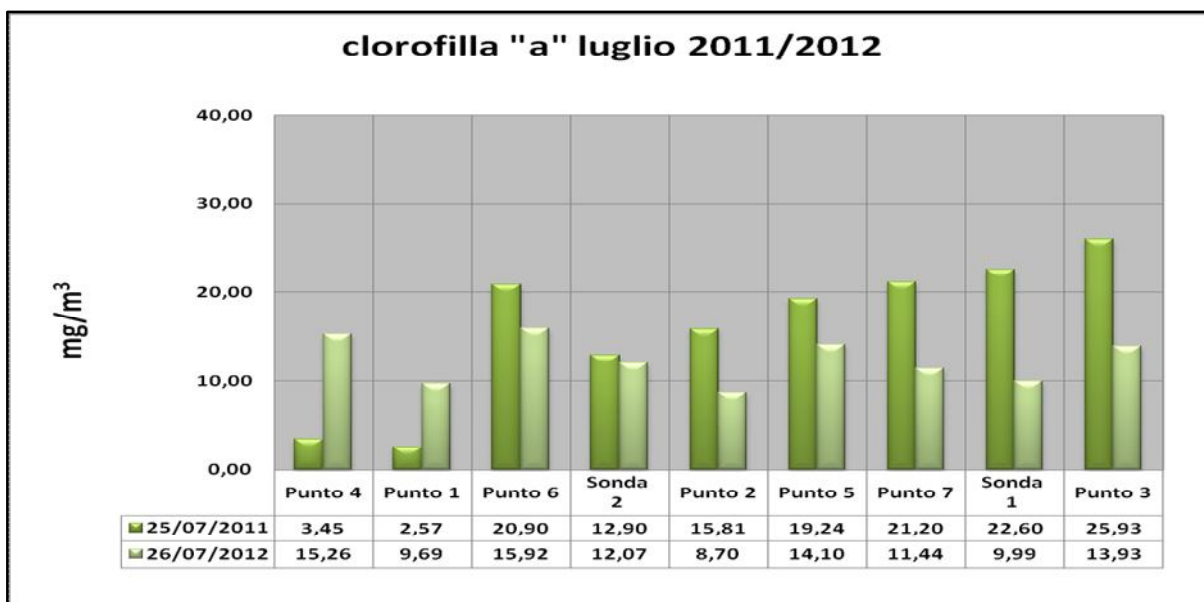


Grafico 39 – Confronto clorofilla “a” luglio 2011/2012

Il grafico di seguito mostra invece un ulteriore confronto con quanto rilevato nel 2011 e poi nel 2010, anno nel quale i valori di clorofilla “a” sono risultati, in media, i più alti del triennio.

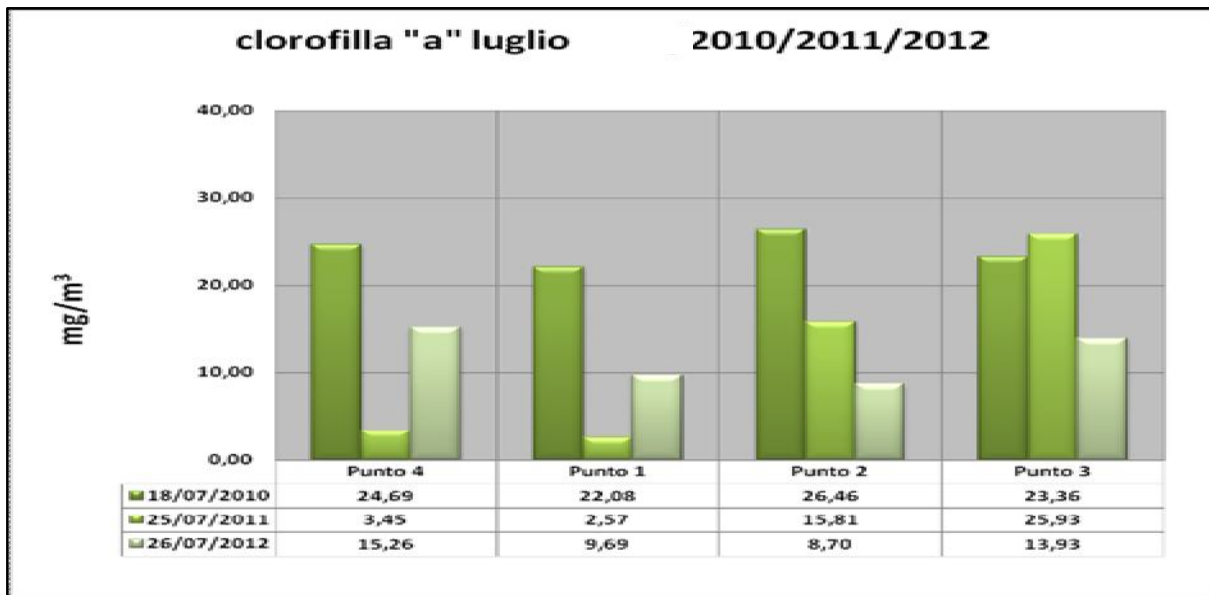


Grafico 40 - Confronto clorofilla “a” 2010÷2012

### 3.2. Nutrienti

Questi parametri sono stati determinati su tutti i sette punti previsti, sia nei campioni superficiali sia in quelli prelevati in profondità, in tutti i mesi della campagna di campionamento definita dal Piano di gestione.

#### 3.2.1. Maggio

Nell'ambito dei prelievi effettuati nel mese di maggio i valori dei nutrienti sono risultati i più alti dell'intera campagna ad eccezione del fosforo totale che si mostra omogeneo in tutti i mesi. I valori di azoto totale sono compresi tra 190  $\mu\text{g/l}$  (Punto 4 fondo) e 770  $\mu\text{g/l}$  (Punti 1 sup e 2 fondo), in accordo con quelli osservati a maggio 2011.

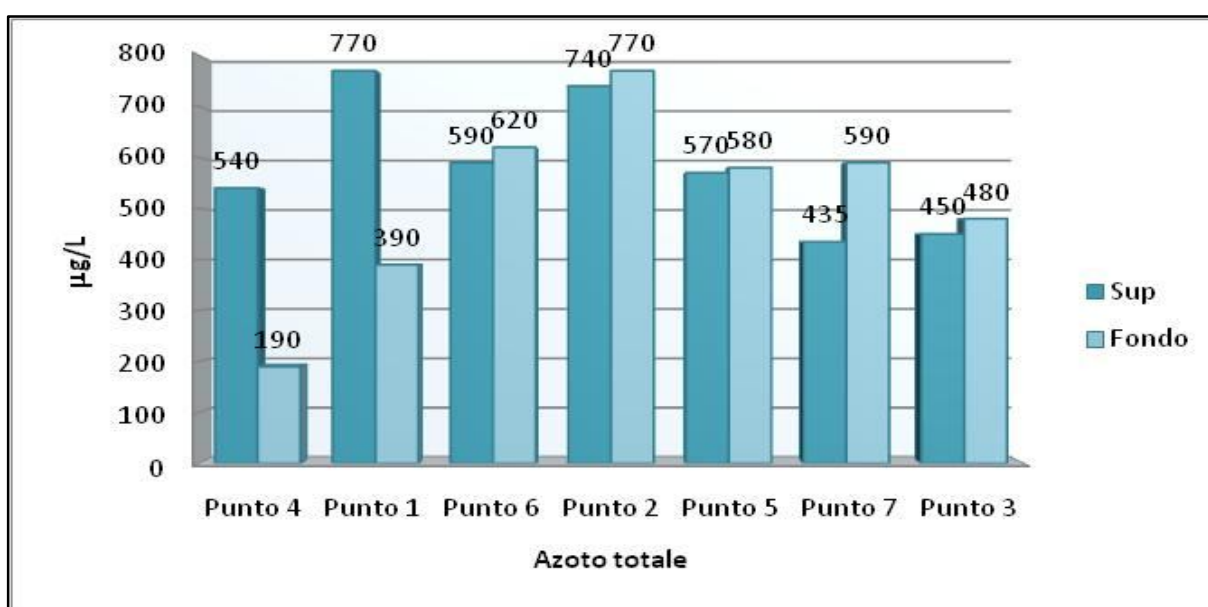


Grafico 41 – Azoto totale maggio

I valori di azoto ammoniacale sono compresi tra 53  $\mu\text{g/l}$  (Punto 4 fondo) e 465  $\mu\text{g/l}$  (Punto 7 fondo), più elevati rispetto a maggio 2011 (compresi tra 10 e 200  $\mu\text{g/l}$ ); i valori di azoto nitrico sono compresi tra 86  $\mu\text{g/l}$  (Punto 7 fondo) e 616  $\mu\text{g/l}$  (Punto 1 sup), con il valore medio (340  $\mu\text{g/l}$ ) più elevato (circa il triplo) rispetto ai dati 2011 (compresi tra 30 e 110  $\mu\text{g/l}$ ); i valori di azoto nitroso sono compresi tra 5  $\mu\text{g/l}$  (Punto 4 fondo) e 62  $\mu\text{g/l}$  (Punto 2 fondo), più bassi rispetto a maggio 2011.

Nel grafico viene riportato anche l'azoto organico calcolato come differenza tra l'azoto totale e la somma delle tre forme azotate inorganiche ( $\text{N-NH}_4^+$ ,  $\text{N-NO}_2^-$ ,  $\text{N-NO}_3^-$ ). Il valore più elevato si riscontra nel punto 6 fondo con circa 37  $\mu\text{g/l}$ .

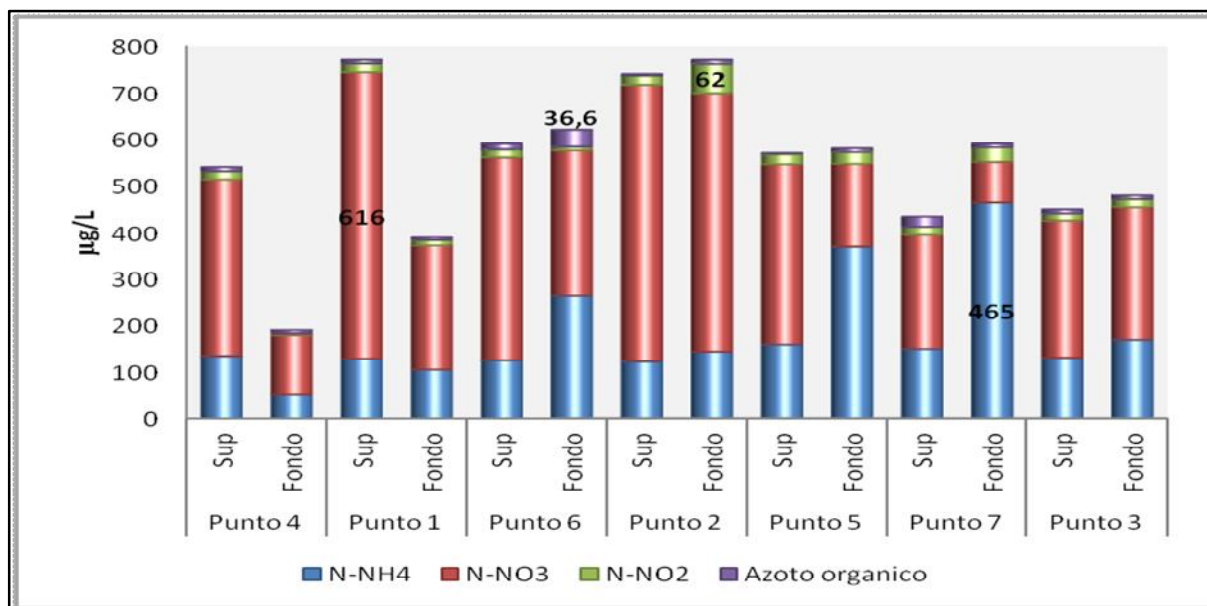


Grafico 42 – Distribuzione composti azotati maggio

I valori di fosforo totale sono compresi tra 21 µg/l (Punto 4 fondo) e 289 µg/l (Punto 2 sup), nettamente più bassi rispetto ai valori riscontrati nel 2011. In superficie la distribuzione risulta omogenea tranne che nel punto 2 (foce rio Barca, massimo osservato). Sul fondo si riscontrano valori più bassi nella zona della foce a mare (Punto 4) e nel Punto 6, mentre sono piuttosto omogenei negli altri punti.

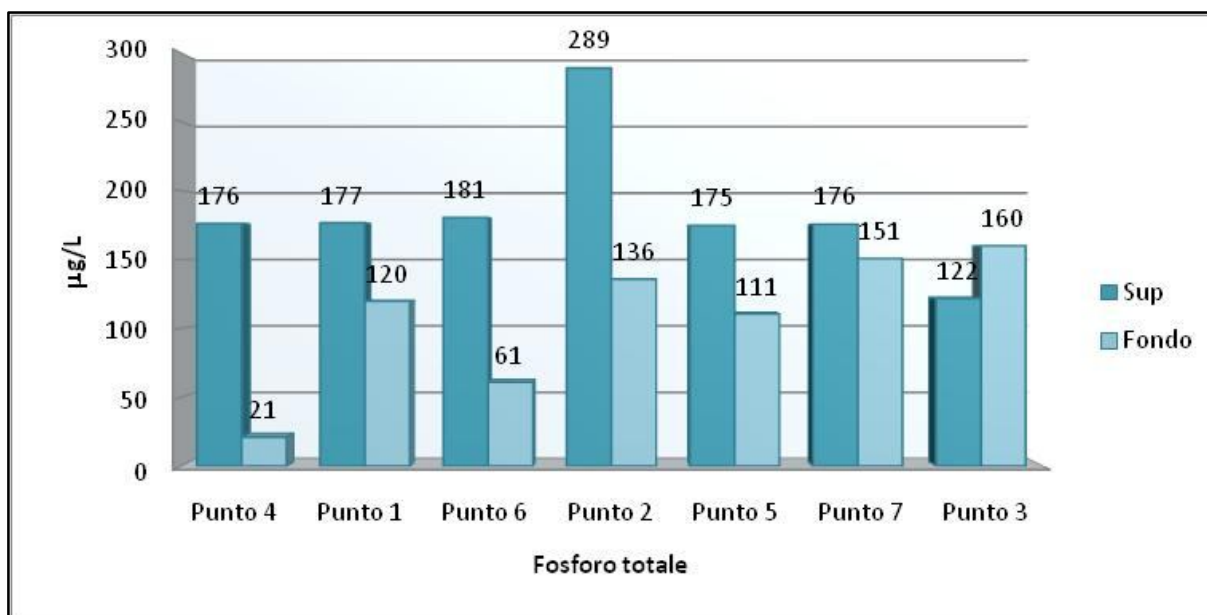


Grafico 43 – Fosforo totale maggio

I valori degli orto-fosfati sono compresi tra 5 µg/l (Punto 6 fondo) e 171 µg/l (Punto 2 sup), più bassi nei valori minimi rispetto al 2011.

Per gli orto-fosfati si osserva sul fondo lo stesso andamento visto per il fosforo totale, mentre in superficie risulta una distribuzione più omogenea, ma comunque con valori più elevati nelle foci del rio Barca (Punto 2) e del rio Calvia (Punto 3). Nel Grafico 44 si riporta anche il fosforo organico ricavato per differenza tra il fosforo totale ed il fosforo inorganico degli orto-fosfati. Il Punto 2 sup risulta anche quello con il valore massimo di fosforo organico.

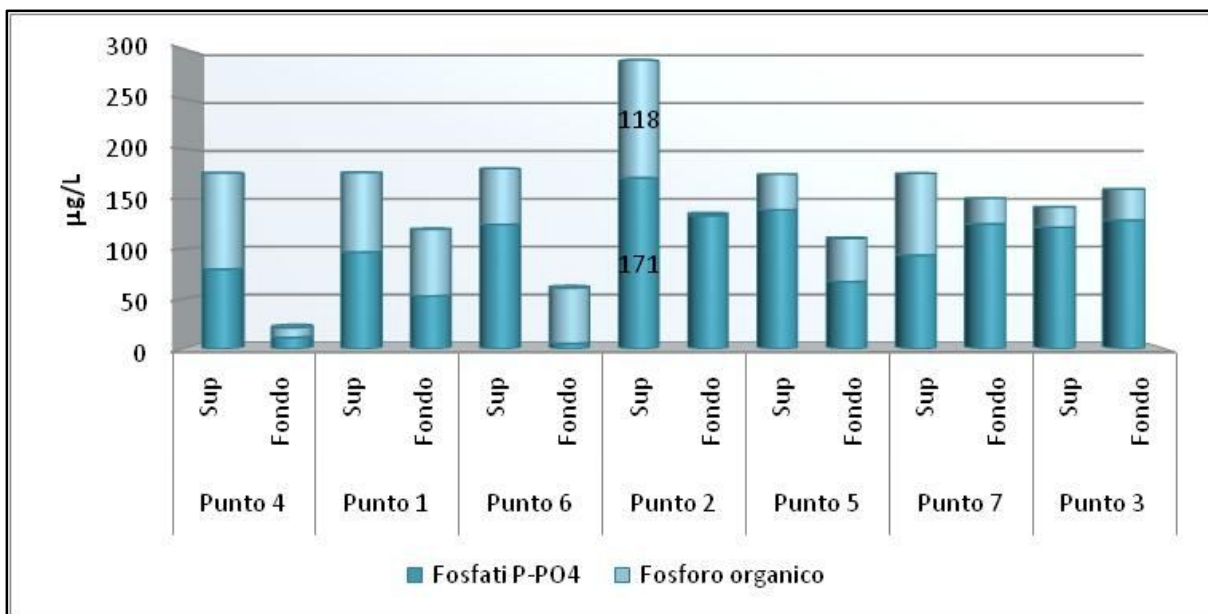


Grafico 44 – Distribuzione composti fosforati maggio

### 3.2.2. Giugno

I valori dell'azoto totale subiscono in questo mese un drastico calo rispetto ai valori misurati a maggio con un valore medio di 139  $\mu\text{g/l}$ . I valori più elevati si riscontrano nei punti superficiali relativi alle tre foci con il valore massimo di 790  $\mu\text{g/l}$  determinato nel Punto 1 (foce canale Urune). Sul fondo la distribuzione risulta più omogenea. Rispetto ai dati del 2011 si osserva una diminuzione dei valori.

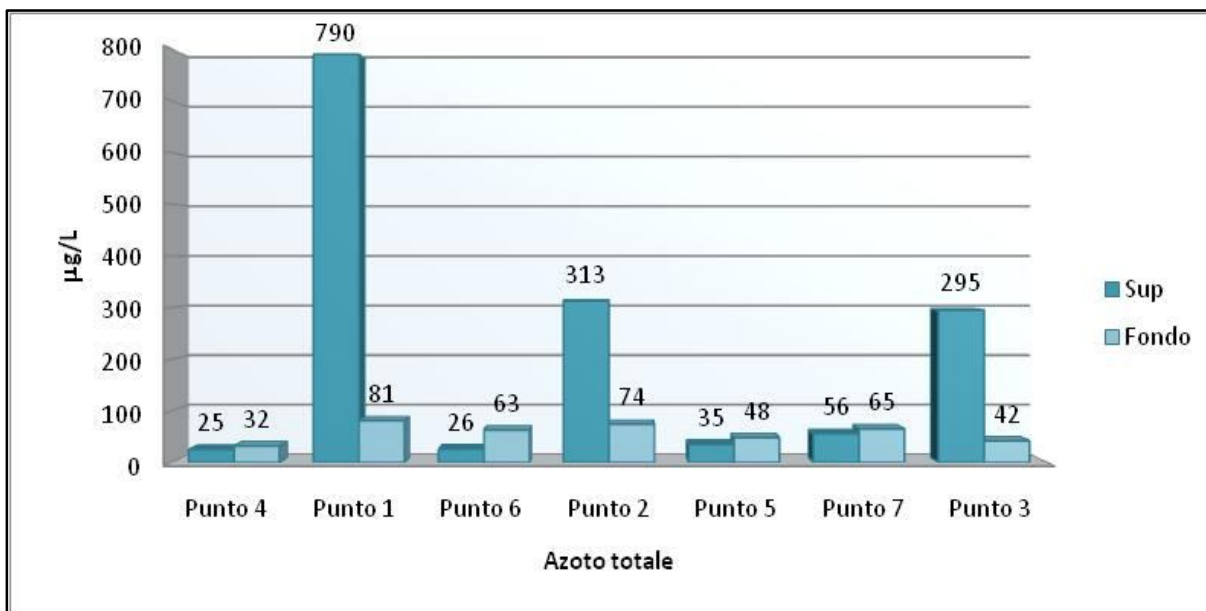


Grafico 45 – Azoto totale giugno

I valori di azoto ammoniacale sono molto inferiori rispetto al mese precedente essendo compresi tra 22  $\mu\text{g/l}$  (Punto 3 fondo) e 70  $\mu\text{g/l}$  (Punto 2 fondo).

I valori di azoto nitrico risultano nel complesso più bassi rispetto a quelli rilevati nel mese precedente, con molti valori inferiori al limite di rilevabilità ( $\text{LR} < 0.3 \mu\text{g/l}$ ); spiccano soltanto 3 valori importanti nei tre punti superficiali corrispondenti alle tre foci ed in accordo con quanto evidenziato per l'azoto totale (valore massimo osservato nel Punto 1 sup - pari a 708  $\mu\text{g/l}$ ).

Anche i valori di azoto nitroso risultano più bassi rispetto al mese precedente ed in buona parte prossimi al limite di rilevabilità del metodo ( $\text{LR} < 0.2 \mu\text{g/l}$ ), con un valore massimo di 33  $\mu\text{g/l}$  rilevato nel Punto 1 sup.

Nel grafico viene riportato anche l'azoto organico con il valore più elevato riscontrato nel Punto 7 fondo di 39  $\mu\text{g/l}$ .



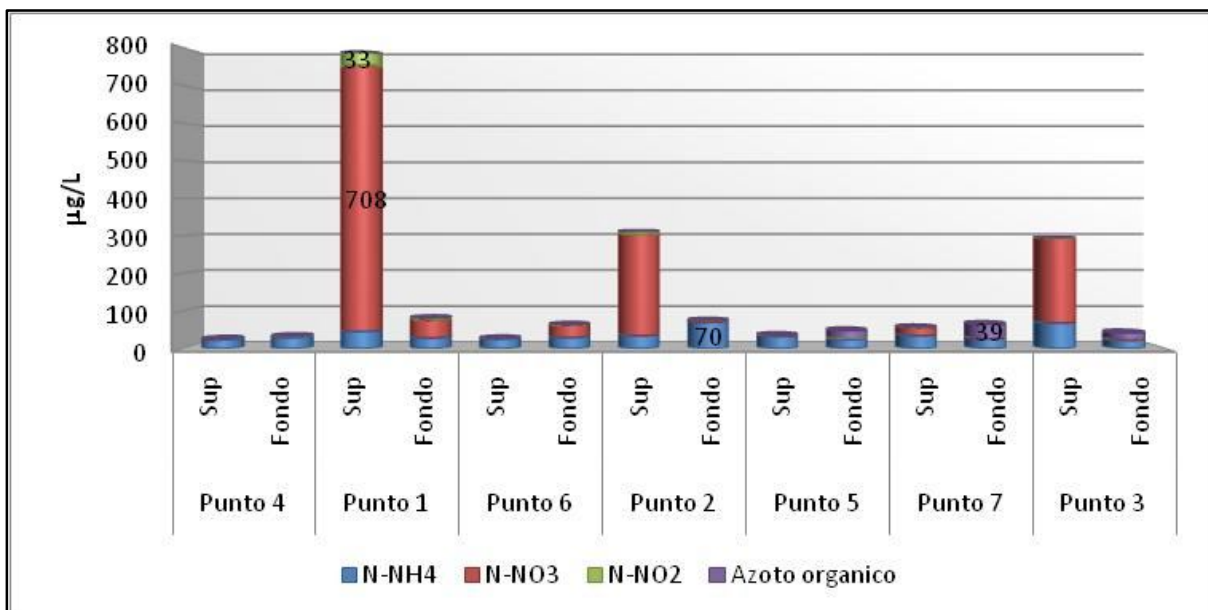


Grafico 46 – Distribuzione composti azotati giugno

I valori del fosforo totale risultano nel complesso poco più bassi di quelli riscontrati nel mese di maggio, e compresi tra 16 µg/l (Punto 4 fondo) e 125 µg/l (Punti 2 e 3 fondo) con una media di 77 µg/l. La distribuzione risulta abbastanza omogenea tranne che nei punti 1 sup e 4 fondo.

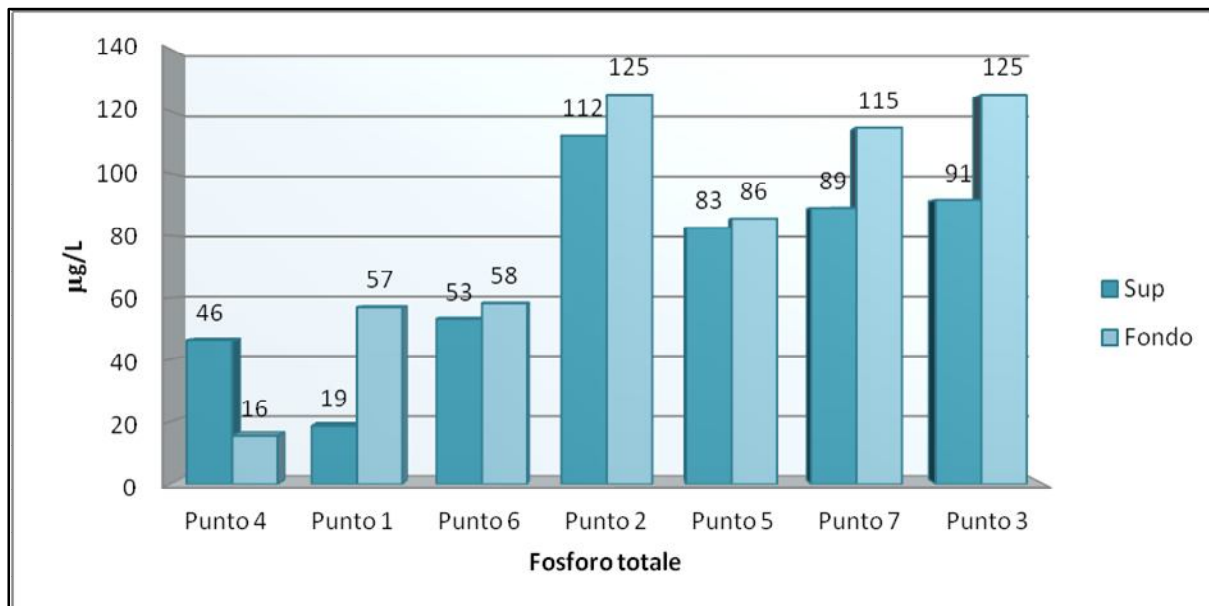


Grafico 47 – Fosforo totale giugno

Anche i valori degli orto-fosfati subiscono un leggero calo rispetto al mese precedente, con i valori più bassi osservati nel Punto 4 (foce a mare) ed i valori più elevati riscontrati per la maggior parte nei punti profondi. Il valore massimo è stato rilevato nel Punto 2 sup (foce Rio Barca). Nel grafico 48 si riporta anche il fosforo organico. Il Punto 2 fondo risulta quello con il valore massimo di fosforo organico, diversamente da quanto

osservato a maggio dove il valore massimo di fosforo organico si osservava nel campione superficiale e in misura minima sul fondo.

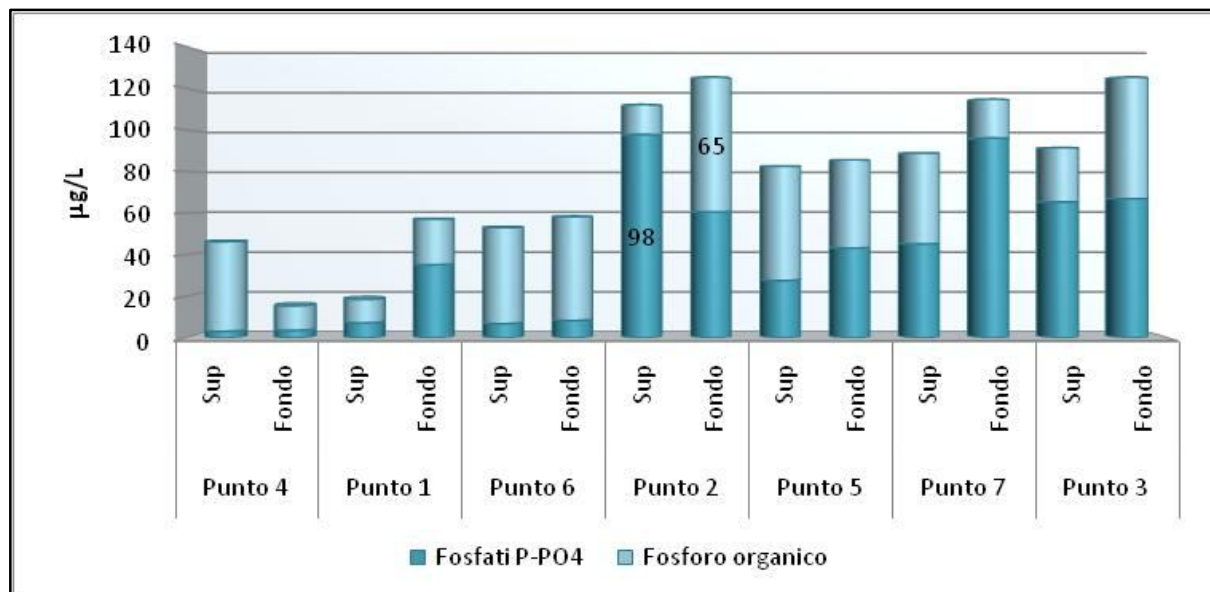


Grafico 48 – Distribuzione composti fosforati giugno

### 3.2.3. Luglio

La campagna di questo mese riguardo i valori dell'azoto totale presenta un andamento differente rispetto a quello osservato nello stesso mese del 2011,. Non si osserva infatti una diminuzione delle concentrazioni, ma, al contrario, i valori risultano più elevati rispetto a quelli del mese di giugno, con una media di 421 µg/l. Gli altri valori sono distribuiti uniformemente, tranne il Punto 4 fondo che mostra il valore minimo di azoto totale di 130 µg/l.

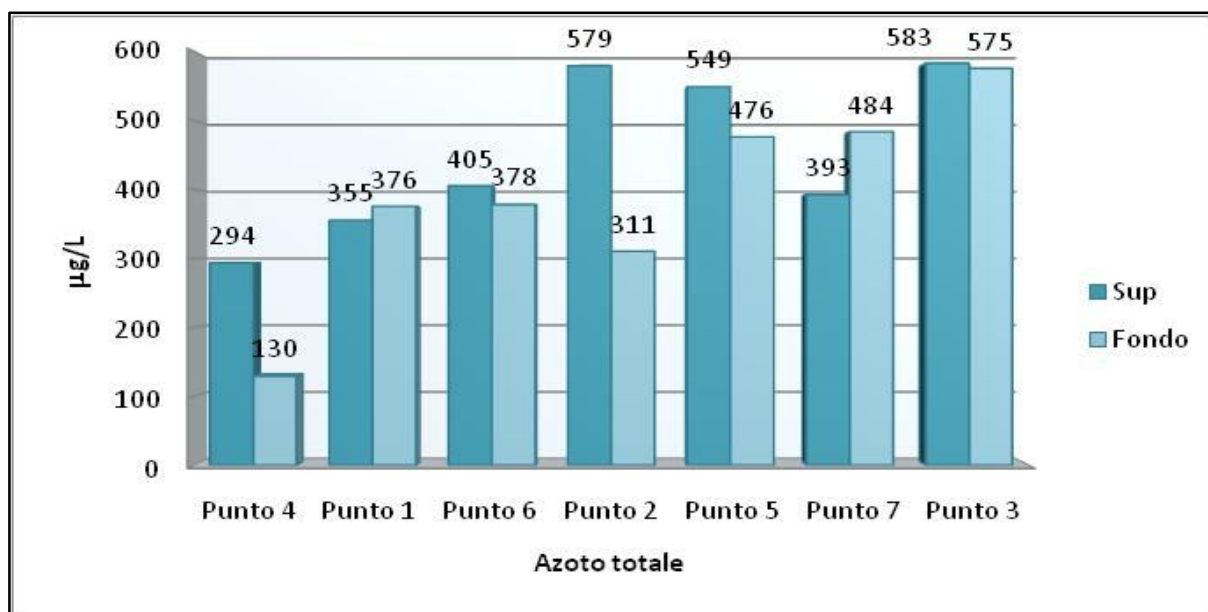


Grafico 49 – Azoto totale luglio

I valori di azoto ammoniacale risultano sovrapponibili a quelli osservati nel mese precedente e compresi tra 16 µg/l (Punto 4 sup) e 70 µg/l (Punto 1 fondo).

I valori di azoto nitrico risultano nella maggior parte dei punti inferiori al limite di rilevabilità (LR<0.3 µg/l), con concentrazioni rilevabili in pochi punti ed il massimo di 122 µg/l osservato nel Punto 6 sup, che corrisponde anche al massimo osservato per l'azoto totale.

Le concentrazioni di azoto nitroso si mantengono basse, con una media di 2 µg/l.

Nel grafico viene riportato anche l'azoto organico che in questo mese rappresenta la quasi totalità dell'azoto, con concentrazioni comprese tra 108 µg/l (Punto 4 fondo) e 557 µg/l (Punto 3 fondo), le più alte osservate nella campagna.

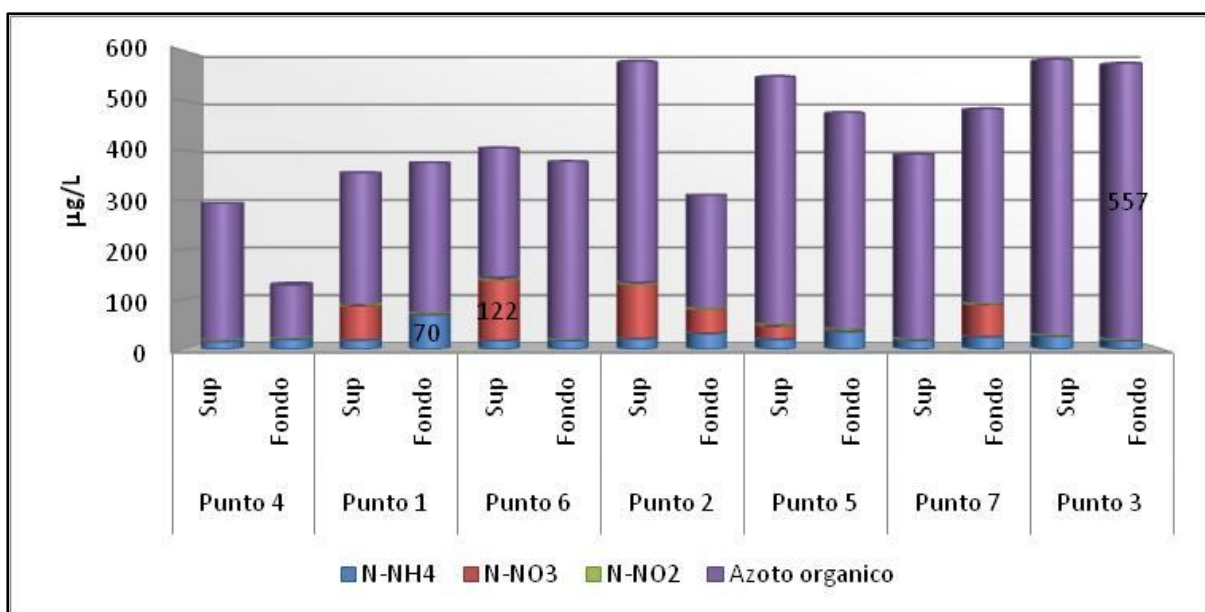


Grafico 50 – Distribuzione composti azotati luglio

I valori di fosforo totale si sono mantenuti in media abbastanza stabili per tutti i mesi della campagna di campionamento. In questo mese le concentrazioni risultano comprese tra 22 µg/l (Punto 4 fondo), coincidente col minimo osservato per l'azoto totale, e 215 µg/l (Punto 6 sup).

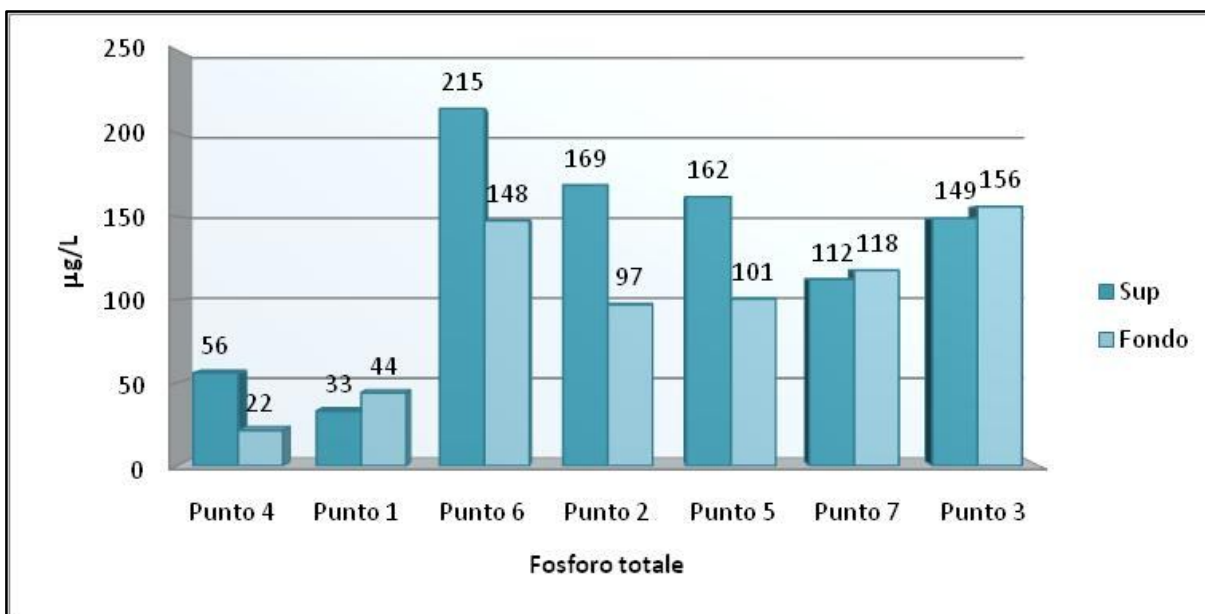


Grafico 51 – Fosforo totale luglio

Anche gli orto-fosfati mantengono durante tutto l'arco della campagna di campionamenti concentrazioni omogenee. In questo mese i valori sono compresi tra 17 µg/l (Punto 4 fondo) e 168 µg/l (Punto 2 sup). Nel grafico si riporta anche il fosforo organico. Il valore massimo si osserva nel Punto 6 fondo. Da notare come in alcuni punti sia presente nella quasi totalità la forma inorganica del fosforo.

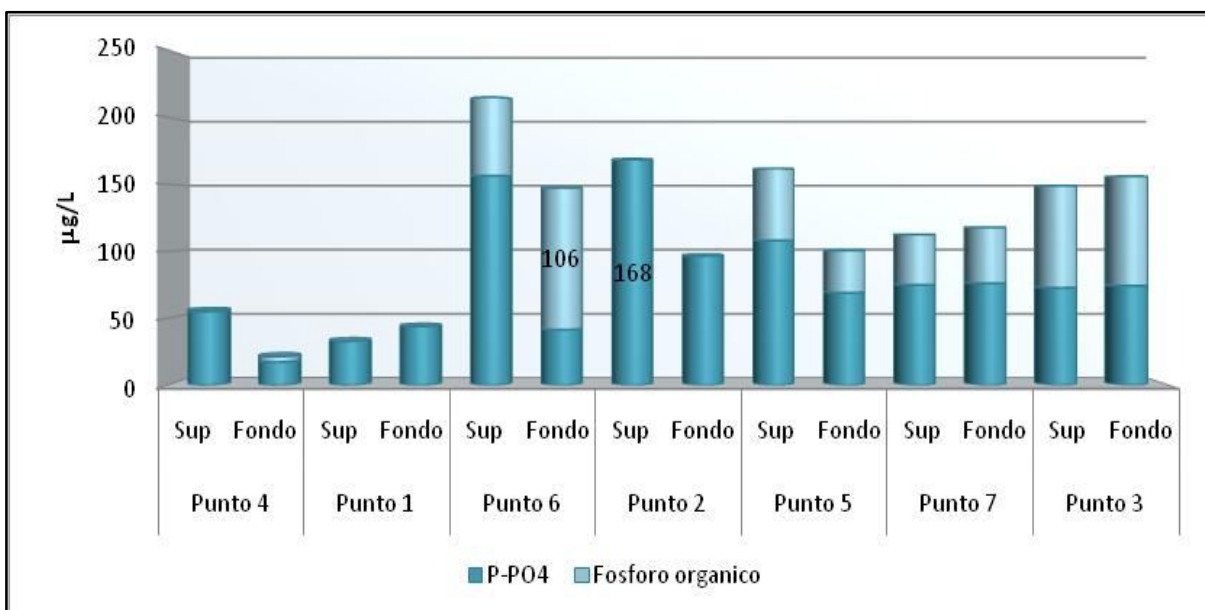


Grafico 52 – Distribuzione composti fosforati luglio

### 3.3. Analisi della componente fitoplanctonica

Lo studio della componente fitoplanctonica rappresenta un tassello importante nell'analisi delle dinamiche di trasporto dei nutrienti in arrivo dal bacino imbrifero del Calich, poiché la porzione autotrofa del fitoplancton è in grado di assimilare direttamente le forme inorganiche di fosforo, azoto e silicio. Essa risulta un ottimo indicatore del livello di trofia degli ecosistemi acquatici in quanto un arricchimento di nutrienti, in processi catalizzati dalle elevate temperature e dal prolungato irraggiamento, può portare ad esplosioni demografiche definite "bloom" che spesso determinano conseguenze nocive per l'ambiente in cui si sviluppano. Di seguito verrà illustrato lo studio svolto nei tre mesi di campagna, ponendo in relazione la componente microalgale con alcuni degli aspetti, di carattere sia chimico sia fisico, analizzati contestualmente.

#### 3.3.1. Maggio

La comunità fitoplanctonica presente nel corpo idrico nel mese di maggio ha mostrato le concentrazioni più basse dell'intera campagna. Nelle stazioni di prelievo prossime alle foci degli adduttori e in quella vicina alla foce a mare sono state rilevate le densità superficiali più basse (meno di  $1 \cdot 10^6$  cell/l) sino a valori al di sotto di  $3 \cdot 10^5$  cell/l nel Punto 2. Il fatto è imputabile, presumibilmente, al consistente apporto di acque dolci, in seguito alle piogge, provenienti dal bacino imbrifero a monte (ipotesi confermabile dai valori di salinità superficiali) e dal ricambio di acque provenienti dal mare. I valori massimi, rilevati nei punti 6, 5 e 7, sono risultati sino a due ordini di grandezza maggiori rispetto alle densità minime sopracitate, mentre l'andamento delle densità di fondo è parso più omogeneo tra le differenti stazioni con valori compresi tra circa  $3 \cdot 10^6$  e  $5,5 \cdot 10^6$  cell/l. I valori di clorofilla "a", anch'essi i più bassi dei tre mesi di prelievo, sono risultati abbastanza sovrapponibili con le concentrazioni fitoplanctoniche (es. i valori massimi superficiali di clorofilla "a" e densità fitoplanctoniche sono entrambi relativi al Punto 5). Non è stato possibile valutare l'andamento delle concentrazioni fitoplanctoniche in parallelo a quello della clorofilla "a" nel Punto 2 a causa della poca attendibilità di quest'ultimo dato rilevato in condizioni di eccessiva torbidità in un fondale decisamente basso.

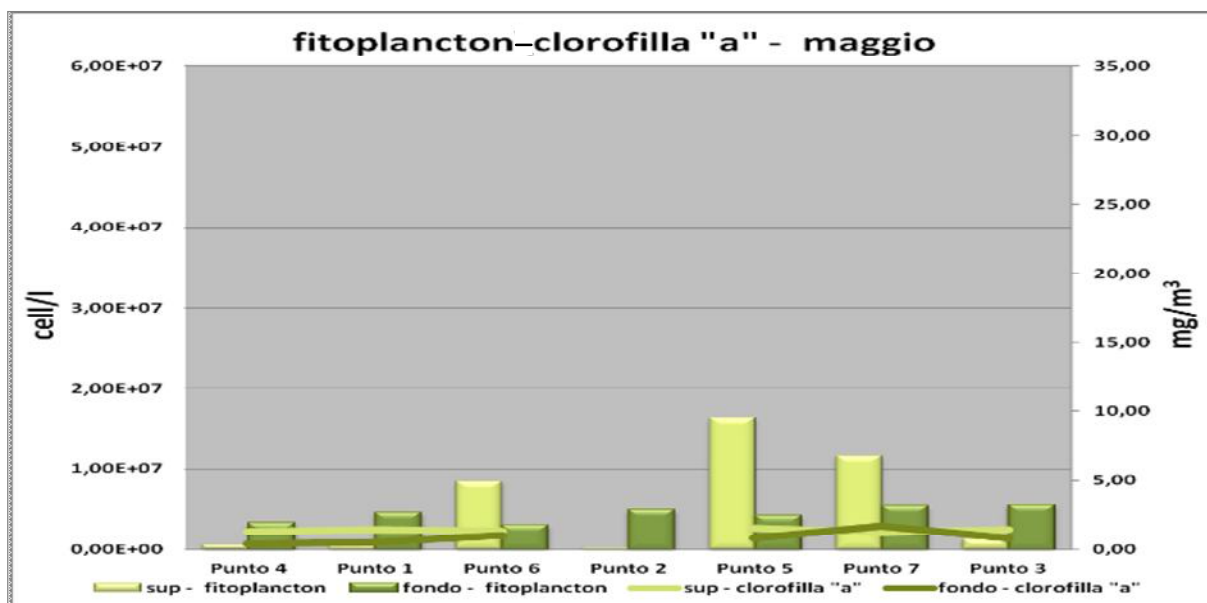


Grafico 53 – Andamento fitoplancton – Chl "a" maggio

I dati raccolti nel 2011, mese di maggio, hanno mostrato valori superiori a quelli rilevati nello stesso periodo del 2012 benchè, anche in questo caso, fossero risultati i più bassi dell'intera precedente campagna.

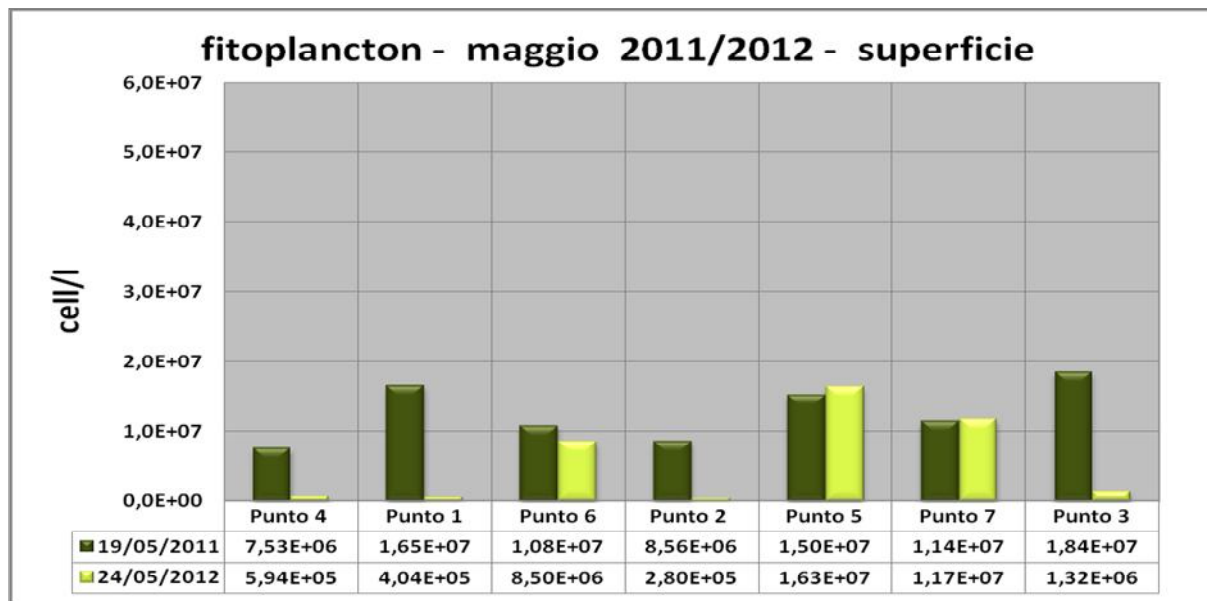


Grafico 54 – Confronto fitoplancton maggio 2011/2012

### 3.3.2. Giugno

In giugno le concentrazioni fitoplanctoniche superficiali sono risultate fortemente in aumento, con densità superiori a  $2 \cdot 10^7$  cell/l in tutte le stazioni (tranne la n.2 con circa  $1 \cdot 10^7$  cell/l) e un picco massimo di circa  $4,8 \cdot 10^7$  cell/l (Punto 4). Non è parsa alcuna chiara correlazione tra i valori di clorofilla "a" e le densità fitoplanctoniche nei rispettivi punti. Le analisi effettuate sui campioni prelevati sul fondo hanno mostrato anch'esse valori in aumento rispetto al mese precedente, ma questa volta con il Punto 4 avente le densità minime, fatto che ha determinato, a carico di questa stazione, la massima escursione di colonna con una variazione tra superficie e fondo pari a circa  $3,3 \cdot 10^7$  cell/l.

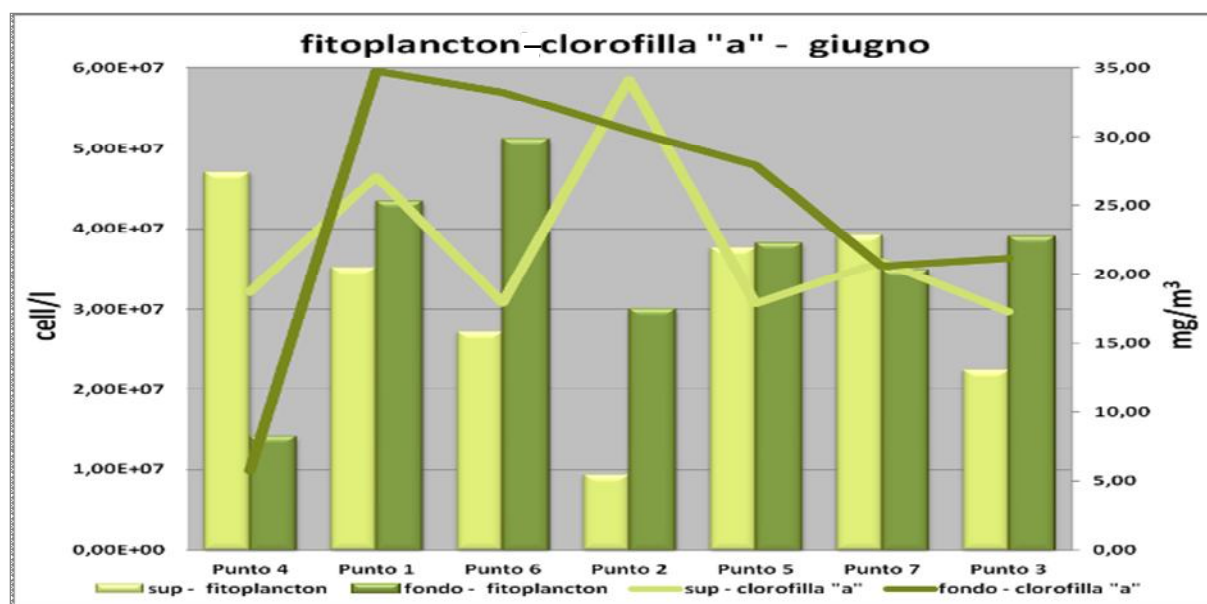


Grafico 55 – Andamento fitoplancton – Chl "a" giugno



Rispetto al prelievo del 2011, le concentrazioni microalgali sono risultate in aumento in tutte le stazioni, fatta eccezione per i punti 6 e 2, benchè i valori si siano mantenuti comunque sempre sullo stesso ordine di grandezza ( $1 \cdot 10^7$  cell/l).

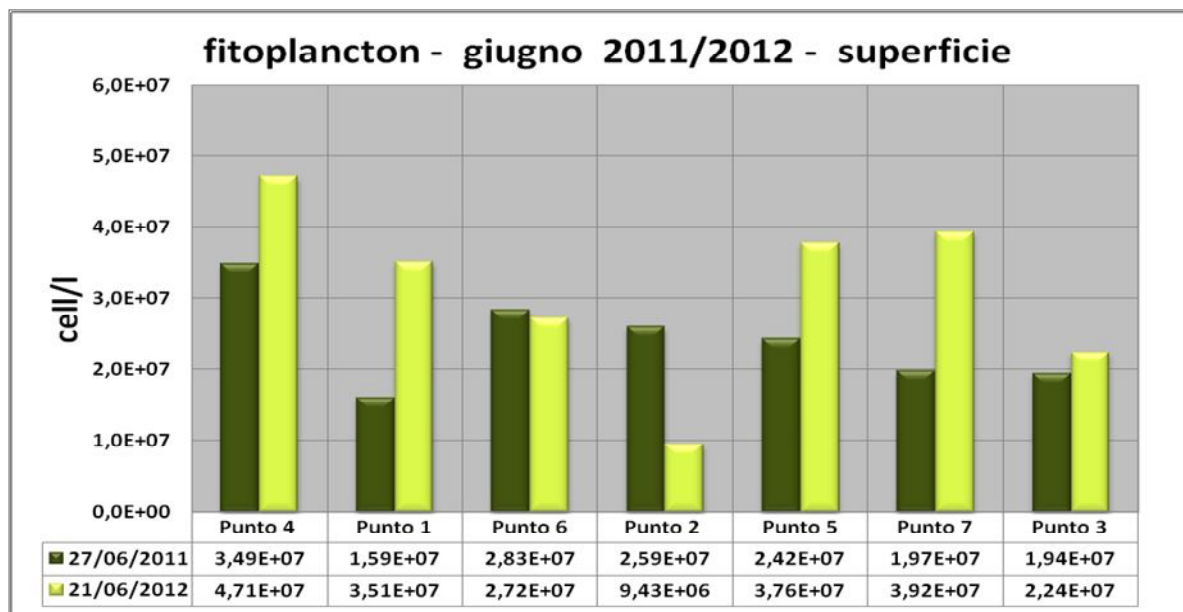


Grafico 56 – Confronto fitoplancton giugno 2011/2012

### 3.3.3. Luglio

L'andamento delle densità fitoplanctoniche rilevato nel mese di luglio nella porzione superficiale dello stagno del Calich è parso avere una maggiore omogeneità tra i diversi punti rispetto ai mesi precedenti, con concentrazioni comprese, in tutte le stazioni tranne la n. 2, tra  $3,5 \cdot 10^7$  cell/l e  $4,5 \cdot 10^7$ . L'ordine di grandezza è rimasto invariato anche sui campioni prelevati sul fondo che sono risultati caratterizzati, in linea di massima, da concentrazioni inferiori (non è stato possibile effettuare determinazioni sul campione prelevato nella stazione numero 7 in quanto al momento dell'analisi lo stesso è risultato in un cattivo stato di conservazione). I valori di clorofilla "a", registrati con la sonda multiparametrica, sono risultati sostanzialmente in linea con le concentrazioni fitoplanctoniche, soprattutto per ciò che concerne la porzioni superficiale di ciascuna stazione di prelievo.

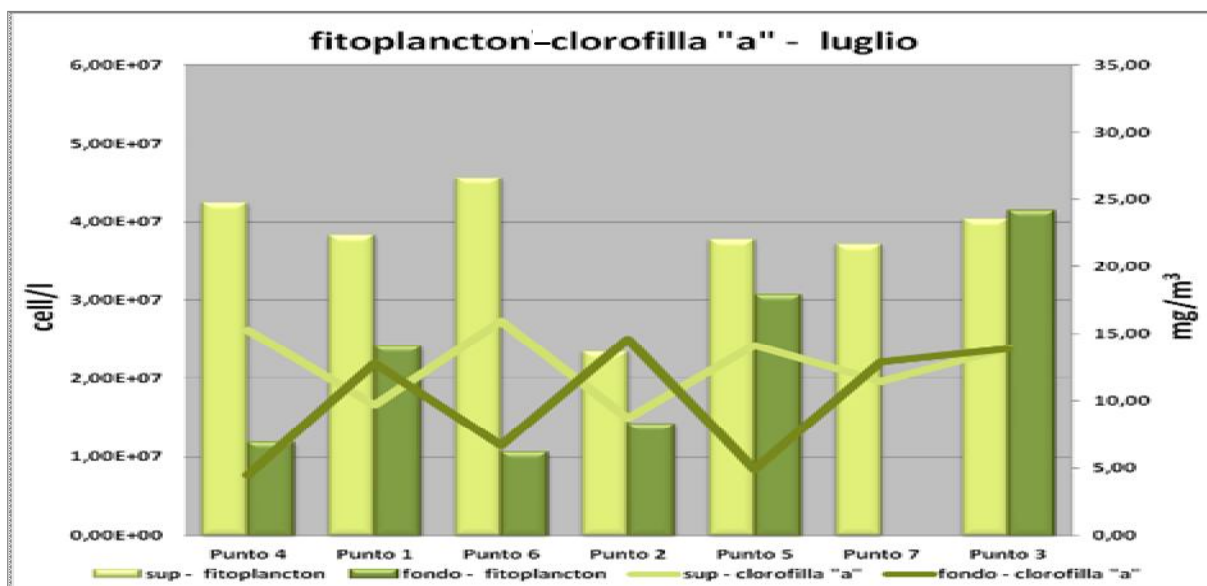


Grafico 57 – Andamento fitoplancton – Chl “a” luglio

Il confronto con l’anno precedente ha mostrato concentrazioni in aumento in tutte le stazioni all’infuori del Punto 3 nel quale nel 2011 è stato osservato il picco massimo assoluto (circa  $5,8 \cdot 10^7$ ).

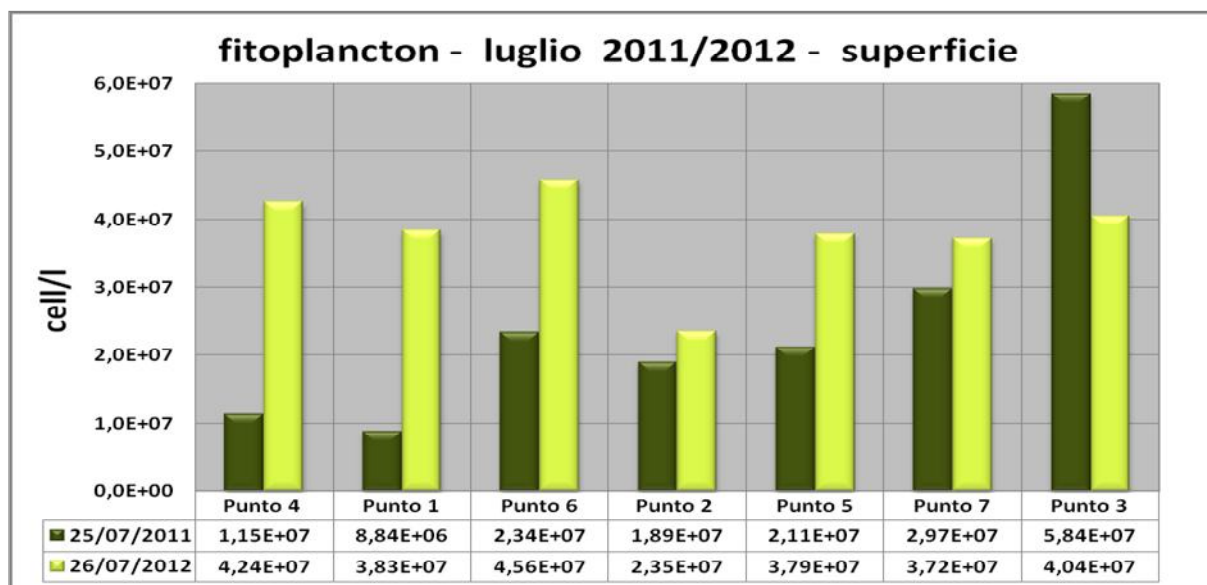


Grafico 58 – Confronto fitoplancton luglio 2011/2012

I seguenti grafici riportano la media tra le sette stazioni delle densità fitoplanctoniche, prima in superficie e poi sul fondo, calcolate per ciascuno dei tre mesi di campagna e suddivise nei principali taxa rilevati. Il confronto mette in evidenza in modo molto chiaro quanto affermato in precedenza, ovvero la netta differenza tra le concentrazioni rilevate a maggio rispetto a quelle di giugno e luglio, con valori inferiori nel primo mese sino ad un ordine di grandezza. Le principali classi rilevate sono risultate essere sempre le Cryptophyceae e le Bacillariophyceae, con concentrazioni massime per queste ultime in giugno sia in superficie sia sul fondo.

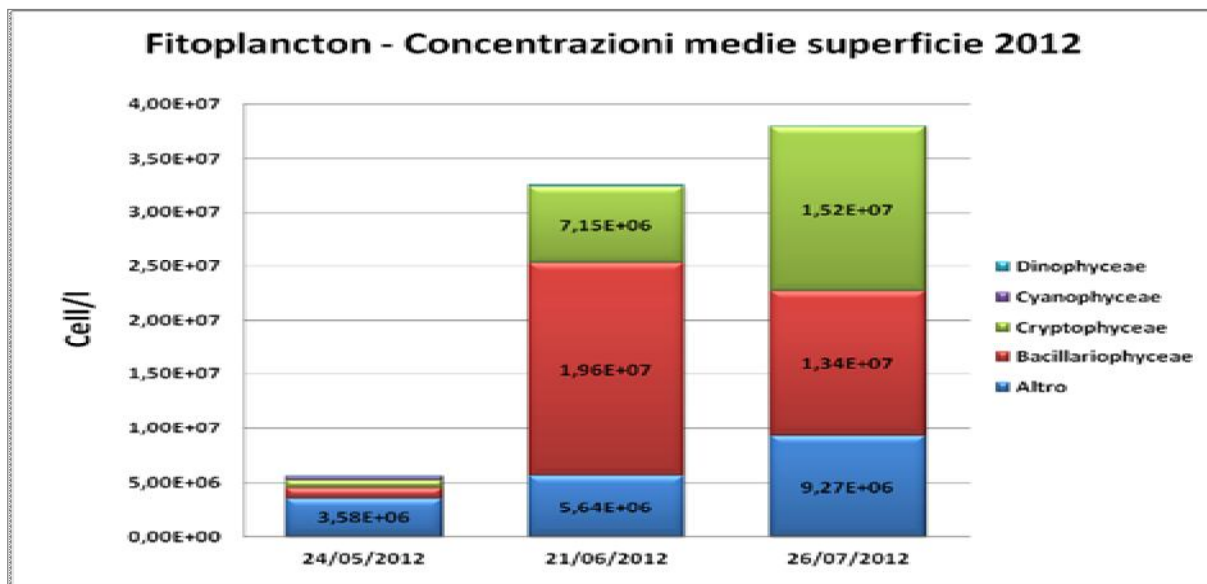


Grafico 59 – Medie fitoplancton superficie 2012

In merito all'aumento delle concentrazioni medie di giugno e luglio rispetto a maggio il risultati ottenuti dall'analisi dei campioni prelevati sul fondo hanno evidenziato una situazione analoga a quella rilevata in superficie, , ma, a differenza del caso precedente, si è potuto constatare come le densità siano risultate superiori a giugno con incrementi di densità rispetto alla superficie. Si sottolinea invece come, a giugno e a luglio, sia stato rilevato l'aumento della porzione di fitoplancton definita come "Altro" e viceversa la diminuzione della componente a Bacillariophyceae.

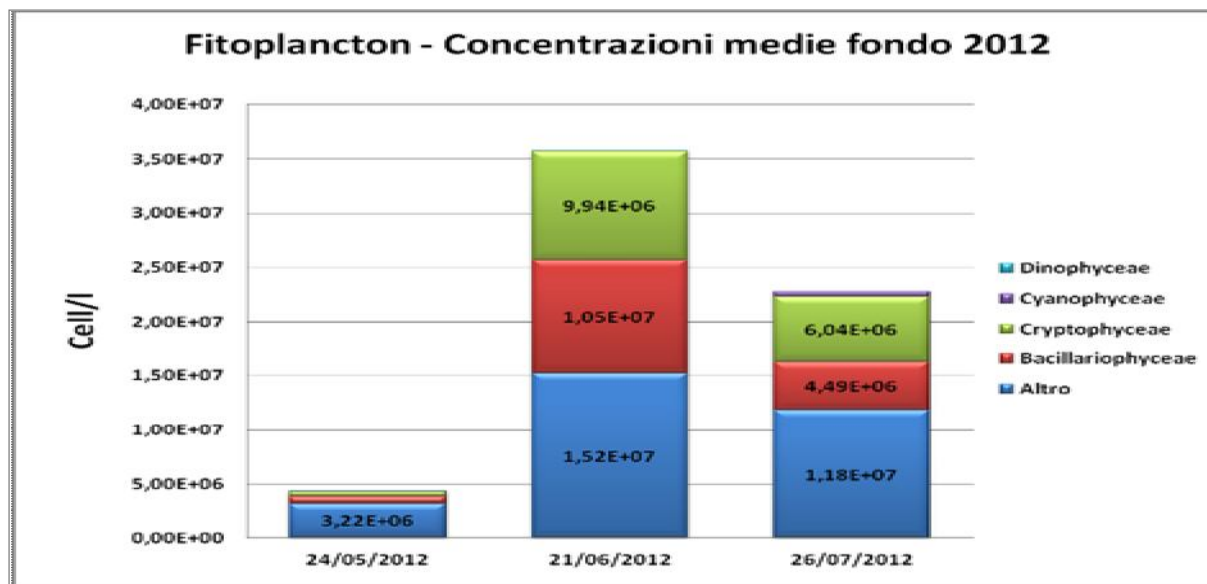


Grafico 60 – Medie fitoplancton fondo 2012

Il Grafico 61 mostra le concentrazioni medie nei tre mesi relativi alla campagna 2011. Anche in questo caso è stato registrato un incremento nelle concentrazioni dopo il mese di maggio, sebbene di entità inferiore rispetto a quest'ultima campagna, mentre appare peculiare l'incremento della concentrazione relativa alla componente a Bacillariophyceae occorsa nel mese di luglio.

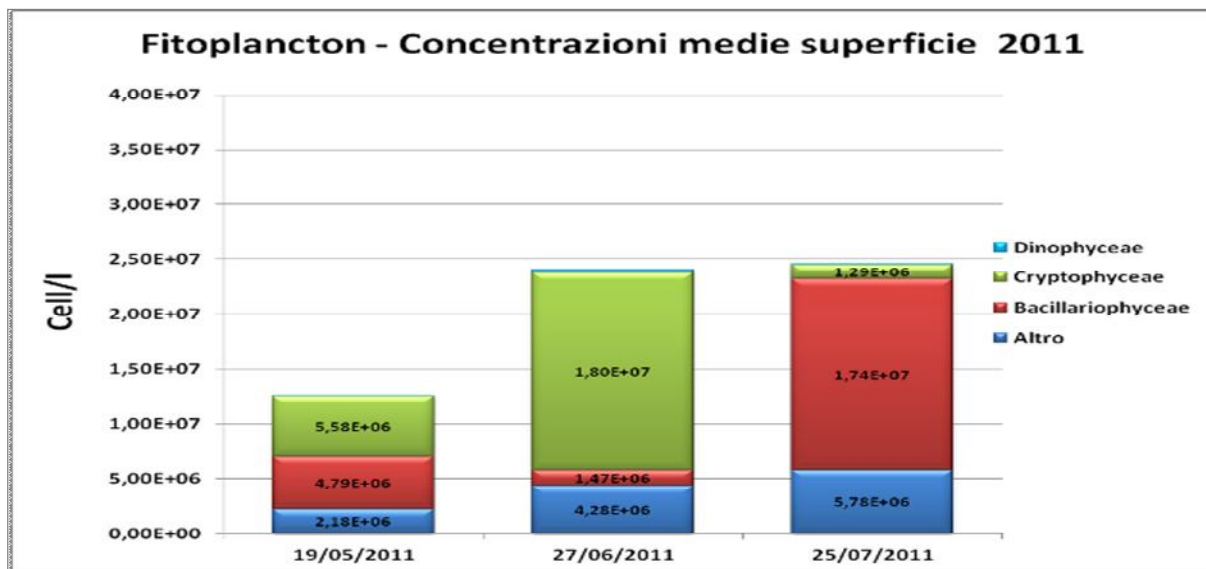


Grafico 61 – Medie fitoplancton superficie 2011

In ultima analisi risulta interessante la valutazione della correlazione tra la concentrazione di silice e la comunità a Bacillariophyceae. Questa classe microalgale possiede delle pareti cellulari, dette frustoli, impregnate di silice che diviene, chiaramente, fattore limitante per la loro proliferazione. Con i grafici a seguire sono stati confrontati gli andamenti mese per mese di diatomee e silice nei sette punti dello stagno.

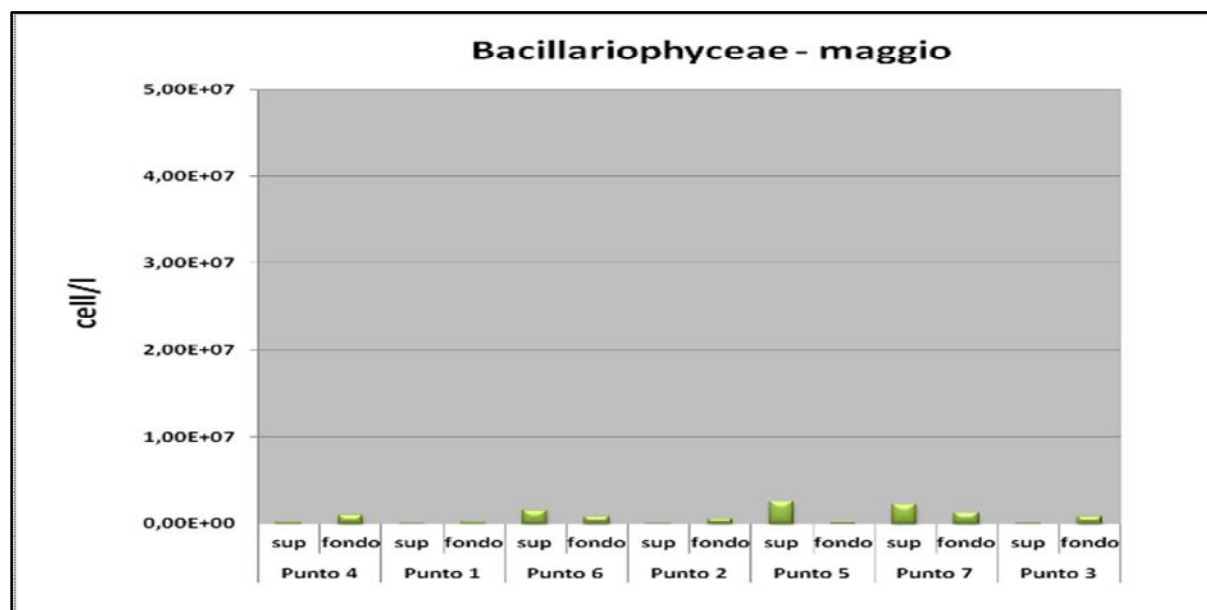


Grafico 62 – Andamento Bacillariophyceae maggio

A maggio l'andamento della silice è risultato tendenzialmente costante in tutti i comparti superficiali delle stazioni di prelievo (con un leggero incremento verso la foce del rio Calvia), così come la diminuzione delle concentrazioni nei campioni di fondo rispetto alla superficie. Fanno eccezione il Punto 2 e il Punto 3 nei quali non è stata rilevata alcuna sostanziale differenza. Il confronto con quanto rilevato per la componente a Bacillariophyceae non mostra in questo frangente elementi di spunto. Le due variabili in esame non appaiono correlabili in quanto le precipitazioni dei giorni precedenti il prelievo hanno determinato sia condizioni di elevata torbidità all'interno dello stagno sia una forte spinta di trascinamento che in sinergia possono aver costituito, ancor prima della concentrazione di silice, fattore limitante per la proliferazione microalgale.

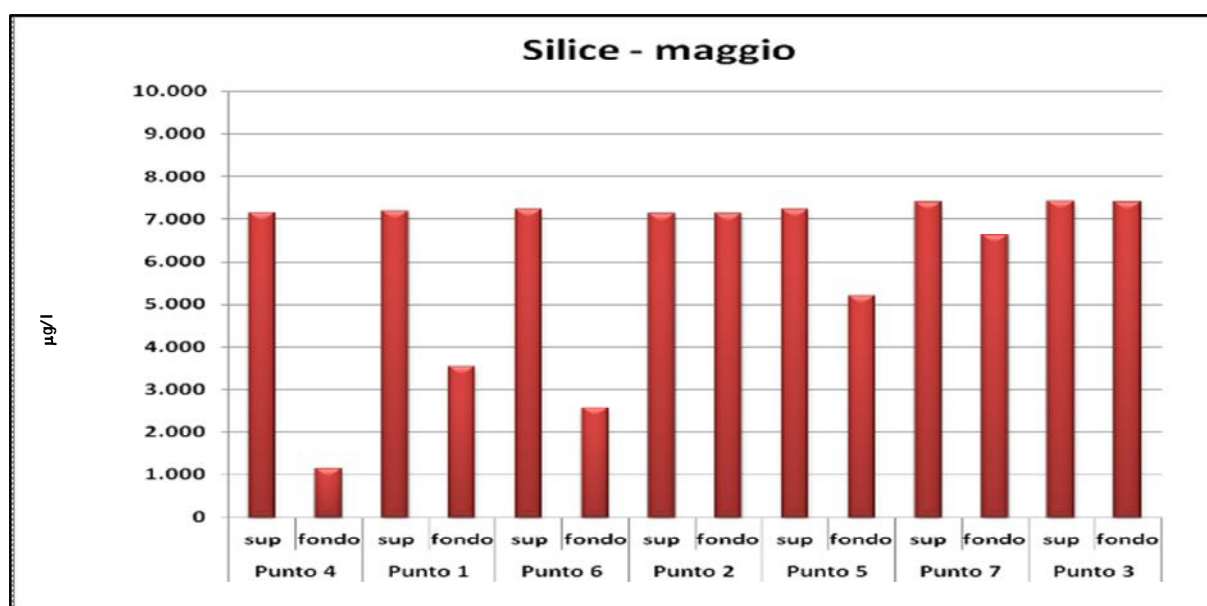


Grafico 63 – Silice maggio

In giugno è rimasta costante in tutti i punti di prelievo la preponderanza della concentrazione di silice in superficie rispetto al fondo così come per le Bacillariophyceae per le quali fa eccezione anche questa volta il solo punto 2 in superficie nel quale, paradossalmente, la situazione rilevata ha mostrato il picco massimo relativo alle concentrazioni di silice e il picco minimo di Bacillariophyceae.

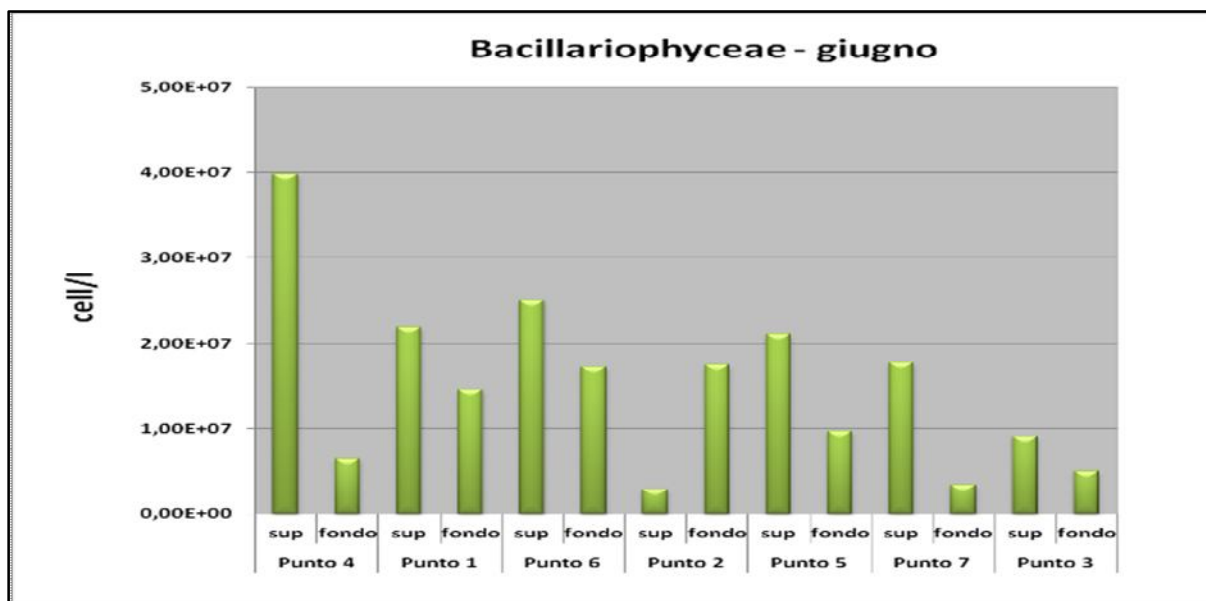


Grafico 64 – Andamento Bacillariophyceae giugno

In generale sono stati rilevati i valori massimi di silice nelle stazioni in prossimità delle foci fluviali.

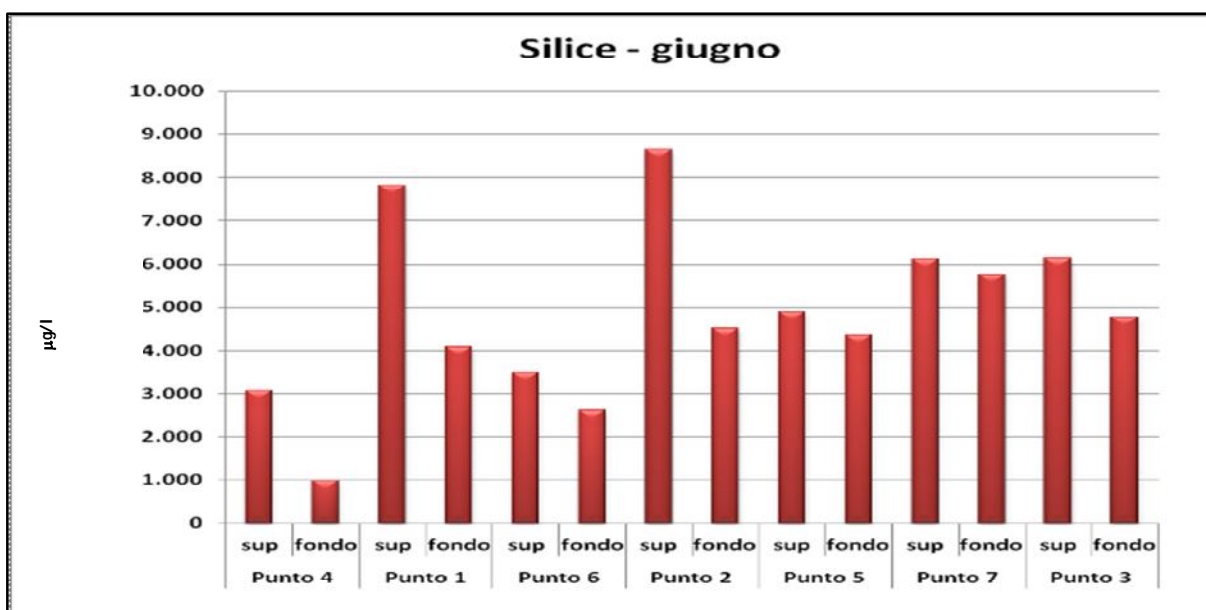


Grafico 65 – Silice giugno

L'ultimo mese di campagna è stato quello in cui si è verificata la maggior aderenza tra gli andamenti dei due parametri presi in considerazione con una netta prevalenza nelle concentrazioni di entrambi nel campione superficiale dei punti 4, 6, 2 e 5.



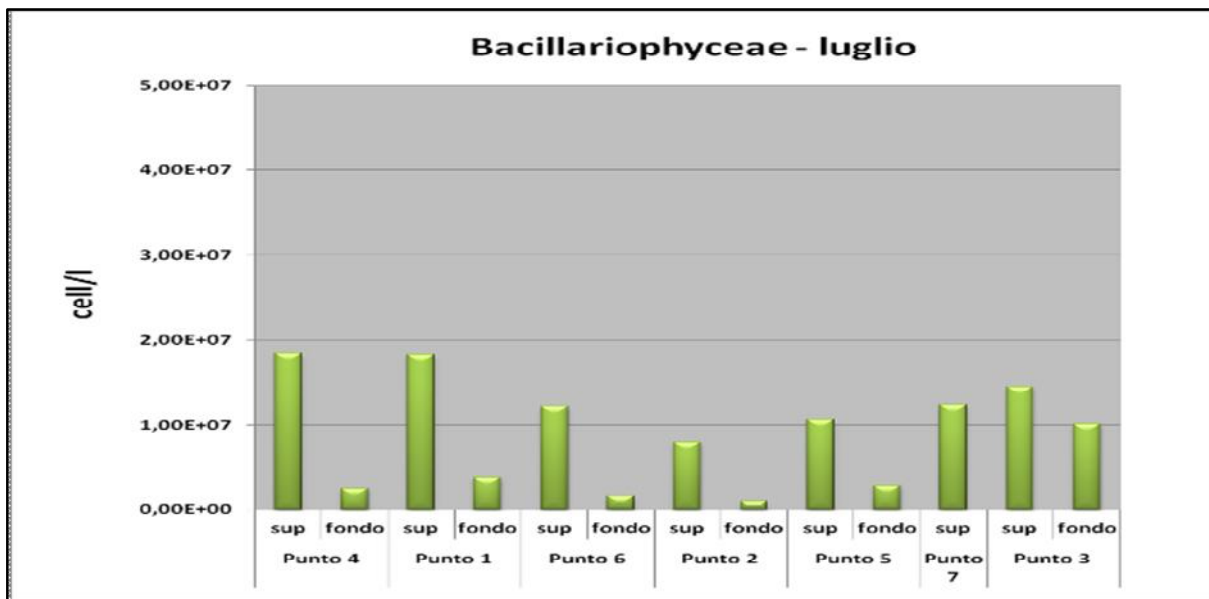


Grafico 66 – Andamento Bacillariophyceae luglio

In media i valori di silice rilevati sono risultati simili al mese precedente, mentre le densità delle Bacillariophyceae hanno subito un lieve calo.

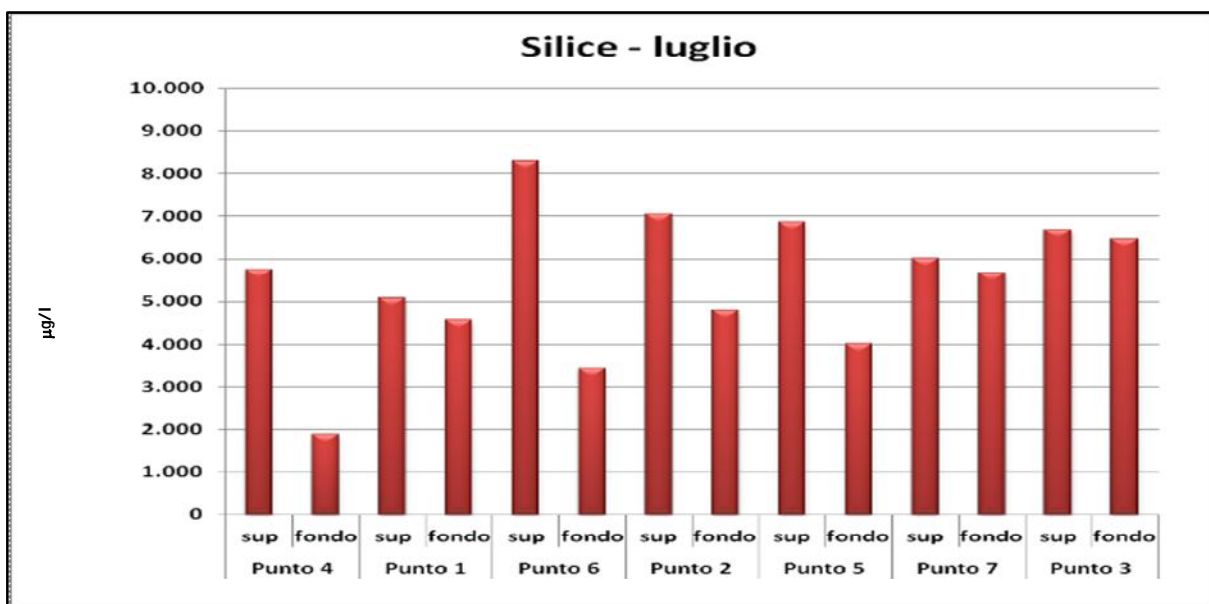


Grafico 67 – Silice luglio

### 3.4. Analisi dei parametri batteriologici

Sulle acque dello stagno del Calich sono state condotte altresì analisi microbiologiche. Lo studio è incentrato sulla ricerca della specie *Escherichia coli* in quanto, questo microrganismo, viene considerato in letteratura come indicatore primario della contaminazione di origine fecale, oltre ad essere richiesto dal D. Lgs. 152/06 come unico parametro per definire la conformità microbiologica delle acque reflue provenienti dagli impianti di depurazione. Dall'osservazione dei dati è emerso come l'effetto di copiose piogge possa aver influito sulla qualità delle acque dello stagno. Il prelievo del mese di maggio, eseguito a seguito di un periodo di intensa piovosità, ha evidenziato la presenza di *E. coli* nell'ordine di circa 700 u.f.c./100ml, con un picco massimo di concentrazione di 1.110 u.f.c./100ml nel punto 1, presumibilmente imputabile anche all'effetto di dilavamento dei suoli concimati limitrofi e comunque con valori superiori a quelli rilevati nelle campagne precedenti che erano risultati al massimo di poche decine.

Le più stabili condizioni meteorologiche dei successivi mesi di giugno e luglio, a conferma di quanto detto, hanno fatto registrare valori di *Escherichia coli* al massimo dell'ordine della decina di u.f.c./100 ml in entrambi i mesi e sono risultati al di sotto del limite di rilevabilità per quattro stazioni su sette nel mese di giugno e in tre su sette in quello di luglio. Si riportano di seguito, schematizzati in tabelle, i risultati ottenuti.

Tabella 11: Parametri batteriologici – Calich maggio

Stazione	<i>Escherichia coli</i> <sup>1</sup> (u.f.c./100ml)
Punto 4	1.000
Punto 1	1.100
Punto 6	720
Punto 2	540
Punto 5	630
Punto 7	720
Punto 3	750

Tabella 12: Parametri batteriologici – Calich giugno

Stazione	<i>Escherichia coli</i> <sup>1</sup> (u.f.c./100ml)
Punto 4	<1
Punto 1	18
Punto 6	<1
Punto 2	6
Punto 5	<1
Punto 7	<1
Punto 3	6

Tabella 13: Parametri batteriologici – Calich luglio

Stazione	<i>Escherichia coli</i> <sup>1</sup> (u.f.c./100ml)
Punto 4	<1
Punto 1	23
Punto 6	6
Punto 2	21
Punto 5	<1
Punto 7	<1
Punto 3	14

<sup>1</sup> APAT IRSA CNR 29/2003 metodo 7030 F

### 3.5. Inquinanti specifici: Pesticidi, IPA, VOC's e Metalli

In questa campagna di campionamenti sono state determinate, in accordo con quanto previsto dal D.M. 260/2010, le seguenti classi di composti: Pesticidi, Composti Organici Volatili (VOC's), Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) e Metalli.

Nel mese di maggio le determinazioni sono state eseguite su tutti e 7 i punti superficiali, ad eccezione dei metalli che sono stati determinati anche sui campioni prelevati in profondità. Nei mesi successivi le analisi hanno riguardato solo i punti 6 e 7 superficiali, che coincidono con i punti previsti per il monitoraggio ordinario. I valori di riferimento per la definizione dello standard di qualità ambientale (SQA-MA) di tali sostanze, per le acque di transizione, sono definiti nella Tab. 1/A ed 1/B del D.M. 260/2010.

I **pesticidi** analizzati sono: Alaclor, Antiparassitari del ciclodiene (Aldrin, Dieldrin, Endrin, Isodrin), Atrazina, Clorfevinfos, Clorpirifos, DDD, DDT, DDE, p,pDDT, Diuron, Endosulfan, Esaclorobenzene, Isoproturon, Simazina e Trifluralin. In tutti i campioni analizzati i valori ottenuti risultano inferiori al limite di rilevabilità del metodo ( $LR < 0.01 \mu\text{g/l}$ ).

Le indagini analitiche svolte hanno rilevato concentrazioni inferiori al limite di rilevabilità ( $LR < 0.01 \mu\text{g/l}$ ) anche per quanto concerne gli IPA, diversamente da quanto osservato nella matrice sedimento. Per quanto riguarda i VOC's, i composti 1,2-Dicloroetano, Diclorometano, Tetracloroetilene e Tricloroetene sono risultati tutti inferiori al limite di rilevabilità del metodo ( $LR < 0.05 \mu\text{g/l}$ ). Il Benzene è stato rilevato in pochi punti e con una concentrazione molto inferiore alla SQA-MA. Il Triclorometano è stato rilevato in quasi tutti i campioni prelevati a maggio, ma anche in questo caso i valori risultano inferiori alla SQA-MA. Si evidenzia che nel mese di giugno sono stati analizzati anche i composti appartenenti alla tabella 1/B del D.M. 260/2010. Si sono riscontrati valori superiori alle SQA-MA ( $1 \mu\text{g/l}$ ) per il Toluene e gli Xileni per il Punto 6, mentre le concentrazioni rilevate nel Punto 7 risultano inferiori.

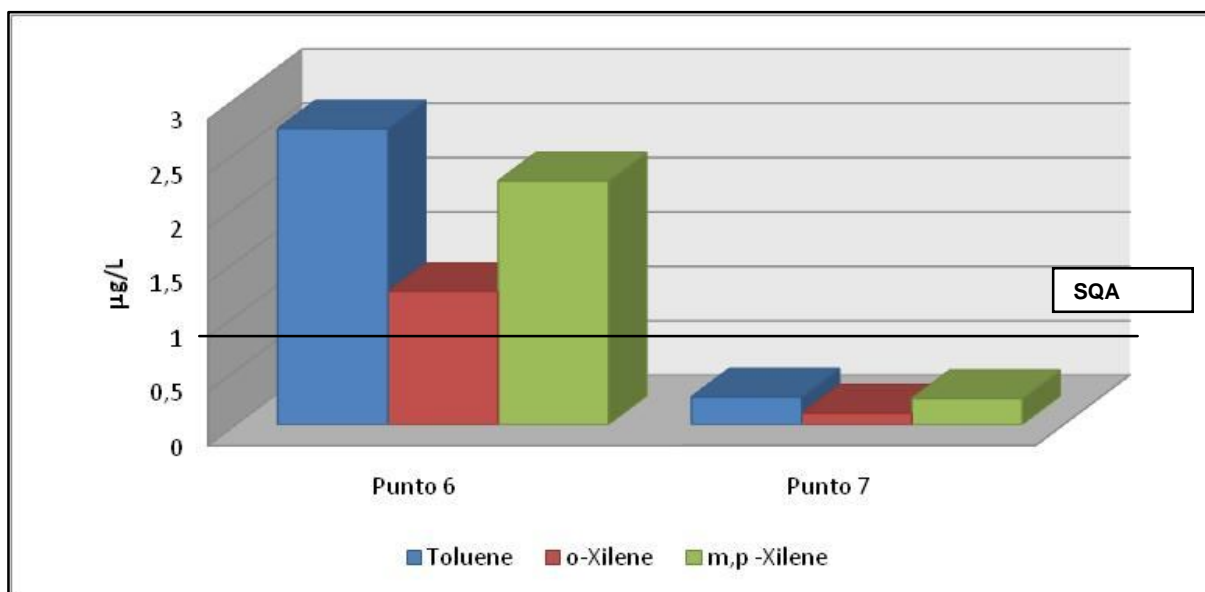


Grafico 68 – VOC's Tab. 1/B D.M. 260/2010 - giugno

I valori di riferimento per la definizione dello standard di qualità ambientale dei **metalli** per le acque di transizione sono riassunti nella tabella di seguito.

Tabella 14 - SQA-MA metalli Tab. 1/A e 1/B D.M. 260/2010

Sostanze prioritarie	
Parametri	SQA-MA ( $\mu\text{g/l}$ )
Cadmio	0,2
Mercurio	0,01
Nichel	20
Piombo	7,2

Sostanze non prioritarie	
Parametri	SQA-MA ( $\mu\text{g/l}$ )
Arsenico	5
Cromo totale	4

Le analisi svolte hanno rilevato concentrazioni inferiori ai limiti di rilevabilità dei metodi utilizzati per Cadmio, Mercurio e Piombo in tutti i campioni prelevati; concentrazioni inferiori alla SQA-MA per il Nichel a luglio in entrambi i punti, mentre si osservano superamenti delle SQA-MA per Arsenico e Cromo sempre a luglio sia nel Punto 6 che nel Punto 7.

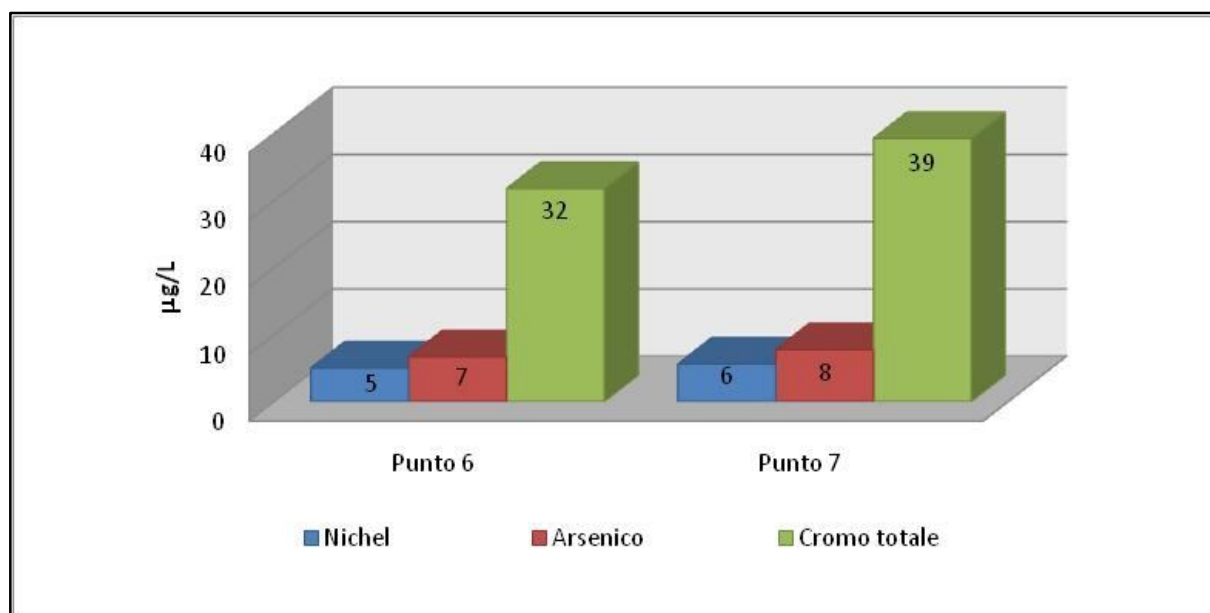


Grafico 69 – Metalli Tab. 1/A e 1/B D.M. 260/2010 - luglio

Oltre a quelli indicati dal D.M. 260/2010 sono stati determinati anche i seguenti metalli: Antimonio, Berillio, Cobalto, Selenio, Tallio, Alluminio, Ferro, Vanadio, Rame, Manganese e Zinco.

Le indagini analitiche svolte hanno rilevato concentrazioni inferiori ai limiti di rilevabilità per Antimonio, Berillio, Cobalto, Tallio, Rame ed in gran parte per Vanadio e Zinco, mentre si riportano nei grafici di seguito i risultati analitici dei restanti parametri.

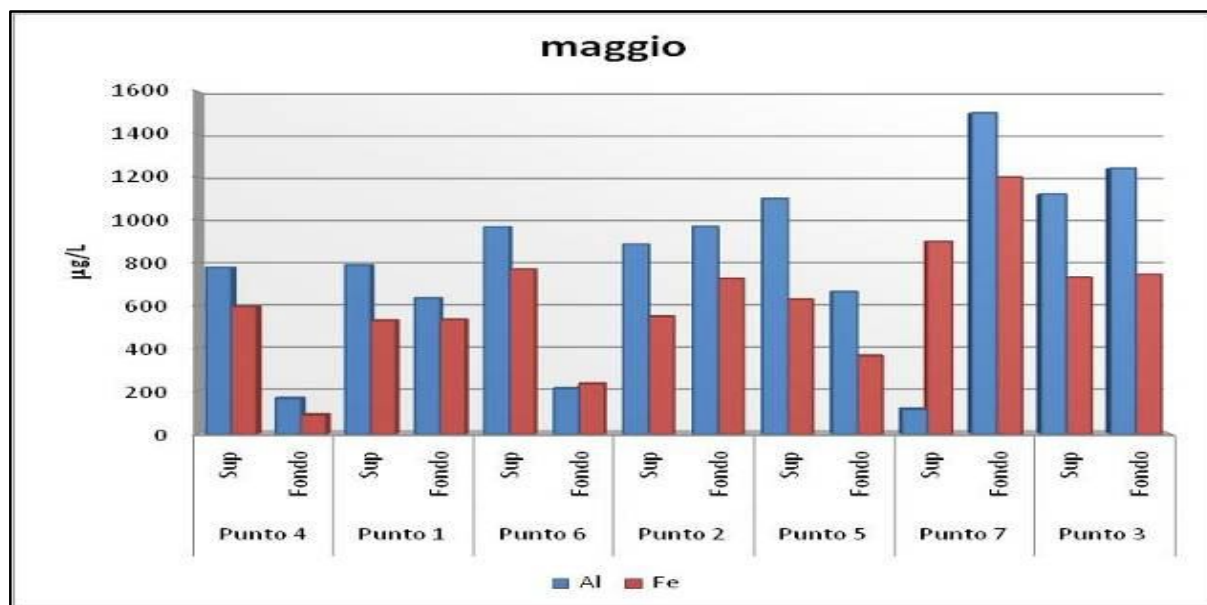


Grafico 70 – Alluminio e Ferro - maggio

Il Punto 7 fondo mostra la concentrazione maggiore di Alluminio e Ferro, il Punto 5 fondo evidenzia il valore massimo per il Manganese, mentre nel Punto 4 fondo si osserva il valore massimo del Selenio (insieme al Punto 6 fondo) ed il valore minimo di Alluminio e Ferro.

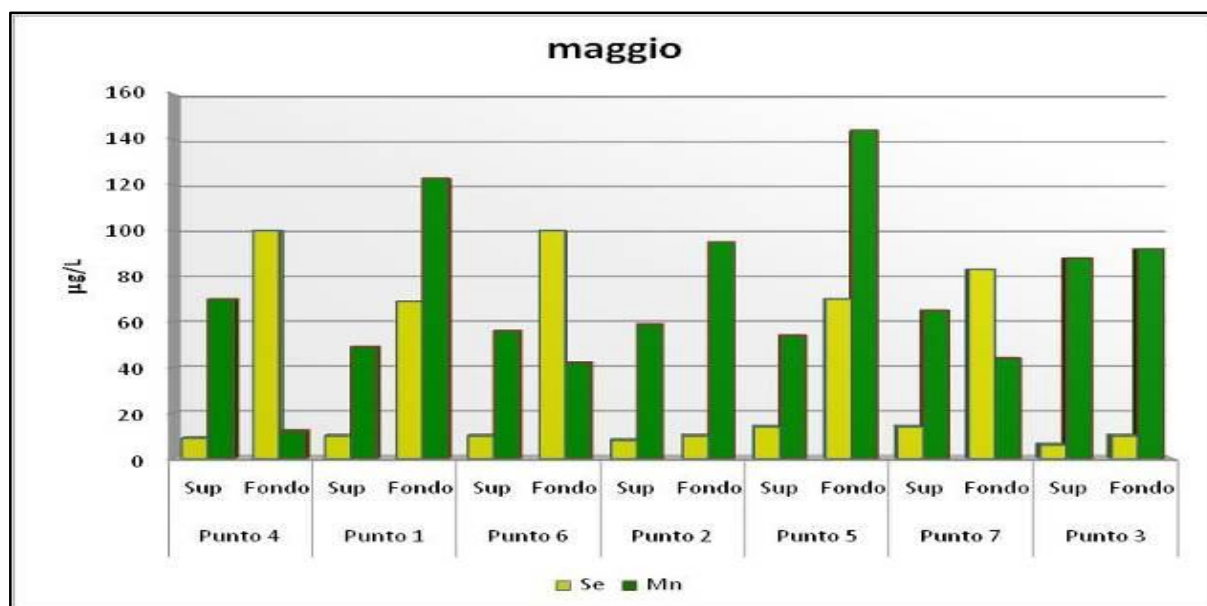


Grafico 71 – Selenio e Manganese - maggio

#### 4. Risultati Indagine: matrice sedimento – Calich

La matrice sedimento è stata indagata, anche per il 2012, solo nel mese di maggio in quanto questo comparto risulta essere molto più stabile della matrice acquosa e quindi molto meno soggetto a variazioni repentine nella sua composizione. La scelta dei parametri da analizzare è stata mirata alla verifica dell'eventuale apporto di sostanze nutritive al comparto biotico (soprattutto fitoplanctonico) presente nello stagno ed alla presenza di sostanze prioritarie potenzialmente dilavate dal bacino imbrifero incidente. La porzione organica di deposito è stata indagata attraverso la determinazione di TOC (Carbonio Organico Totale), Azoto totale e Fosforo totale. L'azoto totale risulta in tutti i campioni inferiore al limite di rilevabilità del metodo ( $LR < 1 \text{ mg/Kg}$ ). I valori di TOC risultano sovrapponibili a quelli osservati nella campagna dello scorso anno, con il valore massimo rilevato sempre nel punto 4 (6.9%); anche i valori del Fosforo totale ricalcano questo andamento.

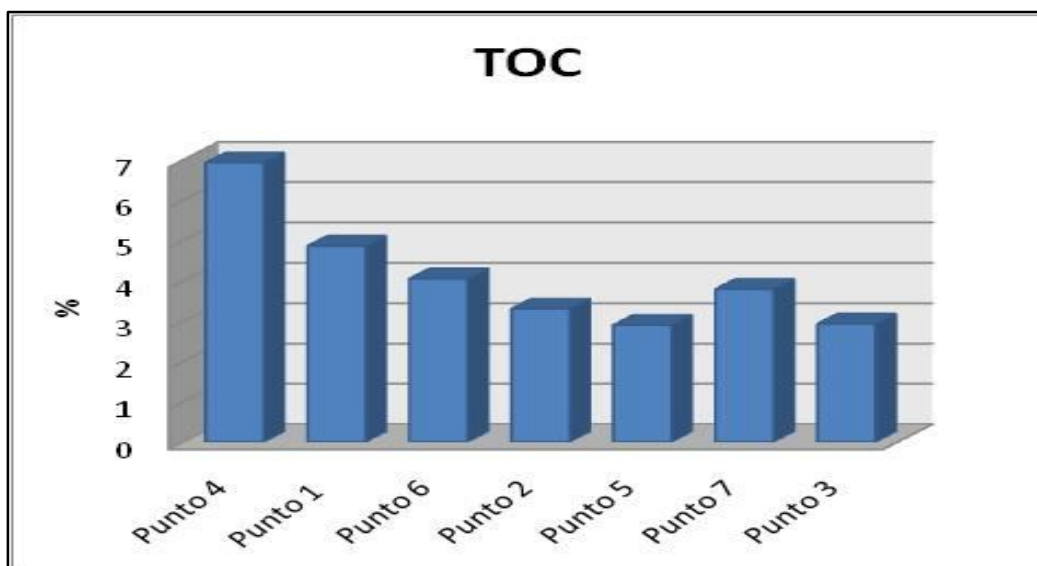


Grafico 72 – Carbonio Organico Totale sedimenti

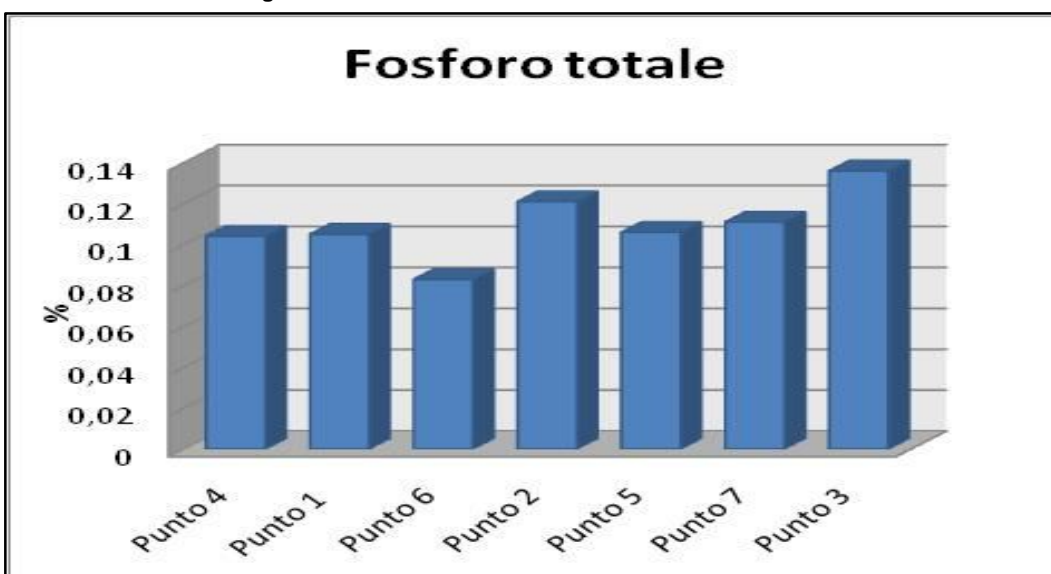


Grafico 73 – Fosforo totale sedimenti



Per ciò che concerne i valori di riferimento dei metalli e degli IPA nei sedimenti, si riportano di seguito le tabelle con gli standard di qualità ambientale – medie annue (SQA-MA) previsti per i corpi idrici marino - costieri e di transizione indicati dal D.M. 260/2010.

La Tabella 2/A del sopracitato decreto riporta gli SQA-MA relativi alle sostanze dell'elenco di priorità e la Tabella 3/A le sostanze non appartenenti all'elenco di priorità.

**Tabella 15 – SQA – MA Tabb. 2/A e 3/A D.M. 260/2010**

Sostanze prioritarie	
Parametri	SQA-MA (mg/Kg s.s.)
Cadmio	0,3
Mercurio	0,3
Nichel	30
Piombo	30
Benzo(a)pirene	30
Benzo(b)fluorantene	40
Benzo(k)fluorantene	20
Benzo(g,h,i)perilene	55
Indenopirene	70
Antracene	45
Fluorantene	110
Naftalene	35

Sostanze non prioritarie	
Parametri	SQA-MA (mg/Kg s.s.)
Arsenico	12
Cromo totale	50

Oltre ai metalli indicati dal D.M. 260/2010 (Cd, Hg, Ni e Pb, As, Cr totale), sono stati determinati anche i metalli seguenti: Antimonio, Berillio, Cobalto, Selenio, Tallio, Alluminio, Ferro, Vanadio, Rame, Manganese e Zinco.

Si rilevano concentrazioni superiori alle SQA-MA solo per il Cd nel punto 7 con un valore di 2.9 mg/Kg. Il valore di Piombo di 33 mg/Kg, rilevato nel punto 2, supera la SQA-MA prevista dalla Tab.2/A, ma considerando lo scostamento pari al 20%, previsto nella nota (2) della tabella, che tiene in considerazione la complessità di questa matrice, tale valore rientra nel range di accettabilità.

I valori di Alluminio, Ferro e Manganese sono in linea con quelli osservati nel 2011. Fa eccezione il Punto 4, in cui il valore dell'Alluminio risulta 100 volte più basso rispetto a quello osservato in tutti gli altri punti ed anche rispetto all'anno precedente.

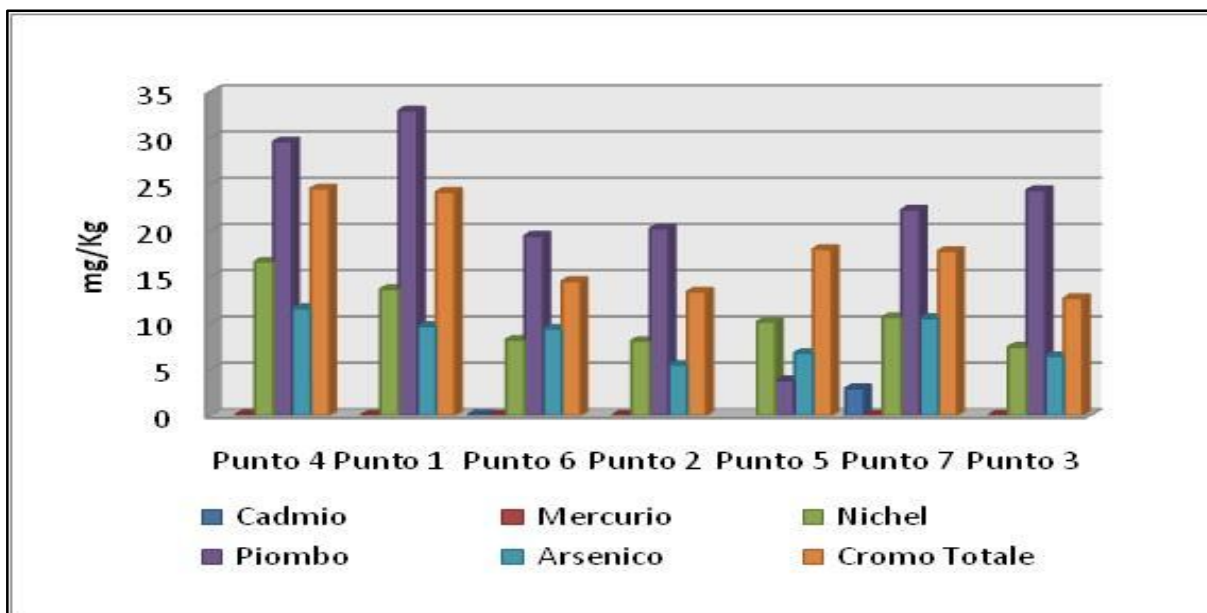


Grafico 74 – Metalli Tab. 2/A, 3/A D.M. 260/2010 - sedimenti

Nel grafico seguente si riportano i dati ottenuti per gli altri metalli determinati. Si evidenzia un valore più elevato di Cobalto nel Punto 4 rispetto a quello rilevato nei restanti punti, nel quale si osserva anche il valore massimo dello zinco.

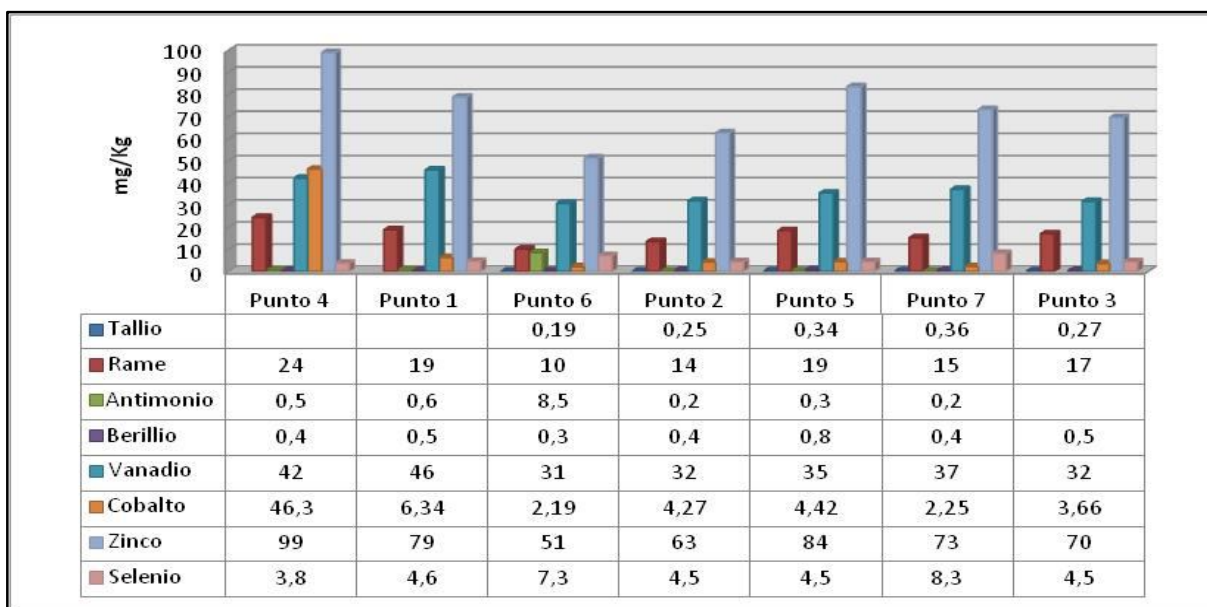


Grafico 75 – Metalli non inclusi nel D.M. 260/2010 - sedimenti

Sono inoltre state eseguite le analisi degli IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici) e i risultati confrontati con le SQA-MA previste dal Decreto.

I composti Indeno(1,2,3,c-d)pirene, Antracene, Naftalene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene risultano tutti inferiori al Limite di rilevabilità di 10 µg/Kg.

Il Fluorantene mostra valori inferiori alla SQA-MA, il Benzo(b)fluorantene supera la SQA-MA prevista dalla Tab.2/A nel punto 4, ma considerando lo scostamento pari al 20% rientra nel valore di tolleranza, il Benzo(a)pirene supera notevolmente la SQA-MA prevista nei punti 4 e 3, con i valori rispettivamente di 155 e 469 µg/Kg, ed in misura minore nei punti 1 e 6. Per il valore determinato nel punto 2 vale la stessa considerazione fatta per il Benzo(b)fluorantene.

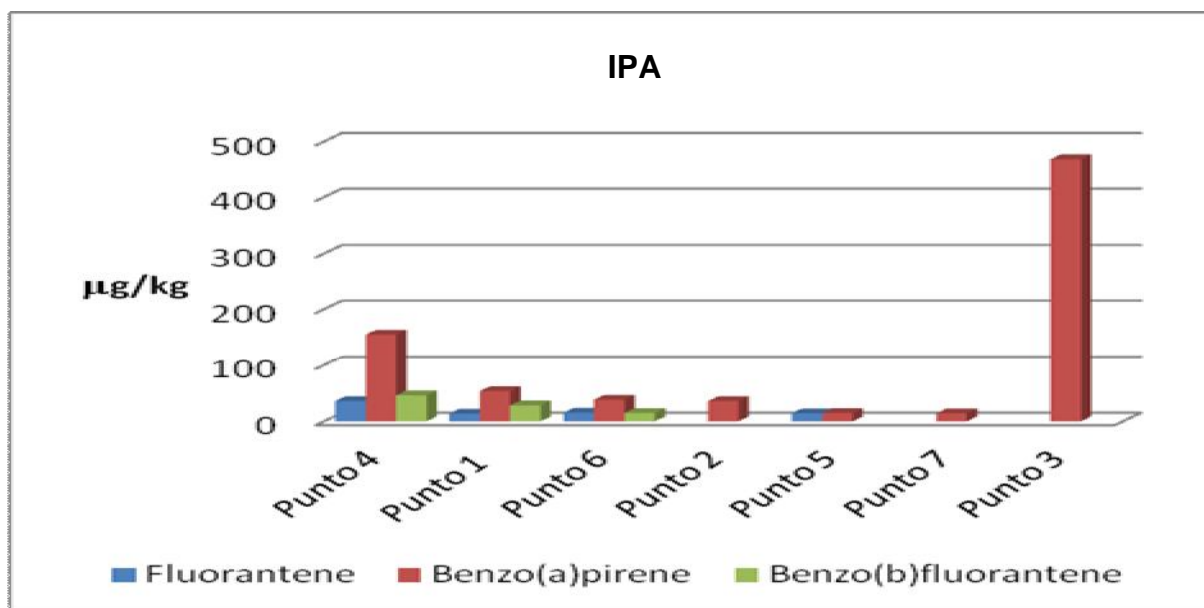


Grafico 76 – IPA Tab. 2/A D.M. 260/2010 - sedimenti

Per questa categoria di composti, non si dispone al momento di valori di confronto, trattandosi del primo controllo effettuato. Data la elevata concentrazione rilevata nei punti 1, 3, 4 e 6 del Benzo(a)pirene, detto parametro dovrà essere sottoposto ad ulteriori controlli di verifica, anche al fine di individuare eventuali apporti e/o origini.

## 5. Carichi incidenti da impianti di depurazione

Le indagini volte alla valutazione dello stato trofico del Calich non possono prescindere dallo studio dei carichi organici incidenti sullo stagno. Tra le differenti fonti di inquinamento quelle puntuali sono di certo le più semplici da esaminare e, in particolar modo, l'apporto di sostanza organica proveniente dagli scarichi degli impianti di depurazione è costantemente monitorata sia attraverso i controlli dell'ARPAS, in veste di Ente di controllo, sia mediante gli autocontrolli effettuati dai laboratori incaricati dagli enti gestori dei differenti impianti ricadenti nel bacino imbrifero.

In Figura 3 si riporta una rappresentazione cartografica di parte del bacino imbrifero del Calich con l'ubicazione degli scarichi recapitanti su recettori aventi destinazione finale lo stesso corpo idrico.

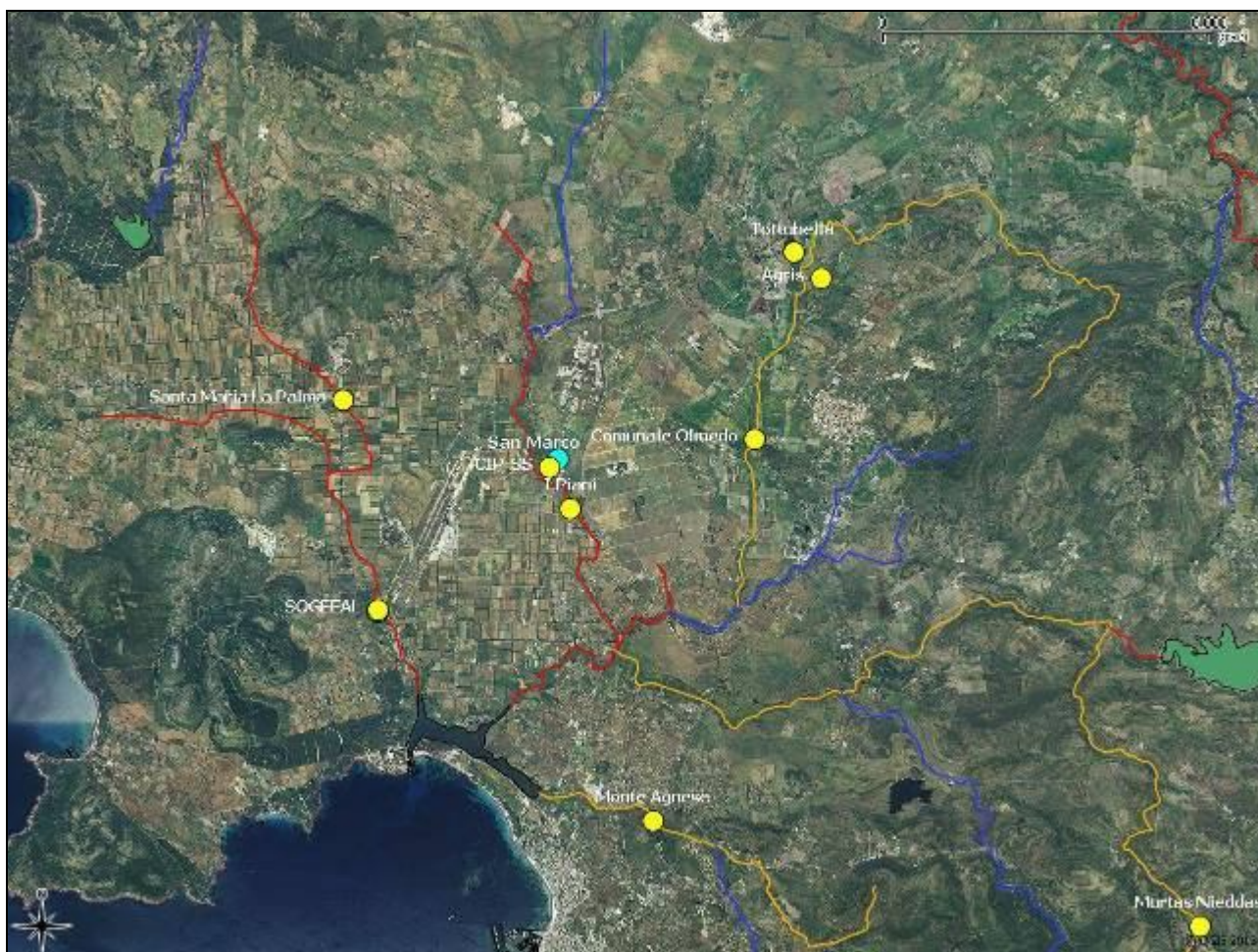


Figura 3 – Ubicazione punti di scarico impianti di depurazione



Le tabelle 16, 17 illustrano rispettivamente gli esiti dei controlli effettuati da ARPAS e quelli derivanti dagli autocontrolli, effettuati dal gestore e pervenuti al Dipartimento Provinciale di Sassari dell'Agenzia per il periodo compreso tra aprile ed agosto 2012.

**Tabella 16: Conformità/Non conformità impianti di depurazione aprile 2012/agosto 2012 – Controlli ARPAS**

Impianto	AE	Data Prelievo	Conformità/non conformità ai limiti	Parametri non conformi	Valore	Limiti D.lgs 152/06 All.5 Parte III
<b>San Marco Alghero (Rio Filibertu)</b>	77.500	02-03/04/2012	Conforme	-	-	-
		07-08/05/2012	Conforme	-	-	-
		04-05/06/2012	Conforme	-	-	-
		02/07/2012	Conforme	-	-	-
		<b>03/07/2012</b>	<b>Non Conforme</b>	<b>BOD<sub>5</sub></b>	<b>40 mg/l</b>	<b>25 mg/l di O<sub>2</sub></b>
		06-07/08/2012	Conforme	-	-	-
<b>Comunale Olmedo (Rio Su Mattone)</b>	<b>3.200</b>	<b>03/04/2012</b>	<b>Non Conforme</b>	<b>E. coli BOD<sub>5</sub> NH<sub>4</sub><sup>+</sup> Tensioattivi totali</b>	<b>420.000 ufc/100ml 60 mg/l di O<sub>2</sub> 18,2 mg/l 4,4 mg/l</b>	<b>5.000 ufc/100ml 25 mg/l di O<sub>2</sub> 15 mg/l 2 mg/l</b>

Nel periodo sopraindicato il refluo in uscita dal depuratore San Marco di Alghero è stato sottoposto ad accertamenti mensili da parte di ARPAS con il rilievo di un unico superamento ai limiti imposti dal D.lgs 152/06 riferito al parametro BOD<sub>5</sub>, con 40 mg/l nel prelievo del 3 luglio, anche se il superamento di questo parametro, essendo inferiore al 100% del limite normativo, per definire la regolarità del refluo è da valutarsi su base annua. Nel periodo in esame le analisi svolte nei restanti campioni hanno evidenziato valori entro i limiti di legge riferiti esclusivamente al recapito su corpo idrico ( Rio Filibertu), in quanto nel corso del 2012, e più precisamente nel periodo previsto nel Piano di gestione per il riutilizzo del refluo affinato, non è stata conferita al Consorzio di Bonifica della Nurra nessuna quota di refluo.

L'unico intervento effettuato nell'impianto comunale di Olmedo in data 3 aprile ha messo in evidenza quattro parametri fuori norma tra i quali *E. coli*, con ben 420.000 u.f.c./100 ml contro le 5.000 u.f.c./100 ml prescritte dalla legge. Nel 2011 il depuratore in esame ha avuto il diniego di rinnovo dell'autorizzazione allo scarico da parte della Provincia di Sassari (vedi "Indagine sullo stato trofico del Calich – 2011), mentre in data 26/06/2012 la stessa Provincia ha concesso all'impianto un'autorizzazione provvisoria (n. 150 del 26/06/2012) con validità sei mesi, ma attualmente prorogata sino al 31/01/2013. Nel provvedimento autorizzativo vengono prescritti, per i reflui in uscita dall'impianto, limiti meno restrittivi rispetto alla normativa vigente per ciò che concerne i parametri BOD<sub>5</sub> (40 mg/l), COD (160 mg/l), NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (20 mg/l), N tot. (25 mg/l) ed

*E. coli* (15.000 u.f.c./100 ml). Le tabelle sottostanti riportano schematicamente gli esiti degli autocontrolli pervenuti ad ARPAS e riferiti allo stesso periodo considerato in precedenza.

Tabella 17: Conformità/Non conformità impianti di depurazione aprile 2012/agosto 2012 – Autocontrolli

Impianto	Abitanti Equivalenti	Data Prelievo	Conformità/non conformità	Parametri non conformi	Valore	Limiti D.lgs 152/06 All.5 Parte III
San Marco Alghero (Rio Filibertu)	77.500	03/04/2012	Conforme	-	-	-
		17/04/2012	Non Conforme	BOD <sub>5</sub>	39 mg/l di O <sub>2</sub>	25 mg/l di O <sub>2</sub>
		08/05/2012	Conforme	-	-	-
		22/05/2012	Conforme	-	-	-
		19/06/2012	Conforme	-	-	-
SOGEAAL Aeroporto Alghero (Canale Urune)	1.000	03/07/2012	Conforme	-	-	-
		19/04/2012	Conforme	-	-	-
		17/05/2012	Conforme	-	-	-
		26/06/2012	Conforme	-	-	-
Santa Maria La Palma (Canale Urune)	12.900	26/04/2012	Conforme	-	-	-
		29/05/2012	Conforme	-	-	-
		25/06/2012	Non Conforme	Solidi Sosp. Totali P Tot	40 mg/l 5 mg/l	35 mg/l 2 mg/l
		17/07/2012	Non Conforme	COD	130 mg/l di O <sub>2</sub>	125 mg/l di O <sub>2</sub>
		21/08/2012	Non Conforme	BOD <sub>5</sub> P Tot NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> <i>E.coli</i>	26 mg/l di O <sub>2</sub> 3,2 mg/l 34,27 mg/l >25.000 ufc/100 ml	25 mg/l di O <sub>2</sub> 2 mg/l 15 mg/l 5.000 ufc/100 ml
Agris (Rio Su Mattone)	1.550	24/04/2012	Conforme	-	-	-
		31/05/2012	Conforme	-	-	-
		21/06/2012	Conforme	-	-	-
		31/07/2012	Conforme	-	-	-
		22/08/2012	Conforme	-	-	-
Olmedo (Rio Su Mattone)	1.000	26/04/2012	Non Conforme	BOD <sub>5</sub> N Tot <i>E.coli</i>	39 mg/l di O <sub>2</sub> 22,7 mg/l 8.000 ufc/100 ml	25 mg/l di O <sub>2</sub> 15 mg/l 5.000 ufc/100 ml
		29/05/2012	Non Conforme	Cloro attivo libero Solidi Sosp. Totali BOD <sub>5</sub>	1,1 mg/l 46 mg/l 32 mg/l di O <sub>2</sub>	0,2 mg/l 35 mg/l 25 mg/l di O <sub>2</sub>
		25/06/2012	Non Conforme	BOD <sub>5</sub> P Tot NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	80 mg/l di O <sub>2</sub> 2,94 mg/l 42,12 mg/l NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	25 mg/l di O <sub>2</sub> 2 mg/l 15 mg/l
		17/07/2012	Conforme	-	-	-
		21/08/2012	Non Conforme	BOD <sub>5</sub> COD P Tot <i>E.coli</i>	45 mg/l di O <sub>2</sub> 140 mg/l di O <sub>2</sub> 2,53 mg/l 25.000 ufc/100 ml	25 mg/l di O <sub>2</sub> * 125 mg/l di O <sub>2</sub> 2 mg/l 5.000 ufc/100 ml

Il depuratore comunale di Alghero San Marco ha fornito per un periodo referti analitici riferiti a prelievi effettuati con cadenza quindicinale nei quali è emerso un unico fuori norma, anche in questo caso a carico del BOD<sub>5</sub>, ma questa volta riferito alla prima settimana di aprile.

L'impianto a servizio dell'aeroporto di Alghero – Fertilia, gestito dalla SOGEAAL e recapitante sul canale Urune, non è stato interessato dal superamento dei limiti normativi in alcuna delle analisi effettuate in regime di autocontrollo da aprile a luglio.

Al pari del precedente impianto anche quello di Santa Maria La Palma ha come recettore il canale Urune ed è dimensionato per quasi 13.000 AE. Le non conformità rilevate dagli autocontrolli dell'ente gestore sono state relative a ben tre dei cinque mesi considerati, ovvero giugno, luglio ed agosto. In due dei casi (giugno e



luglio) uno dei parametri risultati oltre ai limiti imposti è stato il fosforo totale con rispettivamente 5 e 3,2 mg/l (valore limite 2 mg/l). Tra le restanti non conformità si sottolinea il dato fornito in merito al parametro *E. coli* in data 21 agosto ed indicato nel rapporto di prova come > 25.000 u.f.c./100 ml, dato espresso in una forma tale da non permettere la valutazione relativa all'entità del carico inquinante in arrivo sul recettore.

Tra gli impianti recapitanti sul rio Su Mattone, corso d'acqua che versa attualmente in condizioni ambientali critiche, secondo i dati del monitoraggio previsto dal D.lgs 152/06, quello a servizio dell'AGRIS di Bonassai non ha segnalato parametri fuori norma tra aprile ed agosto. Per l'impianto di Olmedo, come si può osservare in Tabella 17, il refluo in uscita è risultato praticamente sempre fuori norma rispetto ai limiti per il parametro BOD<sub>5</sub> con un picco di 80 mg/l il 25 giugno (superamento del 100% anche del limite dell'autorizzazione provvisoria). Le restanti non conformità sono state quelle a carico di azoto totale ed *E. coli* il 26 aprile, solidi sospesi totali (anche se questo superamento essendo inferiore al 150% del limite secondo normativa è da valutarsi su base annua) e cloro attivo libero (con ben 1,1 mg/l) il 29 maggio, ammoniaca e fosforo totale il 25 giugno ed infine COD (anche se il superamento di quest'ultimo parametro essendo inferiore al 100% del limite normativo è da valutarsi su base annua ed è comunque inferiore al limite dell'autorizzazione provvisoria), fosforo totale ed *E. coli* il 21 agosto (il superamento di quest'ultimo parametro è superiore sia al limite normativo sia al limite dell'autorizzazione provvisoria); anche in questo caso il valore relativo al parametro batteriologico *E. coli* è stato espresso come > 25.000 u.f.c./100 ml.

Un discorso a se va fatto per l'impianto a servizio della frazione di Tottubella, appartenente al Comune di Sassari, obbligato a garantire un refluo conforme ai limiti di tab. B della Direttiva Regionale Scarichi 69/25 2008 in quanto impianto dimensionato per meno di 2.000 AE. Tali limiti risultano meno restrittivi di quanto previsto dal D.lgs 152/06 e in virtù di ciò alcuni dei parametri che per gli altri depuratori esaminati sarebbero stati non conformi sono invece risultati idonei a quanto prescritto. Fa eccezione unicamente il parametro *E. coli* che con circa 16.600 u.f.c./100 ml è apparso, dalle analisi di agosto 2012, oltre tre volte il limite. In tabella 18 sono riportati i controlli derivanti dagli autocontrolli del Gestore.

**Tabella 18: Conformità/Non conformità impianti di depurazione aprile 2012/agosto 2012 – Autocontrolli impianto Tottubella**

Impianto	Abitanti Equivalenti	Data Prelievo	Conformità/non conformità	Parametri non conformi	Valore	Limiti Dir. Reg. scarichi 69/25 2008 tab. B
Tottubella (Rio su Mattone)	1.500	26/04/2012	Conforme	-	-	-
		28/05/2012	Conforme	-	-	-
		25/06/2012	Conforme	-	-	-
		17/07/2012	Conforme	-	-	-
		21/08/2012	Non Conforme	<i>E.coli</i>	16.580 ufc/100 ml	5000 ufc/100 ml

## 6. Litorale di Fertilia

### 6.1. Parametri fisico-chimici da campo

Il rilievo dei parametri fisico-chimici con sonda multiparametrica è stato effettuato nelle due stazioni di prelievo ordinarie Fertilia PG e Maria Pia PG (vedasi fig. 2). Un ulteriore rilievo dei parametri in colonna è stato effettuato, nel mese di giugno, all'interno del porto canale di Fertilia a metà tra il molo di sopraflutto e il ponte sullo stagno.

#### 6.1.1. Temperatura

Le temperature delle due stazioni, relativamente al mese di giugno, sono risultate in linea con quanto rilevato nello stagno, i cui valori superficiali, in riferimento al sopracitato parametro, partivano da circa 25°C nella stazione più vicina alla foce a mare sino ad arrivare a circa 27,5 °C nel Punto 3. Peculiare la condizione rilevata nel Porto Canale nel quale la temperatura risulta più bassa sia di quelle rilevate sia nello stagno sia nel litorale.

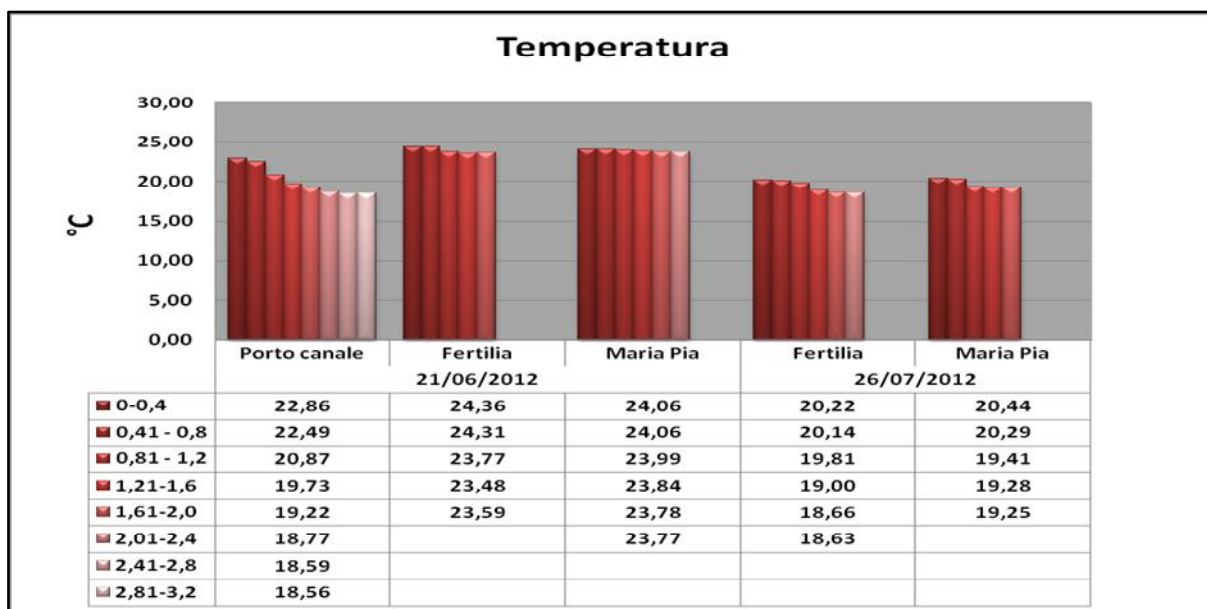


Grafico 77 – Andamento temperatura giugno÷luglio

Nel prelievo di luglio la temperatura superficiale di entrambe le stazioni è risultata più bassa di circa 4°C rispetto al mese precedente e di circa 5°C rispetto alla temperatura media dello stagno.

#### 6.1.1. Ossigeno disciolto

L'ossigeno ha mostrato sempre valori superiori al 100% di saturazione con picchi massimi sul fondo del Porto Canale (circa 157%) e valori crescenti verso il fondale in tutte le stazioni.

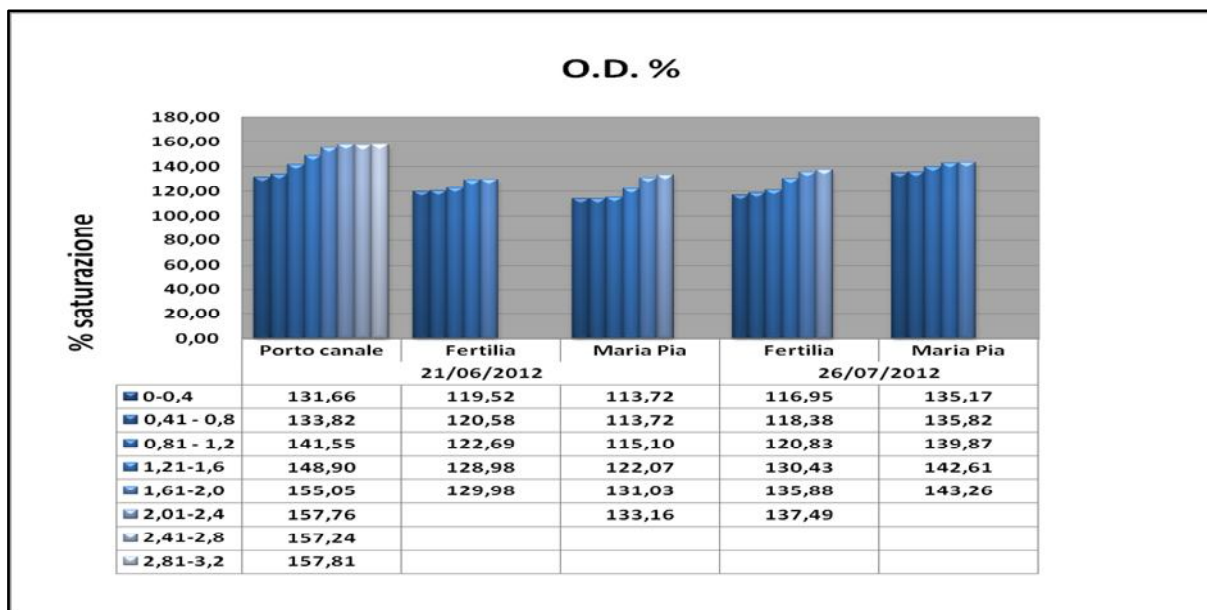


Grafico 78 – Andamento O.D.% giugno-luglio

### 6.1.2. Salinità

La salinità rilevata in maggio mostra l'effetto di un leggero apporto di acque dolci in arrivo dallo stagno. Come si può notare dal Grafico 79 i valori sono risultati progressivamente più prossimi a quelli tipici di un'acqua di mare con l'allontanamento progressivo dall'imboccatura dello stagno e naturalmente verso il fondo. Differente la condizione riscontrata a luglio con entrambe le stazioni di prelievo aventi valori di salinità pressoché costanti lungo il profilo di colonna e caratteristico delle acque marino costiere.

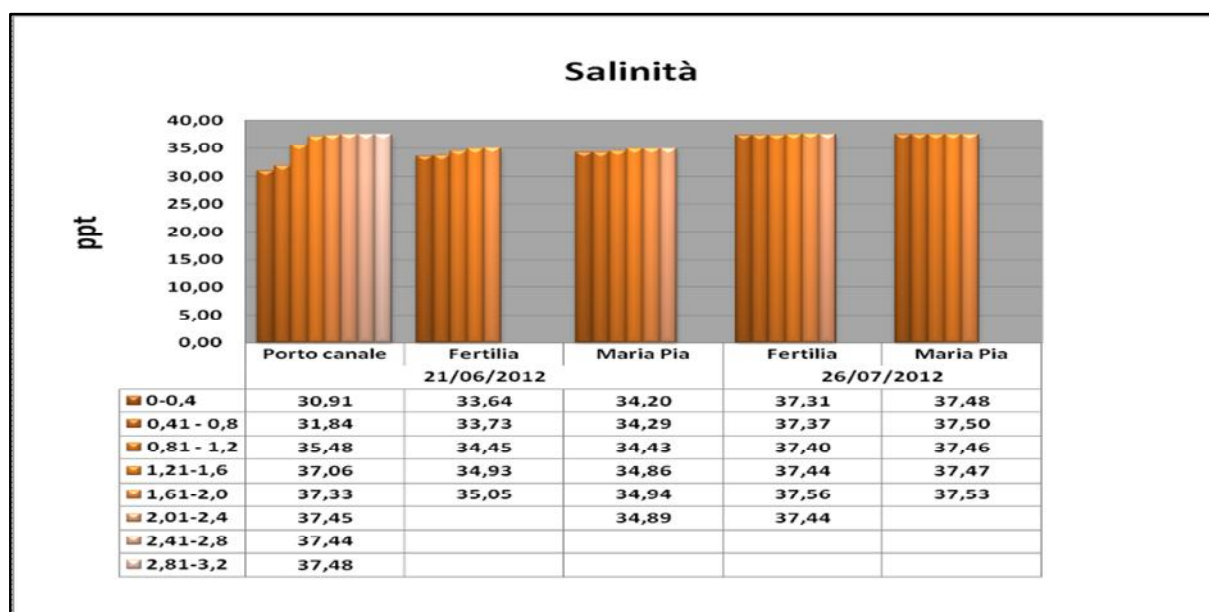


Grafico 79 – Andamento salinità giugno-luglio

### 6.1.3. pH

Il pH delle due stazioni del litorale di Fertilia si è mantenuto, nelle due giornate di prelievo, su valori consueti per le acque marino costiere. Il profilo di colonna del Porto Canale ha messo invece in evidenza un'escursione pari a circa 0,2 unità di pH, con valori decrescenti verso il fondo.

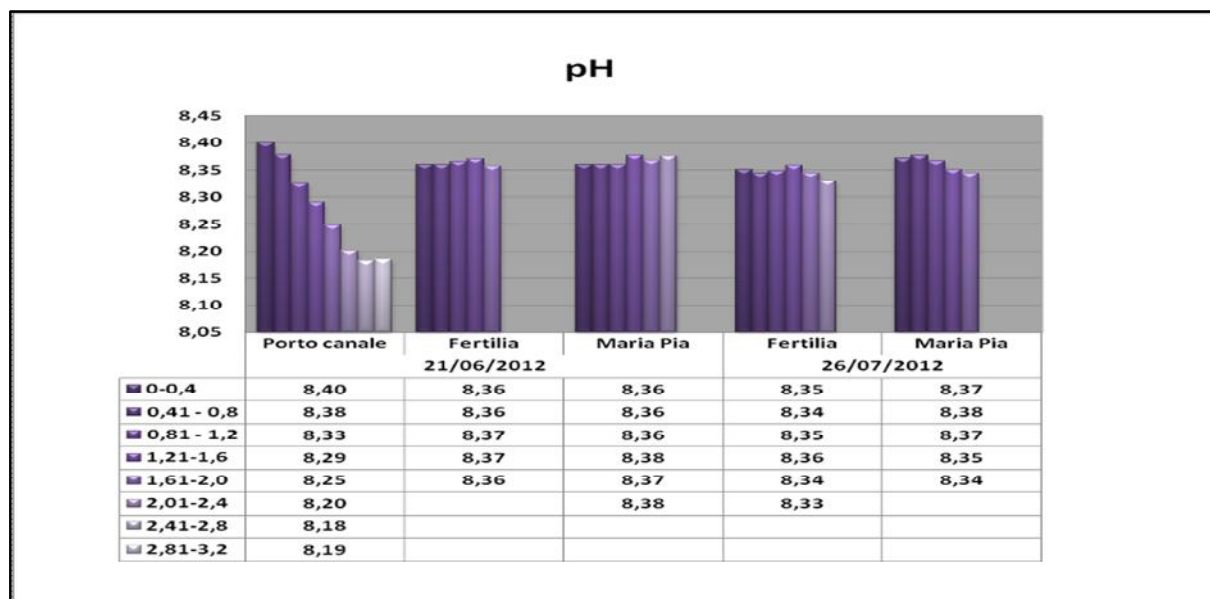


Grafico 80 – Andamento pH giugno÷luglio

### 6.1.4. Clorofilla "a"

La clorofilla "a" è stata rilevata con il valore più alto nel fondo della stazione di Fertilia nel mese di giugno in accordo con quanto scaturito dall'analisi della componente fitoplanctonica illustrata di seguito. Le concentrazioni relative a questo stesso mese trovano inoltre riscontro con la leggera colorazione delle acque osservata nel corso del prelievo. In netta diminuzione i valori registrati a luglio con lievi aumenti verso il fondo.

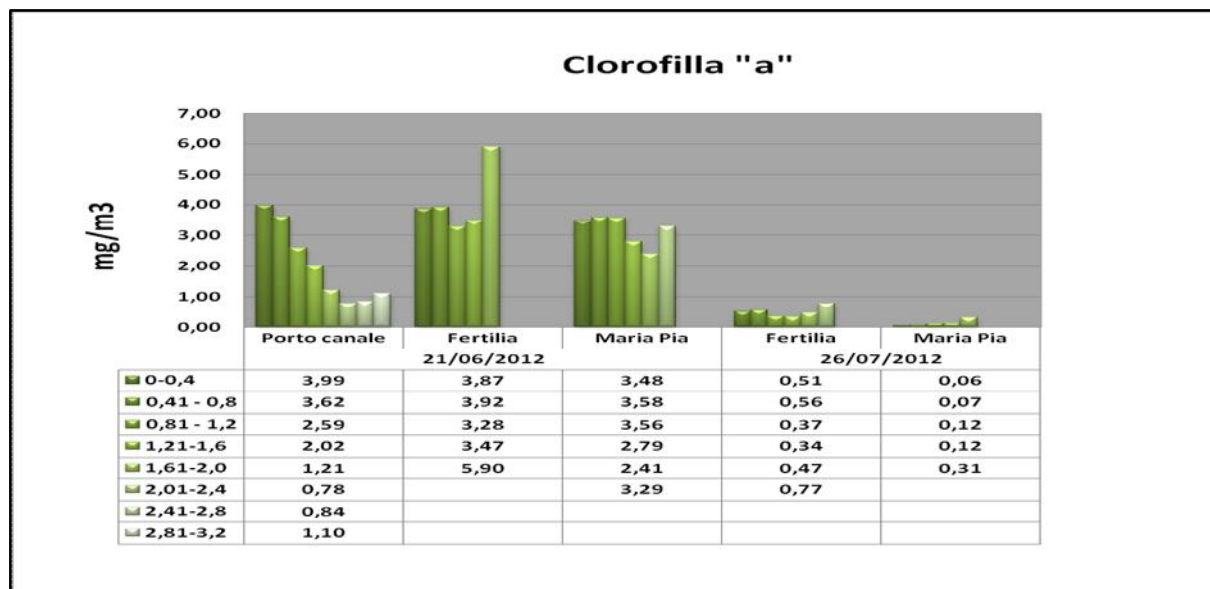


Grafico 81 – Andamento clorofilla "a" giugno÷luglio

## 6.2. Nutrienti

Le determinazioni analitiche dei nutrienti sono state eseguite sui campioni di acque mare nei due prelievi ordinari effettuati il 21 giugno e il 26 luglio. Il grafico seguente mostra la distribuzione dell'azoto inorganico nelle sue diverse forme e dell'azoto organico nei due mesi di campionamento.

L'Azoto ammoniacale e l'Azoto nitroso mostrano valori omogenei in entrambi i punti campionati sia a giugno che a luglio.

L'Azoto nitrico risulta inferiore al limite di rilevabilità del metodo ( $LR < 0,3$ ) in tutti i campioni ad eccezione del punto Fertilia di giugno.

L'Azoto organico mostra il valore massimo nel punto Fertilia fondo di luglio con un valore di 116  $\mu\text{g/l}$ .

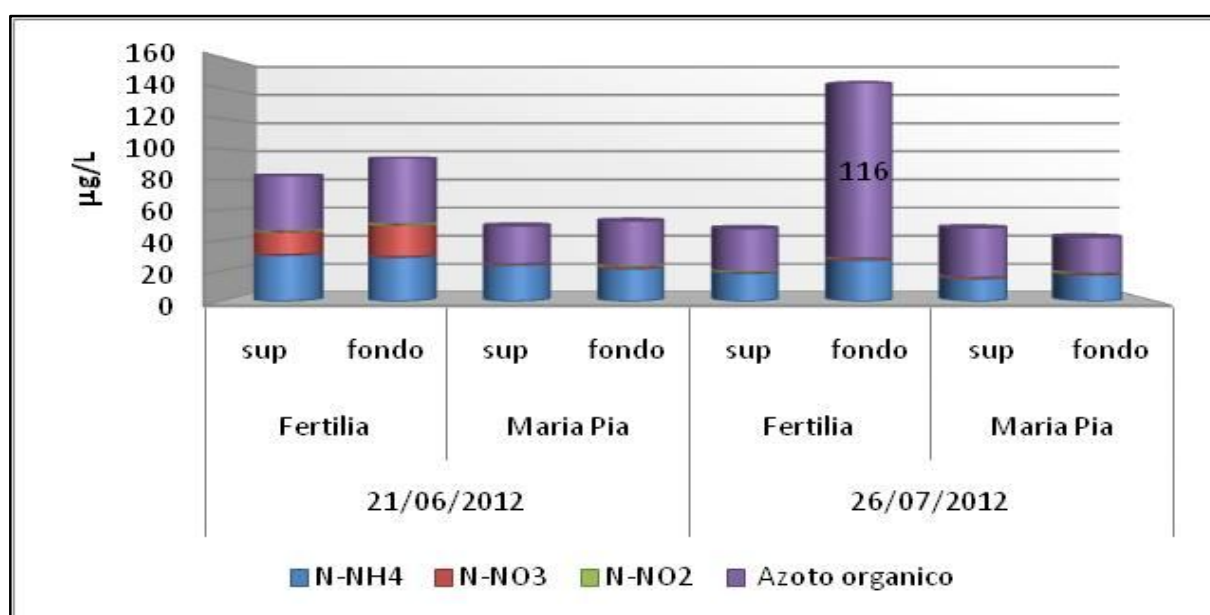


Grafico 82 – Distribuzione composti azotati giugno-luglio

Gli orto-fosfati sono tutti inferiori o prossimi al limite di rilevabilità del metodo ( $< 0,9 \mu\text{g/l}$ ). Il fosforo totale è rilevato in maniera significativa solo nel punto Fertilia fondo del mese di giugno.

Sui campioni prelevati a giugno è stato determinato anche il TOC (Carbonio Organico Totale) che mostra tutti i valori inferiori al limite di rilevabilità ( $1 \text{mg/L}$ ).

### 6.3. Fitoplancton

L'analisi della componente fitoplanctonica illustrata di seguito è relativa sia ai due prelievi ordinari effettuati il 21 giugno e il 26 luglio, sia alle analisi svolte sui campioni extra del 24 giugno e del 29 luglio, prelevati a seguito di segnalazioni per colorazione anomala delle acque del litorale. Il primo campione extra, prelevato direttamente dal personale della Guardia Costiera di Alghero, non ha mostrato concentrazioni tali da giustificare la colorazione descritta nelle segnalazioni.

Il mese successivo, all'atto del prelievo è stata rilevata una leggera colorazione delle acque con valori di clorofilla coerenti con quanto osservato visivamente. Si sottolinea che in entrambe le stazioni le concentrazioni microalgali più alte sono state quelle del fondo, mentre per la clorofilla ciò è stato vero solo per Fertilia. In questa stazione inoltre si è manifestata la colorazione più intensa in accordo con i dati delle concentrazioni microalgali e della clorofilla "a".

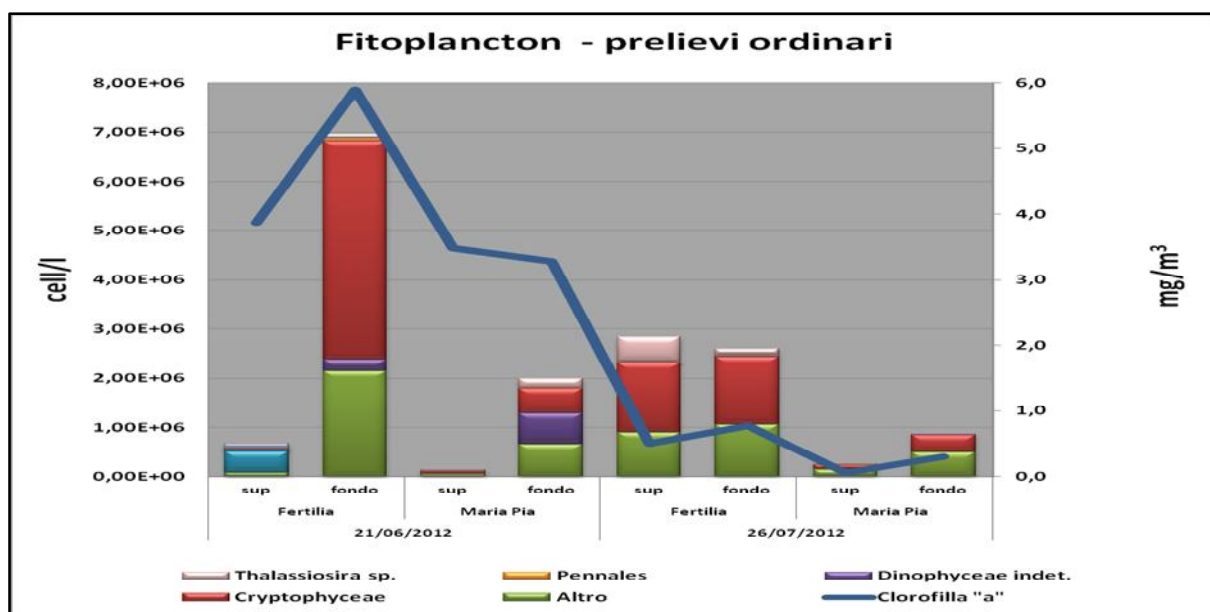


Grafico 83 – Andamento fitoplancton – Chl" a" - ordinari giugno-luglio

La seconda segnalazione ha determinato un sopralluogo il 29 giugno, con l'esecuzione di una serie di prelievi dislocati lungo un tratto di litorale più ampio (vedi Figura 2) la cui localizzazione è stata definita sul campo in modo da circoscrivere il fenomeno. La determinazione quali-quantitativa della componente fitoplanctonica non è stata effettuata su tutti i campioni prelevati nel corso del prelievo, ma solo nei quattro in cui la colorazione appariva più intensa. L'analisi microscopica ha rilevato, in tutti i punti per i quali è stata prevista l'analisi, concentrazioni tipiche di un episodio di fioritura sostanzialmente determinata da un'unica specie appartenenti alle Centrales (ordine della classe Bacillariophyceae), peraltro rilevata anche all'interno dello stagno. In tutte le stazioni le densità fitoplanctoniche hanno superato  $1 \cdot 10^8$  cell/l (densità massima a Maria Pia Punto 2 con più di  $2,5 \cdot 10^8$  cell/l)..

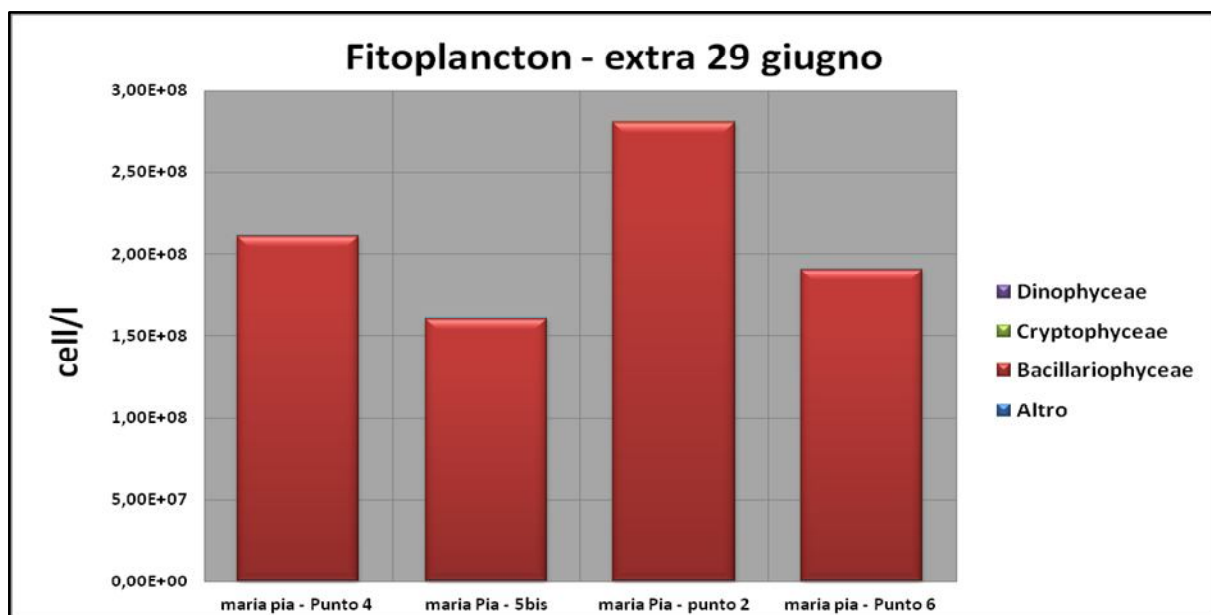


Grafico 84 – Andamento fitoplancton – extra giugno

Durante l'ultimo prelievo, effettuato in luglio, non è stata rilevata alcuna inconsueta colorazione e anche le concentrazioni di fitoplancton e clorofilla "a" non hanno mostrato valori anomali. Dalla comparazione dei risultati ottenuti dall'analisi dei nutrienti non è parsa alcuna chiara correlazione.



#### 6.4. Analisi dei parametri batteriologici

Le analisi microbiologiche sono state estese anche alle acque di mare antistanti lo stagno. La ricerca ha riguardato i microrganismi *Escherichia coli* ed Enterococchi, così come richiesto dal D.M. 10 marzo 2010 applicativo del D. Lgs. 116/08 relativo al controllo delle acque di balneazione. Nel mese di maggio dal prelievo eseguito nella stazione denominata “Maria Pia” si è rilevata una modesta presenza del parametro E. coli e comunque molto inferiore al limite normativo della tabella A del decreto legislativo suddetto (500 MPN/100ml), concomitante alle intense piogge e contestualmente a quello rilevato nelle acque del Calich. Per i mesi successivi le condizioni meteo più favorevoli hanno determinato anche per il mare valori inferiori ai limiti di rilevabilità dei metodi di analisi dei parametri microbiologici ricercati, fatta eccezione per il punto di campionamento 5 bis, nella data del 29 giugno, con poche decine di microorganismi anche per gli Enterococchi.

Tabella 19: Parametri batteriologici – litorale Fertilia maggio (extra)

Stazione	<i>Escherichia coli</i> <sup>2</sup> (MPN/100ml)	Enterococchi <sup>3</sup> (u.f.c./100ml)
Maria Pia	207	10

Tabella 20: Parametri batteriologici – litorale Fertilia 21 giugno

Stazione	<i>Escherichia coli</i> <sup>2</sup> (MPN/100ml)	Enterococchi <sup>3</sup> (u.f.c./100ml)
Fertilia PG	<10	<1
Maria Pia PG	<10	<1

Tabella 21: Parametri batteriologici – litorale Fertilia 29 giugno (extra)

Stazione	<i>Escherichia coli</i> <sup>2</sup> (MPN/100ml)	Enterococchi <sup>3</sup> (u.f.c./100ml)
Maria Pia punto 1	<10	<1
Maria Pia punto 2	<10	<1
Maria Pia punto 3	<10	<1
Maria Pia punto 4	<10	<1
Maria Pia punto 5	<10	4
Maria Pia punto 5 bis	31	25
Maria Pia punto 6	<10	4

Tabella 22: Parametri batteriologici – litorale Fertilia luglio

Stazione	<i>Escherichia coli</i> <sup>2</sup> (MPN/100ml)	Enterococchi <sup>3</sup> (u.f.c./100ml)
Fertilia PG	<10	<1
Maria Pia PG	<10	<1

<sup>2</sup> UNI EN ISO 9308-3:2003

<sup>3</sup> UNI EN ISO 7899-2:2003



## 7. Conclusioni

La campagna condotta nel corso del 2012 ha messo in luce alcune sostanziali differenze rispetto agli anni precedenti rilevando alcuni aspetti peculiari legati, in particolar modo, alle condizioni climatiche manifestatesi in alcune fasi dello studio. Come ampiamente sottolineato nella trattazione dettagliata, le abbondanti piogge del mese di maggio hanno determinato uno scostamento generalizzato dei parametri fisico-chimici di campo e microbiologici, rispetto alle campagne precedenti e alle condizioni proprie della tipologia di corpo idrico trattato.

L'analisi dei nutrienti ha mostrato un andamento in linea con quanto osservato nella campagna 2011 e nonostante le differenti condizioni climatiche, occorse nel mese di maggio, i valori rilevati non hanno subito grandi variazioni ad eccezione dei nitrati che, in questo mese, hanno presentato valori più elevati rispetto all'annualità precedente. Si sottolinea che, nel primo mese di campagna, sia azoto sia fosforo sono stati rilevati principalmente nelle loro forme inorganiche, mentre nei due mesi successivi si è vista incrementata la concentrazione della porzione organica e in modo particolare del fosforo (in accordo con l'andamento di clorofilla "a" e fitoplancton).

La componente fitoplanctonica nello stagno ha subito, nel mese di maggio, le limitazioni dovute alle basse temperature e all'elevata torbidità, ma a partire da giugno la proliferazione della biomassa fitoplanctonica si è portata sui livelli dell'anno precedente e in alcuni casi anche superiori. Benché le concentrazioni fitoplanctoniche di luglio siano rimaste sostanzialmente invariate rispetto al mese precedente, i fenomeni di colorazione delle acque del litorale sono parsi meno intensi (così come osservato nel 2011).

Per ciò che concerne i superamenti rilevati a carico di alcuni inquinanti specifici (Cd e Benzo(a)pirene) e le concentrazioni anomale di alcuni metalli (Co, Al e Zn), dovrà prevedersi un ulteriore approfondimento, anche in relazione agli apporti degli immissari, posto comunque che il Dipartimento di Sassari è impegnato mensilmente sui due punti, definiti per il monitoraggio di routine previsto dal D.lgs 152/06, nella ricerca di tali analiti nella matrice acquosa .

Gli episodi di proliferazione algale sul litorale hanno messo in evidenza la predominanza di una sola specie di Bacillariophyceae che ha determinato la colorazione delle acque almeno nell'episodio specifico del 29 giugno. La stessa specie è stata rilevata all'interno dello stagno.

Si conferma che le condizioni meteo climatiche quali temperatura, irraggiamento, direzione e intensità del vento costituiscono spesso fattori determinanti nel manifestarsi del fenomeno di colorazione. Naturalmente gli apporti in arrivo dal bacino imbrifero, che nel corso dell'anno incrementano la riserva di nutrienti all'interno del corpo idrico, rappresentano una riserva per il proliferare della componente biotica il cui primo anello è costituito dal fitoplancton.

Risulta chiaro che un tassello importante negli interventi di tutela dello stagno è rappresentato da una gestione efficiente degli impianti di depurazione. Questi, come rilevato dai controlli di ARPAS e dei gestori,

non sempre garantiscono il rispetto dei limiti imposti dalla normativa ed essendo numerosi a gravitare sul bacino afferente allo stagno generano un apporto cumulato significativo.

Si ribadisce infine quanto già sostenuto in precedenza in merito al porto canale di Fertilia che costituisce esso stesso una pressione incidente sullo stagno e rappresenta un'ostacolo, attraverso il suo molo di sopralfutto, al ricambio di acque fresche e povere di nutrienti normalmente garantito dal mare.

Valeria Manca  
Cristina Russu  
Cristina Nigra

Maria Grazia Pintus

**SERVIZIO MONITORAGGIO E CONTROLLI AMBIENTALI**

**Direttore del Servizio**

Marisa Mameli,  
tel. 079 2835323; e-mail: [mamameli@arpa.sardegna.it](mailto:mamameli@arpa.sardegna.it)

**SERVIZIO ATTIVITÀ LABORATORISTICHE**

**Direttore del Servizio**

Pietro Caria,  
tel. 079 2835383; e-mail: [plcaria@arpa.sardegna.it](mailto:plcaria@arpa.sardegna.it)

**DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI SASSARI**

**Direttore**

Antonio Furesi  
tel. 079 2835384; e-mail: [afuresi@arpa.sardegna.it](mailto:afuresi@arpa.sardegna.it)

