



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

DIPARTIMENTO DI SASSARI

Indagini sullo stato trofico dello stagno del Calich

Agosto 2010

Indice

1.	PREMESSA	3
2.	CAMPIONAMENTI	4
2.1.	Localizzazione geografica	4
2.2.	Territorio circostante	5
2.3.	Caratterizzazione degli habitat	7
3.	RISULTATI	9
3.1.	Rilievi con sonda multiparametrica	9
3.1.1.	Ossigeno disciolto e temperatura	9
3.1.2.	Clorofilla "a"	10
3.2.	Analisi della componente fitoplanctonica	13
3.3.	Analisi dei nutrienti	15
3.4.	Analisi dei parametri batteriologici	16
3.5.	Indice TRIX	17
3.6.	Sedimenti	19
4.	CAMPIONAMENTI NEL LITORALE DI FERTILIA – MARIA PIA	21
4.1.	Analisi dei nutrienti	23
4.2.	Analisi dei parametri batteriologici	23
4.3.	Analisi della componente fitoplanctonica	24
5.	IL CASO DELLA LAGUNA DI ORBETELLO	25
6.	CONCLUSIONI	26

1. PREMESSA

Lo stagno del Calich, corpo idrico ubicato nel territorio comunale di Alghero in località Fertilia, rappresenta un'area umida di pregevole interesse naturalistico nel quale, da qualche anno a questa parte, sono divenuti sempre più frequenti episodi di consistenti proliferazioni macro e microalgali derivati dal progressivo incedere di processi eutrofici.

Questo Dipartimento già in passato ha effettuato numerosi rilievi sul corpo idrico in esame, sia in concomitanza del monitoraggio ordinario previsto dall'ex D.lgs 152/99, sia contestualmente a segnalazioni di presunto inquinamento, esprimendosi in tal senso mediante relazioni tecniche.

Nel corso dell'estate 2010 fenomeni di colorazione anomala delle acque hanno interessato altresì il tratto di mare prospiciente lo stagno, facendo ipotizzare un'eventuale correlazione con gli apporti del Calich che sfocia a mare nel porto canale di Fertilia.

Tra Maggio e Agosto 2010, il Servizio Controlli e attività di campo del Dipartimento Provinciale di Sassari ha eseguito ulteriori accertamenti che hanno avuto come obiettivo, oltre alla verifica dello stato di qualità ambientale dello stagno, anche la raccolta di dati utili alla verifica di tale legame.

I diversi sopralluoghi effettuati tramite l'ausilio logistico del personale dell'Ufficio Circondariale Marittimo di Alghero – Fertilia, sono serviti anche all'identificazione degli habitat presenti nel corpo idrico, come previsto da ISPRA *“Protocollo per il campionamento e la determinazione degli elementi di qualità biologica e fisico-chimica nell'ambito dei programmi di monitoraggio ex 2000/60/CE delle acque di transizione”*.

2. CAMPIONAMENTI

2.1. Localizzazione geografica

Lo stagno del Calich sfocia a mare nel porto canale di Fertilia e riceve le acque di tre corsi d'acqua appartenenti a tre bacini differenti, ovvero:

- Canale Urune (nel quale si immette il Canale di Bonifica);
- Rio Barca (su cui a sua volta si immette il Rio Filiberto);
- Rio Calvia.

In base ai possibili apporti di carichi inquinanti (attività agricole e impianti di depurazione) sono stati scelti i punti di campionamento riportati in Tabella 1:

Tabella 1 – Punti di prelievo

Punto Prelievo	Data prelievo	n. registro		Coordinate Geografiche	
		Acqua	Sedimenti	Nord	Est
Punto 1 – Calich foce canale Urune	11 Agosto 2010	10SS03384	10SS03385	40°36' 04"	008°17'24"
Punto 2 – Calich foce rio Barca	11 Agosto 2010	10SS03386	10SS03387	40°35'50"	008°18'09"
Punto 3 – Calich foce rio Calvia	11 Agosto 2010	10SS03388	10SS03389	40°35'18"	008°18'54"
Punto 4 – foce Calich molo	11 Agosto 2010	10SS03390	10SS03391	40°35'50"	008°17'19"

In ciascun punto sono stati effettuati:

- prelievi di acqua (a circa 30 cm di profondità);
- prelievi di sedimenti (mix costituiti da 8 subcampioni prelevati nell'intorno dei punti indicati nella cartina in figura 1, ciascuno costituito da carote di circa 30 cm);
- rilievi dei parametri fisico-chimici della colonna d'acqua mediante sonda multiparametrica.

Per acquisire maggiori informazioni a livello spaziale si è deciso di eseguire altri rilievi del profilo verticale, sempre tramite strumentazione da campo, in altri quattro punti codificati dalle sigle: Sonda 1, Sonda 2, Sonda 3, Sonda 4 e ubicati come in Figura 1.

Figura 1 – Ubicazione punti di prelievo



2.2. Territorio circostante

Il territorio circostante, risulta prevalentemente coltivato a seminativi irrigui, oliveti e vigneti, questo implica l'apporto di nutrienti, mediante dilavamento del terreno, nei corsi d'acqua limitrofi che recapitano nello stagno e infine a mare (Figura 2).

Il canale Urune ha come affluente il canale di Bonifica che riceve i reflui del depuratore di Santa Maria La Palma.

Sul rio Barca si riversano le acque del riu Filibertu, attualmente corpo recettore dei reflui del depuratore comunale di Alghero "San Marco", sino all'adeguamento dello stesso impianto per l'utilizzo delle acque depurate ad uso irriguo.

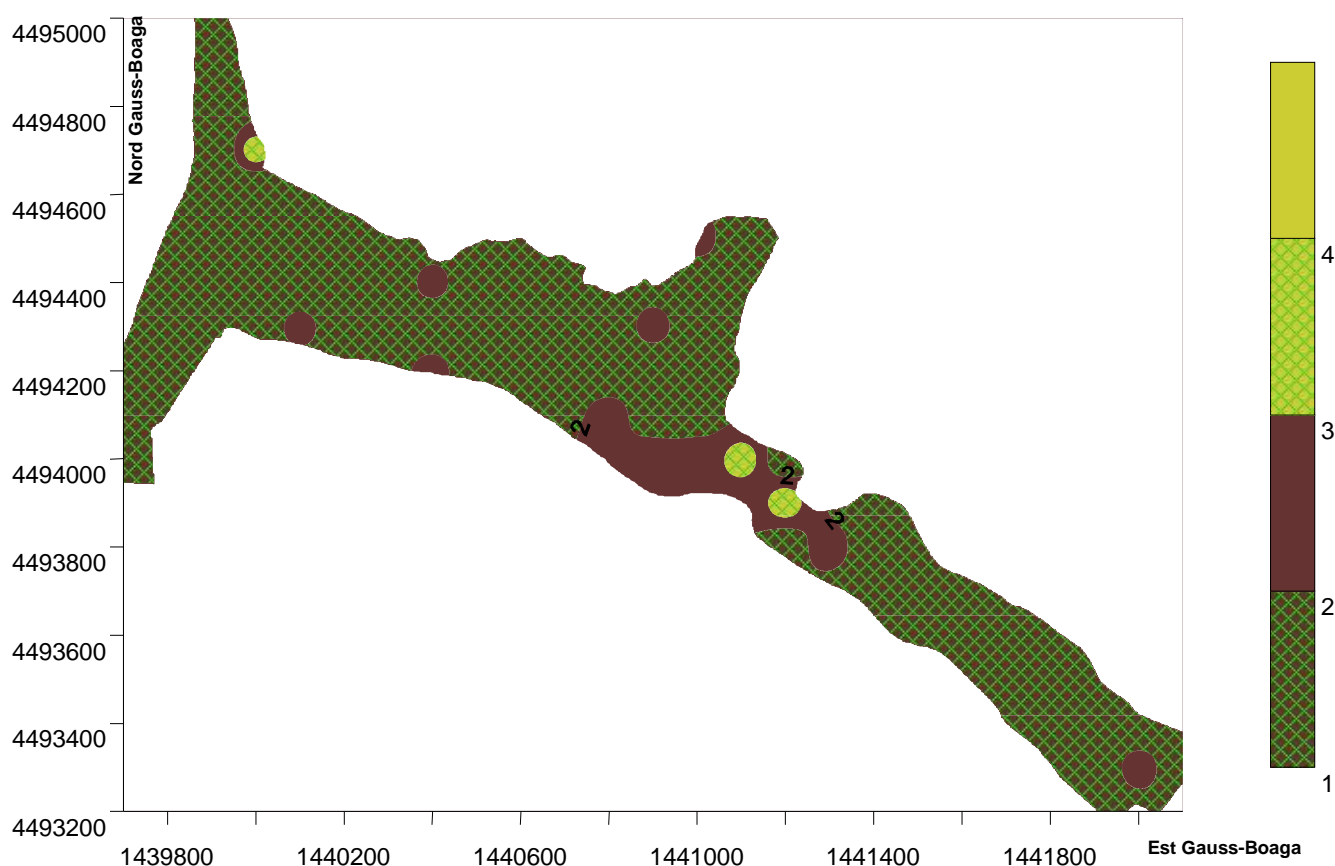
Il rio Calvia è l'immissario più a sud dello stagno del Calich ed in prossimità del suo corso è ubicato l'impianto di potabilizzazione di "Monte Agnese".

2.3. Caratterizzazione degli habitat

Secondo quanto indicato dall' ISPRA nel "Protocollo per il campionamento e la determinazione degli elementi di qualità biologica e fisico-chimica nell'ambito dei programmi di monitoraggio ex 2000/60/CE delle acque di transizione", sono stati svolti, nel periodo Maggio\Giugno 2010, i rilievi necessari all'identificazione degli habitat presenti nello stagno del Calich al fine del monitoraggio ambientale ai sensi del D.lgs 152/2006 e ss.mm.ii.

Come si può notare in Figura 3, circa il 90% della superficie è risultata essere ricoperta, nel periodo in esame, da vegetazione macroalgale, con netta prevalenza di specie appartenenti al genere *Ulva*, classe Chlorophyceae, (Figura 4).

Figura 3 – habitat Calich



Legenda:

1 - macroalghe/limo	79,1%
2 - fondale nudo/limo	4,7%
3 - macroalghe/sabbia	12,8%
4 - fondale nudo/sabbia	3,5%

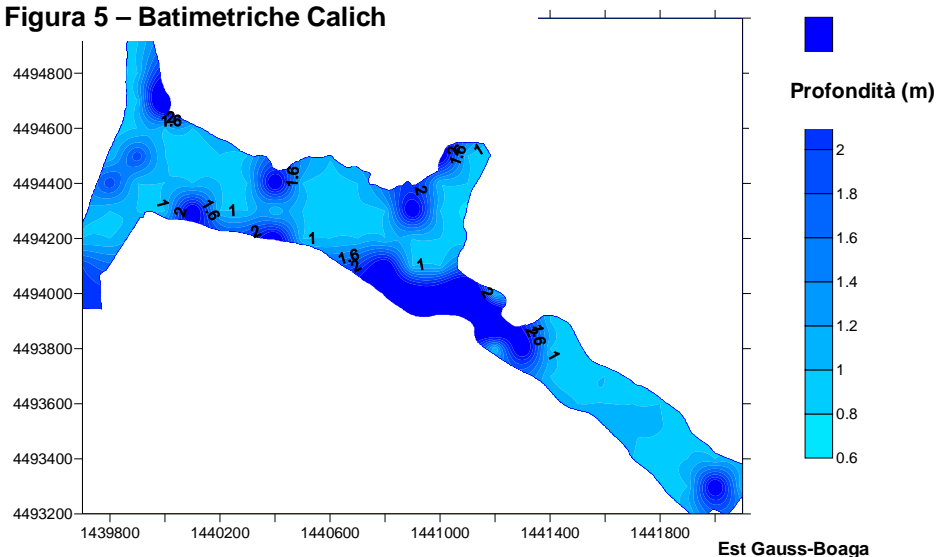
Figura 4 – Rilievi vegetazione (*Ulva sp.*)



Nel mese di agosto, dopo circa due mesi, è stata osservata la quasi totale scomparsa della comunità macroalgale che, presumibilmente, ha contribuito a fornire materiale organico in decomposizione ai sedimenti del corpo idrico.

Il fondale è prevalentemente di natura limo/argillosa (circa 80% della superficie totale) con una profondità media dello specchio d'acqua pari a circa 1,3 m. In Figura 5 è riportato il dettaglio della batimetria dello stagno.

Figura 5 – Batimetriche Calich



3. RISULTATI

3.1. Rilievi con sonda multiparametrica

Sul sito di indagine, con la sonda multiparametrica, sono stati rilevati direttamente i seguenti parametri fisico-chimici:

- Temperatura acqua (°C);
- Conducibilità ($\mu\text{S}/\text{cm}$);
- O_2 disciolto (mg/l);
- O_2 disciolto (%);
- pH;
- Clorofilla "a" ($\mu\text{g}/\text{l}$);
- Potenziale redox (mV);
- Profondità (m);
- Torbità (FTU);
- Salinità (ppt);
- Densità relativa (Kg/m^3).

3.1.1. Ossigeno disciolto e temperatura

I rilievi sui parametri ossigeno disciolto e temperatura hanno messo in evidenza che, nonostante la percentuale di saturazione dell'ossigeno disciolto tenda a diminuire lungo la colonna d'acqua, i valori raggiunti non sono mai tali da determinare l'anossia del fondale.

I grafici che seguono mettono a confronto i dati raccolti nel Luglio 2009 con quelli di Agosto 2010.

Figura 6

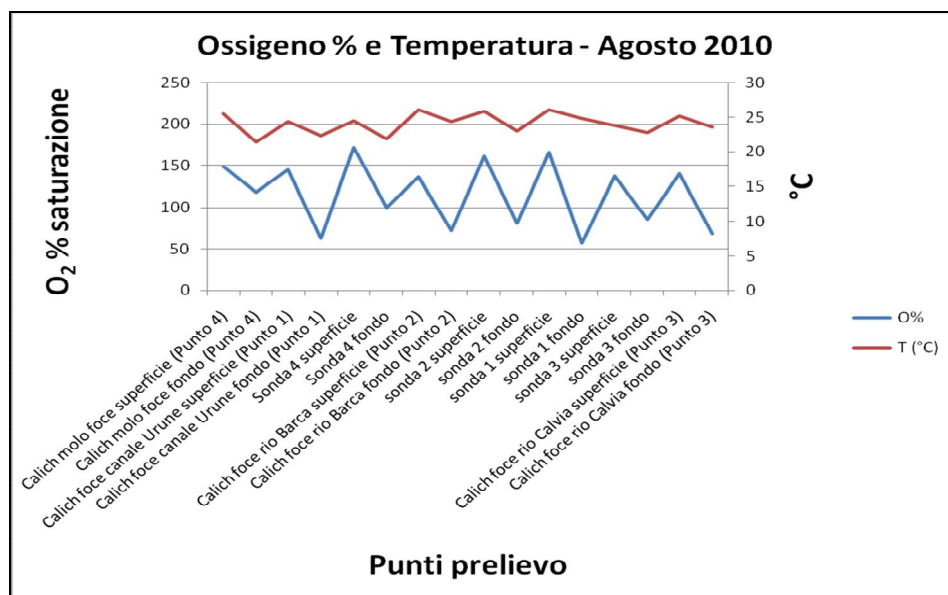
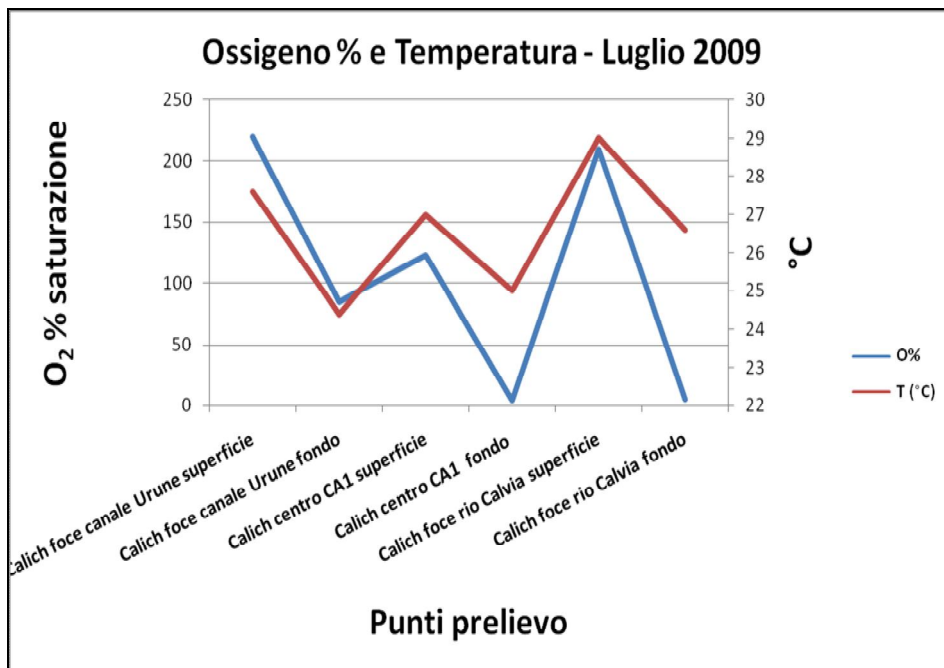


Figura 7



Si può notare come le variazioni nel tenore di O₂ disciolto siano significative nei profili verticali dei rilievi del 2009, infatti in alcuni di essi (ad eccezione del punto in prossimità della foce del canale Urune) si passa da una condizione di ipersaturazione in superficie (oltre 220% di saturazione) all'anossia sul fondale.

Da questo punto di vista la situazione appare migliore nei rilievi di Agosto 2010, nei quali le variazioni verticali rilevate rientrano nelle normali condizioni in cui può trovarsi un corpo idrico confinato di analoga profondità nel periodo estivo.

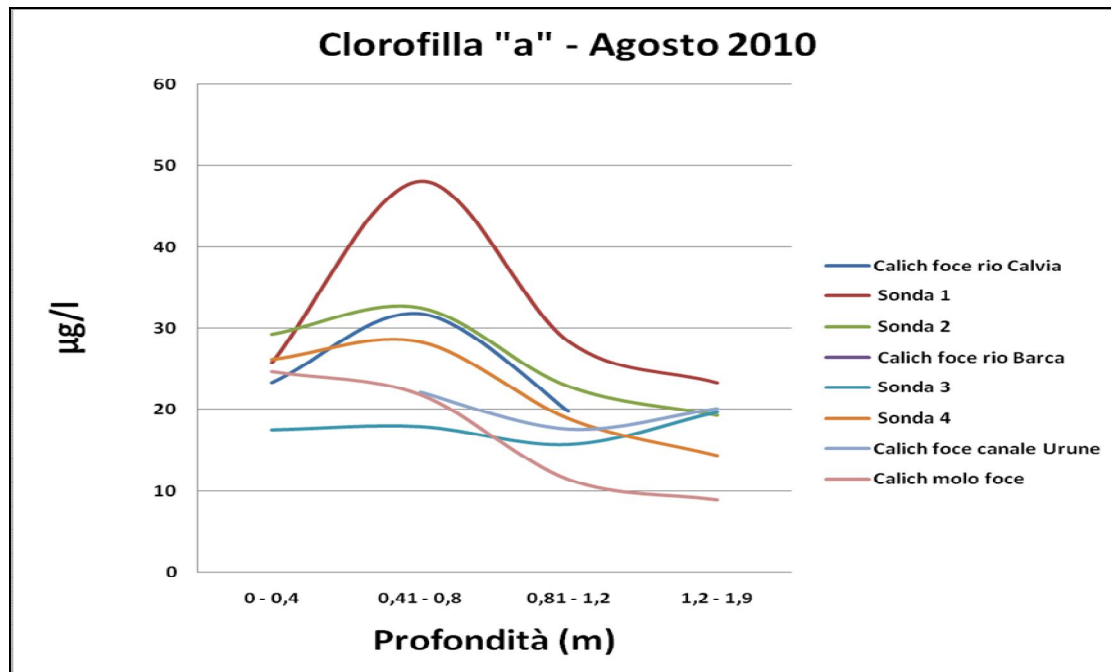
Bisogna comunque precisare che le condizioni meteo-climatiche delle giornate che hanno preceduto i prelievi di quest'anno sono state caratterizzate da abbassamento delle temperature e forti venti che potrebbero aver contribuito al rimescolamento delle acque della colonna e alla conseguente riossigenazione degli strati più profondi.

3.1.2. Clorofilla "a"

Le concentrazioni maggiori della Clorofilla "a", indicatore indiretto della biomassa algale, risultano essere maggiori nello strato compreso tra 0,40 e 0,8 m (Figura 8).

I valori di clorofilla più elevati sono relativi alla zona sud - ovest dello stagno ed in particolare nei punti identificati come "Sonda 1", "Sonda 2" e "Calich foce rio Calvia".

Figura 8 – Variazioni verticali delle concentrazioni di Clorofilla “a” nelle diverse stazioni



Le maggiori escursioni verticali sono relative al punto “Sonda 1” nel quale, nello strato compreso tra 0,4 e 0,8 m si arriva a picchi di quasi 50 µg/l.

Figura 9 – Clorofilla “a” profondità 0,4 – 0,8 m

Nord Gauss-Boaga

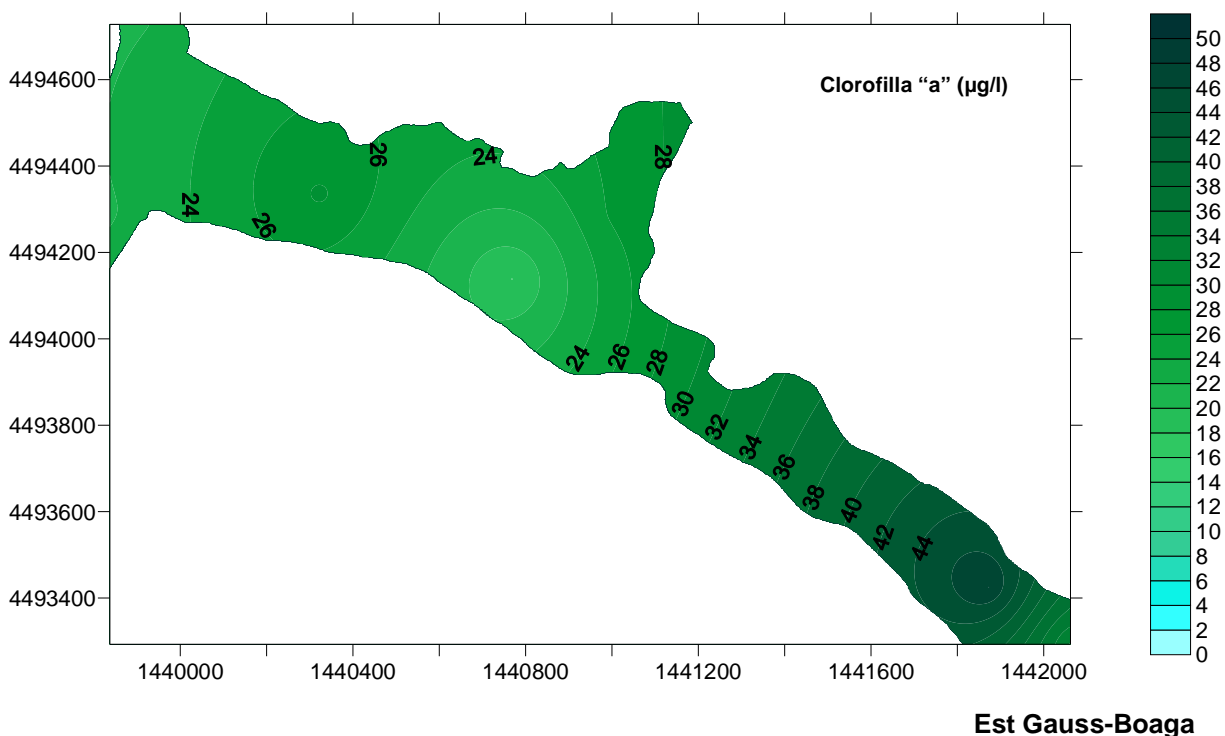


Figura 10 – Clorofilla “a” profondità 0,8 – 1,2 m

Nord Gauss-Boaga

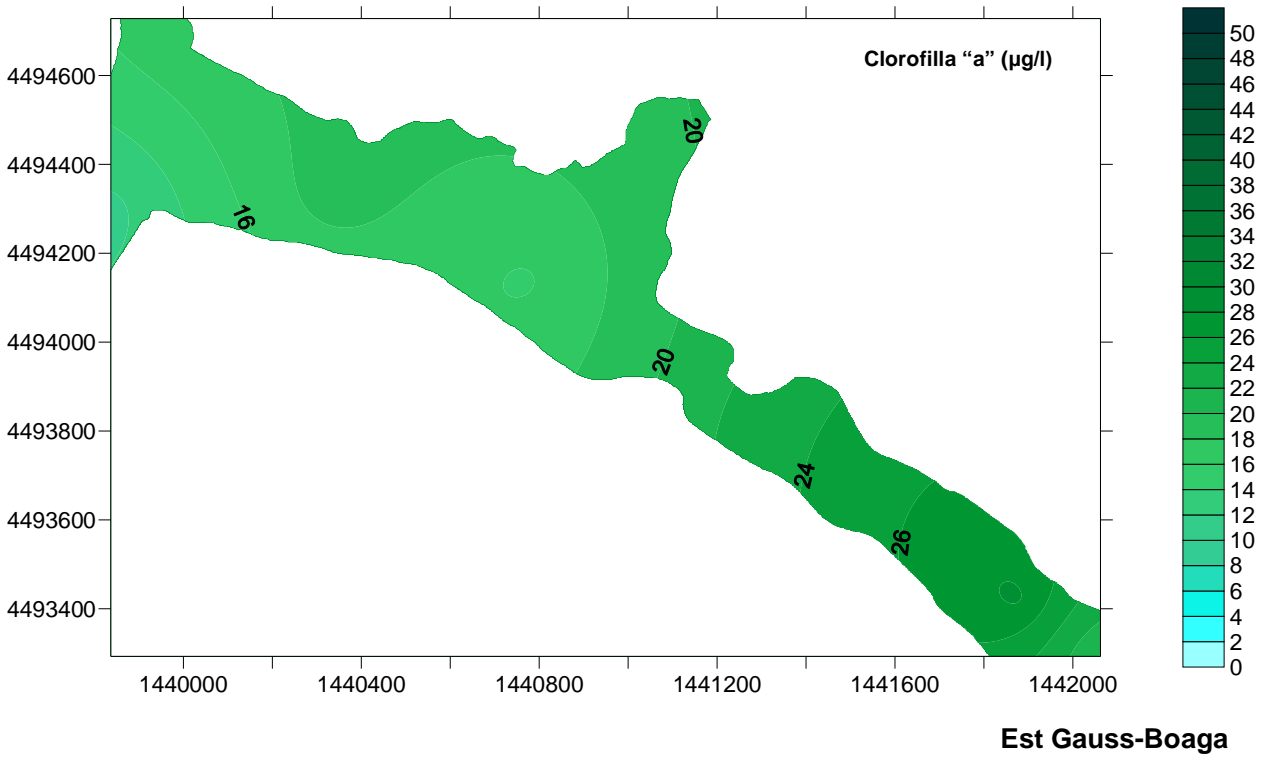
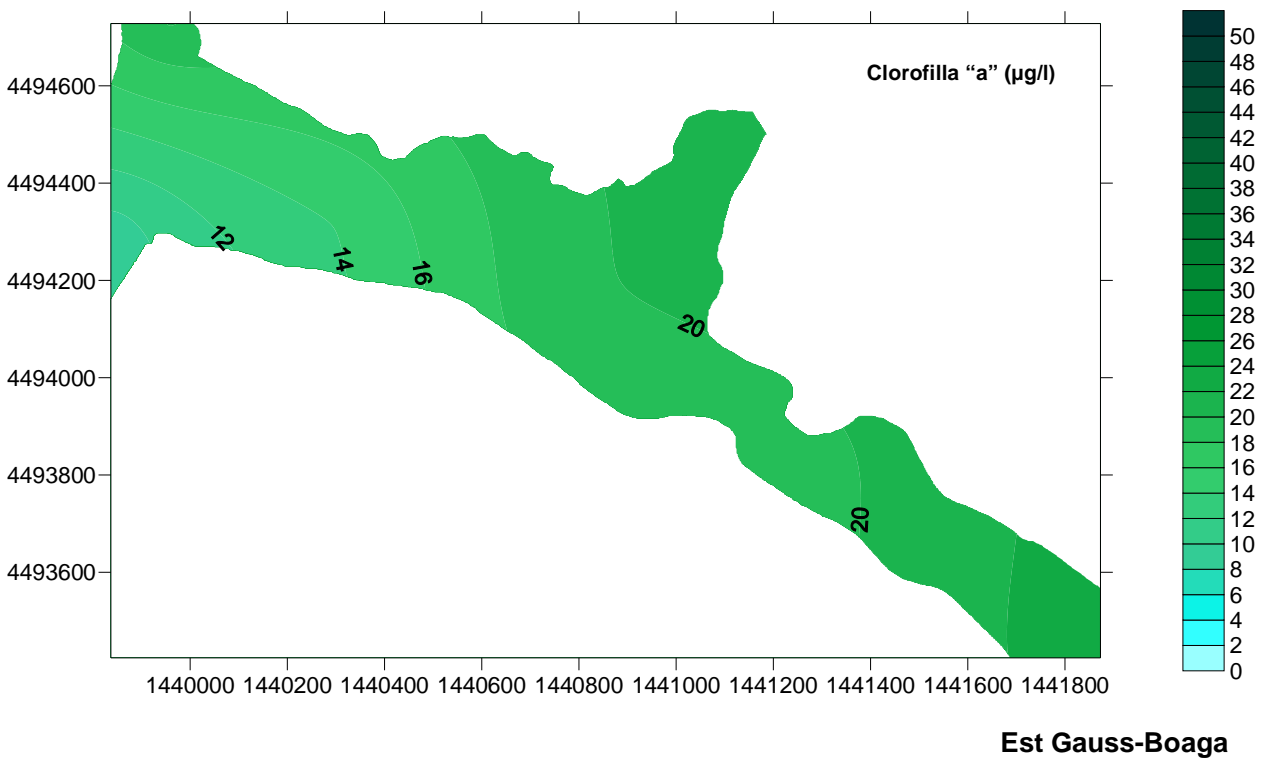


Figura 11 – Clorofilla “a” profondità 1,2 – 1,5 m

Nord Gauss-Boaga



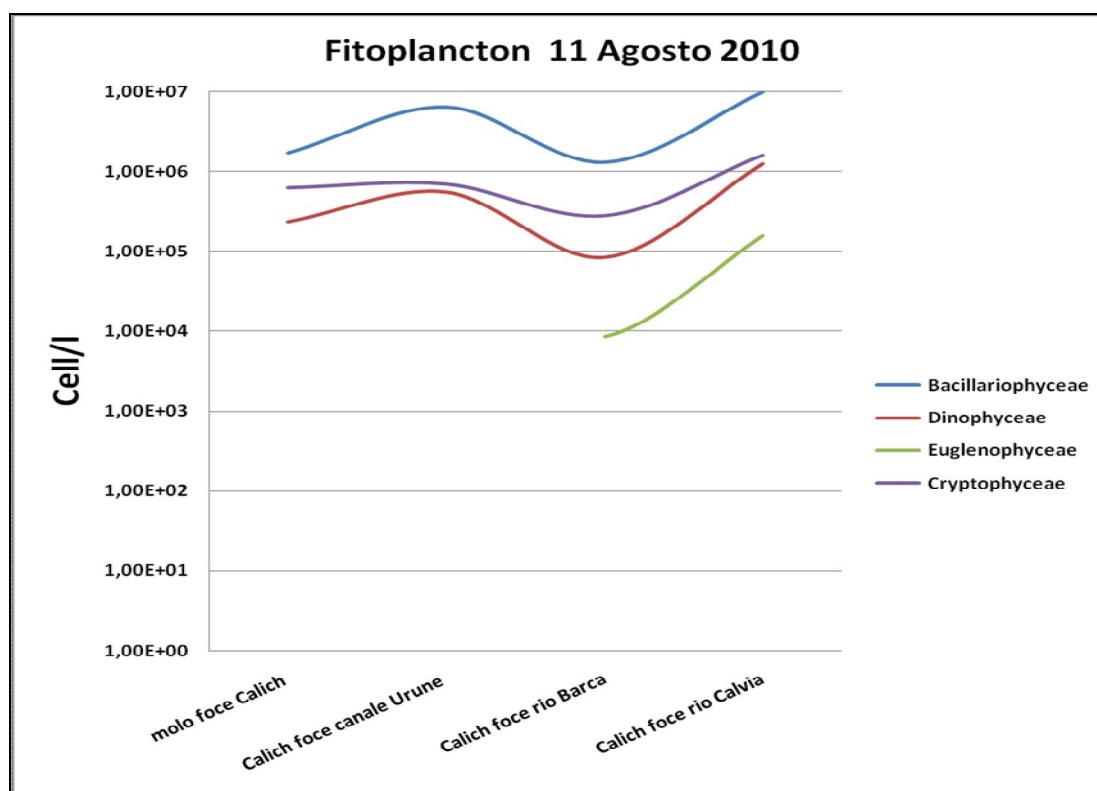
3.2. Analisi della componente fitoplanctonica

Sui campioni prelevati è stata svolta l'analisi quali-quantitativa della componente fitoplanctonica.

I risultati hanno mostrato come la frazione a "Bacillariophyceae" sia preponderante in tutte e quattro le stazioni indagate, con il picco massimo nella zona della foce del rio Calvia dove le specie appartenenti a tale classe arrivano a quasi $1 \cdot 10^7$ cell/l (figura 12).

Si sono riscontrate concentrazioni rilevanti anche nella stazione ubicata presso la foce del canale Urune, sempre con prevalenza della classe "Bacillariophyceae".

Figura 12



Le specie più abbondanti sono state *Cylindrotheca closterium* e altre specie del genere *Chaetoceros*, tutte a ridotto biovolume.

I valori sono in linea con quanto rilevato per il parametro Clorofilla "a" che mostra anch'esso le maggiori concentrazioni nella zona dello stagno in cui sfocia il rio Calvia.

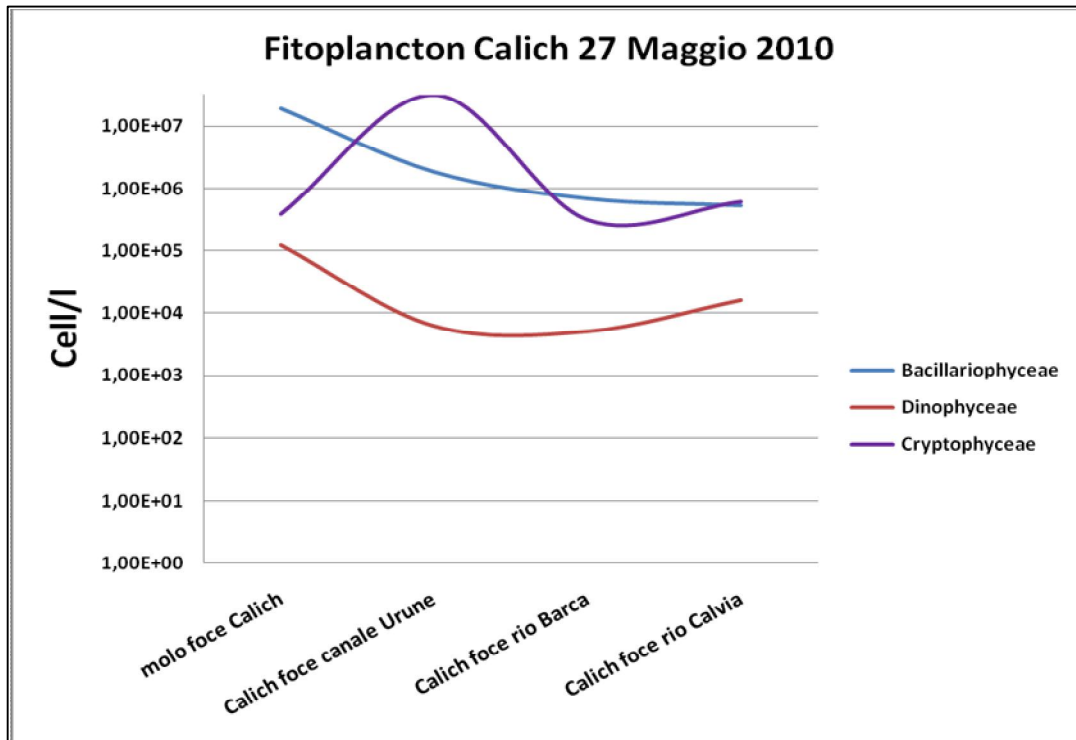
Si sottolinea che la classe "Cryptophyceae" risulta sottostimata rispetto alla sua reale concentrazione a causa di danneggiamenti che le microalghe hanno subito dopo fissazione del campione con lugol acidificato.

Nelle precedenti analisi, svolte su campioni prelevati in data 27 maggio 2010 (Figura 13), è risultata invece preponderante la componente a "Cryptophyceae", con le maggiori concentrazioni nel tratto di stagno di fronte

alla foce del canale Urune e nei pressi della foce a mare dello stagno.

Nel complesso le concentrazioni rilevate sono risultate maggiori di quelle riscontrate in data 11 Agosto 2010 ad eccezione della componente a Dinophyceae e a Euglenophyceae (queste ultime pressoché assenti a Maggio).

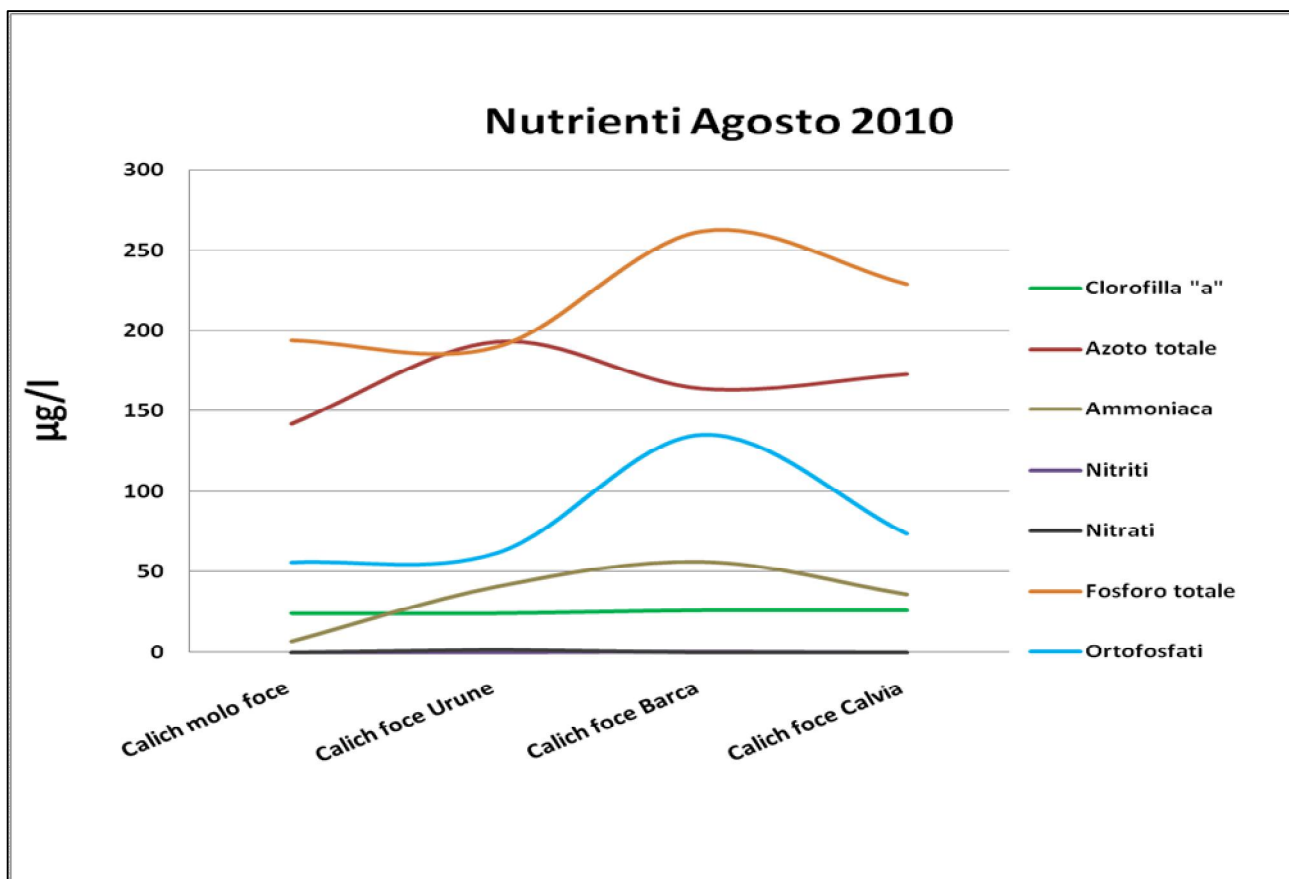
Figura 13



3.3. Analisi dei nutrienti

L'analisi dei nutrienti ha evidenziato in tutte le stazioni campionate, ad eccezione di "Calich – foce Urune", elevate concentrazioni di fosforo totale con un rapporto N:P inferiore all'unità.

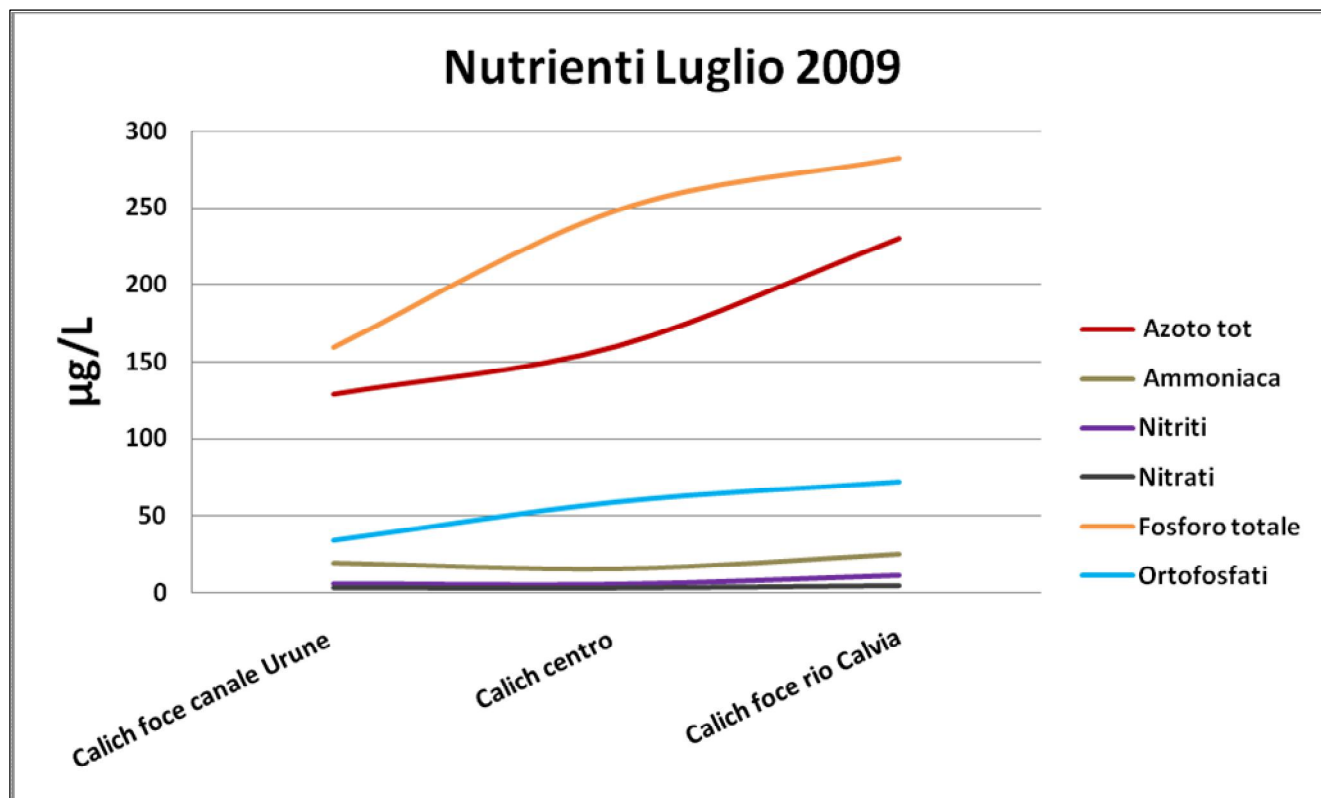
Figura 14



Nelle stazioni in prossimità della foce del rio Barca e del rio Calvia si sono rilevate le maggiori concentrazioni di fosforo, sia come P_{tot} sia nella forma PO₄³⁻ e di ammoniaca.

Confrontando i risultati ottenuti dai prelievi eseguiti in data 11 Agosto 2010 (Figura 14) con quelli relativi ai campionamenti dell'estate del 2009 (Figura 15), si può notare che le concentrazioni di nutrienti sono aumentate in entrambi i casi man mano che ci si è allontanati dalla foce a mare del Calich sino alla porzione sud-ovest dello stagno, tra le due foci del Barca e del Calvia.

Figura 15



3.4. Analisi dei parametri batteriologici

Nei campioni dell'11 Agosto 2010 sono stati analizzati i parametri batteriologici: *Escherichia coli* ed Enterococchi fecali.

Come evidenziato nella Tabella 2 tutte le stazioni hanno presentato una trascurabile contaminazione organico-biologica.

Tabella 2

Stazione	Parametri microbiologici	
	<i>E. coli</i> (MPN/100 ml)	Enterococchi intestinali (UFC/100 ml)
Calich - molo foce	64	4
Calich - foce canale Urune	53	16
Calich - foce Barca	10	4
Calich - foce Calvia	10	4

3.5. Indice TRIX

L'indice TRIX è stato introdotto dall'ex D.lgs 152/99 per assegnare lo stato di qualità ambientale alle acque marino – costiere.

La formula che lo esprime è la seguente:

$$\text{Indice Trofico TRIX} = (\text{Log}(\text{Cha} \cdot |\text{D}\% \text{O}| \cdot \text{N} \cdot \text{P}) - (-1.5)) / 1.2$$

L'algoritmo che lo definisce tiene conto dei contributi forniti dalla Clorofilla "a", dallo scostamento dell'ossigeno disciolto dal 100% di saturazione, dall'azoto solubile (somma di N-NO₃, N-NO₂, N-NH₃) e dal fosforo totale.

Il valore assunto dall'indice viene convertito (sempre in riferimento ad acqua di mare) in un giudizio sintetico che ne esprime la qualità ambientale.

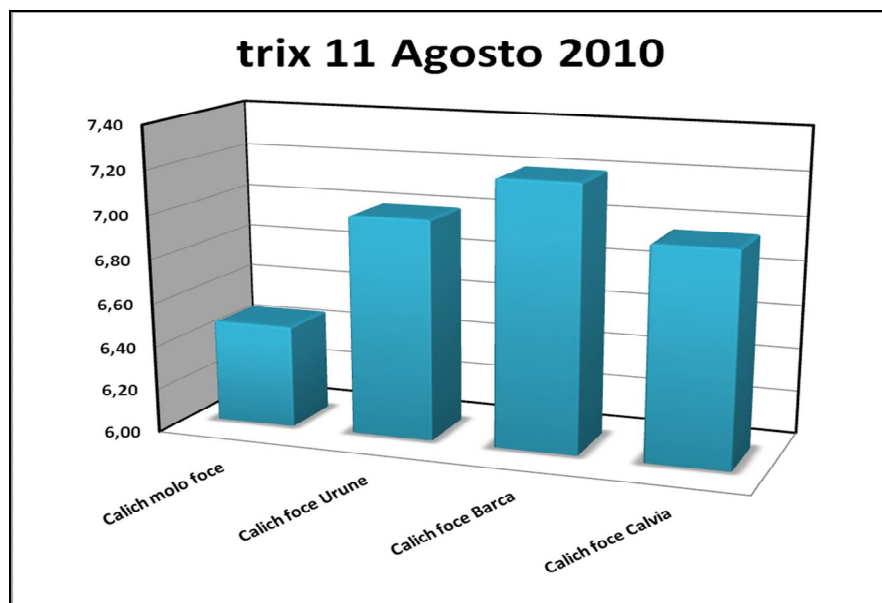
Tabella 3

SCALA TROFICA	STATO
2-4	elevato
4-5	Basso
5-6	mediocre
6-8	scadente

L'applicazione dell'indice alle acque di transizione si traduce in giudizi eccessivamente severi, in quanto nasce per fornire una stima della qualità delle acque marino – costiere. In questo caso particolare si è deciso di applicarlo ugualmente alle stazioni esaminate nel Calich, non per esprimere giudizi in termini assoluti ma per poter effettuare considerazioni sulle variazioni spaziali e temporali della qualità delle acque dello stagno.

L'indice applicato ai risultati ottenuti dall'analisi dei campioni prelevati ha fornito i risultati riportati in Figura 16.

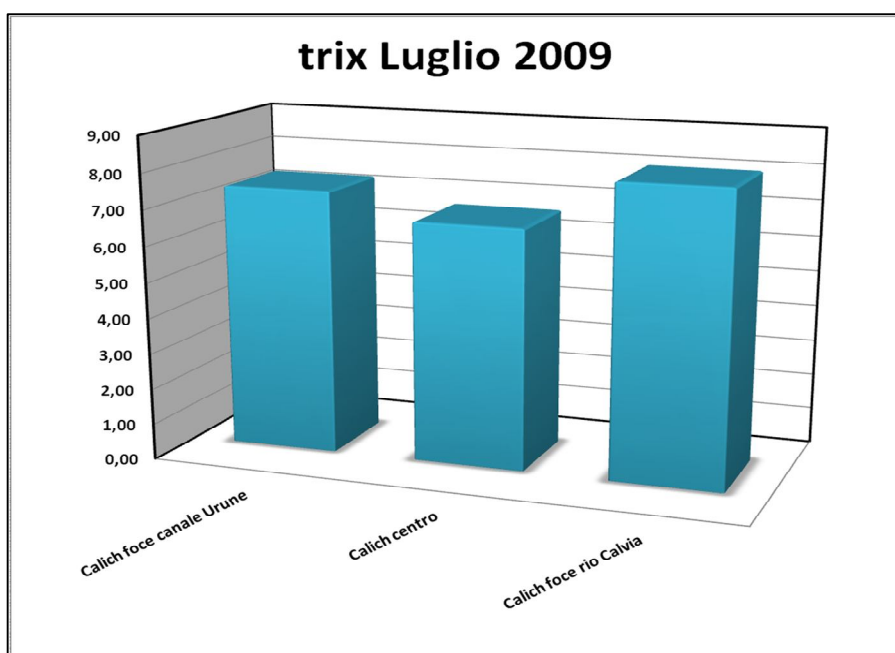
Figura 16



Il grafico conferma ciò che appare dall'analisi dei dati ottenuti sui singoli parametri, ovvero che le maggiori criticità sono presenti nell'area dello stagno compresa tra la foce del rio Barca e la foce del rio Calvia.

Mettendo a confronto i risultati dell'indice relativi ad Agosto 2010 con quelli di Luglio 2009 (figura 17), si osserva una diminuzione dell'indice TRIX in tutte le stazioni a rappresentare un presumibile miglioramento delle condizioni che permangono tuttavia critiche.

Figura 17



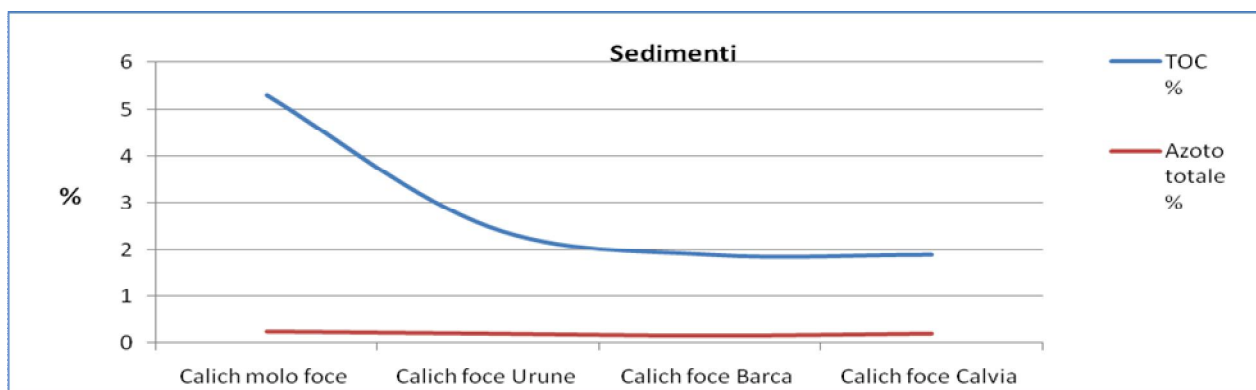
3.6. Sedimenti

I sedimenti fungono da deposito e riserva dei nutrienti, in modo particolare per il fosforo che in diverse forme viene accumulato o ceduto nell'ecosistema. In questa campagna sono stati analizzati i campioni di sedimento prelevati con le modalità descritte in premessa. L'analisi rileva che si tratta di sedimenti compatti con contenuto di acqua non elevato di poco superiore al 10%. I parametri determinati: Azoto totale, TOC e metalli rappresentano una caratterizzazione preliminare in quanto non si dispone di dati storici.

Il TOC, **carbonio organico totale**, indica il contenuto di carbonio organico da fonti biotiche e si esprime in % di C sulla massa secca. Le analisi del TOC e dell'Azoto totale sono state eseguite dal Servizio Attività laboratoristiche del Dipartimento Provinciale di Carbonia Iglesias.

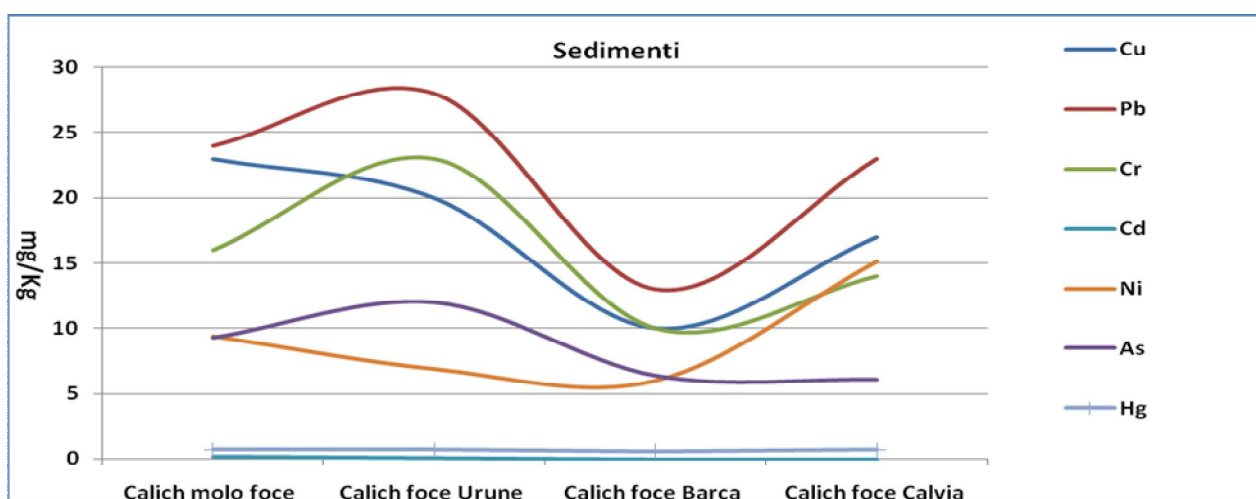
I grafici mostrano l'andamento dei parametri analizzati nelle varie stazioni.

Figura 18



Il TOC ha un andamento decrescente dalla foce al lato sud ovest tra le foci del rio Barca e del rio Calvia, mentre il valore dell'azoto totale si mantiene costante.

Figura 19



L'andamento osservato rileva una maggiore concentrazione di tutti i metalli nella foce Urune e nella foce del rio Calvia.

Per i metalli si è fatto riferimento ai valori guida per gli standard di qualità ambientale dei sedimenti marino costieri e di transizione definiti nella Tab 2/A del D.M.n°56 del 14 aprile 2009.

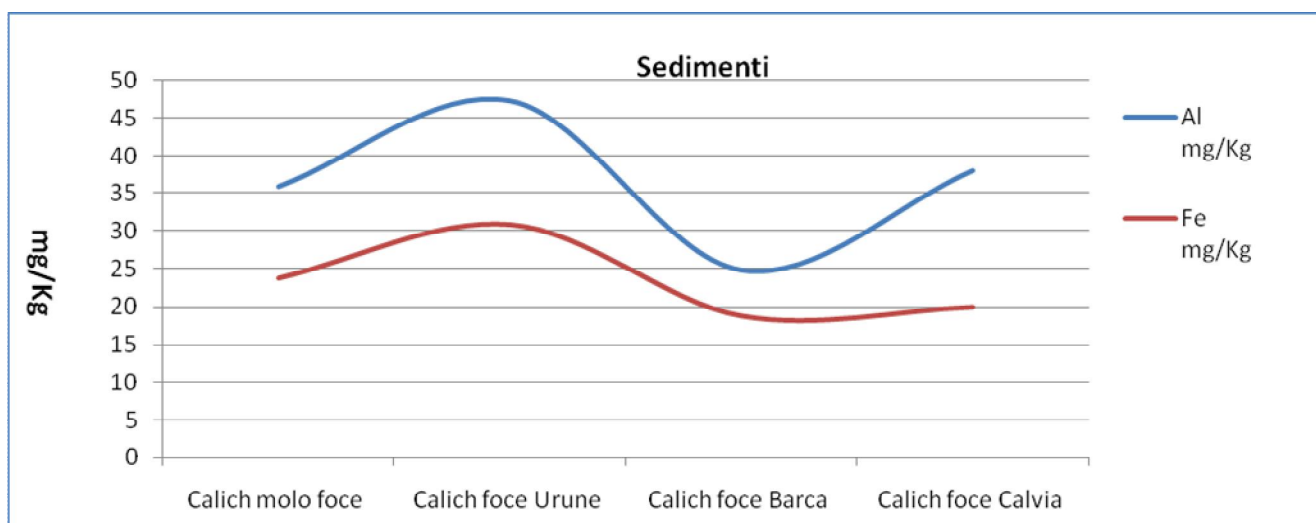
Tabella 4

D.M.56/2009		Confronto dati Calich
Parametri	SQA-MA	
	mg/Kg s.s.	
Cadmio	0,3	inferiore
Mercurio	0,3	superiore
Nichel	30	inferiore
Piombo	30	inferiore

Tutti i metalli ad eccezione del mercurio hanno concentrazioni inferiori ai valori guida citati che comunque sono indicatori da valutare nell'arco di un periodo di monitoraggio di almeno un anno.

Sono stati inoltre determinati i metalli alluminio e ferro poiché il rio Calvia scorre a valle dell'impianto di potabilizzazione di monte Agnese dove vengono usati flocculanti a base di alluminio.

Figura 20



4. CAMPIONAMENTI NEL LITORALE DI FERTILIA – MARIA PIA

Come accennato in premessa, nel corso dell'estate 2010 sono state numerose le segnalazioni in merito a fenomeni di colorazione anomale delle acque nel tratto di litorale compreso tra le località denominate "Fertilia" e "Maria Pia", appartenente al comune di Alghero

I tecnici di questo Dipartimento hanno effettuato, contestualmente ai rilievi svolti nello stagno, dei sopralluoghi nelle zone sopracitate (Tabella 5) negli orari in cui il fenomeno, secondo le indicazioni fornite, è parso mostrare la massima intensità.

Tabella 5

Punto Prelievo	Data prelievo	n. registro	Coordinate Geografiche (WGS84)	
			Nord	Est
Maria Pia	11 Agosto 2010	10SS03403	40°35'29"	008°07'50"
Fertilia	11 Agosto 2010	10SS03404	40°35'37"	008°17'23"

Anche in questo caso sono stati determinati i principali parametri fisico - chimici, tramite strumentazione da campo, e prelevati i campioni, a circa 30 cm sotto la superficie dell'acqua, per l'analisi della componente fitoplanctonica, dei nutrienti e dei parametri batteriologici.

I grafici riportati in Figura 21 - 22 e 23 mostrano l'andamento di O₂ disciolto e Clorofilla "a" nei punti di prelievo "Fertilia", "Maria Pia" e "Palafitta", stazione nella quale è stato effettuato il solo rilievo dei parametri fisico-chimici lungo la colonna d'acqua.

Figura 21

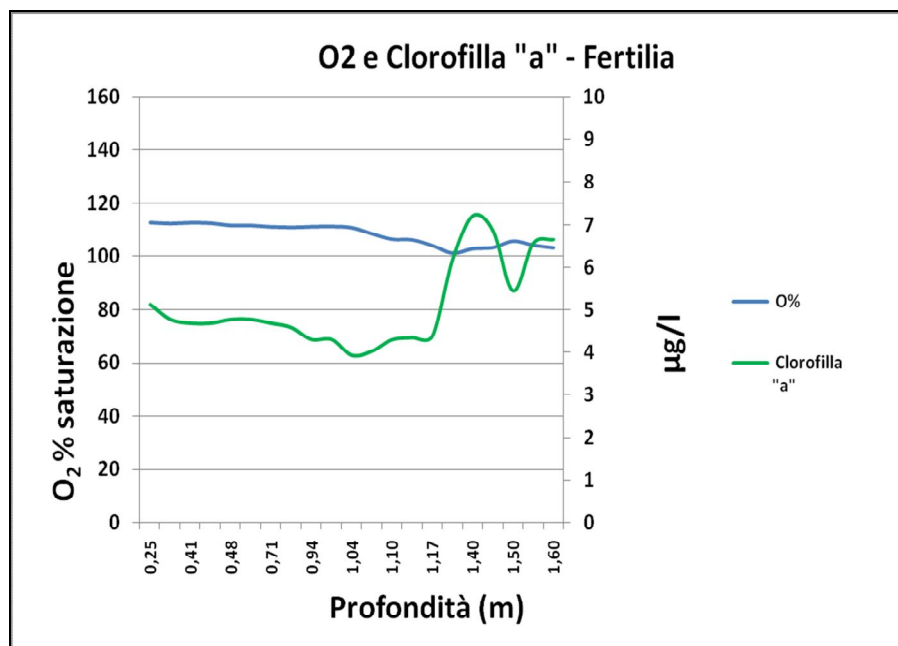


Figura 22

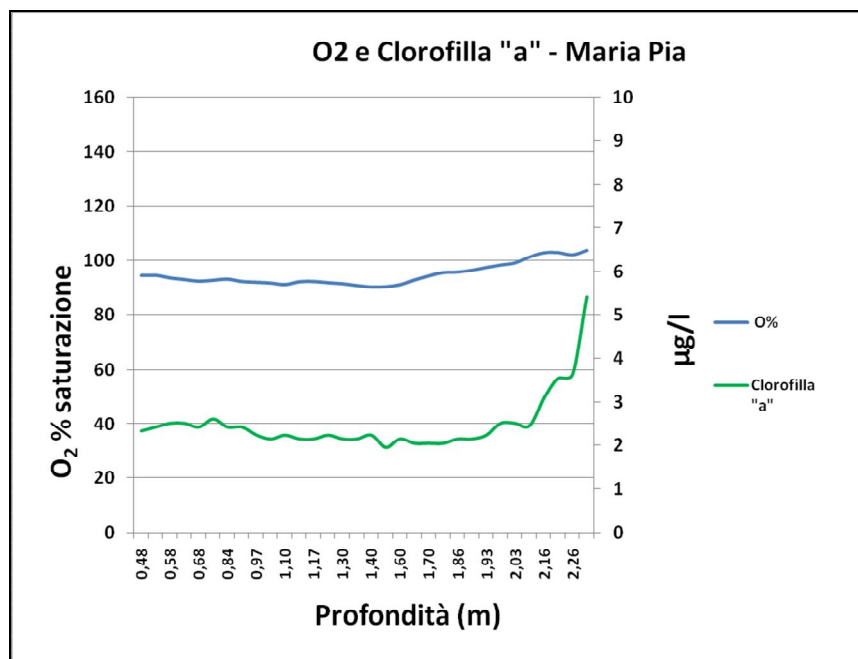
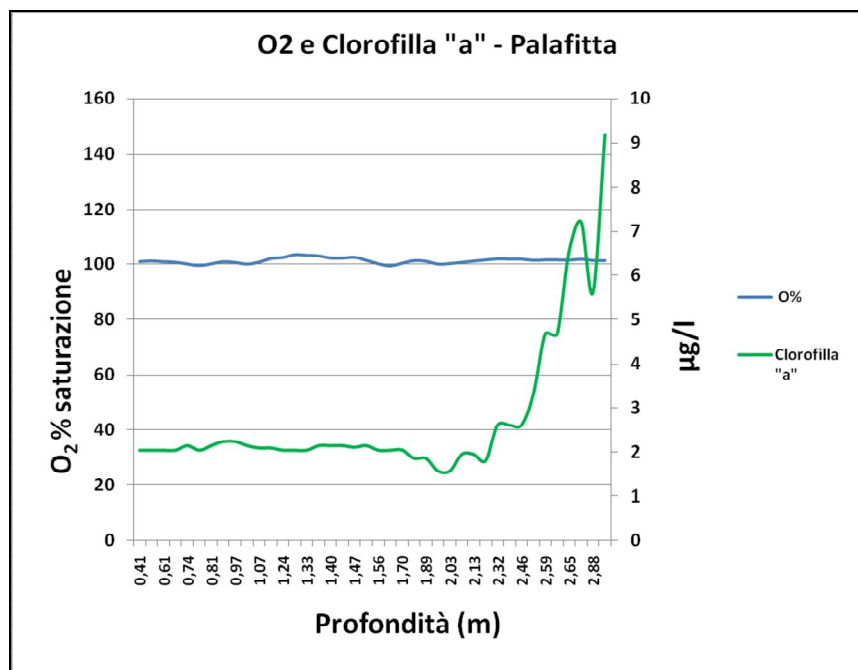


Figura 23



Al momento del campionamento, e in particolar modo nella stazione di "Fertilia", si è notato un progressivo viraggio della colorazione dell'acqua verso il giallo, in accordo con le concentrazioni di Clorofilla "a" in superficie. Nelle altre due stazioni, come si evince dai grafici di Figura 20 e 21, i valori di Clorofilla "a" vanno aumentando verso il fondo. Queste due situazioni insieme potrebbero essere l'evoluzione dello stesso fenomeno di migrazione verticale della comunità fitoplanctonica che, durante le ore caratterizzate dal maggior irraggiamento, risale in superficie.

4.1. Analisi dei nutrienti

Nella Tabella 6 si può notare la diminuzione del rapporto N/P nella stazione "Fertilia", laddove sono presenti anche elevate concentrazioni fitoplanctoniche.

Tabella 6

Punto di prelievo	Azoto totale µg/l N	Ammoniaca µg/l N	Nitriti µg/l N	Nitrati µg/l N	Fosforo totale µg/l P	Ortofosfati µg/l P
Maria Pia	136	< 0,7	< 0,2	< 0,3	26	< 0,9
Fertilia	54	< 0,7	< 0,2	< 0,3	73	8,4

I restanti parametri non mostrano invece valori particolarmente significativi e alcuni di essi, come nel caso della linea dell'azoto inorganico, sono al di sotto dei rispettivi limiti di rilevabilità.

4.2. Analisi dei parametri batteriologici

L'analisi microbiologica è stata mirata alla ricerca dei parametri richiesti dalla normativa di riferimento per le acque di balneazione, essendo i punti indagati soggetti a questa attività. Si riportano in tabella i valori limite, per un singolo campione, previsti dal Decreto del Ministero della Salute del 30 marzo 2010 Allegato A.

Tabella 7

Valori limite per un singolo campione		
Parametri	Corpo idrico	Valori
Enterococchi intestinali	Acque marine	200 n*/100ml
Escherichia coli	Acque marine	500 n*/ 100 ml

*n = Ufc per En Iso 9308-1 (E. coli) e En Iso 7899-2 (Enterococchi) o Mpn per En Iso 9308-3 (E. coli) e En Iso 7899-1 (Enterococchi).

Tabella 8

Stazione	Parametri microbiologici	
	<i>E. coli</i> (MPN/100 ml)	Enterococchi intestinali (UFC/100 ml)
Maria Pia	< 10	< 1
Fertilia	31	11

I valori ottenuti dalle analisi microbiologiche sono risultati nettamente al di sotto dei limiti previsti dalla normativa di riferimento.

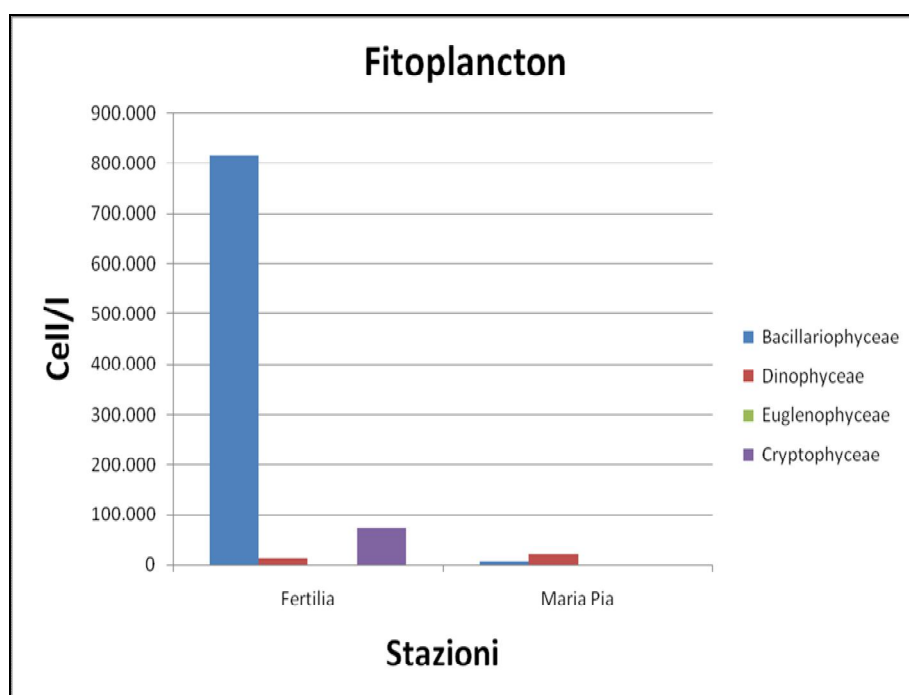
4.3. Analisi della componente fitoplanctonica

Nella stazione di "Fertilia" la componente fitoplanctonica è composta prevalentemente da Bacillariophyceae (così come rilevato all'interno dello stagno) con concentrazioni nettamente superiori rispetto al punto di prelievo "Maria Pia".

Anche nel campione di "Fertilia" parte della comunità a Cryptophyceae è risultata danneggiata, quindi non conteggiabile.

La differenza di colorazione tra le due stazioni potrebbe essere correlata alle differenti concentrazioni fitoplanctoniche.

Figura 19



La composizione qualitativa e i rapporti tra le diverse classi fitoplanctoniche della comunità presente nel campione di "Fertilia" presentano numerose analogie con quanto rilevato all'interno dello stagno, nel quale però le concentrazioni appaiono maggiori.

5. IL CASO DELLA LAGUNA DI ORBETELLO

Il fenomeno della progressiva eutrofizzazione delle acque di transizione è divenuto negli ultimi anni sempre più frequente nelle aree umide del Mediterraneo.

Un caso studio emblematico è quello della Laguna di Orbetello in cui, negli ultimi anni, sono state effettuate numerose indagini volte alla ricerca di soluzioni gestionali che portassero al ripristino delle condizioni naturali del corpo idrico. In uno studio del Dipartimento di Scienze Ambientali, "G. Sarfatti", Università degli Studi di Siena¹ vengono descritti i gradualmente cambiamenti della composizione qualitativa della vegetazione della laguna che nel tempo è passata dalla dominanza di fanerogame radicate alla sola presenza di macroalghe, spesso con carattere di *bloom*.

Il breve ciclo vitale delle macrofite di tipo algale ha come conseguenza l'arricchimento di nutrienti (principalmente N e P) nei sedimenti degli specchi d'acqua circoscritti, come quelli di uno stagno costiero o di una laguna, che successivamente possono risospendersi nella colonna d'acqua innescando fenomeni di fioriture microalgali.

Nella laguna di Orbetello *"Le condizioni di anaerobiosi e solfato riduzione causate dalla decomposizione delle notevoli masse macroalgali, specialmente nei mesi estivi, sono state le principali cause delle morie della fauna acquatica verificatesi dopo la metà degli anni 80, accompagnate da episodici sversamenti di acque colorate e maleodoranti nelle spiagge adiacenti alla laguna causando problemi alle attività turistiche"*.

La Presidenza del Consiglio dei Ministri, viste le precarie condizioni dell'ecosistema lagunare, così importante dal punto di vista naturalistico, ha disposto a partire dal 1992 con l'ordinanza n. 2380/FPC un Commissariamento Straordinario per la tutela e gestione della Laguna di Orbetello dichiarata **"area a rischio ambientale"**.

Gli interventi di gestione hanno provveduto principalmente ad aumentare gli scambi di acqua con il mare, alla riduzione dei carichi di nutrienti provenienti da scarichi civili e alla rimozione delle macroalghe.

E' stato inoltre progettato un sistema di circolazione forzata delle acque per impedire che nei mesi estivi si instaurino fenomeni di anossia sul fondo dovuti alla stratificazione della colonna d'acqua.

Il programma ha dato risultati apprezzabili, infatti insieme ad un miglioramento dello stato di qualità delle acque, sono ricomparse, negli anni, le fanerogame che grazie al loro apparato radicale non subiscono limitazioni da fosforo in quanto sono in grado di assimilarlo direttamente dai sedimenti a cui lo sottraggono.

¹ Giornata di studio: 31 Marzo 2004

6. CONCLUSIONI

Dall'analisi dei dati raccolti in questa indagine, limitatamente ai parametri ricercati, si conferma che il Calich versa in condizioni ambientali precarie, così come evidenziato nei precedenti campionamenti del 2009.

E' noto che gli ambienti di transizione, in generale, sono per loro natura degli ecosistemi molto sensibili, nei quali gioca un ruolo fondamentale il delicato equilibrio fra gli apporti di acque dolci e l'ingresso di acque marine a maggior salinità. Da questa considerazione risulta evidente come nel Calich sia di basilare importanza la qualità delle acque dei tre immissari. E' auspicabile, in tal senso, che nel tempo si provveda a limitare al massimo l'apporto di nutrienti, derivanti da fonti antropiche, in questi tre corsi d'acqua.

Probabilmente però, la sola cessazione di alcune delle attività produttive gravitanti sullo stagno non risulterebbe sufficiente a garantire, in tempi brevi, apprezzabili miglioramenti dello stato di qualità ambientale del corpo idrico, in quanto, i sedimenti presenti sul fondale rappresentano, essi stessi, una fonte di nutrienti in grado di sopperire, presumibilmente ancora per lunghi periodi, alle necessità trofiche delle comunità macro e microalgali.

Le analogie, riscontrate tra le condizioni dello stagno del Calich e quanto riportato sul caso della laguna di Orbetello, fanno pensare che le cause del degrado dello stagno sardo siano fra l'altro da ricercare nella mancata attuazione di adeguati sistemi di gestione che, se tempestivi, avrebbero potuto preservare l'area umida in esame.

L'identificazione della cause e i rimedi necessari ad eliminare o limitare la tendenza al degrado dello stagno, e le eventuali ripercussioni sul tratto costiero nel quale sfocia il Calich, richiedono studi più approfonditi protratti nel tempo, che abbiano come fine la promozione di un adeguato piano di gestione, in grado di salvaguardare un ecosistema così fragile e di così pregiato valore naturalistico.