

# La questione del Lago di Massaciuccoli

In questo documento sono brevemente descritti i problemi del lago e del padule di Massaciuccoli, gli obiettivi fissati per il risanamento, le azioni individuate gli interventi previsti quelli che sono stati attuati e quelli che devono essere attivati, riferendoci agli ultimi venti anni.

## Introduzione

Il lago e il padule di Massaciuccoli, situati nella parte nordorientale del parco Migliarino San Rossore Massaciuccoli, occupano una superficie di circa 2.000,00 ha. L'area di rilevante interesse naturalistico che presenta una rilevante diversità biologica, è di formazione palustre. Data la posizione geografica del lago e le attività che si sono sviluppate, soprattutto nel corso del XX secolo, nel suo intorno molteplici sono i problemi di questa area. Nel corso del secolo scorso sono diminuiti gli apporti di acqua proveniente dalle sorgenti, progressivamente utilizzati a fini potabili, restando come fonte principale di approvvigionamento le acque piovane, che giungono al lago dai terreni coltivati in territori bonificati all'inizio del novecento. L'arricchimento di nutrienti dovuto alla dilavazione dei terreni agricoli ricchi di concimi, ai nutrienti liberati dalla mineralizzazione della torba, agli scarichi civili e industriali che per lungo periodo sono stati sottoposti ad un'attenta valutazione hanno innescato un processo degenerativo della qualità delle acque. L'Ente Parco ha ritenuto perciò di individuare quale obiettivo primario l'analisi dei problemi, l'individuazione degli interventi necessari alla loro soluzione e l'attuazione degli stessi, pur nella consapevolezza che non poteva essere l'unico soggetto ad intervenire, date le competenze specifiche dell'Ente e le risorse in termini di risorse strumentali ed umane di cui disponeva.

Un'attenzione particolare ai problemi del lago è iniziata agli inizi degli anni novanta del secolo scorso, con l'attivazione di uno studio approfondito teso ad evidenziare i problemi del lago, le sue cause ed ipotesi di interventi proposti. Il Parco ha poi coinvolto i vari soggetti competenti per l'attuazione degli interventi ritenuti necessari.

Nei primi anni del duemila, presa consapevolezza della complessità dei problemi da affrontare è stato istituito un comitato degli Enti interessati, formato da: Regione Toscana, Autorità di Bacino del Fiume Serchio, Ente Parco Regionale Migliarino San Rossore Massaciuccoli, Comune di Viareggio, Comune di Massarosa, Comune di Vecchiano, Provincia di Pisa, Provincia di Lucca, Consorzio di Bonifica Versilia - Massaciuccoli, ARPAT che stanno condividendo il percorso per l'attuazione delle soluzioni prospettate.

Di seguito sono brevemente descritti i problemi del lago e padule di Massaciuccoli, gli obiettivi fissati per il risanamento, le azioni individuate gli interventi previsti quelli che sono stati attuati e quelli che devono essere attivati, riferendoci agli ultimi venti anni.

## Problemi

### Eutrofizzazione delle acque

Il problema principale è l'eutrofizzazione, cioè la ricchezza delle sostanze nutritive (nitrati e fosfati) nell'ambiente acquatico, che creano un disequilibrio negativo per l'intero ecosistema. Le cause sono dovute alla pressione antropica, ed in particolare agli apporti derivanti ancora dalla rete fognaria, pur dopo la depurazione delle acque nere, le acque di scolo provenienti dal comprensorio di bonifica che raccolgono i nutrienti provenienti dai terreni agricoli e dalla mineralizzazione della torba, le acque reflue provenienti da alcune attività produttive. L'eutrofizzazione produce un incremento abnorme di fitoplancton con una diminuzione di scambi gassosi e limpidezza dell'acqua.

## **Salinità**

La salinizzazione delle acque è dovuta all'ingresso dell'acqua salata dal canale Burlamacca (potrebbe anche avvenire un richiamo dell'acqua salata dovuto all'innalzamento del cuneo salino, ma non è il caso del Lago di Massaciuccoli).

## **Interrimento**

È un fenomeno tipico delle zone umide, accentuato dalla presenza di zone agricole nelle quali le lavorazioni del terreno con il rimescolamento e lo spostamento di terra si creano dei danni alla stabilità della zona adiacente al lago.

## **Ricambio idrico**

Il continuo rinnovo delle acque garantisce la qualità delle stesse. Ma l'utilizzo delle acque delle sorgenti e delle falde per fini idropotabili, ha ridotto l'apporto di acque limpide, con riduzione del necessario ricambio.

## **Bilancio idrico**

In questi ultimi anni il bilancio idrico ha evidenziato uno scompenso tra i quantitativi di acqua in uscita rispetto a quelli in entrata. Questo è un deficit idrico nel periodo caldo, che determina l'abbassamento del livello delle acque e la reimmissione nel bacino delle acque della falda superficiale, che è alimentata dalle acque di irrigazione, arricchite perciò di nutrienti. Nel periodo autunno-invernale si assiste invece, data una piovosità sempre più concentrata in brevi periodi temporali, a fenomeni di innalzamento dei livelli delle acque con rischio di esondazione.

## **Subsidenza**

La bonifica meccanica attuata negli anni trenta del secolo scorso, ha innescato un progressivo fenomeno di subsidenza dei terreni, accentuato dalla natura torbosa dei terreni. Questo ha raggiunto livelli tali da rendere del tutto inefficace, in alcune aree la cui dimensione sta progressivamente aumentando, l'opera stessa di bonifica e rendono i terreni non utilizzabili per le

coltivazioni agrarie. A questo fenomeno è associato anche quello della mineralizzazione della torba con conseguente rilascio di fosfati che sono poi immessi nelle acque del bacino.

## **Sovrasfruttamento della falda**

Nel bacino di Massaciuccoli e nelle aree contermini sono presenti, nelle zone alte o bonificate, una grande quantità di pozzi a scopo prevalentemente irriguo e potabile, che favoriscono il richiamo del cuneo salino.

## **Specie alloctone**

La specie più "pericolosa" presente nel lago è sicuramente il gambero rosso della Louisiana *Procambarus clarkii*, che si è moltiplicato in modo esplosivo, determinando l'estinzione e la forte sofferenza della fauna ittica autoctona. Data la sua abitudine di scavare lunghe tane fino a 1,5 m., ha creato anche numerosi problemi strutturali alle sponde, sia del lago che dei canali circostanti.

## **Flora di particolare interesse**

La sfagneta è l'unica esistente nell'area del Mediterraneo a livello del mare e rappresenta un relitto del Terziario e del Quaternario. L'abbassamento del livello della falda mette in crisi nel periodo estivo la sopravvivenza della sfagneta e favorisce la colonizzazione di altre essenze. Si rende perciò necessario un monitoraggio costante e interventi per impedire che diminuisca l'areale della sfagneta.

## **Obiettivi**

Gli obiettivi posti sono il superamento dei problemi sopra elencati per garantire:

- la qualità e la trasparenza delle acque del Massaciuccoli;
- impedire la trasformazione del lago di Massaciuccoli da lago di acqua dolce a lago di acqua salata;
- impedire la progressiva scomparsa del lago a causa dell'interrimento;
- la sicurezza idraulica delle zone utilizzate dall'uomo nel bacino di Massaciuccoli;
- fermare la subsidenza nel bacino del Massaciuccoli;
- riportare l'utilizzo della falda a livelli di compatibilità;
- corretta gestione floro-faunistica delle aree palustri e delle aree circostanti.

## **Azioni necessarie**

Per risanare il bacino del Massaciuccoli la Regione Toscana lo ha inserito, nel Piano Regionale di Azione Ambientale, tra le aree critiche, individuando alcune azioni che si ritiene possano concorrere al risanamento:

- Completare il convogliamento delle acque nere e migliorare il processo depurativo prevedendo anche un procedimento terziario di abbattimento dei fosfati e dei nitrati. L'intervento è finalizzato a ridurre una delle cause dell'eutrofizzazione.
- Eliminazione di alcuni elementi puntuali di possibile inquinamento delle acque.
- Incrementare gli apporti di acqua nel lago per favorire il ricambio idrico e apportare un sostanziale contributo positivo alla qualità delle acque.
- Fitodepurazione delle acque raccolte dai terreni agricoli, per trattenere i nutrienti in esse contenuti.
- Intercettare il materiale terroso dilavato dalle acque piovane ed impedire che sia trascinato nel lago.
- Indirizzare le scelte colturali e le modalità di coltivazione alle forme più compatibili con la situazione critica delle acque del lago di Massaciuccoli, per ridurre gli apporti degli elementi della chimica di sintesi che sono poi convogliate nelle acque del lago, ridurre la lisciviazione dei terreni e ridurre l'utilizzo dell'acqua irrigua.
- Interrompere la mineralizzazione della torba.
- Contrastare la subsidenza dei terreni.
- Risanamento dei fondali del lago.
- Contrastare la presenza e diffusione del fitoplancton e favorire i processi che portano alla formazione di zooplancton
- Prevedere efficaci modalità di allontanamento delle acque per evitare i rischi di esondazione nel periodo autunno-invernale e comunque nei casi di improvviso innalzamento dei livelli delle acque del bacino.
- Impedire l'ingresso dell'acqua salata nel lago di Massaciuccoli
- Contenere la popolazione delle specie alloctone, in particolare del gambero rosso della Louisiana *Procambarus clarkii*, per i suoi effetti negativi nei confronti della fauna e della flora tipica del lago, e per i danni che potrebbe causare alle arginature presenti, con indebolimento delle stesse e rischio di rotture, non sempre facilmente individuabili preventivamente.
- Gestione delle aree palustri (canneto e falasco) per garantire un habitat ideale per le varie specie di avifauna presenti nel bacino del Massaciuccoli.
- Gestione dell'ambiente naturale in funzione della presenza di avifauna e di permanenza di specie vegetali di particolare interesse geobotanico.
- Monitoraggio della sfagneta ed interventi tesi a garantirne il permanere.

#### Interventi previsti

Per attuare le azioni ritenute necessarie sono stati previsti i seguenti interventi:

- Adeguamento degli impianti di depurazione delle acque reflue e completamento delle reti fognarie dei comuni del bacino.
- Allontanamento delle acque trattate o loro trattamento terziario, ed utilizzo delle stesse a fini irrigui, attraverso la realizzazione di una rete di acque industriali.
- Messa in sicurezza delle discariche delle Carbonaie e di Pioppogatto.
- Derivazione dell'acqua dal Fiume Serchio con immissione nel lago di acque prelevate dal fiume per favorire il ricambio idrico e apportare un sostanziale contributo positivo anche alla qualità delle acque. Tale intervento permette un maggior ricambio idrico, migliora il bilancio idrico, apporta un contributo positivo alla soluzione del problema dell'eutrofizzazione.
- Realizzazione di una derivazione per l'immissione dell'acqua del Serchio nel lago di Massaciuccoli

- Fitodepurazione delle acque provenienti dai terreni agricoli, permettendone la depurazione prima che raggiungano i canali di bonifica, migliorando perciò la qualità delle acque di bonifica alla fonte.
- Trappolaggio o sedimentazione della terra che viene dilavata dalle piogge e trascinata dalle acque scolanti.
- Adeguate politiche nel settore agricolo che favoriscono un'agricoltura più adeguata, nelle scelte colturali e delle tecniche operative, alla situazione critica del lago.
- Riallagamento o rinaturalizzazione dei terreni torbosi a più alto indice di subsidenza.
- Migliorare la qualità delle acque del lago anche attraverso la precipitazione dei materiali in sospensione e rimozione dei fondali melmosi ricchi di nutrienti, o loro bloccaggio al suolo.
- Favorire la presenza di pesci che si nutrono di fitoplancton e riduzione numerica dei pesci che si nutrono di zooplancton
- Realizzare un sistema di emissari del lago che entri in funzione in caso di rischio idraulico dovuto a precipitazioni abbondanti, che si stanno manifestando con una certa frequenza.
- Sistema adeguato per contrastare l'ingresso dell'acqua salta dal mare attraverso il canale Burlamacca, data l'inefficienza riscontrata nel sistema delle porte vinciane esistenti. Infatti la vetustà e la non adeguatezza delle porte vinciane permette l'ingresso dell'acqua salina, nella parte inferiore del canale, anche nei momenti in cui il flusso delle acque superficiali è dal lago in direzione del mare.
- Contenere la popolazione delle specie alloctone, in particolare del gambero rosso della Louisiana *Procambarus clarkii*, per i suoi effetti negativi nei confronti della fauna e della flora tipica del lago, e per i danni che potrebbe causare alle arginature presenti, con indebolimento delle stesse e rischio di rotture, non sempre facilmente individuabili preventivamente.
- Gestione delle aree palustri (canneto e falasco) per garantire un habitat ideale per le varie specie di avifauna presenti nel bacino del Massaciuccoli.
- Monitoraggio e gestione della sfagneta.

#### Interventi attuati

Dagli anni novanta del secolo scorso, gli interventi attuati sono stati i seguenti:

- Realizzazione delle rete fognaria di Torre del Lago con trasferimento delle acque nere al depuratore di Viareggio, attuata nel comunedi Viareggio.
- Realizzazione del depuratore di Vecchiano con trattamento terziario, realizzato dal comune di Vecchiano.
- Realizzazione del nuovo depuratore di Massarosa e ampliamento della rete fognaria comunale, attuato dal Comune di Massarosa.
- Messa in sicurezza della discarica di Pioppogatto, operata dal Comune di Massarosa.
- Messa in sicurezza della discarica delle Carbonaie, opere parzialmente attuata dal comune di Viareggio.
- Determinazione del bilancio idrologico/idrogeologico del bacino del Massaciuccoli da parte dell'Autorità di Bacino del Fiume Serchio.
- Realizzazione, da parte della Regione Toscana, Ufficio del Genio Civile di Pisa, di una derivazione delle acque del Serchio nel lago di Massaciuccoli, di portata 250 l/sec. Attivata nel periodo estivo, nel quale il livello dell'acqua nel bacino del Massaciuccoli è più basso. L'intervento che si riteneva potesse essere significativo, si è rivelato insufficiente dato il deficit idrico del lago. Si prevede perciò una nuova derivazione di portata maggiore e con effetti più significativi per la qualità delle acque del lago.
- Progetto delle fasce inerbite predisposto, alla fine degli anni novanta, dall'Ente Parco e finanziato dall'autorità di bacino del Serchio. Il progetto consisteva nella realizzazione a fianco

delle scoline dei campi di fasce inerbite con funzioni di assorbire i nutrienti e di trattenere la terra dilavata dall'acqua piovana. Per la sua attuazione si prevedeva il coinvolgimento degli agricoltori che erano individuati come gli attuatori e manutentori delle fasce inerbite. Purtroppo l'innovazione contenuta nel progetto non è stata ben recepita, o forse non si è riusciti ad illustrare adeguatamente la portata del progetto, che non trovando il coinvolgimento degli imprenditori agricoli non ha trovato attuazione. Data la situazione di stallo i finanziamenti sono stati ritirati per essere utilizzati in altre situazioni di emergenza dovute a dissesti idrici.

- Promozione di modalità di coltivazione più compatibile attraverso:
  - o Acquisto, da parte dell'Ente Parco Migliarino San Rossore Massaciuccoli di due seminatrici su sodo, una per le produzioni autunno-vernine, l'altra per le produzioni primaverili-estive, messe a disposizione degli agricoltori del bacino di Massaciuccoli per effettuare semine senza necessità di allentare i terreni con l'aratura. Ciò permette, a parità di produzione, di mantenere compatti i terreni che subiscono meno il fenomeno del dilavamento per le piogge.
  - o Analisi chimica dei terreni, effettuata dall'Università di Pisa su incarico dell'Ente Parco Migliarino San Rossore Massaciuccoli, e messa a disposizione agli agricoltori dei risultati e dei piani di concimazione per non disperdere elementi chimici sui terreni, che non utilizzati dalle piantagioni confluiscono poi nelle acque, incrementando l'eutrofizzazione in atto.
  - o Taratura delle barre irroratrici di concimi, effettuata dall'ARSIA e dal Parco, per impedire che un non corretto funzionamento di tali strumenti sia origine di dispersione di concimi, con accumulo di nutrienti non utilizzati dalle colture e costi maggiori per gli agricoltori.
  - o Ricerca e sperimentazione di sistemi colturali alternativi nell'area critica del lago di Massaciuccoli, attuata dall'Ente Parco Migliarino San Rossore Massaciuccoli attraverso la Scuola Superiore S. Anna e L'Università di Pisa, Centro Interdipartimentale di ricerche agro-ambientali "E. Avanzi". Lo studio, finanziato dalla Regione Toscana, ha permesso di individuare le colture più adeguate alla situazione critica del lago di Massaciuccoli, evidenziando quelle che richiedono minor quantitativo di acqua di irrigazione e di concimi. A tale studio dovrà far seguito un'adeguata politica di promozione delle colture e delle modalità di coltivazione individuati come i più idonei.
- ☐ È possibile consultare un resoconto dettagliato del Progetto.
- ☐ È possibile visualizzare i filmati degli interventi del Convegno durante il quale sono stati presentati i risultati del progetto finanziato dalla Regione Toscana. Il Convegno si è tenuto venerdì 11 Febbraio 2011 presso la Sala Consiliare del Comune di Vecchiano (PI).
- Presentazione di progetti da parte dell'Ente Parco Migliarino San Rossore Massaciuccoli, in collaborazione con altri Enti, per richiesta di finanziamenti su alcuni programmi comunitari (Life Plus, POR-FERST), per acquistare e rinaturalizzare (riallargare), in alcuni casi con semplice dismissione delle opere di drenaggio delle acque, terreni torbosi nei quali è particolarmente critica la subsidenza.
- Azione sperimentale di dragaggio e selezione dei sedimenti inquinati, nella parte terminale del canale Barra, da parte dell'Ente Parco Regionale Migliarino San Rossore Massaciuccoli, sperimentando la draga "Pneuma" che riduce al minimo le turbolenze e quindi il sollevamento del materiale posto sul fondale.
- Isolamento del Fosso Morto, Canale Punta Grande e Canale Centralino per permettere il miglioramento della qualità delle acque, che per entrare devono attraversare il canneto con un'azione di fitodepurazione. Ciò permette di valutare la capacità di risanamento delle acque senza l'influenza di fattori esterni, cioè senza il continuo apporto di nuovi nutrienti. La sperimentazione non ha dato i risultati sperati perché il materiale per la costituzione delle barriere (tessuto non tessuto) si è rivelato non adeguato a sopportare l'azione dei raggi ultravioletti in condizione di variabilità del livello delle acque. Inoltre il continuo passaggio di barchini ha messo in crisi le "porte" che avrebbero dovuto essere utilizzate solo eccezionalmente.

- Realizzazione sperimentale di enclosures per azioni di biomanipolazione della catena trofica. Le enclosures sono state realizzate fisse o flottanti con lo scopo di rendere gli spazi interni inaccessibili per poter attuare la sperimentazione. Si è constatata la migliore riuscita del sistema flottante che garantisce una maggiore capacità di isolamento e una adattabilità alle diverse condizioni atmosferiche che ne impediscono la messa in crisi. La sperimentazione ha ottenuto la chiarificazione della colonna d'acqua contenuta all'interno delle enclosures, attraverso l'assenza di correnti che sollevano il materiale depositato nel fondale e l'introduzione di *Daphnia magna* per limitare il fitoplancton quale causa di torbidità, permettendo quindi il ritorno di una catena trofica vitale.
- Divieto di pesca dei pesci fitoplanctivori.
- Convenzione con i pescatori per la cattura ed asportazione dal lago di pesci zooplanctivori (e per il gambero rosso della Louisiana), per permettere la ricrescita dello zooplancton nelle acque del lago. Poiché la convenzione era a costo zero, i pescatori avevano il guadagno nella vendita del pesce. La diffusione della microcistina e la presenza in quantitativi superiori alla norma stabilita per il consumo umano, hanno fatto emettere divieti di pesca, mettendo in crisi questa soluzione
- Acquisto di terreni palustri per poter effettuare gli interventi di miglioramento ambientale senza le limitazioni spesso poste dai proprietari, che in alcuni casi alla lunga hanno impedito il buon esito delle azioni intraprese, come nel caso sopra descritto dell'isolamento di alcuni grandi fossi. L'Ente Parco ad oggi ha acquisito in proprietà circa 270 ha di terreni palustri nel bacino di Massaciuccoli.
- Campagna di ricerca per la definizione della diagenesi sedimentaria, la ricostruzione della evoluzione dello stato trofico del bacino, l'individuazione di opportuni interventi di risanamento previa valutazione dei possibili impatti derivanti dall'ambiente bentonico da interventi di flocculazione dei nutrienti, attuata da ARPAT e CNR.
- Adeguamento della fossa della Bufalina come emissario del lago dotandolo di idrovore per il sollevamento delle acque, permettendo così un rapido deflusso delle stesse e impedendo l'interrimento delle foce del canale, problema che storicamente ha impedito il corretto funzionamento della Bufalina come emissario del lago. Il funzionamento delle idrovore risponderà ad esigenze di contrastare il rischio idraulico con pericolo di esondazione delle acque del lago. L'intervento attuato dal Consorzio di bonifica Versilia Massaciuccoli è completato.
- Costruzione da parte della Provincia di Lucca di una chiusa sul canale Burlamacca, per precludere l'ingressione di acqua salata, in ausilio alle porte vinciane, che non riuscivano più a svolgere tale funzione. La chiusa è ad alzata verticale a partire dal fondo, così da poter essere regolata in base ai flussi delle acque. Essere completamente chiusa ed impedire il transito delle acque, quando il livello del mare è superiore a quello del lago, essere parzialmente alzata quando il livello del lago è superiore a quello del lago permettendo così la fuoriuscita delle acque in esubero dal bacino del Massaciuccoli, senza che in contemporanea si abbia l'ingresso di acqua salata di mare nella parte inferiore del canale.
- Controllo della popolazione del gambero rosso della Louisiana *Procambarus clarkii*, attraverso convenzioni stipulate dall'Ente Parco con alcuni pescatori che commercializzavano poi il pescato. Questo ha permesso di regolare la popolazione della specie. Ma negli ultimi anni è stato individuata una quantità di microcistina all'interno del gambero che ha superato i limiti previsti dalla legge per la commercializzazione del prodotto. Sono stati quindi emanati da parte dei comuni rivieraschi divieti di pesca, che ha messo in crisi il meccanismo di controllo individuato.
- Gestione del canneto e della sfagneta adeguata alle esigenze dell'avifauna, attraverso tagli a macchia di leopardo per permettere la permanenza di vaste aree di vegetazione ad età differenziate specie vegetali disetanee. La presenza di estese aree ecotonali con possibilità per

l'avifauna di reperire aree di rifugio in prossimità di aree di alimentazione crea un ambiente particolarmente favorevole alle specie.

- Monitoraggio costante e interventi mirati per eradicare le piante che tendono ad invadere l'area della sfagneta.
- Realizzazione di una torre di controllo per l'avifauna e per prevenire azioni non consentite nell'area del lago di Massaciuccoli e nelle zone a maggior interesse naturalistico.

Interventi da attuare

Gli interventi che si ritengono necessari per il risanamento del lago e non ancora attuati sono i seguenti:

- Dismissione del depuratore di Vecchiano e trasferimento delle acque nere raccolte al depuratore di San Jacopo, a Pisa, dopo il suo adeguamento. Per questi lavori sono state reperite le risorse finanziarie, ed i lavori sono in corso.
- Interventi di adeguamento sulla pompa di rilancio della fognatura che conduce le acque nere da Torre del lago al depuratore di Viareggio.
- Interventi di adeguamento della rete fognaria in alcune aree del comune di Viareggio e del comune di Massarosa.
- Acquedotto industriale per l'utilizzo delle acque trattate a fini irrigui, con particolare attenzione alle attività florovivaistiche.
- Completamento della messa in sicurezza della discarica delle Carbonaie. I lavori dell'ultimo lotto sono da poco iniziati.
- Realizzazione di una condotta e delle opere necessarie per il trasferimento di quantitativi significativi delle acque del Serchio nel bacino del Massaciuccoli. È prevista una portata di 3 mc/sec. Il progetto è in fase di predisposizione da parte della Provincia di Pisa. Sono stati trovati i finanziamenti necessari attraverso un accordo quadro tra Ministero dell'Ambiente, Regione Toscana e tutti gli Enti interessati.
- Fasce inerbite. Prevedere la sua attuazione attraverso un preventivo coinvolgimento degli agricoltori e la ricerca di finanziamenti. In alternativa prevedere forme di fitodepurazione delle acque prima della loro immissione nel bacino del Massaciuccoli, e modalità per fermare il materiale terroso dilavato dalle acque piovane, per contrastare il fenomeno di erosione dei terreni e di interrimento del lago.
- Adeguate politiche agricole, da attivare da parte della Regione Toscana, per favorire le modalità colturali e le coltivazioni risultate più adeguate nello specifico studio per il lago di Massaciuccoli.
- Progetto sperimentale di riallagamento e fitodepurazione delle acque, da parte del Consorzio di bonifica Versilia Massaciuccoli, di un terreno posto in comune di Vecchiano, nel quale la subsidenza ha raggiunto valori considerevoli.
- Estendere progressivamente le azioni di biomanipolazione per ampliare con acqua chiarificata nelle quali può ritornare una catena trofica vitale.
- Attuare la precipitazione dei materiali in sospensione e la successiva rimozione dei fondali limosi o in alternativa fissarli al suolo per impedire che le correnti rimettano in circolo nelle acque tali materiali, provocando una torbidità delle stesse e un proliferare di fitoplancton.
- Eradicazione o forte diminuzione del gambero rosso della Louisiana *Procambarus clarkii*, prevedendo non più la sua commercializzazione, oggi impedita dalla presenza nel suo corpo di microcistina sopra i limiti consentiti per il consumo umano, ma altre forme di utilizzo o, se non possibile diversamente, la sua distruzione.
- Gestione costante del canneto e del falasco attraverso tagli a macchia di leopardo.
- Monitoraggio ed interventi di protezione della sfagneta.



## Risultati e lezioni apprese

I risultati ottenuti dal lavoro sino ad oggi intrapreso, al di là dei singoli interventi attuati come sopra descritti e dei risultati puntuali ottenuti, sono stati:

- Porre al centro dell'attenzione lo stato di salute del lago di Massaciuccoli, non solo a livello locale ma anche a livello regionale e nazionale.
- Passare dalla posizione della critica ad azioni concrete di miglioramento per le condizioni del lago.
- Approfondire la conoscenza delle problematiche del bacino del Massaciuccoli, individuare le cause e le dinamiche che ne sono all'origine.
- Sperimentare tecniche per un miglioramento effettivo dell'ambiente.

Dall'esperienza di questi anni si è appreso che la soluzione di problemi di risanamento ambientale possono avvenire solo con il coinvolgimento degli Enti e della popolazione residente o che ha interessi nel territorio. Un approccio diverso rischia di vanificare gli sforzi e rendere inefficaci le azioni, come è avvenuto nel caso del progetto delle fasce inerbite, o di non permettere che gli studi, le sperimentazioni e gli interventi siano patrimonio comune ed esperienza acquisita per la comunità. Inoltre si è dimostrato non corretto indicare, in casi complessi, una sola causa come quella dirimente, pur riconoscendo che alcuni fattori hanno un peso maggiore, occorre operare a tutto campo individuando delle priorità.

Inoltre è utile una visione a tutto campo e a lungo termine, che nell'affrontare i problemi tenga conto delle azioni e delle necessità successive. L'acquisto dei terreni, finanziato dalla Regione Toscana con i fondi per le aree protette, ha permesso di smorzare sul nascere contrasti sulle modalità di attuazione di alcuni progetti, oltre ad aver posto le premesse di una corretta gestione naturalistica delle aree.

## Riferimenti bibliografici

- Cenni M. (a cura): "Eutrofizzazione nel lago di Massaciuccoli. Atti del convegno "Problemi di eutrofizzazione e prospettive di risanamento del lago di Massaciuccoli" - Massarosa dicembre 1992. Risultati del primo anno di ricerche". Pisa, 1994.
- Cenni M. (a cura): "Lago di Massaciuccoli 13 ricerche finalizzate al risanamento. 2 contributo" Pisa 1997.
- AA.VV. "Il risanamento del lago di Massaciuccoli" Firenze, 1999.
- Regione Toscana: "Piano Regionale di Azione Ambientale della Toscana 2004-2006. La via dell'eco-efficienza", Firenze 2003.
- Silvestri N., Gorreri L. (a cura): "La qualità delle acque superficiali ad uso irriguo nel comprensorio del Massaciuccoli. I risultati di una prima indagine territoriale". Pisa 2006.
- Regione Toscana: "Piano regionale di azione ambientale (PRAA) 2007-2010" B.U.R.T. Parte Seconda n. 19 del 9.5.2007 Supplemento n. 57.
- Masoni A. (coordinatore): "Riduzione dell'inquinamento delle acque dai nitrati provenienti dall'agricoltura", Pisa 2010.

## Interventi previsti

Per attuare le azioni ritenute necessarie sono stati previsti i seguenti interventi:

- Adeguamento degli impianti di depurazione delle acque reflue e completamento delle reti fognarie dei comuni del bacino.
- Allontanamento delle acque trattate o loro trattamento terziario, ed utilizzo delle stesse a fini irrigui, attraverso la realizzazione di una rete di acque industriali.
- Messa in sicurezza delle discariche delle Carbonaie e di Pioppogatto.
- Derivazione dell'acqua dal Fiume Serchio con immissione nel lago di acque prelevate dal fiume per favorire il ricambio idrico e apportare un sostanziale contributo positivo anche alla qualità delle acque. Tale intervento permette un maggior ricambio idrico, migliora il bilancio idrico, apporta un contributo positivo alla soluzione del problema dell'eutrofizzazione.
- Realizzazione di una derivazione per l'immissione dell'acqua del Serchio nel lago di Massaciuccoli
- Fitodepurazione delle acque provenienti dai terreni agricoli, permettendone la depurazione prima che raggiungano i canali di bonifica, migliorando perciò la qualità delle acque di bonifica alla fonte.
- Trappolaggio o sedimentazione della terra che viene dilavata dalle piogge e trascinata dalle acque scolanti.
- Adeguate politiche nel settore agricolo che favoriscono un'agricoltura più adeguata, nelle scelte colturali e delle tecniche operative, alla situazione critica del lago.
- Riallagamento o rinaturalizzazione dei terreni torbosi a più alto indice di subsidenza.
- Migliorare la qualità delle acque del lago anche attraverso la precipitazione dei materiali in sospensione e rimozione dei fondali melmosi ricchi di nutrienti, o loro bloccaggio al suolo.
- Favorire la presenza di pesci che si nutrono di fitoplancton e riduzione numerica dei pesci che si nutrono di zooplancton
- Realizzare un sistema di emissari del lago che entri in funzione in caso di rischio idraulico dovuto a precipitazioni abbondanti, che si stanno manifestando con una certa frequenza.
- Sistema adeguato per contrastare l'ingressione dell'acqua salta dal mare attraverso il canale Burlamacca, data l'inefficienza riscontrata nel sistema delle porte vinciane esistenti. Infatti la vetustà e la non adeguatezza delle porte vinciane permette l'ingressione dell'acqua salina, nella parte inferiore del canale, anche nei momenti in cui il flusso delle acque superficiali è dal lago in direzione del mare.
- Contenere la popolazione delle specie alloctone, in particolare del gambero rosso della Louisiana *Procambarus clarkii*, per i suoi effetti negativi nei confronti della fauna e della flora tipica del lago, e per i danni che potrebbe causare alle arginature presenti, con indebolimento delle stesse e rischio di rotture, non sempre facilmente individuabili preventivamente.
- Gestione delle aree palustri (canneto e falasco) per garantire un habitat ideale per le varie specie di avifauna presenti nel bacino del Massaciuccoli.
- Monitoraggio e gestione della sfagneta.

## **Interventi attuati**

- Dagli anni novanta del secolo scorso, gli interventi attuati sono stati i seguenti:

- Realizzazione delle rete fognaria di Torre del Lago con trasferimento delle acque nere al depuratore di Viareggio, attuata nel comunedi Viareggio.
- Realizzazione del depuratore di Vecchiano con trattamento terziario, realizzato dal comune di Vecchiano.
- Realizzazione del nuovo depuratore di Massarosa e ampliamento della rete fognaria comunale, attuato dal Comune di Massarosa.
- Messa in sicurezza della discarica di Pioppogatto, operata dal Comune di Massarosa.
- Messa in sicurezza della discarica delle Carbonaie, opere parzialmente attuata dal comune di Viareggio.
- Determinazione del bilancio idrologico/idrogeologico del bacino del Massaciucoli da parte dell'Autorità di Bacino del Fiume Serchio.
- Realizzazione, da parte della Regione Toscana, Ufficio del Genio Civile di Pisa, di una derivazione delle acque del Serchio nel lago di Massaciucoli, di portata 250 l/sec. Attivata nel periodo estivo, nel quale il livello dell'acqua nel bacino del Massaciucoli è più basso. L'intervento che si riteneva potesse essere significativo, si è rivelato insufficiente dato il deficit idrico del lago. Si prevede perciò una nuova derivazione di portata maggiore e con effetti più significativi per la qualità delle acque del lago.
- Progetto delle fasce inerbite predisposto, alla fine degli anni novanta, dall'Ente Parco e finanziato dall'autorità di bacino del Serchio. Il progetto consisteva nella realizzazione a fianco delle scoline dei campi di fasce inerbite con funzioni di assorbire i nutrienti e di trattenere la terra dilavata dall'acqua piovana. Per la sua attuazione si prevedeva il coinvolgimento degli agricoltori che erano individuati come gli attuatori e manutentori delle fasce inerbite. Purtroppo l'innovazione contenuta nel progetto non è stata ben recepita, o forse non si è riusciti ad illustrare adeguatamente la portata del progetto, che non trovando il coinvolgimento degli imprenditori agricoli non ha trovato attuazione. Data la situazione di stallo i finanziamenti sono stati ritirati per essere utilizzati in altre situazioni di emergenza dovute a dissesti idrici.
- Promozione di modalità di coltivazione più compatibile attraverso:
  - o Acquisto, da parte dell'Ente Parco Migliarino San Rossore Massaciucoli di due seminatrici su sodo, una per le produzioni autunno-vernine, l'altra per le produzioni primaverili-estive, messe a disposizione degli agricoltori del bacino di Massaciucoli per effettuare semine senza necessità di allentare i terreni con l'aratura. Ciò permette, a parità di produzione, di mantenere compatti i terreni che subiscono meno il fenomeno del dilavamento per le piogge.
  - o Analisi chimica dei terreni, effettuata dall'Università di Pisa su incarico dell'Ente Parco Migliarino San Rossore Massaciucoli, e messa a disposizione agli agricoltori dei risultati e dei piani di concimazione per non disperdere elementi chimici sui terreni, che non utilizzati dalle piantagioni confluiscono poi nelle acque, incrementando l'eutrofizzazione in atto.
  - o Taratura delle barre irroratrici di concimi, effettuata dall'ARSIA e dal Parco, per impedire che un non corretto funzionamento di tali strumenti sia origine di dispersione di concimi, con accumulo di nutrienti non utilizzati dalle colture e costi maggiori per gli agricoltori.
  - o Ricerca e sperimentazione di sistemi colturali alternativi nell'area critica del lago di Massaciucoli, attuata dall'Ente Parco Migliarino San Rossore Massaciucoli attraverso la Scuola Superiore S. Anna e L'Università di Pisa, Centro Interdipartimentale di ricerche agro-ambientali "E. Avanzi".

Lo studio, finanziato dalla Regione Toscana, ha permesso di individuare le colture più adeguate alla situazione critica del lago di Massaciuccoli, evidenziando quelle che richiedono minor quantitativo di acqua di irrigazione e di concimi. A tale studio dovrà far seguito un'adeguata politica di promozione delle colture e delle modalità di coltivazione individuati come i più idonei.

- Presentazione di progetti da parte dell'Ente Parco Migliarino San Rossore Massaciuccoli, in collaborazione con altri Enti, per richiesta di finanziamenti su alcuni programmi comunitari (Life Plus, POR-FERST), per acquistare e rinaturalizzare (riallargare), in alcuni casi con semplice dismissione delle opere di drenaggio delle acque, terreni torbosi nei quali è particolarmente critica la subsidenza.
- Azione sperimentale di dragaggio e selezione dei sedimenti inquinati, nella parte terminale del canale Barra, da parte dell'Ente Parco Regionale Migliarino San Rossore Massaciuccoli, sperimentando la draga "Pneuma" che riduce al minimo le turbolenze e quindi il sollevamento del materiale posto sul fondale.
- Isolamento del Fosso Morto, Canale Punta Grande e Canale Centralino per permettere il miglioramento della qualità delle acque, che per entrare devono attraversare il canneto con un'azione di fitodepurazione. Ciò permette di valutare la capacità di risanamento delle acque senza l'influenza di fattori esterni, cioè senza il continuo apporto di nuovi nutrienti. La sperimentazione non ha dato i risultati sperati perché il materiale per la costituzione delle barriere (tessuto non tessuto) si è rivelato non adeguato a sopportare l'azione dei raggi ultravioletti in condizione di variabilità del livello delle acque. Inoltre il continuo passaggio di barchini ha messo in crisi le "porte" che avrebbero dovuto essere utilizzate solo eccezionalmente.
- Realizzazione sperimentale di enclosures per azioni di biomanipolazione della catena trofica. Le enclosures sono state realizzate fisse o flottanti con lo scopo di rendere gli spazi interni inaccessibili per poter attuare la sperimentazione. Si è constatata la migliore riuscita del sistema flottante che garantisce una maggiore capacità di isolamento e una adattabilità alle diverse condizioni atmosferiche che ne impediscono la messa in crisi. La sperimentazione ha ottenuto la chiarificazione della colonna d'acqua contenuta all'interno delle enclosures, attraverso l'assenza di correnti che sollevano il materiale depositato nel fondale e l'introduzione di *Daphnia magna* per limitare il fitoplancton quale causa di torbidità, permettendo quindi il ritorno di una catena trofica vitale.
- Divieto di pesca dei pesci fitoplanctivori.
- Convenzione con i pescatori per la cattura ed asportazione dal lago di pesci zooplanctivori (e per il gambero rosso della Louisiana), per permettere la ricrescita dello zooplancton nelle acque del lago. Poiché la convenzione era a costo zero, i pescatori avevano il guadagno nella vendita del pesce. La diffusione della microcistina e la presenza in quantitativi superiori alla norma stabilita per il consumo umano, hanno fatto emettere divieti di pesca, mettendo in crisi questa soluzione.
- Acquisto di terreni palustri per poter effettuare gli interventi di miglioramento ambientale senza le limitazioni spesso poste dai proprietari, che in alcuni casi alla lunga hanno impedito il buon esito delle azioni intraprese, come nel caso sopra descritto dell'isolamento di alcuni grandi fossi. L'Ente Parco ad oggi ha acquisito in proprietà circa 270 ha di terreni palustri nel bacino di Massaciuccoli.
- Campagna di ricerca per la definizione della diagenesi sedimentaria, la ricostruzione della evoluzione dello stato trofico del bacino, l'individuazione di opportuni interventi di

risanamento previa valutazione dei possibili impatti derivanti dall'ambiente bentonico da interventi di flocculazione dei nutrienti, attuata da ARPAT e CNR.

- Adeguamento della fossa della Bufalina come emissario del lago dotandolo di idrovore per il sollevamento delle acque, permettendo così un rapido deflusso delle stesse e impedendo l'interrimento delle foce del canale, problema che storicamente ha impedito il corretto funzionamento della Bufalina come emissario del lago. Il funzionamento delle idrovore risponderà ad esigenze di contrastare il rischio idraulico con pericolo di esondazione delle acque del lago. L'intervento attuato dal Consorzio di bonifica Versilia Massaciuccoli è completato.
- Costruzione da parte della Provincia di Lucca di una chiusa sul canale Burlamacca, per precludere l'ingresso di acqua salata, in ausilio alle porte vinciane, che non riuscivano più a svolgere tale funzione. La chiusa è ad alzata verticale a partire dal fondo, così da poter essere regolata in base ai flussi delle acque. Essere completamente chiusa ed impedire il transito delle acque, quando il livello del mare è superiore a quello del lago, essere parzialmente alzata quando il livello del lago è superiore a quello del lago permettendo così la fuoriuscita delle acque in esubero dal bacino del Massaciuccoli, senza che in contemporanea si abbia l'ingresso di acqua salata di mare nella parte inferiore del canale.
- Controllo della popolazione del gambero rosso della Louisiana *Procambarus clarkii*, attraverso convenzioni stipulate dall'Ente Parco con alcuni pescatori che commercializzavano poi il pescato. Questo ha permesso di regolare la popolazione della specie. Ma negli ultimi anni è stata individuata una quantità di microcistina all'interno del gambero che ha superato i limiti previsti dalla legge per la commercializzazione del prodotto. Sono stati quindi emanati da parte dei comuni rivieraschi divieti di pesca, che ha messo in crisi il meccanismo di controllo individuato.
- Gestione del canneto e della sfagneta adeguata alle esigenze dell'avifauna, attraverso tagli a macchia di leopardo per permettere la permanenza di vaste aree di vegetazione ad età differenziate specie vegetali disetanee. La presenza di estese aree ecotonali con possibilità per l'avifauna di reperire aree di rifugio in prossimità di aree di alimentazione crea un ambiente particolarmente favorevole alle specie.
- Monitoraggio costante e interventi mirati per eradicare le piante che tendono ad invadere l'area della sfagneta.
- Realizzazione di una torre di controllo per l'avifauna e per prevenire azioni non consentite nell'area del lago di Massaciuccoli e nelle zone a maggior interesse naturalistico.

## **Interventi da attuare**

Gli interventi che si ritengono necessari per il risanamento del lago e non ancora attuati sono i seguenti:

- Dismissione del depuratore di Vecchiano e trasferimento delle acque nere raccolte al depuratore di San Jacopo, a Pisa, dopo il suo adeguamento. Per questi lavori sono state reperite le risorse finanziarie, ed i lavori sono in corso.
- Interventi di adeguamento sulla pompa di rilancio della fognatura che conduce le acque nere da Torre del lago al depuratore di Viareggio.

- Interventi di adeguamento della rete fognaria in alcune aree del comune di Viareggio e del comune di Massarosa.
- Acquedotto industriale per l'utilizzo delle acque trattate a fini irrigui, con particolare attenzione alle attività florovivaistiche.
- Completamento della messa in sicurezza della discarica delle Carbonaie. I lavori dell'ultimo lotto sono da poco iniziati.
- Realizzazione di una condotta e delle opere necessarie per il trasferimento di quantitativi significative delle acque del Serchio nel bacino del Massaciuccoli. È prevista una portata di 3 mc/sec. Il progetto è in fase di predisposizione da parte della Provincia di Pisa. Sono stati trovati i finanziamenti necessari attraverso un accordo quadro tra Ministero dell'Ambiente, Regione Toscana e tutti gli Enti interessati.
- Fasce inerbite. Prevedere la sua attuazione attraverso un preventivo coinvolgimento degli agricoltori e la ricerca di finanziamenti. In alternativa prevedere forme di fitodepurazione delle acque prima della loro immissione nel bacino del Massaciuccoli, e modalità per fermare il materiale terroso dilavato dalle acque piovane, per contrastare il fenomeno di erosione dei terreni e di interrimento del lago.
- Adeguate politiche agricole, da attivare da parte della Regione Toscana, per favorire le modalità colturali e le coltivazioni risultate più adeguate nello specifico studio per il lago di Massaciuccoli.
- Progetto sperimentale di riallagamento e fitodepurazione delle acque, da parte del Consorzio di bonifica Versilia Massaciuccoli, di un terreno posto in comune di Vecchiano, nel quale la subsidenza ha raggiunto valori considerevoli.
- Estendere progressivamente le azioni di biomanipolazione per ampliare con acqua chiarificata nelle quali può ritornare una catena trofica vitale.
- Attuare la precipitazione dei materiali in sospensione e la successiva rimozione dei fondali limosi o in alternativa fissarli al suolo per impedire che le correnti rimettano in circolo nelle acque tali materiali, provocando una torbidità delle stesse e un proliferare di fitoplancton.
- Eradicazione o forte diminuzione del del gambero rosso della Louisiana *Procambarus clarkii*, prevedendo non più la sua commercializzazione, oggi impedita dalla presenza nel suo corpo di microcistina sopra i limiti consentiti per il consumo umano, ma altre forme di utilizzo o, se non possibile diversamente, la sua distruzione.
- Gestione costante del canneto e del falasco attraverso tagli a macchia di leopardo.
- Monitoraggio ed interventi di protezione della sfagneta.

## **Risultati e lezioni apprese**

I risultati ottenuti dal lavoro sino ad oggi intrapreso, al di là dei singoli interventi attuati come sopra descritti e dei risultati puntuali ottenuti, sono stati:

- Porre al centro dell'attenzione lo stato di salute del lago di Massaciuccoli, non solo a livello locale ma anche a livello regionale e nazionale.
- Passare dalla posizione della critica ad azioni concrete di miglioramento per le condizioni del lago.

- Approfondire la conoscenza delle problematiche del bacino del Massaciuccoli, individuare le cause e le dinamiche che ne sono all'origine.
- Sperimentare tecniche per un miglioramento effettivo dell'ambiente.

Dall'esperienza di questi anni si è appreso che la soluzione di problemi di risanamento ambientale possono avvenire solo con il coinvolgimento degli Enti e della popolazione residente o che ha interessi nel territorio. Un approccio diverso rischia di vanificare gli sforzi e rendere inefficaci le azioni, come è avvenuto nel caso del progetto delle fasce inerbite, o di non permettere che gli studi, le sperimentazioni e gli interventi siano patrimonio comune ed esperienza acquisita per la comunità. Inoltre si è dimostrato non corretto indicare, in casi complessi, una sola causa come quella dirimente, pur riconoscendo che alcuni fattori hanno un peso maggiore, occorre operare a tutto campo individuando delle priorità.

Inoltre è utile una visione a tutto campo e a lungo termine, che nell'affrontare i problemi tenga conto delle azioni e delle necessità successive. L'acquisto dei terreni, finanziato dalla Regione Toscana con i fondi per le aree protette, ha permesso di smorzare sul nascere contrasti sulle modalità di attuazione di alcuni progetti, oltre ad aver posto le premesse di una corretta gestione naturalistica delle aree.

## Riferimenti bibliografici

- Cenni M. (a cura): "Eutrofizzazione nel lago di Massaciuccoli. Atti del convegno "Problemi di eutrofizzazione e prospettive di risanamento del lago di Massaciuccoli" - Massarosa dicembre 1992. Risultati del primo anno di ricerche". Pisa, 1994.
- Cenni M. (a cura): "Lago di Massaciuccoli 13 ricerche finalizzate al risanamento. 2 contributo" Pisa 1997.
- AA.VV. "Il risanamento del lago di Massaciuccoli" Firenze, 1999.
- Regione Toscana: "Piano Regionale di Azione Ambientale della Toscana 2004-2006. La via dell'eco-efficienza", Firenze 2003.
- Silvestri N., Gorreri L. (a cura): "La qualità delle acque superficiali ad uso irriguo nel comprensorio del Massaciuccoli. I risultati di una prima indagine territoriale". Pisa 2006.
- Regione Toscana: "Piano regionale di azione ambientale (PRAA) 2007-2010" B.U.R.T. Parte Seconda n. 19 del 9.5.2007 Supplemento n. 57.
- Masoni A. (coordinatore): "Riduzione dell'inquinamento delle acque dai nitrati provenienti dall'agricoltura", Pisa 2010.