

TITOLO DELLA RICERCA

Studio preliminare sull'acquifero dunale del Parco Regionale della Maremma.

Data inizio: 21 luglio 2015

Responsabile: Prof. Massimo Salleolini, Dipartimento di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente, Università degli Studi di Siena.

Collaboratori: Prof. Roberto Rigati, Dott. Samuele Francalacci, Dott. Daniele Chies.

DESCRIZIONE

La zona costiera della pianura di Grosseto è caratterizzata da una serie di cordoni dunali su cui è insediata una fascia di pineta a pino marittimo e domestico e che ospitano una falda freatica; in tale area è nota da tempo la presenza di settori a diverso grado di salinizzazione delle acque sotterranee a seguito di fenomeni di intrusione marina. Le stesse problematiche sono rilevabili anche nella fascia costiera del Parco Regionale della Maremma (PRM), soprattutto nei settori Pineta Granducale, dune costiere, foce dell'Ombrone e Palude della Trappola.

In generale, l'intrusione marina nella falda può essere associata a:

- a) emungimento tramite pozzi con conseguenti abbassamento della superficie piezometrica e sollevamento dell'interfaccia acqua dolce/acqua salata e/o richiamo in superficie di acqua fossile intrappolata nei sedimenti;
- b) influenza dei canali di bonifica e degli impianti idrovori che, attivando un processo di drenaggio forzato, portano anch'essi ad un abbassamento della superficie piezometrica;
- c) inondazione della zona retrodunale durante le mareggiate e successiva infiltrazione di acqua marina nella falda.

Nel caso del PRM, l'assenza di prelievi idrici significativi mediante pozzi porta ad escludere questa causa come fattore importante di salinizzazione, come avviene invece per la maggior parte del settore costiero grossetano. All'interno del Parco è presente invece una fitta rete di canali artificiali, di cui alcuni recentemente ripristinati nella sua porzione meridionale ed interessati da drenaggio forzato delle acque da parte dell'idrovora S. Paolo; quest'ultima potrebbe quindi costituire l'elemento responsabile dell'accelerazione del fenomeno di insalaminamento della falda conseguente all'abbassamento della superficie piezometrica.

L'obiettivo generale della ricerca è quindi quello di valutare il grado e la variabilità stagionale dell'intrusione marina nella falda dunale, ponendo le basi per la migliore gestione di questa fondamentale risorsa idrica sotterranea per l'intero ecosistema locale.

MATERIALI E METODI

Al fine di comprendere la dinamica dell'intrusione marina nella falda è necessaria la rilevazione dei carichi idraulici e della salinità totale nell'acqua sotterranea sulla base di misure realizzate in un'apposita rete di monitoraggio distribuita sull'area da indagare. Tale rilevazione è stata definita attraverso l'individuazione di siti logisticamente idonei in termini di accessibilità (strade e sentieri percorribili con gli automezzi) nei periodi climatici più sfavorevoli in modo da garantire il monitoraggio anche durante la stagione umida; è pertanto da segnalare che, per il momento, non è stato possibile realizzare piezometri nelle zone paludose della Trappola.

Una volta individuati questi siti, si è proceduto alla realizzazione di 14 piezometri (P_x), a cui sono stati poi aggiunti le due captazioni realizzate per l'alimentazione delle vasche degli ab-

beveratoi ai piedi del rilievo calcareo (VA_x), per un totale di 16 punti di osservazione (vedi figura). Su tale rete sono poi iniziate le campagne per il rilevamento della soggiacenza della falda e dei suoi principali parametri chimico-fisici, con cadenza solitamente bi-trimestrale a partire da ottobre 2015.



Al fine di conseguire una ricostruzione attendibile della rete di flusso all'interno di un acquifero è imprescindibile la realizzazione di carte ad isopiezometriche, principale strumento interpretativo dell'idrogeologia quantitativa; è da sottolineare che, nelle zone a basso gradiente idraulico e con significative variazioni della quota altimetrica anche a brevi distanze (come solitamente accade nelle zone dunali), risulta spesso necessario determinare con precisione centimetrica la quota assoluta del piano di campagna accanto ai tubi piezometrici realizzati per la misurazione del livello di falda. Una metodologia topografica con modalità GNSS e livellazione geometrica dal mezzo è stata messa a punto proprio all'interno del PRM con l'obiettivo di conseguire una determinazione dei dati plano-altimetrici della locale rete di monitoraggio piezometrico tale da assicurare un'elevata accuratezza nella ricostruzione della rete di flusso ed una conveniente velocità di esecuzione.

RISULTATI

A tutt'oggi sono state così realizzate 14 campagne di rilevamento piezometrico e della temperatura e conducibilità elettrica dell'acqua di falda; a marzo e settembre 2017 sono stati prelevati 13 campioni d'acqua nella maggior parte dei piezometri ed in alcuni punti significativi per la determinazione degli ioni maggiori (Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , Cl^- , SO_4^{--} , HCO_3^-) ed alcuni minori (NO_3^- , PO_4^{3-} , Br^- , F^-).

L'analisi dei dati finora raccolti ha messo in evidenza i seguenti aspetti principali, che guideranno le attività future della ricerca:

- i valori piezometrici presentano un notevole arretramento, rispetto alla linea di costa, dell'isolinea che rappresenta un carico idraulico uguale a zero e da questa tutte le isopiezometriche verso il mare hanno valori negativi, mettendo in evidenza la presenza di un importante e persistente fenomeno di intrusione marina;
- la rete di flusso si presenta morfologicamente uniforme e con un flusso sempre proveniente dai rilievi calcarei dell'Uccellina e diretto verso la confluenza dei collettori principali e quindi anche dell'idrovora San Paolo e della foce dell'Ombrone.

Quest'ultimo aspetto supporta l'ipotesi che le opere di canalizzazione delle acque, e soprattutto le loro modalità di funzionamento, influiscano in modo decisivo sul locale fenomeno di intrusione marina, come ipotizzato da Francalacci (2016) e Chies et al. (2017).

I risultati finora ottenuti sono stati oggetto sia di pubblicazione scientifica:

Chies D., Fantozzi P.L., Francalacci S., Rigati R. & Salleolini M. (2017) - *Metodi topografici per la ricostruzione dettagliata della piezometria nelle aree costiere: il caso del Parco Regionale della Maremma (Toscana meridionale)*. *Geologia Tecnica & Ambientale*, 3/2017, 51-66.

che di tesi di laurea:

Francalacci S. (2016) - *Studio idrogeologico dell'acquifero dunale della pianura di Grosseto*. Tesi di Laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie Geologiche, Università degli Studi di Siena, A.A. 2015-2016, Relatore Prof. M. Salleolini, Correlatore Prof. R. Rigati.

Chies D. (2017) – *Livellazione GNSS e geometrica, nel Parco Regionale della Maremma, per la ricostruzione della superficie piezometrica della falda dunale*. Tesi di Laurea in Geotecnologie, Università degli Studi di Siena, A.A. 2015-2016, Relatore Prof. M. Salleolini, Correlatori Proff. P.L. Fantozzi, R. Rigati.

Giunta F. (2018) - *Rilevamento idrogeologico dell'acquifero dunale del Parco della Maremma*. Corso di Laurea in Scienze Geologiche, Università degli Studi di Siena, A.A. 2017-2018, Relatore Prof. M. Salleolini, Correlatore Prof. R. Rigati.

PROSEGUIMENTO

È in corso di realizzazione un nuovo piezometro nel settore settentrionale (tra i piezometri n. 2, 3 e 6) al fine di migliorare la ricostruzione della rete di flusso in una zona caratterizzata dal disseccamento della pineta; è prevista anche l'installazione di un altro piezometro nel settore occidentale (tra i piezometri n. 13 e 14 ed il fiume Ombrone) per monitorare un'area attualmente non coperta dalla rete di monitoraggio.

È già stato realizzato un nuovo piezometro nei pressi della battigia tra la foce dell'Ombrone e il parcheggio di Marina di Alberese, su cui verrà installato un *datalogger* per il monitoraggio in continuo della quota del livello marino con un'accuratezza in linea con i dati finora acquisiti; tale strumento consentirà anche la misurazione in continuo della temperatura e della conducibilità elettrica dell'acqua. Si prevede pure di installare uno strumento simile all'interno della pineta per valutare l'impatto delle oscillazioni di marea all'interno della falda e la trasmissività del materiale acquifero.

Si auspica pure di poter realizzare nella pineta una perforazione di 20/30 m di profondità al fine di determinare la granulometria ed il contenuto fossilifero dei sedimenti dunali.