

**SOCIETÀ CANTONIERA CAVALLARA S.R.L.
VIA OSTELLATO 9/A, MIGLIARINO (FE)**



Monitoraggio e modellazione numerica a densità variabile a supporto della proposta di variante al PAE del Comune di Ostellato (Ferrara)

Integrazioni al report finale



Consorzio Futuro in Ricerca

04/07/2025

Autori:

Prof. Leonardo Piccinini (Responsabile Scientifico)
Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e della Prevenzione, Università di Ferrara

Dott.ssa Geol. Valentina Vincenzi

1 Premessa

Nell’ambito del Provvedimento Autorizzativo Unico (PAU) ai sensi del Capo III della LR 04/2018 comprensivo di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) e con valenza di variante urbanistica al PAE del Comune di Ostellato, relativo alla modifica del “Progetto di coltivazione e sistemazione della Cava Cavallara” ubicata in località Cantoniera Cavallara di Ostellato (FE) – Ditta proponente la Soc. Cantoniera Cavallara S.r.l., l’Agenzia Regionale per la Prevenzione, l’Energia e l’Ambiente dell’Emilia-Romagna (ARPAE), valutata la documentazione resa disponibile dal Comune di Ostellato ed acquisita con PG/2025/90543 del 16/05/2025, con SD 179991/2025 del 12/06/2025 ha richiesto alcuni chiarimenti in merito agli elaborati del PAU. In particolare, per quanto riguarda l’elaborato 12, vale dire lo studio idrogeologico dal titolo: “Monitoraggio e modellazione numerica a densità variabile a supporto della proposta di variante al PAE del Comune di Ostellato (Ferrara) – Report finale, ottobre 2023” (CFR per Cantoniera Cavallara, 2023) ha richiesto chiarimenti in merito ai seguenti punti:

1. si richiede di riportare una descrizione più dettagliata delle possibilità modellistiche di inserimento del lago all’interno del modello numerico rispetto a quanto riportato in sintesi (metodo diretto e metodo indiretto) richiamando gli elaborati degli anni precedenti (pagine 131-132);
2. relativamente ai dati di bilancio da modello simulazioni C1-C4 e P1-P3, si chiede di descrivere a quale zona del modello è attribuibile la voce di bilancio CHD IN ed interpretare il risultato del modello in questo caso (pagina 153 e tabella 6.8, 6.10, 6.12, 6.14, 6.17, 6.20, 6.23).

Nel seguito vengono presentate le risposte in merito ad entrambi i punti, ad integrazione del documento originale.

1.1 Chiarimenti relativi al primo punto

Le simulazioni numeriche di flusso a densità variabile realizzate in più fasi sul sito estrattivo denominato Cantoniera Cavallara e descritte nei documenti: CFR pe Magnani (2006), CFR per Cantoniera Cavallara (2009) ed in ultimo in CFR per Cantoniera Cavallara (2023) hanno tutte avuto come obiettivo la valutazione degli effetti della realizzazione, estensione ed approfondimento del lago di cava sullo stato di salinizzazione delle acque sotterranee nell’area in oggetto. I risultati delle simulazioni numeriche sono sempre stati validati attraverso fasi di monitoraggio che hanno riguardato il carico idraulico e la salinità delle acque sotterranee. Tutti i dati acquisiti hanno confermato quanto previsto, vale a dire che l’escavazione della sabbia ha prodotto una cavità che si è progressivamente riempita di acqua sotterranea dal momento in cui lo scavo ha raggiunto la zona satura, dando luogo al suddetto lago di cava. Il livello idrometrico del lago è di norma inferiore al carico idraulico presente nell’area prima della sua creazione, per cui esso svolge un’azione prevalentemente drenante nei confronti dell’acquifero ospitato entro il primo litosoma sabbioso. Questo è sostanzialmente dovuto a due processi: l’asportazione della matrice solida (sabbia) e l’effetto dell’evaporazione dell’acqua dalla superficie del lago. Mentre l’asportazione della matrice solida è un fenomeno irreversibile, il drenaggio operato dall’evaporazione sulla superficie del lago subisce variazioni nel corso dell’anno, arrivando ad annullarsi nei periodi più piovosi in cui l’azione del lago nei confronti dell’acquifero può periodicamente divenire alimentante. Nonostante ciò, i dati di monitoraggio sono concordi nell’individuare, su base annua, un’azione prevalentemente drenante da parte del lago.

La modellistica idrogeologica prevede tre tipologie di condizioni al contorno: (i) di primo tipo o di Dirichlet con cui, nelle celle di discretizzazione, il carico idraulico viene imposto dal modellista mentre il flusso è libero e viene calcolato dal codice numerico durante la simulazione, (ii) di secondo tipo o di Neumann, con cui nelle celle viene imposto il flusso ed il carico idraulico è lasciato libero e viene calcolato dal codice numerico e (iii) di terzo tipo o di Cauchy, con cui il flusso nelle celle è parzialmente vincolato, in quanto viene calcolato dal codice numerico in funzione della differenza tra il carico idraulico ed un livello di riferimento prestabilito, imposto dal modellista. Tipicamente, nei modelli numerici di flusso, l'interazione tra le acque superficiali e sotterranee viene riprodotta utilizzando condizioni al contorno di terzo tipo. Questa condizione richiede la conoscenza del livello idrometrico nel corpo idrico (fiume o lago) ed una stima delle perdite carico che si verificano al passaggio dell'acqua tra i due mezzi attraverso il parametro di conduttanza. Tale modalità di rappresentazione dell'interazione lago-acquifero, nel documento CFR per Cantoniera Cavallara (2023), viene denominata indiretta perché non tiene conto di nessuno dei due fenomeni sopradescritti (asportazione della matrice ed evaporazione) ma viceversa necessita di un parametro che ne descrive il risultato finale (livello idrometrico). Tale modalità è peraltro giustificata dal fatto che nono disponibili formule analitiche che permettano di prevederne il valore, soprattutto in un lago in costante evoluzione quale quello in oggetto.

Un approccio numerico alternativo è quello che nel documento in questione viene denominato diretto che, invece, ricorre all'assegnazione di proprietà idrodinamiche tali da indurre una sicura diminuzione del carico idraulico nelle celle corrispondenti al lago, per tenere conto dell'asportazione della matrice solida, e l'applicazione alle stesse di una condizione di secondo tipo che riproduce la differenza tra gli afflussi (precipitazione) ed i deflussi (evaporazione) su base annua. Questo metodo, secondo il parere di chi scrive, è decisamente preferibile a quello indiretto ed è stato utilizzato in tutte le simulazioni realizzate fino ad oggi sul sito estrattivo denominato Cantoniera Cavallara.

In tal senso, è necessario segnalare che nel documento oggetto di richiesta di chiarimento da parte di ARPAE (CFR per Cantoniera Cavallara, 2023), alla pagina 132, la frase finale del paragrafo 6.2 contiene un refuso che modifica completamente il senso della frase. La modalità di riproduzione dei potenziali effetti del lago in tutte le simulazioni realizzate fino ad ora è sempre stata quella di tipo diretto, per cui la frase corretta diviene: *“Non avendo a disposizione formule analitiche che permettano di prevedere il livello del lago al termine dello scavo e non potendo considerare esaustivi i dati di livello idrometrico acquisiti fino ad oggi (Par. 3.7; CFR per Cantoniera Cavallara, 2009; CFR per Cantoniera Cavallara, 2017), a causa delle differenze di estensione e profondità rispetto allo scavo in progetto, si ritiene che, anche in questo caso, la modalità più efficace per la riproduzione dei potenziali effetti del lago sia quella di tipo **diretto**, che peraltro ha già dato riscontri positivi nelle simulazioni precedenti (CFR pe Magnani, 2006; CFR per Cantoniera Cavallara, 2009)”*.

1.2 Chiarimenti relativi al secondo punto

CHD è l'acronimo utilizzato per la condizione al contorno di primo tipo (constant head package) applicata su tutti i layer lungo i limiti nord-orientale e sud-occidentale del dominio di modellazione con valore pari a -2.5 m s.l.m. (Figura 6.6 e Figura 6.7a in CFR per Cantoniera Cavallara, 2023). In tutte le simulazioni di calibrazione e verifica (C1-C4) e in quelle previsionali (P1-P3) la condizione al contorno di primo tipo ha un comportamento prevalentemente drenante su entrambi i limiti a causa del gradiente idraulico che si genera tra la rete idrografica (canali Navigabile e Circondariale) ed i bordi NE e SO del dominio di modellazione (Figura 6.19, Figura 6.23, Figura 6.27, Figura 6.34, Figura 6.37 e Figura 6.40 in CFR per Cantoniera Cavallara, 2023).

A questo fanno eccezione le celle a cui è associata la condizione di primo tipo nei layer più profondi dove, a causa della differenza di densità, si registra un'inversione del flusso e l'ingresso di acqua salata all'interno del dominio. Questo comportamento, peraltro, permette lo sviluppo di un'interfaccia acqua dolce-salata congrua con i dati di monitoraggio acquisiti nel corso degli anni. Tutto ciò è registrato nel bilancio di tutte le simulazioni attraverso le voci CHD IN (flusso in ingresso dalle condizioni di primo tipo) e CHD OUT (flusso in uscita dalle condizioni di primo tipo), con la prima che è sempre di almeno un ordine di grandezza inferiore rispetto alla seconda.

Ad ulteriore chiarimento, si segnala un refuso nella Tabella 6.14, in cui alla voce CHD OUT è erroneamente associato un valore di portata negativo (-21.64 L/s), anziché positivo come richiesto dal bilancio della simulazione.

Ferrara, 04/07/2025

Prof. Leonardo Piccinini



Dott.ssa Geol. Valentina Vincenzi



Riferimenti bibliografici

- Consorzio Futuro in Ricerca per Società Cantoniera Cavallara S.r.l. (2023). *Monitoraggio e modellazione numerica a densità variabile a supporto della proposta di variante al PAE del Comune di Ostellato (Ferrara) – Report finale, ottobre 2023*. Report inedito, autori: Leonardo Piccinini e Valentina Vincenzi, 13/10/2023.
- Consorzio Futuro in Ricerca per Società Cantoniera Cavallara (2017). *Studio idrogeologico di aggiornamento sull'area della Cava Cantoniera Cavallara (San Giovanni di Ostellato, FE), in risposta alle prescrizioni di cui al punto H.22 dell'Autorizzazione Convenzionata all'Attività Estrattiva prot. N° 4563 del 25/03/2013*. Report inedito, autori: Valentina Vincenzi e Leonardo Piccinini, 07/08/2017.
- Consorzio Ferrara Ricerche per Società Cantoniera Cavallara (2009). *Monitoraggio idrogeologico e modellazione numerica del flusso a differente salinità nel sito di San Giovanni di Ostellato (FE) in relazione ad un progetto di attività estrattiva di inerti, Fase II – In corso d'opera, Relazione Finale*. Report inedito, autori: Alessandro Gargini, Leonardo Piccinini e Valentina Vincenzi, 27/07/2009.
- Consorzio Ferrara Ricerche per Magnani Sas (2006). *Monitoraggio idrogeologico e modellazione numerica del flusso a differente salinità nel sito di San Giovanni di Ostellato (FE) in relazione ad un progetto di attività estrattiva di inerti, Relazione finale*. Report inedito, autori: Alessandro Gargini, Leonardo Piccinini, Valentina Vincenzi, Igor Maccanti, 11/12/2006.