



Eni SpA

Raffineria di Livorno

Bioraffineria Livorno

[ID_VIP: 9362] Studio di Impatto Ambientale

Risposta alle Richieste di Integrazioni
Appendice 3: Implementazione del modello
numerico della falda freatica

Progetto: n° 2226321

Identificatore: Int_MASE_App3

REV.	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	VALIDATO	DATA
0	Prima Emissione	D. Baldi	V. Capiaghi (HPC) A. Iacobini	A. Cappellini (HPC)	Gennaio 2024

IMPLEMENTAZIONE DEL MODELLO NUMERICO DELLA FALDA FREATICA

**PREDISPOSTA SULLA BASE DELLA PLANIMETRIA PRELIMINARE LAVORI CIVILE E DETTAGLIO PALO
E PLATEE DI FONDAZIONE AREE BIORAFFINERIA**

Sito

Raffineria di Livorno
Via Aurelia, 7
Collesalveti (LI), loc. Stagno

Progetto N.: HPC_231125_GW_MOD_PALI
Data: 04 dicembre 2023

Preparato da: Daniele Baldi

Approvato da: Alessio Iacobini

INDICE

1	PREMESSA	1
2	UBICAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO	2
3	IMPLEMENTAZIONE MODELLISTICA.....	4
4	RISULTATI	6
5	CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI	12

TAVOLE

TAVOLA 1: PIEZOMETRIA ANTEOPERAM (LAYER 1)

TAVOLA 2: PIEZOMETRIA POST OPERAM (LAYER 1)

TAVOLA 3: PIEZOMETRIA POST OPERAM (LAYER 3)

TAVOLA 4: ISODIFFERENZE TRA PIEZOMETRIA POST OPERAM ED ANTEOPERAM (LAYER 1)

1 PREMESSA

Il presente elaborato, redatto dalla Earthwork su incarico della HPC S.r.l. costituisce l'implementazione del modello numerico sviluppato per la Raffineria Eni di Livorno dal Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università La Sapienza di Roma (nel seguito UniRoma1), a cura del Prof. Marco Petitta, [rif. "*Modello numerico densità dipendente 3D per il dimensionamento del barriera idraulico*" (giugno 2016) e "*Modello numerico densità dipendente 3D per il dimensionamento del barriera idraulico e Valutazione dell'interconnessione idrogeologica tra diversi livelli acquiferi da test con traccianti e dati isotopici - Documento di risposta alla nota del MATTM 0019242/STA del 19/10/2016*" (giugno 2017)].

Scopo dell'implementazione del modello è quello di valutare la perturbazione sul regime di flusso nella falda freatica derivante dalla presenza di una serie di strutture in sottoterraneo (pali e platee di fondazione) previste dal progetto di sviluppo del sito che prevede la realizzazione di impianti di Bioraffineria nella porzione nord e sud della Raffineria.

Le caratteristiche delle fondazioni di progetto dell'impianto (dimensioni, numero e profondità dei pali, profondità delle platee) sono state ricavate dagli elaborati progettuali comunicati da HPC, sulla base delle informazioni ricevute da Eni.

Nei capitoli seguenti sono descritte nello specifico le elaborazioni svolte ed i risultati dello studio modellistico.

2 UBICAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO

Nelle seguenti figure sono riportate le ubicazioni dell'area di intervento e dei piloni di fondazione, su base CTR 1:10.000 (coordinate chilometriche in Gauss Boaga Fuso Ovest).

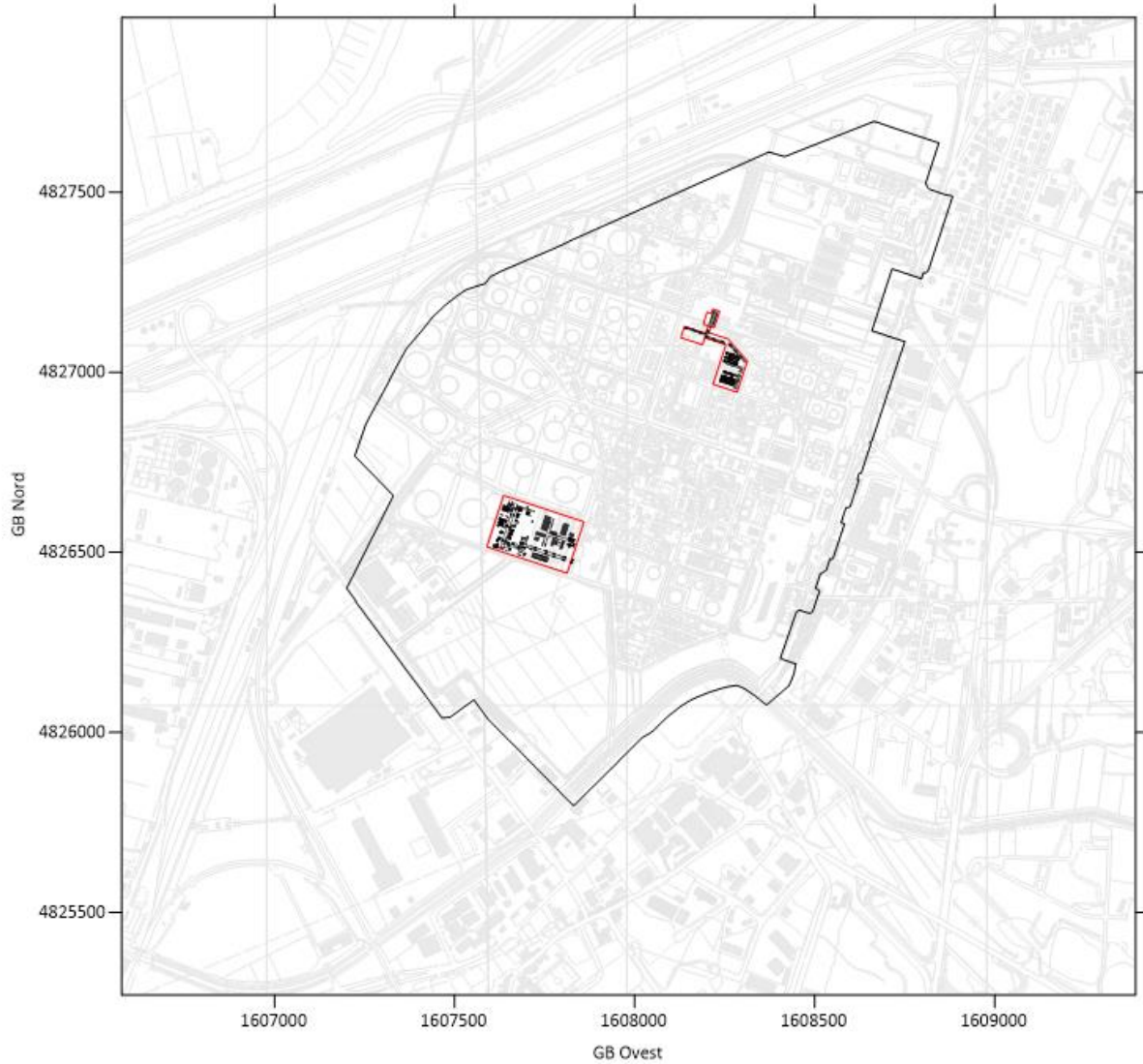


Figura 2-1: Ubicazione area di intervento (riquadro rosso)

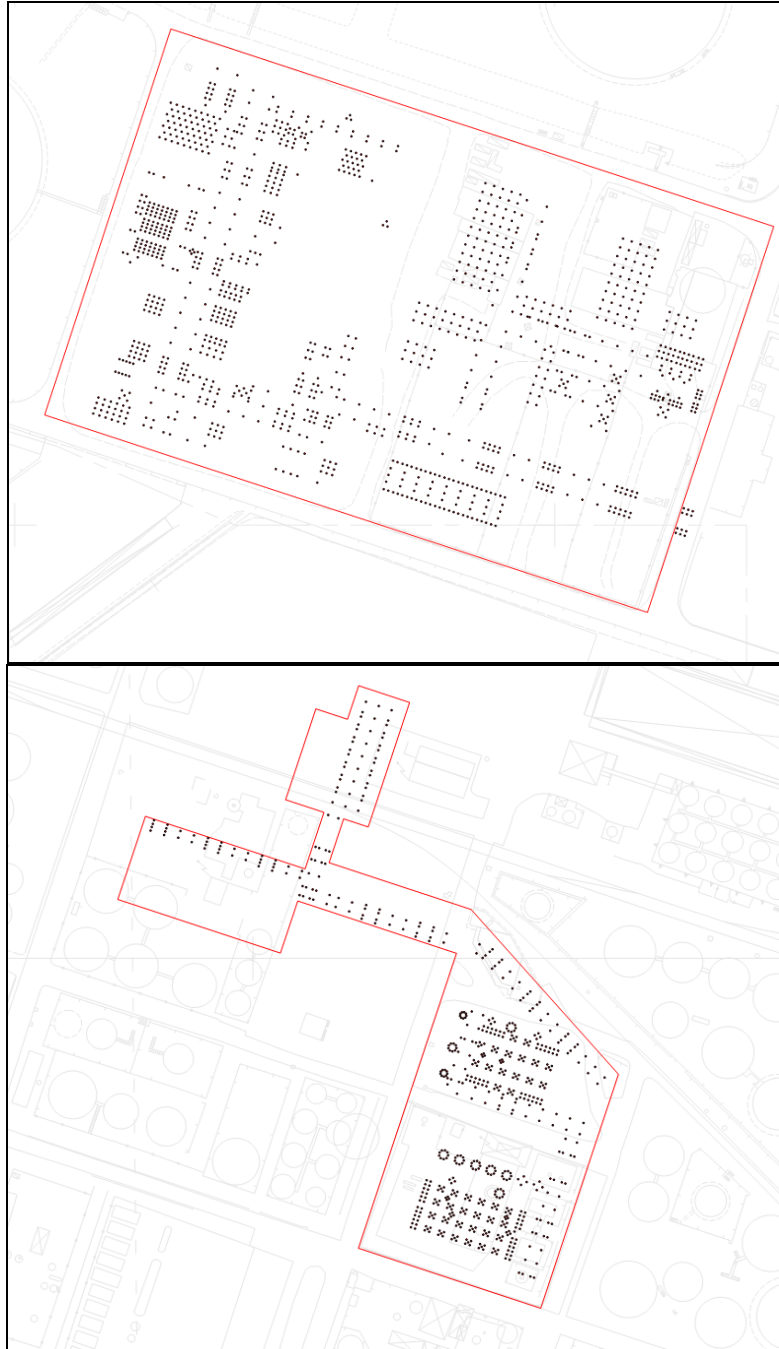


Figura 2-2: Ubicazione area di intervento con particolare dei piloni di fondazione (cerchi rossi)

3 IMPLEMENTAZIONE MODELLISTICA

L'implementazione del modello numerico in essere, è stata svolta in regime stazionario per il solo flusso, quindi non considerando il trasporto densità dipendente.

Per la descrizione specifica del modello in essere, quindi relativamente le condizioni al contorno ed alle proprietà idrauliche del mezzo saturo, si rimanda alla relazione modellistica contenuta nel "*Modello numerico densità dipendente 3D per il dimensionamento del barriera idraulico*" di giugno 2016.

Per l'implementazione in oggetto è stata applicata una condizione al contorno del II tipo (a flusso nullo) in corrispondenza delle celle di calcolo corrispondenti con i piloni di progetto (fino alla base del modello) e delle platee (fino alla profondità di circa 5.3 m.p.c, corrispondenti sostanzialmente ai layer 1 e 2).

Nello specifico, secondo quanto riportato nella documentazione tecnica comunicata da HPC, i piloni avranno diametro compreso tra 0.450 e 0.600 metri ed interesseranno uno spessore compreso tra 10 e 27 metri; pertanto, è stata riformulata la griglia di calcolo in corrispondenza dei piloni in modo tale da avere celle di calcolo con lato pari a 1.5 metri (a livello cautelativo si è scelto di operare con celle con lato maggiore rispetto al diametro nominale dei piloni).

L'infittimento della griglia di calcolo, non essendo possibile secondo il consueto approccio con griglie strutturate, essendo la variazione dimensionale richiesta troppo alta (da 25 a 1.5 metri di lato per singola cella) e quindi onerosa sia in termini dei tempi di calcolo e della instabilità numerica, è stata svolta con una griglia destrutturata, utilizzando il codice di calcolo MODFLOW 6 USG (<https://www.usgs.gov/software/modflow-6-usgs-modular-hydrologic-model>) secondo lo schema chiamato "quadtree refinement".

Nelle seguenti figure è riportata la rappresentazione planare della nuova griglia di calcolo.

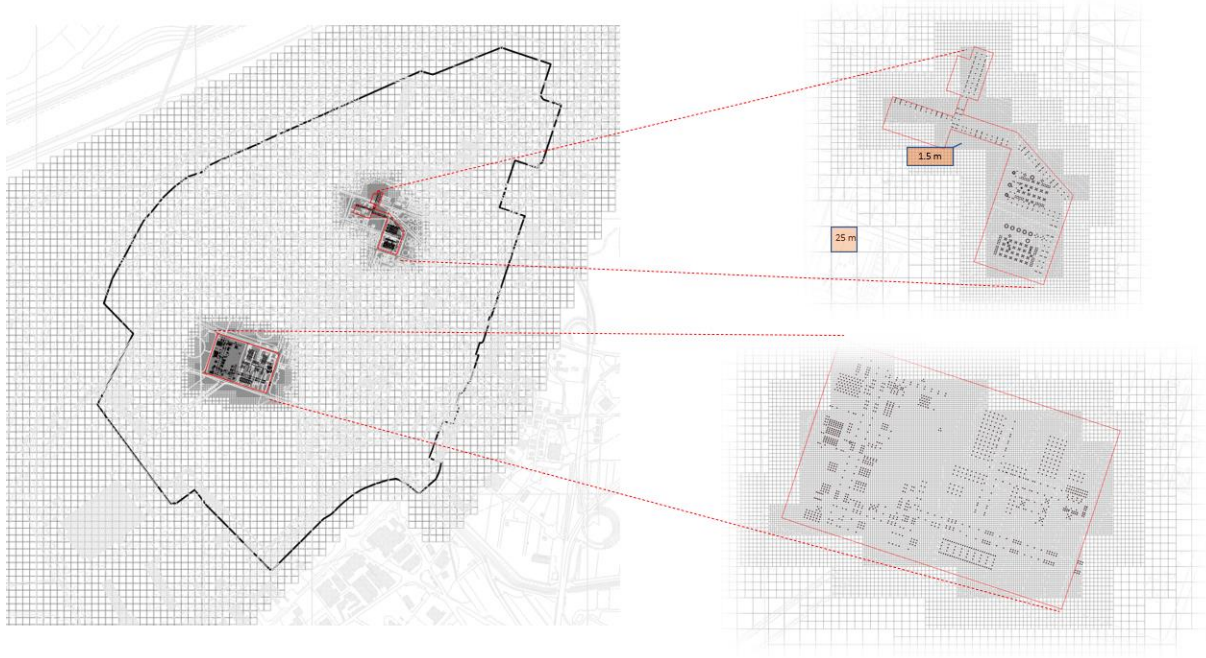


Figura 3-1: Griglia di calcolo "quadtree"

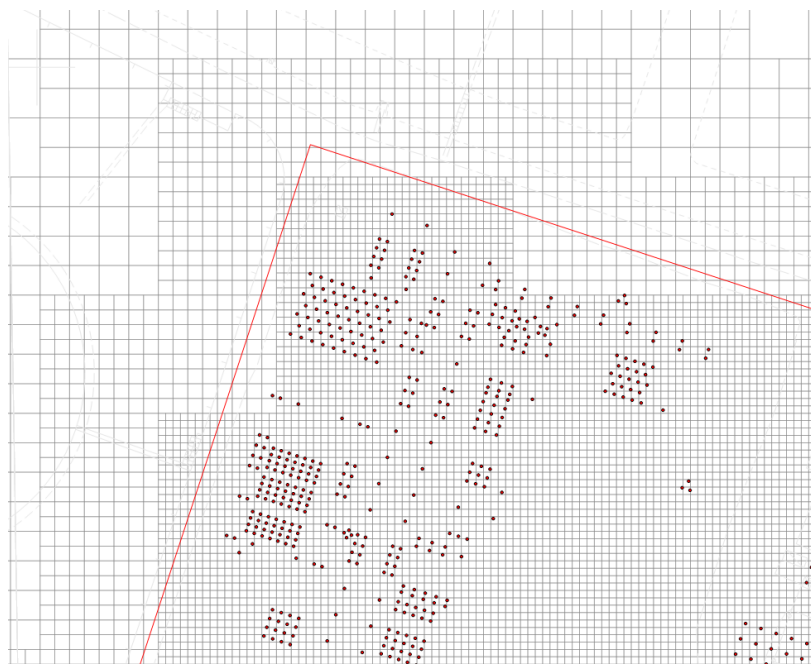


Figura 3-2: Particolare della griglia di calcolo "quadtree" (in rosso i piloni di fondazione)

4 RISULTATI

Le figure seguenti mostrano le isodifferenze tra la condizione post ed ante operam, quindi i valori negativi rappresentano i settori in cui i carichi idraulici diminuiscono a seguito della presenza delle opere in sotterraneo: nella figura 4.1 sono riportate le isodifferenze relative al layer 1 (livello di applicazione della platea), mentre nella figura 4.2 le isodifferenze nel 3 layer (al di sotto della platea).

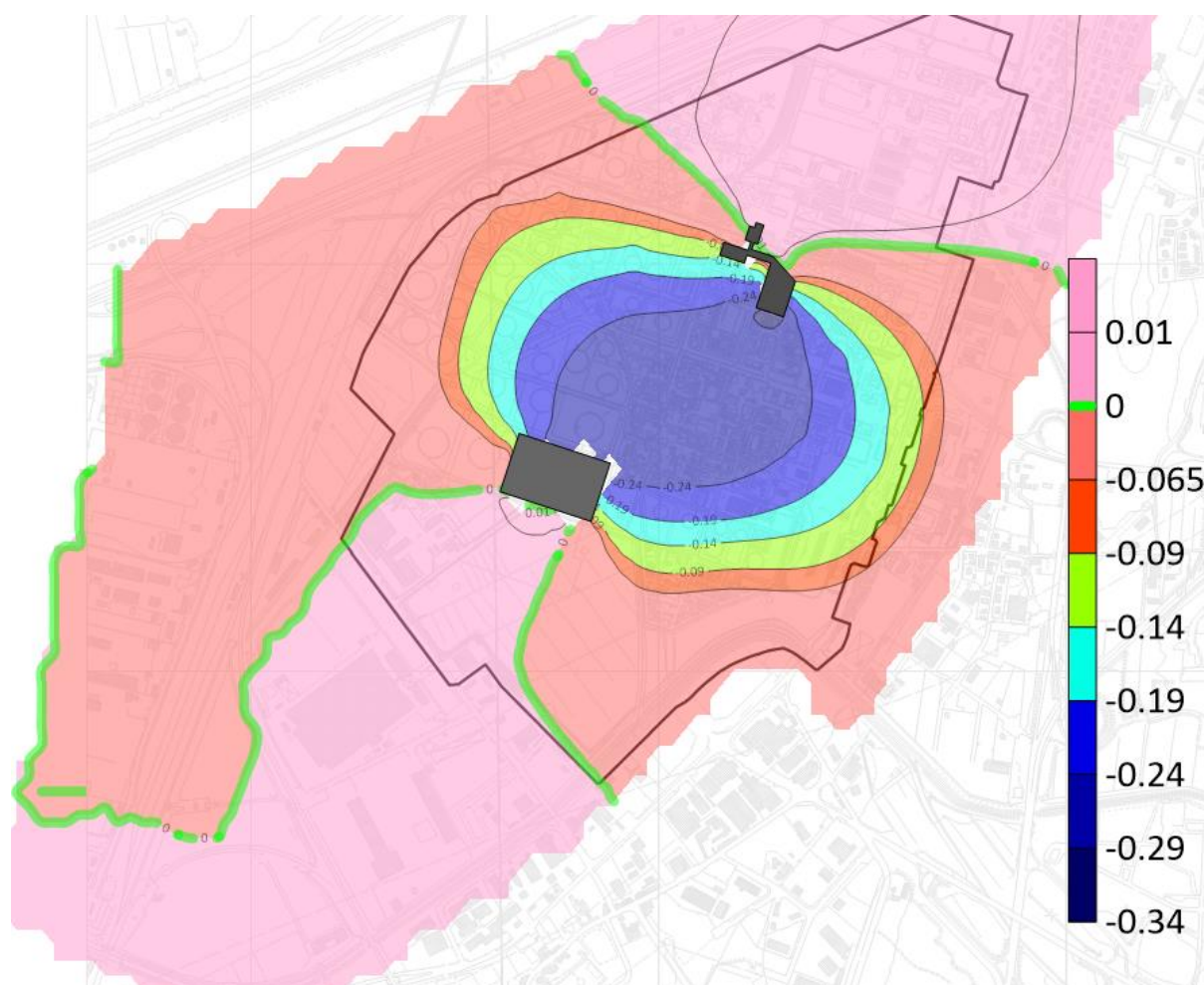


Figura 4-1: Differenza in metri dei carichi idraulici tra la condizione post ed ante operam (unità di misura in metri), layer 1.

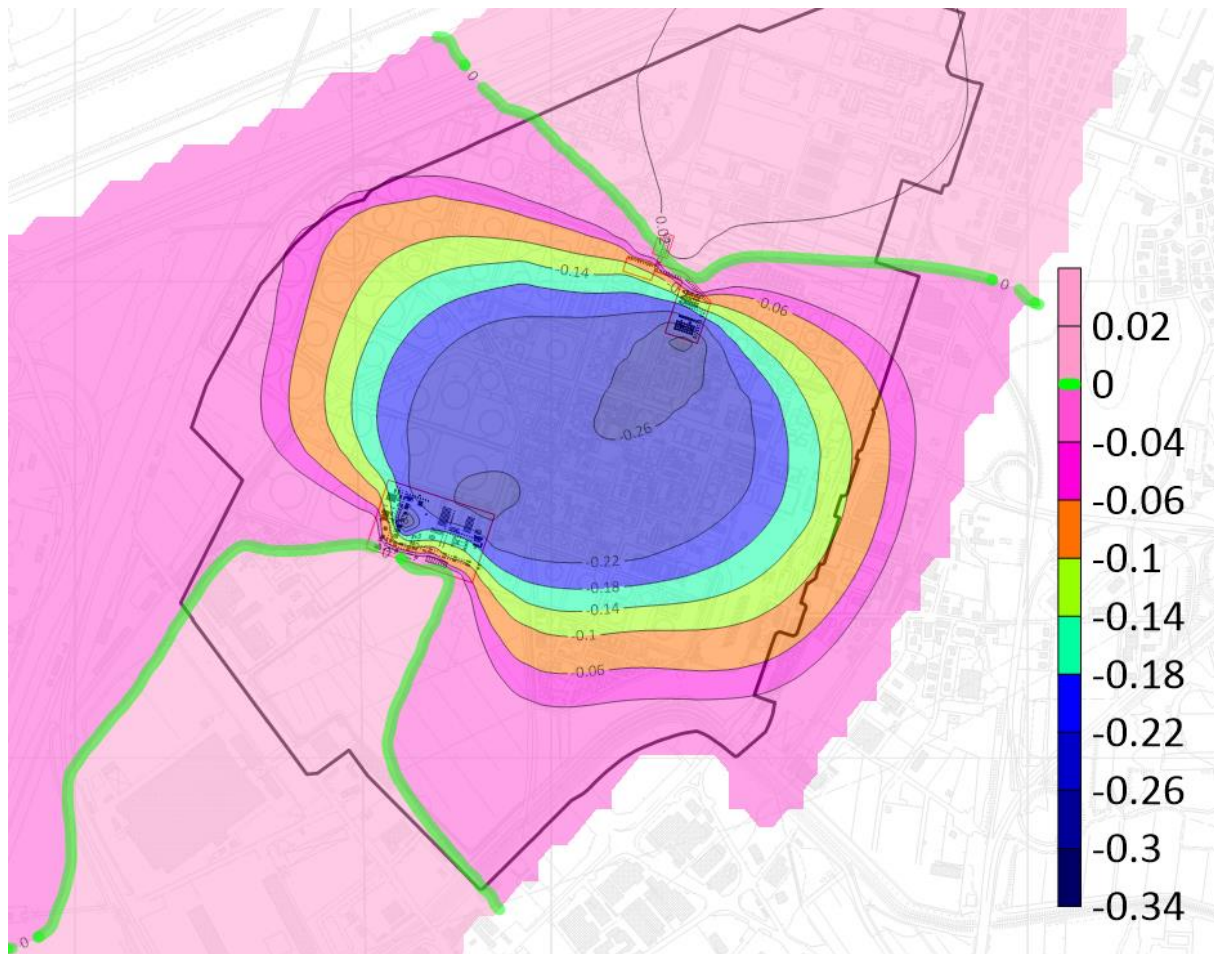


Figura 4-2: Differenza in metri dei carichi idraulici tra la condizione post ed ante operam (unità di misura in metri), layer 3.

Nelle figure seguenti è riportato il campo di moto ricostruito per i layer 1 e 3 nelle condizioni post operam: si evidenzia il mantenimento dei controgradienti e delle aree di catture del barrieramento idraulico.

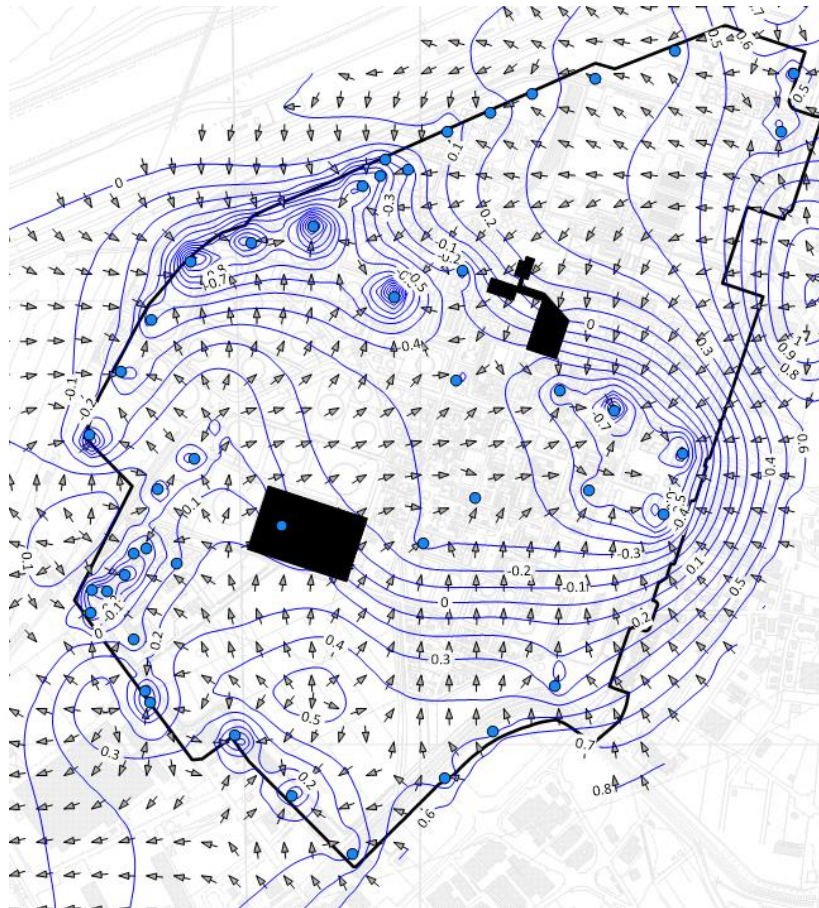
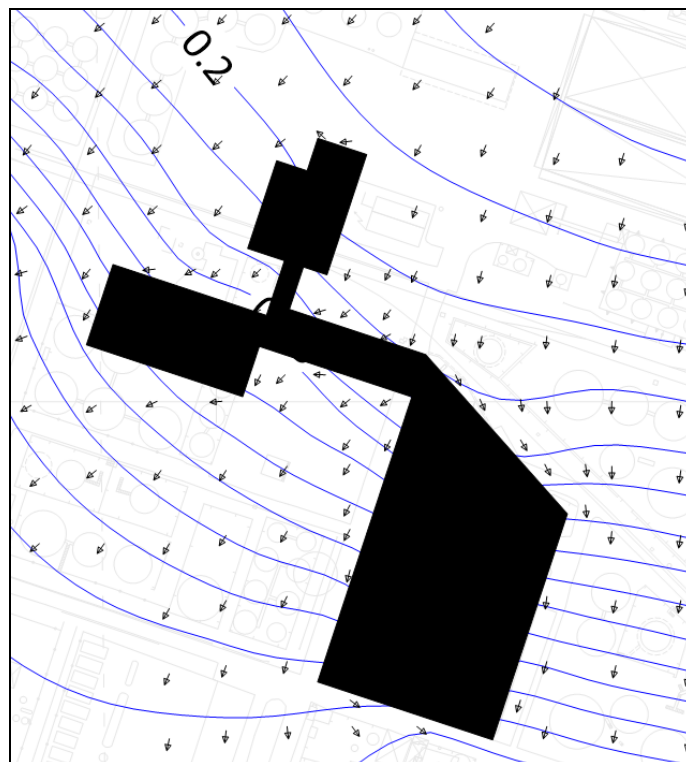


Figura 4-3: Piezometria post operam layer 1 (quote in m.slm).



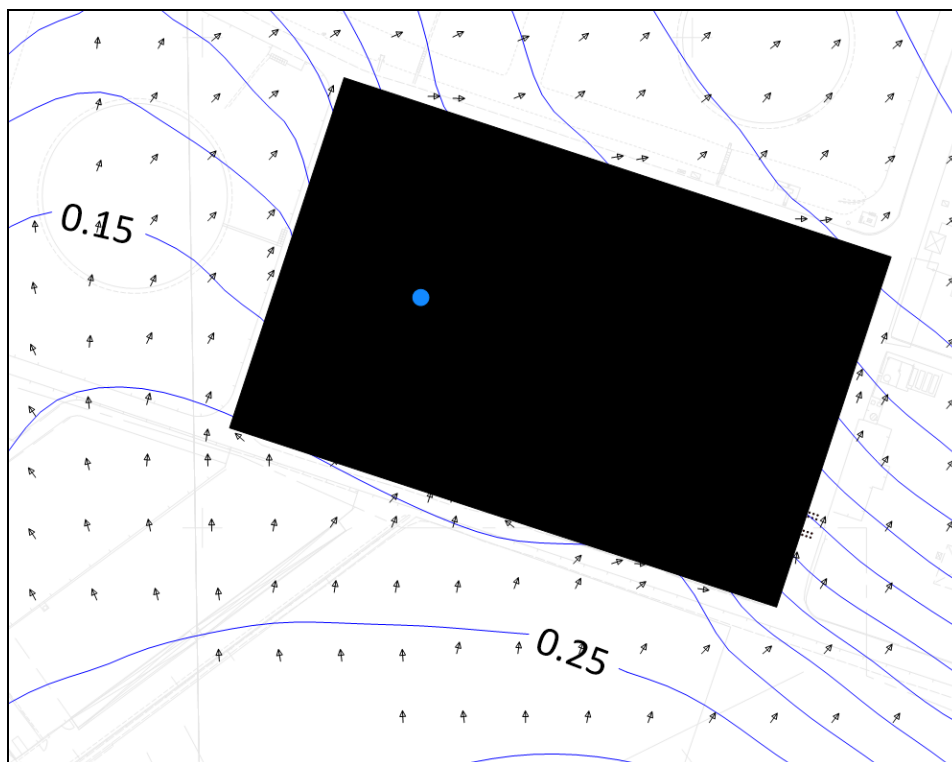


Figura 4-4: Particolari vettori direzione deflusso layer 1, piezometria post operam.

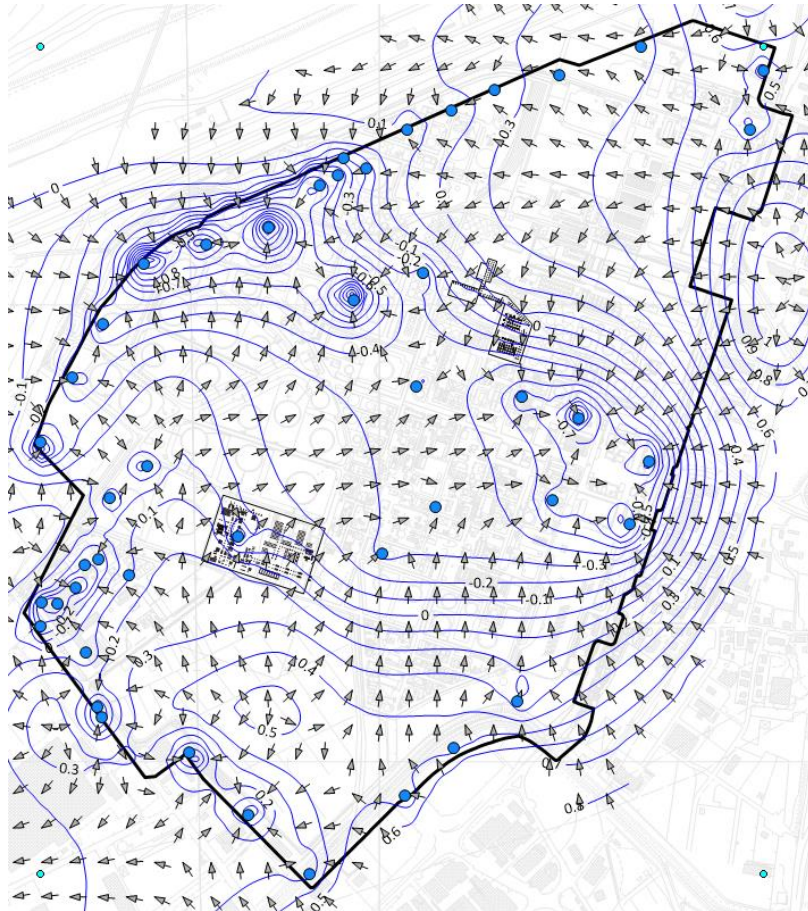
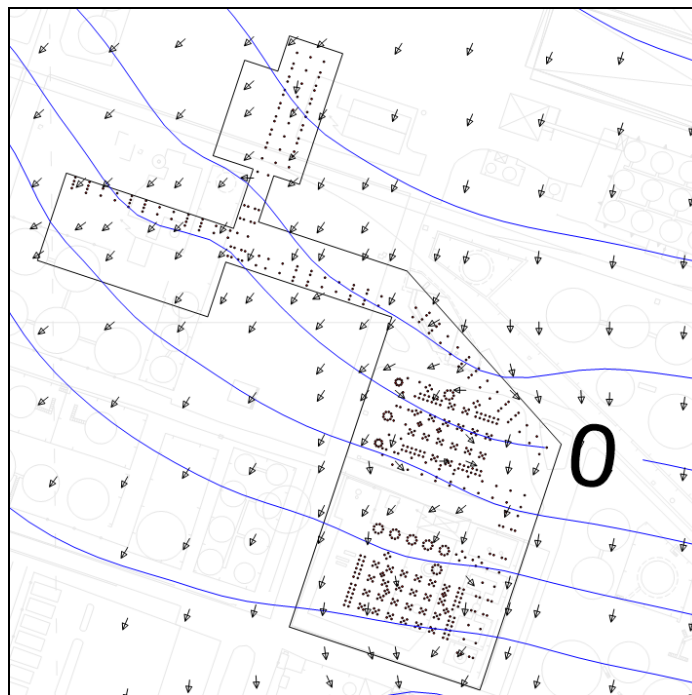


Figura 4-5: Piezometria post operam layer 3 (quote in m.slm).



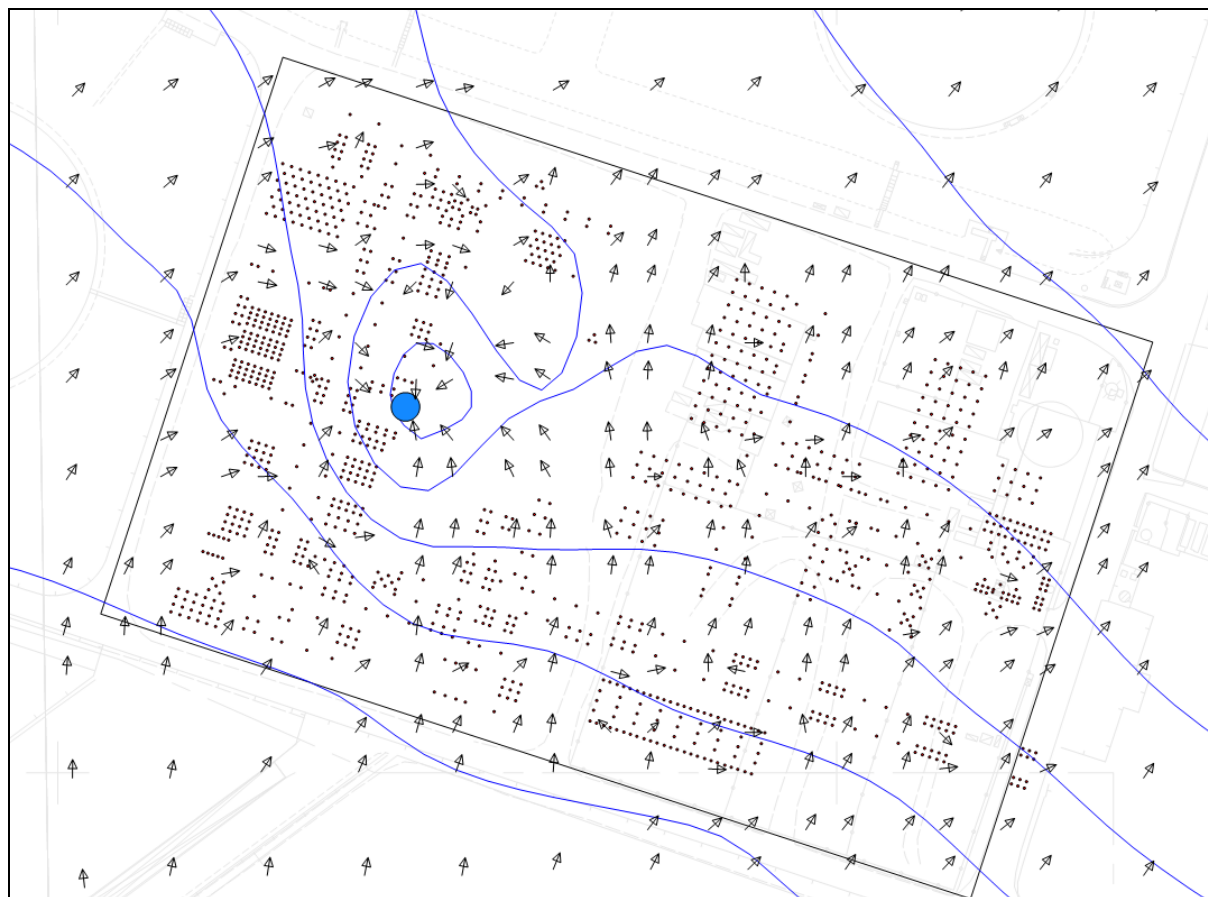


Figura 4-6: Particolari vettori direzione deflusso layer 3, piezometria post operam.

I risultati della simulazione svolta, mostrano come la presenza delle opere in sotterraneo (pali e platee), perturbino in modo non sostanziale il campo di moto della falda, producendo un abbassamento dei livelli di falda nell'area centrale dello stabilimento, con valore massimo pari a circa 0.25 metri.

5 CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI

Al fine di valutare la perturbazione sul regime di flusso nella falda freatica derivante dalla presenza di una serie di strutture in sotterraneo (pali e platee di fondazioni) previste dal progetto di riqualificazione dell'area, è stato implementato il modello numerico in essere attraverso una rimodulazione della griglia di calcolo secondo lo schema geometrico definito "quadtree", che ha permesso di ricostruire celle di calcolo con lato pari a 1.5 metri, quindi coerenti e con un approccio cautelativo con il diametro nominale dei pali di fondazione, inferiore al metro, mantenendo la stessa stabilità numerica del modello in essere.

Nello specifico, l'implementazione del modello è stata svolta con una griglia destrutturata, utilizzando il codice di calcolo MODFLOW-6.

È stato quindi calcolato il campo di moto della falda superficiale considerando la presenza dei piloni di fondazione e delle platee e confrontandolo con quello *ante operam*: la perturbazione provocata dalle opere in sotterraneo è circoscritta nell'area centrale del sito con magnitudo pari a circa 0.25 metri come diminuzione dei carichi idraulici della falda, da cui in realtà deriva un miglioramento, se pur marginale, dell'efficienza idraulica del barrieramento; sono confermati i controgradienti e le aree di catture del barrieramento idraulico.

In sintesi, sulla base dei risultati modellistici, è possibile affermare che la perturbazione sulla falda freatica indotta dalla interposizione delle opere in sotterraneo non comporta variazioni sostanziali del campo di moto della falda e quindi nessuna variazione delle aree di cattura del barrieramento idraulico.

I calcoli svolti sono validi se sono rispettate le seguenti condizioni:

- diametro massimo dei piloni pari a 1.5 metri;
- numero e disposizione dei piloni secondo quanto comunicato da HPC, sulla base delle informazioni ricevute da Eni;
- assenza di deflussi dalla falda confinata a quella superficiale a carattere freatico: in tal senso si raccomanda di utilizzare tutte le precauzioni possibili al fine di evitare, durante le fasi di perforazione, che la falda confinata sia messa in contatto idraulico con quella superficiale;
- regime di deflusso della falda freatica compatibile con quello utilizzato per il modello idrogeologico concettuale.

TAVOLA 1

PIEZOMETRIA ANTEOPERAM (LAYER 1)

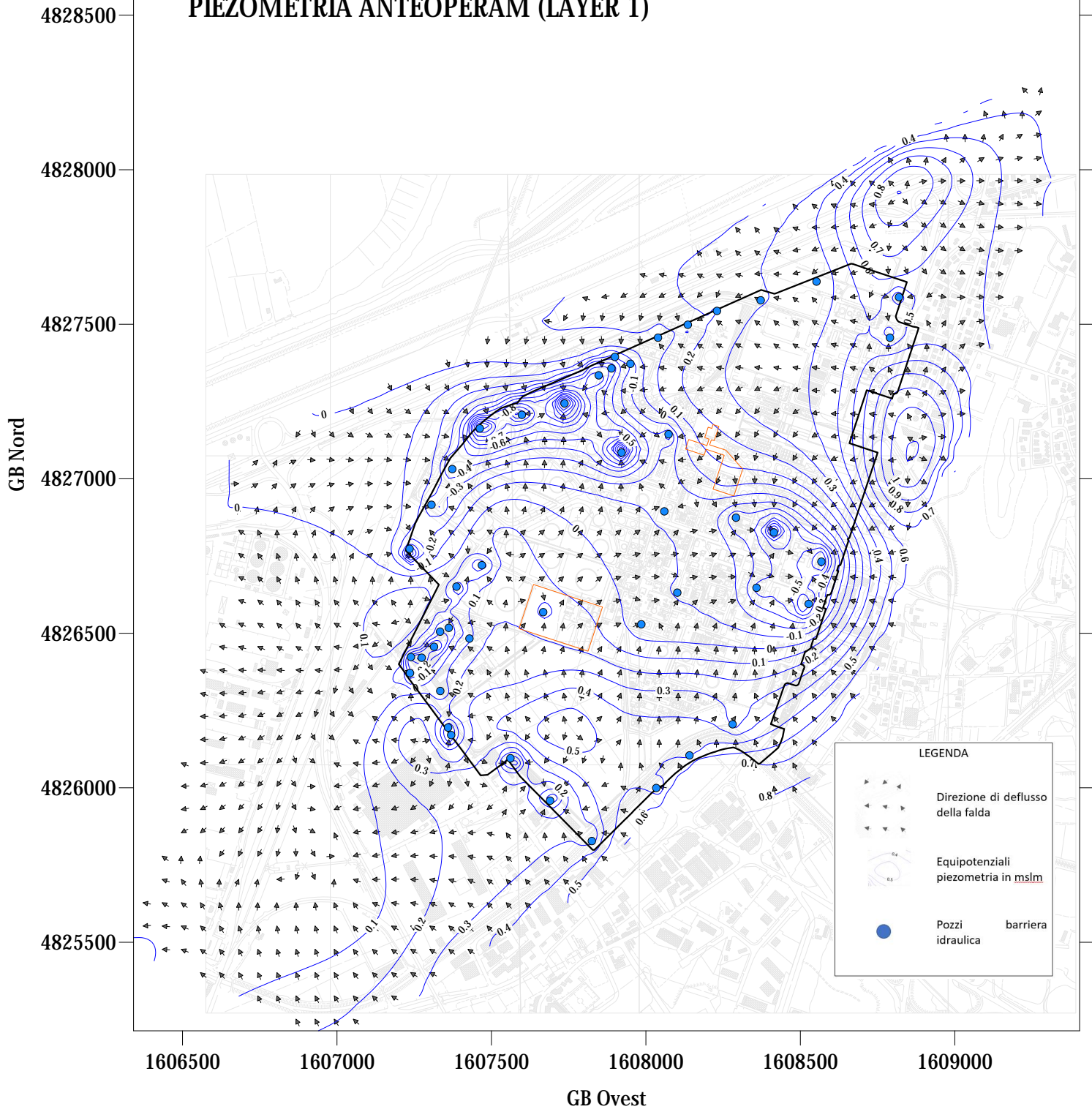


TAVOLA 2

PIEZOMETRIA POSTOPERAM (LAYER 1)

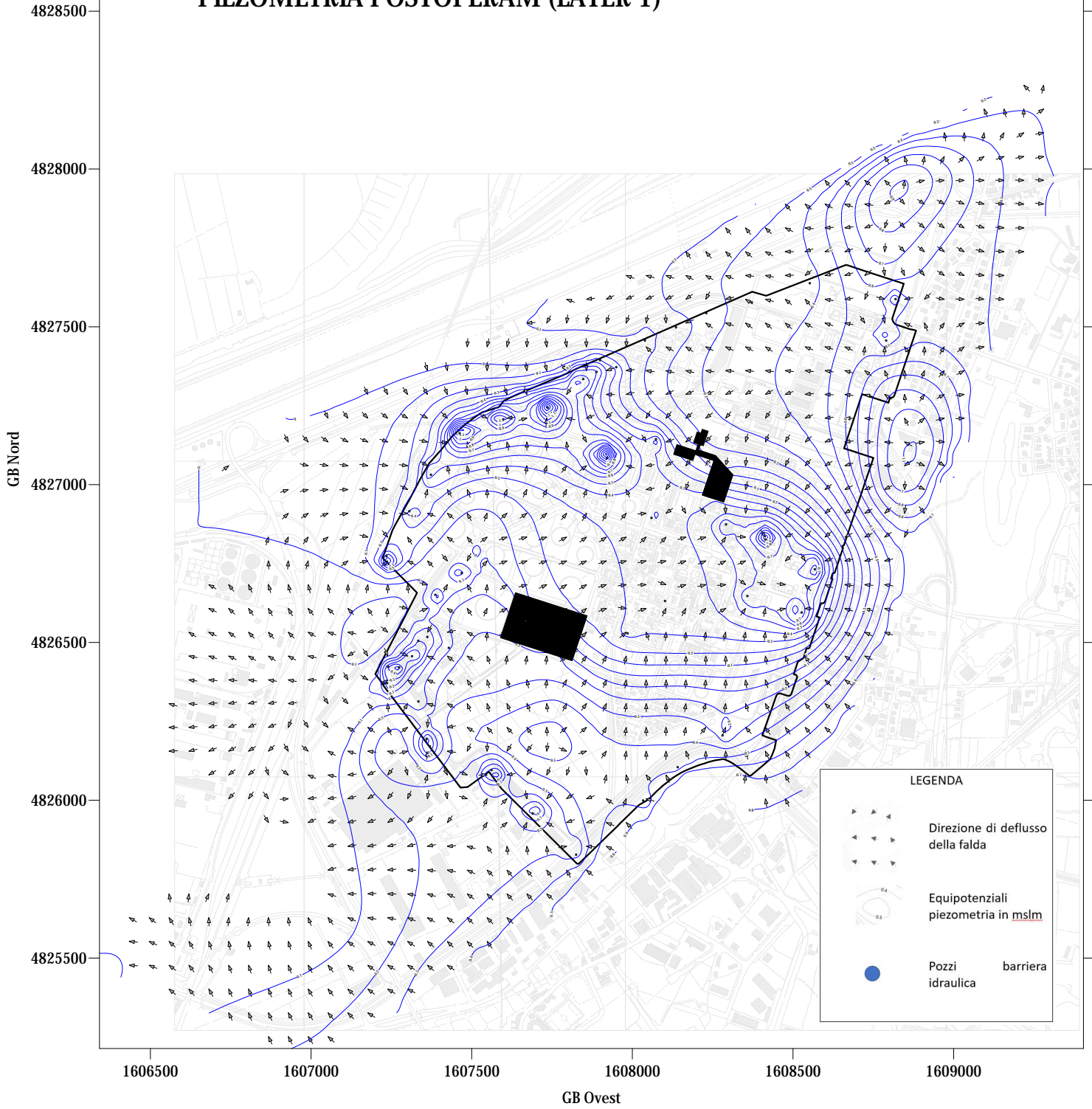


TAVOLA 3

PIEZOMETRIA POSTOPERAM (LAYER 3)

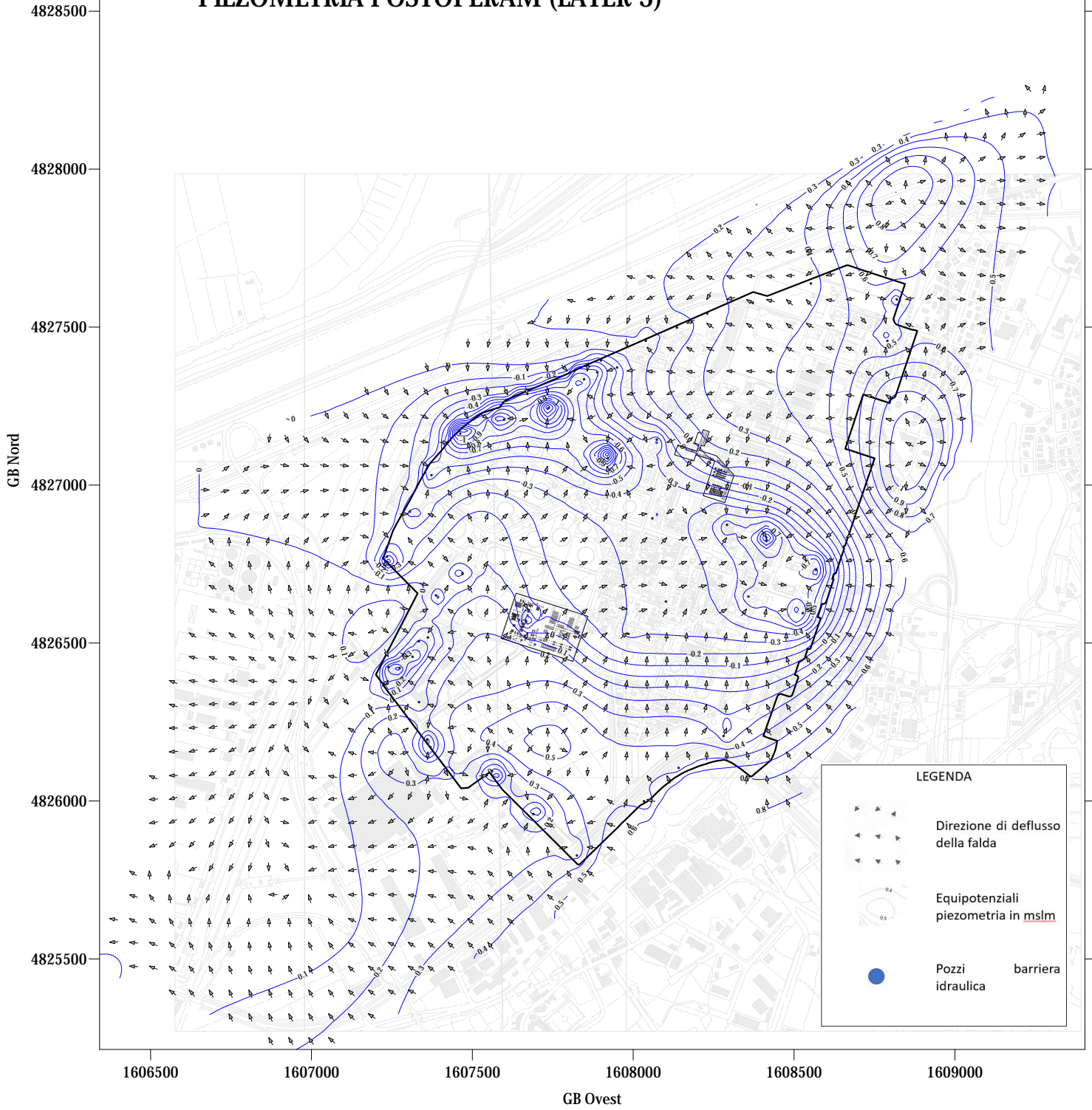


TAVOLA 4

ISODIFFERENZE TRA LA PIEZOMETRIA POST E ANTE OPERAM (LAYER 1)

