

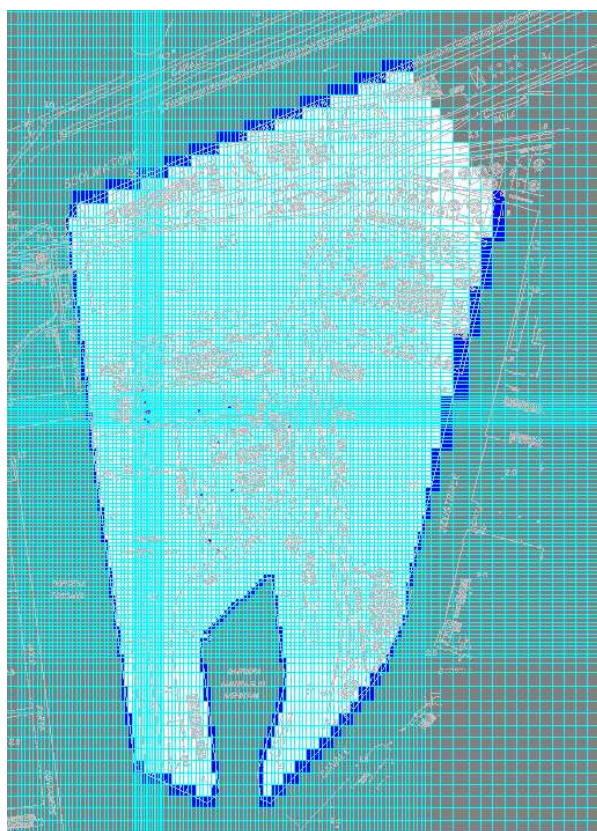
Modello di Flusso e di Trasporto di Contaminanti per il SIN (Sito di Interesse Nazionale) di Livorno

Nell'ambito del piano di messa in sicurezza della falda sottostante il SIN di Livorno si è reso necessario realizzare un modello di flusso e trasporto di contaminanti per il dimensionamento dello sbarramento idraulico. Poiché il SIN si trova nell'area portuale della città, tale vicinanza con la linea di costa ha comportato la necessità di verificare l'effetto del grado di salinità dell'acqua sulle condizioni di flusso della falda.

È stata eseguita una verifica dei modelli di flusso della falda già eseguiti con il codice alle differenze finite MODFLOW mediante l'interfaccia grafica Groundwater Vistas. Evidenziate alcune criticità del quadro conoscitivo disponibile, si è ritenuto conveniente aggiornare il modello di flusso e, su questa base, eseguire quello di trasporto ex novo.



L'area da modellare è delimitata da corpi idrici superficiali colmati da acqua di mare o salmastra, con quote del pelo libero comprese tra 0,1 e 0,3 m s.l.m. e con quota di fondo di -12 m s.l.m. L'acquifero superficiale è saturato in massima parte da acqua salata, con interfaccia tra acqua dolce e salata situata tra -0,1 e 0,3 m s.l.m., quota definita in base a riscontri di letteratura verificati con un calcolo analitico.



Legend
■ Constant Head
■ No Flow

Le simulazioni sono state condotte utilizzando la correzione automatica delle quote piezometriche in funzione della differenza di densità dell'acqua dovuta alla salinità.

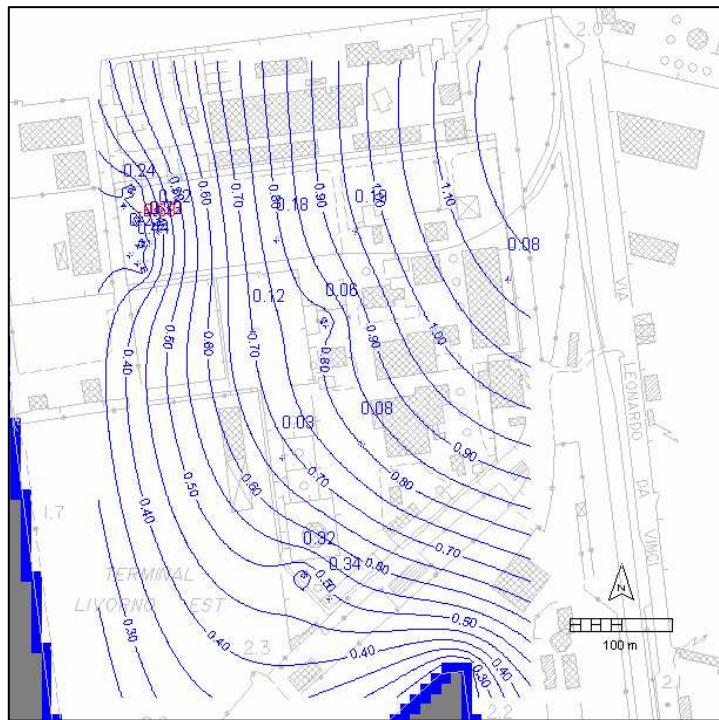
Considerata la stabilità del regime meteorico nel lungo periodo e la bassa escursione piezometrica il modello di flusso è stato eseguito in regime stazionario, sufficiente per simulare le condizioni medie di flusso della falda libera. La

griglia alle differenze finite è composta da celle ampie 30 m x 30 m nei settori più periferici, infittite fino a 10 x 10 m all'interno del sito e a 5 x 5 m nell'area in cui sono presenti i pozzi barriera. Il modello è monostrato. I limiti idrogeologici che delimitano il dominio di modellazione sono il Canale Scolmatore dell'Arno a Nord e il Canale Industriale a Ovest e a Sud. L'ampiezza dell'area del modello è 1,32 km².



Per ciascuna cella a carico costante è stata definita la concentrazione relativa di sali rispetto a quella dell'acqua di mare, che determina la densità dell'acqua, costante e pari a 35 mg/l. È stata quindi applicata una correzione automatica al carico idraulico delle celle a carico costante in funzione della densità dell'acqua, utilizzando un algoritmo specifico di Groundwater Vistas che integra le normali funzionalità di MODFLOW per rappresentare il flusso di acqua marina in un acquifero.

Il modello è stato calibrato utilizzando due diverse serie di misure piezometriche statiche nel mese di Giugno. La calibrazione è stata eseguita mediante ripetute analisi di sensibilità condotte sui parametri idrogeologici più significativi, vale a dire, nel nostro caso, la conducibilità idraulica e la ricarica areale.



Il modello si è dimostrato molto affidabile in condizioni idrodinamiche differenti, sia statiche che dinamiche, risultando adeguato a definire le quantità da estrarre ed a simulare l'effetto indotto dalla barriera idraulica.