



# COMUNE DI CHIETI

## PIANO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE

"Zone agricole e zone industriali libere individuate nell'Ordinanza sindacale n° 542 del 29.10.2008"

Titolo V° Parte IV D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.

### REPORT FINALE ED ANALISI DI RISCHIO SITO-SPECIFICA

00 - Relazione generale

01 - Assetto geologico

**02 - Complessi idrogeologici**

03 - Laboratorio - Rifiuti

04 - Modello Concettuale

05 - Analisi di Rischio

<b>ID Elaborati</b>	AdR_02		
<b>Revisione</b>	02		
<b>Data emissione</b>	Luglio 2018		
<b>Controllo copia</b>	Copia controllata	Copia non controllata	Consegnatario



**Nome file:** AdR\_02 - Complessi idrogeologici

**COMMITTENTE**

Responsabile integrazione attività

**COMUNE DI CHIETI (CH)**

**ea** sistemi  
ambientali  
Ingegneria e geologia per il territorio  
R.T.P. S.A. snc & Ing. G. Longo

Il R.u.p.

I Progettisti

  
**ea** sistemi  
ambientali s.n.c.  
Via Gramsci, 16 - 95014 Giarre (CT)  
Partita IVA: 0429353 087 1

## Sommario

<b>1.0 - COMPLESSI IDROGEOLOGICI</b>	<b>4</b>
<b>1.1 COMPLESSI IDROGEOLOGICI E CIRCOLAZIONE SOTTERRANEA: SINTESI</b>	<b>4</b>
<b>1.2 MODELLO IDROGEOLOGICO FISICO: ACQUIFERI</b>	<b>6</b>
1.2.1 MODELLO IDROGEOLOGICO FISICO: <b>GHIAIE</b>	13
1.2.2 MODELLO IDROGEOLOGICO FISICO: <b>SPESSORI ELEMENTI PRINCIPALI</b>	16
<b>1.3 MODELLO IDROGEOLOGICO FISICO: PERMEABILITÀ</b>	<b>21</b>
1.3.1 MODELLO IDROGEOLOGICO FISICO: <b>PERMEABILITÀ GHIAIE</b>	23
1.3.2 MODELLO IDROGEOLOGICO FISICO: <b>PERMEABILITÀ ARGILLE</b>	24
1.3.3 MODELLO IDROGEOLOGICO FISICO: <b>PERMEABILITÀ SABBIE</b>	25
<b>2.0 - GEOMETRIE DEGLI ACQUIFERI</b>	<b>26</b>
<b>2.1 GEOMETRIA DEGLI ACQUIFERI: PREMESSE</b>	<b>26</b>
<b>2.2 AQUITARD (LIVELLO DI SEPARAZIONE)</b>	<b>27</b>
2.2.1 AQUITARD SPESSORE	31
<b>2.3 AQUICLUDE (LIVELLO DI BASE)</b>	<b>33</b>
<b>2.4 GHIAIE (I° LIVELLO)</b>	<b>34</b>
<b>2.5 ACQUIFERO (I° LIVELLO)</b>	<b>36</b>
<b>3.0 - GEOMETRIE DELLA FALDA</b>	<b>38</b>
<b>3.1 GEOMETRIA DELLA FALDA: PREMESSE</b>	<b>38</b>
<b>3.2 – ANDAMENTI DINAMICI DELLE FALDE</b>	<b>38</b>
3.2.1 – ANDAMENTO DELLA PSEUDO FALDA SUPERFICIALE ( <b>TRINCEE</b> ) PRIME RICOSTRUZIONI	42
3.2.4 – ANDAMENTO DELLA PSEUDO FALDA INTERMEDIA ( <b>PIEZOMETRI 2014 - 2017</b> )	50
3.2.5 – ANDAMENTO DELLA PSEUDO FALDA SUPERFICIALE <b>SINTESI</b>	53
3.2.6 – ANDAMENTO DELLA PSEUDO FALDA INTERMEDIA <b>SINTESI</b>	54

## Indice figure

Figura 1 Stralcio carta idrogeologica .....	5
Figura 2 Profondità (laddove riscontrato) Top <i>aquitard</i> .....	9
Figura 3 Profondità (laddove riscontrato) Bottom <i>aquitard</i> .....	10
Figura 4 Profondità (laddove riscontrato) Top <i>aquitard</i> - Privati .....	11
Figura 5 Profondità (laddove riscontrato) Bottom <i>aquitard</i> - Privati .....	12
Figura 6 Profondità (laddove riscontrato) Top Ghiaie I° acquifero .....	13
Figura 7 Profondità (laddove riscontrato) Bottom ghiaie I° acquifero.....	14
Figura 8 Profondità (laddove riscontrato) Top Ghiaie II° acquifero .....	15

Figura 9	Profondità (laddove riscontrato) Bottom Ghiaie II° acquifero .....	16
Figura 10	Spessore (laddove riscontrato) I° acquifero .....	17
Figura 11	Spessore (laddove riscontrato) ghiaie I° acquifero.....	18
Figura 12	Spessore (laddove riscontrato) <i>aquitard</i> .....	19
Figura 13	Spessore (laddove riscontrato) <i>ghiaie II° acquifero</i> .....	21
Figura 14	"k" permeabilità e profondità.....	22
Figura 15	"k" permeabilità ghiaie .....	24
Figura 16	"k" permeabilità argille .....	25
Figura 17	Ubicazione Pz1 - Megalò .....	29
Figura 18	– Ricostruzione 2D <i>aquitard</i> top .....	30
Figura 19	– Ricostruzione spessore <i>aquitard</i> .....	32
Figura 20	– Ricostruzione 2D <i>aquiclude</i> top .....	34
Figura 21	– Ricostruzione spessore Ghiaie I° Livello .....	36
Figura 22	– Ricostruzione spessore I° acquifero (anche con dati Privati) .....	37
Figura 23	– Distribuzione della Soggiacenza (Trincee 2014 - 2017) .....	42
Figura 24	– Posizione (Trincee 2014 - 2017).....	43
Figura 25	– <i>Piezometrica</i> (Trincee 2014 - 2017) .....	43
Figura 26	– Distribuzione della Soggiacenza (Privati) .....	44
Figura 27	– Posizione (Privati).....	45
Figura 28	– Soggiacenza (Privati) .....	45
Figura 29	– Soggiacenza superficiale solo indagini pubbliche (Campagna 2014 - 2017) .....	46
Figura 30	– <i>Piezometrica</i> superficiale (Campagna 2014-2017 - Privati) .....	48
Figura 31	– Soggiacenza superficiale (Campagna 2014-2017 - Privati) .....	48
Figura 32	– <i>Piezometrica</i> superficiale (Campagna 2014-2017 - Trincee - Privati) .....	49
Figura 33	– Soggiacenza superficiale (Campagna 2014-2017 - Trincee - Privati) .....	49
Figura 34	– <i>Piezometrica</i> intermedia (Campagna 2014 - 2017) .....	51
Figura 35	– Posizione piezometri.....	52
Figura 36	– <i>Piezometrica</i> intermedia .....	52
Figura 37	– Soggiacenza pseudo falda intermedia.....	53

## Indice tabelle

Tabella 1	– Profondità affioramento <i>Aquiclude</i> (Campagna 2014) .....	12
Tabella 2	– Profondità affioramento <i>Aquiclude</i> (Campagna 2017) .....	12
Tabella 3	– Spessore II° acquifero.....	20
Tabella 4	– Prove <i>Lefranc</i> (2014-2017) .....	22
Tabella 5	– Prove <i>Lefranc</i> Ghiaie .....	24

Tabella 5 – Prove <i>Lefranc</i> Argille.....	25
Tabella 7 – <i>Dataset</i> ricostruzione <i>Aquitard</i> .....	28
Tabella 8 – <i>Ghiaie 1° Livello SEAB</i> .....	35
Tabella 9 – Misure indagini private (S = Superficiale – I = Intermedia) .....	39
Tabella 10 – Misure soggiacenza e quota assoluta (Mag – Sett 2014).....	40
Tabella 11 – Misure soggiacenza e quota assoluta (Mag – Giu 2017).....	40
Tabella 12 – Misure soggiacenza e quota assoluta (Mag – Sett 2014) TRINCEE .....	41
Tabella 13 – Misure soggiacenza e quota assoluta (Mag – Giu 2017) TRINCEE .....	41

## 1.0 - COMPLESSI IDROGEOLOGICI

### 1.1 Complessi idrogeologici e circolazione sotterranea: Sintesi

In tale paragrafo, prima di approfondire ed articolare le risultanze idrogeologiche dell'indagine geognostica effettuata (2014-2017) verranno riprese brevemente le considerazioni già espresse (Cap. 2.11 – 2.16) al PdC e nei relativi allegati cartografici. In tale documento si affermava, in sintesi, che la circolazione idrica, a prescindere dalla suddivisione geologico – stratigrafica, andava considerata **unica in acquifero multifalda**.

In particolare la suddivisione in *complessi* idrogeologici adottata è la seguente:

- **Complesso idrogeologico delle Coltri detritiche**: coincide con i depositi detritici di versante posti lungo i pendii che da Chieti degradano verso il fondovalle. Permeabilità primaria per porosità alta. Non sono sede di un flusso idrico d'interesse;
- **Complesso idrogeologico delle alluvioni attuali e dei terrazzi bassi**: coincide con i volumi alluvionali che affiorano per quasi tutta la sua estensione nell'area da caratterizzare. Permeabilità primaria per porosità medio – alta, in relazione alle variazioni litologiche. Sono sede di un discreto flusso idrico;
- **Complesso idrogeologico dei terrazzi alti**: coincide con i volumi alluvionali che affiorano estesamente all'interno della pianura di Chieti Scalo. Litologicamente del tutto simili alle precedenti. Permeabilità primaria per porosità medio – alta, in relazione alle variazioni litologiche. Sono sede di un importante flusso idrico;
- **Complesso idrogeologico dei depositi argillosi con intercalate sabbie e peliti**: coincide con le superfici collinari che si raccordano con la città di Chieti. Permeabilità primaria per porosità bassa. Non sono sede un flusso idrico d'interesse (esternamente alle aree d'indagine).

Ai fini del presente studio risulta evidente che il **volume idrogeologico di riferimento** è determinato e circoscritto ai complessi alluvionali *sensu lato* (Complesso idrogeologico delle alluvioni attuali e dei terrazzi bassi - Complesso idrogeologico dei terrazzi alti) i quali sono sede di un deflusso idrico considerevole e in *contatto* idraulico con il F.me Pescara, oltre ad essere stati oggetto della presente campagna di indagine geognostica.

All'interno di tale substrato idrogeologico prevalgono i termini a granulometria sabbiosa e medio - fine (limi, limi sabbiosi, limi argillosi) comunque in grado di sostenere una discreta circolazione idrica e quelli coesivi a granulometria fine (argille – argille limose) che in genere costituiscono il livello di separazione tra i due flussi idrici (superficiale - intermedio); in misura minore, ma in maniera determinante dal punto di vista idraulico, sono spesso presenti, anche con potenze

significative, sacche di materiale mediamente grossolano (ghiaie) in grado di sostenere un importante flusso idrico.

Tale successione, avente potenza eterogenea < 40 m circa (investigata fino a circa 22.0 m) poggia sul substrato idrogeologico profondo, costituito dai termini coesivi Plio – Pleistocenici da considerarsi impermeabili.

Il **primo "acquifero"** sede della circolazione idrica superficiale ha in genere valori del coefficiente di permeabilità (**k**) compresi tra  $10^{-5} \div 10^{-6}$  m/sec ed è presente mediamente fino a 7 ÷ 10 m di profondità dove risulta sostenuto da un livello, solo a tratti continuo, a bassa permeabilità (**k** <  $10^{-6}$  m/sec) in cui sono spesso presenti torbe (**aquitard**). Al di sotto di tale livello e fino al substrato impermeabile di base (**aquiclude**) si alternano nuovamente successioni con coefficienti di permeabilità medio – alti con sacche ghiaiose che sono sede, quando presente l' **aquiclude** di separazione, della falda intermedia in pressione (**secondo "acquifero"**).

La circolazione, all'interno di tale *pacco* di sedimenti, si sviluppa dai margini dei terrazzi più alti verso l'asse del fiume attraverso linee di drenaggio preferenziale che risultano influenzate dalla eventuale presenza di paleo alvei – paleo meandri e dall'andamento e dalla continuità spaziale del primo livello impermeabile (**aquitard**) di separazione del flusso.

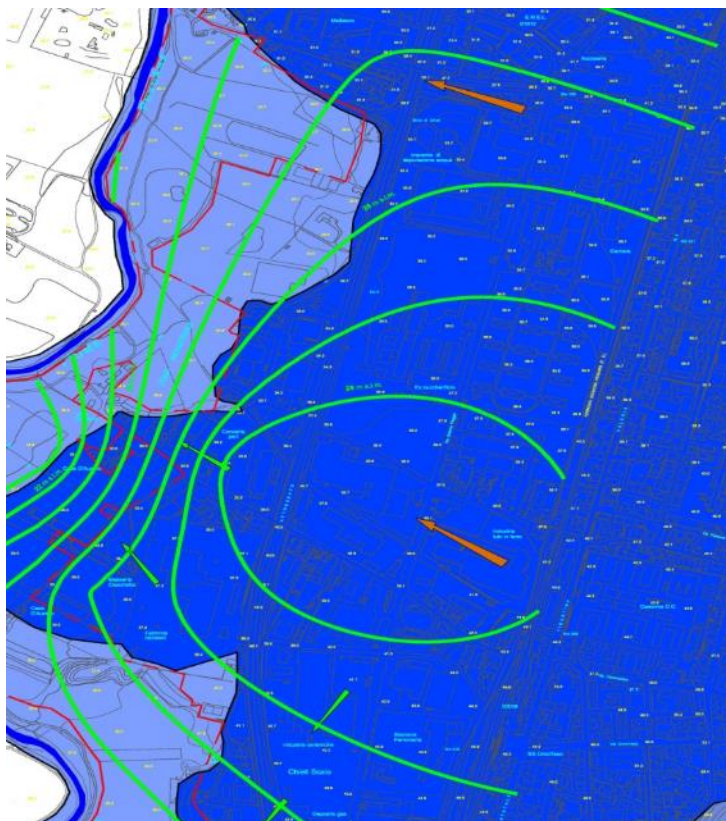


Figura 1 Stralcio carta idrogeologica

Nei seguenti paragrafi le risultanze sopra sintetizzate ed ampiamente articolate nella Relazione del Piano di Caratterizzazione, saranno *aggiornate* ed approfondite dalle informazioni dirette ottenute dalla campagna geognostica (perforazioni – piezometri – trincee) e geofisica (tomografie elettriche) realizzate, per la definizione, nei limiti delle attuali conoscenze, del quadro idrogeologico ed idraulico e la determinazione del Modello Fisico Idrogeologico di Riferimento.

### 1.2 Modello idrogeologico fisico: Acquiferi

La successione litostratigrafia ed il conseguente modello idrogeologico già ipotizzato in fase progettuale (PdC – 2010 e successive integrazioni) sono state confermate ed integrate dalle indagini eseguite nella campagna geognostica realizzata tra maggio e settembre 2014 e lo stesso periodo del 2017.

In particolare, i sondaggi e le trincee, seppur spinte a profondità  $\leq$  di 3.0 m, hanno evidenziato e confermato una sequenza stratigrafica, rappresentata complessivamente dai seguenti principali raggruppamenti litologici:

#### Terreno vegetale e di riporto

- Suoli vegetali, riporti antropici limo-argillosi ed a tratti sabbiosi, discariche – depositi antropici;

#### Copertura (falda superficiale e intermedia)

- Depositi di copertura di composizione variabile, argillo-sabbiosi, limo-argillosi, limo-sabbiosi, sabbiosi, localmente con sacche ghiaiose poligeniche, a struttura stratiforme e lenticolare; al loro interno si distinguono *layers* a bassa permeabilità in grado di settorializzare la circolazione idrica;

#### Substrato

- Substrato, costituito da sedimenti argillosi, di colorazione passante da nocciola (alterati) in alto, a nocciola e grigia (fascia transizionale) in posizione intermedia, a grigio-azzurra (integri) in basso.

In generale è possibile affermare che al di sopra dei termini a prevalenza argillosa Plio – Pleistocenici (Argille grigio - azzurre) che costituiscono l'**aquiclude** di base, al di sotto del quale si estende l'acquifero profondo, si sviluppa una potente successione continentale Olocenica costituita dai depositi alluvionali, variamente terrazzati oltre a quelli attuali, del F.me Pescara e dei suoi maggiori affluenti.

Tale deposito appare contraddistinto, anche in relazione alle diverse fasi deposizionali del F.me Pescara, da una eterogenea alternanza di litotipi a prevalenza limo – sabbiosa e argilloso – sabbiosa variamente intercalate ed interdigitale con livelli di torbe e sacche grossolane di tipo ghiaioso – sabbioso. Molto spesso, inoltre, a profondità comprese tra i 7 ÷ 12 m i livelli a maggiore coesione (argillosi – limo-argillosi) tendono ad uniformarsi generando un **aquitard** che crea le

condizioni per la realizzazione di flussi sotterranei sospesi e ben individuati che determinano l'esistenza di due (pseudo) falde sovrapposte.

In sintesi, tali elementi del sistema idrogeologico si possono così raggruppare:

- Sedimenti incoerenti – Olocene, costituiti dalle alluvioni fluviali, depositi palustri recenti ed attuali, a prevalenza limo – sabbiosa e limo – argillosa (**Copertura** – pseudo falda superficiale);
- Argille azzurre di base plioceniche, costituenti, per l'area d'interesse il livello basale delle due pseudo-falde (**Base** – sistema idrogeologico).

I sondaggi geognostici eseguiti nell'intervallo maggio – settembre 2014 e maggio – giugno 2017 oltre a quelli precedenti (bibliografia messa a disposizione dal Comune di Chieti e comprendente numerose campagne geognostiche private) evidenziano, nell'ambito dei principali raggruppamenti litologici sopra descritti, numerosi *layers* a composizione granulometrica differente, che mostrano talvolta una certa continuità orizzontale, ed in altri, invece, una geometria tipicamente lenticolare. Dall'alto in basso è possibile distinguere i seguenti strati (tale successione si ripete, ad esclusione dei suoli, in genere anche al di sotto dell'**aquitard**):

- Terreno vegetale e di riporto;
- Sabbie (solo a luoghi);
- Sabbie e sabbie debolmente limose;
- Limi sabbiosi di colore grigio-scuro;
- Limi argillosi di colore grigio scuro;
- Argille limose di colore grigio scuro;
- Torbe in livelli
- Ghiaie poligeniche (I° e II° livello acquifero)
- Alternanza di argille nocciola-tabacco con argille grigio-azzurre;
- Argille grigio-azzurre.

Ai fini degli obiettivi contenuti nel Piano di Caratterizzazione, le informazioni di cui sopra sono state dapprima omogeneizzate e successivamente "*condensate*" in "*unità*" idrogeologiche di riferimento, privilegiando gli aspetti fisici, in grado di condizionare le proprietà idrauliche, rispetto a quelli più prettamente stratigrafici e sedimentari.

Nello specifico sono state distinte, ed integrate nel modello concettuale, le seguenti "*unità*" per le quali, grazie alla modellazione geostatistica, sono state ricostruite le relative superfici di separazione (*Top - Bottom*), definendone nel contempo i relativi volumi, che assumono un importante ruolo nella definizione delle dinamiche delle acque sotterranee.



A tal proposito è utile ricordare che lo strato a minor permeabilità (**k**) relativa (limi-argillosi e argille limose) costituente l'**aquitard**, volume di separazione tra le due pseudo-falde, seppur a tratti discontinuo è stato considerato come uniformemente presente al di sotto delle superfici oggetto di studio. Nello specifico, su un totale di 50 verticali indagate (campagna indagini 2014/17) tale intervallo a minor permeabilità (**aquitard**) è stato individuato **34** volte, ovvero nel **68 %** dei casi.

Tale scelta se da un lato *semplifica*, nella definizione del modello concettuale, il naturale stato di fatto; dall'altro consente la definizione di un modello fisico replicabile sia su scala globale (intera area di studio) sia su scala locale (singole aree oggetto di approfondimento).

Va inoltre menzionato il fatto che, a luoghi, l'**aquitard** risulta interposto tra gli stessi sedimenti facenti parte del primo pseudo-acquifero, evidenziandosi così la reale eterogeneità dei livelli terrigeni di copertura e la stretta interdipendenza e comunicazione (**drenanza**) dei due corpi idrici.

In sintesi, dunque, le unità idrogeologiche (o "compartimenti idrogeologici omogenei") definite sono di seguito sintetizzate:

- **Primo pseudo-acquifero** (sede pseudo-falda superficiale)
- **Aquitard** (volume di separazione)
- **Secondo pseudo acquifero** (sede pseudo-falda intermedia)
- **Aquiclude Argilloso** (volume di base sequenza idrogeologica)

#### **Primo pseudo acquifero** (pseudo-falda superficiale)

Tale volume di sedimenti, comprendente per semplicità anche i *layers* superficiali antropici e le coperture dei suoli vegetali, si sviluppa omogeneamente al di sotto delle superfici individuate nell'Ordinanza Sindacale n.542 del 29/10/2008, con potenze eterogenee comprese tra - 1.5 m (Pz2 - Megalò) e - 9.5 m (PzB4 - Dragaggio del Ponte). Esso risulta costituito prevalentemente da sedimenti limo-sabbiosi, a tratti argillosi da debolmente a mediamente, limosi, limo – argillosi localmente interessati da livelli di ghiaie poligeniche in sacche e/o livelli più o meno continui.

#### **Aquitard** (volume di separazione)

Il livello così definito (Fig. 2 - 3) risulta, generalmente posto alla base del primo pseudo-acquifero, a luoghi, tuttavia, la sua presenza non è stata riscontrata in sondaggio. In particolare è risultato che i volumi geologici al di sotto delle aree investigate non presentino evidenza di **aquitard** in almeno un sondaggio; mentre solo il sito ex Eco Trans presenta in tutti i sondaggi evidenza di tale livello di separazione.

Nelle restanti aree di indagine, il livello **aquitard**, anche se non in tutti i sondaggi, è stato sempre rilevato. Come sottolineato prima tale livello compare nel 68 % delle verticali indagate (34 su 50).

Tali volumi risultano presenti in valori estremi (*Top*) a profondità compresa tra -0.4 m (PzC1 - EcoTrans) e (*Bottom*) -18 m (Pz10 Adiacenti Fin Bell). Esso risulta costituito prevalentemente da sedimenti limo-argillosi e argilloso limosi nerastri ed argillosi con locali livelli di torba.

Nella ricostruzione effettuata e sintetizzata in apposita cartografia sono state utilizzate parte delle risultanze derivanti da studi e ricerche effettuati da privati (Fig. 4 e 5).

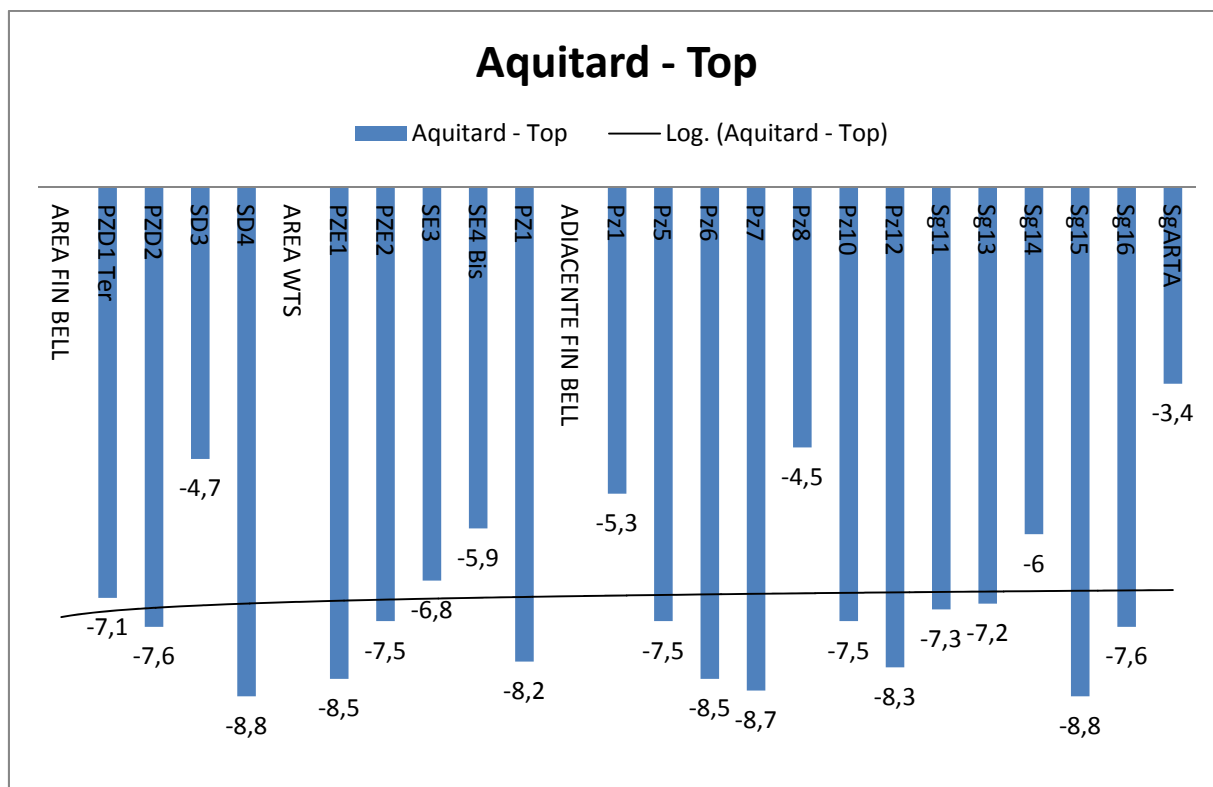


Figura 2 Profondità (laddove riscontrato) Top *aquitard*

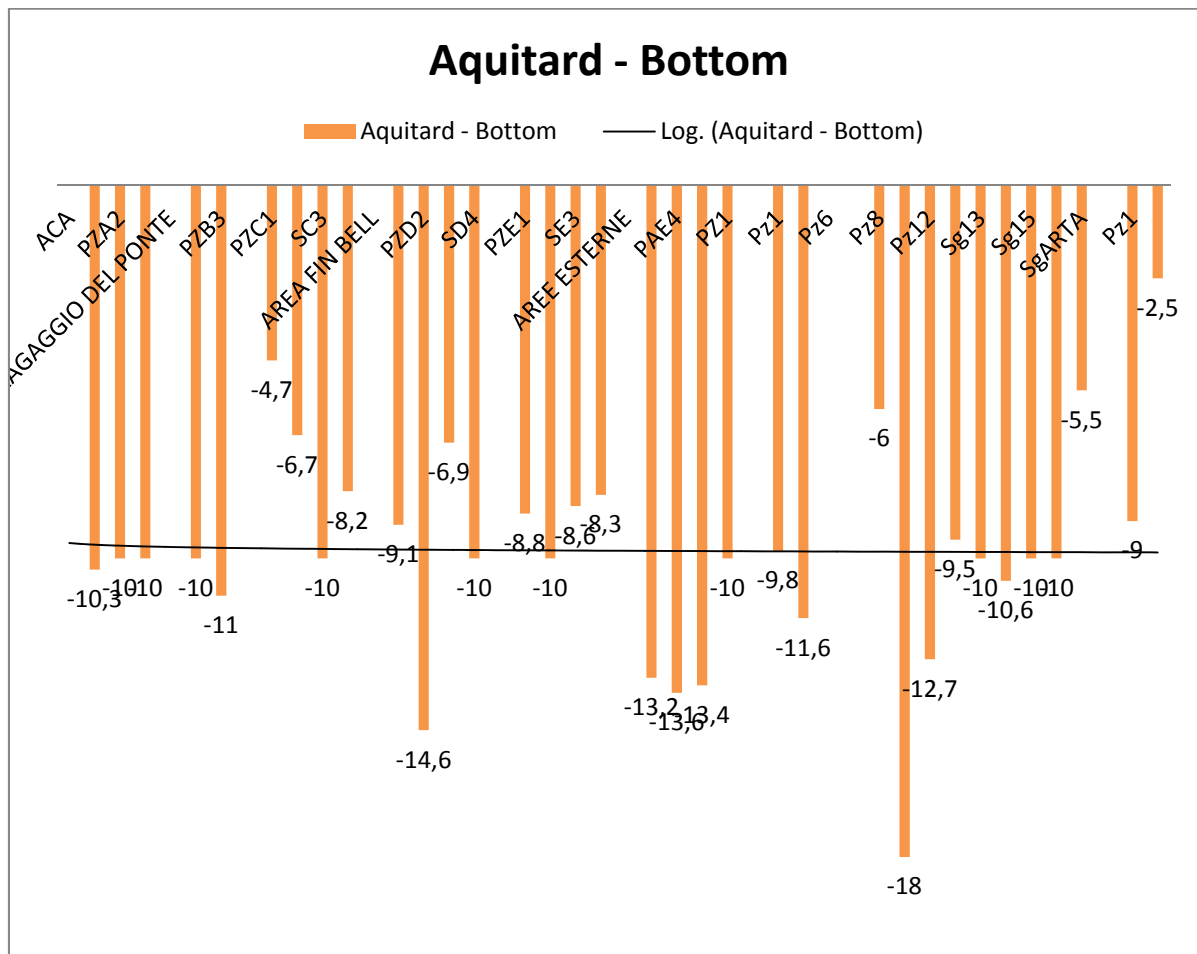


Figura 3 Profondità (laddove riscontrato) Bottom *aquitard*

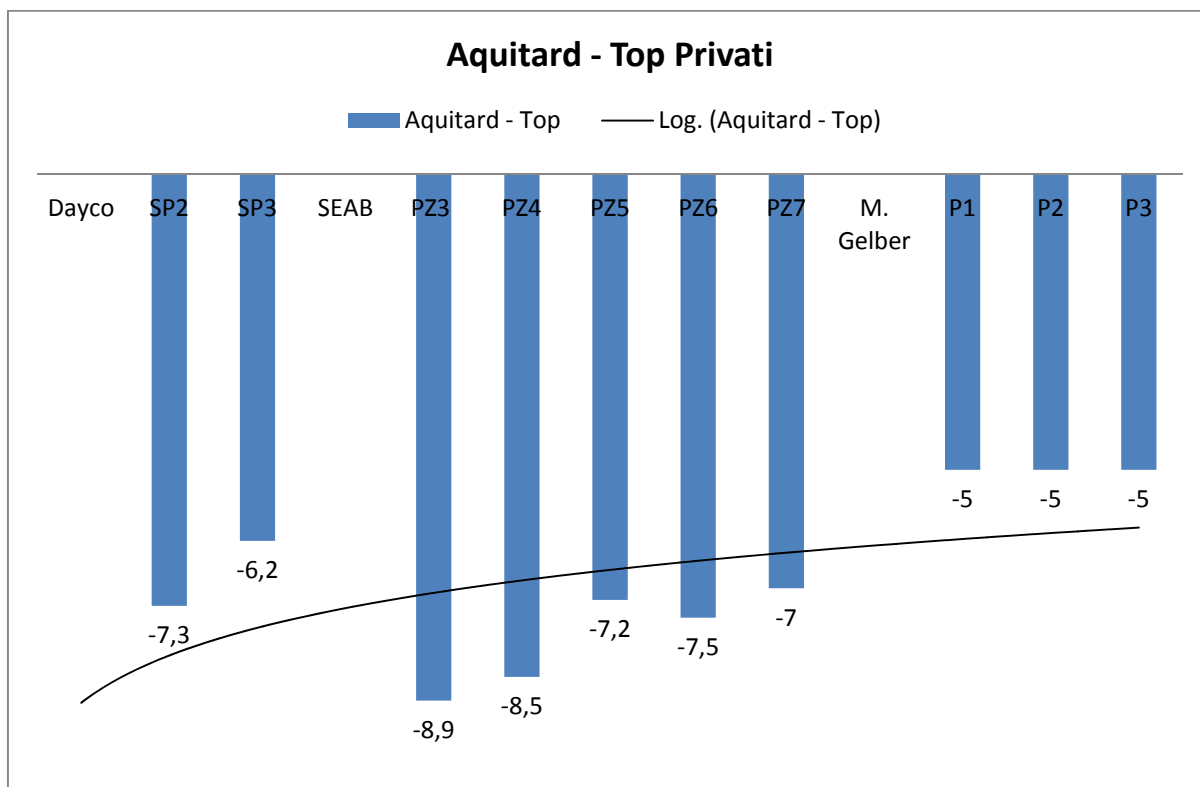


Figura 4 Profondità (laddove riscontrato) Top *aquitard* - Privati

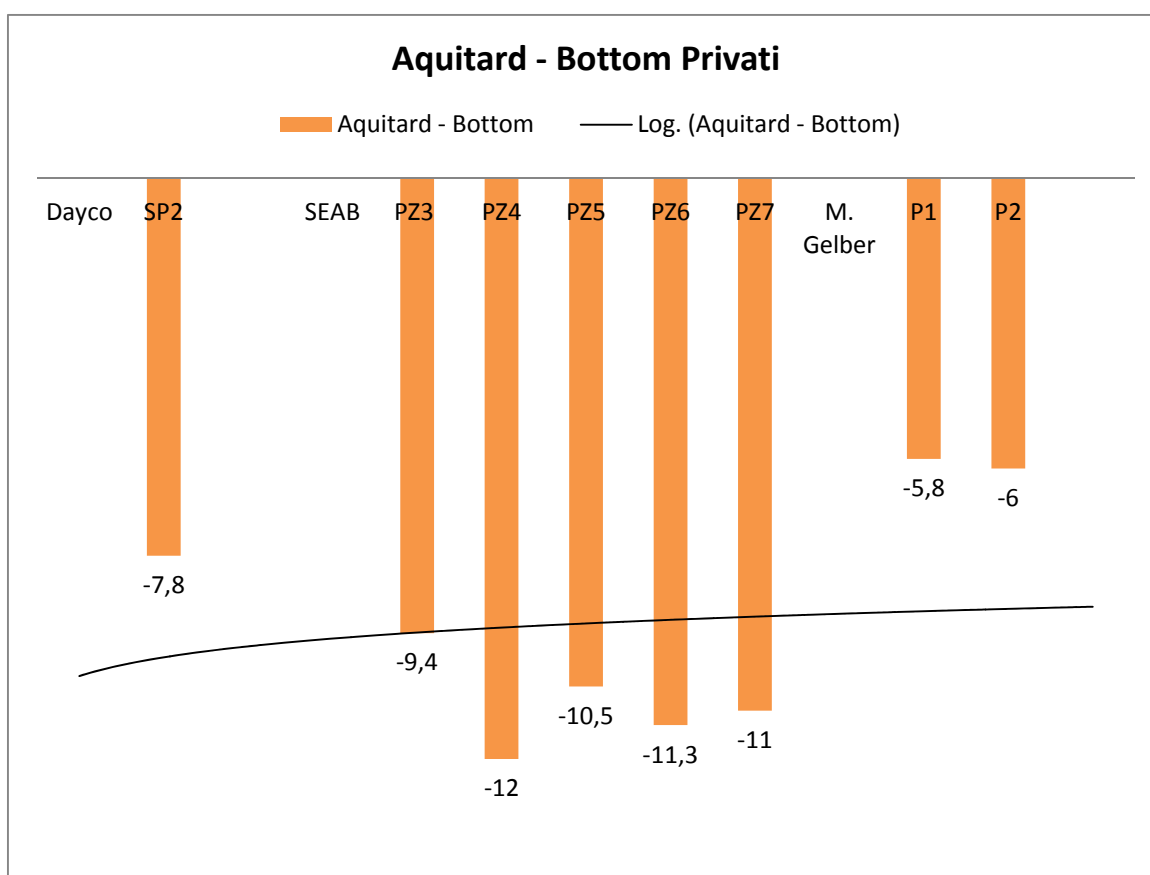


Figura 5 Profondità (laddove riscontrato) Bottom *aquitard* - Privati

### Secondo pseudo acquifero (pseudo – falda intermedia)

Tale livello risulta, in genere, separato, per mezzo del prima definito *aquitard*, dallo pseudo acquifero superficiale, anche se a luoghi, come premesso in precedenza i due volumi acquiferi tendono ad *elidersi* l'uno nell'altro senza elementi di discontinuità idraulica.

Le profondità di rinvenimento del *Top* e del *Bottom* sono sempre molto eterogenee e risultano comprese tra -4.7 m (Pzc1 - EcoTrans) e -18.0 m (Pz10 Adiacenti Fin Bell).

In coincidenza del PzAE2 (settore medio occidentale dell'areale in studio) il secondo pseudo acquifero è stato riscontrato fino alla profondità -16.7 m, dove affiorano le argille grigie, in assenza dell'*aquitard* per cui l'acquifero, in tale settore, è da considerarsi unico. Tale condizione risulta presente anche nei sondaggi in cui non è stata evidenziata la presenza dell'*aquitard* che costituiscono il 32% dei casi.

Esso risulta costituito prevalentemente da sabbie e sabbie debolmente limose con locali intercalazioni argillose, verso il basso al limite con il substrato argilloso alterato si rinvengono sacche ghiaiose poligeniche e sabbie grossolane in matrice argillosa.

### Aquiclude Argilloso

Tale elemento rappresenta la *superficie* di base della successione idrogeologica prima definita e risulta costituito dalla formazione delle Argille grigio-azzurre (Plioceniche). Esso è caratterizzato da sedimenti argillosi, di colorazione passante da nocciola (alterati) in alto, a nocciola e grigia (fascia transizionale) in posizione intermedia, a grigio-azzurra (integri) verso il basso.

Viste le limitate profondità di perforazione ( $\leq 24.0$  m) non sempre è stato possibile intercettare il tetto (*top*) che comunque è stato riscontrato esclusivamente nelle seguenti verticali di indagine. Tale difficoltà di reperimento dati è stata riscontrata anche nella documentazione raccolta presso gli uffici comunali dalla quale è emerso un solo dato utilizzabile (PZ3 - SEAB).

PzC1 EcoTrans	PzC2 EcoTrans	PzD1 ter FinBell	PzAE2 Esterne	PZ3 SEAB
- 4.7 m	- 8.7 m	- 9.7 m	-16.7 m	- 19.8

Tabella 1 – Profondità affioramento Aquiclude (Campagna 2014)

Adiac. FinBell	Pz1	Pz3	Pz10	Pz12	Sg14
	-13.5 m	-12.5 m	-22.8 m	-19.8 m	-17.1 m
Megalò	Pz2	Pz3			
	-13.5 m	-12.5 m			

Tabella 2 – Profondità affioramento Aquiclude (Campagna 2017)

### 1.2.1 Modello idrogeologico fisico: **Ghiaie**

Ai fini della definizione delle modalità di circolazione delle acque, all'interno dei due compartimenti acquiferi, è stata posta particolare attenzione all'identificazione dei volumi a prevalenza medio - grossolana (ghiaie poligeniche e sabbie grossolane) che sono state spesso rinvenute all'interno delle verticali indagate, tanto nel primo livello acquifero quanto nel secondo.

Tale scelta assume un chiaro significato idrogeologico relativamente ai valori medio – alti attribuibili al coefficiente di permeabilità **k** ed alla conseguente circolazione idrica all'interno delle sacche grossolane, oltre alla rilevanza di carattere ambientale per l'eventuale idroveicolazione degli inquinanti in falda ed il loro trasporto verso il recettore finale (F.me Pescara).

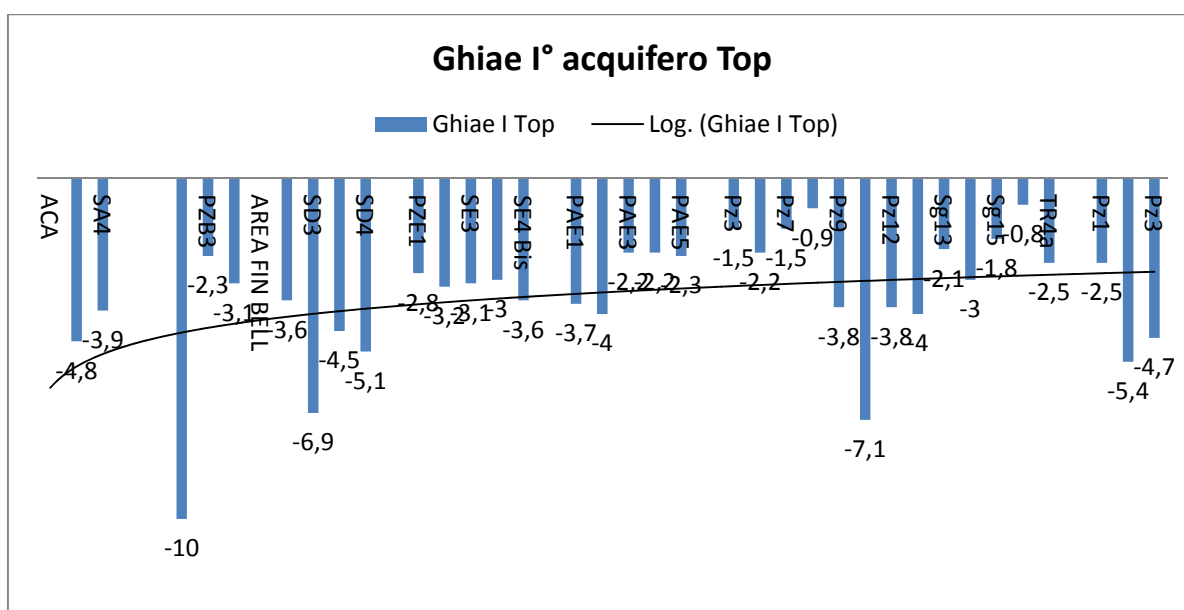


Figura 6 Profondità (laddove riscontrato) Top Ghiaie I° acquifero

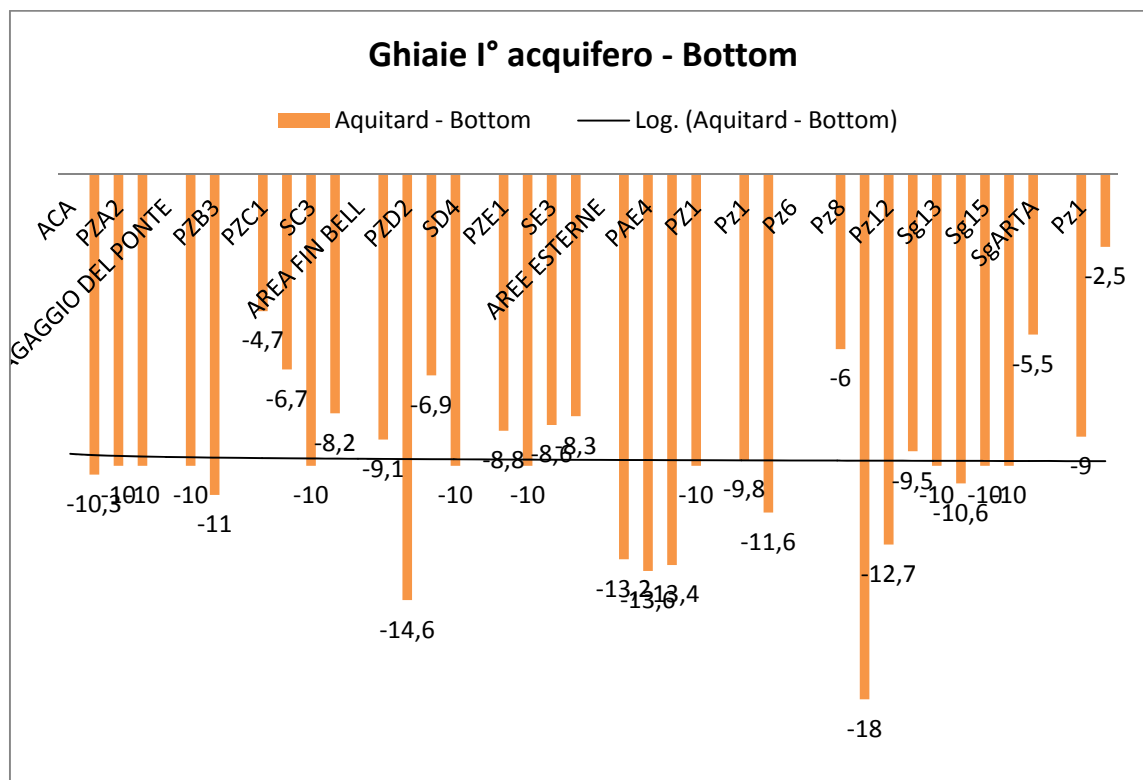


Figura 7 Profondità (laddove riscontrato) Bottom ghiaie I° acquifero

Le figure di cui sopra evidenziamo profondità minime (**Top**) di affioramento di -0.8 m (Sg16 – Pz8) e massime di -9.5 (PzB4 - Dragaggio) anche se, trattandosi di fondo foro, è probabile aspettarsi potenze maggiori.

Il **Bottom** è stato riscontrato tra la profondità di -2.5 m (Pz2 Megalò) e -18.0 m (Pz10) anche se, trattandosi di fondo foro, è probabile aspettarsi potenze maggiori.

Le linee di tendenza definiscono tuttavia una **media** del **Top** sviluppata tra -2.8 e -5.0 m ed una media del **Bottom** sviluppata a -9.0 m.

La distribuzione eterogenea delle *facies* granulometriche è da relazionare alle vicissitudini deposizionali delle alluvioni del F.me Pescara e dei suoi affluenti; mentre la presenza di valori che si discostano palesemente dal *trend* prima indicato possono essere ricondotte dal punto di vista idrogeologico – stratigrafico alla presenza di paleo – alvei minori e/o volumi alluvionali legati ad intensi episodi di piena.

Analoga sintesi (Fig. 8 - 9) può essere realizzata anche per i volumi di ghiaie poligeniche attribuite al II° acquifero è poste dunque, in genere, al di sotto dell'**aquitard**; anche in questo caso, come schematizzato nelle seguenti figure, è possibile, pur nei limiti delle indagini effettuate, individuare e *mediare* le profondità di affioramento di top e bottom.

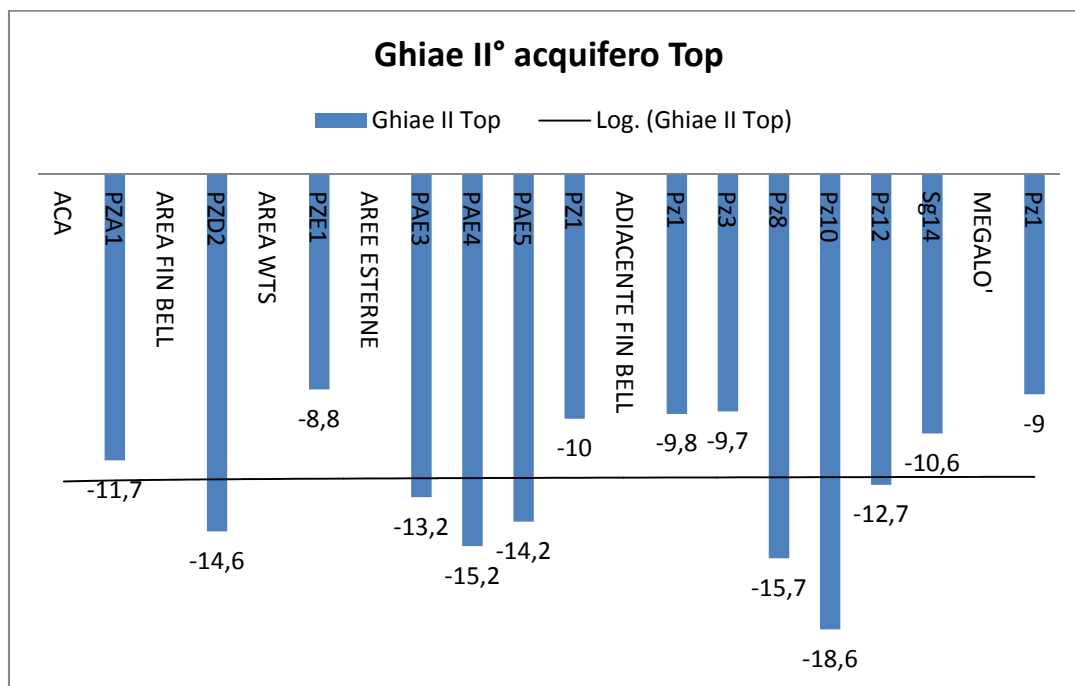


Figura 8 Profondità (laddove riscontrato) Top Ghiaie II° acquifero

In particolare, laddove riscontrato, il *top* delle ghiaie affiora ad una profondità minima di -8.8 m (PZE1 - WTS) e massima di -18.6 m (Pz10). La linea di tendenza individua, seppur limitatamente al *dataset* di partenza, una profondità *trend* < 12.0 m. Per quanto concerne il *bottom* non è possibile stabilire alcuna correlazione statistica visto che 6 delle 7 verticali indagate coincidono con il fondo foro, ad eccezione del Pz1 – Aree Esterne (Fig. 9).



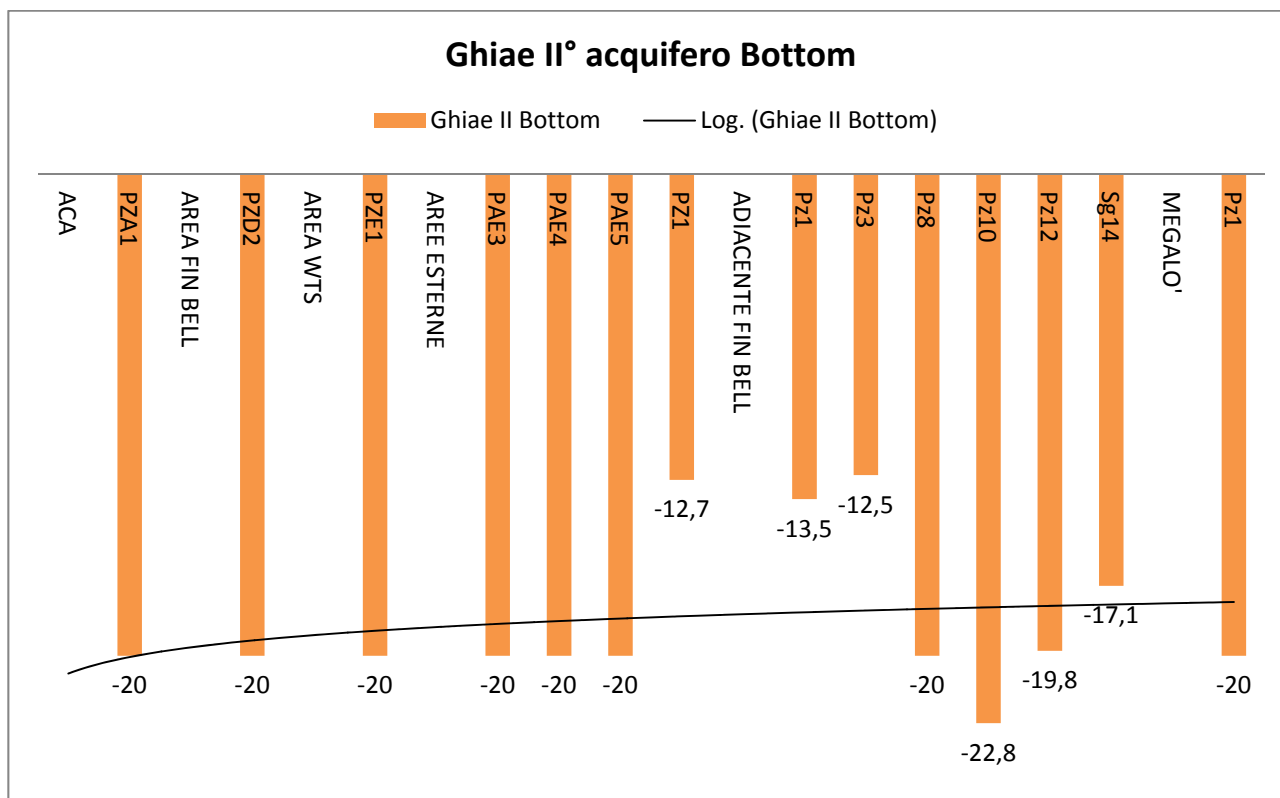


Figura 9 Profondità (laddove riscontrato) Bottom Ghiaie II° acquifero

### 1.2.2 Modello idrogeologico fisico: **Spessori elementi principali**

Laddove è stato possibile, stante l'esiguità del *dataset* di partenza, è stato ritenuto necessario caratterizzare gli elementi del modello concettuale idrogeologico, con particolare attenzione allo sviluppo degli spessori (*h*). Tale parametro, puramente geometrico, riveste un chiaro significato idrogeologico, condizionando la *veicolazione* e la velocità del flusso idrico, ed ambientale in relazione alle diverse caratteristiche dell'eventuale inquinante ed al suo rapporto con la roccia serbatoio (acquifero).

Tale ricostruzione non deve considerarsi esaustiva e definitiva quanto piuttosto una base conoscitiva per ulteriori approfondimenti da effettuarsi per ogni singola area di indagine.

#### **Primo pseudo-acquifero** (sede pseudo-falda superficiale)

Il primo pseudo-acquifero, presente dal piano campagna fino alla superficie superiore *Top* dell'**aqutard**, è stato valutato (Fig. 10) solo per quelle verticali di indagine in cui è stata chiaramente individuata la superficie di separazione limo – argillosa e argilloso – limosa.

Gli spessori minimi sono stati riscontrati in coincidenza della verticale PzC1 – EcoTrans dove la superficie di separazione (**aqutard**) è stata intercettata a -0.4 m. Gli spessori massimi sono stati riscontrati in coincidenza della verticale PzB4 – Dragaggio del Ponte dove la superficie di separazione (**aqutard**) è stata riscontrata a -9.5 m.

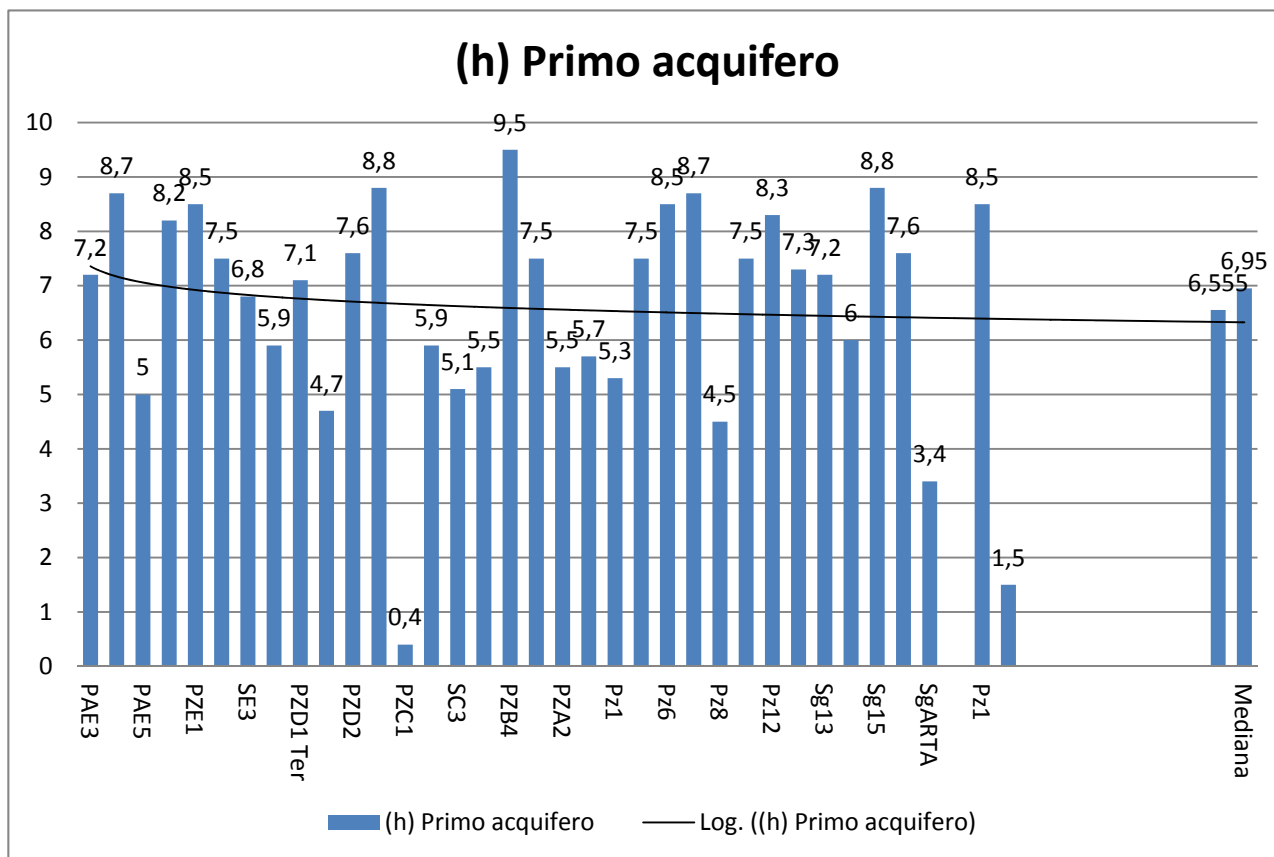


Figura 10 Spessore (laddove riscontrato) I° acquifero

Il valore **medio** equivale allo spessore di 6.55 m mentre il valore della **mediana** equivale allo spessore di 6.95 m.

All'interno di questo compartimento idrogeologico sono stati distinti, per le chiare implicazioni di carattere idraulico, come anticipato al precedente paragrafo, i **volumi grossolani costituiti da sabbie e ghiaie poligeniche** che sono state spesso intercettate alla base del primo livello acquifero; il cui significato stratigrafico è quasi certamente da ricercarsi nella presenza di paleo – alvei di affluenti minori del Pescara e/o episodi deposizionali particolarmente violenti intensi e prolungati nel tempo; non sono da escludersi inoltre possibili paleo meandri dello stesso Pescara.

Gli spessori minimi 0.5 m sono stati riscontrati in coincidenza della verticale PzB2 – Dragaggio del Ponte dove tuttavia ci si trova a fondo foro, con la possibilità che tale livello si presenti anche al di sotto; il valore minimo è dunque da considerarsi quello misurato in SA4 – ACA dove lo spessore equivale a 1.1 m. Per quanto concerne gli spessori massimi, può essere fatto un analogo ragionamento valutando i 16.3 m misurati in PAE1, ma coincidenti con il fondo foro, e lo spessore di 12.7 m misurato in coincidenza di PAE2 da considerarsi dunque come il valore massimo.

Delle verticali indagate (50) 15 risultano aver attraversato l'intero volume di ghiaie dunque il *dataset*, per gli obiettivi dello studio, può considerarsi relativamente esaustivo e rappresentativo della distribuzione degli spessori delle ghiaie (Fig. 11). Il valore **medio** equivale a 4.80 m mentre il valore della **mediana** equivale a 3.85 m. Se si considerano invece solo le verticali che hanno attraversato per l'intero sviluppo i volumi di ghiaie il valore **medio** equivale a 3.85 m mentre il valore della **mediana** equivale a 3.40 m.

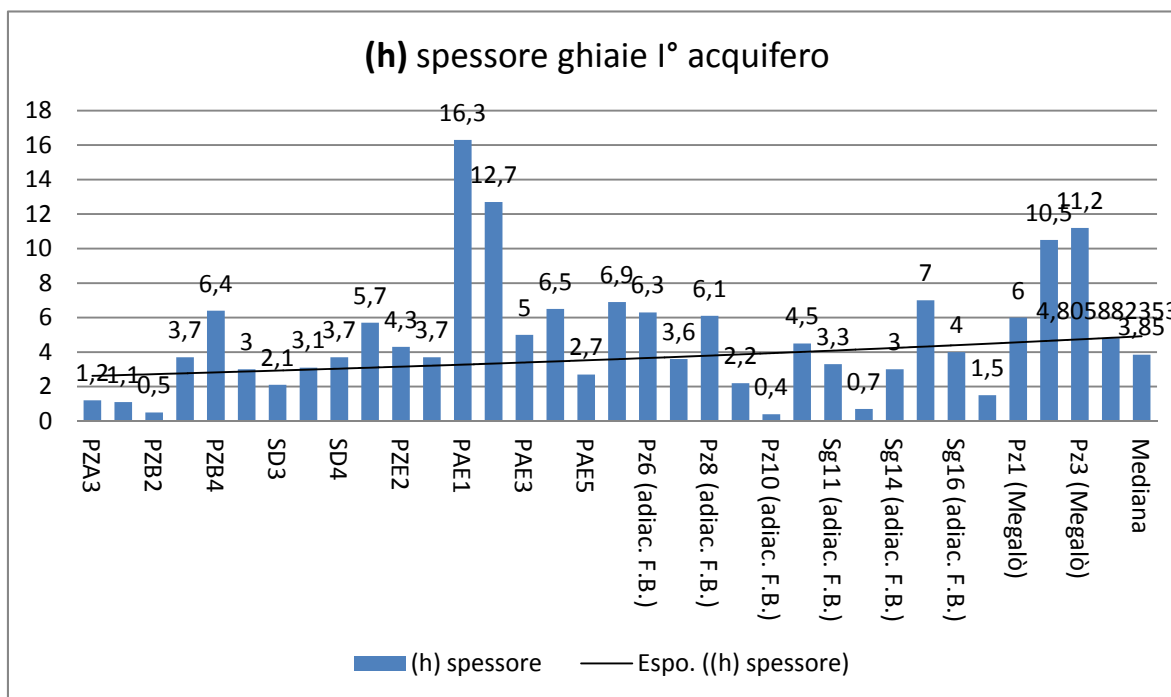


Figura 11 Spessore (laddove riscontrato) ghiaie I° acquifero

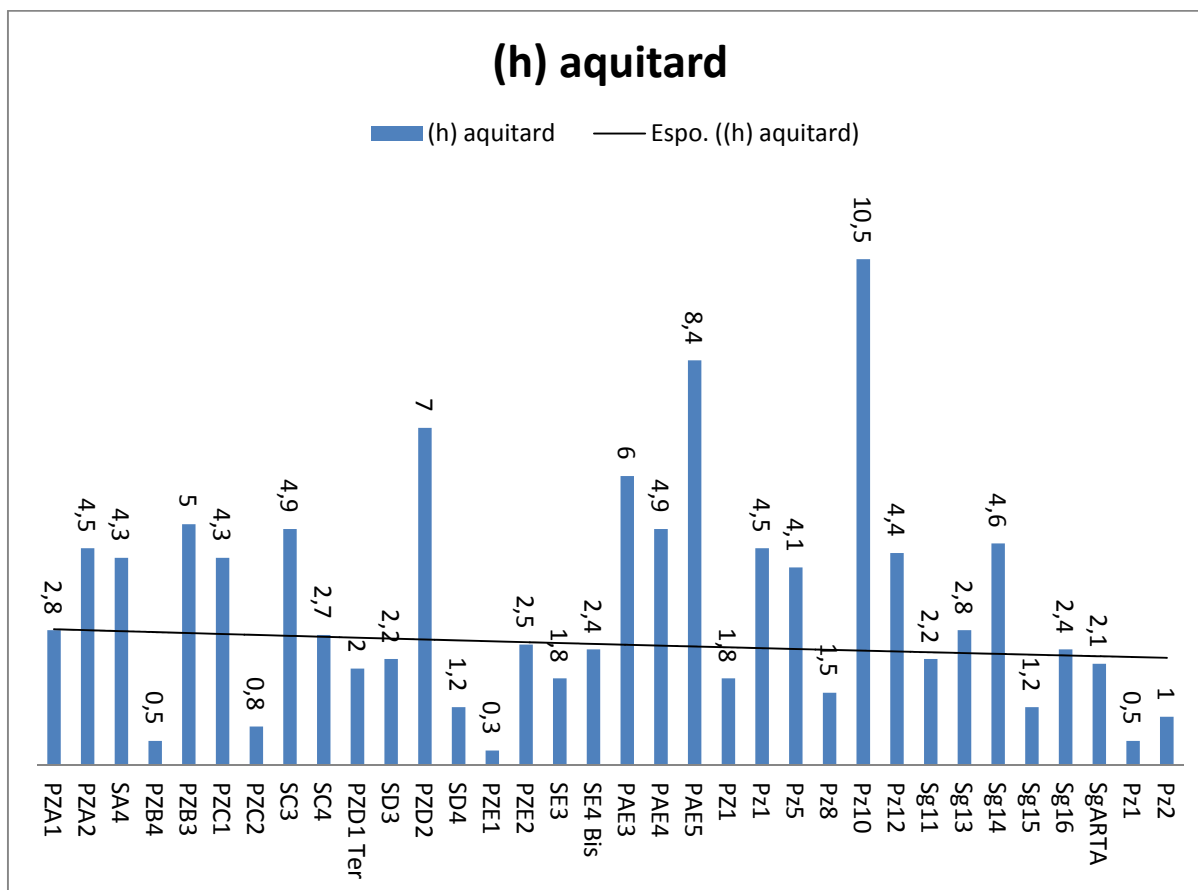


Figura 12 Spessore (laddove riscontrato) *aquitard*

### **Aquitard** (volume di separazione)

Tale elemento della successione idrogeologica è presente al di sotto del primo livello acquifero ed è stato rinvenuto lungo 34 delle 50 verticali indagate (Fig. 12). Il limite inferiore *bottom*, coincide con il fondo foro di 12 verticali d'indagine con la conseguenza che il *dataset* da considerarsi come completo e rappresentativo degli spessori indagati equivale a 22 punti di sondaggio.

Lo spessore minimo equivalente a 0.3 m è stato individuato in coincidenza della verticale PZE1 – WTS mentre lo spessore massimo equivalente a 10.5 m è stato individuato in coincidenza della verticale Pz10 – Adiacenti Fin Bell. La media dei valori, seppur con i limiti prima citati, definisce un valore di 3.53 e la mediana un valore di 2.6 m.

### **Secondo pseudo-acquifero** (sede pseudo-falda intermedia)

Tale elemento è sviluppato dal *bottom* dell'**aquitard** alla superficie *top* dell'**aquiclude** e sostiene la *pseudo* falda intermedia in pressione. Risulta dunque elemento essenziale della *colonna* idrogeologica analizzata. Stante la primaria importanza di tale elemento, visti i limiti della

campagna geognostica, è stato possibile definirlo in tutto il suo sviluppo solamente su 9 (Tabella 3) delle 50 verticali indagate. Le rimanenti ne hanno definito la stratigrafia ma non la reale potenza.

(Adiac. FinBell)					EcoTrans	FinBell	Esterne
Pz1	Pz3	Pz10	Pz12	Sg14	PzC2	PzD1 ter	PzAE2
3.7 m	8.8 m	4.2 m	7.1 m	6.5 m	2.0 m	0.6 m	12.7 m

Tabella 3 – Spessore II° acquifero

I valori riportati in tabella sono estremamente eterogenei e non sono da considerarsi rappresentativi del reale spessore medio del II° acquifero.

Anche in questo caso è stata prestata particolare attenzione alla presenza di sacche ghiaiose poligeniche per l'indubbio valore idrogeologico ed ambientale da esse rivestito; trattandosi tuttavia del II° acquifero e con la limitazione della profondità massima di indagine di 20.0 m (solo in due casi si è superata tale soglia) non è stato sempre possibile definirne la superficie *bottom* e di conseguenza l'intero spessore.

Il numero di dati ottenuti, seppur con le limitazioni sopra descritte, consentono di definirne il quadro conoscitivo di base per successivi ed ulteriori approfondimenti.

In particolare, lo spessore maggiore, equivalente a 11.2 m, è stato riscontrato in **PzE1 – WTS** dove tuttavia non è stato raggiunto (almeno fino a 20.0 m) l'**aquiclude** di base con la conseguenza che la reale potenza di tale livello potrebbe, con buona approssimazione, essere maggiore.

Analogamente si può affermare che in coincidenza del **Pz1 - Esterne** è stata misurata la potenza minore (2.7 m) senza però raggiungere l'**aquiclude** di base con la conseguenza che la reale potenza di tale livello potrebbe, con buona approssimazione, essere ben maggiore.

La media dei valori, seppur con i limiti prima citati, definisce un valore di 6.04 e la mediana un valore di 5.6 m.

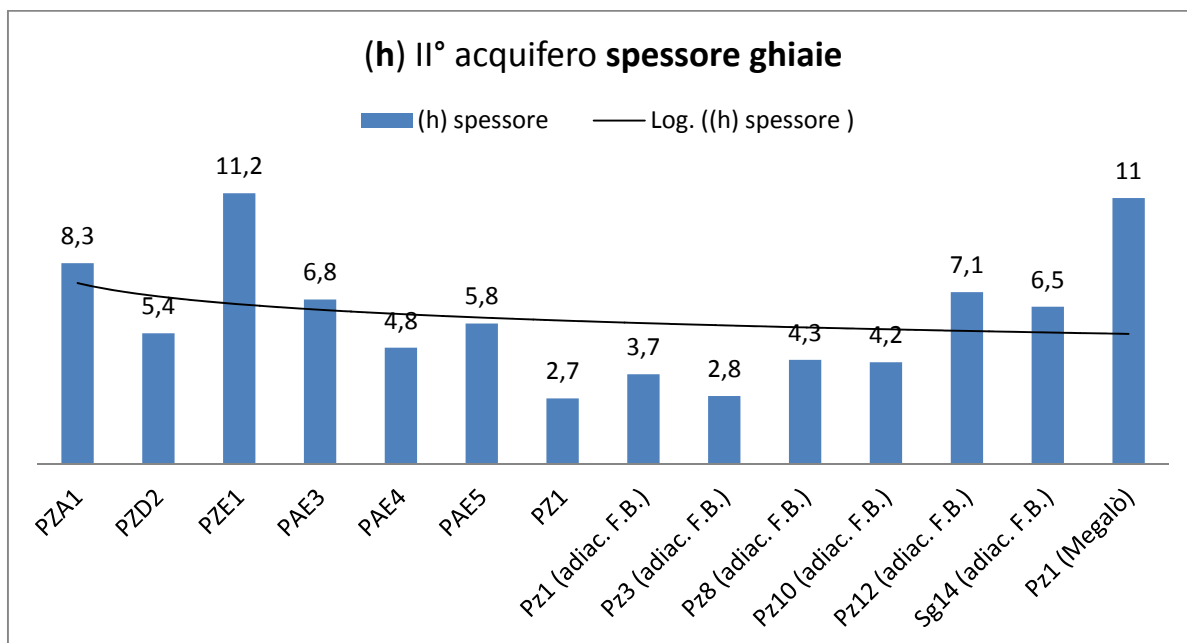


Figura 13 Spessore (laddove riscontrato) ghiaie II° acquifero

### 1.3 Modello idrogeologico fisico: Permeabilità

La definizione del coefficiente di permeabilità o coefficiente di conducibilità idraulica "k" da associare ai diversi layers costituenti il modello concettuale fisico di riferimento, assume un ruolo fondamentale nella modellazione dei flussi idrici all'interno dei litotipi determinando, alla scala del presente lavoro, la presenza di unità e/o volumi a permeabilità differenziata (posti a varie profondità) che favorendo e/o limitando il flusso idrico condizionano l'intero sistema idrogeologico e di conseguenza l'efficacia/efficienza della barriera idraulica naturale (**aquitard**).

ID	Z m	K m/s	Litologia	Areale
PzA1	16.5 - 17.5	<b>6.05E-05</b>	Ghiaie in matrice sabbiosa	Area
PzA2	7.50 - 8.50	<b>9.11E-07</b>	Argille intercalazioni sabbie	<b>ACA</b>
PzB3	9.00 - 10.0	<b>7.70E-07</b>	Argille grigie	Area
PzB4	9.00 - 10.0	<b>2.84E-06</b>	Ghiaie Limi argillosi	<b>DRAGAGGIO</b>
PzC1	10.0 - 12.5	<b>1.58E-06</b>	Argille debolmente Limose	Area
PzC2	7.50 - 8.50	<b>8.62E-07</b>	Sabbie limi argillosi	<b>ECOTRANS</b>
PzD2-1	6.00 - 6.50	<b>1.76E-04</b>	Ghiaie	Area
PzD2-2	15.0 - 16.5	<b>8.70E-05</b>	Ghiaie in matrice sabbiosa	<b>FINBELL</b>
PzE1	11.0 - 12.0	<b>7.04E-05</b>	Ghiaie in matrice sabbiosa	Area
PzE2	3.00 - 4.00	<b>3.72E-05</b>	Ghiaie in matrice sabbiosa	<b>WTS</b>
S2bis	1.50 - 3.50	<b>6.15E-07</b>	Sondaggi privati, litologia non determinata	Area <b>REVI</b>
S1bis	3.00 - 5.50	<b>6.51E-07</b>		
Sg14	10.5 - 12.0	<b>4,20E-05</b>	Ghiaia con sabbia	<b>Adiac. Fin Bell (2017)</b>
Pz1	15.0 - 16.0	<b>4,26E-08</b>	Argille debolmente Marnose	
Pz2	5.00 - 6.00	<b>7,43E-08</b>	Sabbie limose passanti ad argille grigie	

Pz3	16.0 – 17.0	<b>6,95E-08</b>	Argille debolmente Marnose
Pz6	8.50 – 10.0	<b>6,77E-08</b>	Argille debolmente Limose
Pz7	9.00 – 10.0	<b>2,47E-08</b>	Argille debolmente Limose
Pz8	7.50 – 9.00	<b>4,71E-07</b>	Limi sabbiosi
Pz8	18.0 – 19.0	<b>7,98E-05</b>	Ghiaia con sabbia
Pz10	13.5 – 15.0	<b>7,12E-07</b>	Argilla limo sabbiosa

Tabella 4 – Prove *Lefranc* (2014-2017)

Le informazioni disponibili, ottenute dalle prove *Lefranc* eseguite in foro, hanno garantito, seppur nei limiti della campagna di indagine, un insieme di dati, che ha consentito, con l'applicazione di un approccio matematico-statistico, la definizione omogenea della distribuzione della permeabilità, da adottare per le successive modellazioni concettuali.

Il coefficiente di permeabilità **k** è stato determinato in campo (prove *Lefranc* su foro) facendo in modo che il dataset d'ingresso risultasse sufficientemente rappresentativo della distribuzione di **k** in relazione alla profondità ed alla litofacies omogenea di riferimento.

Sulla scorta di tali informazioni è possibile determinare, in prima approssimazione ed in via statistica, la distribuzione del valore del coefficiente di permeabilità **k** in relazione alle *litofacies* definite nell'ambito della modellazione idrogeologica, ed in rapporto alla profondità (Fig. 14); quest'ultima relazione potrebbe risultare non sempre significativa in ragione dell'eterogeneità della successione stratigrafica.

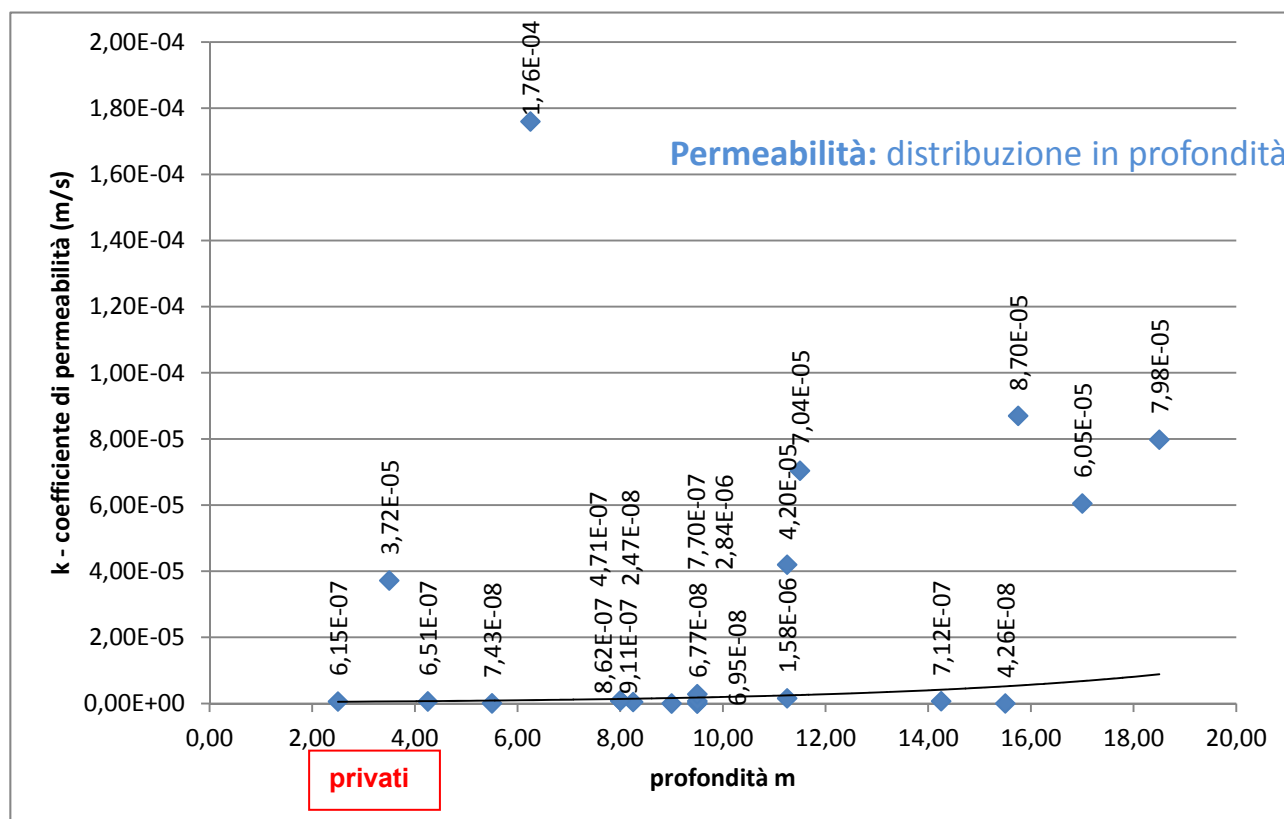


Figura 14 "k" permeabilità e profondità

Dai dati sopra esposti e dal grafico risulta che il coefficiente di permeabilità "k" presenta valori *estremi* compresi tra **1.76E-04** m/sec e **7.43E-08** m/sec.

Si evince inoltre che non è possibile, stante l'esiguità del dato di ingresso, operare una correlazione tra il valore del coefficiente "k" e la profondità di misurazione in quanto fino alle quote di indagine (-24.0 m) la distribuzione verticale ed orizzontale della delle *facies* granulometriche risulta estremamente variabile ed eterogenea.

Dalla tabella 4 è possibile tuttavia estrapolare una *relazione* tra il litotipo *omogeneizzato* e il relativo valore di permeabilità distinguendo tra ghiaie – sabbie ed argille.

Nello specifico il litotipo **ghiaie** risulta ben rappresentato con 8 valori di ingresso, seppur all'interno di un certo margine di variabilità legato alla natura granulometrica della matrice; il litotipo **argilla** risulta rappresentato da 9 valori di ingresso, caratterizzati da una marcata variabilità legata alla natura granulometrica della matrice, mentre il litotipo **sabbie** con un soli due dati di ingresso non può essere oggetto di alcuna valutazione statistica e risulta quindi poco rappresentativo.

### 1.3.1 Modello idrogeologico fisico: **Permeabilità ghiaie**

Il compartimento litologico e granulometrico delle ghiaie, come già esposto in precedenza riveste un ruolo fondamentale nella definizione delle dinamiche dei flussi idrici sotterranei tanto in riferimento alla pseudo – falda superficiale che a quella intermedia. Inoltre gli spessori, spesso importanti alla scala delle verticali indagate caratterizzano buona parte delle aree indagate e sono certamente sede di una consistente aliquota di circolazione idrica.

Tale porzione dei volumi acquiferi, sede della pseudo-falda intermedia e superficiale, è posta generalmente alla base della sequenza alluvionale, direttamente al di sopra delle argille di base (**aquiclude**) e delle argille limose di separazione (**aquitard**). La profondità di affioramento risulta variabile e compresa, nelle verticali oggetto di prove Lefranc, tra 3.0 e 17.5 m

La distribuzione dei valori di **k** come mostra il grafico (Fig. 15 – Tab. 5) evidenzia una sostanziale omogeneità e corrispondenza alla linea di tendenza in cui si evidenziano solamente due valori estremi. Tale litotipo mostra il valore medio di **k** maggiore dell'intera serie analizzata, cui corrisponde un relativamente maggiore flusso idrico.

ID	Z m	K m/s	Litologia
PzA1	16.5 - 17.5	<b>6.05E-05</b>	Ghiaie in matrice sabbiosa
PzB4	9.00 - 10.0	<b>2.84E-06</b>	Ghiaie Limi argillosi
PzD2-1	6.00 - 6.50	<b>1.76E-04</b>	Ghiaie
PzD2-2	15.0 - 16.5	<b>8.70E-05</b>	Ghiaie in matrice sabbiosa
PzE1	11.0 - 12.0	<b>7.04E-05</b>	Ghiaie in matrice sabbiosa
PzE2	3.00 - 4.00	<b>3.72E-05</b>	Ghiaie in matrice sabbiosa
Sg14	10.5 – 12.0	<b>4,20E-05</b>	Ghiaia con sabbia



Pz8	18.0 – 19.0	<b>7,98E-05</b>	Ghiaia con sabbia
-----	-------------	-----------------	-------------------

Tabella 5 – Prove *Lefranc* Ghiaie

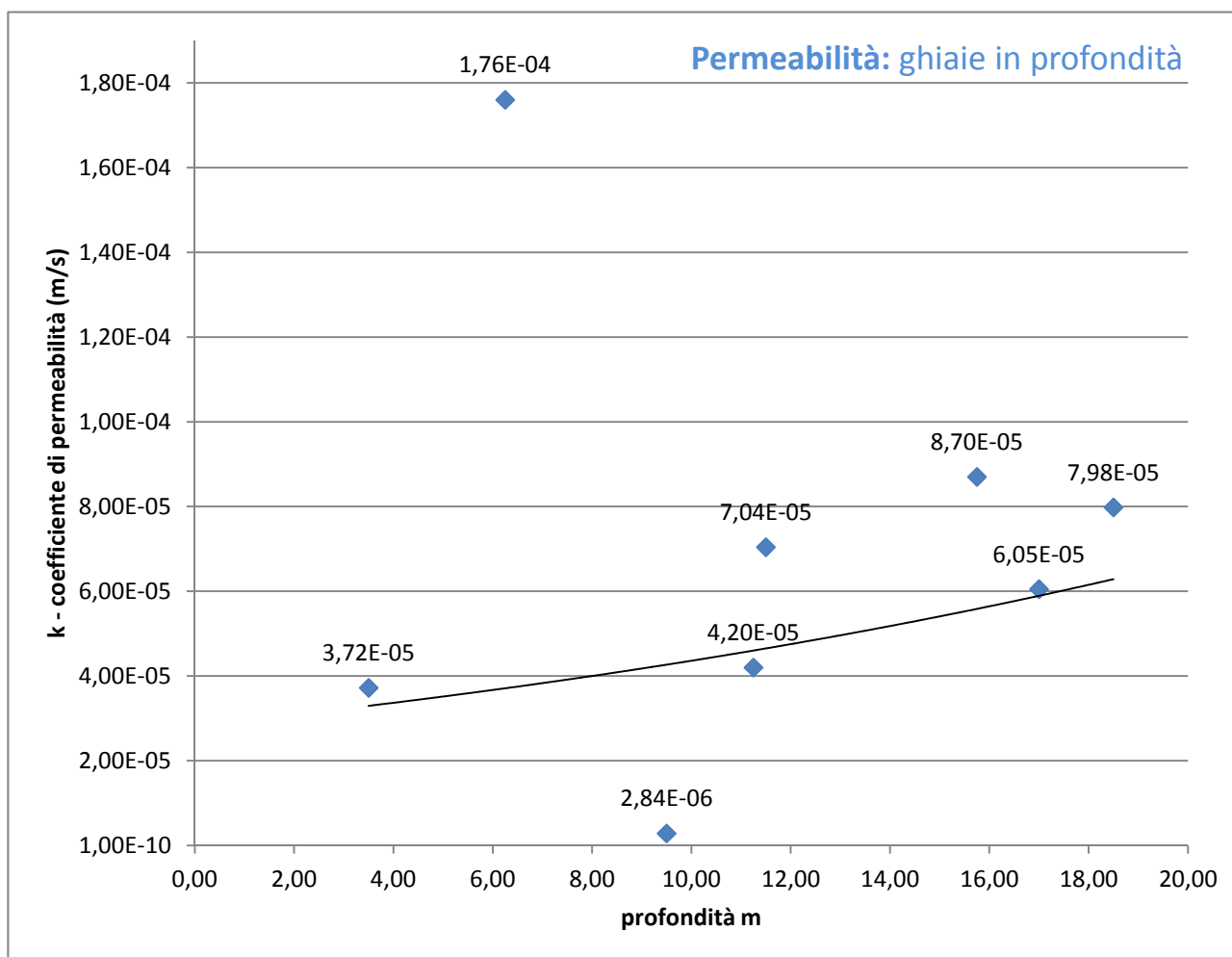


Figura 15 "K" permeabilità ghiaie

### 1.3.2 Modello idrogeologico fisico: **Permeabilità argille**

Tale compartimento idrogeologico costituisce la base "impermeabile" sulla quale la sequenza idrogeologica granulare garantisce il flusso idrico nelle due pseudo – falde. Nello specifico le profondità alle quali sono state effettuate le prove, comprese tra -5.00 m e -17.0 m, consentono di poter attribuire tali valori al livello **aquitard**.

ID	Z m	K m/s	Litologia
PzA2	7.50 - 8.50	<b>9.11E-07</b>	Argille intercalazioni sabbie
PzB3	9.00 - 10.0	<b>7.70E-07</b>	Argille grigie
PzC1	10.0 - 12.5	<b>1.58E-06</b>	Argille debolmente Limose
Pz1	15.0 – 16.0	<b>4,26E-08</b>	Argille debolmente Marnose
Pz2	5.00 – 6.00	<b>7,43E-08</b>	Sabbie limose passanti ad argille grigie
Pz3	16.0 – 17.0	<b>6,95E-08</b>	Argille debolmente Marnose
Pz6	8.50 – 10.0	<b>6,77E-08</b>	Argille debolmente Limose

Pz7	9.00 – 10.0	<b>2,47E-08</b>	Argille debolmente Limose
Pz10	13.5 – 15.0	<b>7,12E-07</b>	Argilla limo sabbiosa

Tabella 6 – Prove *Lefranc* Argille

Tale "appartenenza" è confermata dall'ordine di grandezza del parametro "k" che, pur differenziandosi da quello misurato per i volumi sabbiosi e ghiaiosi, non presenta un "marcato" carattere di impermeabilità associabile ai litotipi argillosi costituenti l'**aquiclude**. Quanto sopra conferma inoltre, l'esistenza di fenomeni di **drenanza** fra le due pseudo – falde oggetto di studio.

### 1.3.3 Modello idrogeologico fisico: **Permeabilità sabbie**

Tale litotipo costituisce contemporaneamente la *matrice* di sostegno ed il *corpo* dei due livelli acquiferi, tuttavia stante i limiti e l'esiguità della campagna di indagine non è stato possibile caratterizzarlo in maniera sufficiente preferendo attenzionare maggiormente le ghiaie e le argille.

Il valore di "k", misurato in coincidenza di **PzC2** corrispondente a **8.62E-07** m/sec e di **Pz8** (Adiac. Fin Bell) corrispondente a **4,71E-07** m/sec, non sono da considerarsi rappresentativi dei volumi sabbiosi presenti all'interno dei due livelli.

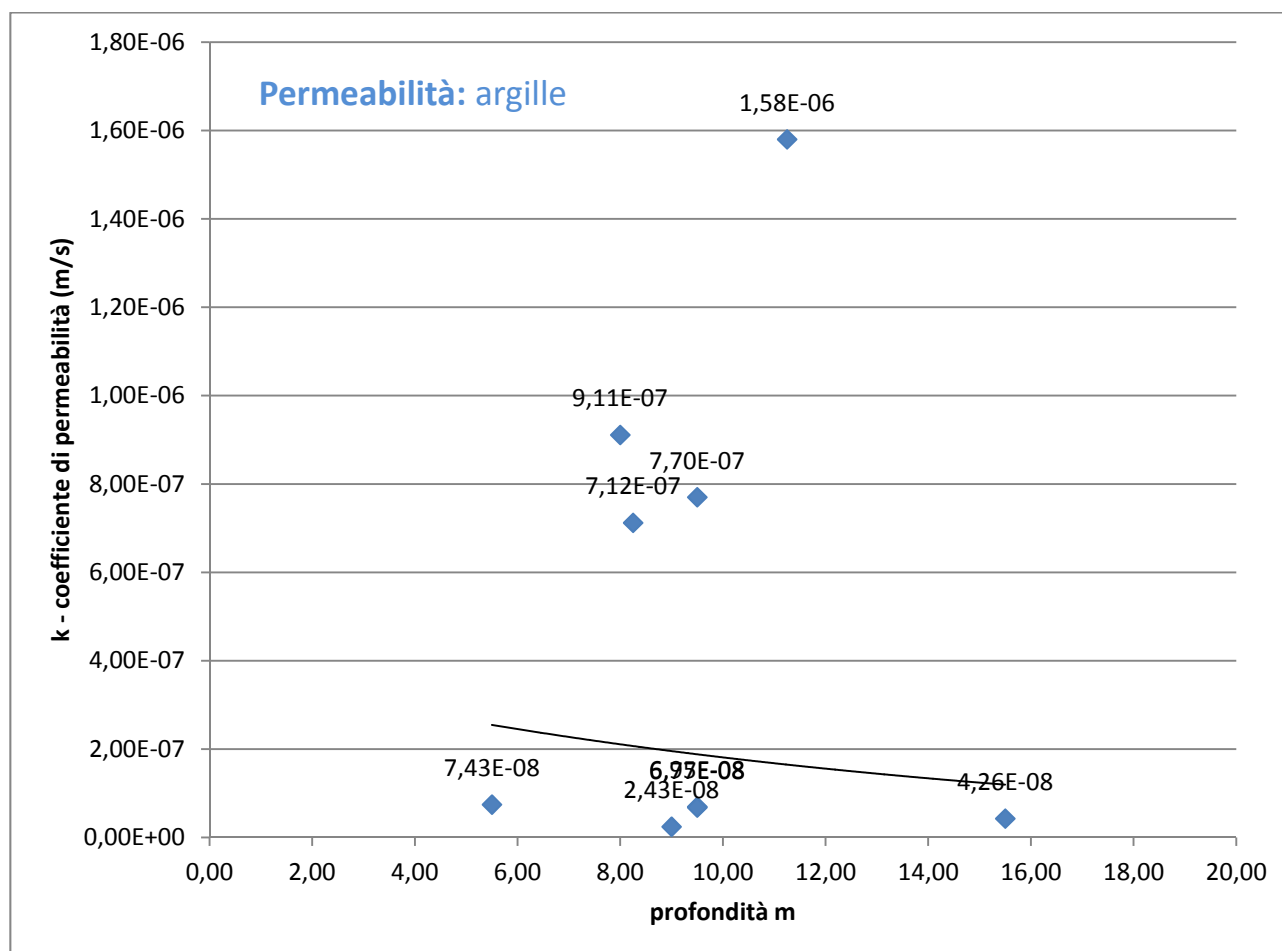


Figura 16 "k" permeabilità argille

## 2.0 - GEOMETRIE DEGLI ACQUIFERI

### 2.1 Geometria degli acquiferi: Premesse

Sulla scorta delle ricostruzioni effettuate in precedenza (PdC - 2010) seppur limitate nel numero di dati e di quanto fatto nell'attuale campagna di indagine oltre che sulla rielaborazione critica delle informazioni derivanti dalle indagine eseguite dai Privati, è possibile tentare di circoscrivere, all'interno di un definito dataset **xyz**, i limiti geometrico – spaziali degli acquiferi d'interesse e dei layer costituenti l'aquitard di separazione.

Suddetta ricostruzione è stata effettuata esclusivamente in coincidenza di quelle aree laddove il dato della attuale campagna geognostica e quello delle precedenti campagne geognostiche private è stato ritenuto sufficientemente rappresentativo della reale estensione in sottosuolo dei livelli costituenti l'acquifero di riferimento.

Tale operazione è stata svolta attraverso le tecniche della geostatistica in quanto il semplice utilizzo della ricostruzione volumetrica e stratigrafica, derivante dall'interpretazione del dato geognostico, non risulterebbe sufficientemente rappresentativa della realtà anche in relazione alla disomogenea localizzazione dei punti di indagine.

Per la definizione spaziale dei volumi sedimentari sede delle due pseudo-falde si è partiti dalla ricostruzione geostatistica delle superfici di separazione dei diversi "volumi idrogeologici" costituenti il modello fisico.

La procedura *geostatistica* adottata prevede di trasformare il dataset (informazioni derivanti dalla campagna geognostica) in un file **grid**, si è cioè creata una griglia i cui vertici, regolarmente distanziati, sono rappresentati dai punti battuti e dalle relative informazioni (**xyz**) oltre ad un certo numero di punti fittizi, generati dal programma secondo uno schema proposto dall'operatore, necessari per garantire la regolare distribuzione dei punti a fronte di una distribuzione di campo, stazioni di rilievo, ordinata secondo schemi non geostatistici. Nello specifico, dopo diversi tentativi e confronti tra le diverse metodologie di interpolazione, la scelta si è concentrata sui metodi del "**Kriging**" e della "**Triangolazione tramite Interpolazione Lineare**", per arrivare poi alla scelta del *Kriging* in quanto maggiormente rappresentativo dei dati in possesso degli Scriventi.

Le superfici analizzate sono state ulteriormente "ricostruite" partendo dal dato geognostico e sommandolo alla modellazione geostatistica realizzata in precedenza (PdC - 2010).

Oltre all'utilizzo di tali metodologie si è fatto ricorso alla determinazione geometrica classica per la definizione della distribuzione dei corpi degli acquiferi rispetto ai punti cardinali e definendo per ognuno le principali caratteristiche (aree di deflusso, direzioni di deflusso, volumi a maggiore consistenza etc).

## 2.2 Aquitard (livello di separazione)

Tale elemento del modello idrogeologico fisico (Tab. 7) risulta delimitato dalla superficie superiore (*Top*) e dalla superficie inferiore (*Bottom*) dell'**aquitard** coincidente con il livello limo-argilloso.

Il *dataset* utilizzato per la modellazione geo – statistica risulta costituito da 31 verticali di indagine comprese quelle realizzate in precedenza dai Privati.

Tale livello presenta una superficie *Top* che risulta caratterizzata da una profondità minima di **-0.40** m in coincidenza di **PzC1 – EcoTrans** e massima di **-8.90** m in coincidenza di **Pz3 – SEAB**, mentre la profondità di affioramento media risulta di -6.60 m.

Per quanto riguarda la superficie *Bottom* non sempre, viste le profondità di investigazione dei sondaggi, è stato possibile attraversare per intero il livello **aquitard** con la conseguenza che la ricostruzione effettuata trae origine da un minor numero di dati d'ingresso e di conseguenza risulta meno dettagliata. La superficie *Bottom*, attraverso la ricostruzione effettuata, risulta caratterizzata da una profondità minima di **-2.5** m in coincidenza di **Pz2 – Megalò** m e massima di **-14.6** m in coincidenza di **PzD2 – FinBell**, mentre la profondità di affioramento media risulta di -6.53 m.

ID	E	N	Top m	Bottom m	Spessore m
SP1 – Dayco	2448766	4691896	-7.30	-7.80	0.50
SP2 – Dayco	2448785	4691976	-6.20	X	FONDO FORO
<b>PZ3- SEAB</b>	<b>2448078</b>	<b>4690227</b>	<b>-8.90</b>	-9.40	0.5
PZ4- SEAB	2448136	4690150	-8.50	-12.0	3.5
PZ5- SEAB	2448095	4690130	-7.20	-10.5	3.3
PZ6- SEAB	2448213	4690140	-7.50	-11.3	3.8
PZ7- SEAB	2448147	4690226	-7.00	-11.0	4.0
P1 – Gelber	2448648	4690647	-5.00	-5.80	0.8
P2 – Gelber	2448700	4690834	-5.00	-6.00	10
P3 – Gelber	2448761	4691060	-5.00	X	FONDO FORO
PZA1 – ACA	2450114	4693289	-7.50	-10.3	2.8
PZA2 – ACA	2450154	4693343	-5.50	-10.0	FONDO FORO
SA4 – ACA	2450085	4693325	-5.70	-10.0	FONDO FORO
PzB3 - Dragaggio	2448625	4692704	-6.00	-11.0	FONDO FORO
PzB4 - Dragaggio	2448606	4692932	-9.50	-10.0	FONDO FORO
PzE1 – WTS	2447938	4690176	-8.50	-8.80	0.3
PzE2 – WTS	2447659	4690352	-7.5	-10.0	FONDO FORO
SE3 – WTS	2447710	4690304	-6.80	-8.60	1.8
SE4 bis - WTS	2447752	4690303	-5.90	-8.30	2.4
PzD1 Ter - FinBell	2447656	4690467	-7.10	-9.10	2.0
<b>PzD2 - FinBell</b>	<b>2448055</b>	<b>4690297</b>	<b>-7.60</b>	<b>-14.6</b>	7.0
SD3 - FinBell	2447878	4690384	-4.70	-6.90	2.2
SD4 - FinBell	2447802	4690431	-8.80	-10.0	FONDO FORO

PzC1 - Ecotrans	2448818	4692706	-0.40	-4.70	4.3
PzC2 - Ecotrans	2448708	4692568	-5.90	-6.70	0.8
SC3 - Ecotrans	2448791	4692706	-5.10	-10.0	FONDO FORO
SC4 - Ecotrans	2448754	4692611	-5.50	-8.20	2.7
PAE3 - Esterne	2448310	4691543	-7.20	-13.2	6.0
PAE4 - Esterne	2448480	4692497	-8.70	-13.6	4.9
PAE5 - Esterne	2449744	4693163	-5.00	-13.4	8.4
Pz1 - Esterne	2447974	4690066	-8.20	-10.0	1.8
Pz1	2447738	4690563	-5,30	-9,80	4.5
Pz5	2447883	4690458	-7,50	-11,6	4.1
Pz6	2447964	4690488	-8,50	-10,0	FONDO FORO
Pz7	2448017	4690437	-8,70	-10,0	FONDO FORO
Pz8	2448084	4690443	-4,50	-6,00	1.5
Pz10	2448143	4690345	-7,50	-18,0	10.5
Pz12	2447849	4690337	-8,30	-12,7	4.4
Sg11	2447786	4690650	-7,30	-9,50	2.2
Sg13	2447786	4690272	-7,20	-10,0	FONDO FORO
Sg14	2447911	4690485	-6,00	-10,6	4.6
Sg15	2447983	4690483	-8,80	-10,0	FONDO FORO
Sg16	2448039	4690373	-7,60	-10,0	FONDO FORO
SgARTA	2447920	4690445	-3,40	-5,00	1.6
Pz1	2447706	4688238	-8,50	-9,00	0.5
Pz2	2447756	4688602	-1,50	-2,50	1.0
S4 - Meccanica	2448968	4692601	-6,80	X	FONDO FORO
S6 - Meccanica	2448982	4692648	-6,00	X	FONDO FORO
S7 - Meccanica	2448991	4692683	-9,00	X	FONDO FORO
S8 - Meccanica	2449002	4692705	-9,00	X	FONDO FORO
S9 - Meccanica	2448917	4692644	-9,00	X	FONDO FORO

Tabella 7 – Dataset ricostruzione Aquitard

Risulta inoltre utile ricordare che il punto più meridionale (Fig. 17) coinvolto in tale ricostruzione corrisponde con **Pz1 – Megalò** (2447706E – 4688238N Gauss – Boaga).



Figura 17 Ubicazione Pz1 - Megalò

Come già espresso in precedenza (par. 1.2.2) lo spessore minimo equivalente a **0.3** m e lo spessore massimo equivalente a **10.5**. La media dei valori, seppur con i limiti prima citati, definisce un valore di 3.48.

Utilizzando per tale calcolo anche i dati derivanti dalle indagini "private" si ottiene un valore medio di 3.49 m e la mediana di 2.80 m.

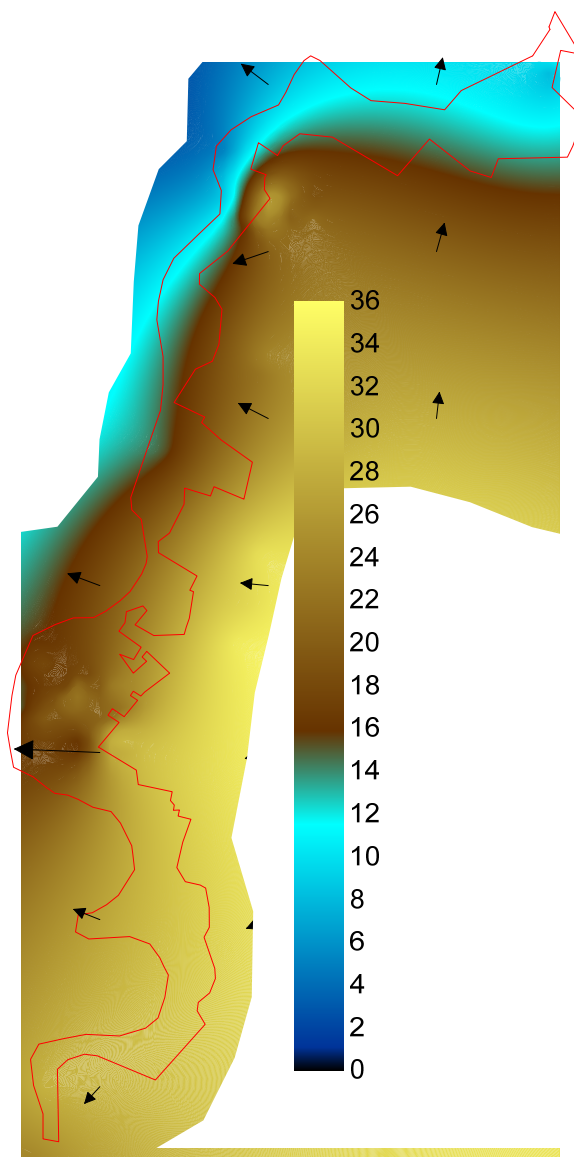


Figura 18 – Ricostruzione 2D aquitard top

La ricostruzione evidenzia, sulla scorta del *dataset* di ingresso, la tendenza ad un progressivo abbassamento della superficie Top dell'**aquitard** verso la linea di deflusso principale rappresentata dal corso del F.me Pescara, maggiormente evidente a partire dalle aree mediane e verso nord; la porzione meridionale, in coincidenza delle aree occupate dal centro commerciale Megalò, presenta un graduale innalzamento delle profondità di affioramento dell'aquitard. La Fig. 18 dunque evidenzia il *naturale* approfondimento dei livelli poco permeabili verso la linea di deflusso del F.me Pescara ad ovest, mentre in coincidenza del settore a destinazione produttiva industriale e dell'areale urbano di Chieti Scalo la superficie dell'**aquitard** tenda a risalire di quota, ad eccezione dell'area di Megalò che, seppur prossima all'asta fluviale, vede anch'essa risalire la quota di affioramento del livello impermeabile. Altri elementi di variazione rispetto all'andamento di tale superficie si evidenziano a nord, in prossimità del cambio di direzione dell'asta del F.me Pescara e

nelle vicinanze dell'area ACA. Tale conformazione morfologica potrebbe influenzare le dinamiche di flusso della falda superficiale che, seguendo le linee di massima pendenza, attraverso le articolazioni dell'*aquitard* potrebbe raggiungere il recettore finale rappresentato dall'alveo del Pescara e dai relativi volumi alluvionali attuali ad esso legati.

La ricostruzione grafica, evidenzia inoltre la presenza di un "**alto strutturale**" in corrispondenza del settore settentrionale, poco al di fuori del perimetro in studio, nelle vicinanze dei siti Dragaggio del Ponte ed ex Eco Trans e di un altro "**alto strutturale**" in corrispondenza del sito Megalò che condizionano il locale andamento del primo substrato impermeabile (*aquitard*). Tale ricostruzione, seppur nei limiti della *geostatistica* e della attuale densità di punti di indagine (*dataset*) in relazione all'estensione dell'areale in studio fornisce un primo livello conoscitivo delle principali depressioni del livello *aquitard* e delle relative direzioni preferenziali (in arancione). Tale superficie, sulla quale si pone il primo livello acquifero (pseudo acquifero superficiale) potrebbe dunque condizionare le direzioni di deflusso della falda. Si evidenzia una "*naturale inclinazione*" della superficie top dell'*aquitard* verso l'asse del F.me Pescara, posto ad ovest; mentre, in prossimità dei prima citati "alti", la "*naturale inclinazione*" della superficie evolve verso N – NE e SE.

La campagna investigativa ha il suo punto più meridionale in **PZ1** (Piezometri Megalò 2017) che ha evidenziato una prevalente litologia grossolana (ghiaia) almeno fino a 20.0 di profondità.

### 2.2.1 *Aquitard spessore*

La potenza (**h**) dell'*aquitard* di separazione tra le due pseudo falde, sede della locale circolazione idrica, potrebbe assumere, alla luce delle finalità dello studio in oggetto, un ruolo significativo in relazione ai processi di idroveicolazione e drenanza, attraverso le acque, dei contaminanti.

Risulta evidente infatti che, in coincidenza delle maggiori potenze degli intervalli a prevalenza coesiva, la velocità di deflusso della falda sarà localmente rallentata con la possibilità che l'eventuale contaminazione, in atto e/o passata, possa subire dei locali o diffusi condizionamenti qualora gli spessori siano omogeneamente distribuiti.

Tale elemento della successione idrogeologica presente al di sotto del primo acquifero è stato rinvenuto lungo 34 delle 50 verticali indagate. Il limite inferiore *bottom* coincide con il fondo foro di 11 delle verticali d'indagine con la conseguenza che il *dataset* da considerarsi come completo e rappresentativo degli spessori indagati equivale a 23 punti di sondaggio.

Lo spessore minimo equivalente a 0.3 m è stato individuato in coincidenza del **PZE1 – WTS** mentre lo spessore massimo equivalente a 10.0 m è stato individuato in coincidenza del **Pz10 – Adiac. Fin Bell**. La media degli spessori, con i limiti prima citati, definisce un valore di **3.53** e la mediana un valore di **2.6** m.



Sommando a tali informazioni quelle derivate dai dati ottenuti dalle campagne di indagine eseguite dai Privati, il quadro conoscitivo, seppur ancora limitato, si espande consentendo l'applicazione di tecniche geostatistiche che permettono la ricostruzione, parziale, della distribuzione in potenza (h) dell'aquitard all'interno dell'areale in studio.

In Figura 19 è esposta la ricostruzione delle isopache (linee che uniscono i punti di uguale spessore) che evidenzia la sostanziale suddivisione dell'areale in studio in alcuni macrosettori a maggior potenza, nella porzione centro – settentrionale dell'areale; ed alcuni a minor potenza nella porzione meridionale, nell'area indagata dai sondaggi di via Gerber ed in zona Eco Trans.

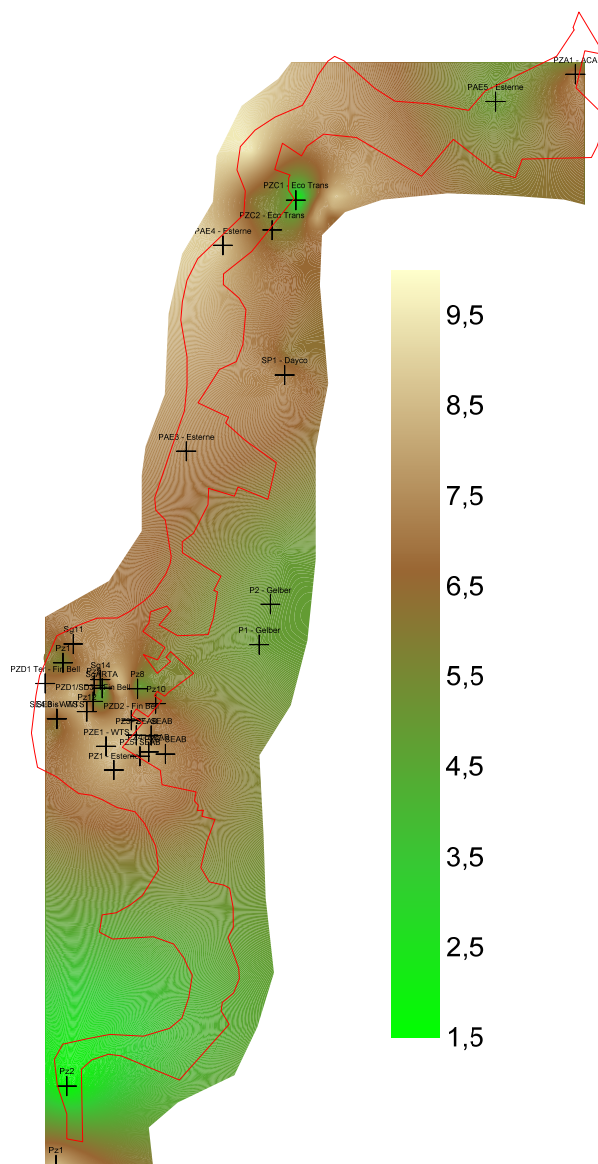


Figura 19 – Ricostruzione spessore aquitard

Nello specifico, pur nei limiti di una ricostruzione geostatistica, appare evidente una tendenza alla diminuzione degli spessori dell'aquitard verso il settore orientale, coincidente in parte con la porzione centrale e meridionale dell'area urbana, industriale e commerciale di Chieti Scalo, mentre

spostandosi verso ovest, e di conseguenza verso l'asse del F.me Pescara, all'interno delle aree perimetrale dall'ordinanza sindacale, gli spessori tendono ad aumentare fino a raggiungere, in prossimità dello spigolo NE, i valori massimi.

E' possibile ipotizzare dunque, una maggiore velocità di idroveicolazione delle acque sotterranee e degli eventuali contaminanti nella porzione est delle aree in studio, mentre ad ovest, in relazione all'aumentata potenza del livello di separazione, i diminuiti processi di drenanza potrebbero determinare una minore velocità di idroveicolazione delle acque sotterranee e dei contaminanti.

Resta inteso che il quadro sopra sintetizzato debba essere ulteriormente valutato alla luce della distribuzione delle altre componenti del sistema idrogeologico e, in particolar modo, la distribuzione in spessore e sviluppo areale delle ghiaie ad elevata permeabilità, oltre naturalmente alla valutazione geometrica ed idrogeologica del sovrastante livello acquifero.

Quanto sopra deve tuttavia essere vagliato alla luce del fatto che il territorio compreso tra l'areale **SEAB** e **Megalò** risulta privo di dati geognostici e dunque la ricostruzione risulta basata esclusivamente sulle assunzioni geostatistiche.

### 2.3 Aquiclude (livello di base)

L'**aquiclude** argilloso di base, sostiene come ampiamente premesso, il *pacco* alluvionale sede della circolazione idrica suddivisa in pseudo falda superficiale e intermedia. Nonostante la fondamentale importanza di tale elemento, visti i limiti della campagna geognostica, è stato possibile individuarlo solamente su 12 (Tabella 1) delle 50 verticali indagate e su una verticale indagata da Ditta privata. La quote assolute riscontrate variano tra **7.35 m** e **24.8 m**. Risulta evidente, vista la notevole estensione dell'area interessata, che il dato di input non può essere considerato rappresentativo della reale distribuzione in profondità; tuttavia, vista la discreta ripartizione spaziale del dato si è egualmente proceduto alla ricostruzione della superficie dell'*aquiclude*. Questa evidenzia un areale posto al centro dell'area in studio in cui si assiste ad un progressivo approfondimento con la

conseguente presenza in un livello acquifero, seppur parzialmente settorializzato, a maggior potenza.

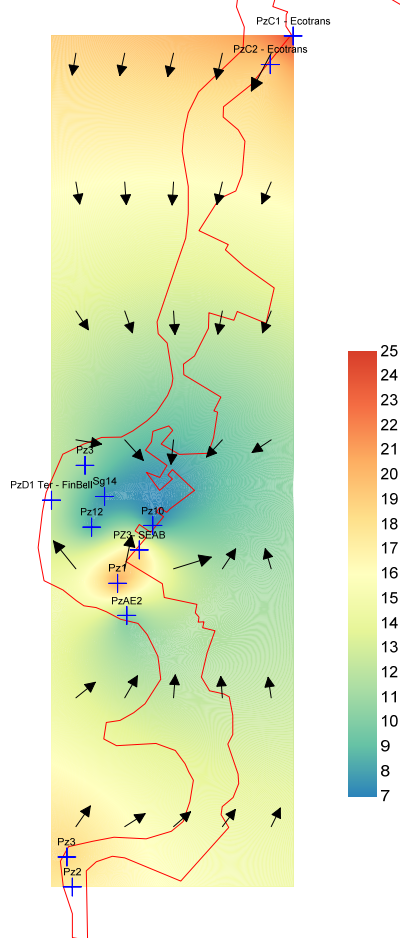


Figura 20 – Ricostruzione 2D aquiclude top

Tale informazione tuttavia, in assenza di ulteriori riscontri, non può considerarsi rappresentativa dell'attuale distribuzione della superficie impermeabile che rappresenta il livello di base dell'intera circolazione idrica sotterranea dell'areale di Chieti Scalo.

## 2.4 Ghiaie (1° livello)

La presenza di sacche e/o livelli continui di ghiaie, le cui caratteristiche in termini di coefficiente di permeabilità ( $k$ ) sono state discusse in precedenza, costituisce un fondamentale elemento nelle dinamiche di flusso delle acque sotterranee. E' noto infatti che in coincidenza di tali elementi litologici il flusso idraulico tende a concentrarsi con velocità di deflusso mediamente elevate oltre a generare possibili aree di *richiamo* (pressioni minori) in coincidenza di eventi meteorici importanti, soprattutto a profondità medio basse, e di sversamenti generici provenienti dalla superficie. Si potrebbero quindi generare delle concentrazioni anomale di contaminanti, stante le elevate velocità di deflusso, con la successiva veicolazione verso i ricettori finali della falda (F.me Pescara).

Oltre alle implicazioni di tipo ambientale va rilevata l'importanza di tali elementi nell'ottica della generale gestione del bene acque sotterranee.

Nello specifico si tratta di **volumi grossolani costituiti da sabbie e ghiaie poligeniche** che sono state intercettate alla base del primo livello acquifero.

Gli spessori minimi 0.5 m sono stati riscontrati in coincidenza del **PzB2 – Dragaggio del Ponte** dove tuttavia ci si trova a fondo (probabile che tale livello si presenti anche al di sotto); il valore minimo è dunque da considerarsi quello misurato in **SA4 – ACA** equivalente a 1.1 m. Per quanto concerne gli spessori massimi, può farsi un analogo ragionamento valutando i 16.3 m misurati in PAE1, ma coincidenti con il fondo foro, e lo spessore di **12.7 m** in coincidenza di **PAE2** da considerarsi pertanto come il valore massimo. Delle verticali indagate 18 (3 private) risultano aver attraversato, in tutto il suo sviluppo, il volume di Ghiaie dunque il dataset può considerarsi relativamente esaustivo e rappresentativo della distribuzione degli spessori delle ghiaie. Il valore medio equivale a 3.85 m, mentre il valore della mediana equivale a di 3.4 m. Sommando a tali informazioni quelle derivate dalle campagne di indagine eseguite dai Privati (Tab. 9), il quadro conoscitivo, seppur ancora limitato, si espande consentendo l'applicazione di tecniche geostatistiche che permettono la ricostruzione, parziale, della distribuzione in potenza (**h**) del I° livello di Ghiaie all'interno dell'areale in studio.

Nello specifico, pur nei limiti di una ricostruzione geostatistica, appare prevalere su vasta scala (Chieti Scalo) la classe di potenza compresa tra 0.5 m e 5.0 m circa che occupa la porzione centrale dell'areale oggetto di ricostruzione e modellazione; gli spessori maggiori coincidono con la porzione nord occidentale e verso l'asse del F.me Pescara.

ID	E	N	Spessore m
PZ5 - SEAB	2448095	4690130	2
PZ6 - SEAB	2448213	4690140	1
PZ7 - SEAB	2448147	4690226	1

Tabella 8 – Ghiaie I° Livello SEAB

Tale ricostruzione evidenzerebbe, in primo luogo, la possibile presenza di depositi ghiaiosi e sabbiosi grossolani, riconducibili a passati episodi di piena concentrati, in termini di potenza, nelle vicinanze dell'asse del F.me Pescara e una minore presenza (potenza) lungo la porzione orientale della piana alluvionale a testimonianza del "limitato" apporto alla sedimentazione grossolana dei paleo alvei torrentizi, probabilmente presenti in tale zona. Tuttavia, al di là delle possibili ricostruzioni paleo – geografiche e delle relative ripercussioni sulle attuali dinamiche idrauliche, risulta evidente la connessione tra tale litologia ed il suo sviluppo in potenza e la presenza di un abbondante flusso idrico con la possibile presenza di maggiori concentrazioni di contaminati .

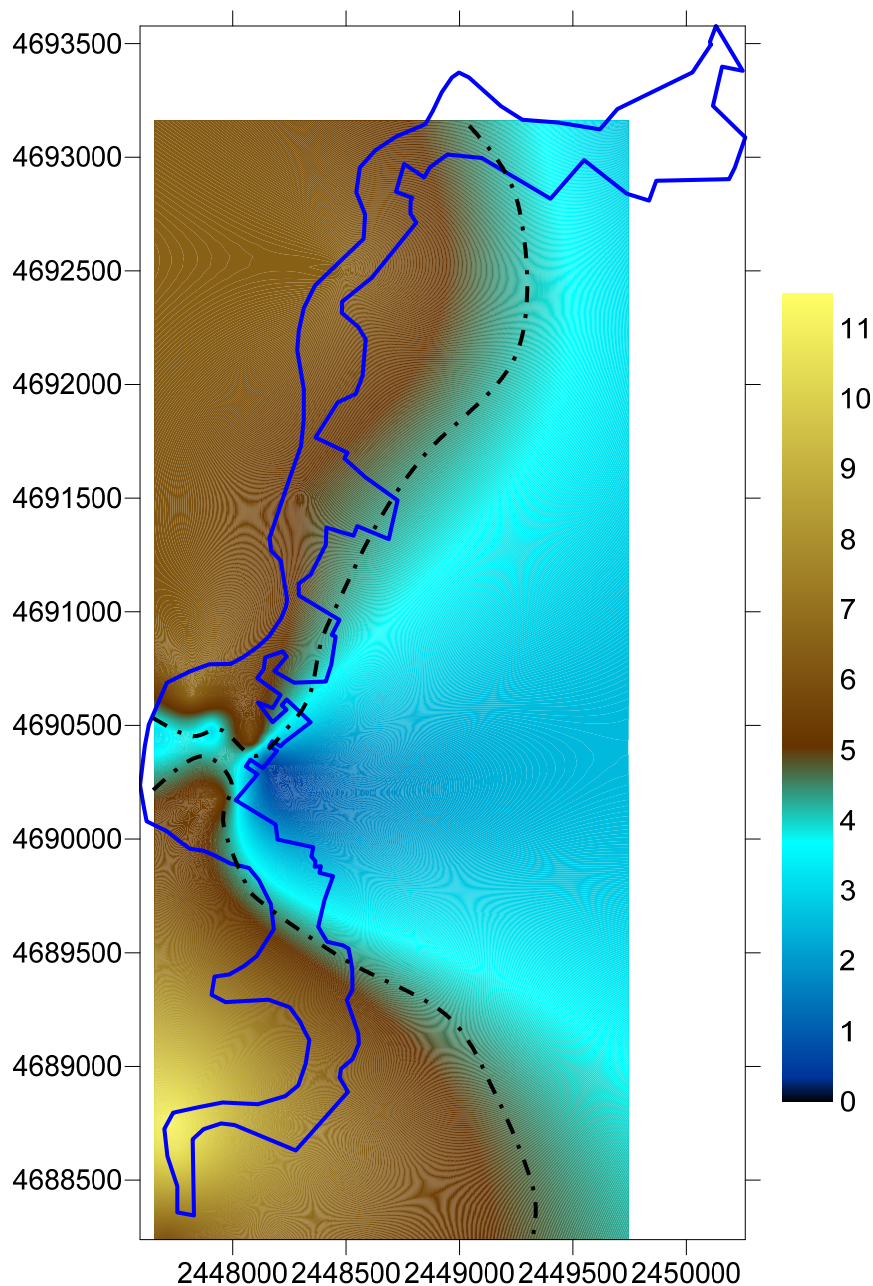


Figura 21 – Ricostruzione spessore Ghiaie I° Livello

## 2.5 Acquifero (I° livello)

Analogamente a quanto fatto per i livelli aquitard e ghiaie I° è possibile ricostruire lo sviluppo in potenza (spessore), nei limiti dei dati in possesso degli scriventi, dell'intero pacco alluvionale costituente il primo livello acquifero della successione caratterizzante il sito S.I.R. di Chieti Scalo.

Tale ricostruzione permette la modellazione dei volumi potenzialmente interessati dal flusso della falda e sostenuti dall'*aquitard*. Il dato di *input* è sintetizzato alla precedente Tabella 10.

In tal caso, a differenza di quanto già fatto in precedenza e sintetizzato in Fig. 10, si sommano ai dati derivanti dall'attuale campagna geognostica pubblica (2014-2017) quelli dell'indagine

effettuata dai Privati; il *dataset* d'ingresso, risulta quindi, con l'utilizzo totale di 47 verticali d'indagini, ben rappresentativo della reale situazione ambientale ed in grado, nei limiti di una rappresentazione geostatistica, di garantire una sufficiente modellazione della configurazione dell'acquifero di riferimento (Fig. 21).

Nella sottostante immagine è rappresentata la distribuzione degli spessori del pacco alluvionale all'interno del sito S.I.R. e delle adiacenti porzioni dell'area urbana commerciale produttiva di Chieti Scalo; risulta evidente la distribuzione di una potenza del complesso sedimentario sede della prima falda acquifero compresa tra 3.0 ÷ 6.0 m.

All'esterno, verso l'agglomerato urbano – produttivo - commerciale il pacco alluvionale tende ad assottigliarsi fino a raggiungere gli spessori minimi in coincidenza del settore settentrionale dove presenta potenze equivalenti a 0.5 m e meridionale in coincidenza dell'area Megalò.

All'esterno, verso l'agglomerato urbano – produttivo - commerciale il pacco alluvionale tende ad assottigliarsi fino a raggiungere gli spessori minimi in coincidenza del settore settentrionale dove presenta potenze equivalenti a 0.5 m. Buona parte dell'areale in studio (compreso nei limiti segnati in rosso) presenta potenze in genere > 6.0 m e fino a 10.0 m circa.

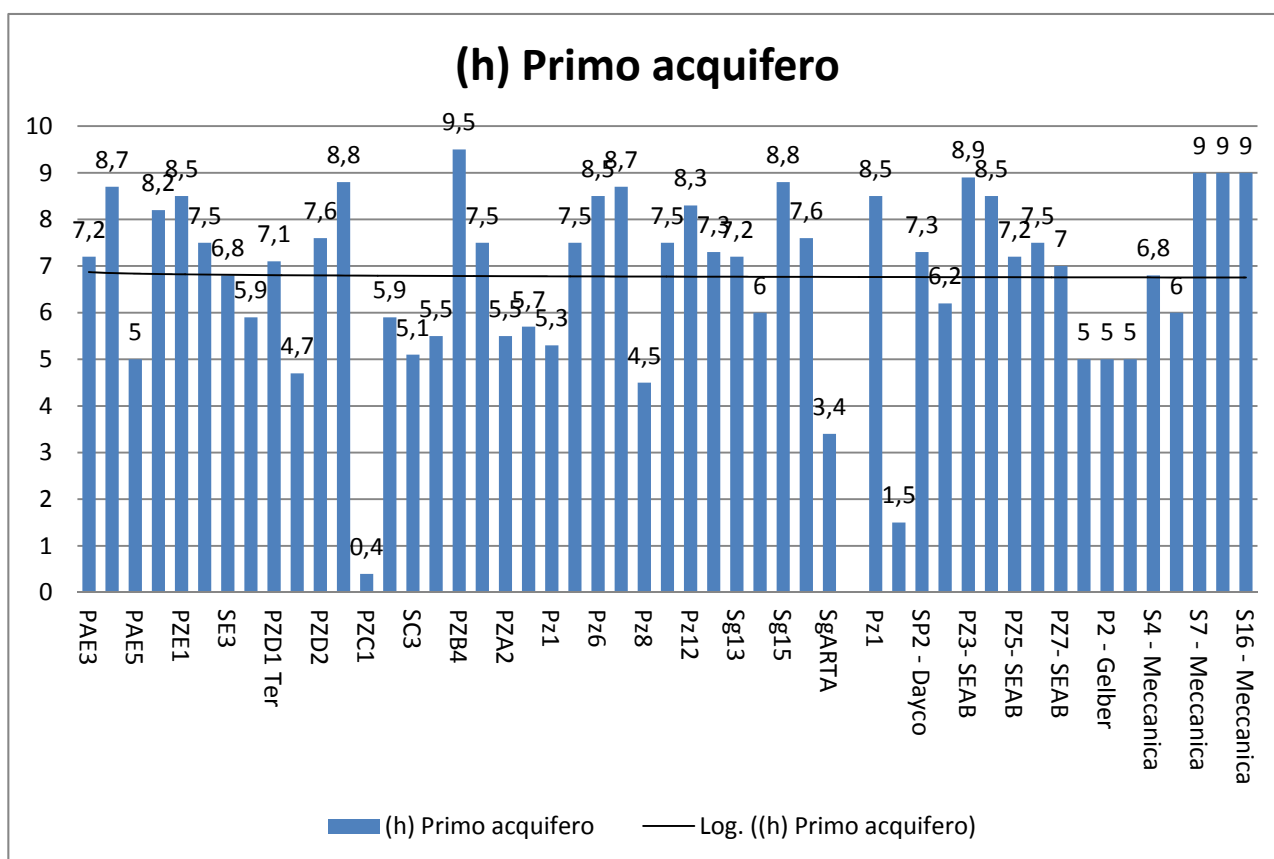


Figura 22 – Ricostruzione spessore 1° acquifero (anche con dati Privati)

### 3.0 - GEOMETRIE DELLA FALDA

#### 3.1 Geometria della falda: Premesse

Come anticipato ai precedenti paragrafi l'insieme litologico e granulometrico sopra descritto di concerto con la distribuzione delle caratteristiche idrogeologiche (coefficiente di permeabilità **k**) e della loro ripartizione volumetrica e planimetrica, definisce l'esistenza di due pseudo volumi acquiferi, separati da un *aquitard* solo a tratti continuo, sostenuti, verso il basso, dalle argille impermeabili, *aquiclude*. Il quadro idrogeologico così distinto garantisce l'esistenza di due pseudo – falde (Cap. 1.0 – Par. 2.1.1 PdC 2010) la cui presenza è a tratti testimoniata dai dati freaticometrici relativi ai numerosi piezometri e pozzi, che hanno investigato e/o utilizzato le acque sotterranee dell'areale in questione.

#### 3.2 – Andamenti dinamici delle falde

I volumi idrogeologici d'interesse sono stati oggetto, a partire dalla data di esecutività della Determina Sindacale n.542 del 29/10/08, di periodiche campagne di monitoraggio (a supporto delle pratiche eseguite dalla Ditte Private) che attraverso i numerosi piezometri che intercettano le due pseudo – falde hanno fornito agli Scriventi una primaria definizione dell'evoluzione dei livelli piezometrici dei due corpi idrici sotterranei (Tab. 9).

ID	E	N	soggiacenza	m s.l.m.	falda
SP1 - Dayco	2448766	4691896	-3,9	23,16	S
SP2 - Dayco	2448785	4691976	-2,51	24,38	S
SP3 - Dayco	2448790	4692207	-1,97	24,91	S
SP4 - Dayco	2448747	4692226	-2,19	29,15	S
SP5 - Dayco	2448648	4692153	-4,93	21,86	S
SP6 - Dayco	2448650	4691907	-2,15	24,37	S
SP7 - Dayco	2448723	4691961	-2,58	24,22	S
SPX - Dayco	2448636	4692126	-2,12	24,55	S
S1 bis - Revi	2448497	4690530	-4,61	NO DATO	S
S2 - Revi	2448541	4690556	-5,57		S
S2 bis - Revi	2448513	4690602	-2,61		S
S4 - Revi	2448510	4690574	-3,15		S
S5 - Revi	2448493	4690646	-4,29		S
S8 - Revi	2448457	4690618	-4,92		S
S10 - Revi	2448426	4690580	-5		S
S11 - Revi	2448446	4690575	-5,36		S
S16 - Revi	2448471	4690450	-7,49		S
S17 - Revi	2448448	4690554	-6,34		S
SA - S.Gobain	2448868	4691908	-4,08	NO	S
SB - S.Gobain	2448807	4692031	-1,48	DATO	S

SC - S.Gobain	2448855	4692132	-1,54		S
SD - S.Gobain	2448837	4692000	-2,51		S
SE - S.Gobain	2448850	4691999	-2,59		S
SF - S.Gobain	2448873	4692030	-1,62		S
SG - S.Gobain	2448940	4692065	-1,66		S
SH - S.Gobain	2448865	4692060	-1,15		S
SI - S.Gobain	2448886	4692119	-2,23		S
Pz1 - S.Gobain	2448807	4691948	-2,51		S
Pz6 - S.Gobain	2448807	4691948	-3,3		S
Pz2 - S4 bis - S.Gobain	2448872	4692128	-1,76		S
PZ2 - S4 - S.Gobain	2448874	4692131	-1,71		S
Pz5 - S.Gobain	2448860	4692137	-1,52		S
Pz4 - S.Gobain	2448833	4691995	-2,11		S
Pz2 - S.Gobain	2448836	4692029	-1,8		S
Pz1 - S2 - S.Gobain	2448827	4692022	-1,71		S
Pz7 - S.Gobain	2448849	4692093	-1,59		S
Pz3 - S.Gobain	2448869	4692001	-2,38		S
Pz8 - S2b - S.Gobain	2448816	4692008	-1,86		S
PZ1- SEAB	2448060	4690202	-3,9	26,64	S
PZ2- SEAB	2448210	4690073	-6,75	24,95	S
PZ3- SEAB	2448078	4690227	-5,25	25,85	I (-15 m)
PZ4- SEAB	2448136	4690150	-4,25	27,18	S
PZ5- SEAB	2448095	4690130	-3,95	27,08	S
PZ6- SEAB	2448213	4690140	-7,2	23,92	S
PZ7- SEAB	2448147	4690226	-3,95	27,09	S
S4 - Meccanica	2448968	4692601	-2,04	25,771	S
S5 - Meccanica	2448934	4692675	-1,86	26,062	S
S6 - Meccanica	2448982	4692648	-1,46	26,491	S
S7 - Meccanica	2448991	4692683	-1,81	26,303	S
S8 - Meccanica	2449002	4692705	-2,14	25,837	S
S9 - Meccanica	2448956	4692682	-1,58	26,355	S
S11 - Meccanica	2448951	4692700	-1,7	26,185	S
S12 - Meccanica	2448959	4692698	-1,8	26,213	S
S13 - Meccanica	2448975	4692687	-1,76	26,266	S
S15 - Meccanica	2448931	4692630	-1,93	26,138	S
S16 - Meccanica	2448917	4692644	-2,1	25,893	S

Tabella 9 – Misure indagini private (S = Superficiale – I = Intermedia)

A tali informazioni vanno sommate quelle ottenute dalla prima campagna di indagine (Maggio – Settembre 2014) e dalle successive misurazioni effettuate sui piezometri (2015).

ID	E	N	Prof. (da p.c. )	m s.l.m.	Falda
PZA1 - ACA	2450114	4693289	0,00	15,251	I
PZA2 - ACA	2450154	4693343	-1,02	13,836	S



SA4 - ACA	2450085	4693325	-1,75	13,100	S
PZB3 - Dragaggio	2448625	4692704	-3,5	15,919	S
PZB4 - Dragaggio	2448606	4692932	-4,95	14,839	S
PZC1 - Eco Trans	2448818	4692706	-11,15	17,628	I
PZC2 - Eco Trans	2448708	4692568	-5,15	22,750	S
PZD1 Ter - Fin Bell	2447656	4690467	-3,1	22,270	S
PZD2 - Fin Bell	2448055	4690297	-5,2	23,272	I
PZE1 - WTS	2447938	4690176	-5,3	23,763	I
PZE2 - WTS	2447659	4690352	-3,7	22,552	S
PAE1 - Esterne	2447680	4688187	-3,4	29,963	I
PAE2 - Esterne	2448018	4689911	-2,1	24,106	I
PAE3 - Esterne	2448310	4691543	-2,4	19,546	I
PAE4 - Esterne	2448480	4692497	-3,55	16,462	I
PAE5 - Esterne	2449744	4693163	-2,5	13,689	I

Tabella 10 – Misure soggiacenza e quota assoluta (Mag – Sett 2014)

Successivamente, in seguito al ritrovamento di rifiuti interrati ed in superficie, l'Amministrazione ha deciso la prosecuzione dell'indagine con un relativo approfondimento conoscitivo dell'areale posto nelle vicinanze di Fin Bell (ulteriore sede di discarica) e di quello posto in coincidenza dell'area Megalò. E' stata dunque condotta un'ulteriore campagna geognostica con relative misurazioni piezometriche di seguito riassunte in tabella 11.

ID	E	N	Prof. (da p.c.)		data		m s.l.m.	Falda
Pz1	2447738	4690563	-2,32	-2,24	10-giu	16-giu	21.136	I
Pz2	2447778	4690611	-1,8	-1,85	10-giu	16-giu	21.045	S
Pz3	2447817	4690635	-2	-1,98	15-giu	16-giu	21.183	I
Pz4	2447888	4690580	-2,75	-2,9	15-giu	16-giu	20.973	S
Pz5	2447883	4690458	-3,6		07-giu		20.981	S
Pz6	2447964	4690488	-4,75	-4,09	06-giu	16-giu	21.728	S
Pz7	2448017	4690437	-4,95	-5,01	05-giu	16-giu	22.795	S
Pz8	2448084	4690443	-5,2	-5,97	05-giu	16-giu	22.065	I
Pz9	2448168	4690374	-6,5	-5,3	29-mag	16-giu	22.328	S
Pz10	2448143	4690345	-7	-7,1	31-mag	16-giu	22.65	I
Pz12	2447849	4690337	-5,4	-5,5	24-mag	16-giu	22.336	I
Sg14	2447911	4690485	-2,8	-2,95	10-giu	16-giu	21.394	I
Pz1	2447706	4688238	-3,4	-3,56	19-mag	16-giu	28.758	I
Pz2	2447756	4688602	-1,92	-1,95	19-mag	16-giu	27.935	I
Pz3	2447730	4688746	-3		21-giu		27,692	I

Tabella 11 – Misure soggiacenza e quota assoluta (Mag – Giu 2017)

Nelle successive ricostruzioni idrogeologiche sono stati utilizzati anche i dati derivanti dall'esecuzione delle trincee esplorative. Tale metodologia di indagine, pur non essendo perfettamente indicata nella definizione della piezometria, ha consentito agli Scriventi di ampliare

notevolmente il *dataset* di ingresso, in maniera da poter predisporre una più reale rappresentazione dell'attuale conformazione del corpo idrico superficiale.

ID	E	N	Prof.	m s.l.m.
TR 01	2447734	4690378	-2,9	22,669
TR 06	2447843	4690529	-2,1	22,571
TR 07	2447792	4690601	-1,5	21,757
TR 08	2447733	4690658	-3,0	21,927
TR 12	2447980	4690509	-3,0	22,445
TR 21	2450057	4693154	-1,5	14,131
TR 23	2449977	4693298	-1,4	13,856
TR 24	2448305	4689758	-1,7	25,814
TR 26	2448200	4689860	-2,7	24,495
TR 34	2448514	4691356	-2,15	19,094
TR 37	2448379	4691573	-3,0	18,827
TR 43	2449538	4692956	-2,9	13,783
TR 44	2449531	4693057	-2,95	13,992
TR 45	2449627	4693032	-2,85	13,822
TR 47	2449219	4693091	-2,9	13,910
TR 50	2449928	4692955	-2,4	13,734
TR 51	2449829	4692959	-2,7	16,659
TR 52	2449845	4693061	-2,6	13,451
TR 53	2449735	4692965	-2,5	13,785

Tabella 12 – Misure soggiacenza e quota assoluta (Mag – Sett 2014) TRINCEE

ID	E	N	Prof.	m s.l.m.
TR 1 Ad. Fin Bell	2447810	4690575	-1,8	23,769
TR 2 Megalò	2447760	4688563	-3,0	27,495

Tabella 13 – Misure soggiacenza e quota assoluta (Mag – Giu 2017) TRINCEE

I dati sopra esposti seppur derivanti da diverse campagne investigative, eseguite con metodologie diversificate hanno prodotto un sufficiente set di dati (stante la notevole estensione dell'areale da considerare) se riferito agli attuali obiettivi (Caratterizzazione ambientale su vasta scala).

Nel seguito verranno esposte le ricostruzioni piezometriche effettuate attraverso l'utilizzo dei dati derivanti dalle campagne investigative eseguite dai **Privati** e dall'Amministrazione di Chieti attraverso l'esecuzione delle **Trincee** e dei **Piezometri** (2014 - 2015 - 2017).

Successivamente, omogeneizzando i dati delle tre *diverse* campagne investigative verrà proposta la modellazione e la ricostruzione spaziale del corpo idrico d'interesse suddiviso nelle due pseudo falde superficiale e profonda, utilizzando i dati piezometrici *ufficiali* (rilievo piezometrico tarato con la campagna topografica di precisione).

### 3.2.1 – Andamento della pseudo falda superficiale (**Trincee**) prime ricostruzioni

L'esecuzione delle 53 Trincee, aventi l'obiettivo primario dell'individuazione di eventuali volumi di rifiuti interrati, ha consentito, lungo 19 verticali indagate, il rilievo della pseudo falda superficiale.

Nello specifico la profondità minima registrata è stata di **-1.4 m** dal p.c. (TR 23); mentre la profondità massima equivale a **-3.0 m** (TR 8-12-37 – TR 2 - 2017).

La trincea TR 23 è posta in coincidenza dello spigolo N dell'area investigata, mentre le TR 8-12-37 sono poste in posizione grosso modo centrale.

La profondità **media della piezometrica** dal p.c. equivale a - 2.45 m; mentre il valore della **mediana** equivale a di - 2.7 m. La distribuzione (Fig. 24) delle Trincee nelle quali è stata individuata la pseudo falda superficiale, seppur non omogenea visti gli scopi primari di tale investigazione, è stata ritenuta, a parere degli Scriventi, sufficientemente rappresentativa della distribuzione della pseudo falda ed utilizzata quindi per una parziale e primaria ricostruzione dell'andamento delle acque che interessano le porzioni superficiali dell'acquifero (Fig. 25).

La ricostruzione (Fig. 25) evidenzia una regolare distribuzione della superficie *piezometrica* da S verso N, ed in particolare verso NE in coincidenza dell'asse del F.me Pescara, ed una generale *pendenza* della *piezometrica* verso N, oltre all'evidenza di un piccolo asse di deflusso sotterraneo.

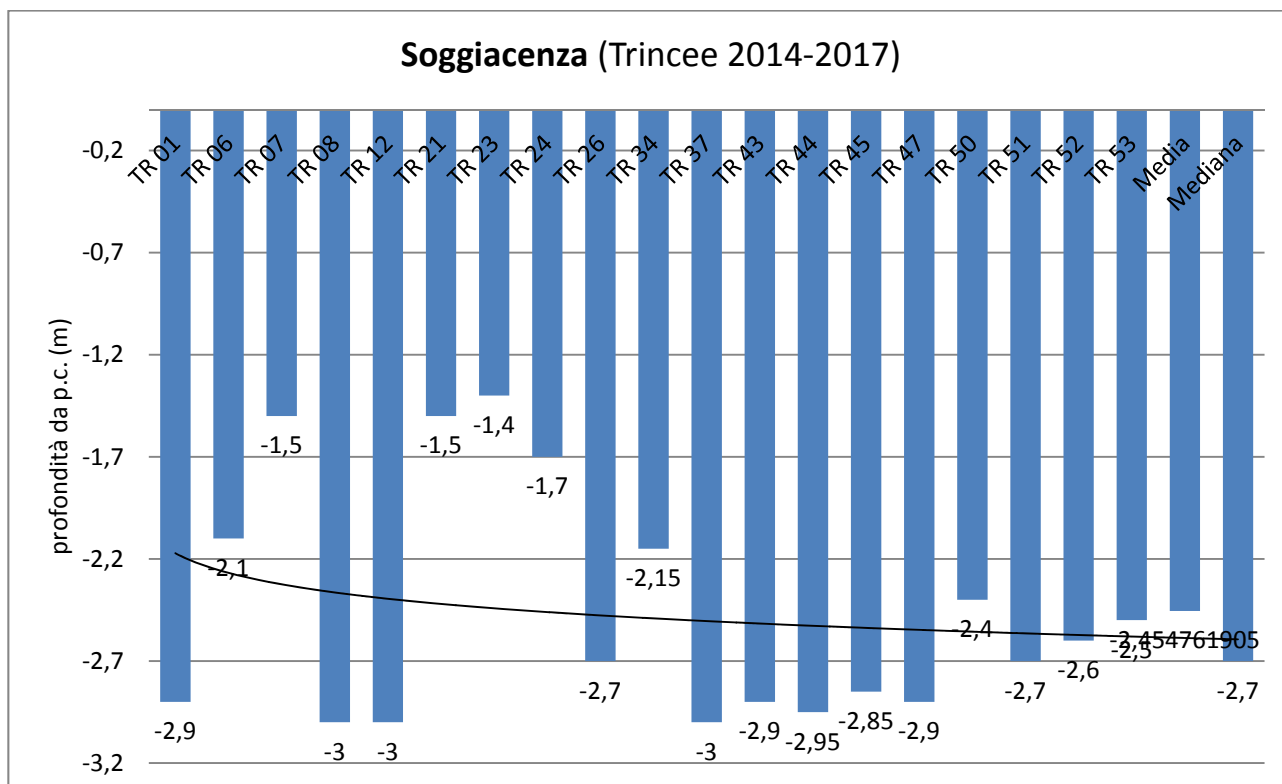


Figura 23 – Distribuzione della Soggiacenza (Trincee 2014 - 2017)

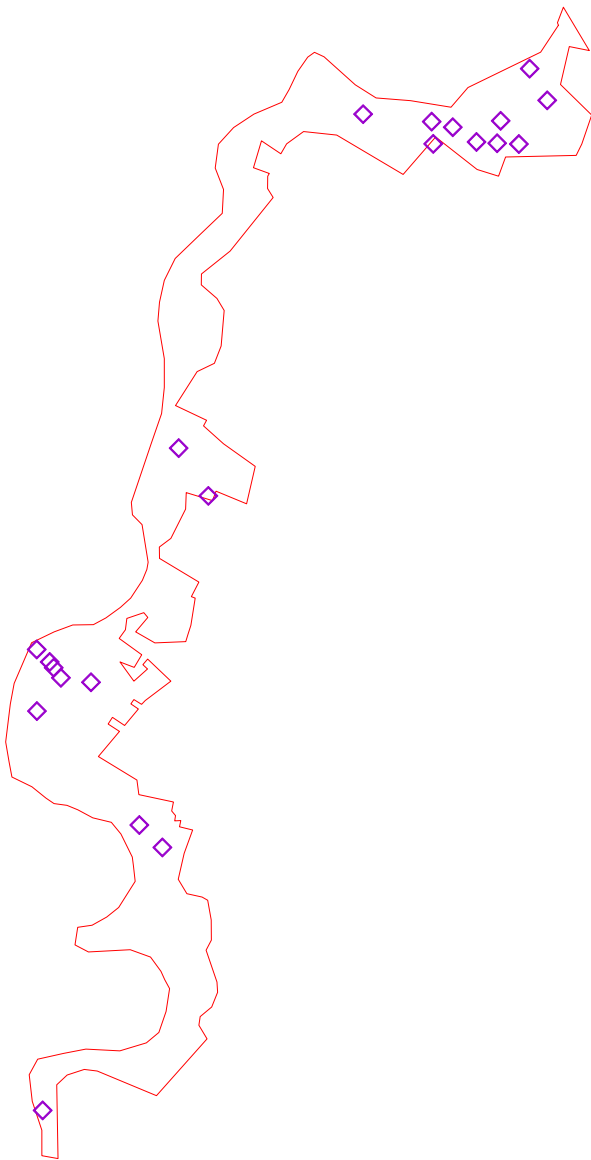


Figura 24 – Posizione (Trincee 2014 - 2017)

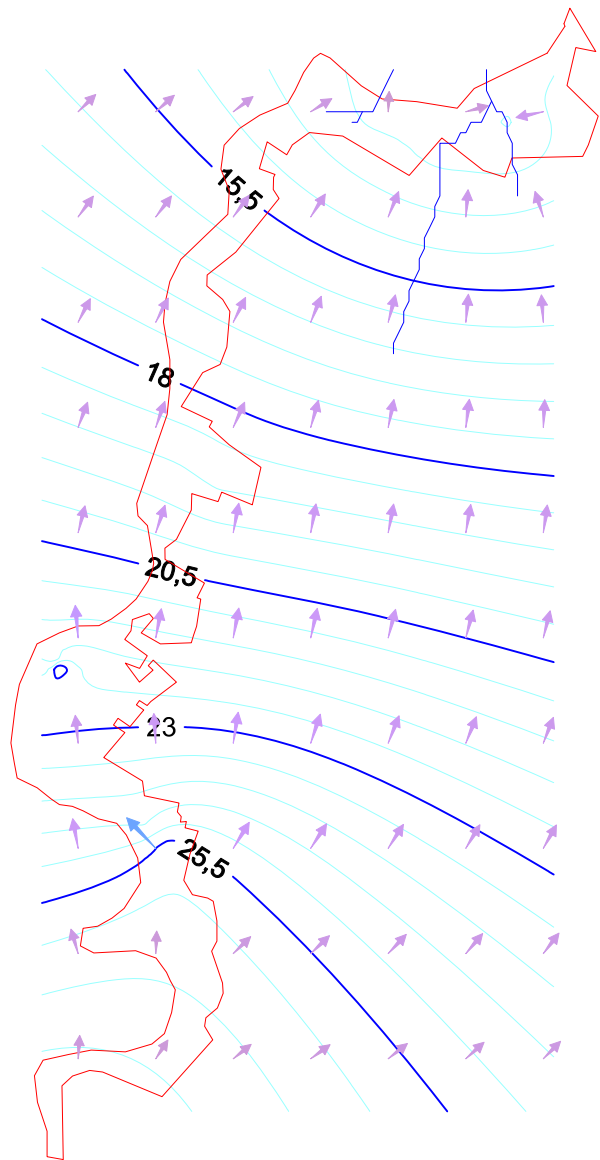


Figura 25 – Piezometrica (Trincee 2014 - 2017)

### 3.2.2 – Andamento della pseudo falda superficiale (**Piezometri privati**) prime ricostruzioni

Le diverse campagne di indagine eseguite dai privati nel corso degli anni, e messe a disposizione dall'Amministrazione comunale di Chieti, hanno fornito i dati su 56 verticali, di cui solamente una (PZ3 - SEAB) ha intercettato la pseudo falda profonda. Alcuni dati sono stati volutamente non considerati in quanto (es. Sixty) non fornivano informazioni su aree scoperte ma tendevano a sovradimensionare la quantità di dati su aree specifiche.

Il *dataset* d'ingresso, dunque, può considerarsi statisticamente ben rappresentativo della porzione centrale della piana alluvionale di Chieti Scalo; in particolare, le indagini poste esternamente (est) dell'areale in studio consentirebbero, dopo opportuna validazione, di estendere le conoscenze idrogeologiche anche alle aree esterne a quelle perimetrale nel S.I.R. ed oggetto di tale studio.

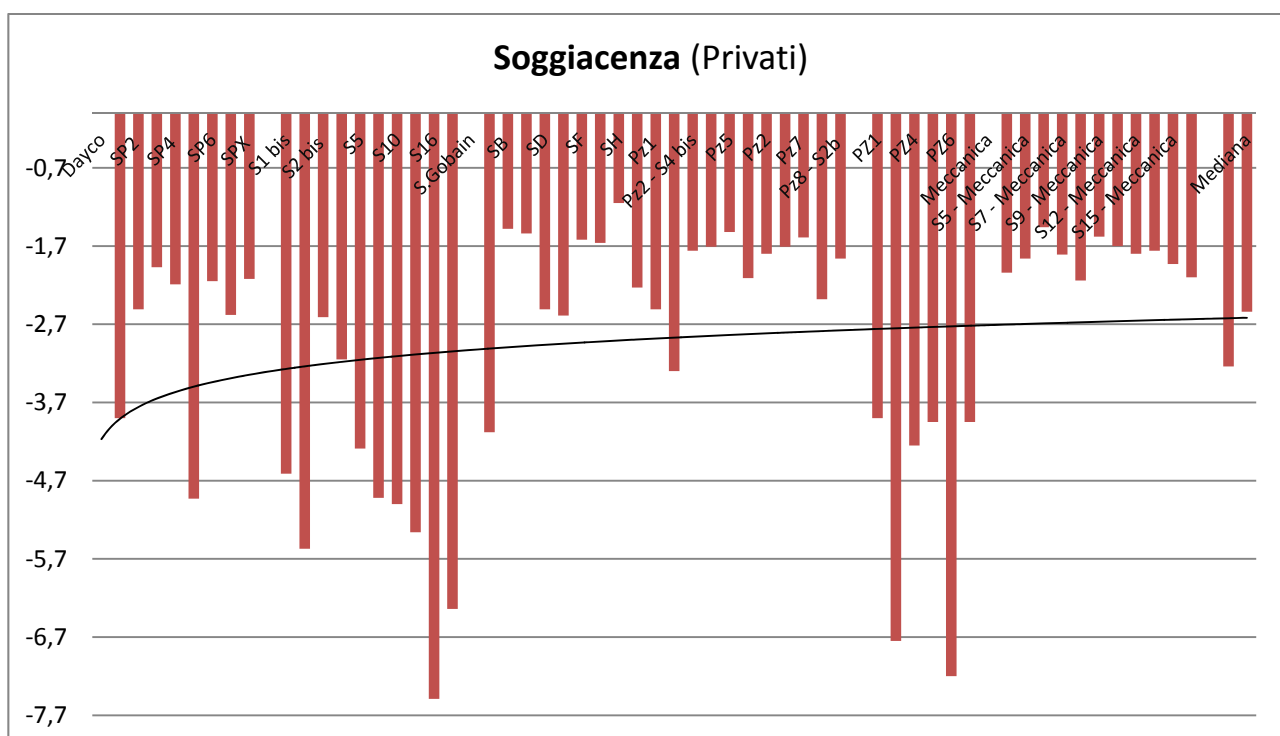


Figura 26 – Distribuzione della Soggiacenza (Privati)

La ricostruzione, seppur attraverso una distribuzione planimetrica non omogenea, evidenzia un costante abbassamento della soggiacenza da N verso S con la presenza di alcune aree caratterizzate, in maniera marcata, da un notevole approfondimento della superficie piezometrica da relazionare, probabilmente, con un eccessivo sfruttamento della risorsa idrica sotterranea a scopi industriali ed agricoli. Tale evenienza risulta evidente in coincidenza degli stabilimenti Revi e SEAB.

Risulta dunque necessario utilizzare tali dati, anche se non sempre validabili e comparabili, in "concorso" con quelli derivanti dalla campagna investigativa pubblica in maniera da avere una quanto più omogenea copertura dell'intero areale oggetto di analisi.

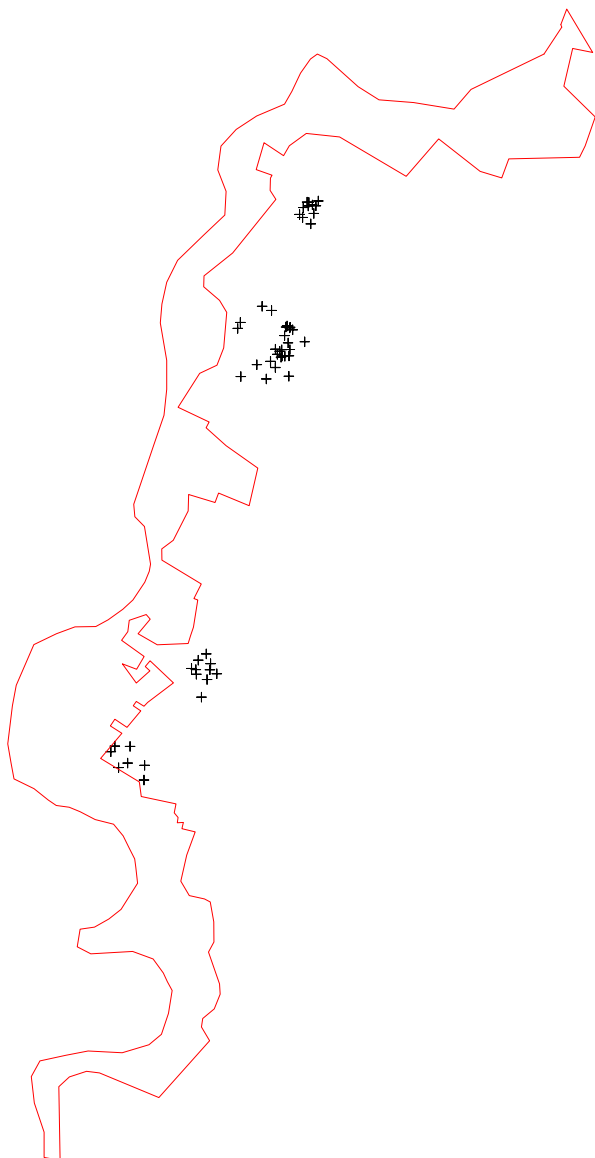


Figura 27 – Posizione (Privati)

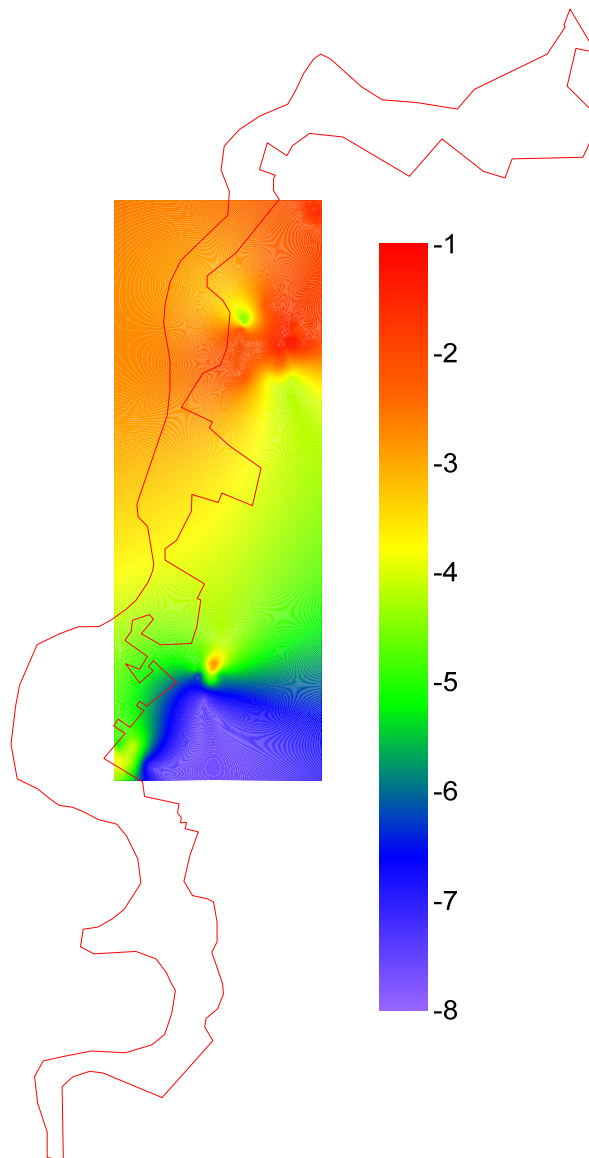


Figura 28 – Soggiacenza (Privati)

### 3.2.3 – Andamento della pseudo falda superficiale (**Piezometri 2014-2017**) prime ricostruzioni

La campagna di indagine 2014/2017 ha previsto, tra l'altro, l'esecuzione di 30 sondaggi attrezzati a piezometri per la determinazione delle misure freatiche nella pseudo falda superficiale ed in quella intermedia, una misura piezometrica è stata effettuata anche in un sondaggio non attrezzato (Pz5 – Adiacente Fin Bell). In particolare, sono stati eseguiti sondaggi in ognuna delle aree di "discarica" precedentemente individuate, ed all'interno delle aree esterne oltre a quelle definite in seguito al

ritrovamento di rifiuti interrati e superficiali (2017). I piezometri che hanno interessato il primo livello acquifero sono 13, mentre quelli in coincidenza del livello intermedio sono 18.

Dalla sottostante figura si evidenzia che le profondità minori della soggiacenza coincidono con l'area ACA, al margine settentrionale della area S.I.R.; mentre le profondità maggiori si concentrano tra le aree EcoTrans e Dragaggio del Ponte entrambe poste nel settore centro settentrionale del S.I.R. ed in coincidenza del Pz9 Adiacente Fin Bell.

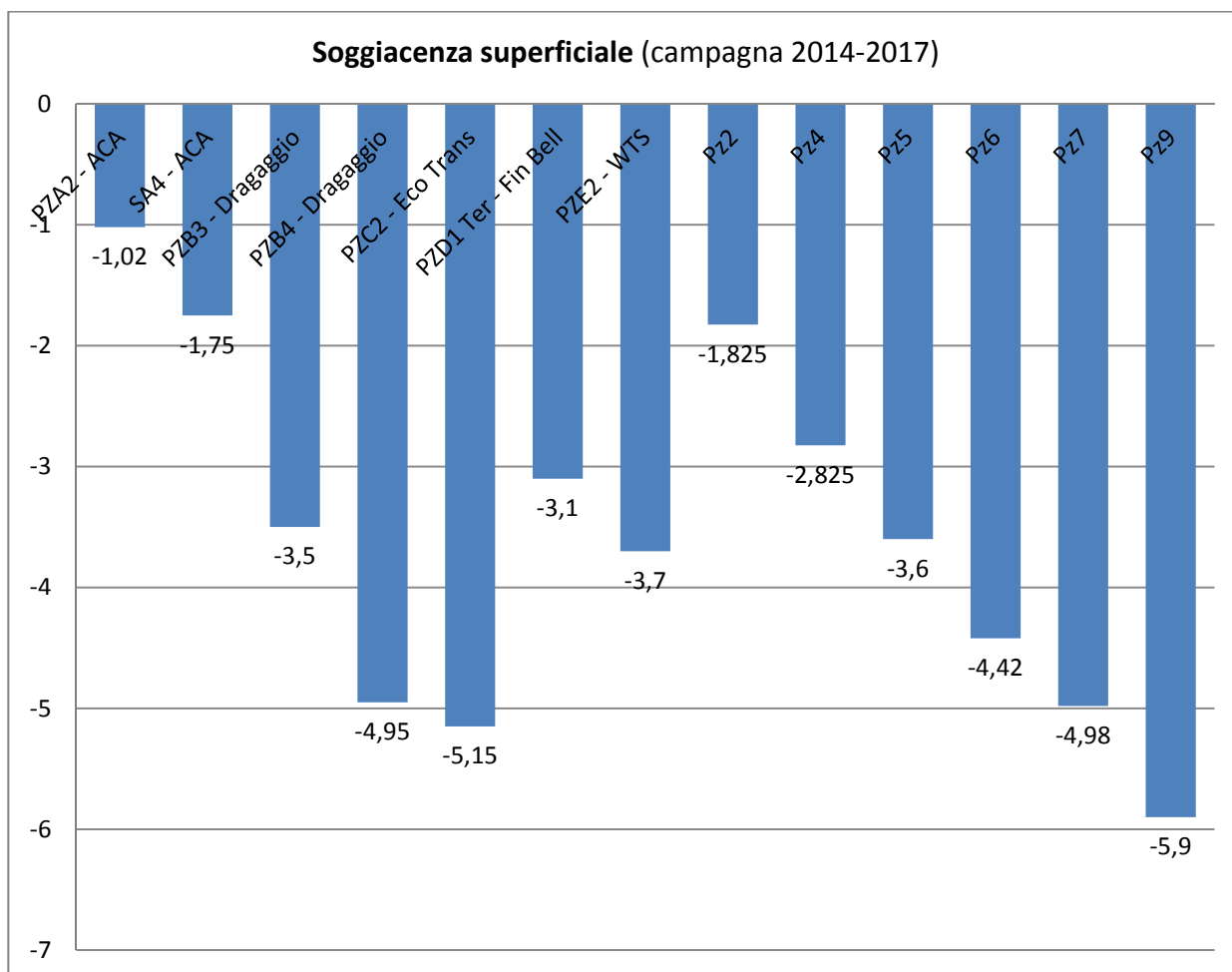


Figura 29 – Soggiacenza superficiale solo indagini pubbliche (Campagna 2014 - 2017)

La profondità **media dal p.c. della piezometrica** equivale a - 3.59 m; mentre il valore della **mediana** equivale a di - 3.6 m.

La ricostruzione della piezometrica (anche con le indagini realizzate dai Privati) seppur basata su pochi dati, evidenzia una superficie che, a partire dagli *alti* piezometrici individuati in coincidenza degli impianti Meccanica - Dayco – SEAB, posti ad est dell'area in studio, si raccorda, con alcune articolazioni, verso l'alveo del F.me Pescara. In particolare si delinea un asse di drenaggio preferenziale posto lungo l'asse O – E nella porzione mediana dell'area; mentre verso Nord, la

consistenza dell'alto idrogeologico determina una direzione preferenziale dapprima lungo l'asse O – E e poi verso N – NE, in accordo con l'evoluzione del corso del F.me Pescara.

Analizzando i dati relativi alla soggiacenza, stante l'esiguità di dati a disposizione, sembra delinearsi una chiara evidenza di "*depressione idraulica*" condizionata dall'attuale ritmo di emungimento per uso irriguo, industriale e/o domestico, effettuato sulla falda superficiale in coincidenza del settore posto ad est del sito Fin Bell.

Sommando i dati derivanti dalla campagna di indagini pubbliche (2014 - 2017) e quelle effettuate dai privati, messe a disposizione dall'Amministrazione Comunale, è stato dunque possibile incrementare il *dataset* del modello idrogeologico (Fig. 34 - 35) senza tuttavia avere a disposizione ulteriori informazioni circa la porzione meridionale dell'area in quanto non direttamente interessata da perforazioni e da piezometri che abbiano intercettato la falda superficiale.



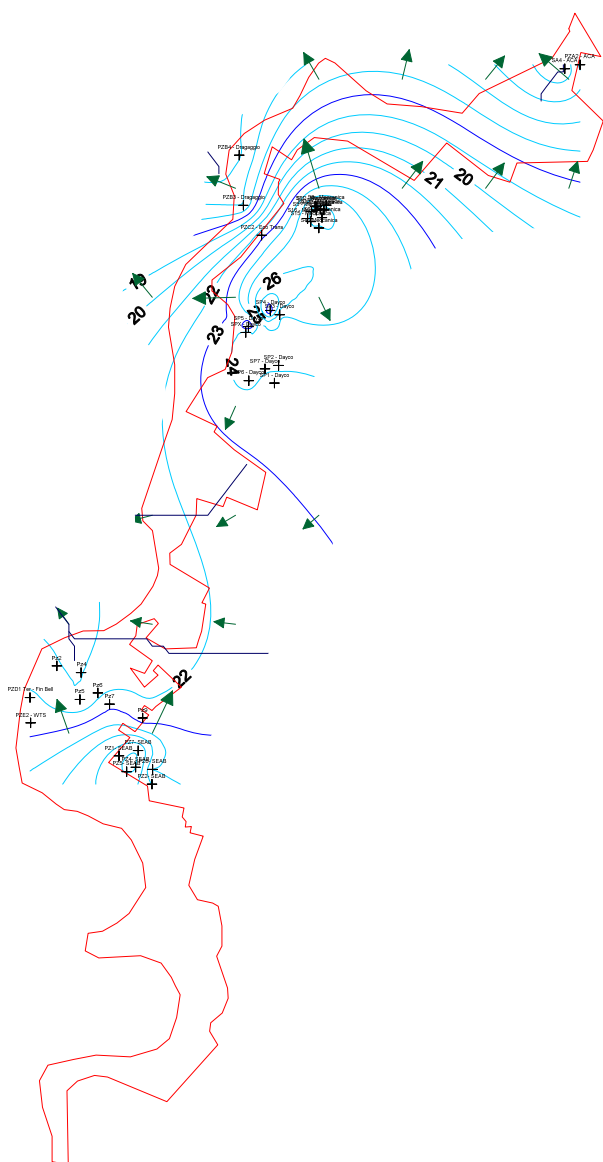


Figura 30 – Piezometrica superficiale (Campagna 2014-2017 - Privati)

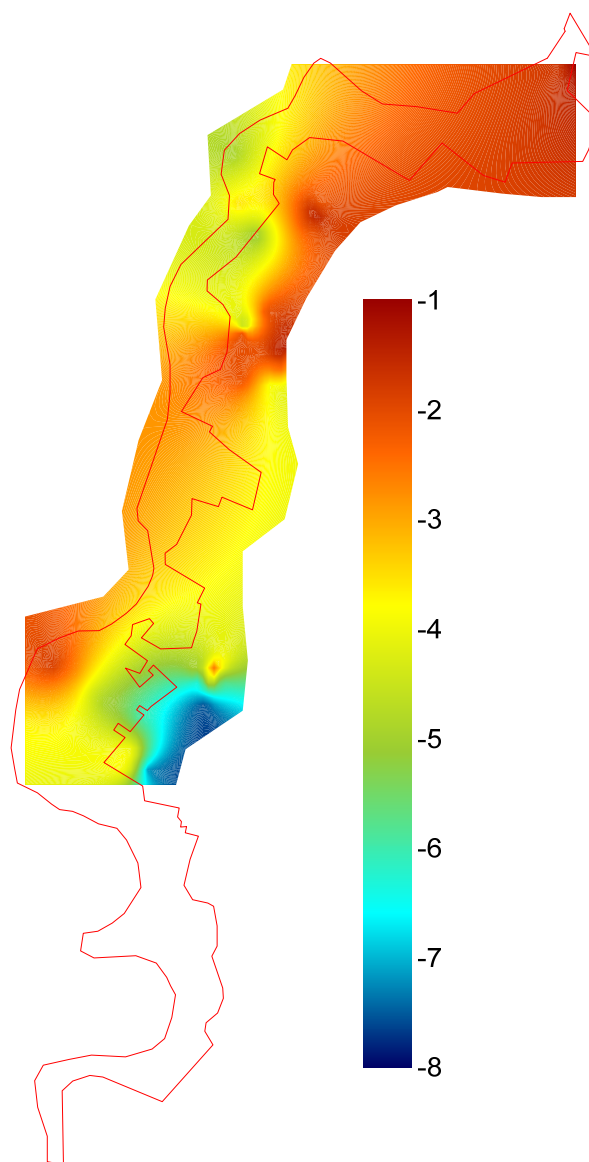


Figura 31 – Soggiacenza superficiale (Campagna 2014-2017 - Privati)

Al fine di incrementare le conoscenze circa la distribuzione della falda superficiale è stata modellata, ulteriormente, la superficie piezometrica utilizzando i dati derivanti dalle trincee esplorative. Tale informazione<sup>1</sup> non è da considerarsi “ortodossa” per quanto concerne le modalità di acquisizione e validazione del dato e non può dunque essere semplicemente sommata a quelle derivanti dall’analisi piezometrica. Per tale motivo non è stata riprodotta nelle allegate cartografie ufficiali e verrà utilizzata solo in tale sede come elemento conoscitivo e descrittivo.

<sup>1</sup> Tale ricostruzione non è stata riportata negli allegati cartografici in ragione della non “ortodossa” modalità di acquisizione dei dati derivanti dalle trincee. Tale ricostruzione è dunque da ritenersi esclusivamente come ipotesi di studio. Le cartografie “ufficiali” terranno dunque conto solo dei dati piezometrici (pubblici e privati).

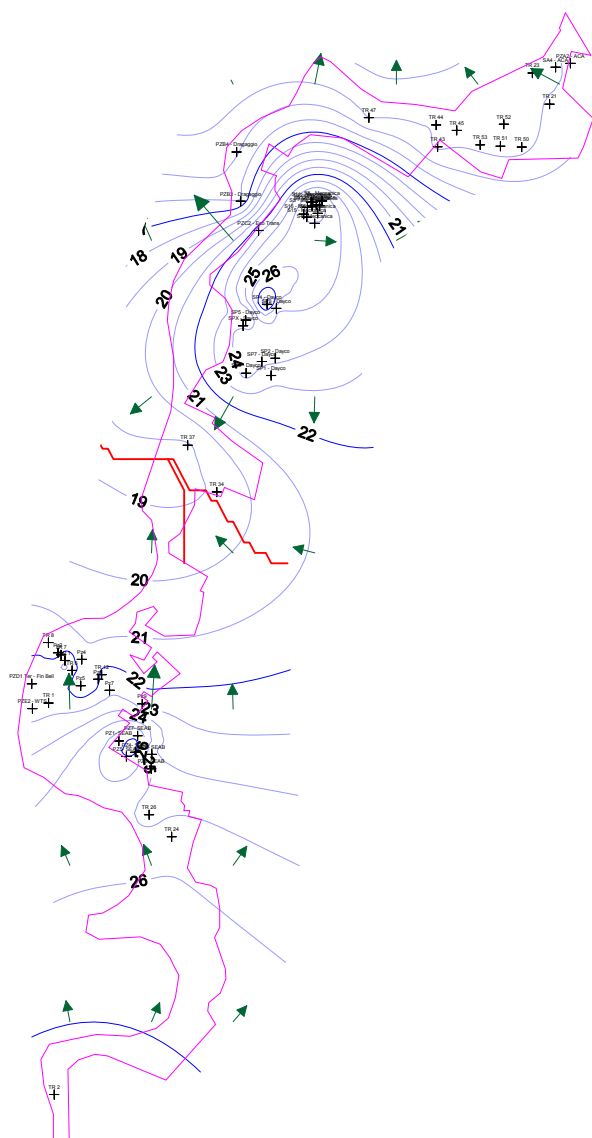


Figura 32 – Piezometrica superficiale (Campagna 2014-2017 - Trincee - Privati)

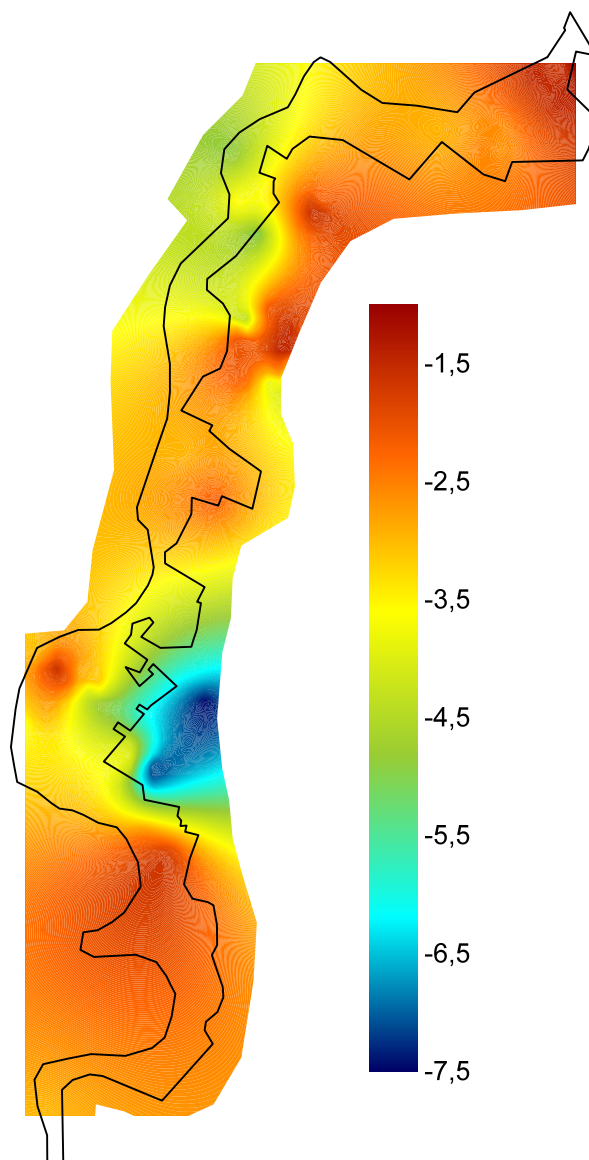


Figura 33 – Soggiacenza superficiale (Campagna 2014-2017 - Trincee - Privati)

La figura 32 evidenzia una regolare distribuzione delle curve isopiezometriche da S verso N, mettendo in risalto la presenza di due alti idrogeologici in coincidenza delle aree occupate dall'impianto Dayco e Meccanica, verso N, e dalle aree occupate dagli impianti SEAB, nella porzione centro meridionale. Da questi *displuvi* idrogeologici le acque vengono indirizzate verso N con la tendenza, evidenziata dai vettori di direzione verdi, ad una naturale veicolazione verso l'asse del F.me Pescara ed in parte verso le porzioni poste ad est dell'area. Appare chiaramente definita (su base geostatistica) una linea di drenaggio sotterranea posta tra gli alti idrogeologici prima descritti; risulta possibile prefigurare l'esistenza di un paleo – alveo di affluenti minori e non sono da escludere, vista la eterogeneità granulometrica dei depositi alluvionali, volumi ghiaioso –

sabbiosi a maggiore permeabilità in grado di influire sul flusso sotterraneo. In ogni caso appare evidente come tanto la regolare distribuzione delle isopiezometriche quanto la presenza dei due alti idrogeologici che la distribuzione in profondità delle sacche a maggiore permeabilità determini, nel complesso, una veicolazione delle acque verso l'asse del F.me Pescara. La Fig. 36 mette in risalto la distribuzione della soggiacenza dalla quale si evidenzia la presenza di una "depressione idraulica" ad est del sito Fin Bell (al di fuori delle aree in esame) probabilmente legata all'eccessivo emungimento della falda. Le restanti aree sono omogeneamente caratterizzate da valori della soggiacenza prossimi alla media. Altri punti d'interesse vanno ricercati nelle aree prossime ad ACA, in coincidenza del perimetro occidentale delle aree adiacenti Fin Bell e ad est del perimetro d'analisi in prossimità degli stabilimenti Dayco e S. Gobain; in tali punti la piezometrica risulta sempre prossima alla superficie topografica, a profondità  $\leq 1.5$  m.

#### 3.2.4 – Andamento della pseudo falda intermedia (**Piezometri 2014 - 2017**)

Come anticipato al precedente paragrafo la campagna di indagine pubblica ha intercettato, in 18 dei sondaggi attrezzati a piezometro, la pseudo falda intermedia, mentre le indagini private a disposizione degli Scriventi la hanno intercettato solo in coincidenza del PZ3 - SEAB.

In coincidenza dell'area ACA la piezometrica si attesta a quote prossime al piano campagna, mentre le profondità maggiori sono state registrate nell'area ex EcoTrans dove la piezometrica si rinviene a -11.15 m.

La profondità **media della piezometrica** equivale a - 3.84 m; mentre il valore della **mediana** equivale a di - 3.20 m.

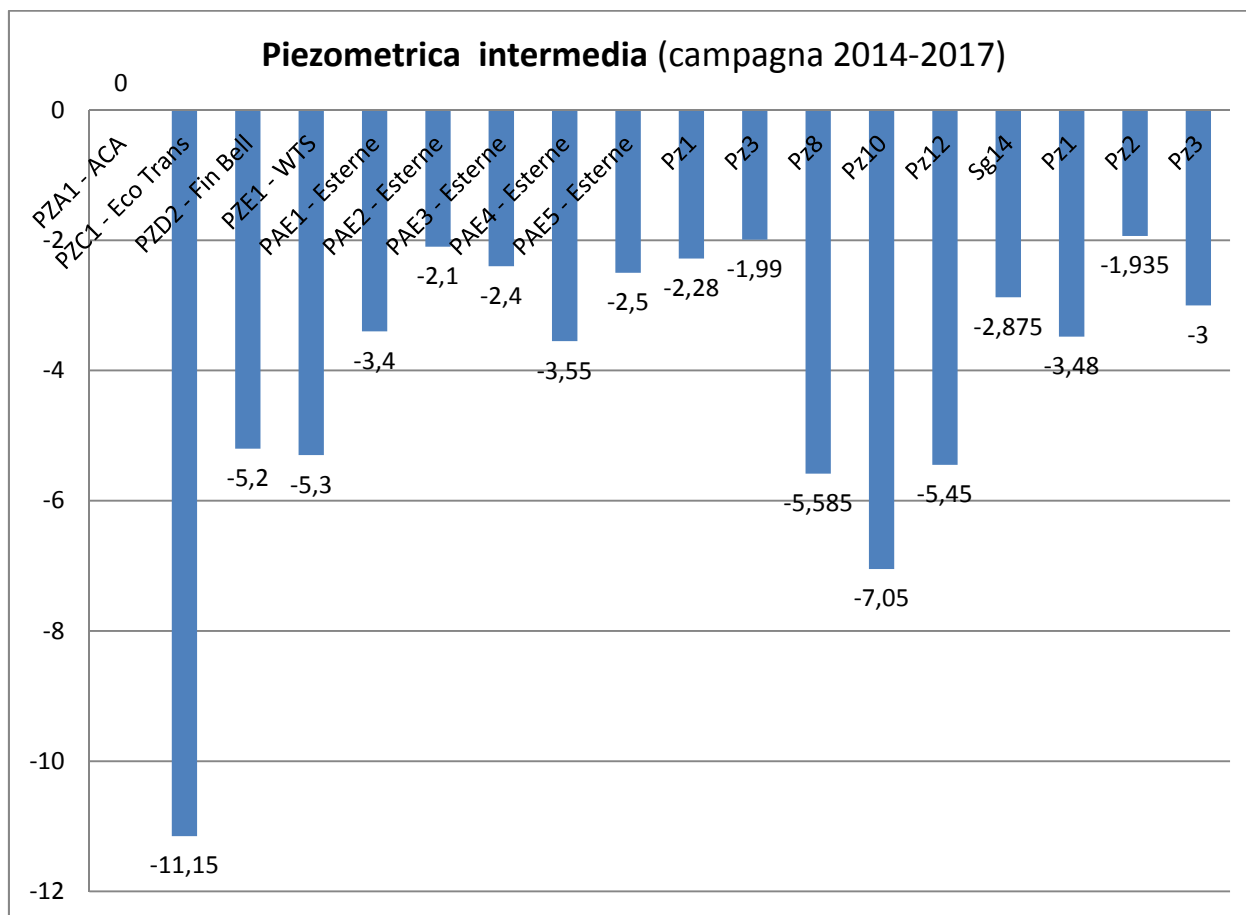


Figura 34 – Piezometrica intermedia (Campagna 2014 - 2017)

La ripartizione dei punti seppur distribuita lungo tutto l'areale in esame evidenzia alcune aree prive di informazioni che non consentono, anche alla luce dell'unico dato proveniente dall'indagine privata, di determinare con buona approssimazione l'andamento piezometrico. La ricostruzione di seguito effettuata va dunque intesa come primo livello conoscitivo cui far seguire ulteriori e mirati approfondimenti.

La ricostruzione sintetizzata nelle sottostanti figure (35 - 36) evidenzia l'omogenea distribuzione delle linee isopiezometriche da N verso S con la presenza di alcuni elementi idrogeologici che "vivacizzano" l'altrimenti monotona condizione. In particolare si evidenzia un asse di deflusso preferenziale posto lungo l'asse N - S in coincidenza dell'area Fin Bell e delle Aree adiacenti Fin Bell; in coincidenza di PZC1 - Eco Trans, un localizzato alto idrogeologico determina la formazione di un displuvio sotterraneo che determina due assi di deflusso preferenziali che si dirigono verso la linea del F.me Pescara e sono intercettate dai piezometri PAE5 - Esterne e PAE4 - Esterne.

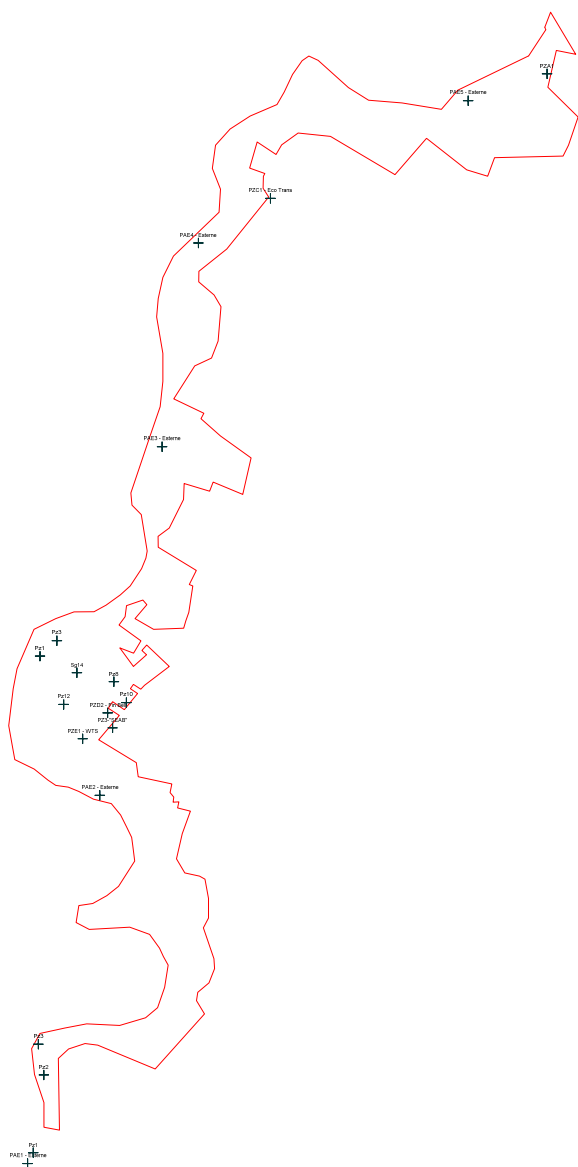


Figura 35 – Posizione piezometri

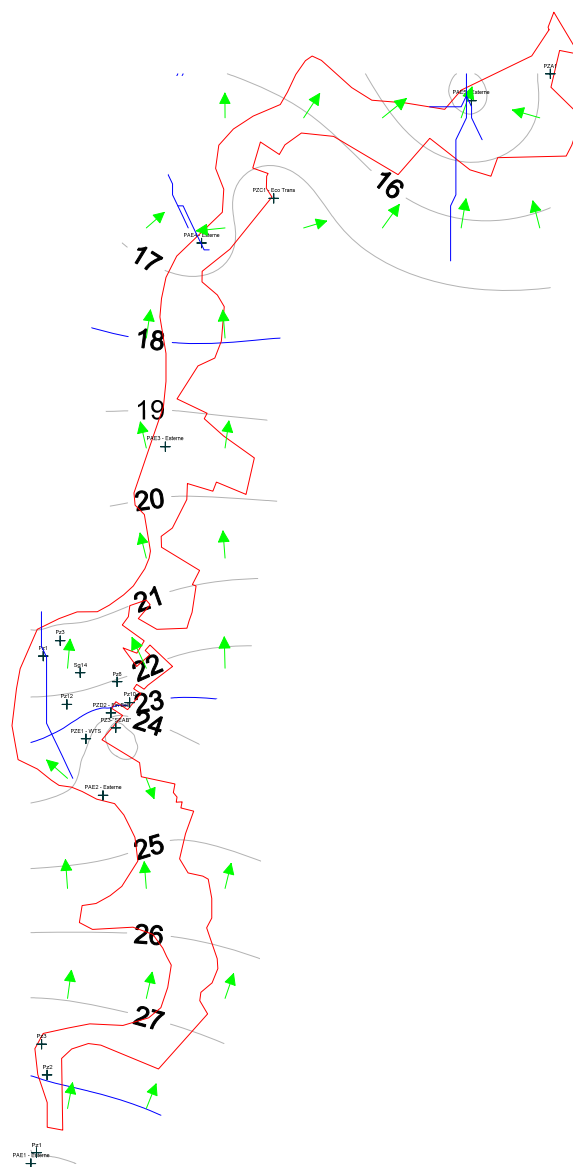


Figura 36 – Piezometrica intermedia

La Fig. 37 rappresenta la soggiacenza della pseudo falda intermedia e definisce la presenza di due punti depressi, posti nella porzione settentrionale ed in quella mediana, in coincidenza delle aree Eco Trans, verso nord, e delle aree Fin Bell, nella porzione mediana dell'areale di studio.

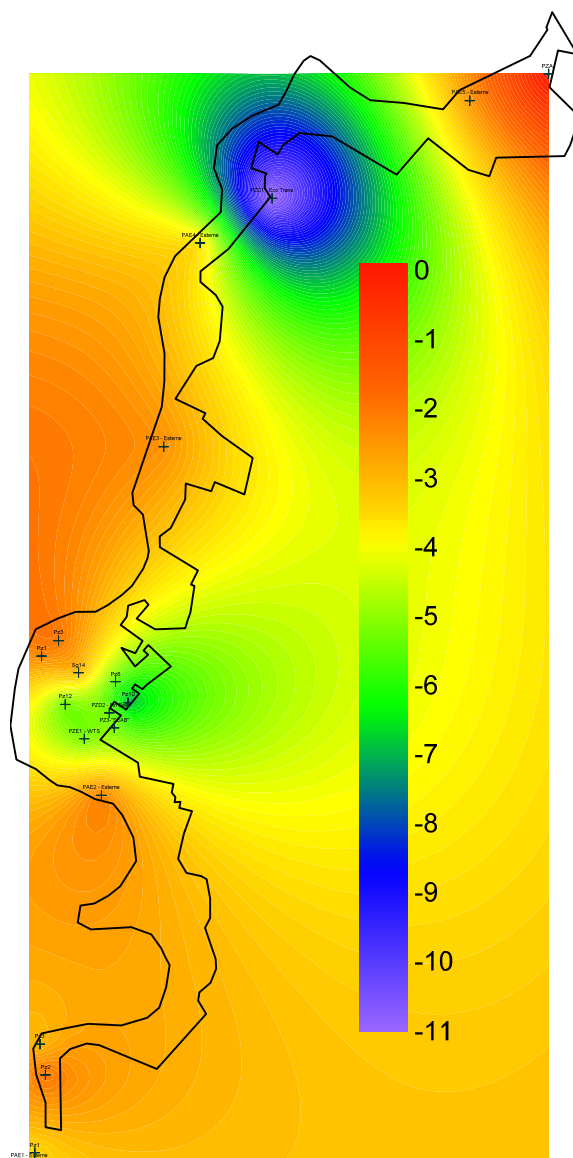


Figura 37 – Soggiacenza pseudo falda intermedia

### 3.2.5 – Andamento della pseudo falda superficiale SINTESI

Alla luce di quanto fin qui esposto, sommando le informazioni derivanti dalle “tre” campagne di indagine (Privata – Pubblica piezometri e trincee) a disposizione degli scriventi, emerge l’evidenza di alcune aree idrogeologicamente *deprese* verso le quali convergono le direttrici principali di deflusso, organizzate in assi che tendono a dirigersi verso il sistema sub-alveo del F.me Pescara.

Il più sviluppato di tali assi è posto nella porzione mediana delle aree in studio e si estende lungo la direttrice O-E, grosso modo perpendicolare al F.me Pescara, evidenziando una “naturale” connessione idraulica con le sacche alluvionali fluviali (da ritenersi come recapito della falda); nel settore settentrionale, in coincidenza del netto cambio di direzione dell’asta fluviale si evidenzia una chiara depressione delle curve isopiezometriche, orientate NNO – SSE, che trova il suo

recapito in coincidenza dei volumi alluvionali. In generale, osservando i vettori di deflusso preferenziali, si evidenzia un chiaro condizionamento realizzato dai due alti idrogeologici che determinano le direttrici prevalenti di deflusso idraulico sotterraneo che, seppur a tratti più articolato mantiene costante il recapito verso l'asta del F.me Pescara.

Tale parziale complessità geometrica della superficie della falda, seppur riscontrata alla luce di una non completa distribuzione dei punti di indagine, è da ricondursi all'azione combinata di fattori di tipo naturale ed antropico.

In particolare, l'acquifero alluvionale, come ampiamente premesso, si caratterizza per la coesistenza di volumi sedimentari dal comportamento idraulico – idrogeologico estremamente eterogeneo e variabile in funzione di granulometria e distribuzione spaziale. Inoltre è possibile/probabile che all'interno dei volumi investigati siano presenti paleo – assi di deflusso secondari, paleo meandri dello stesso F.me Pescara oltre a volumi granulometricamente grossolani associabili a pregressi fenomeni alluvionali che, con le loro caratteristiche geologiche e granulometriche, condizionano la veicolazione dinamica della falda.

A tali variabili naturali di tipo geologico vanno sommate le mutabili condizioni pluviometriche stagionali (piezometri privati eseguiti in stagioni diverse) oltre alle possibili influenze dell'eduzione di acque dai pozzi presenti nell'area industriale con i conseguenti fenomeni di locale depressione e abbassamento della falda.

Per una migliore comprensione delle dinamiche idrogeologiche sotterranee, alla luce delle implicazioni di carattere ambientale, sarebbe opportuno riuscire a colmare le lacune conoscitive relative ad alcune aree che ad oggi sono prive di informazioni, anche indirette, circa la presenza e la relativa profondità della superficie piezometrica della pseudo falda sub superficiale.

### 3.2.6 – *Andamento della pseudo falda intermedia* **SINTESI**

Quanto affermato sopra, relativamente alla pseudo falda superficiale, può essere confermato anche per la sottostante pseudo falda intermedia. L'esiguo numero di piezometri (18+1 privato) se rapportato all'estensione dell'areale d'indagine, di concerto con la complessa ed eterogenea distribuzione dei volumi alluvionali a differente granulometria e permeabilità, e la contestuale azione antropica di sfruttamento ad uso irriguo e industriale della falda non consente una completa ed esauriente conoscenza delle dinamiche sotterranee.

Le conclusioni, che saranno di seguito sintetizzate, vanno intese dunque come punto di partenza per una successiva fase di approfondimento che determini, con maggiore puntualità e precisione, le componenti dinamiche, spaziali e volumetriche che sovrintendono alla circolazione delle acque nella pseudo falda intermedia e dei relativi rapporti con il corpo idrico sub – alveo del F.me

Pescara. La distribuzione dei punti d'indagine risulta sufficientemente densa (10 piezometri) in coincidenza del settore mediano (Fin Bell – aree adiacenti Fin Bell) mentre per le restanti parti oggetto dell'indagine conoscitiva la presenza di soli 9 piezometri non consente una reale rappresentazione delle dinamiche sotterranee.

Le linee isopezometriche risultano omogeneamente e regolarmente distribuite da nord verso sud con l'esistenza di sole due emergenze, in coincidenza di PZ3 - SEAB e PZC1 - Eco Trans, che vivacizzano, assumendo il ruolo di alti idrogeologici, l'andamento delle isopiezometriche. In particolare, l'alto idrogeologico posto in area Eco Trans determina una parziale variazione della distribuzione dei vettori di direzione, altrimenti omogeneamente distribuiti lungo l'asse S – N, che seguono tuttavia l'andamento del corso del F.me Pescara che in questo tratto subisce una sensibile variazione del suo corso. L'alto idrogeologico in coincidenza delle aree Fin Bell, meno marcato, condiziona in maniera meno vistosa l'andamento dei vettori di direzione.

Tali elementi determinano, su base geostatistica, la presenza di tre assi di drenaggio preferenziale aventi come recapito il corso del F.me Pescara e dunque la relativa falda sub – alveo. Uno, in particolare, attraversa il settore Fin Bell lungo la direttrice S – N, mentre gli altri due, nella porzione settentrionale, assumono la direzione preferenziale SSE – NNO e S – N.

*La Direzione Lavori*  
  
sistemi  
ambientali s.n.c.  
Via Gramsci, 16 - 95014 Giarre (CT)  
Partita IVA: 0429353 087 1