

LA PROGETTAZIONE E LA COSTRUZIONE DEI POZZI PER ACQUA

L'acquisizione dei dati geologici, geofisici, idraulici e la modellazione

organizzato da

**ACQUE
SOTTERRANEE**

ORDINE
geologi
MARCHE

Soluzioni tecniche per interventi di recupero, manutenzione e miglioramento di pozzi per acqua: esperienze e sorprese geologiche

27 settembre 2024, Università di Camerino

Daniele Farina, docente a contratto idrogeologia [UniUrb](#) e
Geologo Libero Professionista

Soluzioni tecniche per interventi di recupero, manutenzione e miglioramento di pozzi per acqua: esperienze e sorprese geologiche

Sommario

Casi di Studio:

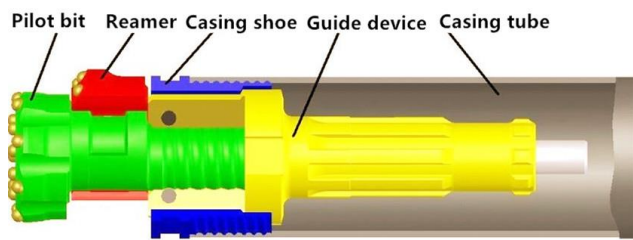
1. Adeguamento di un pozzo artesiano con problemi di separazione idraulica tra falde
2. Costruzione di un nuovo pozzo sostitutivo entro la ZTA di un precedente (vecchio) pozzo
3. Efficientamento gestionale, energetico ed igienico-sanitario di un pozzo per acque minerali
4. Ricerche d'acqua e ...Sorprese Geologiche

Adeguamento di un pozzo artesiano con problemi di separazione idraulica tra falde

Una esperienza con la tecnologia dei Packers

Daniele Farina, docente a contratto idrogeologia UniUrb e Geologo Libero Professionista

Il pozzo era stato perforato a rotopercolazione ad aria con sistema Odex

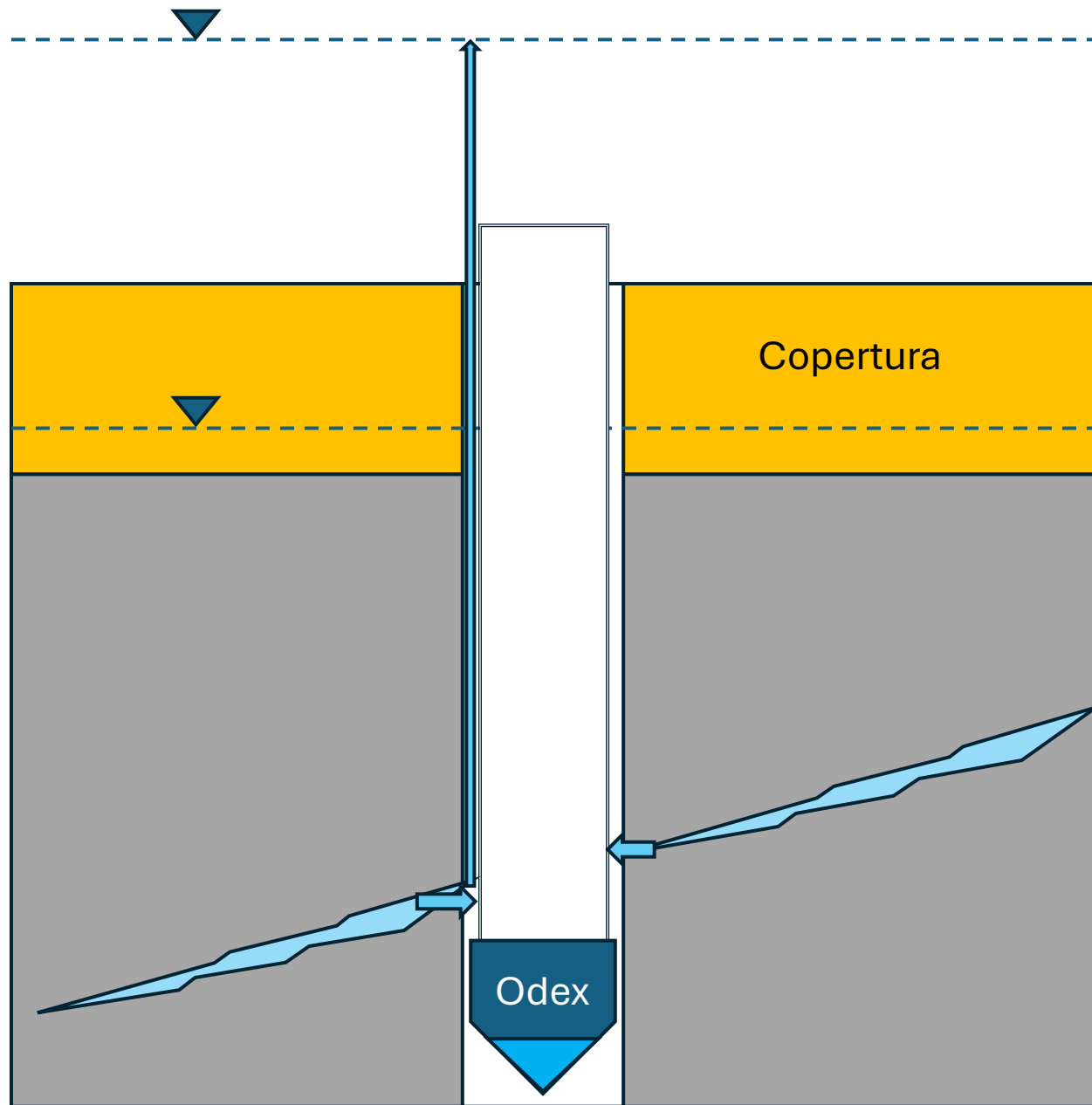


ODEX Eccentric Casing Systems



2p
(1 bar a testa pozzo)

1p



Falda superficiale

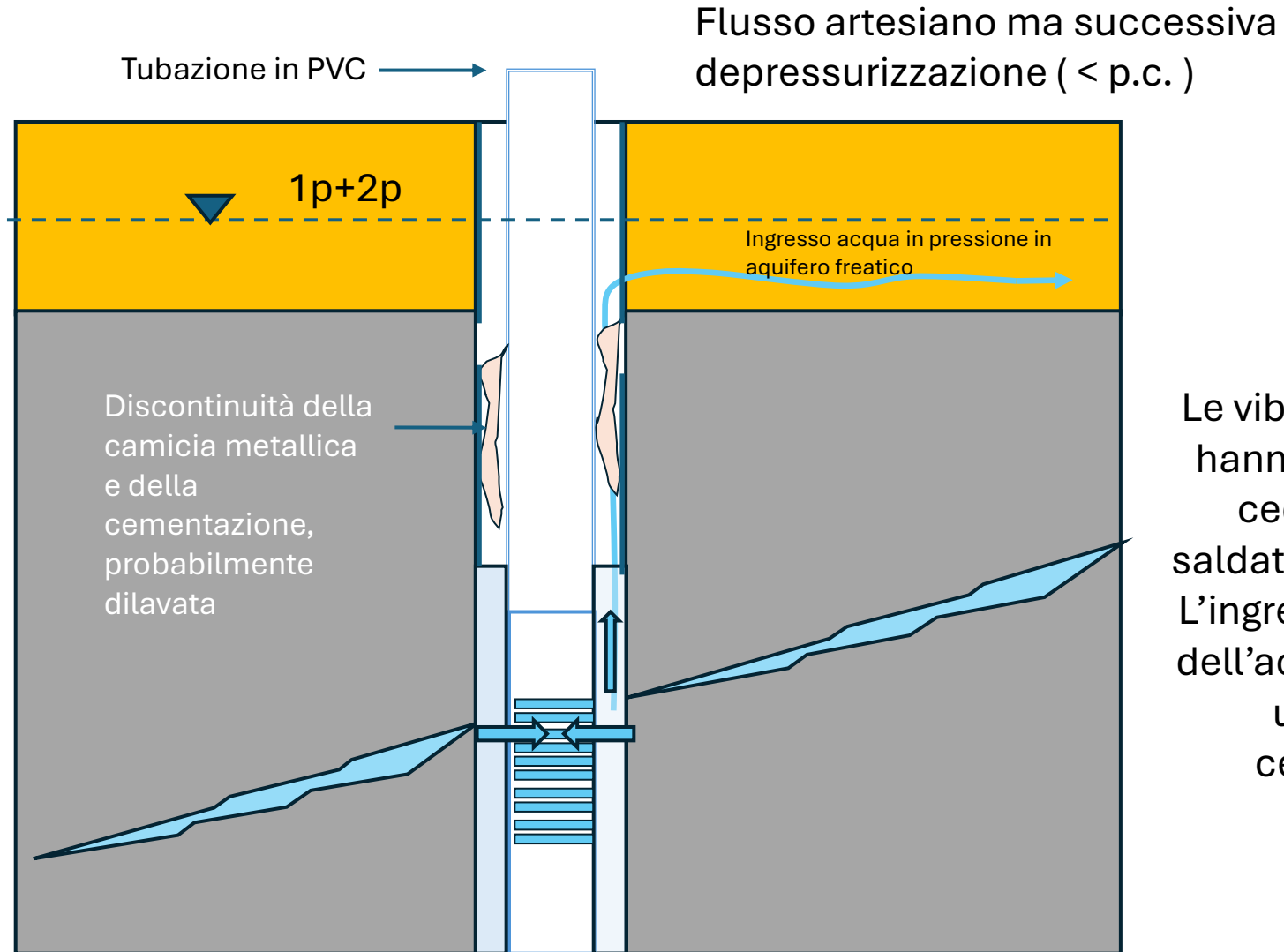
Terreni calcareo-marnosi molto fratturati

Frattura con acqua in pressione

IL PROBLEMA

LE INDAGINI

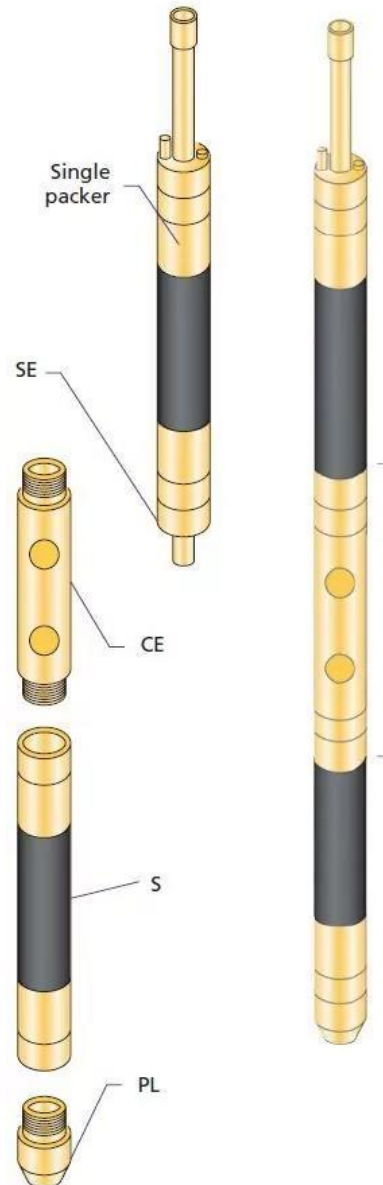
1. Raccolta dati e misura delle pressioni
2. Fresatura della colonna produttiva (PVC) + dreno
2. Ispezione televisiva: accertamento stato della camicia metallica dell'Odex e valutazione della fratturazione
3. Valutazione della verticalità del foro



DIAGNOSI:

Le vibrazioni dell'Odex hanno determinato il cedimento delle saldature della camicia. L'ingresso in pressione dell'acqua ha impedito una efficace cementazione.

La possibile SOLUZIONE: Esplorazione della tecnologia dei packers e selezione del modello adatto



La tecnologia dei packers

I **packer**, data la loro adattabilità, possono essere impiegati sia in **fori scoperti** che in fori tubati, le gomme vengono gonfiate con acqua o azoto attraverso una linea di gonfiaggio esterna.

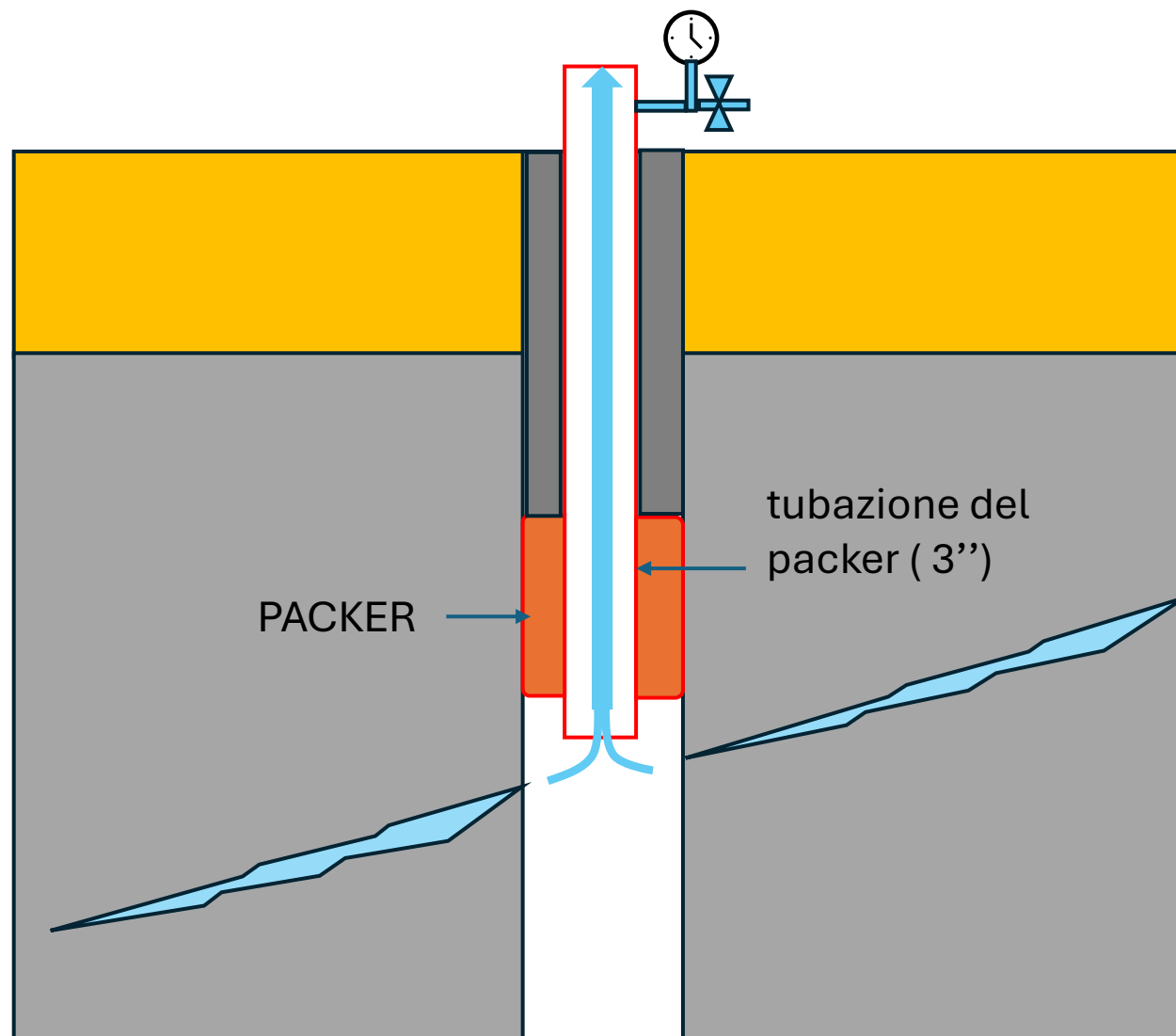
La gamma va dal diametro 28 al 170 mm, la lunghezza della gomma dilatabile dipende dall'applicazione.

Possono essere semplici e trasformati facilmente in doppi e viceversa.

Principali applicazioni: **Iniezioni in tubi valvolati, in roccia, prove di permeabilità tipo Lugeon, prelievo di campioni d'acqua, prove idrauliche in tubi industriali, identificazioni di acquiferi e loro isolamento, riparazione e cementazione di pozzi d'acqua**

OPERAZIONI

1. Scelta del tratto idoneo alla installazione del packer e sua messa in funzione
2. Cementazione del tratto superiore al packer sino al p.c.
3. Verifica delle pressioni e prova di portata
4. Follow-up



Esito finale: il pozzo ha recuperato la sua pressione artesiane ed ha mantenuto il suo flusso in condizioni dinamiche nel tempo

Lezione imparata: se c'è il sospetto di flusso artesiano, meglio optare per una tradizionale perforazione «a telescopio», con incamiciatura e cementazione progressiva.

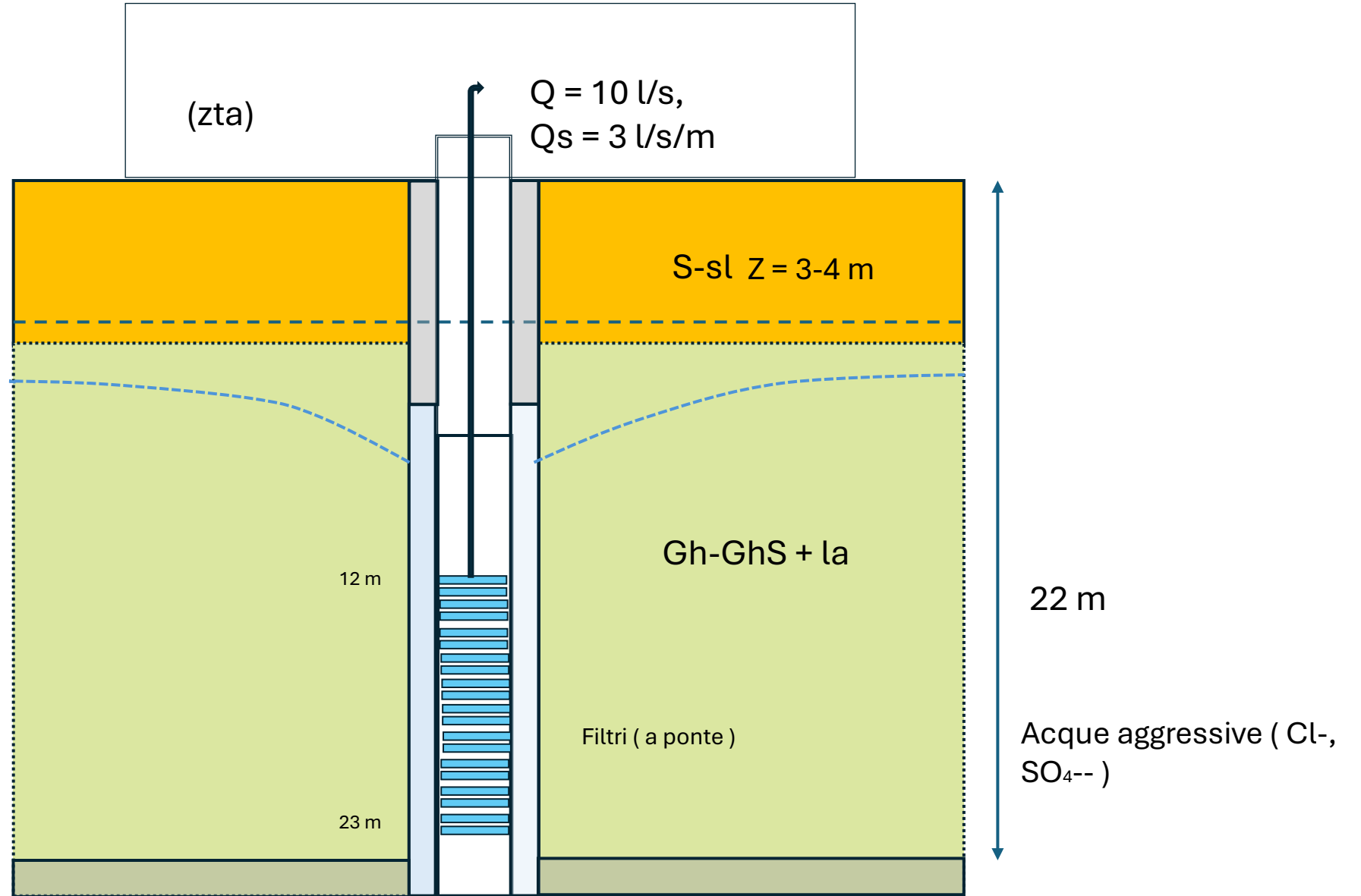
Importanza della scelta di ditte esperte e qualificate in pozzi per acqua

COSTRUZIONE DI UN NUOVO POZZO SOSTITUTIVO ENTRO LA ZTA DI UN PRECEDENTE (VECCHIO) POZZO

PROBLEMATICHE EMERSE ED INTERVENTI ATTUATI

Daniele Farina, docente a contratto idrogeologia UniUrb e Geologo Libero Professionista

CARATTERISTICHE TECNICHE DEL POZZO



ACQUIFERO
ALLUVIONALE
MONOSTRATO

Pozzo a Percussione,
phi 490 mm

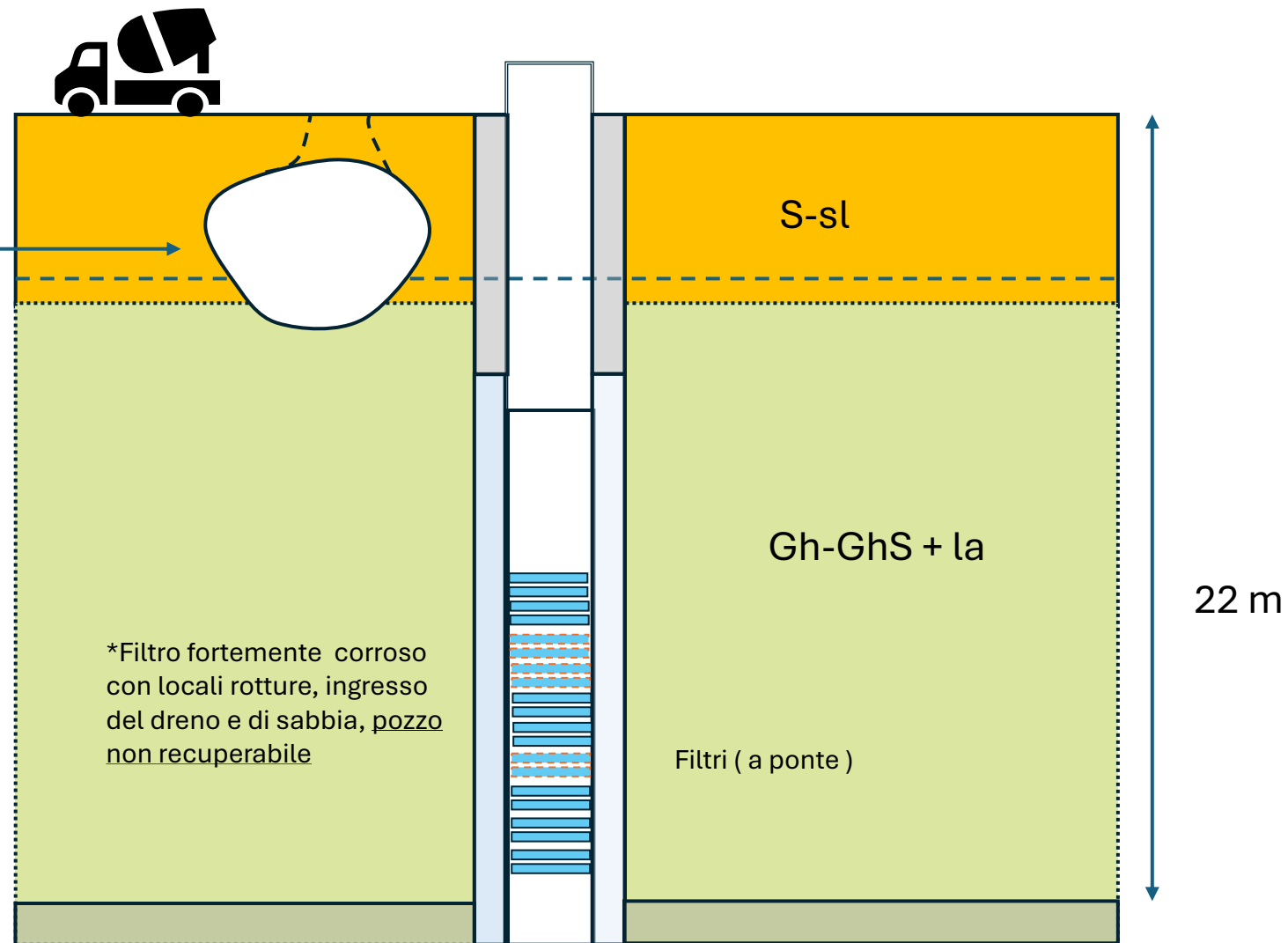
Età: 10 anni ca.

INDAGINI, INTERVENTI E.... PROBLEMI

1) Ispezione TV*

2) Realizzazione di nuovo pozzo ca. 5 m a fianco, entro la ZTA

3) Scavernamento in fase di postazione della sonda ($\approx 3 \times 2 \times 1,5$) m



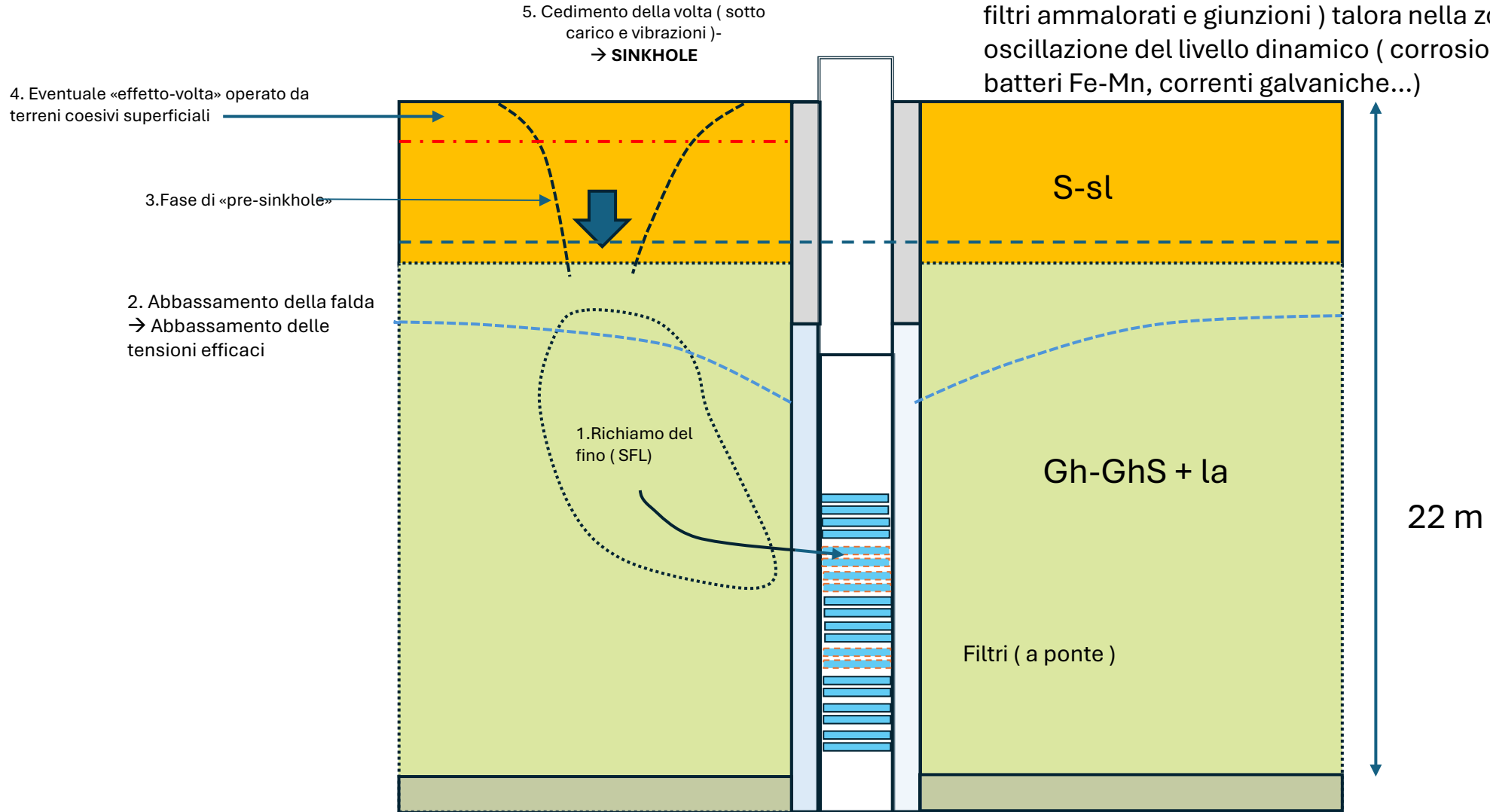
INTERPRETAZIONE DEL PROCESSO DI DISSESTO

1. ACQUISIZIONE DATI GESTIONALI ED ANALITICI
2. PROBLEMA RISCONTRATO: ACQUA CON SILT-SABBIA FINE (dati del Gestore); ACQUE AGGRESSIVE
3. IPOTESI: FILTRO E DRENO ADATTI/DIMENSIONATI?
4. STIMA DEI QUANTITATIVI DI SABBIA/SILT ESTRATTO DALL'ACQUIFERO
5. $0,01^* - 0,02 \text{ g/l} \times 10 \text{ l/s} \times \approx 10.000.000^{**} \text{ s/anno} \times 10 \text{ anni} \approx 10-20.000 \text{ Kg/10 anni} \approx 10-20 \text{ t}$
6. Gamma $\approx 1,8 \text{ t/mc} \approx \mathbf{5,5-11 \text{ mc}}$ (ordine di grandezza del volume di fino estratto)
7. MODELLO DEL DISSESTO

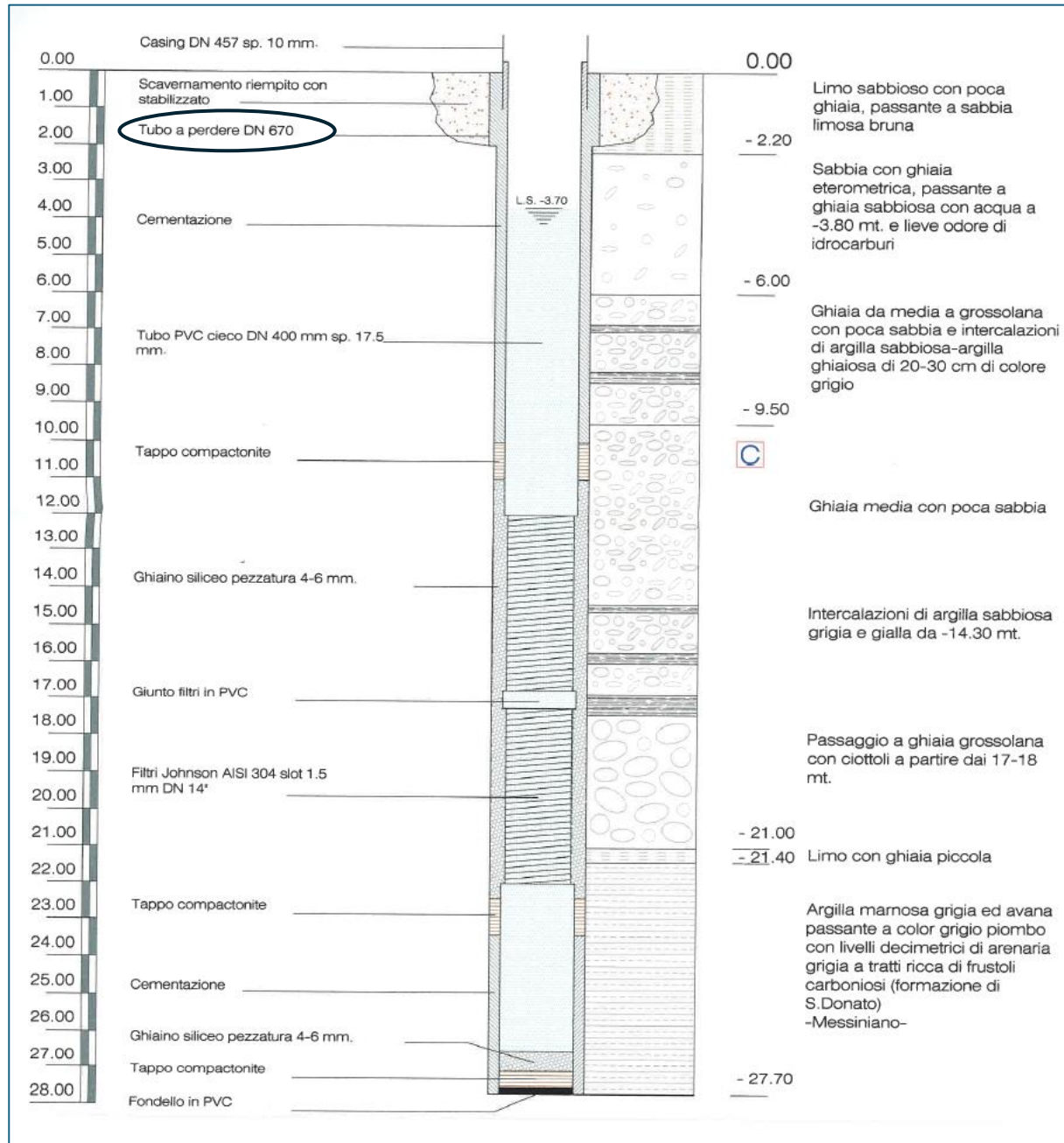
*limite EPA (1975) per contenuto di sabbia/limo per acque industriali

** da analisi dei regimi di utilizzo

MODELLO DEL DISSESTO



In altri pozzi noti il *sinkhole* si è formato intorno all'asse del pozzo, (simulando il cono di depressione) e portando al collasso del pozzo stesso, in corrispondenza di tratti più deboli della colonna (es. filtri ammalorati e giunzioni) talora nella zona di oscillazione del livello dinamico (corrosione per batteri Fe-Mn, correnti galvaniche...)



RIFACIMENTO DEL POZZO

Stabilizzazione del sinkole: riempimento con inerte, con successivi rinfranchi.

Perforazione a rotazione di grande diametro e rivestimento esterno $\phi = 670$ mm

Perforazione a percussione $\phi = 490$

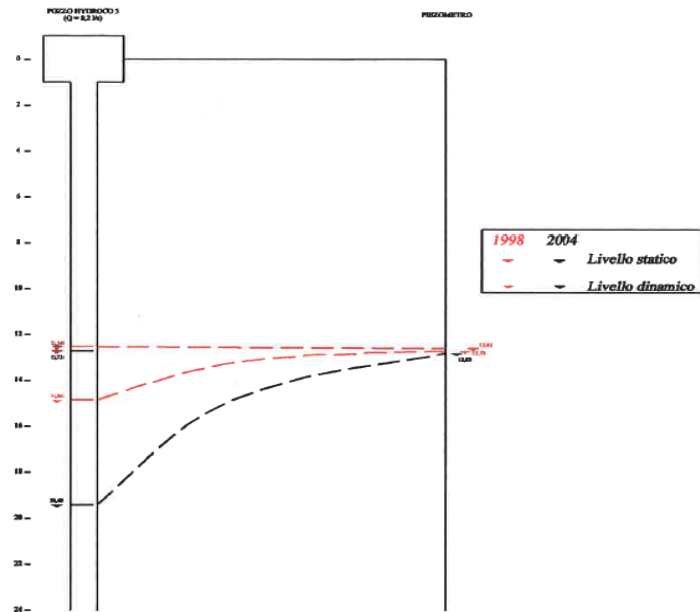
Utilizzo di filtri antisabbia, in acciaio Inox Dreno calibrato

Spurgo e controllo del contenuto in sabbia $< 0,05$ g/l

Lezione imparata:

Occhio quando si opera in prossimità di pozzi «con problemi» !

VARIAZIONI DEL LIVELLO DINAMICO AL POZZO XXX
DAL 1998 AL 2004



N.B. I LIVELLI SONO RIFERITI AL PIANO CAMPAGNA

Q_{sp} (1990) = 6,40 l/s/m

Q_{sp} (1998) = 3,44 l/s/m

Q_{sp} (2004) = 1,22 l/s/m

SCALA 1:200



In altri pozzi vicini, con problemi di **forte riduzione delle portate specifiche nel tempo**, si è optato per interventi di **spazzolatura, acidificazione e spurgo** della colonna produttiva, intervento che ha portato al pressochè completo recupero della produttività originaria.

In questo caso le indagini sono consistite in:

- Test idraulico nello stato di fatto
- Analisi chimiche (equilibri dei carbonati, Indice di Langelier, Fe, Mn....)
- Indagine TV
- Monitoraggio del plume di HCl (misure al pozzo ed al piezometro)

Efficientamento gestionale, energetico ed igienico-sanitario di un pozzo per acque minerali

Una esperienza su campo di «Problem Solving»

IL PROBLEMA:

1. RIDURRE I TEMPI DI MONTAGGIO /SMONTAGGIO DEL TUBO DI MANDATA (TRADIZIONALMENTE: CANNE IN ACCIAIO A GIUNZIONE FLANGIATA) DI UN POZZO NUOVO DI ELEVATA PROFONDITA' (> 100 m)
2. RIDURRE I COSTI ENERGETICI PER IL SOLLEVAMENTO, A PARITA' DI PORTATA EMUNTA
3. GARANTIRE CONDIZIONI IGIENICO-SANITARIE OTTIMALI

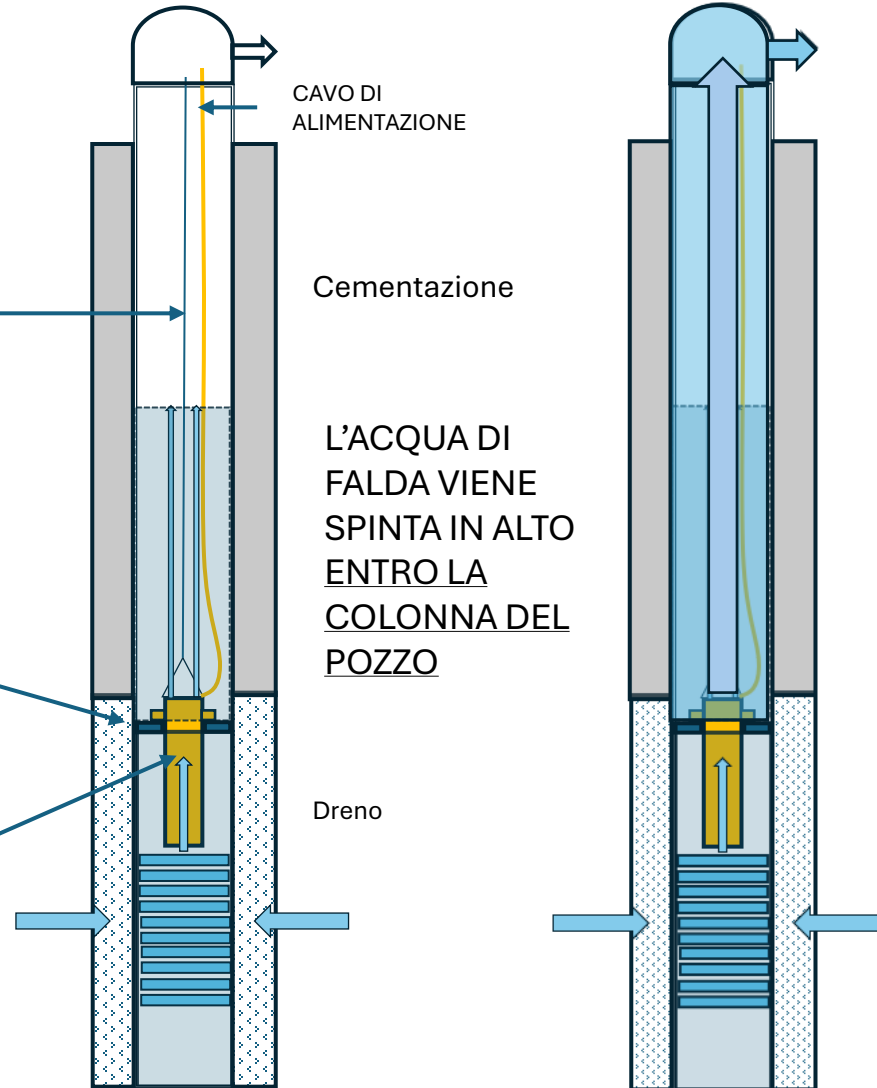
LA SOLUZIONE: eliminare il tubo di mandata ed utilizzare la stessa colonna produttiva per sollevare acqua

VERSIONE PER POZZI NUOVI,
CON FLANGIA DI APPOGGIO/ALLOGGIAMENTO A
TENUTA DELLA POMPA

CATENA DI
SOSPENSIONE DELLA
POMPA (CON EVENTUALE
DINAMOMETRO IN TESTA)

FLANGIA DI APPOGGIO
DELLA POMPA
(PRE-SALDATA AL TUBO CIECO
DEL POZZO)

Pompa

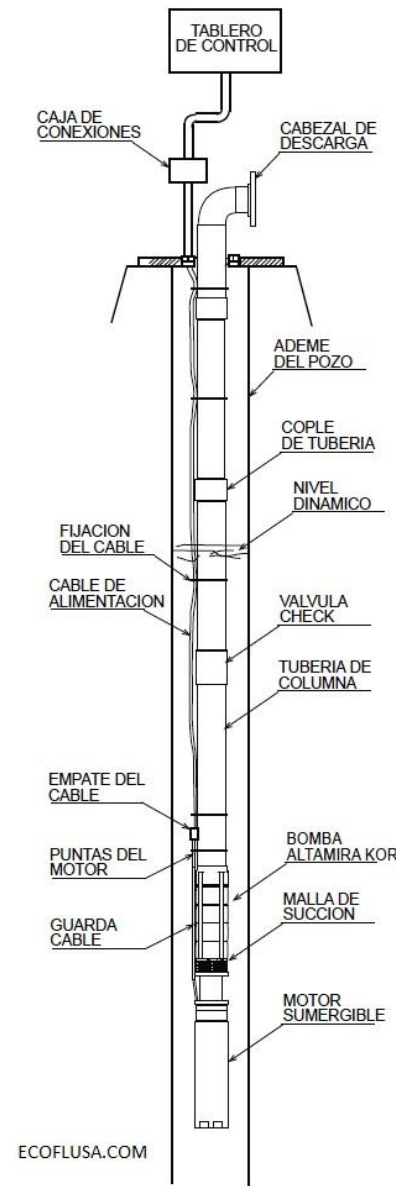


Utilizzo solo della pompa sommersa **senza l'utilizzo della tubazione di mandata,**

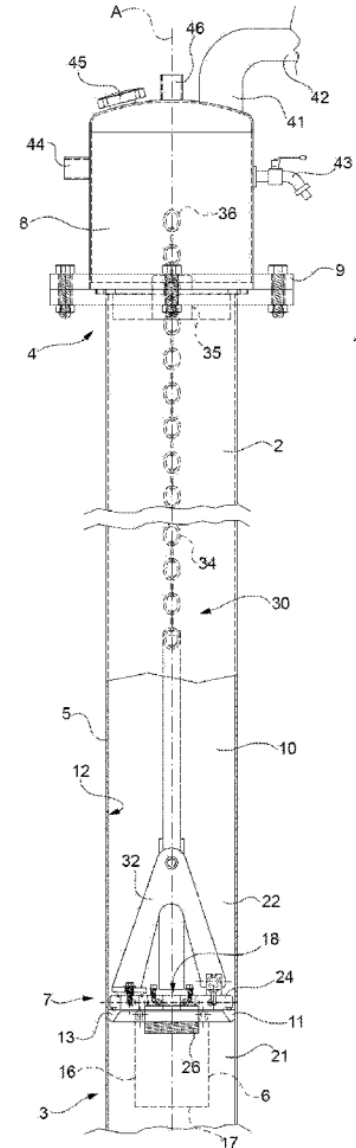
Principali vantaggi:

- 1) vantaggi economici inerenti **all'assenza della tubazione di mandata** ed **riduzione dei tempi connessi alle operazioni di installazione - disinstallazione della tubazione flangiata,** necessarie per la sanitizzazione del sistema (fondamentale per le acque minerali, ma non solo)
- 2) vantaggi economici inerenti al **risparmio di energia elettrica** - di circa il 10-15% - dovuto al minor sforzo che la pompa deve impiegare per estrarre l'acqua dal sottosuolo (**riduzione delle perdite di carico**)
- 3) vantaggi in relazione alla **qualità microbiologica dell'acqua emunta,** in quanto non venendo in nessun modo a contatto con l'ossigeno **si eviterà la proliferazione di alghe e batteri aerobi.**
- 4) **Elevata protezione della testa pozzo (il sistema è anti-intrusione)**

Pozzo tradizionale

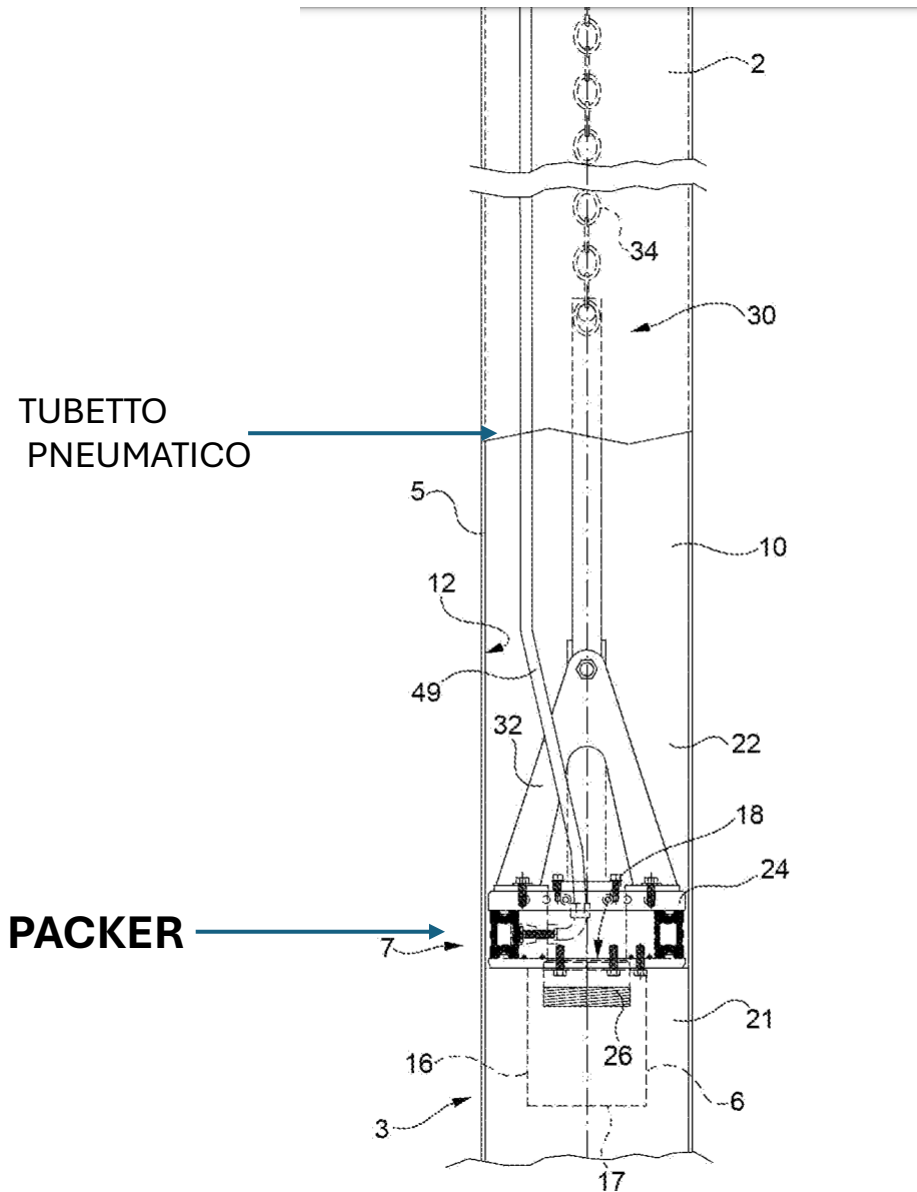


Pozzo «Artesio»



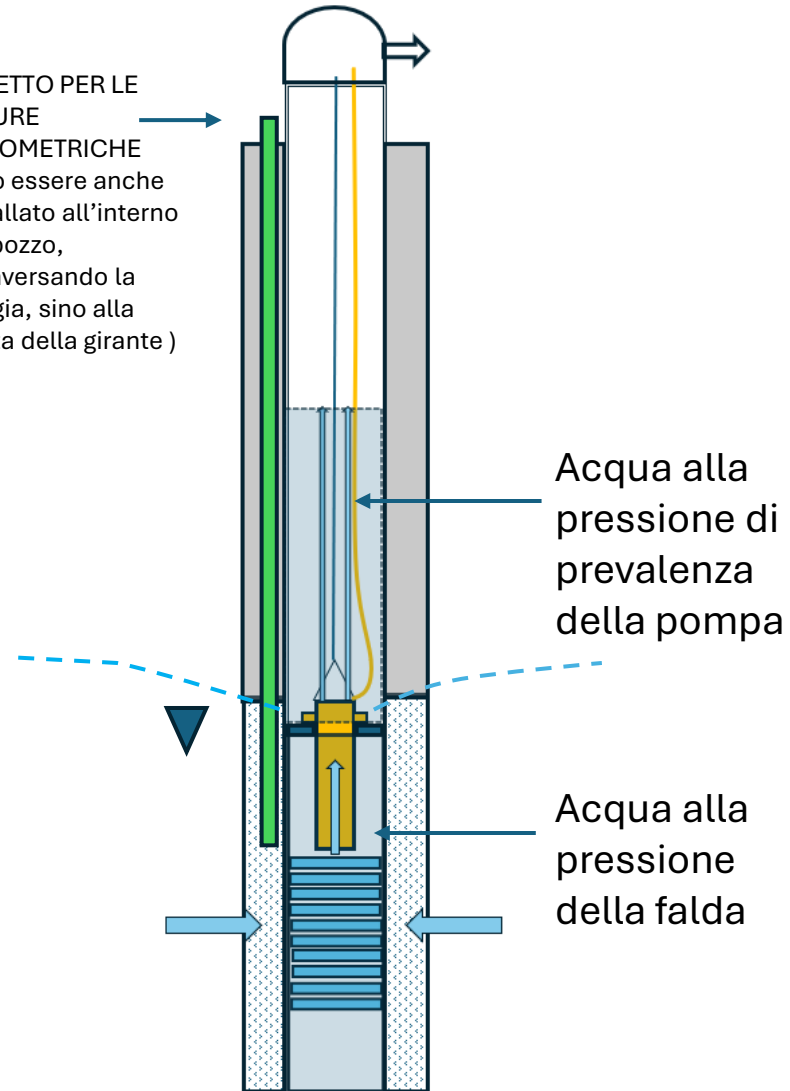
Il sistema brevettato (n. pubblicazione WO2014045211 A1 dal titolo "Drinkable water well structure and method for making drinkable water wells")

VERSIONE RETRO-FIT PER POZZI ESISTENTI, CON PACKER DI FISSAGGIO ALLE PARETI DEL POZZO



Come faccio a misurare il livello statico e dinamico nel pozzo?

TUBETTO PER LE MISURE PIEZOMETRICHE (può essere anche installato all'interno del pozzo, attraversando la flangia, sino alla quota della girante)



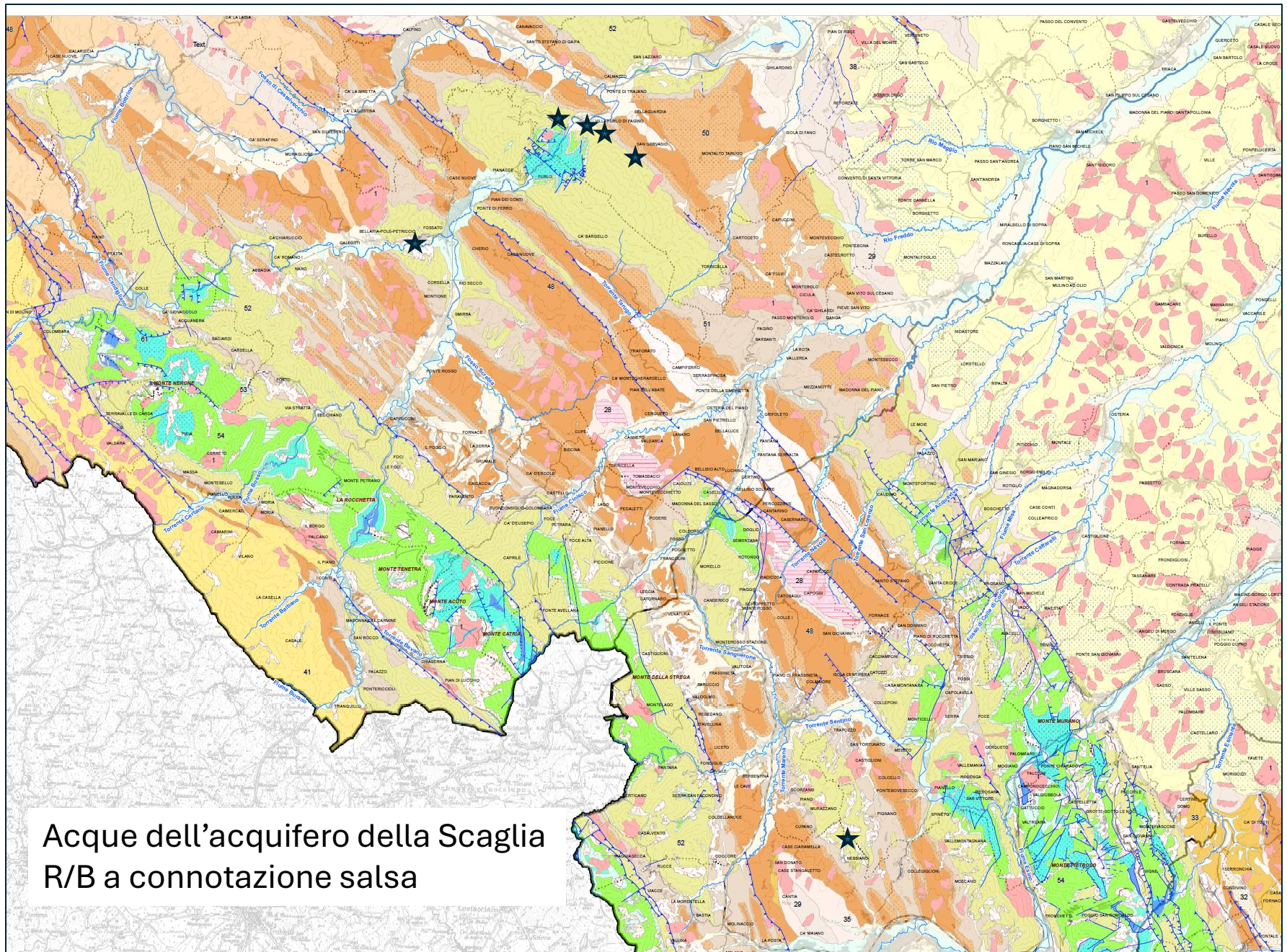
Verifiche e condizioni di fattibilità:

- Occorre conoscere bene la stratigrafia e piezometria statica e dinamica per definire la quota di installazione della flangia (la pompa non si può abbassare)
- In linea teorica, per sollevamenti importanti (es. > 100 m) e terreni a bassa portanza, va considerato il peso della colonna d'acqua che agisce sul piede del pozzo (carico di punta ed attrito laterale): il pozzo «funziona» come un palo

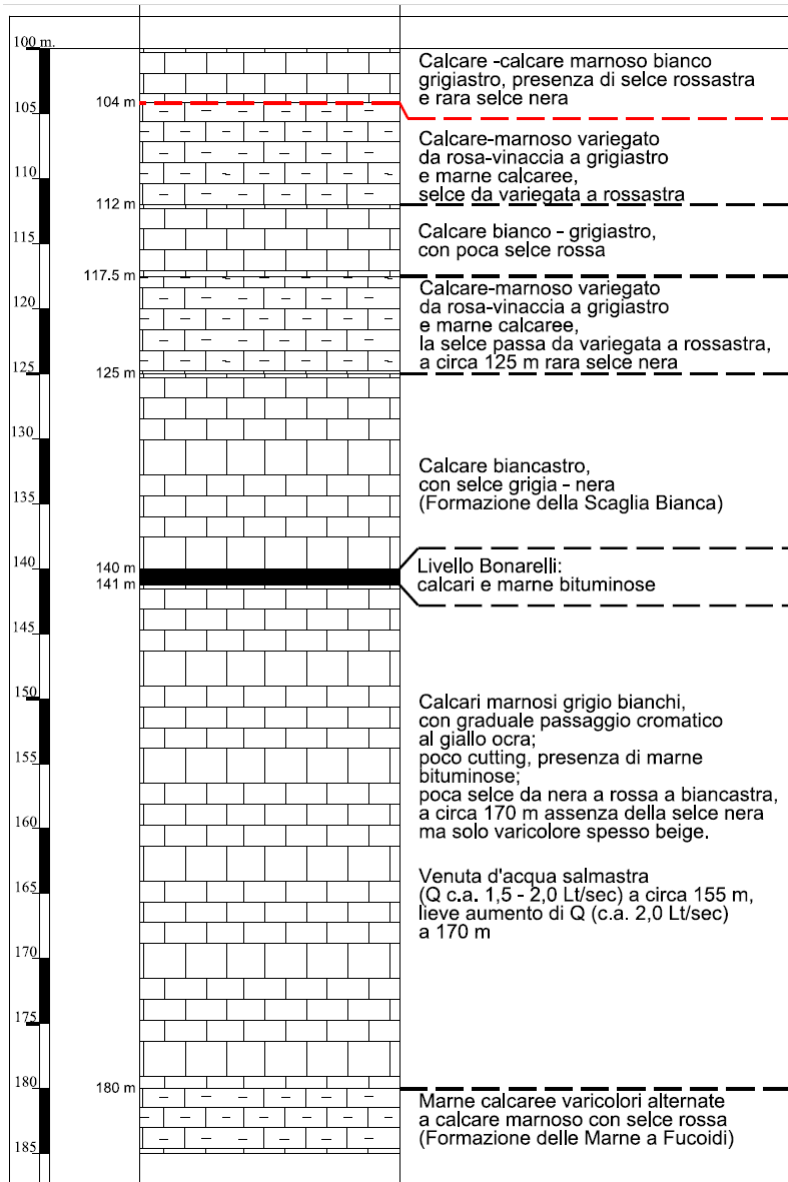
POZZI E ...SORPRESE GEOLOGICHE

La eterna sfida tra conoscenze geologiche, modelli, aspettative
e la realtà del sottosuolo

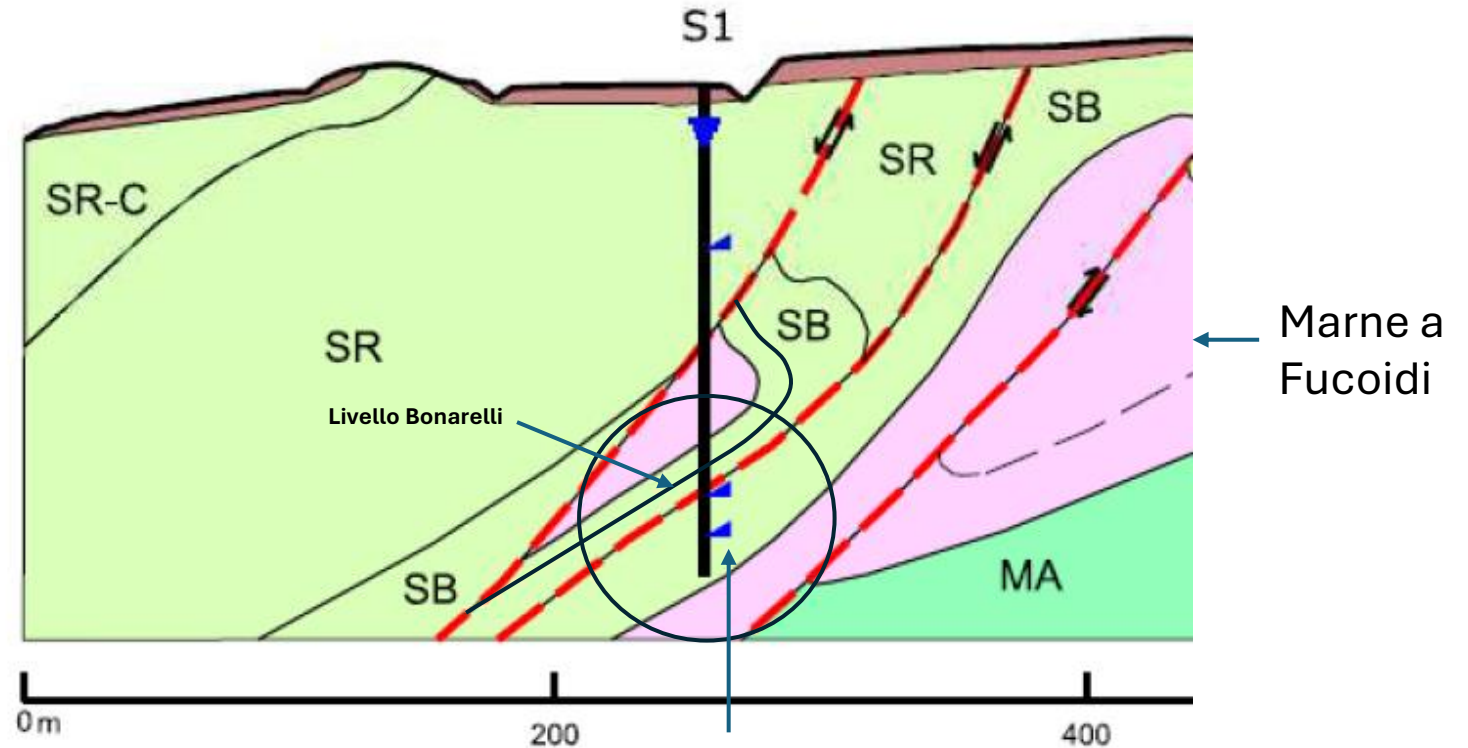
Daniele Farina, docente a contratto idrogeologia UniUrb e Geologo Libero Professionista



Acque dell'acquifero della Scaglia
R/B a connotazione salsa

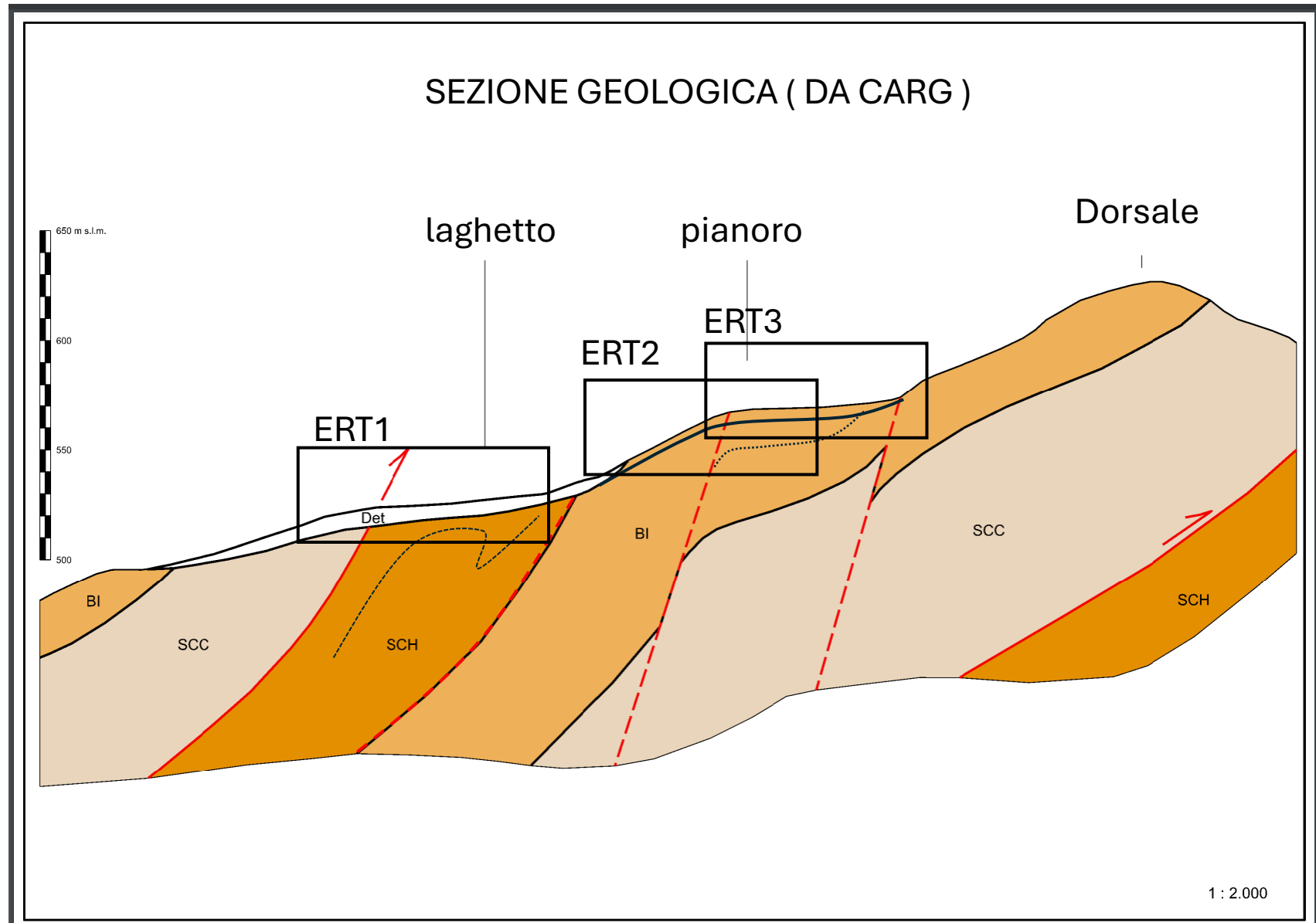


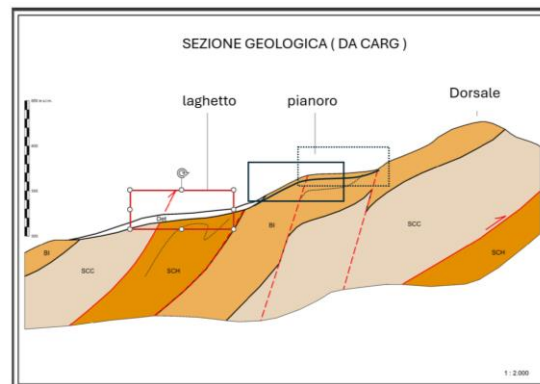
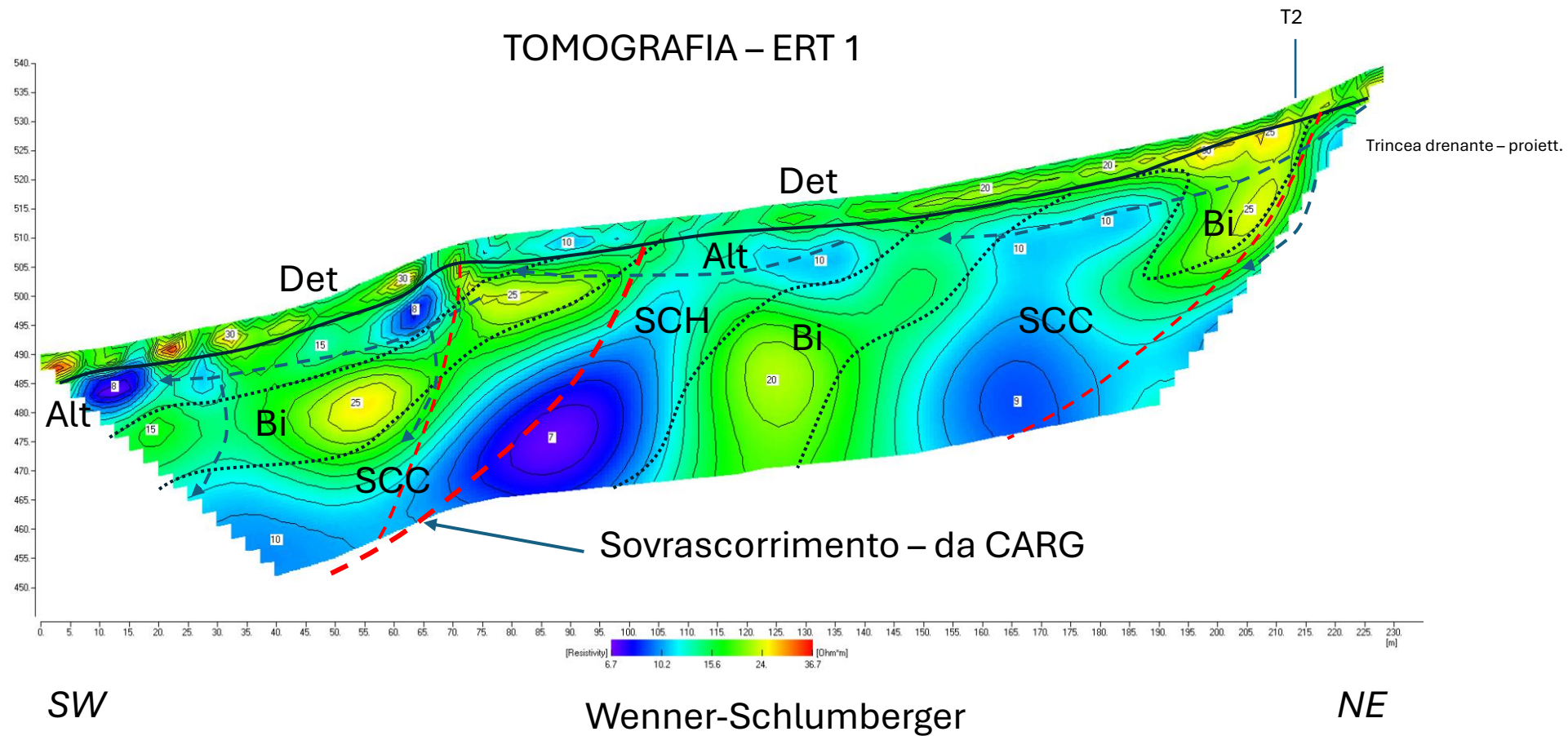
A) CONTESTO DI FIANCO DI ANTICLINALE CARBONATICA, CON MOTIVI DI *BACK-THRUST* A LIVELLO SCHLIER/BISCIARO, MA.....



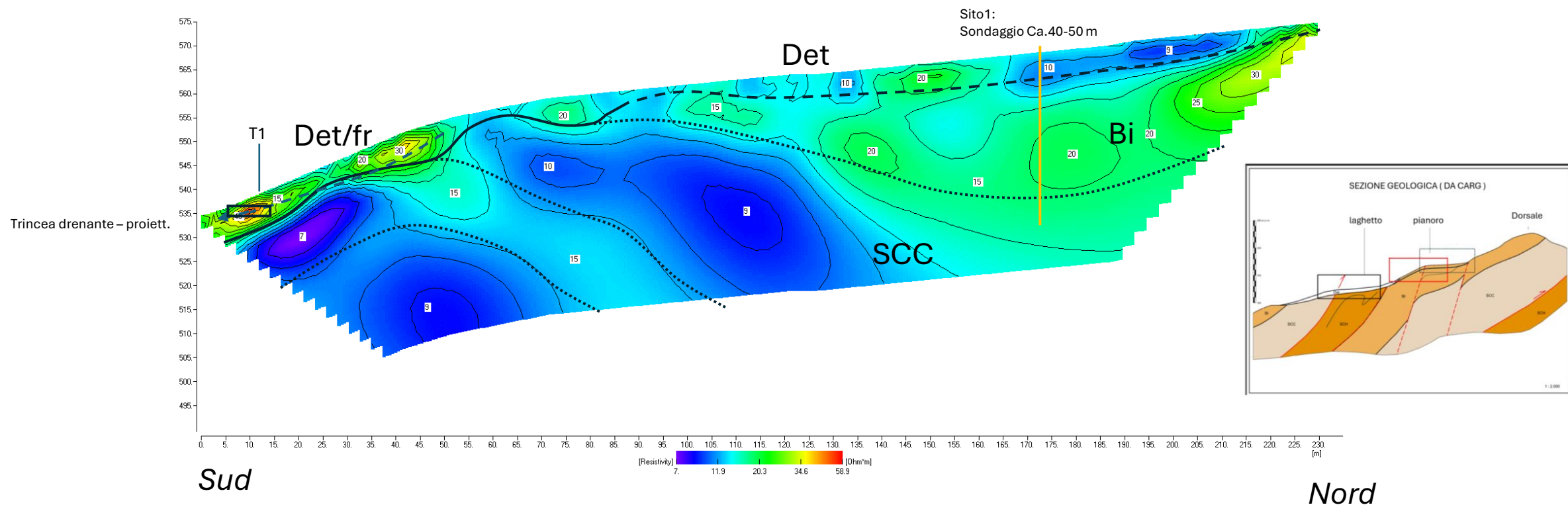
ACQUE SALSE (C.E. 17.000 uS/cm) – Q ist. 2 l/s ca.

B) CONTESTO DELLE DORSALI MINORI, SU TERRENI OLIGO-MIOCENICI, INTERESSATE DA STRUTTURE EMBRICATE COMPLESSE





TOMOGRAFIA – ERT 2

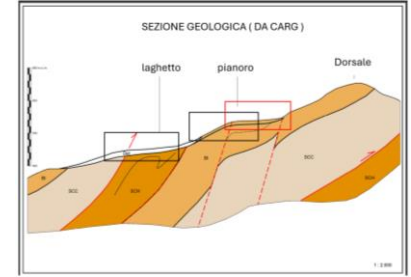


Wenner-Schlumberger

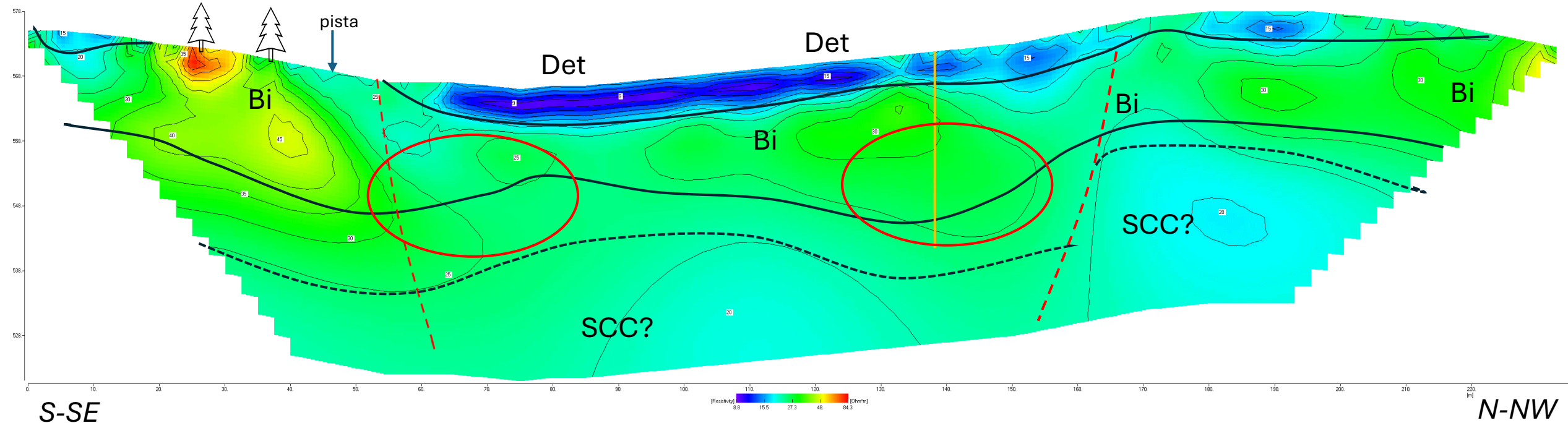
Sud

Nord

ERT3 (Wenner-Schlumberger)



SITO 2

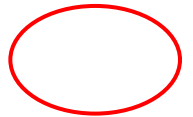


Det: 9-15 ohm x m detrito argilloso, con breccia calcarea sparsa

Bi: 25-45 ohm x m: marne e marne calcaree, con livelli calcareo- marnosi, passanti verso il basso a marne e marne argillose (Bisciario – membro inferiore)

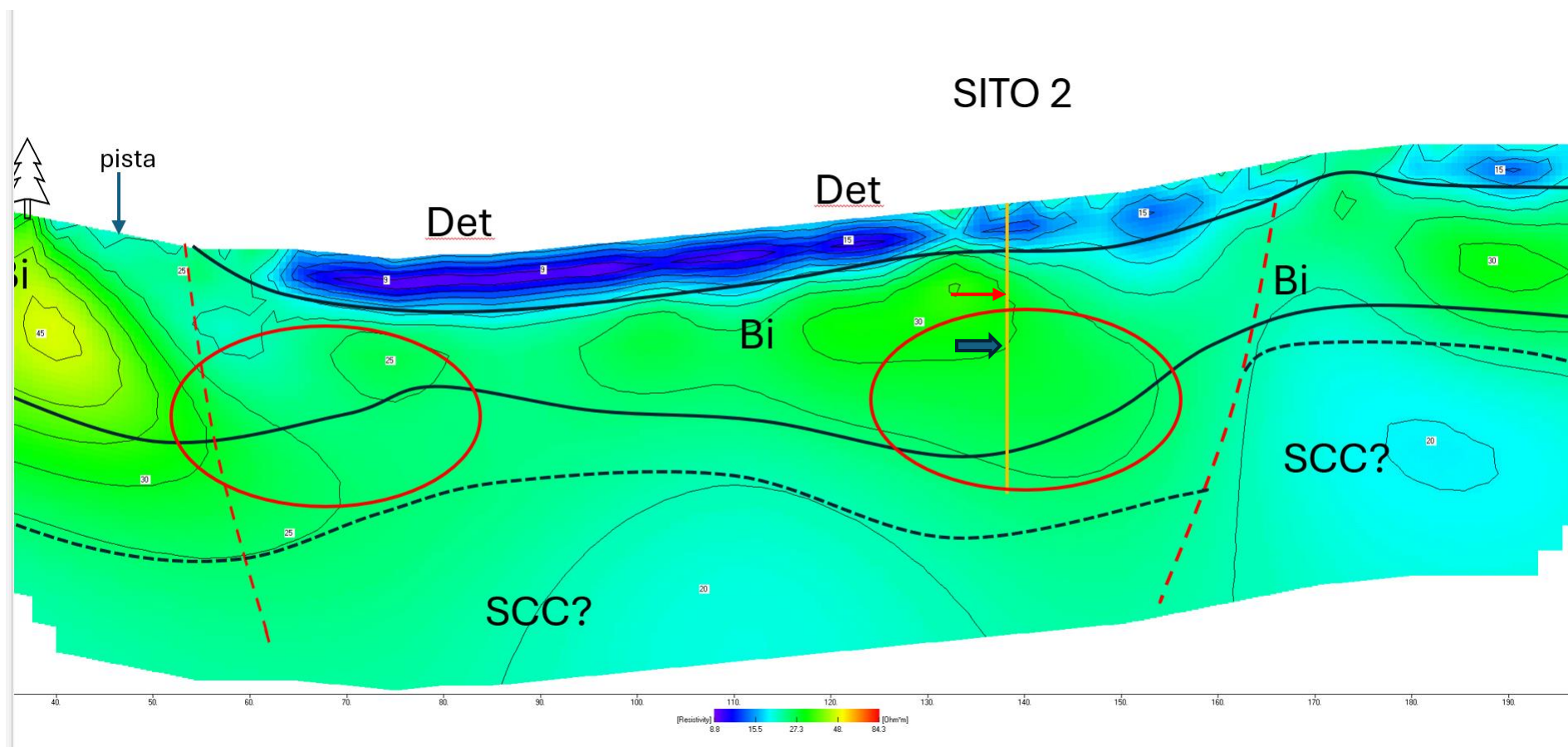
SCC: 20-25 ohm x m marne e marne argillose (Scaglia Cinerea ?)

- - - - - Faglie incerte



Zone concave e a maggior spessore del Bisciario, potenzialmente favorevoli alla ricerca idrica

IL RINVENIMENTO DI UN'ORIZZONTE GUIDA, HA PERMESSO DI IDENTIFICARE LA POSIZIONE STRATIGRAFICA E DI INTERPRETARE LA PRESENZA DELL'ACQUITARDO DI BASE DELLA SC. CINEREA



→ Livello vulcanoclastico + livello argilloso-siltoso giallastro, plastico (bentonitico?)

➡ Venuta idrica

Anomalia stratigrafica in fase di perforazione (da analisi del «cutting»)

Fonte: APAT - CNR - COMMISSIONE ITALIANA DI STRATIGRAFIA

Il Bisciario dell'area umbro-marchigiana è costituito da marne silicee e calcari marnosi, ben stratificati, grigi e grigio-verdastri (ocracei se alterati), con intercalazioni di **vulcanoclastiti** (cineriti e tufiti prevalenti) [19], e di **bentonite** (All. C).

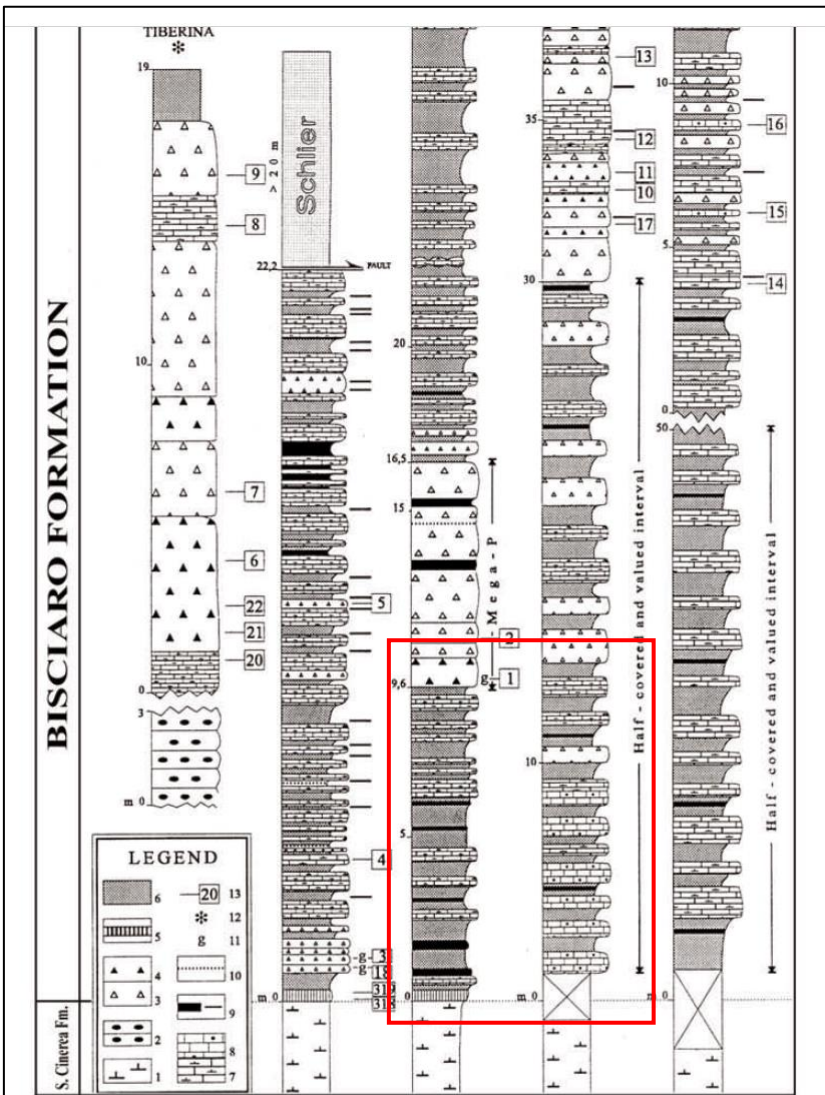
I limiti stratigrafici del Bisciario nell'area umbro-marchigiana sono stati di recente posti in corrispondenza di caratteristici livelli vulcanoclastici [14], [16]. COCCIONI & MONTANARI [14] pongono, infatti, il limite con la sottostante Scaglia Cinerea in corrispondenza della base del “Livello Raffaello”, **uno strato bentonitico di spessore compreso tra 3 e 30 cm**. Tale livello-guida è riconoscibile in tutto il Bacino umbro-marchigiano.

«Le argille montmorillonitiche metaurensi si presentano di colore biancastro-grigiastro o gialliccio (talora addirittura tendenti al bruniccio), con frattura concoide o di tipo sferoidale e a grana finissima; in acqua si spappolano e rigonfiano notevolmente». (Il Bacino del Metauro - R. Selli, 1954)



Argilla siltosa
giallastra,
«untuosa» al tatto
→ Bentonite ?

Siltite/arenite chiara
→ Tufite ?



Litostratigrafia delle successioni del Bisciaro studiate nell'Appennino Umbro-Marchigiano: 1, marne e marne calcaree (Scaglia Cinerea); 2, strati selciosi; 3, vulcanoclastiti grigio chiare; 4, vulcanoclastiti grigio scure; 5, strato guida "Raffaello"; 6, marne ed argille marnose con variabile contenuto di materiale vulcanoclastico; 7, calcari marnosi con variabile contenuto di materiale vulcanoclastico; 8, calcari marnosi selciosi e marne; 9, livelli vulcanogenici sabbioso-argillosi, tipicamente ocreaci o brunastri e verdastrî; 10, livelli vulcanogenici argillosi nerastri, frequentemente ricchi in materia organica (bituminosa); 11, vulcanoclastiti ricche in glauconite; 12, successione simile al Bisciaro; 13, campioni analizzati.

ERT3

ERT1
ERT2

Epoca	Fc (area s)	Età	Form (area n)	Livelli a vulcanici	Livelli r	Black s	Torbidity (area s)	Torbidity (area n)	Glaucos	Spess	Litolog	Membr	Colore delle m	Distrib del Rac laccauno laccauno	Blow (1)	praticanti
OLIG.	Scaglia Cinerea	Schlier	Bisciaro	Bisciaro	CT-WAL Bramante	Piero della Francesca	Michelangelo	Rispighi	Ancona	Rossini	50-400	marnoso superiore	grigio-azzurro	G. obliquus extremus	N17	G. conomiozea G. suterae G. piesiotumida
		Langhiano	Serravallese	Marnose con Cerrogna							calcareo-marnoso	grigio-azzurro	G. siakensis to G. acostansis	N15	N. acostaensis G. nepenthes	
	Carriano	Burdigaliano	Burdigaliano								marnoso inferiore		G. s. o. p.	N10	G. peripheroronda G. praemenardii O. universa O. suturalis	
	Scaglia Cinerea										calcareo-siliceo-uffitico		P. gl. s. i.	N8	P. glomerosa sicana	
											marnoso superiore		G. triobus	N7	G. bisphericus C. dissimilis	
													G. dehiscens-C. dissimilis	N6		
														N5	G. triobus G. kugleri G. altiaperurus	
														N4	G. dehiscens G. kugleri	
													G. kugl	P22		

Individuazione stratigrafica sito 3

Si ringrazia il Prof. F. Veneri (Uniurb) per l'esame del reperto ed i preziosi suggerimenti