



Indagini geofisiche per l'identificazione e lo studio di spessore e distribuzione laterale di suoli di alta quota (Plateau dello Stolemberg, Monte Rosa, 3030 m s.l.m.)

C. Colombero¹, N. Colombo², C. Comina³, M. D'Amico², C. De Regibus¹,
D. Franco¹, M. Freppaz², E. Pintaldi², L. Sambuelli¹

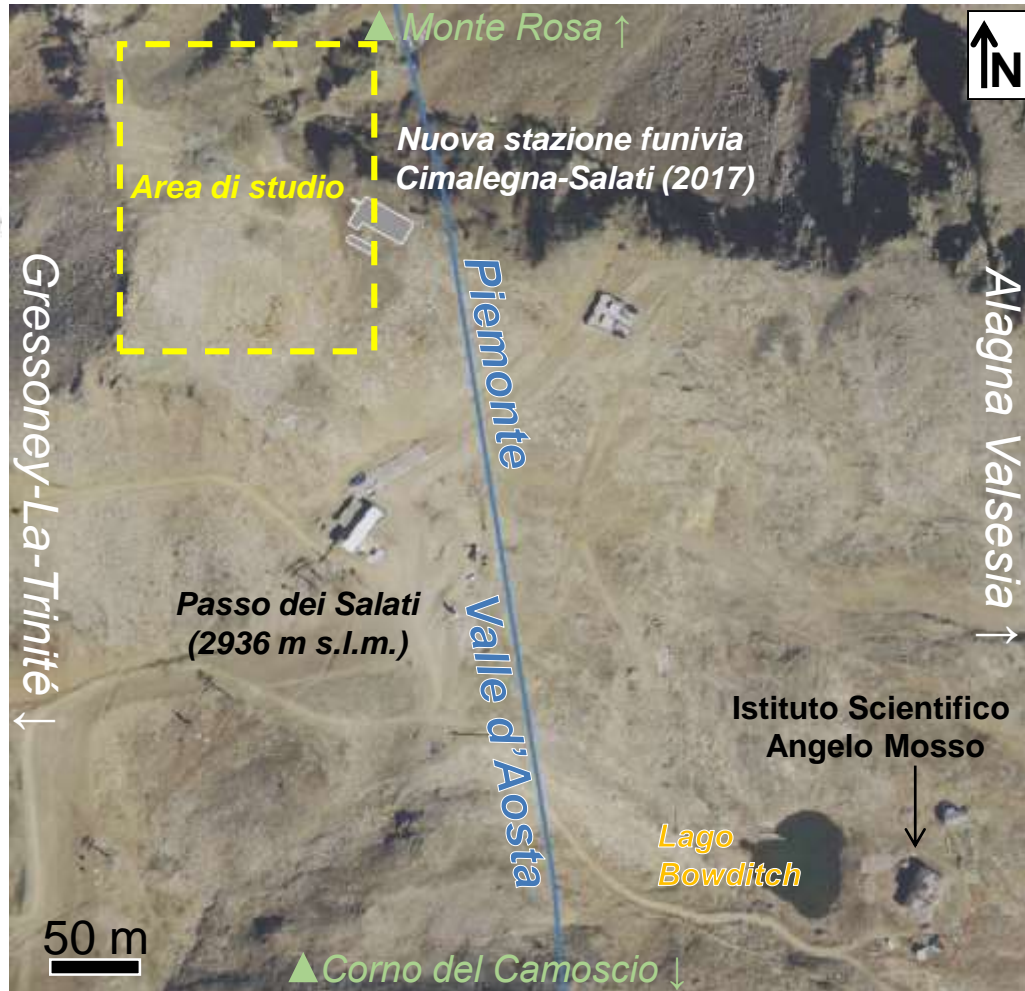
¹*Politecnico di Torino, Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture (DIATI-POLITO)*

²*Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari (DISAFA), Torino, Italia*

³*Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Scienze della Terra (DST-UNITO)*



Plateau dello Stolemberg (3030 m s.l.m., Monte Rosa)



Altopiano di Cimalegna

- sito per la ricerca ecologica a lungo termine (LTER-Italia IT19-001-T)
- S.I.C./Z.P.S. IT1204220
"Ambienti glaciali del gruppo del Monte Rosa"
(DIR. 92/43/CEE "Habitat")



- Unità Zermatt-Saas (anfiboliti e calcescisti) in contatto tettonico con Falda del Monte Rosa (micascisti e paragneiss)

- **Forme periglaciali**, coltri pietrose di spessore variabile (da ~10 cm ad oltre 1 m)

Plateau dello Stolemberg (3030 m s.l.m., Monte Rosa)

- **2017**: Realizzazione nuovo arrivo funivia, collegamento Cimalegna-Salati
- Indagini **geo-pedologiche** per preservare il sito, analisi scavi e trincee esplorative

*Presenza di **suoli ben sviluppati** al di sotto della coltre pietrosa periglaciale*

- Stock di carbonio paragonabile ai suoli forestali, in contrasto con le attuali condizioni ambientali e di copertura vegetali

Ricostruzione paleoclimatica delle Alpi (indicazioni circa le oscillazioni climatiche dell'Olocene)

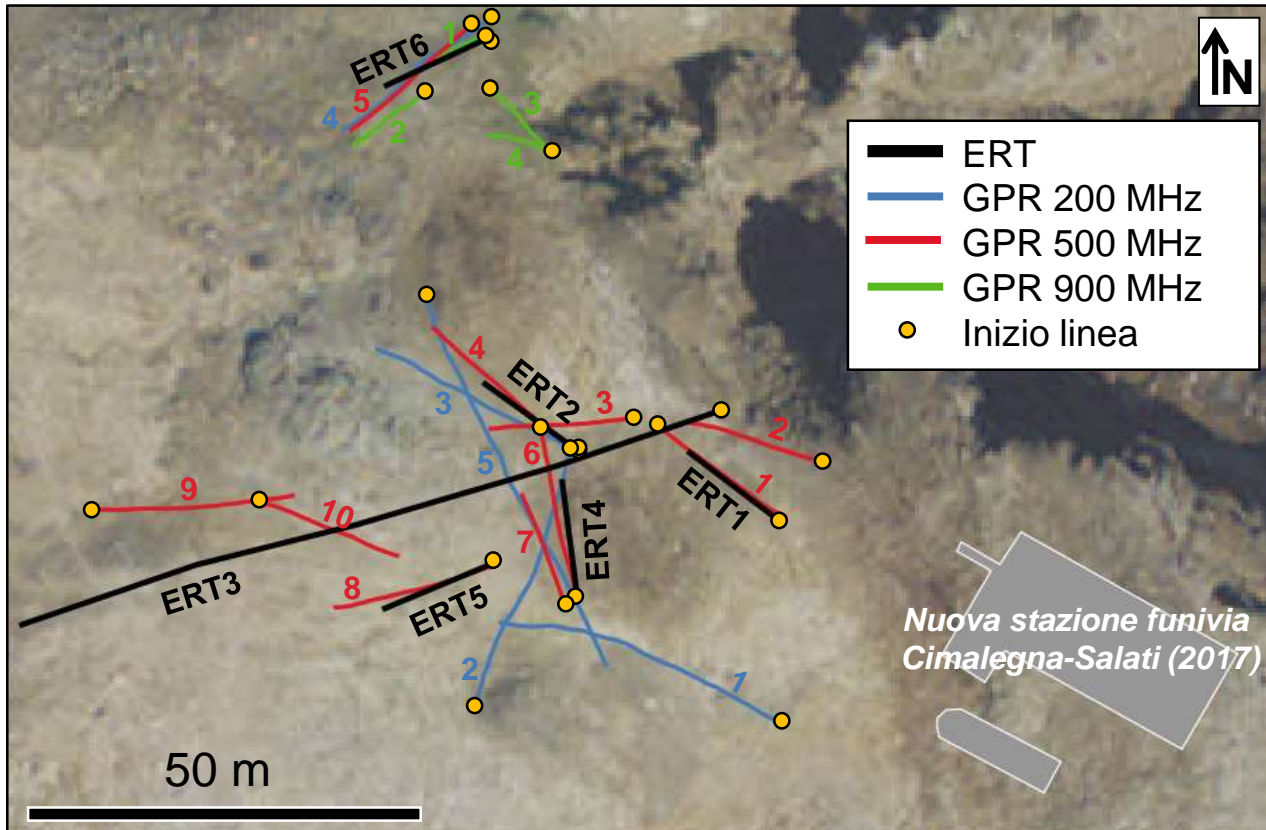
Effetti cambiamento climatico sugli effettivi quantitativi di carbonio presenti negli ecosistemi di alta quota → ripercussioni sul bilancio globale?

Presenza sporadica/localizzata o diffusa in tutto il plateau?

Distribuzione e spessore?



Indagini geofisiche



1 ERT: 48 elettrodi, spaziatura=2 m (94 m)
5 ERT: 48 elettrodi, spaziatura=0.3 m (14.1 m)

Elettrodi $\varnothing=5-12$ mm

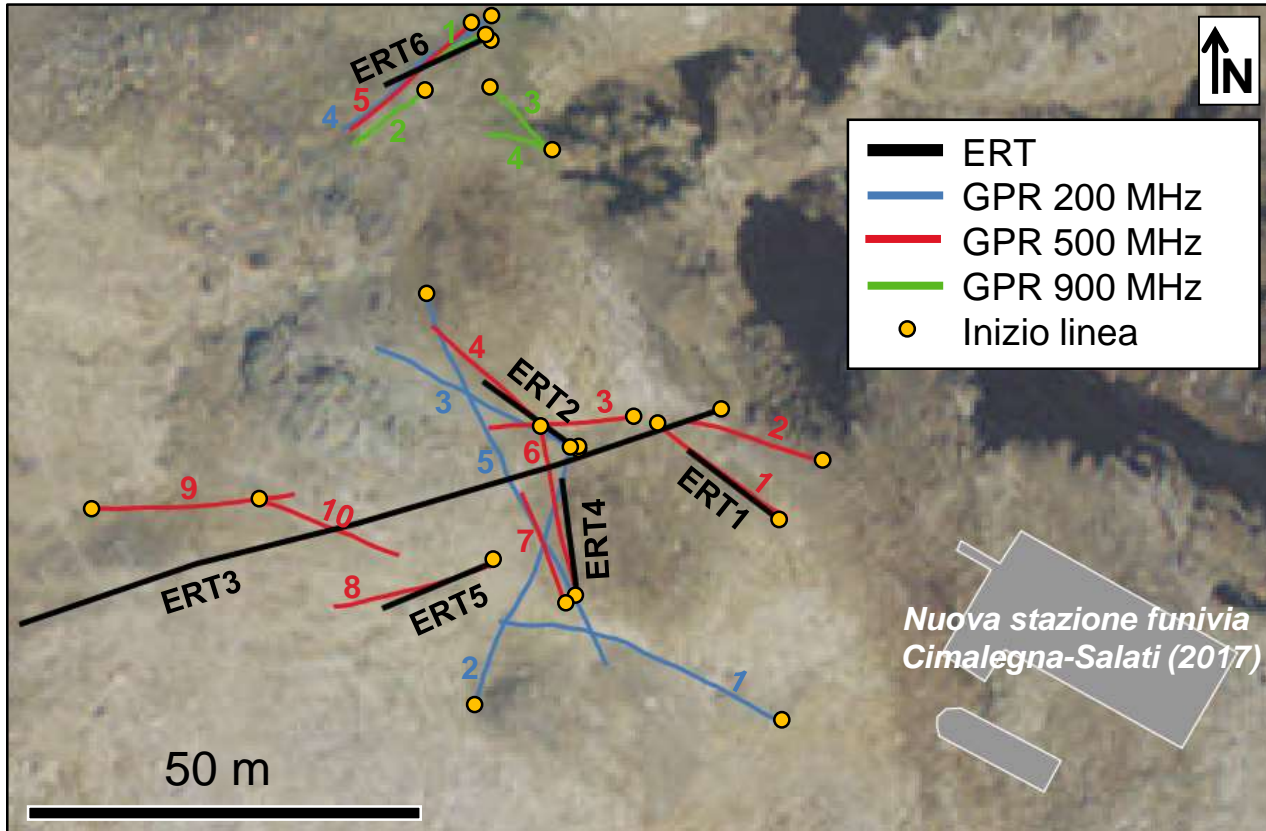
Syscal Pro, Iris Instruments

Sequenza WS – 870 misure (5-10 misure, $Q<5\%$)

GPS Garmin 60



Indagini geofisiche

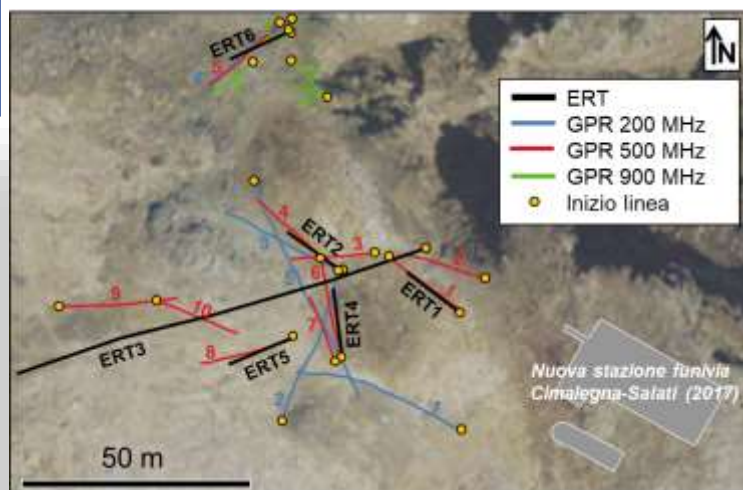


5 profili GPR (200 MHz) – 100 ns, 512 campioni/traccia
10 profili GPR (500 MHz) – 100 ns, 512 campioni/traccia
4 profili GPR (900 MHz) – 50 ns, 512 campioni/traccia

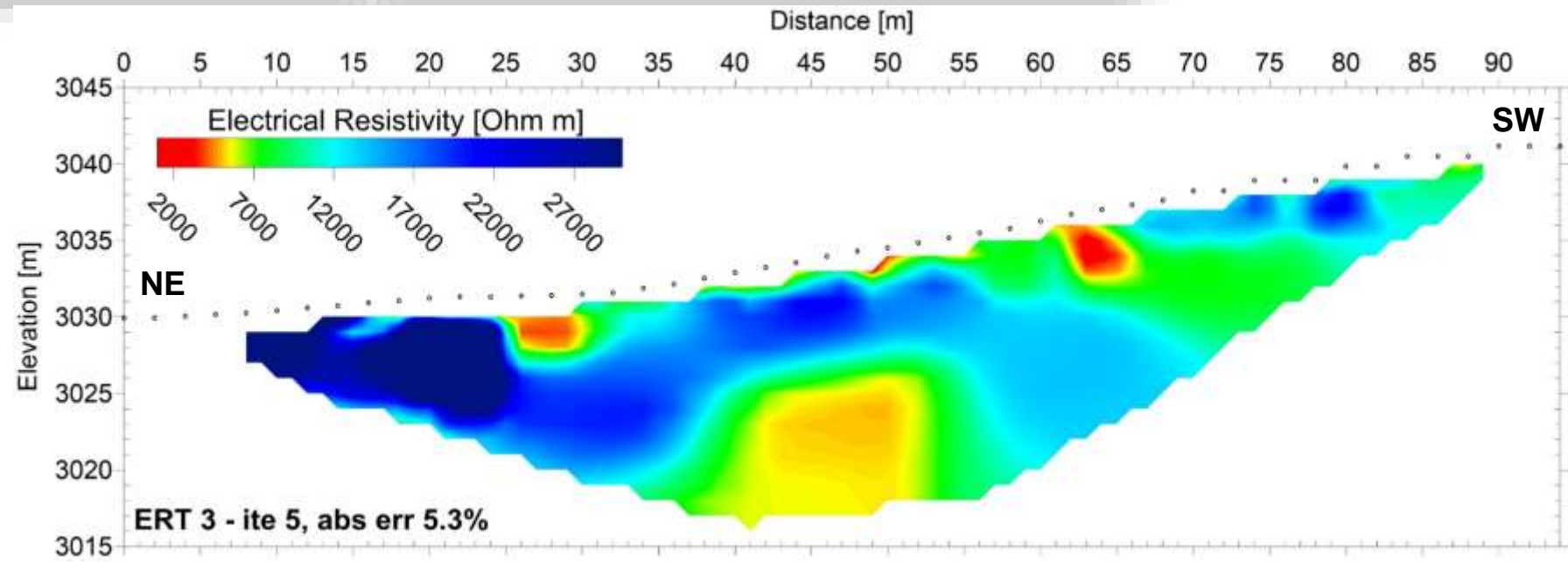
Unità di acquisizione IDS K2
GPS Ublox EVK-5T



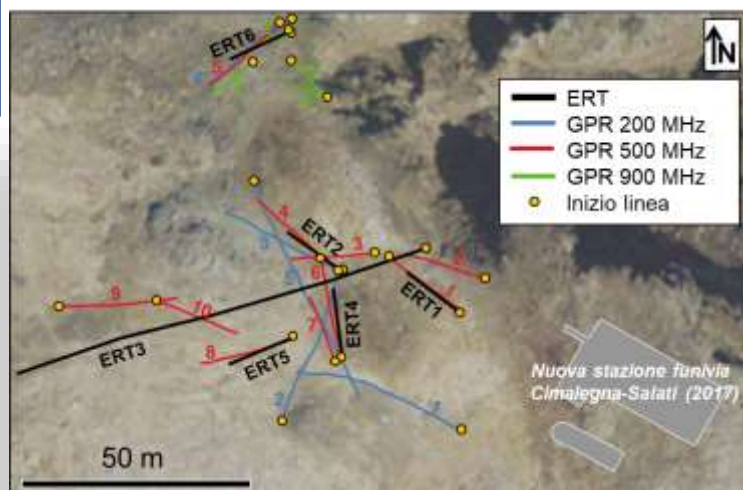
ERT



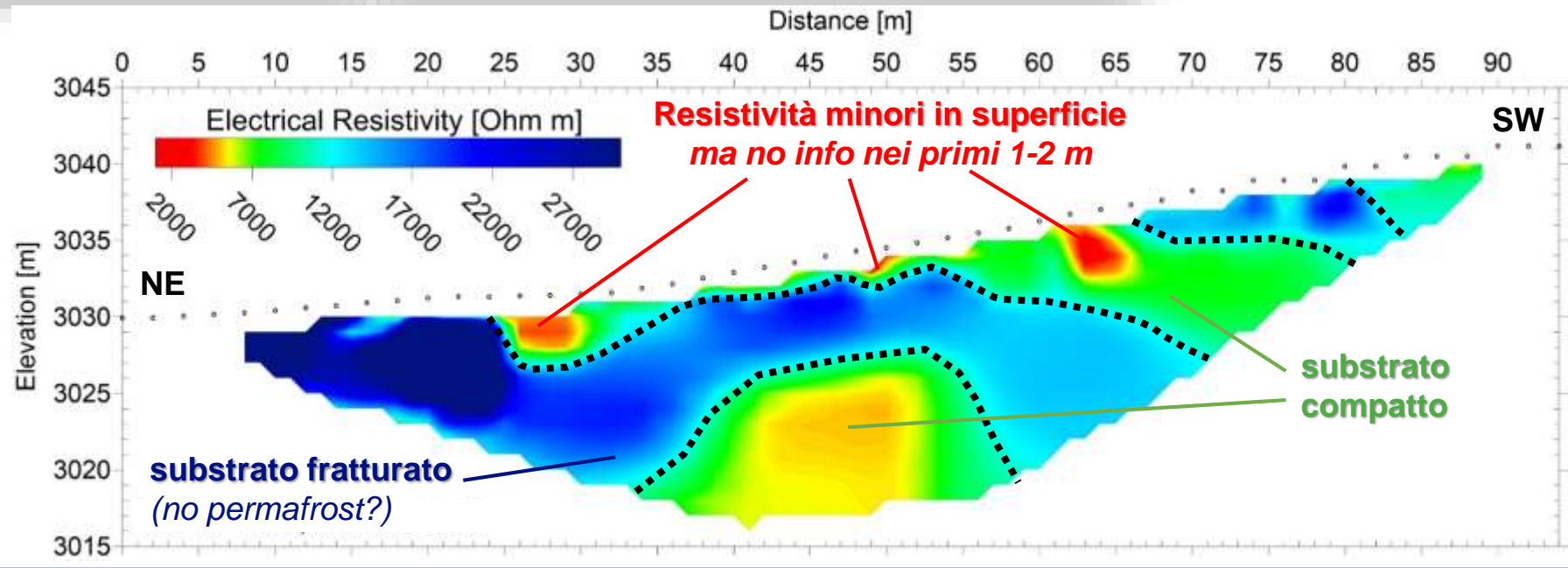
ERT3: 48 elettrodi
spaziatura=2 m (94 m)
Correzione topografica da DTM
Plateau, passo 0.10 m



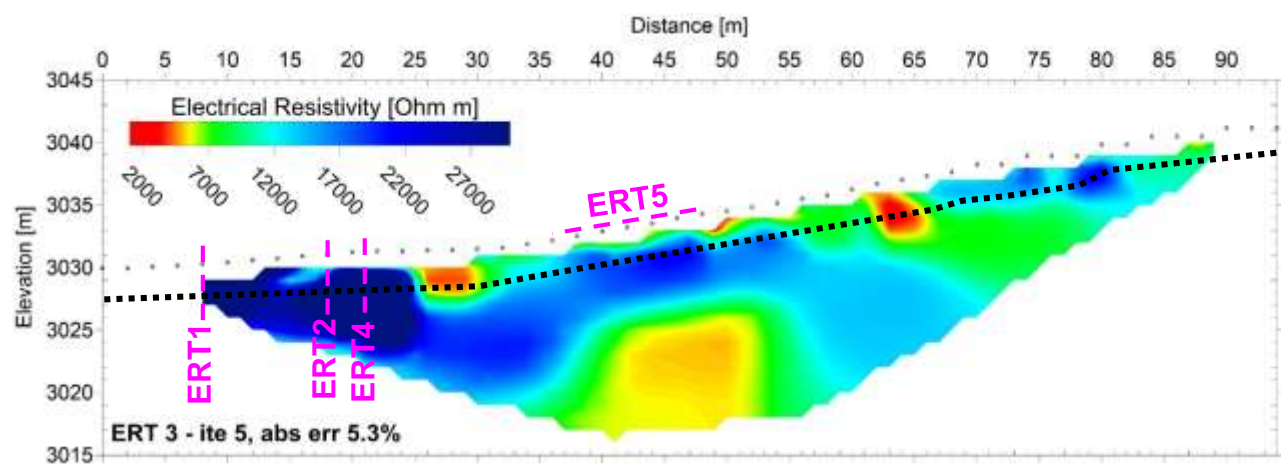
ERT



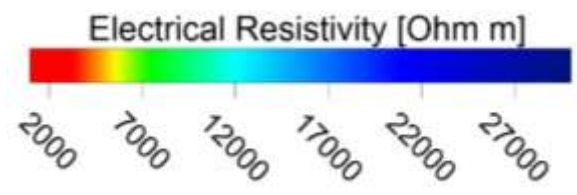
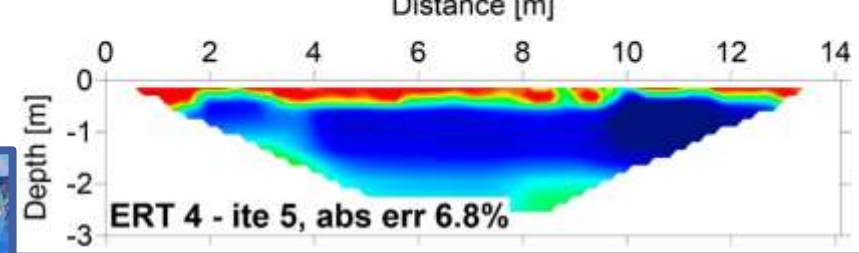
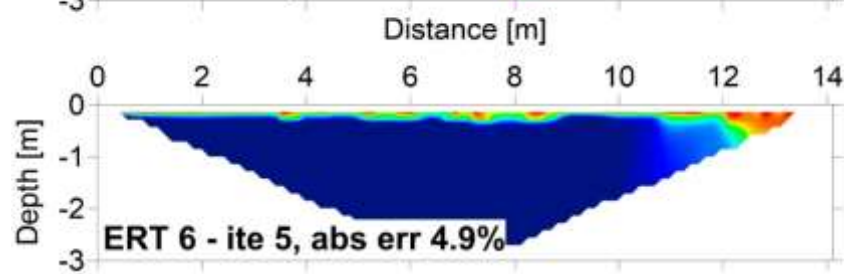
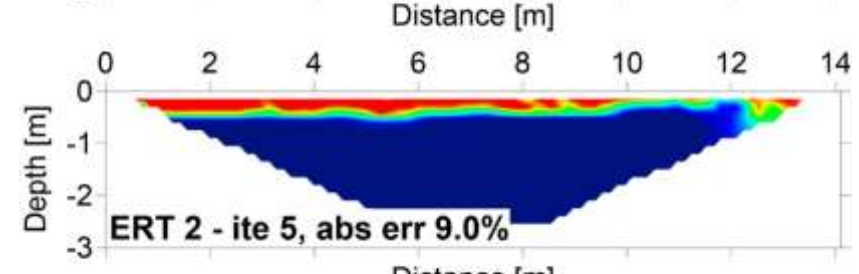
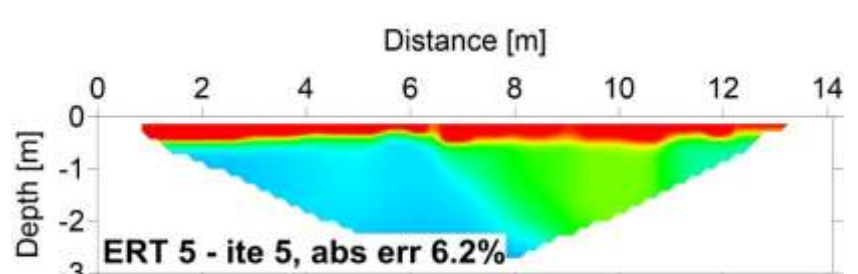
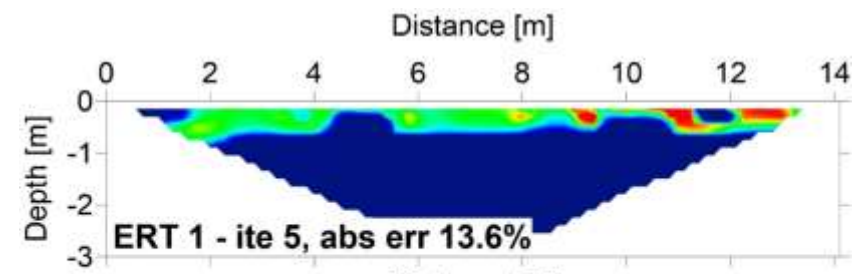
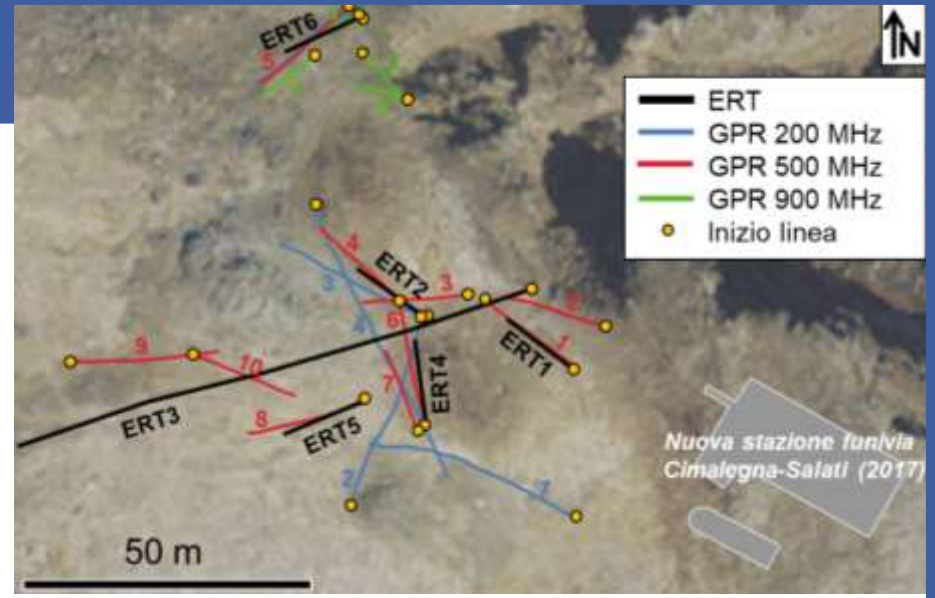
ERT3: 48 elettrodi
spaziatura=2 m (94 m)
Correzione topografica da DTM
Plateau, passo 0.10 m



ERT



*profondità
MAX ERT
corte
(s=0.3 m)*

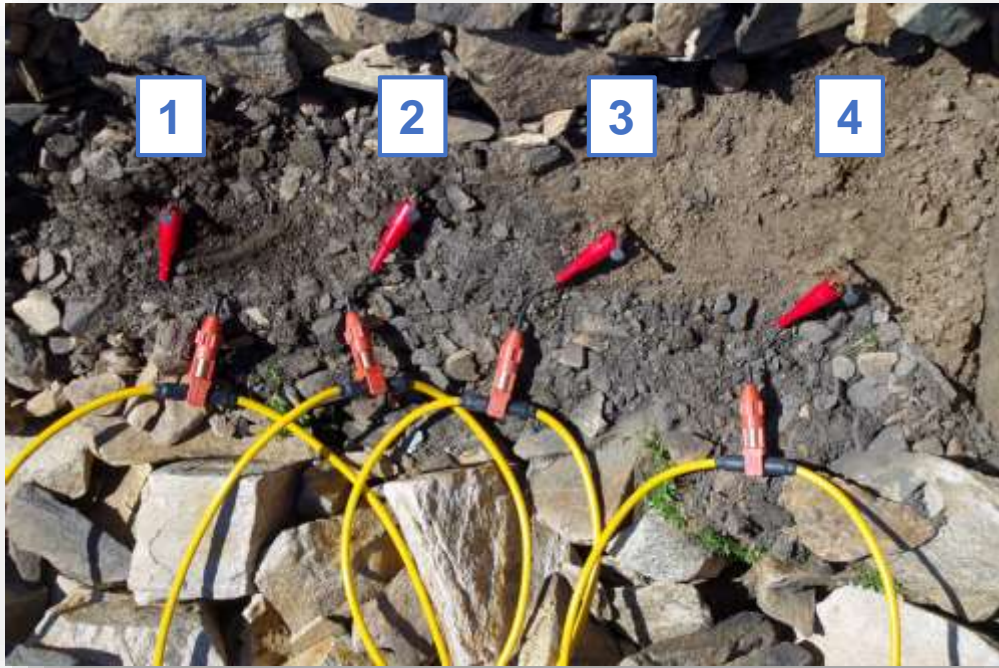


*Orizzonte superficiale (< 1 m)
2-7 kOhm m
suoli?*

ERT – Resistività suoli in esame

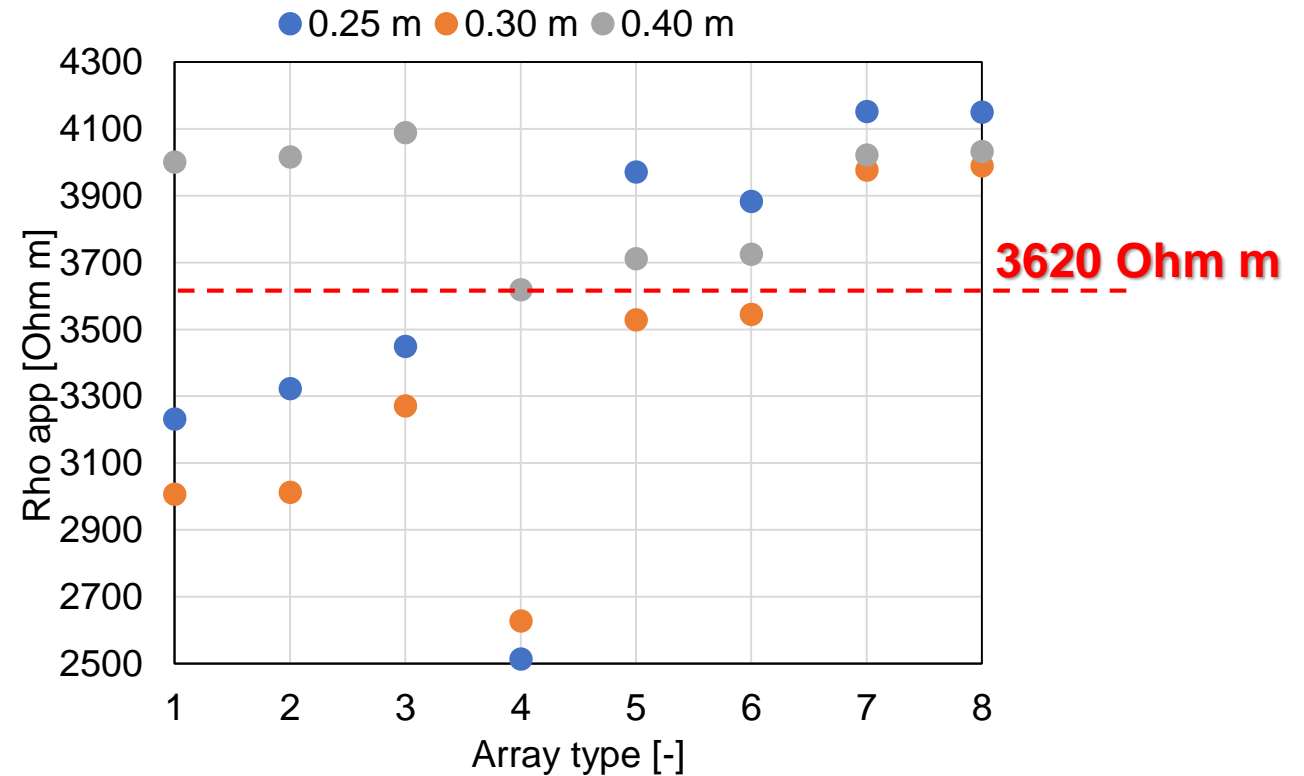
Analisi granulometriche

78% sabbia
 20% limo
 2% argilla
 C organico 0.3-2%



Quadripolo singolo

Spaziatura: 0.25-0.30-0.40 m



Array type	A	B	M	N
1	1	4	2	3
2	4	1	3	2
3	1	2	3	4
4	3	4	1	2
5	2	3	1	4
6	3	2	4	1
7	1	3	2	4
8	3	1	4	2

Wenner

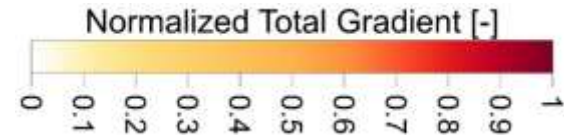
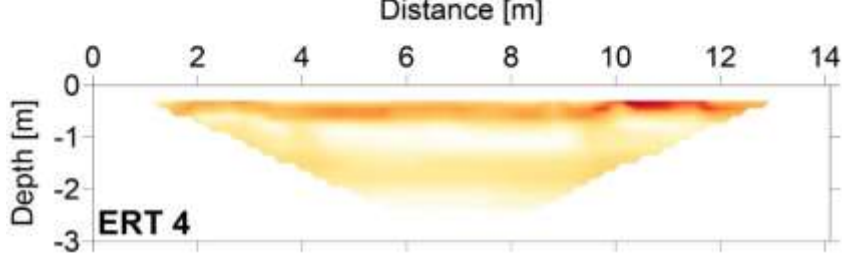
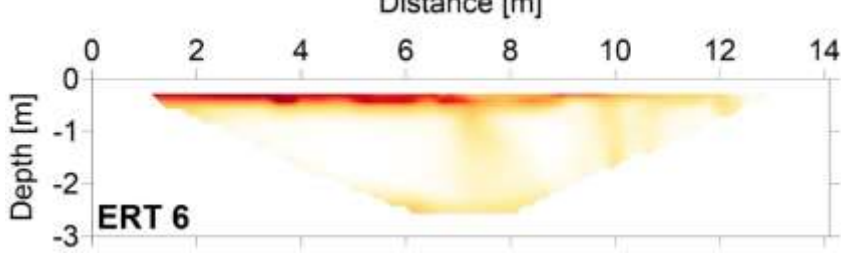
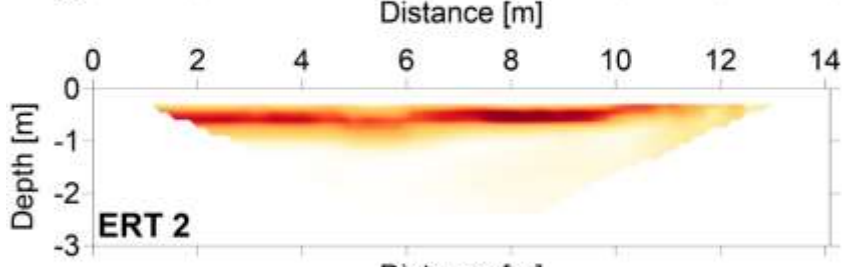
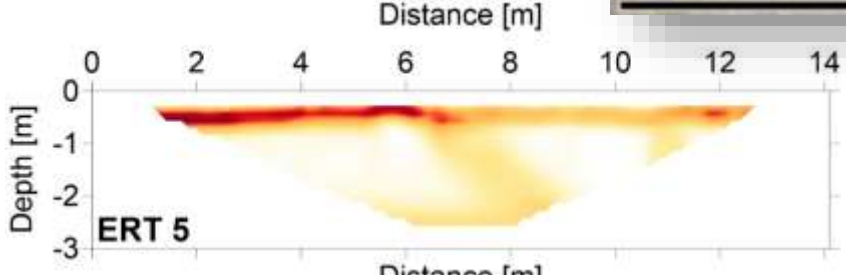
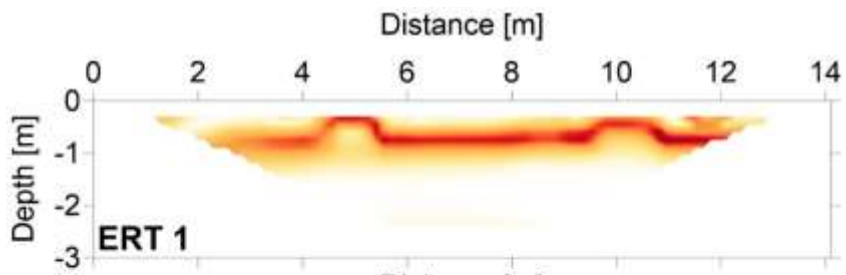
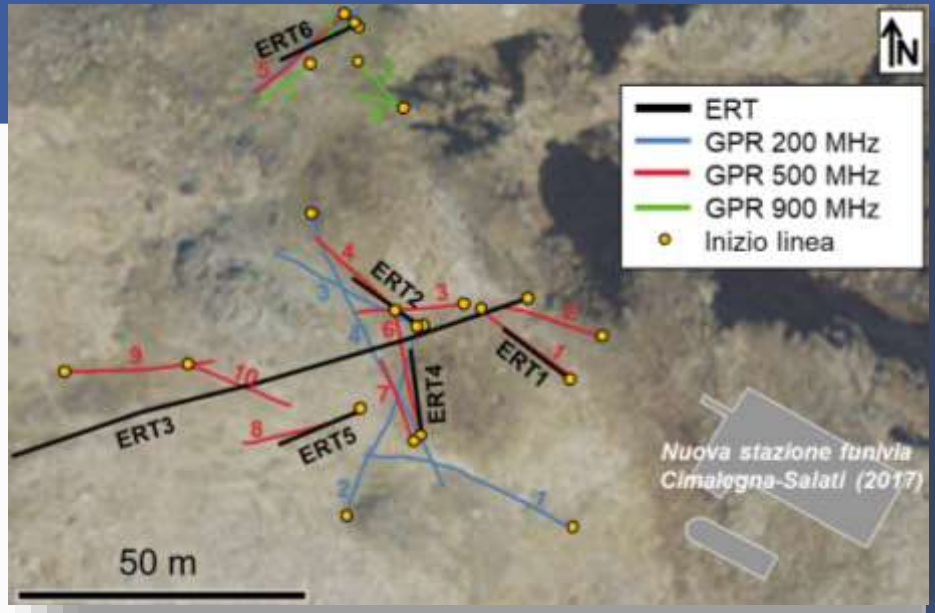
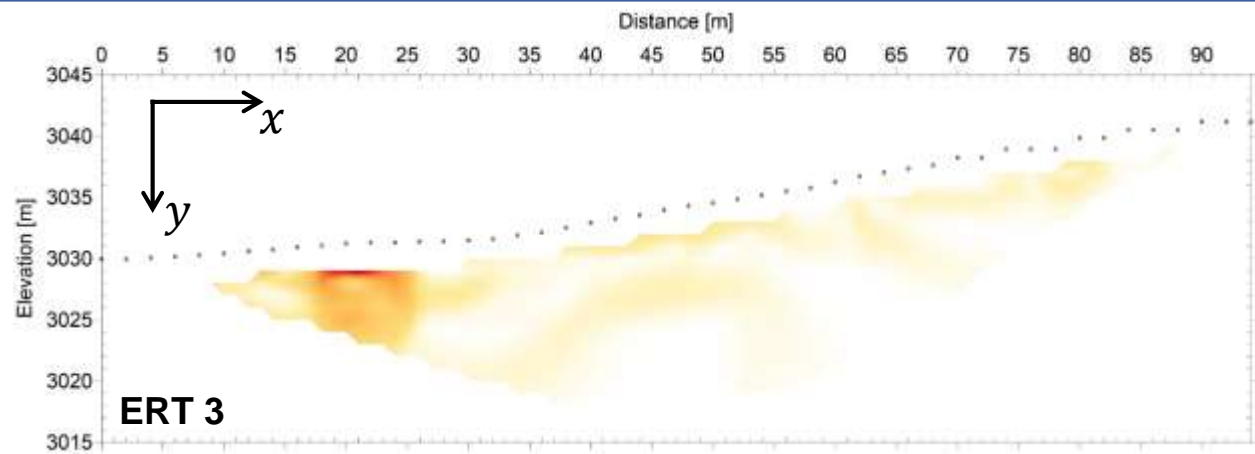
Wenner

Dipolo-Dipolo

Dipolo-Dipolo

Rho app media = **3620 Ohm m**
 deviazione standard = **478 Ohm m**
 range **3100-4100 Ohm m**

ERT – Sezioni di gradiente totale



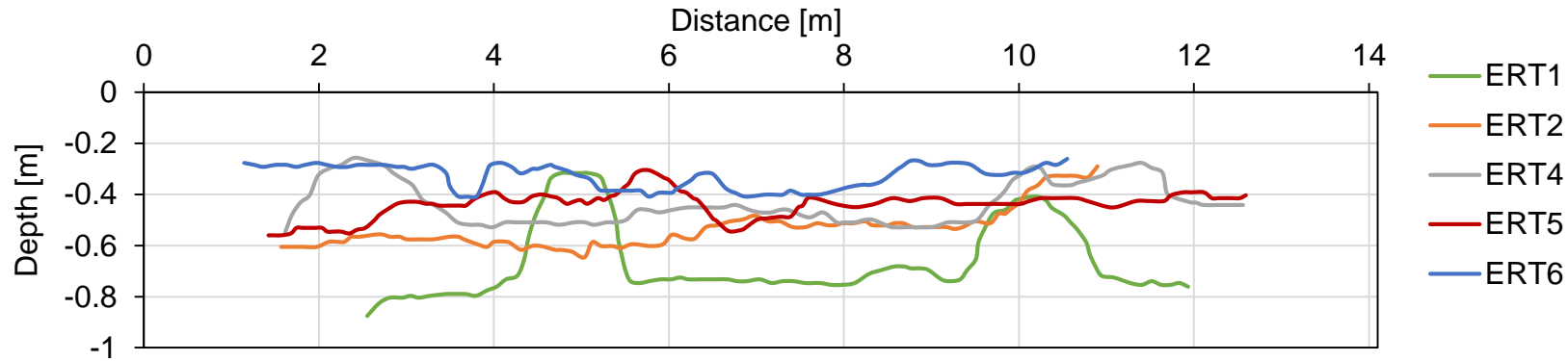
GRADIENTE TOTALE

$$\nabla \rho = \frac{\partial \rho}{\partial x} \hat{x} + \frac{\partial \rho}{\partial y} \hat{y}$$

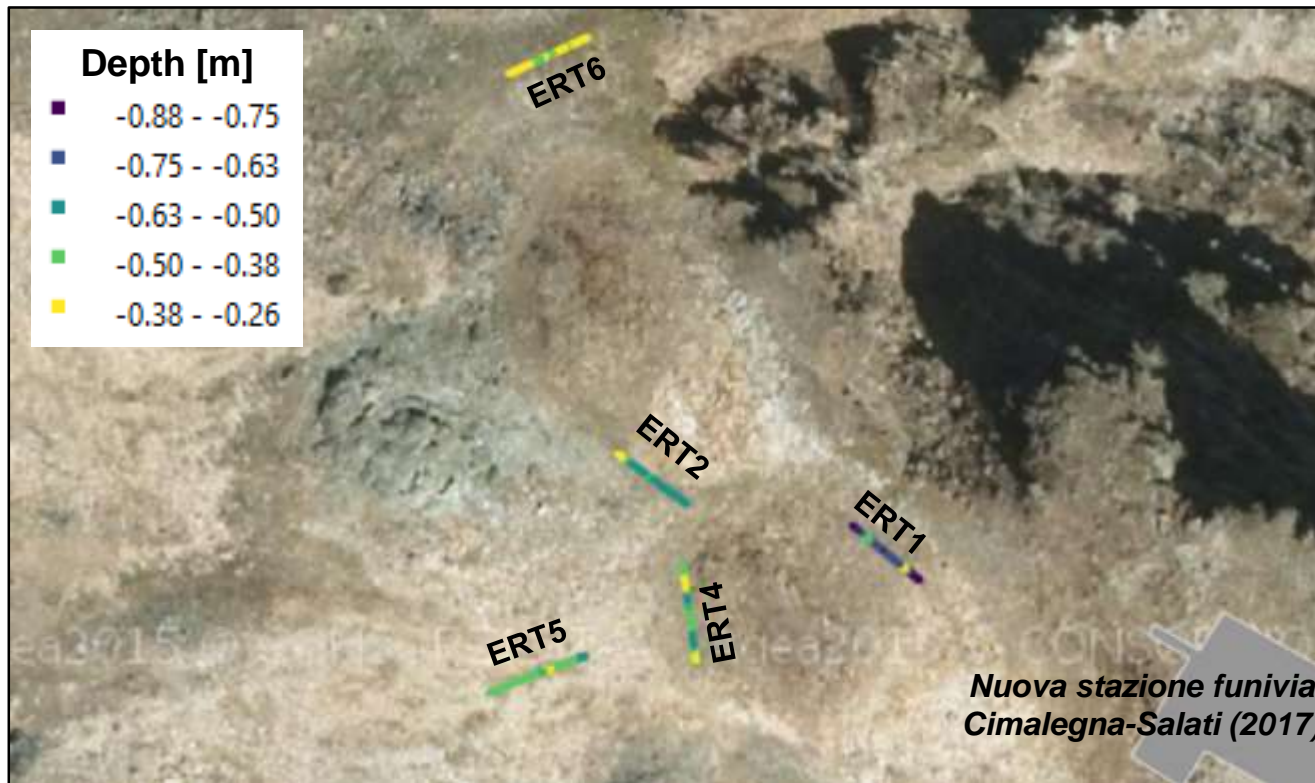
$$\nabla \rho_{norm} = \frac{\nabla \rho}{\nabla \rho_{max}}$$

ERT – Profondità suoli

Picking dei massimi di *gradiente totale normalizzato* per ogni sezione tomografica



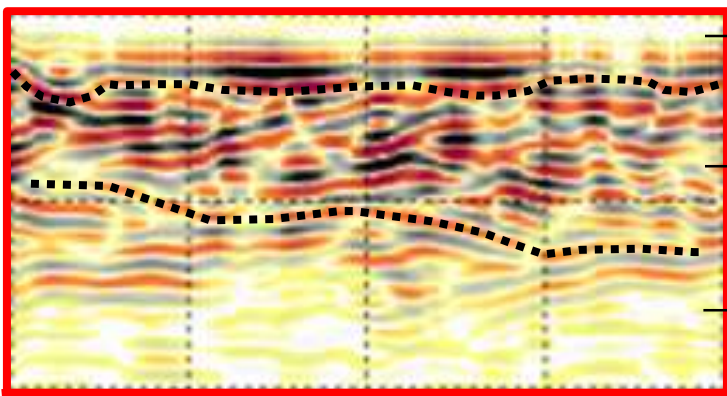
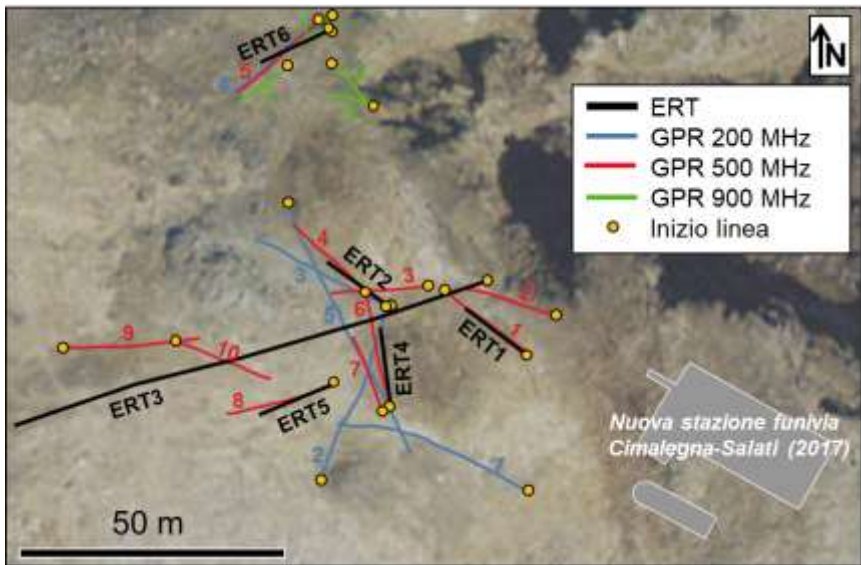
Profondità MEDIA [m]	-0.47
Profondità MAX [m]	-0.88
Profondità MIN [m]	-0.26



- **Presenza diffusa in tutto il plateau**
- Profondità (e spessore) **maggiore** all'estremità **SE** del plateau
- Profondità (e spessore) **maggiore** al di sotto della **coltre periglaciale**
- Profondità (e spessore) **minore** intorno agli **affioramenti** del substrato roccioso

GPR

$v=0.16 \text{ m/ns} \rightarrow \epsilon_r=0.35$ (~sabbia asciutta)



suolo

???

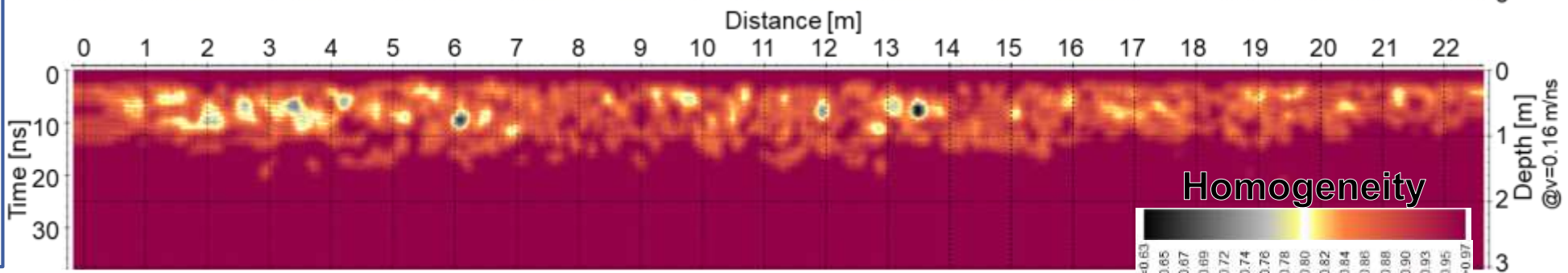
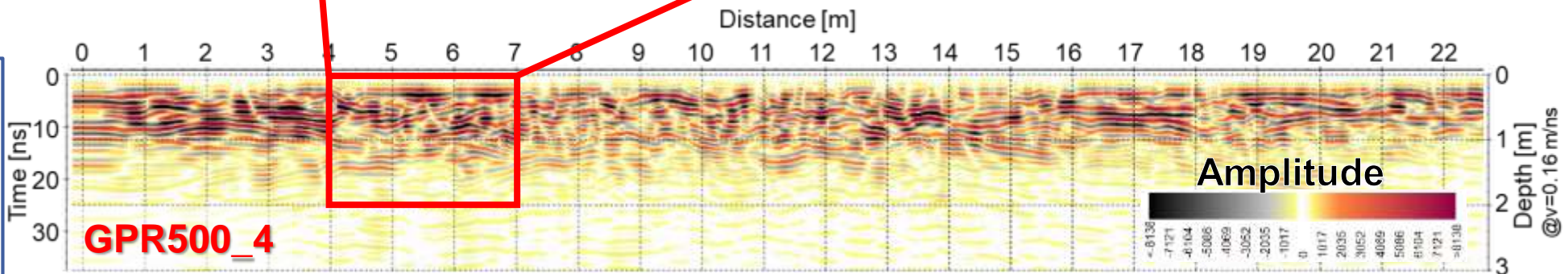
substrato fratturato, clasti e blocchi a diversa orientazione

???

substrato roccioso compatto

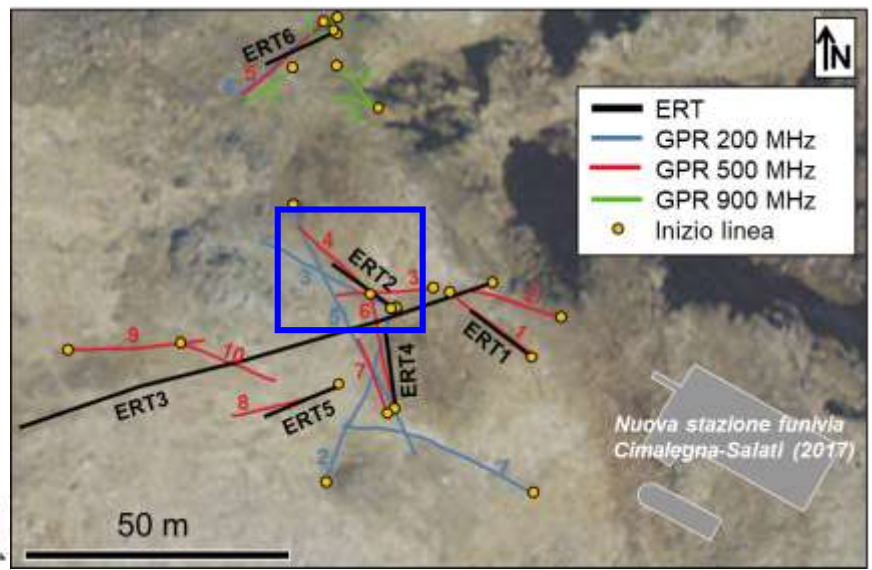
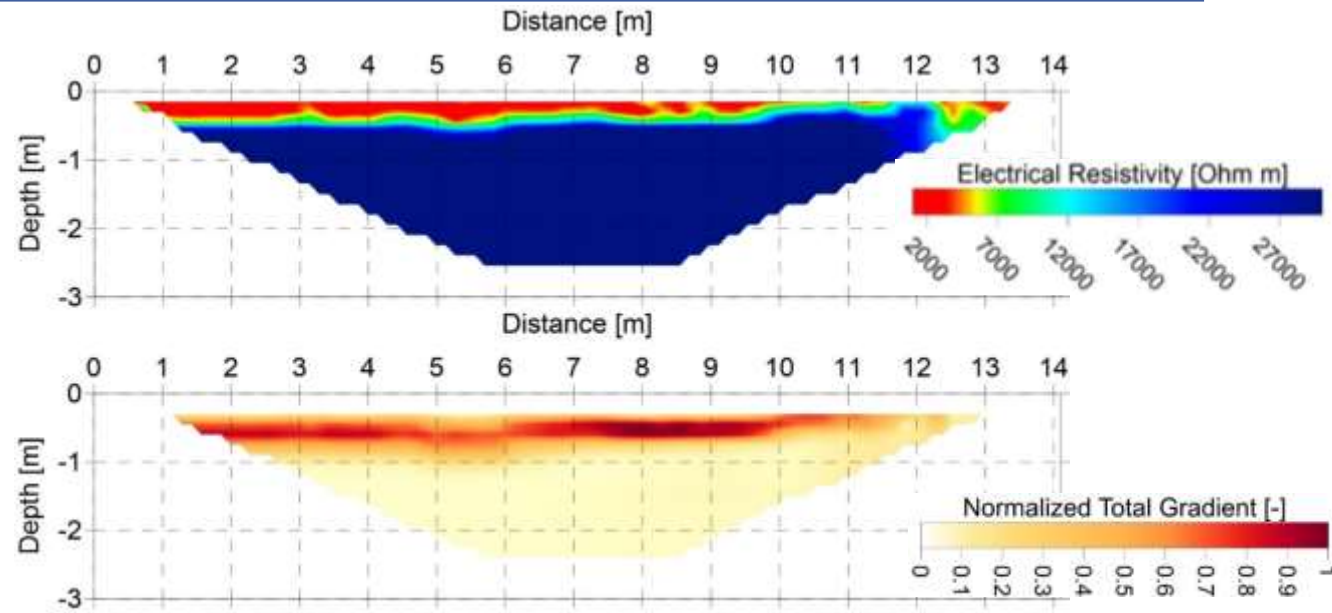
Processing

- i) Dewow
- ii) Filtro passa-banda
- iii) Move start time
- iv) Time cut a 50 ns
- v) Guadagno manuale
- vi) Background removal
- vii) *Texture attribute analysis* (**homogeneity**, matrice co-occorrenza 0.15 x 0.5 m)

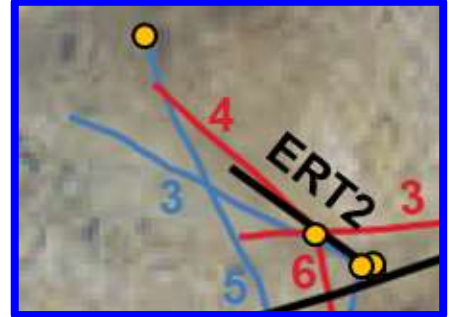
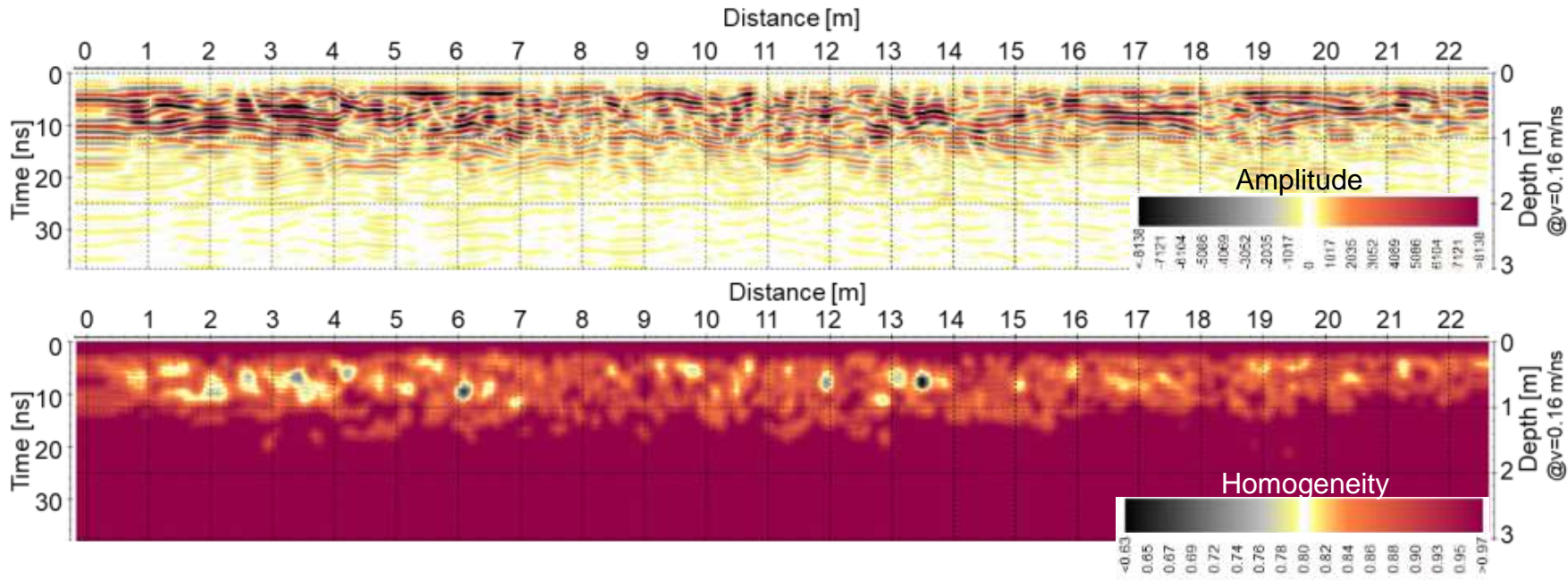


GPR vs ERT

ERT2

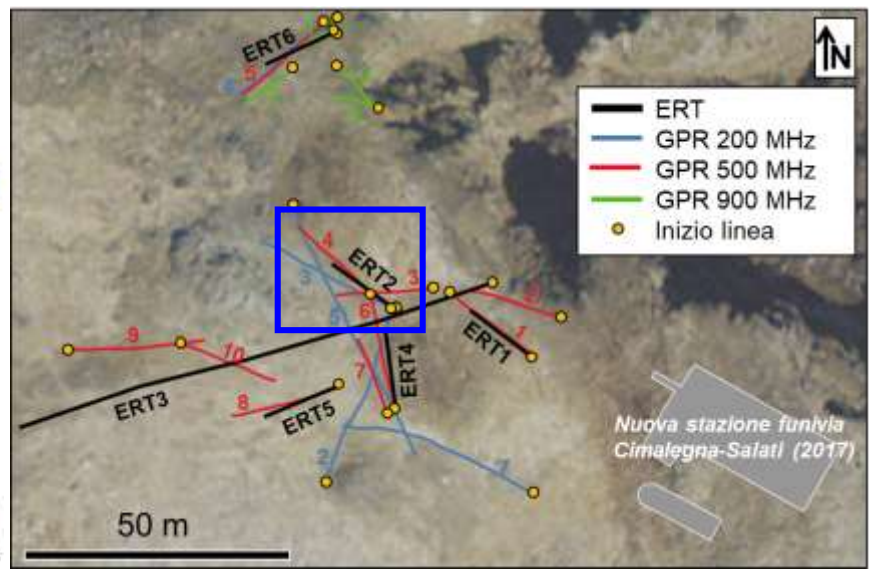
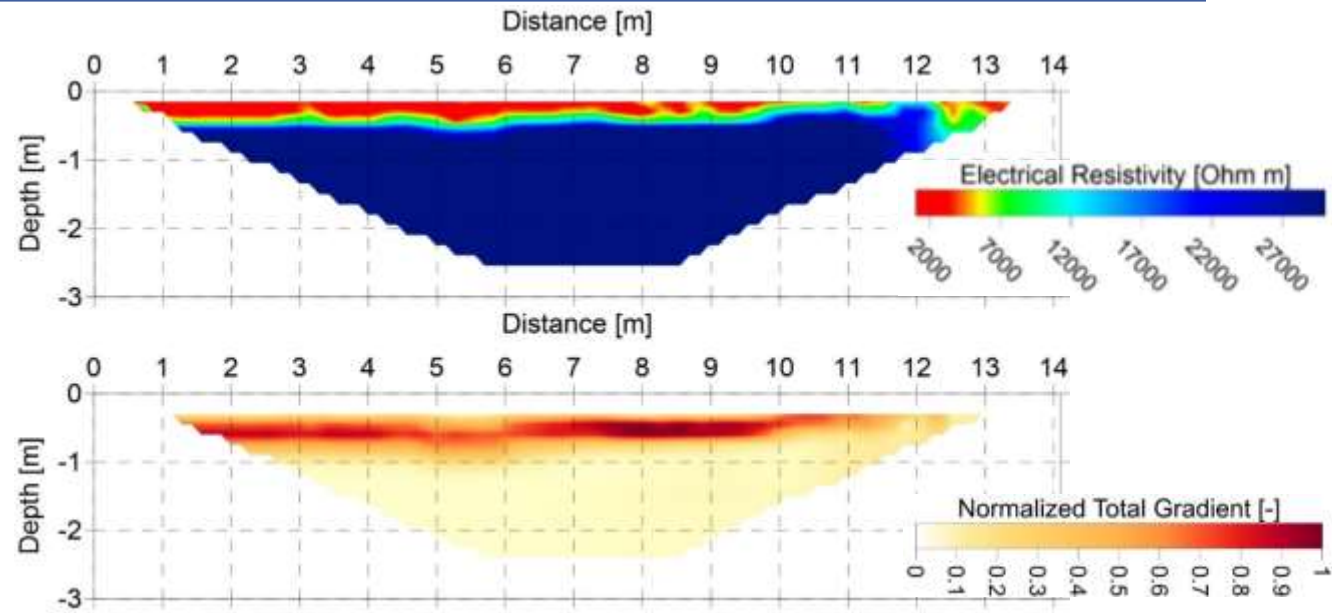


GPR500_4

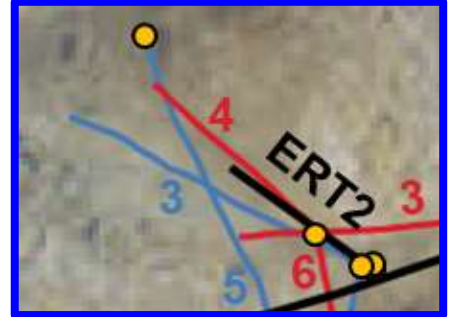
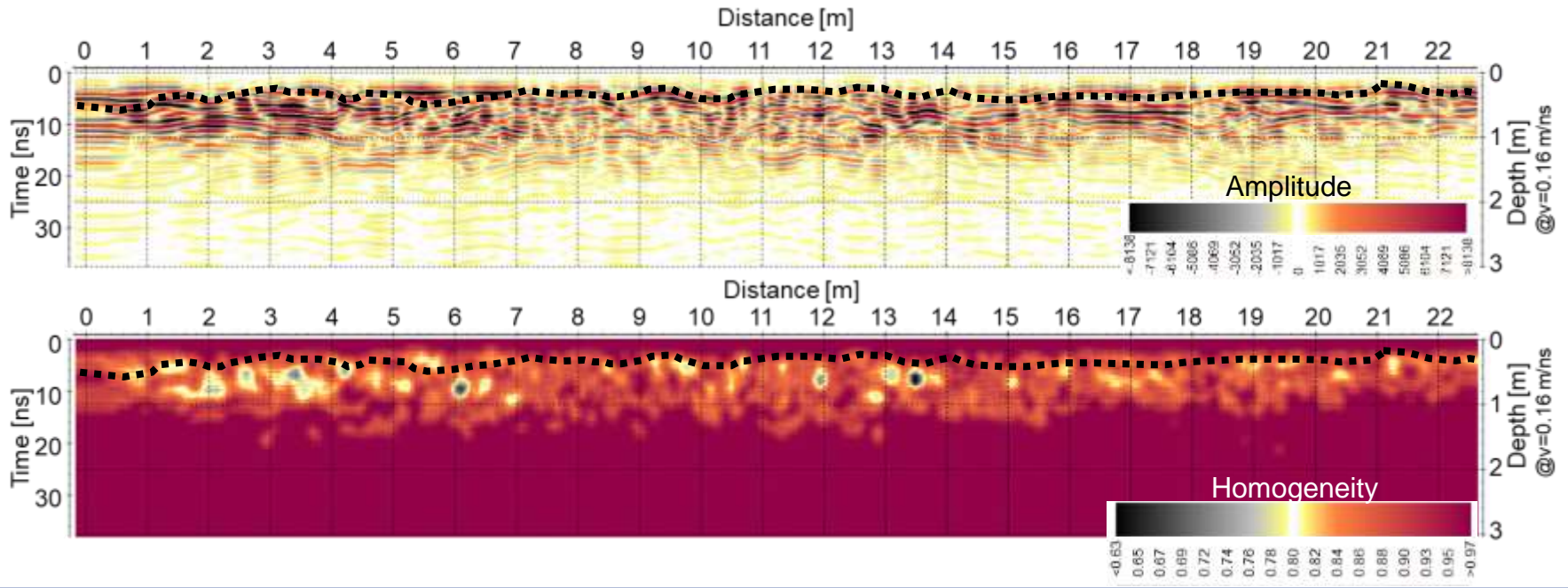


GPR vs ERT

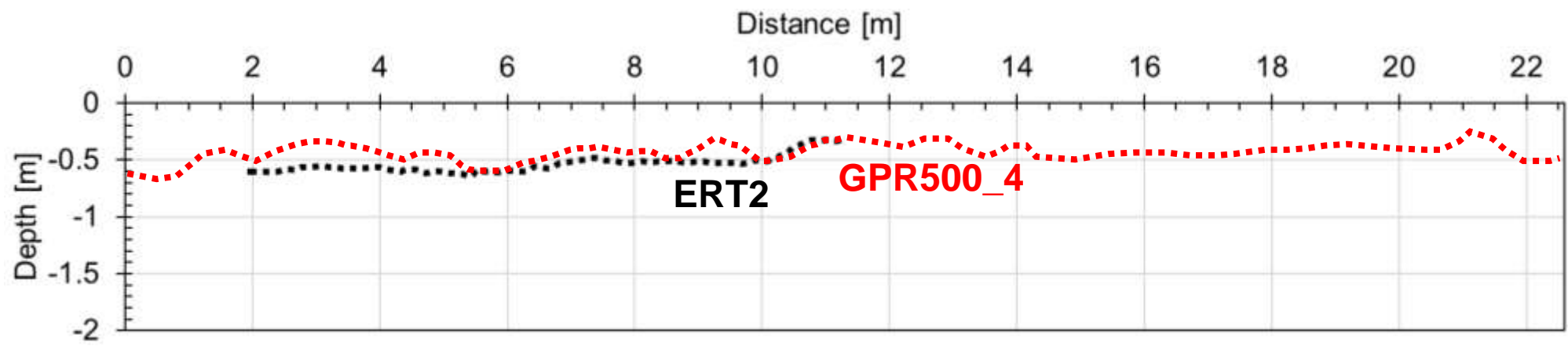
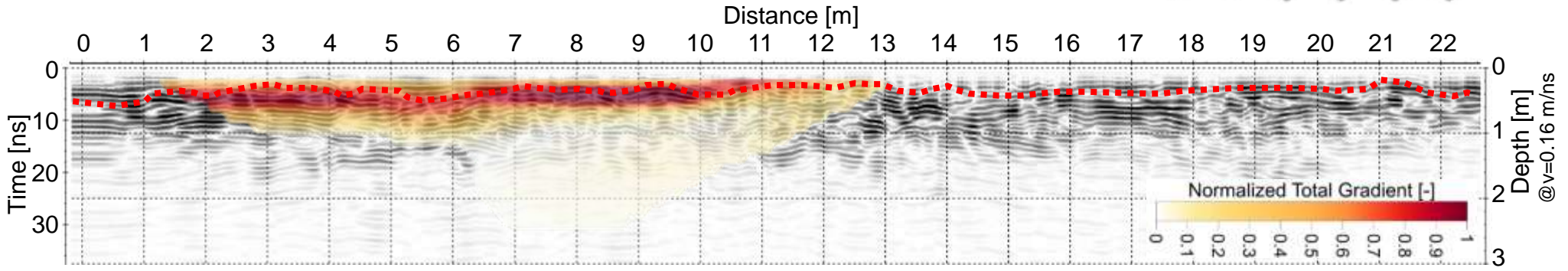
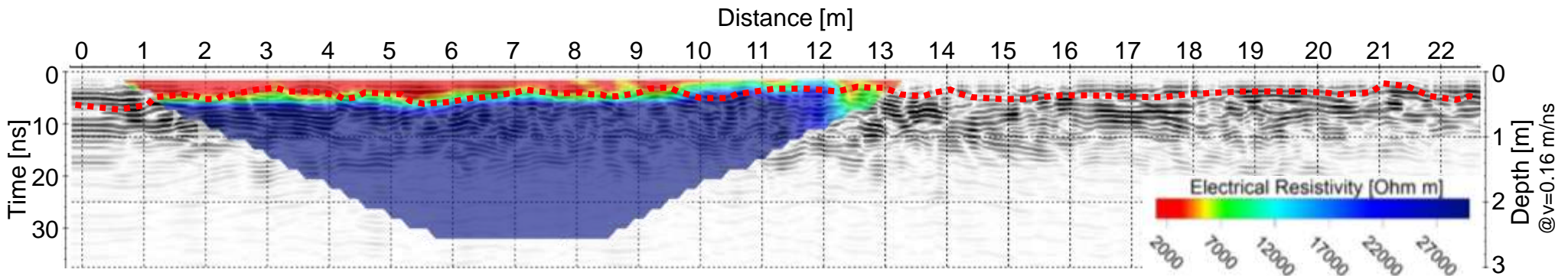
ERT2



GPR500_4

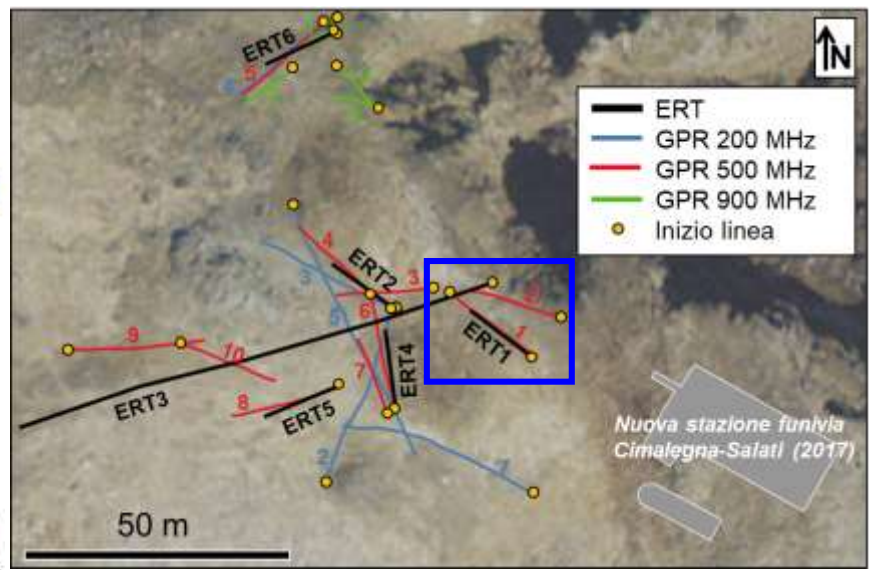
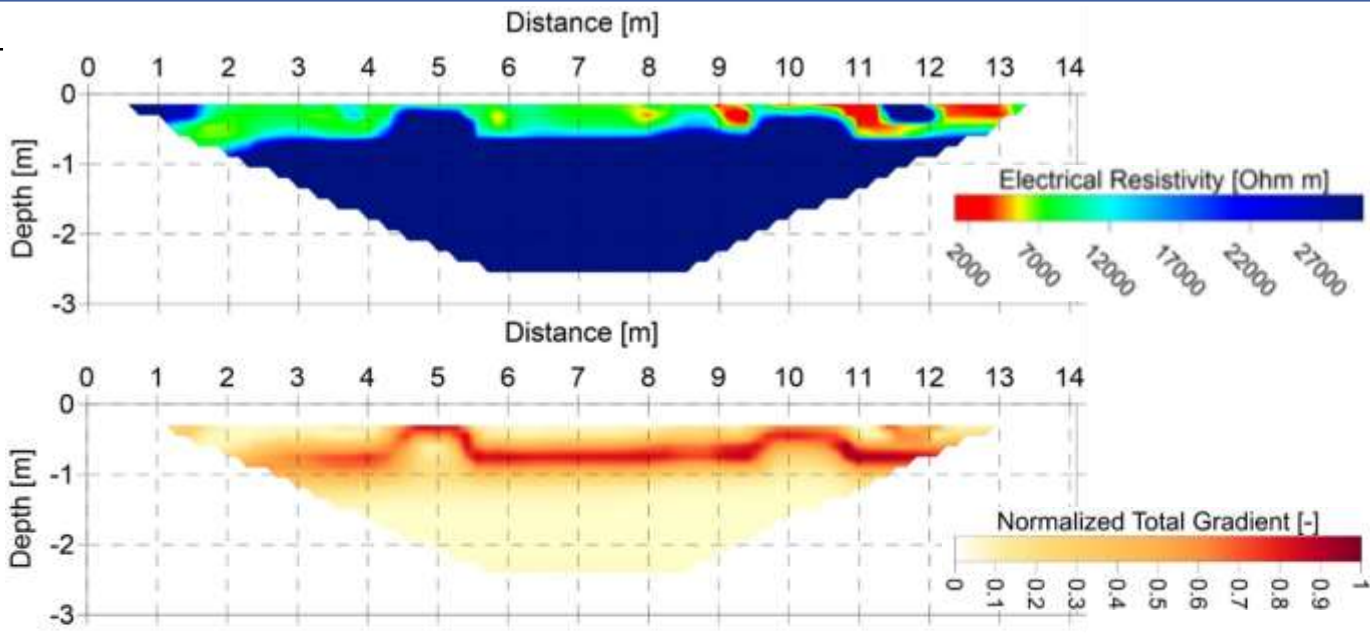


GPR vs ERT

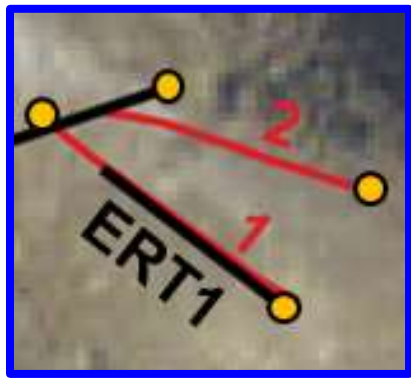
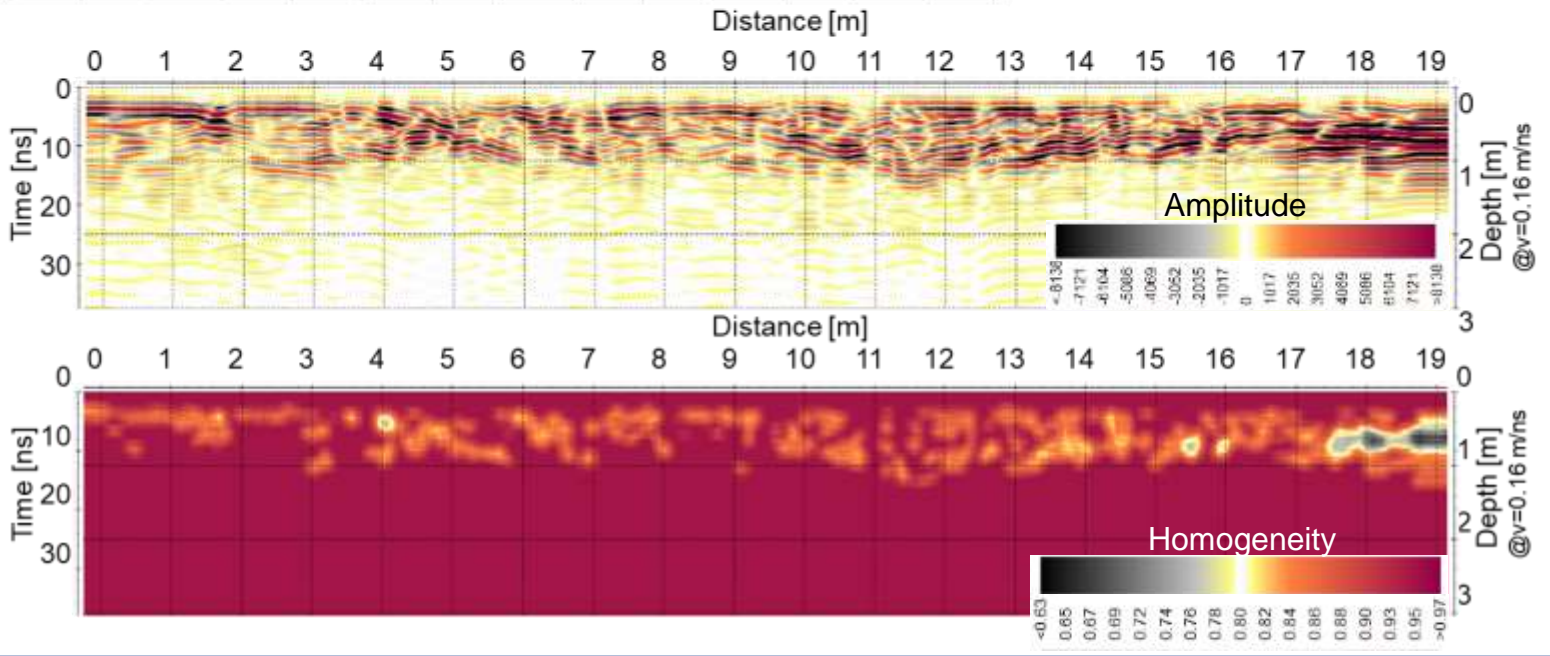


GPR vs ERT

ERT1

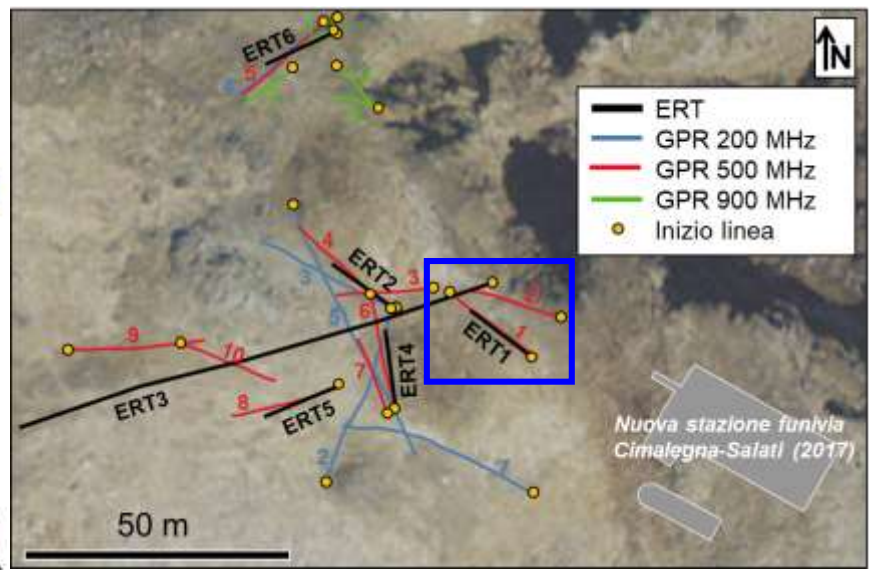
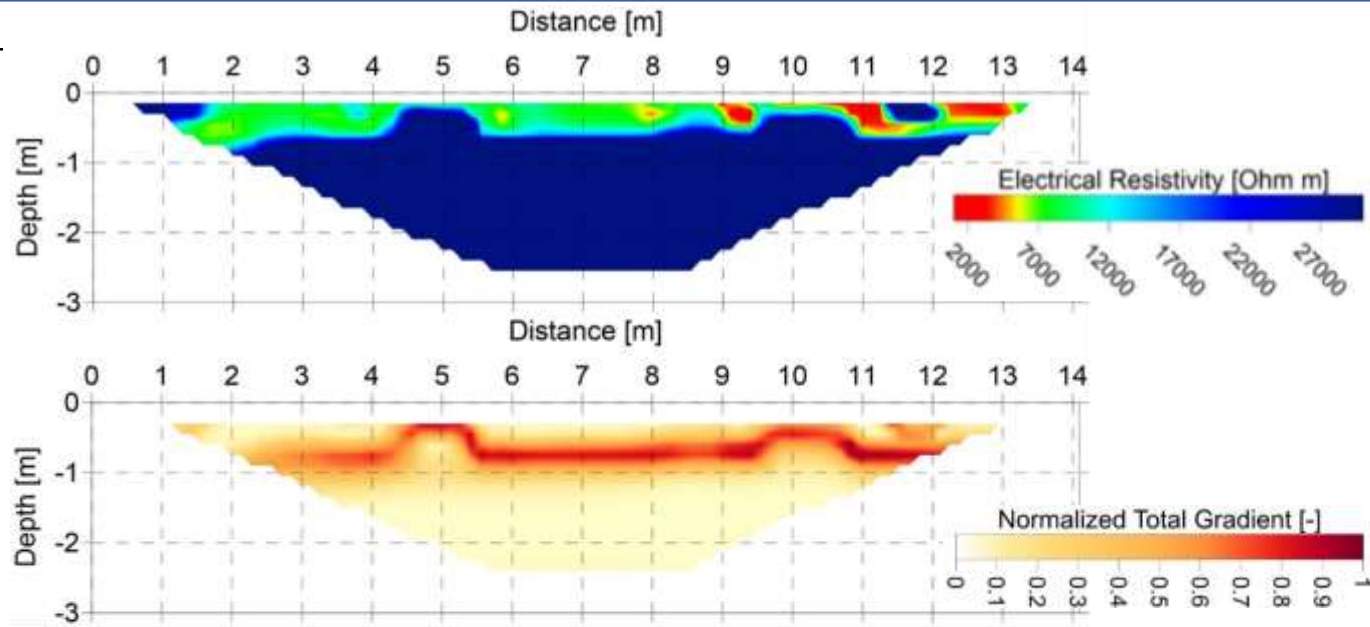


GPR500_1

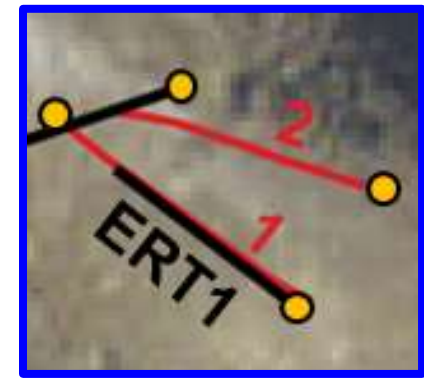
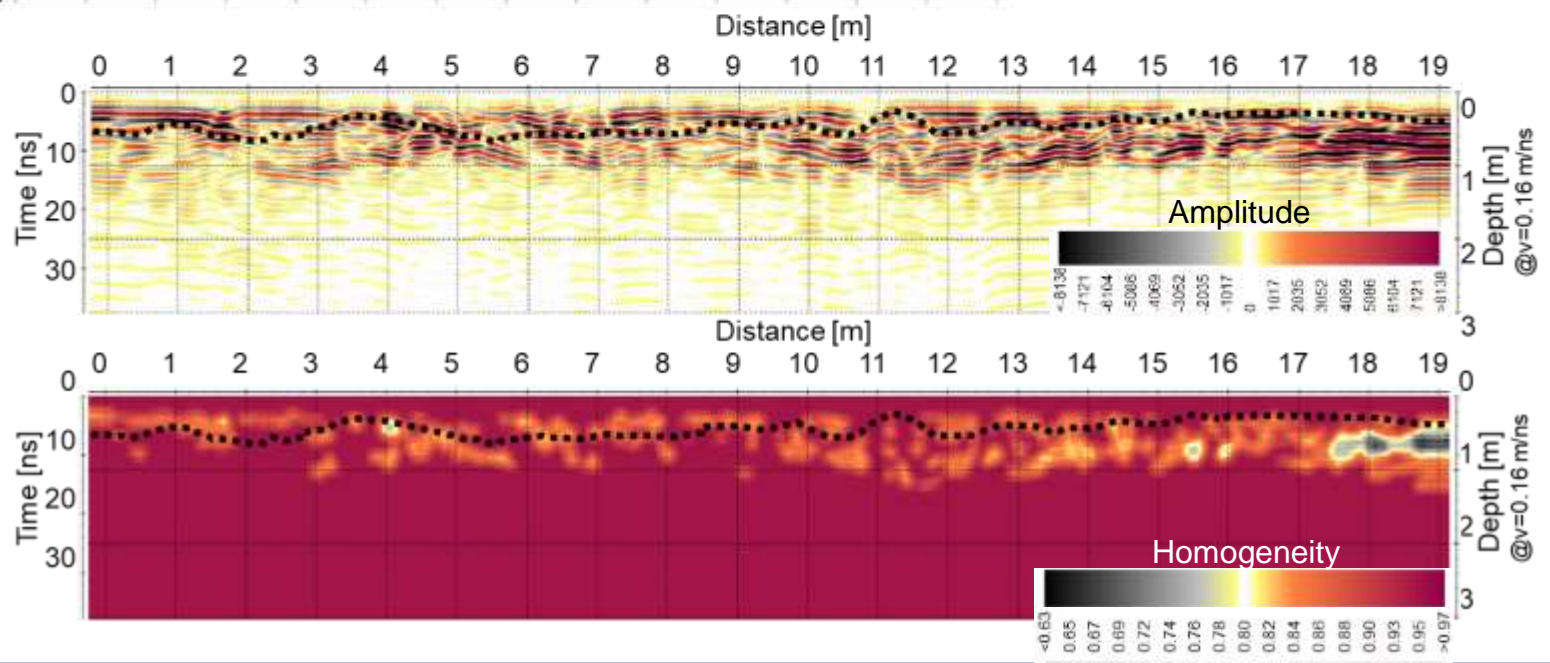


GPR vs ERT

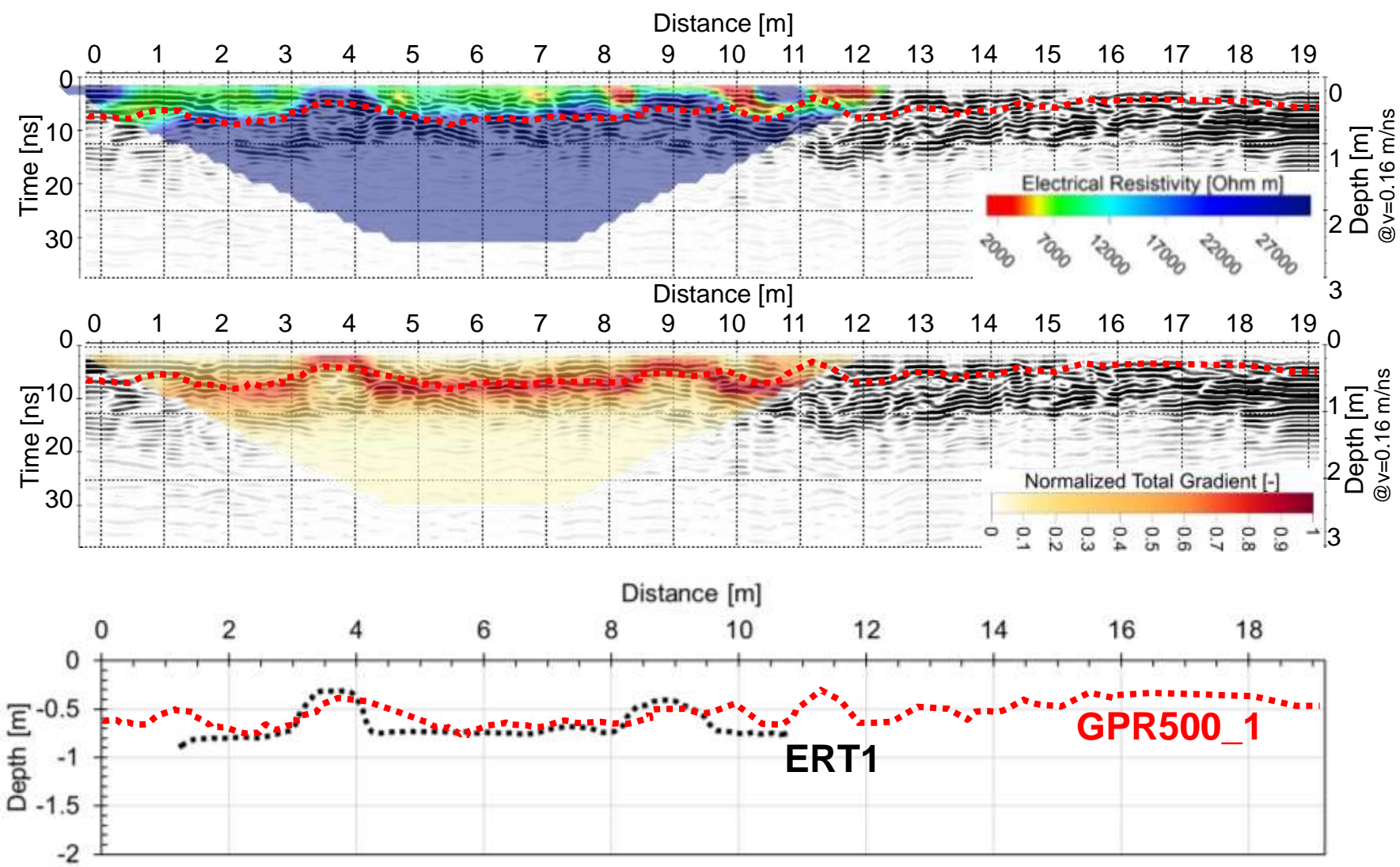
ERT1



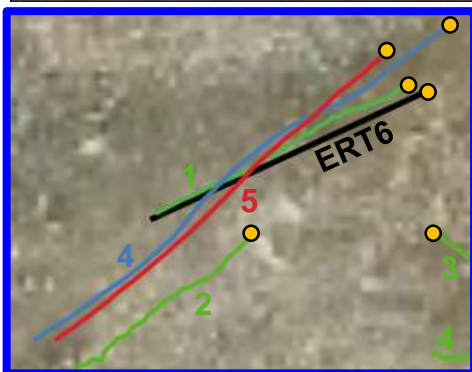
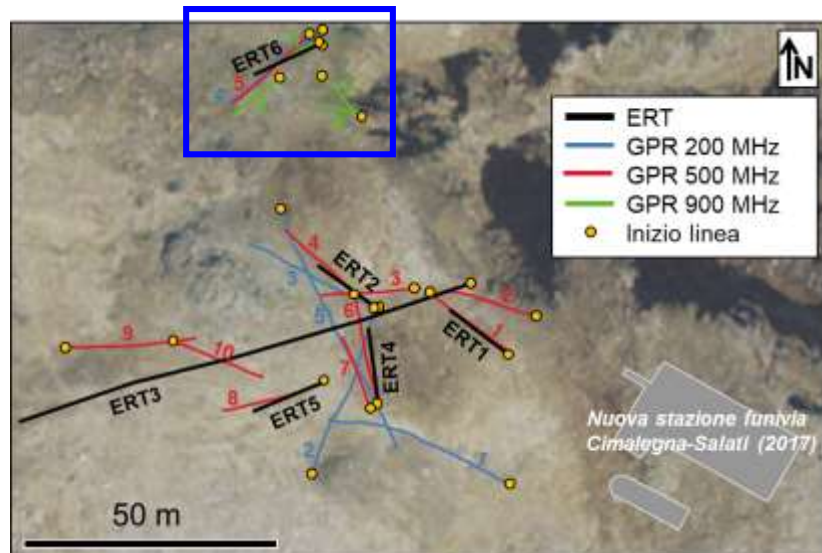
GPR500_1



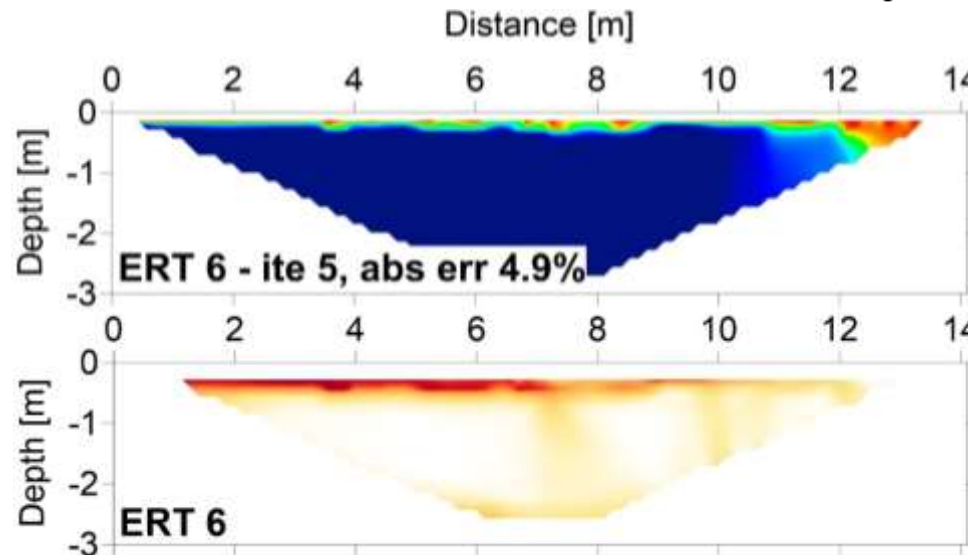
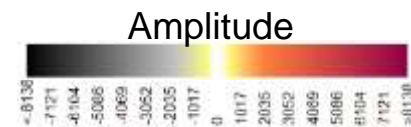
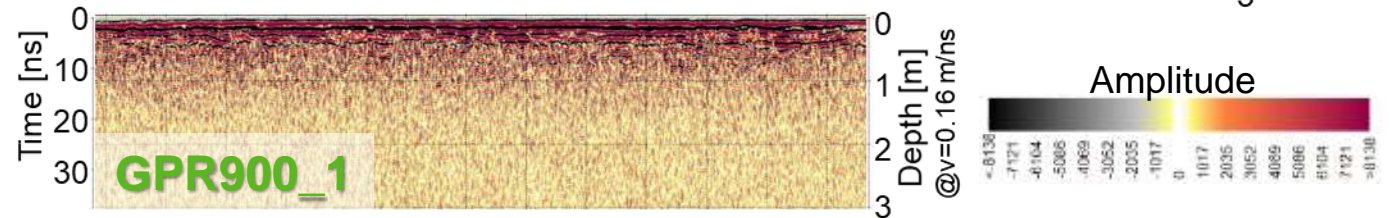
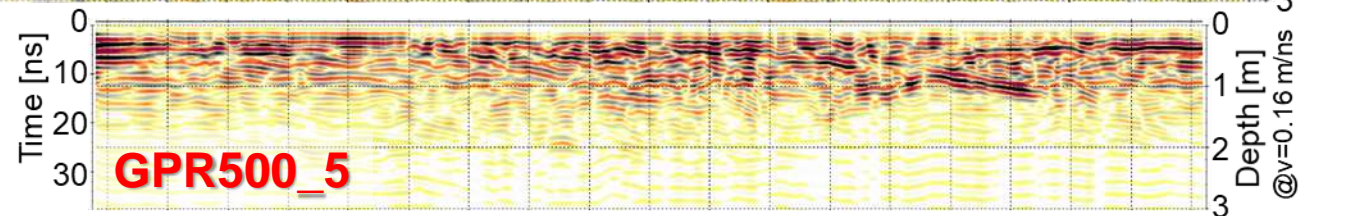
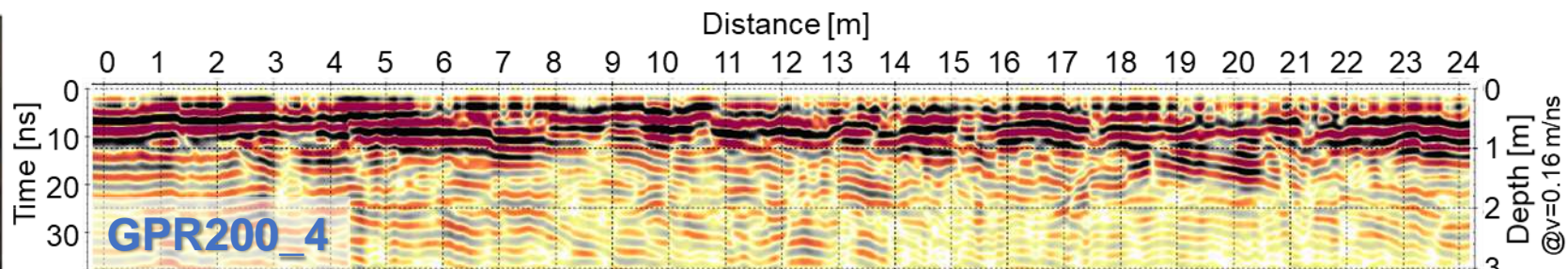
GPR vs ERT



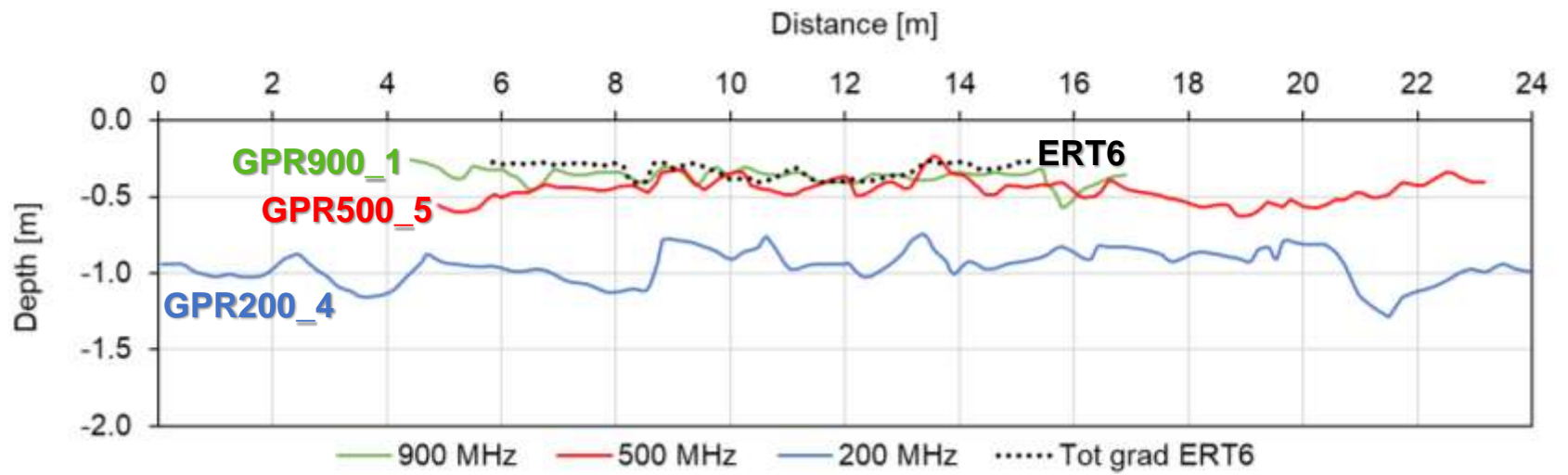
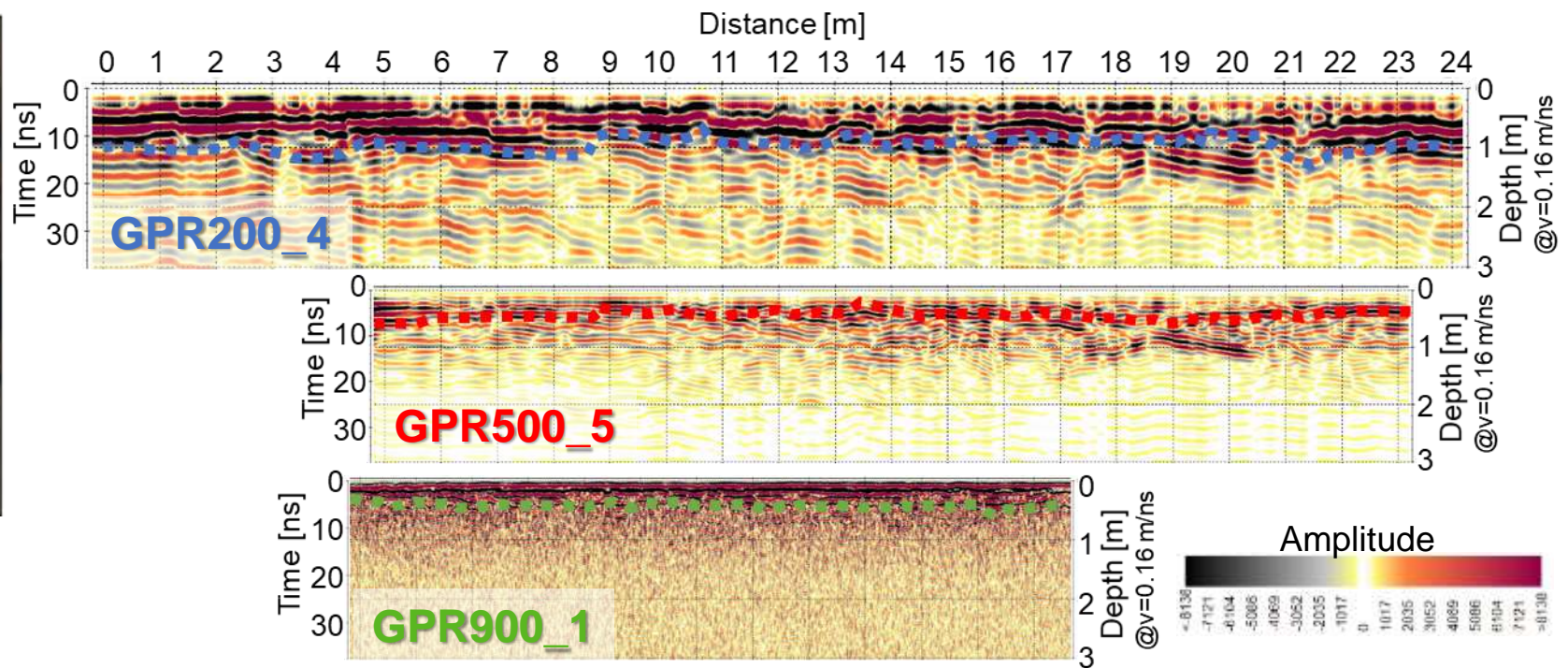
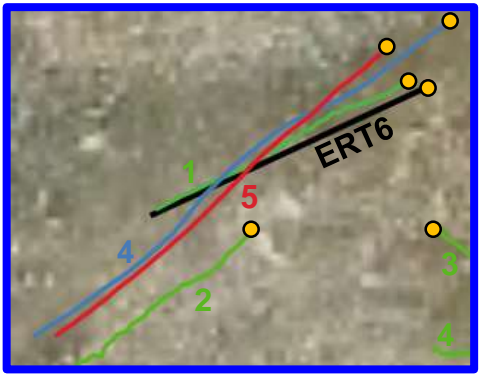
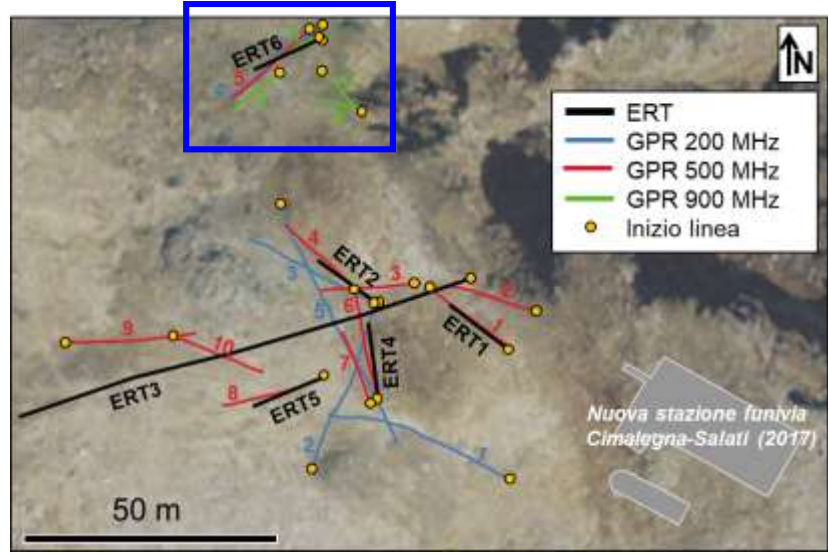
GPR



f [MHz]	v [m/ns]	λ [m]	$N/4$ [m]
200	0.16	0.80	0.20
500	0.16	0.32	0.08
900	0.16	0.17	0.04



GPR



Conclusioni

- Le indagini geofisiche hanno permesso di confermare la **presenza DIFFUSA** di suoli al di sotto della copertura pietrosa periglaciale del plateau.
- Questi suoli sono caratterizzati da **alti valori di resistività elettrica** (3-7 k Ω ·m) con variazioni interne legate a *variazioni nel contenuto di materia organica e acqua*.
- I massimi di **gradiente totale** delle sezioni di resistività elettrica hanno permesso di delineare l'**interfaccia suolo-materiali sottostanti** e stimare indirettamente la **potenza dei suoli** in esame (20-80 cm).
- Le indagini GPR hanno messo in luce che la **transizione suolo-substrato non è netta**, ma verosimilmente caratterizzata da una mescolanza di suolo, detriti e substrato alterato e fratturato.
- I rapporti complessi di questi suoli con i materiali sottostanti rendono talvolta **difficile** o soggettivo il **picking dell'interfaccia basale dei suoli sui radargrammi** (ma risoluzione > ERT).
- La scoperta di questi suoli e dei loro stock di carbonio "occulti" apre nuovi interrogativi sui **quantitativi di carbonio** presenti negli ecosistemi d'alta quota (effetti cambiamento climatico?) e sulla **ricostruzione paleoclimatica** delle Alpi.



Grazie per l'attenzione!





Indagini geofisiche per l'identificazione e lo studio di spessore e distribuzione laterale di suoli di alta quota (Plateau dello Stolemberg, Monte Rosa, 3030 m s.l.m.)

C. Colombero¹, N. Colombo², C. Comina³, M. D'Amico², C. De Regibus¹,
D. Franco¹, M. Freppaz², E. Pintaldi², L. Sambuelli¹

¹Politecnico di Torino, Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture (DIATI-POLITO)

²Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari (DISAFA), Torino, Italia

³Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Scienze della Terra (DST-UNITO)



Confronto elettrodi

$\varnothing=0.012$ m
 $L=0.30$ m



$\varnothing=0.005$ m
 $L=0.15$ m

