

La Geomatica per il Monitoraggio degli Edifici, delle Infrastrutture e dell'Ambiente  
Aula Magna, Collegio Alessandro Volta - 21 ottobre 2019

# Il rilievo geomatico svolto presso l'esperimento di Pieve di Cento

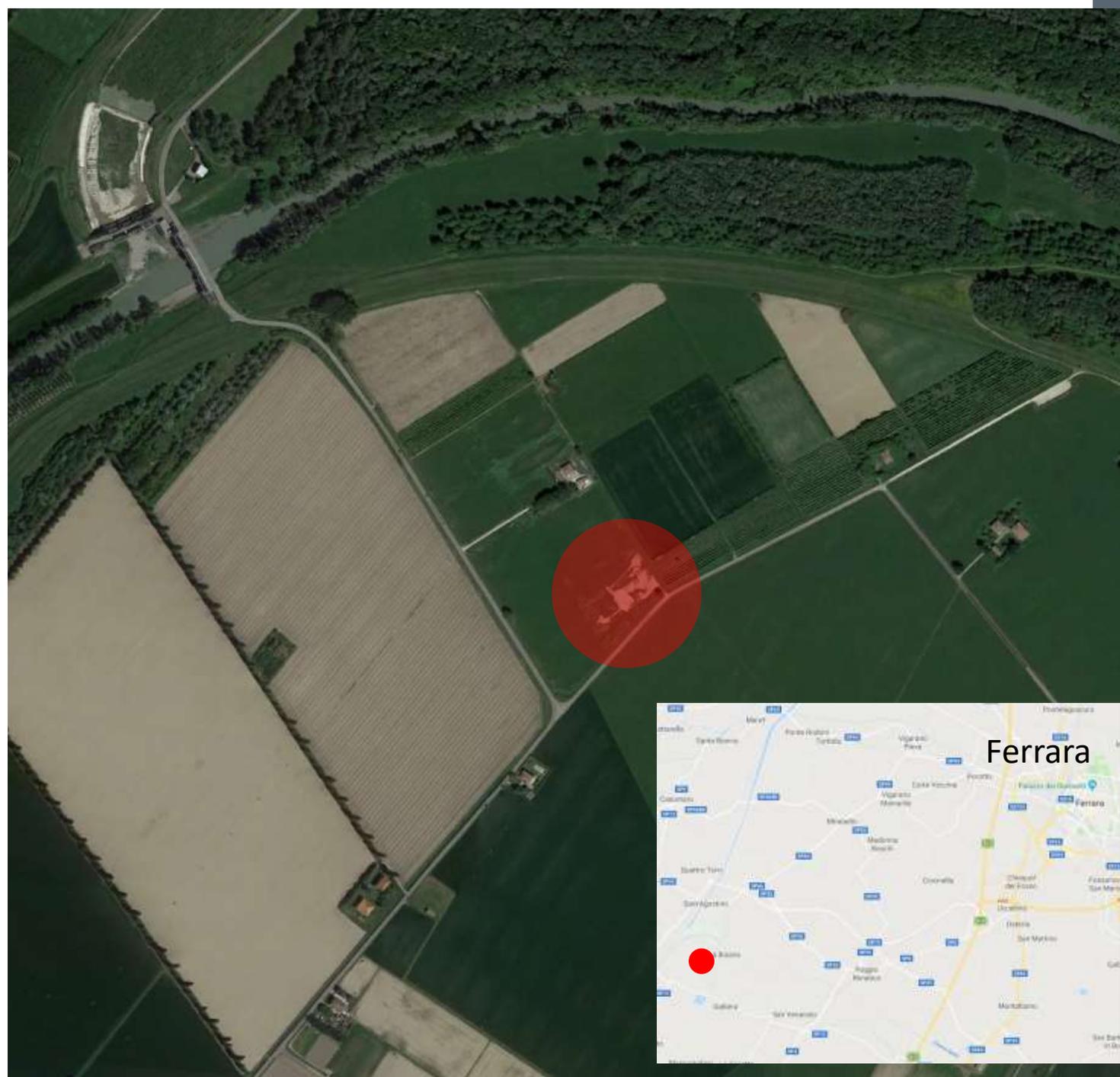
Marica Franzini, Vittorio Casella  
Laboratorio di Geomatica, Università di Pavia





# Pieve di Cento

- › Il test-site di Pieve di Cento è localizzato in prossimità del fiume Reno a circa 20 km da Ferrara
- › L'area è utilizzata per lo studio dei fenomeni di liquefazione nell'ambito del progetto H2020 LiquefACT



# Il cantiere





# Il megashaker

- › La liquefazione del terreno è stata indotta su ogni area tramite l'utilizzo di un mega-shaker





# Il mega-shaker

- › Il mezzo attraverso un sistema idraulico è capace di ricreare l'effetto di un terremoto
- › Il sistema viene posizionato sulle varie aree test, il pattino viene abbassato e il terremoto simulato





# Le aree test

- › Sul test-site sono state predisposte 4 aree



## Le aree test



Area Test	Descrizione
1	Terreno vergine
2	Dreni orizzontali
3	Dreni orizzontali
4	Desaturazione



# Sequenza dei test

Test	Data	Ora	Area
1	22 ottobre	10.42	1
2		11.46	
3		12.47	
4		14.38	2
5		15.30	
6		16.57	3
7		17.11	
8	23 ottobre	12.40	4
9		13.08	
10		14.17	
11		15.01	1
12		15.08	





# Ruolo della Geomatica

- › Alla Geomatica è stato richiesto di quantificare i possibili cedimenti del terreno a seguito dei test eseguiti nelle varie aree
- › Il rilievo, all'apparenza semplice, rappresenta invece un'interessante sfida a causa in un certo numero di criticità



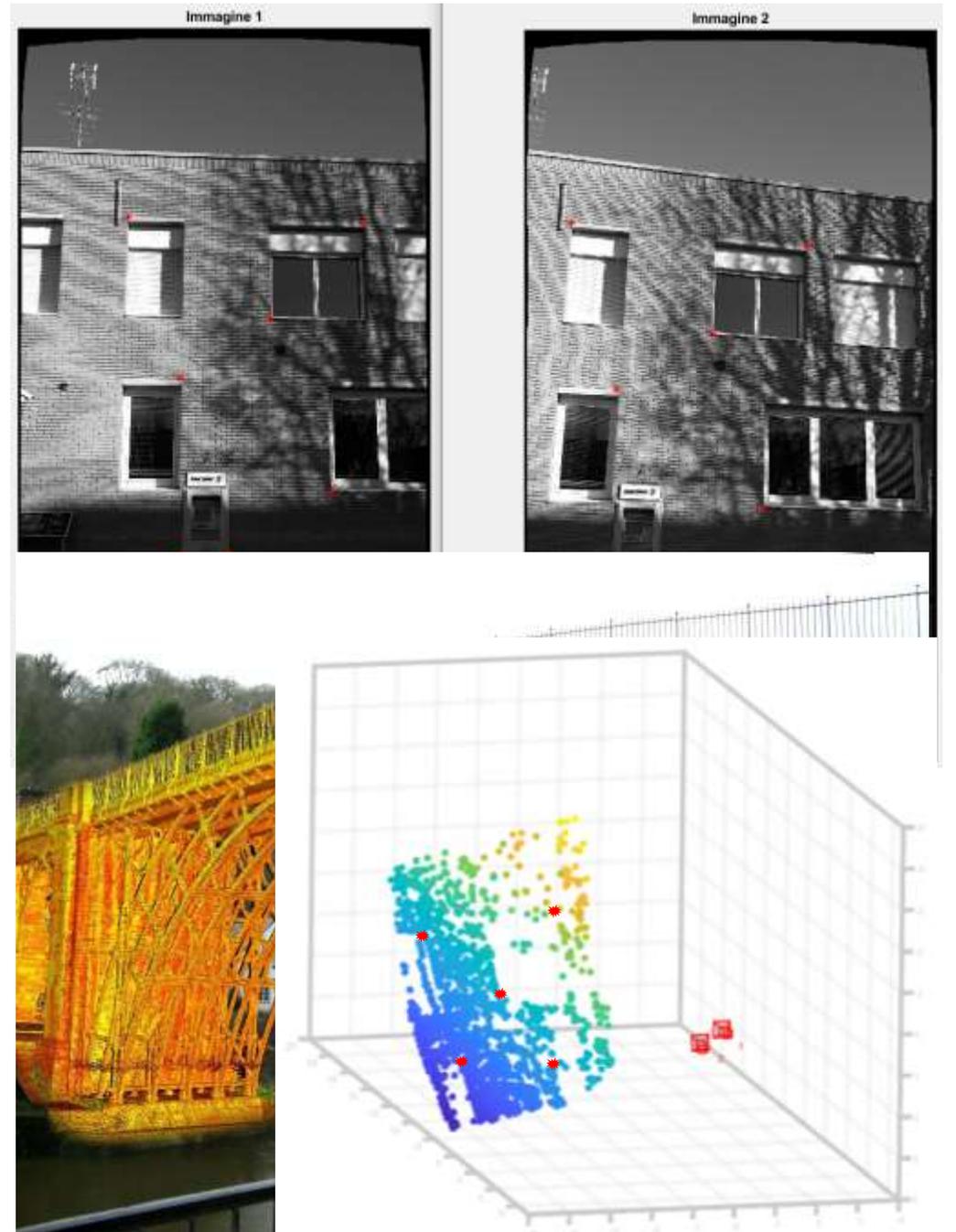
# Complessità del rilievo

- › Accessibilità all'area: presenza di macchinari e persone
- › Costruzione di un sistema di riferimento: instabilità del terreno e assenza di manufatti di cui avvalersi
- › Particolarità della sperimentazione: necessità di capire quale strumento e tecnica utilizzare per effettuare misure capaci di quantificare in modo affidabile i condimenti del terreno



# La geomatica oggi

- › La geomatica dispone oggi di una serie di strumenti e metodi che permettono di affrontare situazioni non convenzionali
- › Gli strumenti moderni sempre più spesso integrano al loro interno diverse tecniche di rilevamento
- › Questa versatilità, unita alla competenza del rilevatore, permette di trovare soluzioni anche in situazioni non convenzionali





# Trimble SX10

- › Scanning Total Station:
  - › Stazione totale (1 secondo)
  - › Laser scanner (fino a 26600 punti al secondo)
- › Dispone inoltre di fotocamere calibrate:
  - › Panoramica
  - › Primaria
  - › Telescopica





# Posizione stazioni

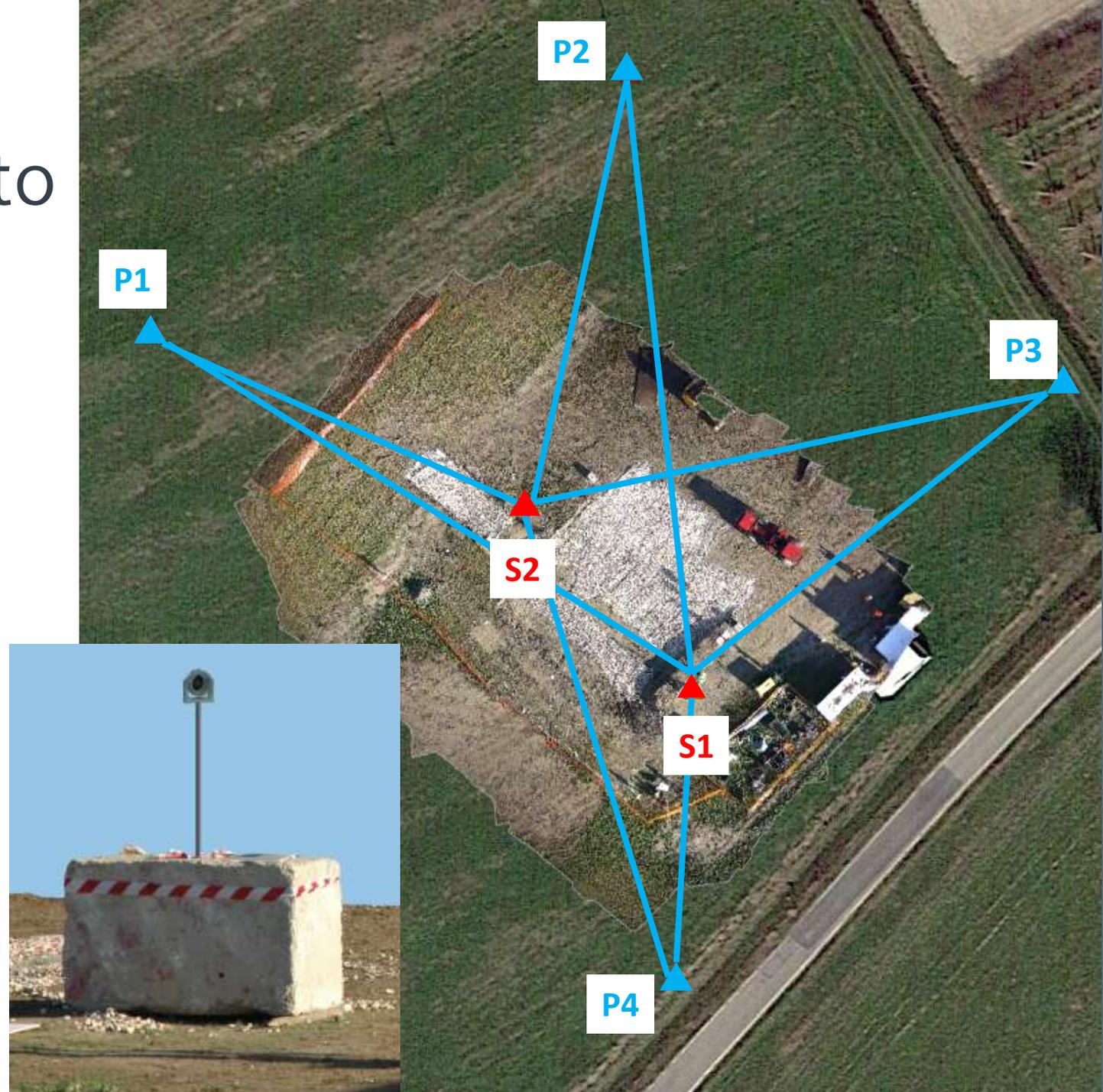
- › Nei due giorni sono state utilizzate due punti di stazione:
  - › S1: per il rilievo delle aree 1, 2 e 3
  - › S2: per il rilievo dell'area 4
- › Per garantire una buona geometria di presa anche nelle aree più lontane, lo strumento è stato montato su un treppiede gigante





# Sistema riferimento

- › Le vibrazioni del terreno non garantiscono la stabilità della messa in stazione tra un ciclo di rilievo ed il successivo
- › Occorre materializzare una serie di caposaldi in posizione affidabile
- › 4 caposaldi sono stati monumentati utilizzando un supporto infisso in un blocco di calcestruzzo

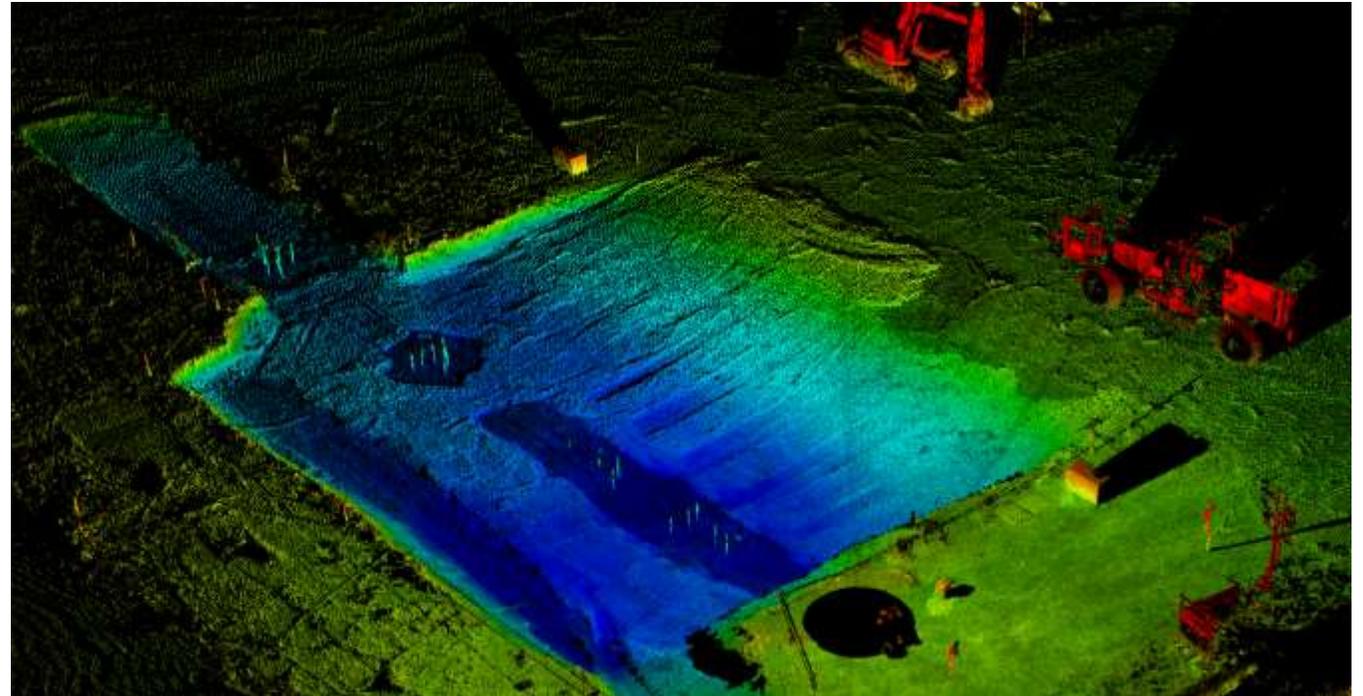




# Come misurare il cedimento

› L'idea di partenza è stata utilizzare scansioni laser

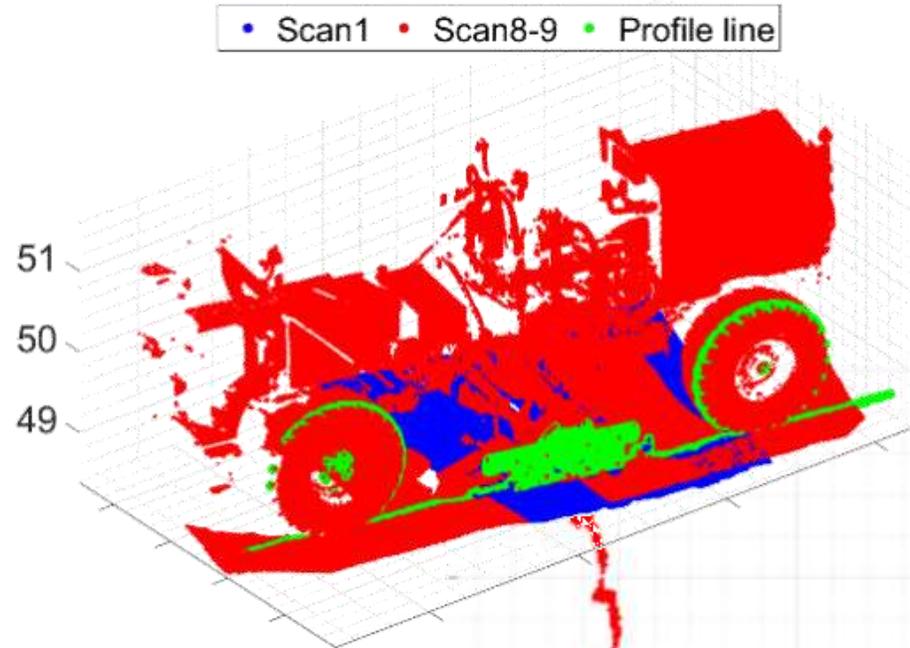
Data	# Numero	# Stazione	Ora
22 ottobre	1	1	09:10
	2	1	09:10
	3	1	09:10
	4	1	09:10
	5	6	12:33
	6	7	12:51
	7	10	14:43
	8	15	17:17
	9	15	17:17
	10	16	17:29
23 ottobre	11	16	17:29
	12	17	08:32
	13	17	08:32
	14	21	12:16
	15	22	12:45
	16	22	12:45
	17	22	12:45
	18	23	13:13
	19	26	14:47
	20	28	15:12



› In questo specifico caso la tecnica ha presentato dei limiti

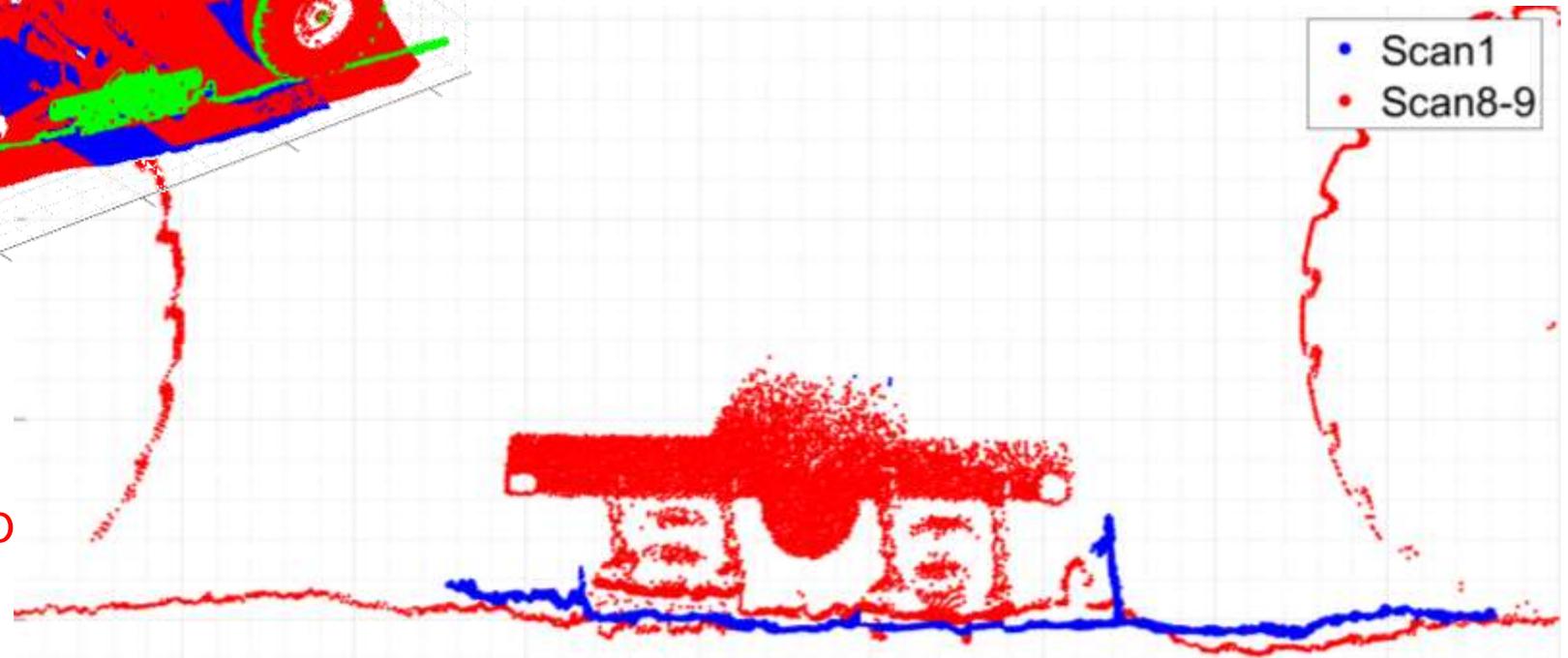


# Scansioni laser



› Il confronto tra due scansioni acquisite a cavallo dei test non mostra apprezzabili cedimenti

- › Scan1: prima
- › Scan8-9: dopo





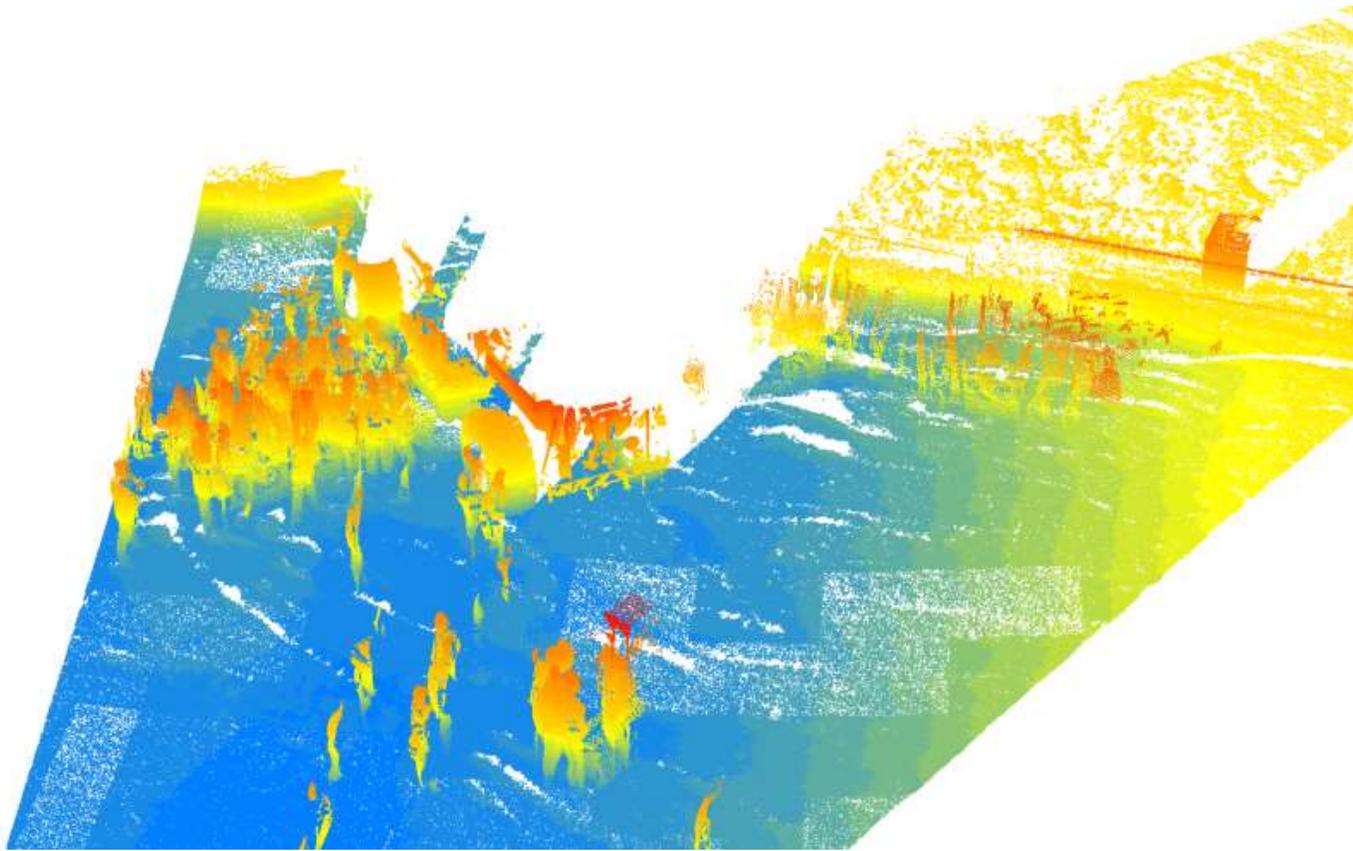
# Scansioni laser



- › La presenza di materiale inerte isola il terreno sottostante

- › Il rigurgito del terreno liquefatto verso la superficie non permette di misurare l'effettivo cedimento del terreno





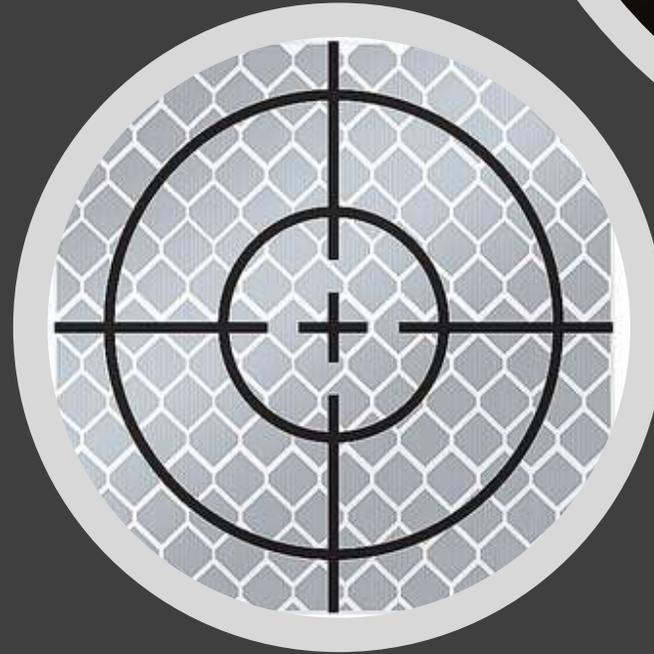
## Scansioni laser

- › Seppure vietato molte persone entravano nell'area dello scavo durante le operazioni di scansione compromettendo l'acquisizione dei dati



# Misure topografiche

- › Il pattino dello shaker può essere considerato solidale con il terreno per cui misurare il suo spostamento quantifica il cedimento del terreno
- › Sono stati applicati e misurati diversi target topografici
- › Il sistema di riferimento creato permette di confrontare tra loro le coordinate e determinare gli spostamenti





# Sequenza di misura

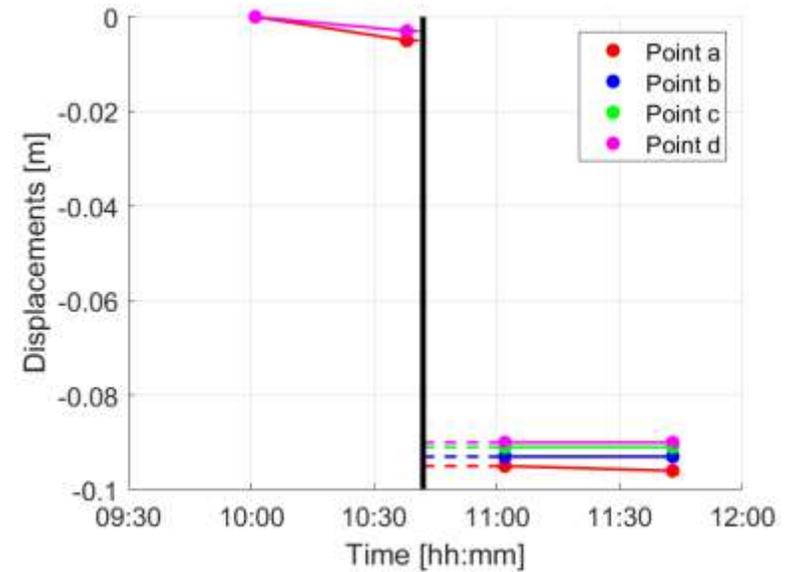
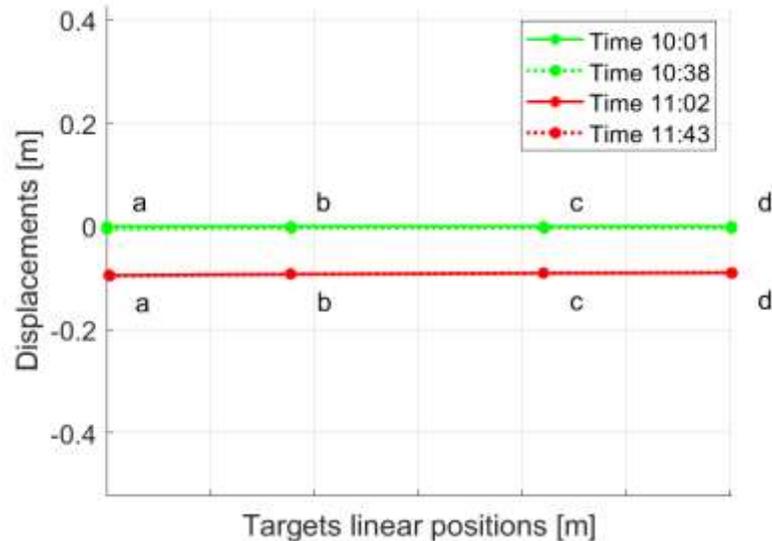
	Ora	Descrizione
Area 1 22 ottobre	10:01	Pattini appoggiati sul terreno
	10:38	Dissipazione delle tensioni interne al terreno
	<b>10:42</b>	<b>Shaking Test #1</b>
	11:02	Subito dopo la scossa
	11.43	Dopo periodo assestamento

	Ora	Descrizione
Area 4 23 ottobre	12:19	Pattini appoggiati sul terreno
	12:32	Dissipazione delle tensioni interne al terreno
	<b>12:40</b>	<b>Shaking Test #8</b>
	12:47	Subito dopo la scossa
	<b>13:08</b>	<b>Shaking Test #9</b>
	13:16	Subito dopo la scossa



# Area 1

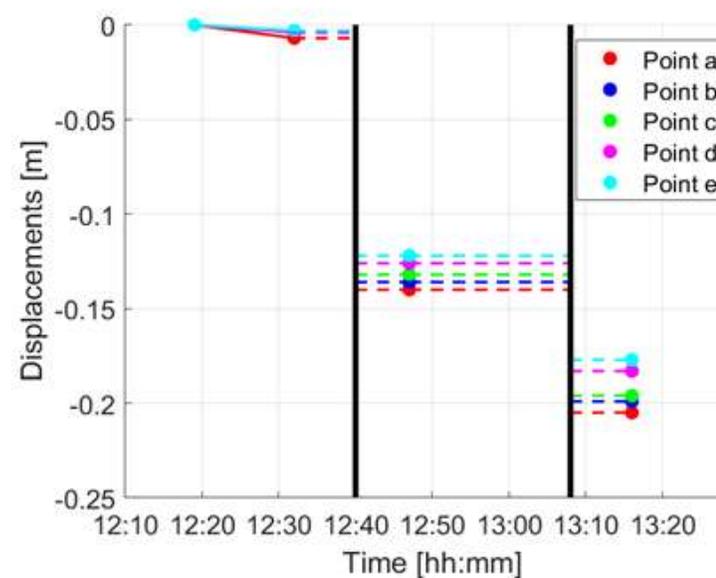
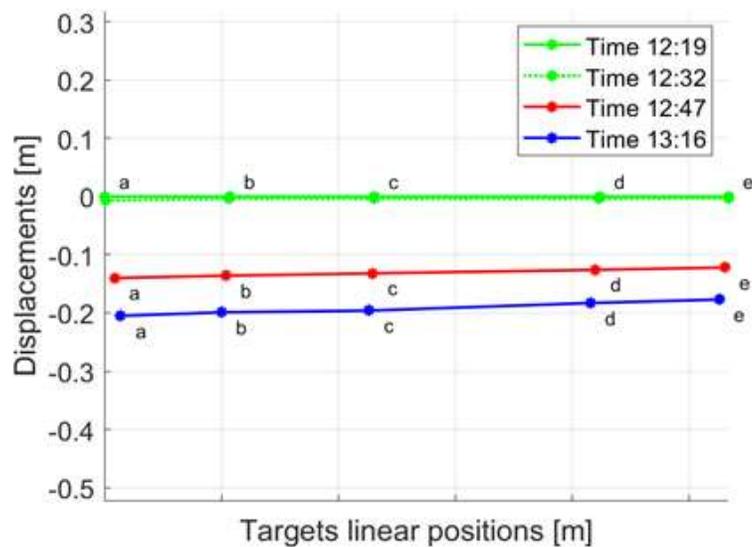
Time	Cedimento $\Delta Z$ [m]			
	a	b	c	d
10:01	0.000	0.000	0.000	0.000
10:38	-0.005	-0.003	-0.003	-0.003
10:42	Shaking Test #1			
11:02	-0.095	-0.093	-0.091	-0.090
11:43	-0.096	-0.093	-0.091	-0.090





# Area 4

Time	Cedimento $\Delta Z$ [m]						
	a	b	c	d	e	f	g
12:19	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12:32	-0.007	-0.004	-0.004	-0.004	-0.003	-0.002	-0.002
12:40	<b>Shaking Test #8</b>						
12:47	-0.140	-0.136	-0.132	-0.126	-0.122	-0.075	-0.072
13:08	<b>Shaking Test #9</b>						
13:16	-0.205	-0.199	-0.196	-0.183	-0.177	-0.143	-0.141





# UAV

- › Esacottero:
  - › HEXA-PRO a 6 motori (290W)
  - › Payload 1.5 kg
  - › 15 minuti di autonomia
- › Camera ottica:
  - › Sony A7 - 36 Mpix
  - › Lunghezza focale: 35 mm
  - › Dimensione pixel: 4.88  $\mu\text{m}$



An aerial photograph of a construction site, showing a large rectangular area of cleared land with a grid of rebar or reinforcement. A semi-transparent circular overlay is positioned on the left side of the image, containing text. The background shows a mix of dirt, gravel, and some structures, including a red-roofed building and a white container. The sky is blue with some white clouds.

## Rilievo UAV

- › Sono stati effettuati due voli il 22 ottobre, a inizio e fine giornata
- › Quota relativa di volo: 30 m
- › GSD: 4 mm



# Appoggio fotogrammetrico

- › 7 punti di appoggio fotogrammetrici rilevati prima di ogni volo





# DSM

- › 2 DSM dell'area
- › 70 milioni di punti per ognuno
- › Spaziatura media: 1,5 cm

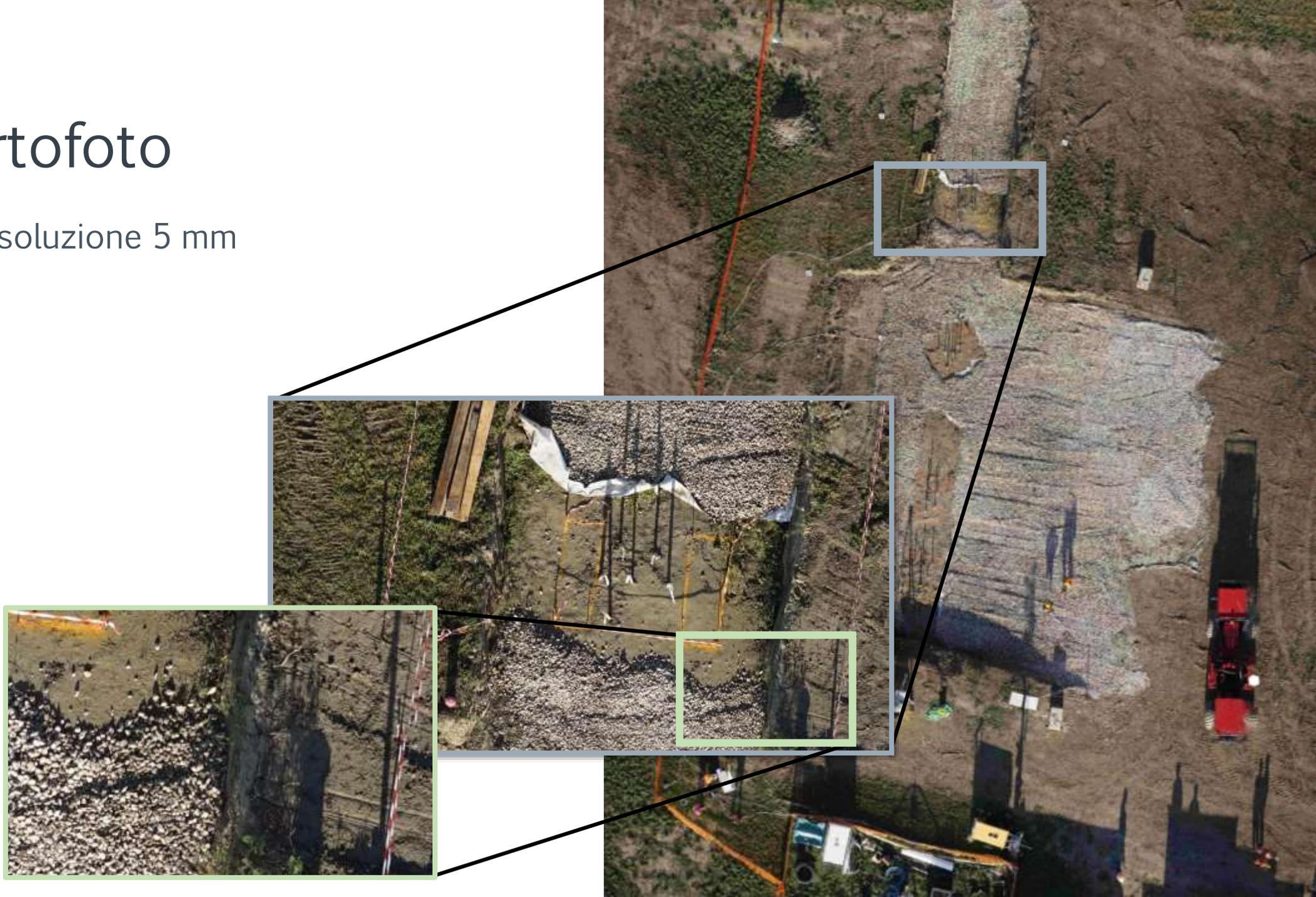


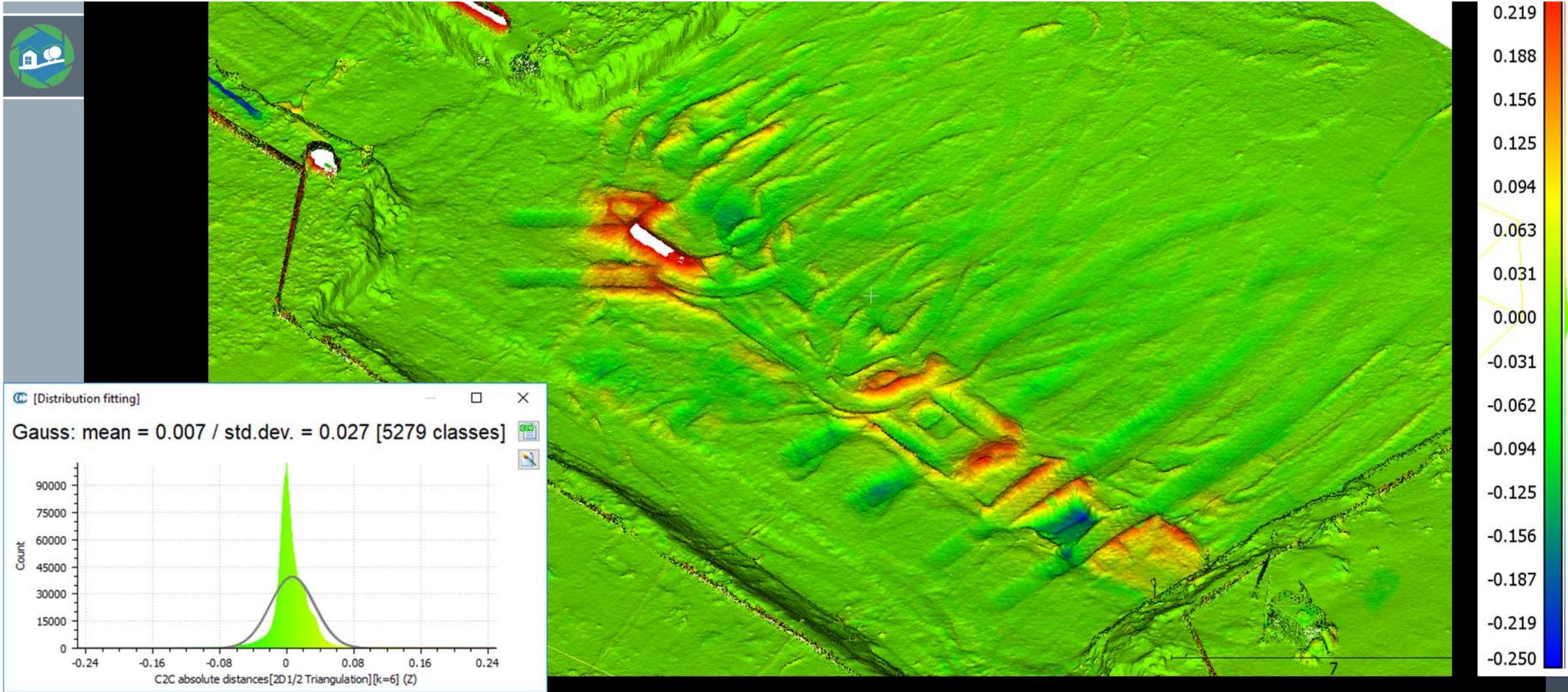




# Ortofoto

› Risoluzione 5 mm





# Confronto tra le nuvole

# Grazie per l'attenzione!

Marica Franzini – [marica.franzini@unipv.it](mailto:marica.franzini@unipv.it)

Vittorio Casella – [vittorio.casella@unipv.it](mailto:vittorio.casella@unipv.it)

