



Studio delle problematiche idrogeologiche del Centro Storico di Lanciano

RISULTATI FASE 2

Prof. Nicola Sciarra
PhD Massimo Mangifesta
Università di Chieti-Pescara

Lanciano - 26 maggio 2021

L'area di studio nell'agosto 2018 è stata interessata da fenomeni definibili di "crisi idrogeologica profonda" manifestatisi con la creazione di voragini che hanno riguardato alcune proprietà private e infrastrutture pubbliche.

Lo studio al fine di consentire un adeguato livello di approfondimento è stato suddiviso in due fasi di cui la prima rendicontata nel mese di dicembre 2020.

La prima fase è terminata con l'individuazione delle ipotetiche cause dei fenomeni gravitativi e di sifonamento avvenuti nel Centro Storico.

Obiettivi - Fase 2

La seconda fase consiste nell'identificazione dei fattori predisponenti gli effetti catastrofici dell'agosto 2018 e delle metodologie più idonee per l'inquadramento dei processi di innesco dei fenomeni e nell'individuazione delle tecniche di consolidamento più idonee, tenuto conto delle caratteristiche del Centro Storico e del complesso sviluppo architettonico ed urbanistico dello stesso.

1 - Sintesi dei risultati Fase 1

I problemi analizzati sono connessi **alla insufficiente capacità di intercettazione e regimazione delle acque di precipitazione meteorica (allagamenti in Vico Corsea 2) ed alla presenza di fenomeni di sifonamento nella zona bassa di Corso Trento e Trieste.**

La complessità della regimazione delle acque nel sottosuolo del Centro Storico ha fondamentalmente la stessa origine e cioè la realizzazione nel 1800 e agli inizi del 1900 di due colmate che hanno sbarrato il flusso naturale di due impluvi raccoglitori di acque meteoriche di cui uno molto importante relativo alla Valle del Fosso Pietroso. Su tali impluvi ostruiti sono state realizzate la Piazza D'amico e la parte urbanizzata di Piazza del Malvò e Piazza Garibaldi.

Sbarrando i corsi naturali delle acque le aree rinterrate sono costrette a non avere un naturale equilibrio idrogeologico. I flussi delle acque sotterranee assumono una traiettoria incontrollabile basata sulle eterogeneità dei sedimenti di colmata che presentano una ampia variabilità dei parametri fisici ed in particolare della permeabilità.

Sommario delle attività di Fase 2

- 1 - Sintesi dei risultati Fase 1
- 2 - Schema delle peculiarità idrogeologiche
- 3 - Ricostruzione del modello geologico del sottosuolo
 - a) recupero vecchie indagini geologiche
 - b) esecuzione di nuove indagini
 - Carotaggi e installazione di piezometri automatizzati
 - Prove di permeabilità
 - Geoelettrica
 - c) restituzione topografica in modalità UAV
- 4 - Indagine diagnostica (monitoraggi esistenti)
 - a) clinometri da parete
 - b) fessurimetri
 - c) estensimetri multiforo
 - d) inclinometri orizzontali
- 5 - Ricostruzione del reticolo idraulico sotterraneo
- 6 - Linee progettuali di intervento



Immagini degli effetti devastanti degli eventi di allagamento



Particolari delle lesioni e dei dissesti di un fabbricato di Corso Trento e Trieste

Sommario delle attività di Fase 2

1 - Sintesi dei risultati Fase 1

2 - Schema delle peculiarità idrogeologiche

3 - Ricostruzione del modello geologico del sottosuolo

a) recupero vecchie indagini geologiche

b) esecuzione di nuove indagini

- Carotaggi e installazione di piezometri automatizzati

- Prove di permeabilità

- Geoelettrica

c) restituzione topografica in modalità UAV

4 - Indagine diagnostica (monitoraggi esistenti)

a) clinometri da parete

b) fessurimetri

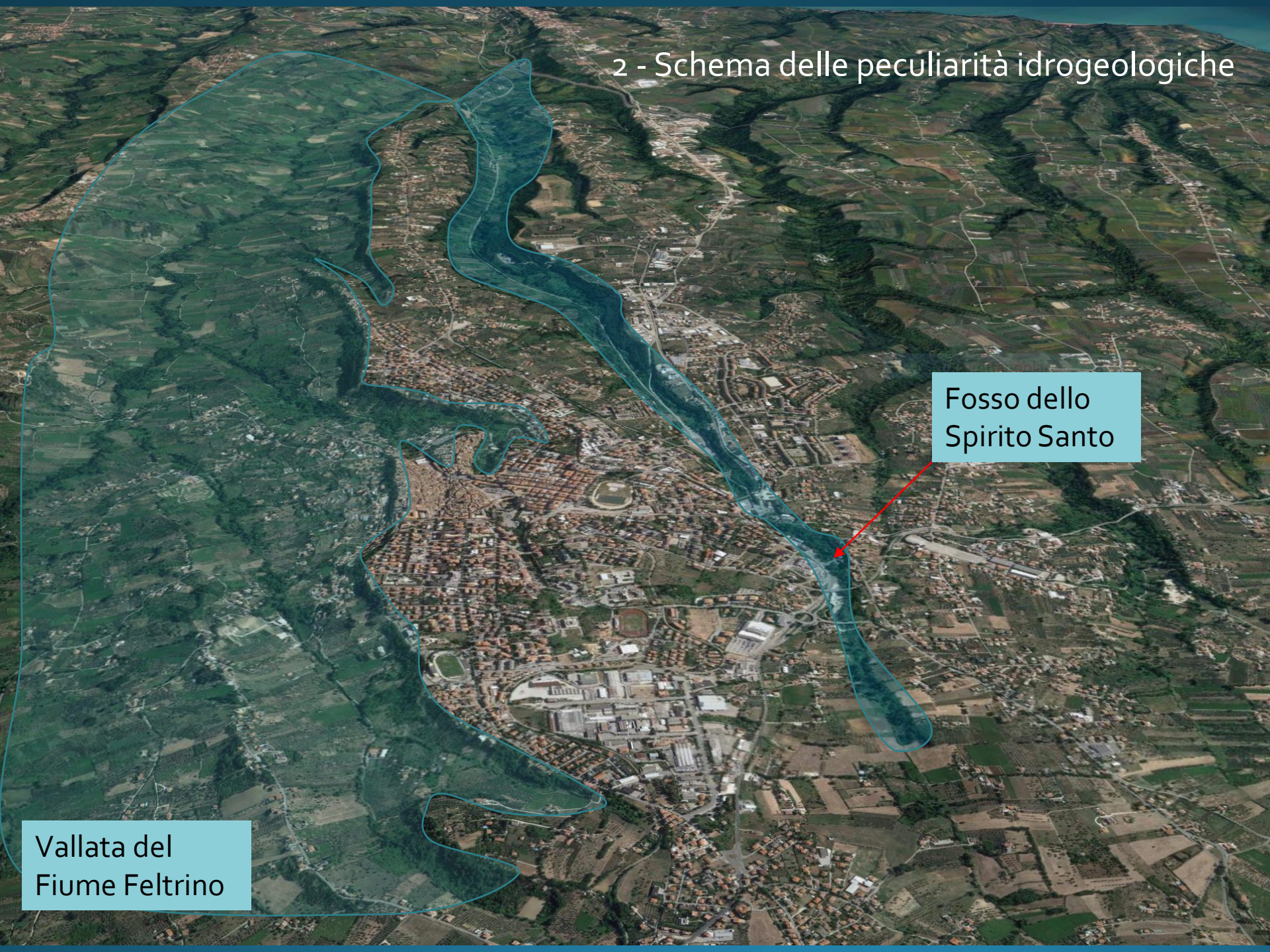
c) estensimetri multiforo

d) inclinometri orizzontali

5 - Ricostruzione del reticolo idraulico sotterraneo

6 - Linee progettuali di intervento

2 - Schema delle peculiarità idrogeologiche



Fosso dello
Spirito Santo

Vallata del
Fiume Feltrino



Antico fosso
Malvò

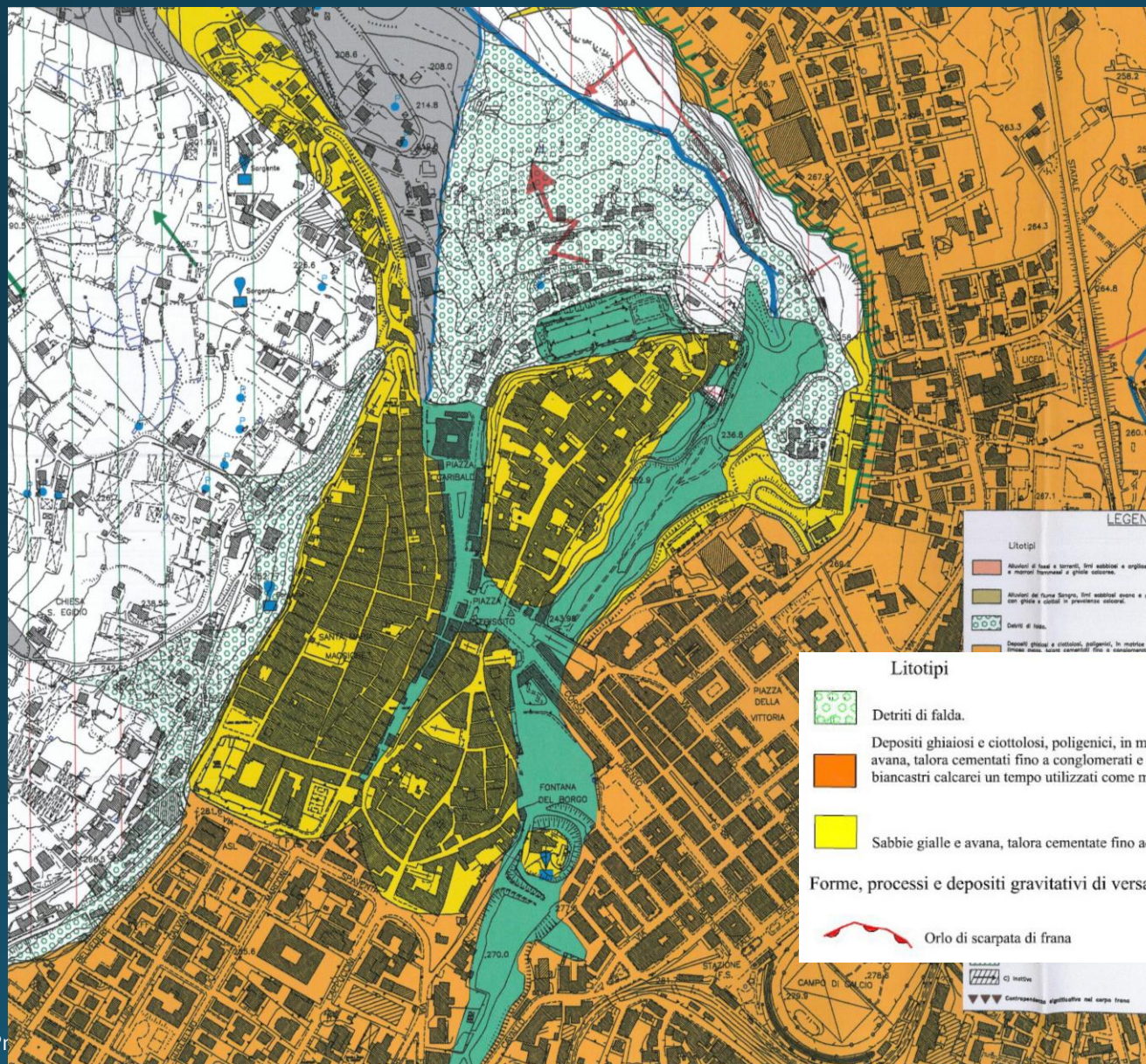
Fosso
Pietroso

Sommario delle attività di Fase 2

- 1 - Sintesi dei risultati Fase 1
- 2 - Schema delle peculiarità idrogeologiche
- 3 - Ricostruzione del modello geologico del sottosuolo
 - a) recupero vecchie indagini geologiche
 - b) esecuzione di nuove indagini
 - Carotaggi e installazione di piezometri automatizzati
 - Prove di permeabilità
 - Geoelettrica
 - c) restituzione topografica in modalità UAV
- 4 - Indagine diagnostica (monitoraggi esistenti)
 - a) clinometri da parete
 - b) fessurimetri
 - c) estensimetri multiforo
 - d) inclinometri orizzontali
- 5 - Ricostruzione del reticolo idraulico sotterraneo
- 6 - Linee progettuali di intervento

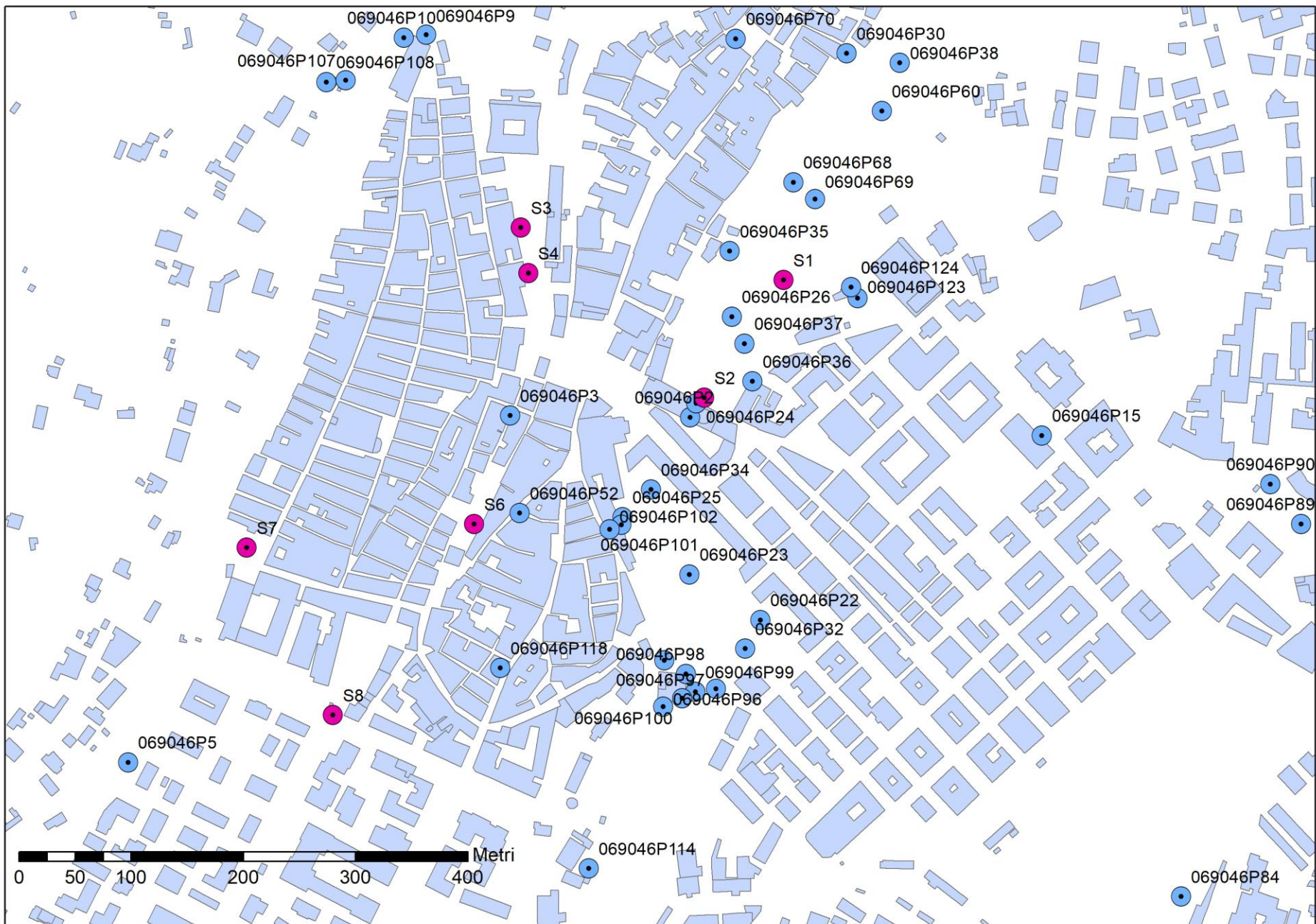
3 - Ricostruzione del modello geologico del sottosuolo

a) recupero vecchie indagini geologiche



Stralcio della Carta Geologica allegata al PRG (dott. Geol. Luigi Carabba)

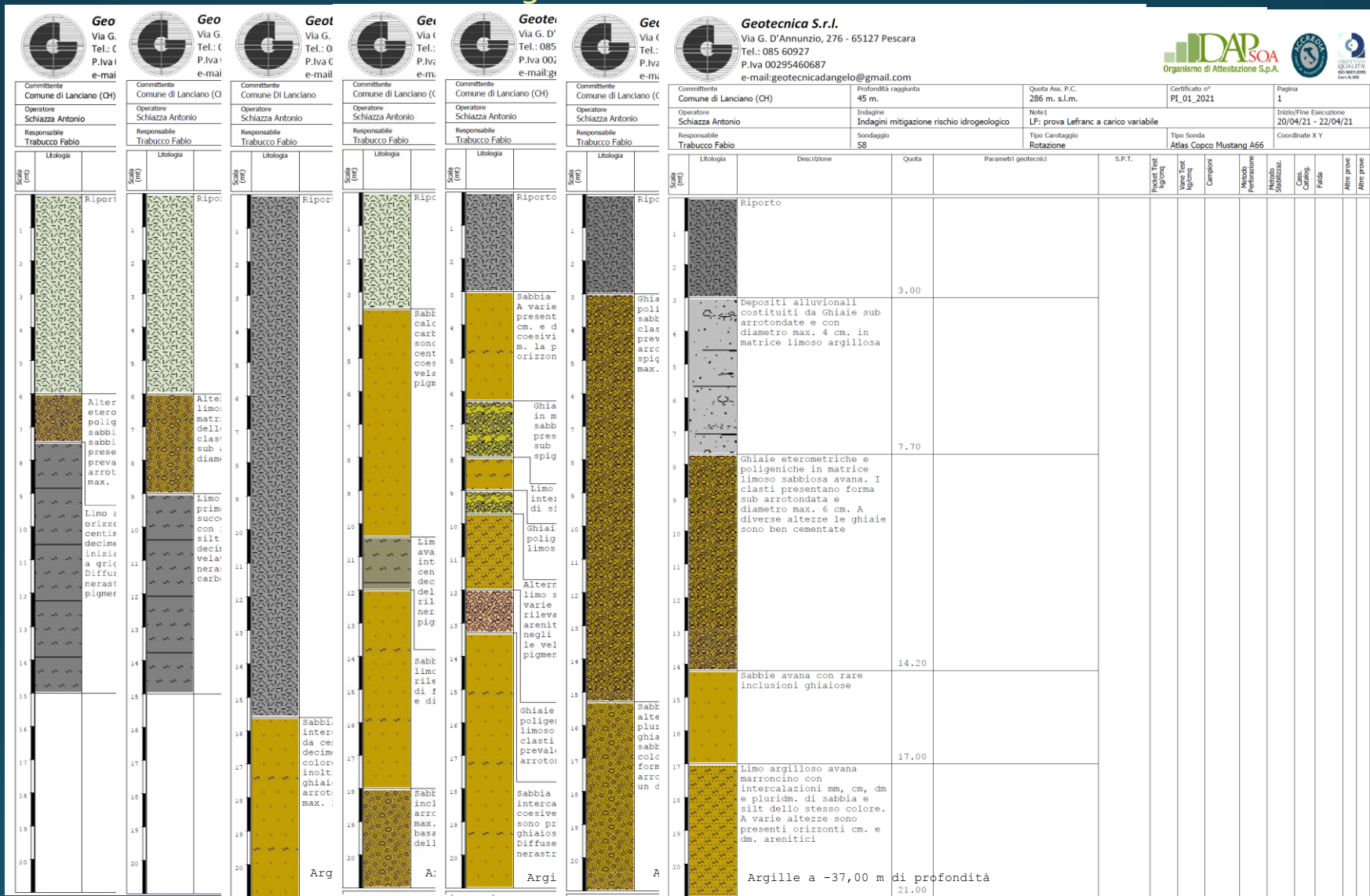
<p>Litotipi</p> <ul style="list-style-type: none"> Detriti di falda. Depositi ghiaiosi e ciottolosi, poligenici, in matrice sabbiosa e limosa avana, talora cementati fino a conglomerati e alterati con crostoni biancastri calcarei un tempo utilizzati come malta. Sabbie gialle e avana, talora cementate fino ad arenarie. <p>Forme, processi e depositi gravitativi di versante</p> <ul style="list-style-type: none"> Orlo di scarpata di frana 	<p>Forme, processi e depositi antropici</p> <ul style="list-style-type: none"> Superficie di riporto o colmata. <p>Idrografia</p> <ul style="list-style-type: none"> Corso d'acqua perenne. Corso d'acqua temporaneo. Pozzi. Sorgenti.
--	--



Studio delle problematiche idrogeologiche del Centro Storico di Lanciano

3 - Ricostruzione del modello geologico del sottosuolo

b) esecuzione di nuove indagini



PROVE DI PERMEABILITÀ LEFRANC

PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE	
Committente	Comune di Lanciano (CH)
Oggetto	Indagini geognostiche per la mitigazione del rischio id
Sondaggio	S2
Data	29/03/2021



Prova	1
Profondità fondo foro (m dal p.c.)	9,00
Profondità rivestimento (m dal p.c.)	8,50
Altezza del T.T. di rivestimento (m dal p.c.)	0,9
Livello falda (m dal p.c.)	2,25
Spessore del tratto di prova (cm)	50
Diametro del tratto di prova (cm)	12,7
Area di base della tasca filtrante (cm ²)	126,7
Coefficiente di forma	190,2

T (sec)	H ₂ (cm)	H ₁ (cm)	ΔH (cm)	K (cm/sec)	H ₂ /H ₁	L
15	750,00	900,00	800,00	9,75E-02	0,83	
30	730,00	900,00	780,00	4,47E-02	0,81	
60	720,00	900,00	770,00	2,15E-02	0,80	
120	710,00	900,00	760,00	1,03E-02	0,79	
300	680,00	900,00	730,00	3,70E-03	0,76	
600	610,00	900,00	660,00	1,47E-03	0,68	
900	580,00	900,00	630,00	8,91E-04	0,64	
1200	558,00	900,00	608,00	6,25E-04	0,62	
1500	556,00	900,00	606,00	4,97E-04	0,62	
1800	555,00	900,00	605,00	4,13E-04	0,62	
2700	552,00	900,00	602,00	2,73E-04	0,61	
3600	549,00	900,00	599,00	2,03E-04	0,61	
5400	548,00	900,00	598,00	1,35E-04	0,61	

Tempo maggiormente indicativo per calcolare K medio
 Tempo min (sec): 240
 Tempo max (sec): 1800

K medio (cm/sec): 1,27E-03

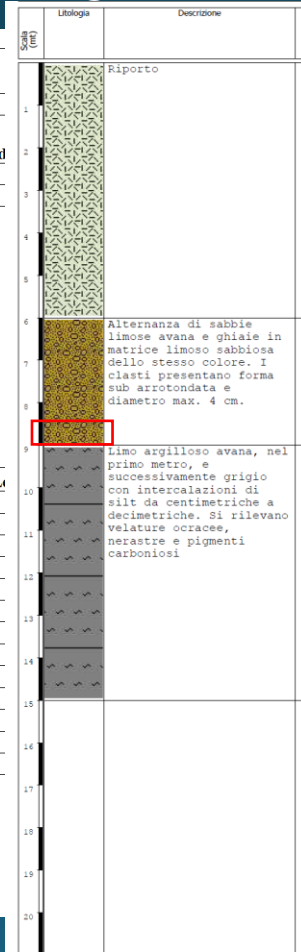
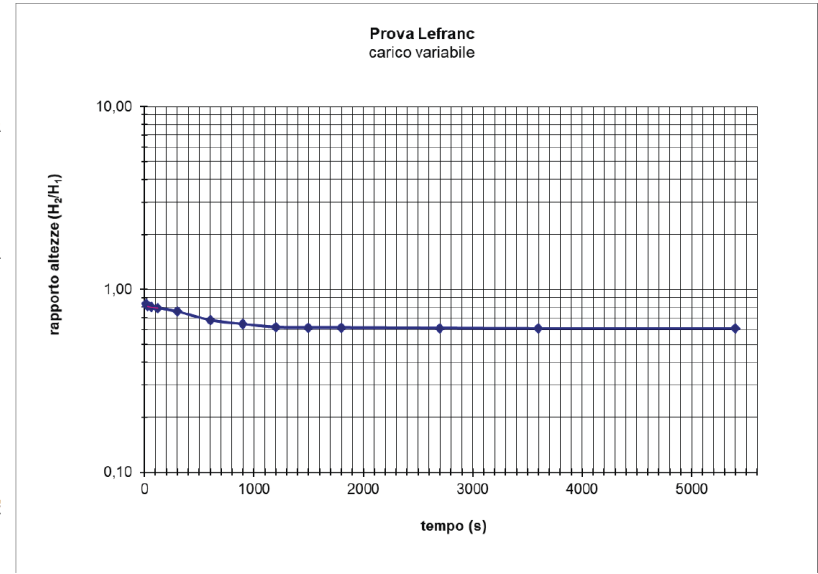
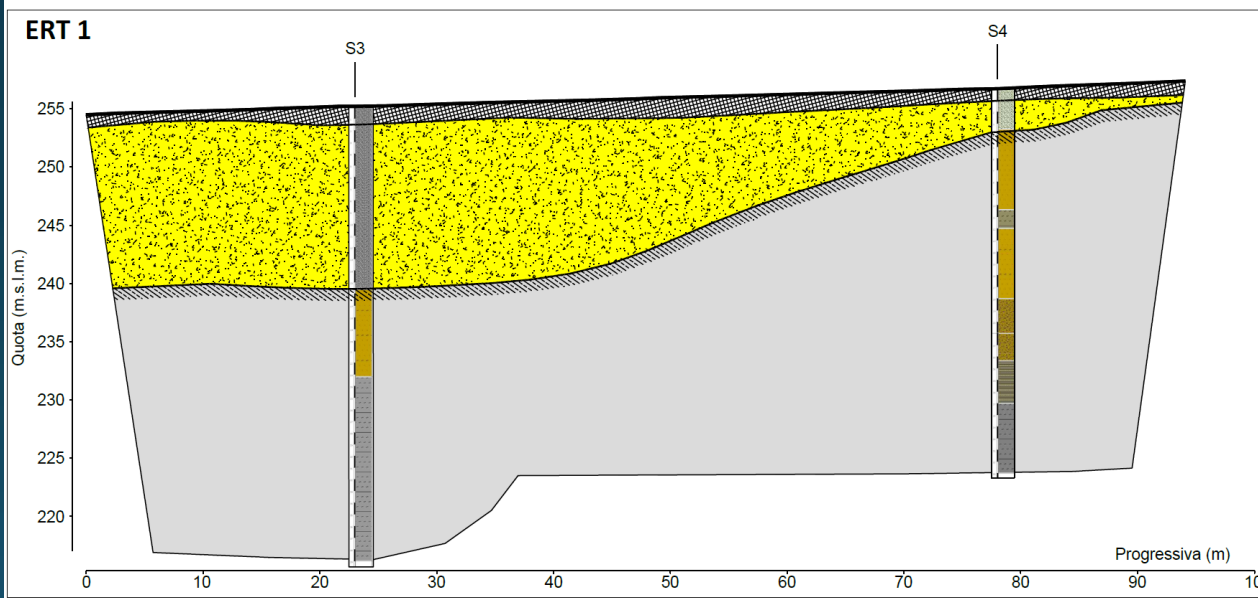
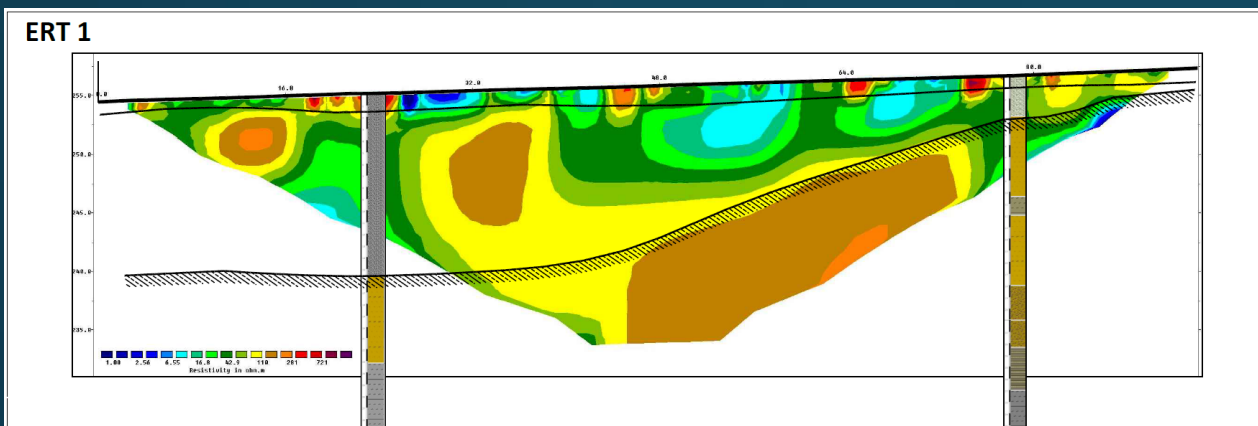
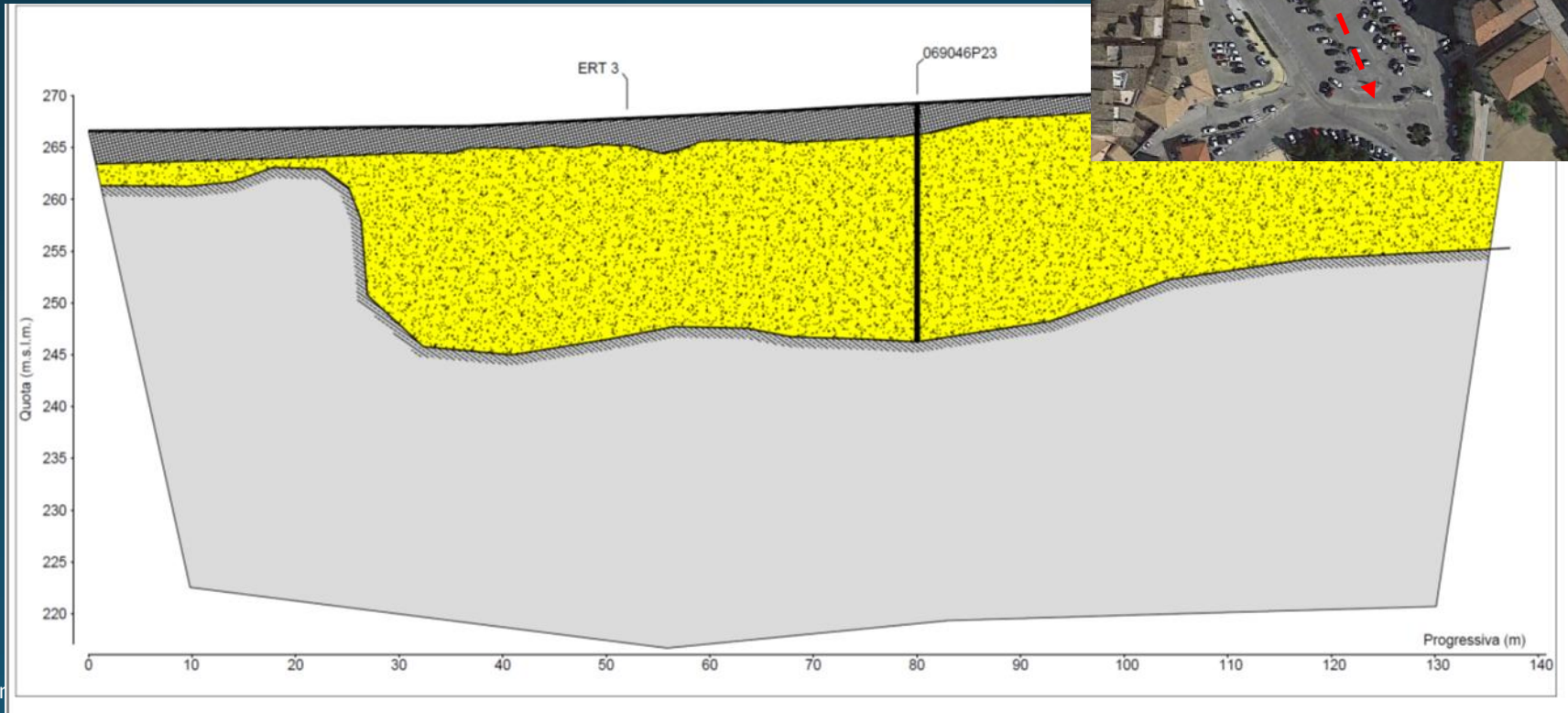
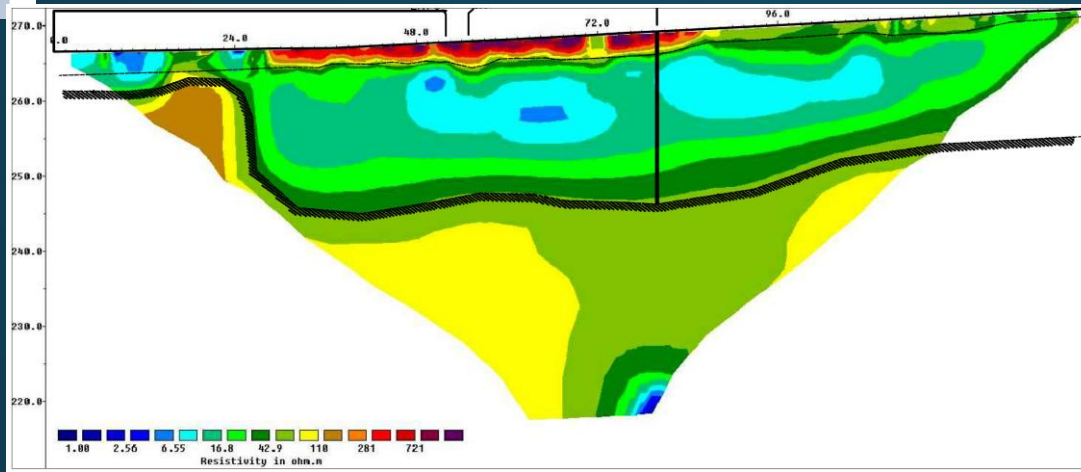


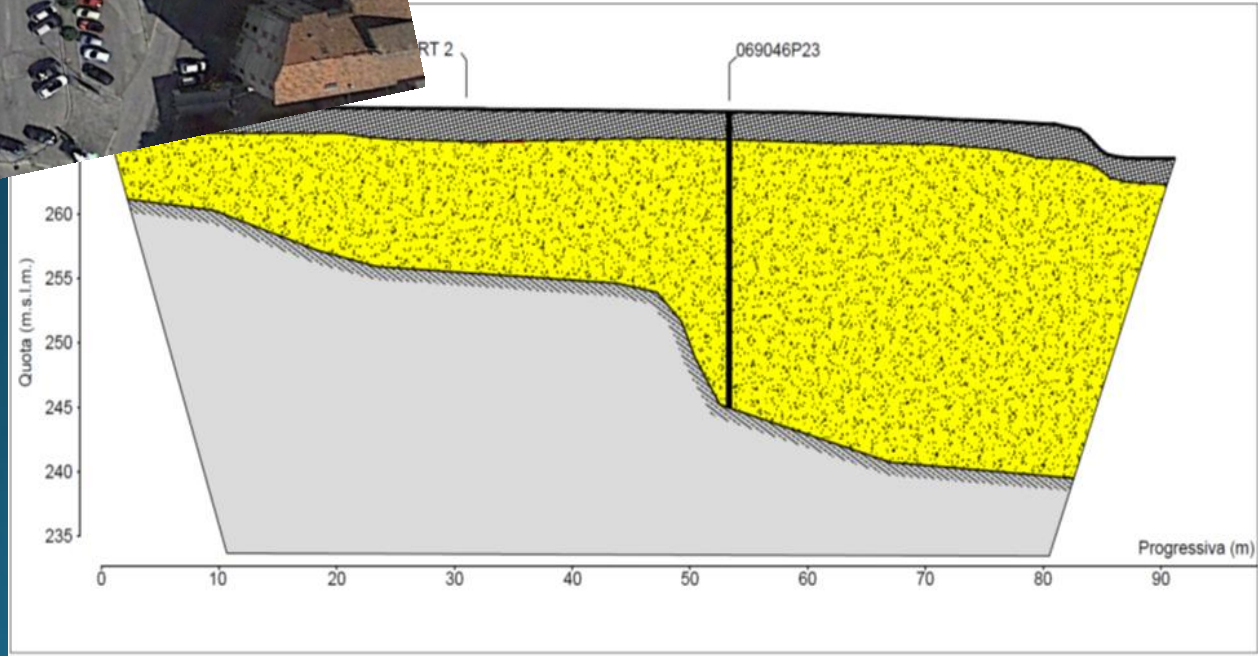
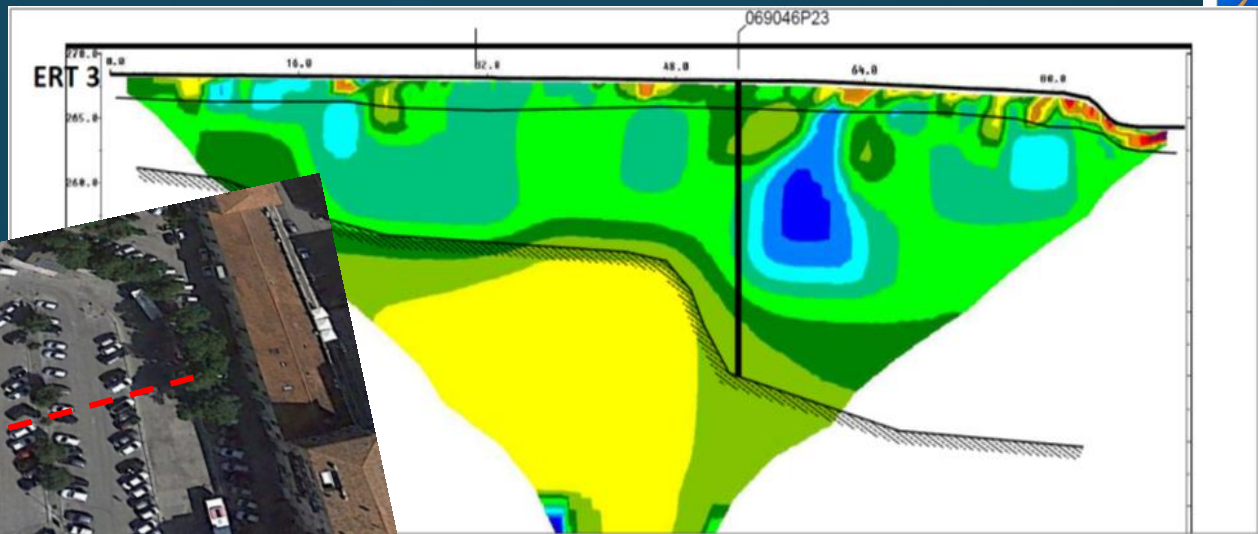
GRAFICO TEMPI - ABBASSAMENTI





Stesa ERT 2





Stesa ERT 3

Città: **Lanciano (CH)**

In studio: 300 x 300 m

Target: Fosso Pietroso, Piazza Pietrosa, Ponte di Diocleziano

Fase: Perimetrazione area

La dimensione di area da analizzare è stata scelta con un dettaglio congruo con le problematiche da analizzare.

La zona è altamente urbanizzata e ricca di monumenti storici tra cui **la Cattedrale della Madonna del Ponte** ed il **Ponte Diocleziano**.



Fonte: it.wikipedia.org



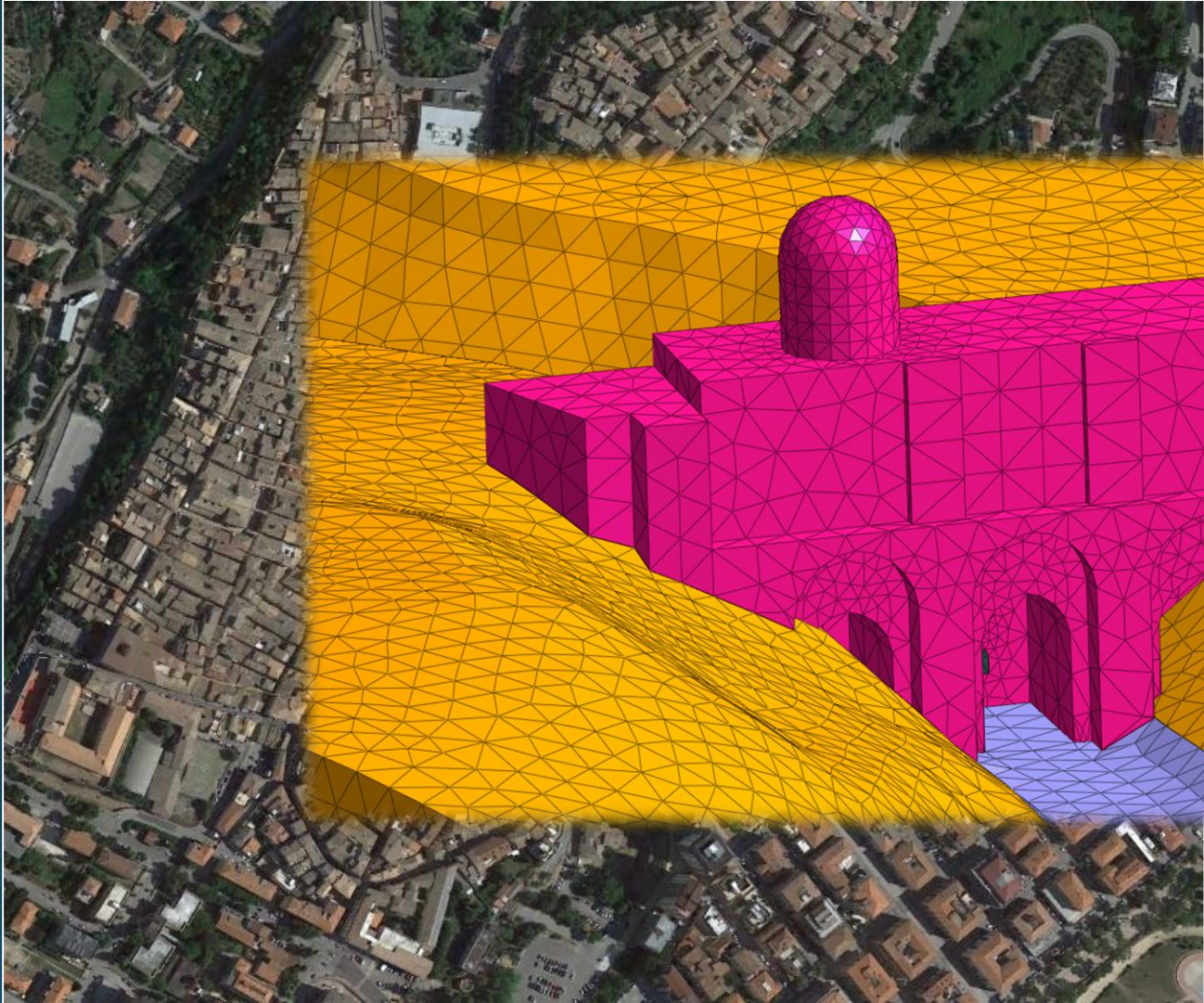
Target: Fosso Pietroso, Piazza Pietrosa, Ponte di Diocleziano

Fase: Individuazione edificato

L'edificato è attribuibile alla parte più antica della città. Comprende parte della Lanciano Vecchio, Corso Trento e Trieste e fosso Pietroso (ormai parcheggio).



Fonte: it.wikipedia.org

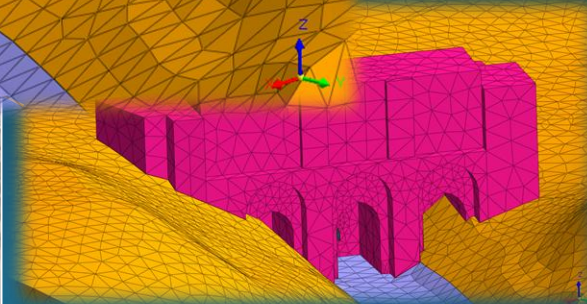


Target: Fosso Pietroso, Piazza Pietrosa, Ponte di Diocleziano

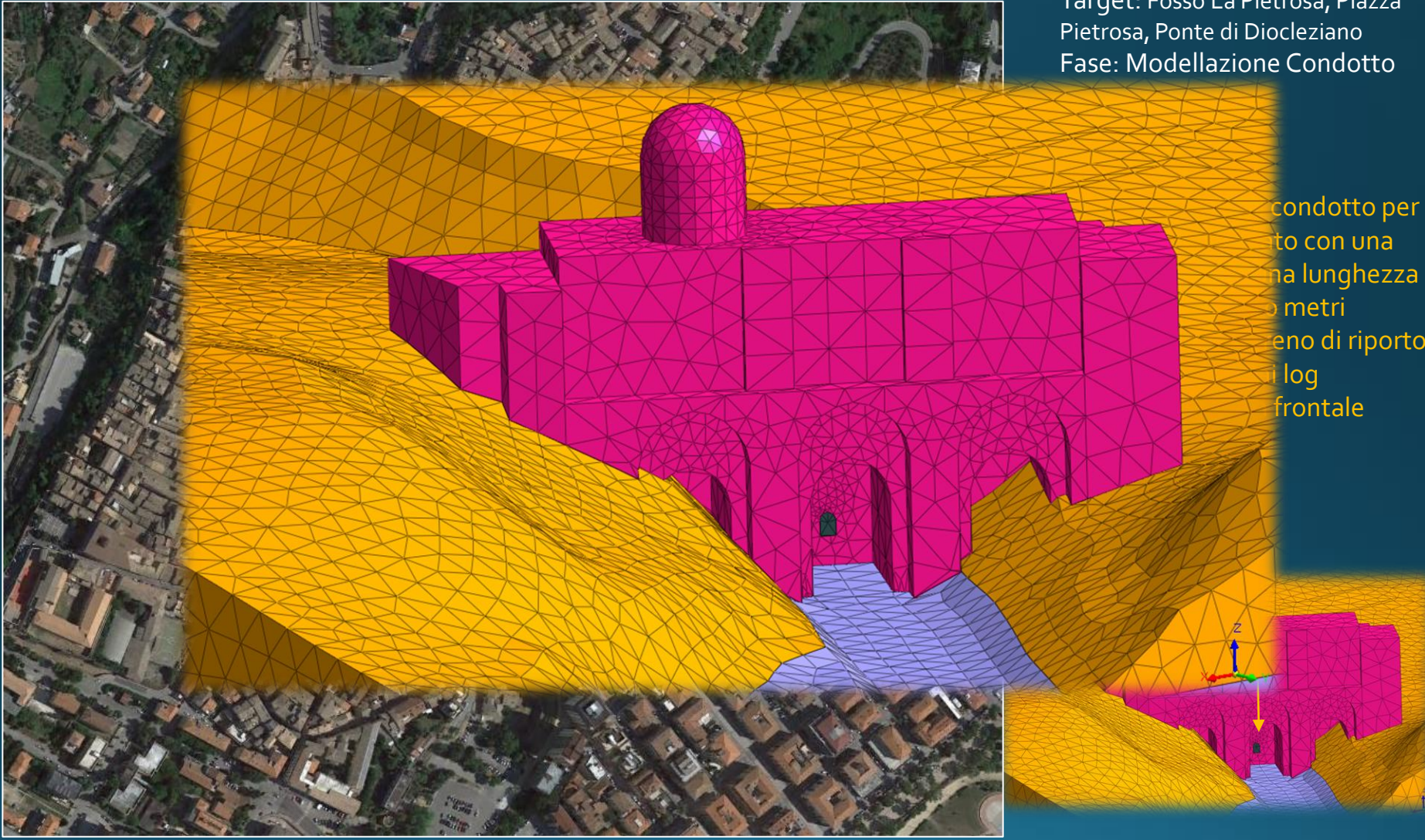
Fase: Modellazione Ponte Diocleziano

geometriche
ricostruite le
delle

matica del
ponte
Cattedrale



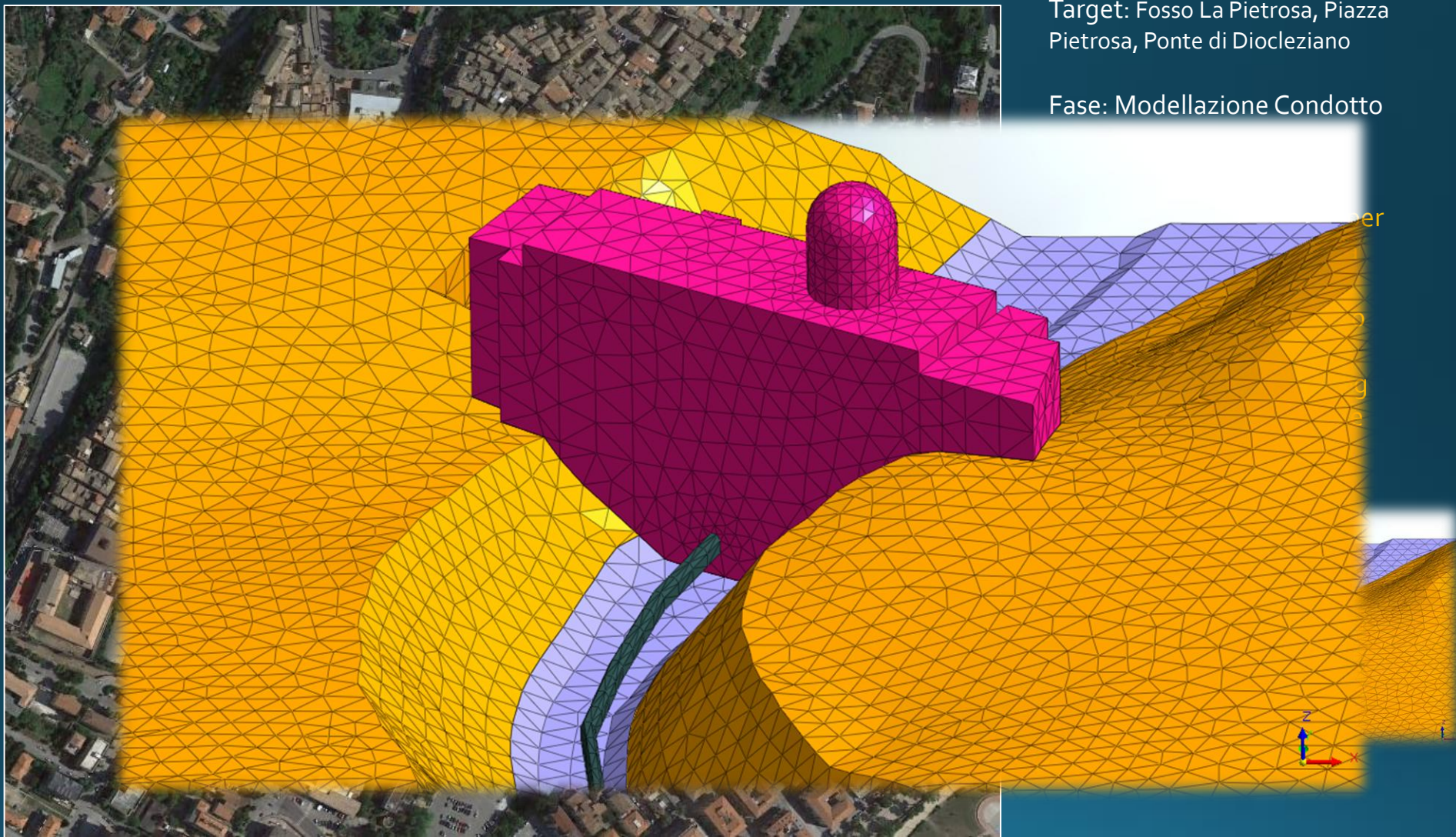
Città: **Lanciano (CH)**
In studio: 300 x 300 m
Target: Fosso La Pietrosa, Piazza
Pietrosa, Ponte di Diocleziano
Fase: Modellazione Condotta



condotta per
to con una
na lunghezza
o metri
eno di riporto
il log
frontale

Target: Fosso La Pietrosa, Piazza
Pietrosa, Ponte di Diocleziano

Fase: Modellazione Condotta



Città: Lanciano (CH)
In studio: 300 x 300 m

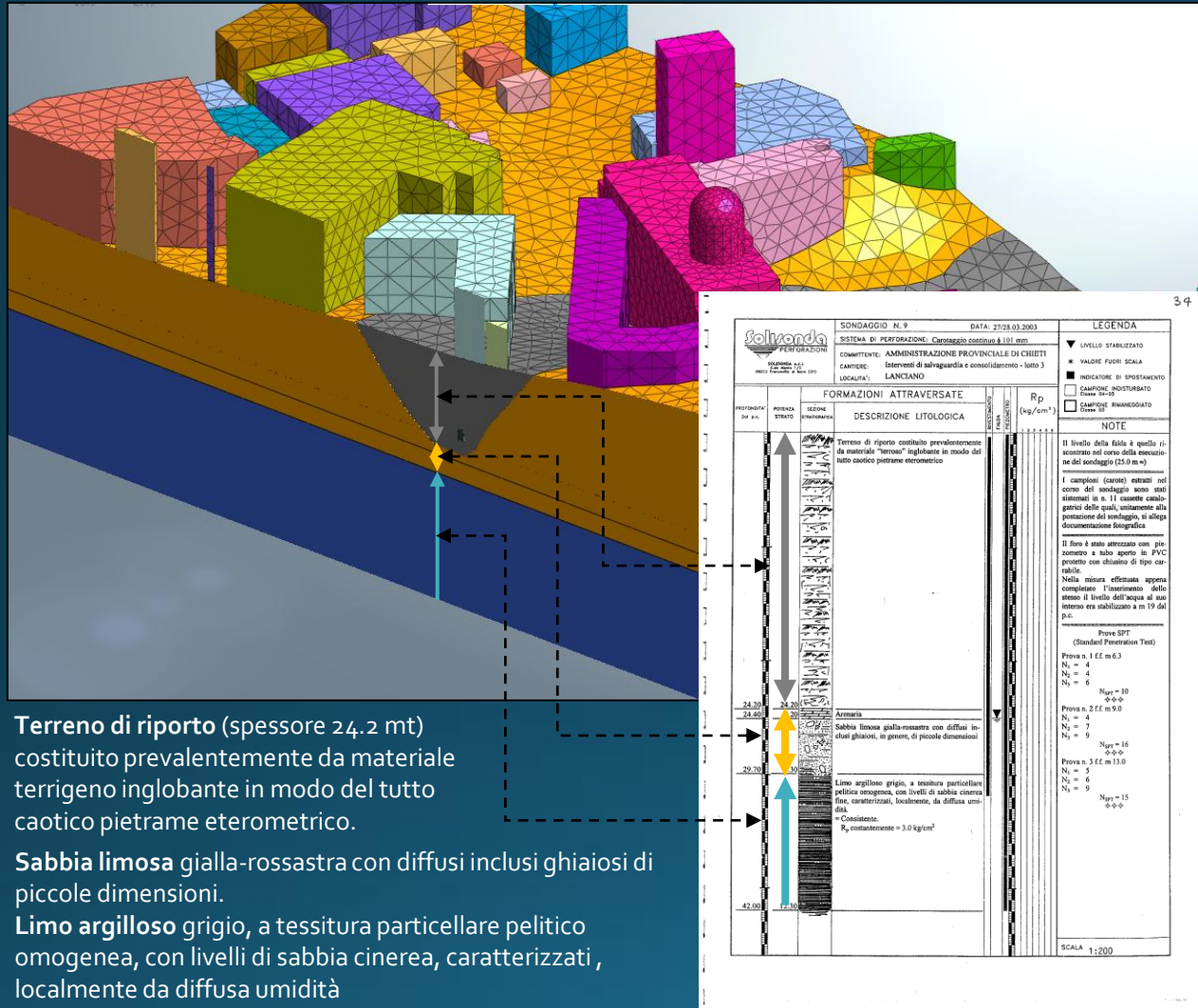
Target: Fosso La Pietrosa, Piazza Pietrosa, Ponte di Diocleziano

Fase di lavoro: Ricostruzione del modello geologico

Ricostruzione delle geometrie sepolte mediante l'interpretazione dei sondaggi



● Posizione indicativa sondaggio (Fonte: Geol. Luigi Carabba)



Terreno di riporto (spessore 24.2 mt) costituito prevalentemente da materiale terrigeno inglobante in modo del tutto caotico pietrame eterometrico.

Sabbia limosa gialla-rossastra con diffusi inclusi ghiaiosi di piccole dimensioni.

Limo argilloso grigio, a tessitura particellare pelitico omogenea, con livelli di sabbia cinerea, caratterizzati, localmente da diffusa umidità

Sommario delle attività di Fase 2

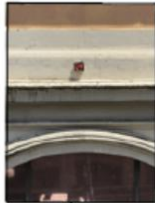
- 1 - Sintesi dei risultati Fase 1
- 2 - Schema delle peculiarità idrogeologiche
- 3 - Ricostruzione del modello geologico del sottosuolo
 - a) recupero vecchie indagini geologiche
 - b) esecuzione di nuove indagini
 - Carotaggi e installazione di piezometri automatizzati
 - Prove di permeabilità
 - Geoelettrica
 - c) restituzione topografica in modalità UAV
- 4 - Indagine diagnostica (monitoraggi esistenti)
 - a) clinometri da parete
 - b) fessurimetri
 - c) estensimetri multiforo
 - d) inclinometri orizzontali
- 5 - Ricostruzione del reticolo idraulico sotterraneo
- 6 - Linee progettuali di intervento

4 - Indagine diagnostica (monitoraggi esistenti)

CLINOMETRO SU ARCO SOTTO CHIESA



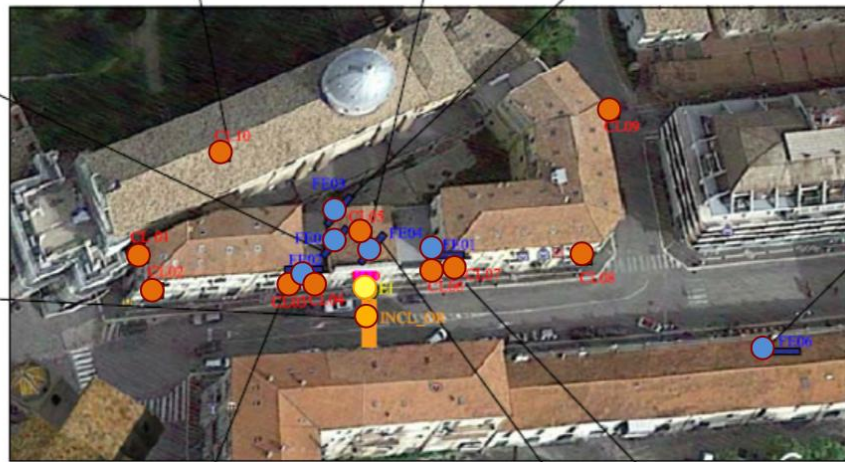
CLINOMETRO SU ARCO ESTERNO



FESSURIMETRO INTERNO LOCALI



FESSURIMETRO SU AFFRESCO



FESSURIMETRO SOTTO PORTICI



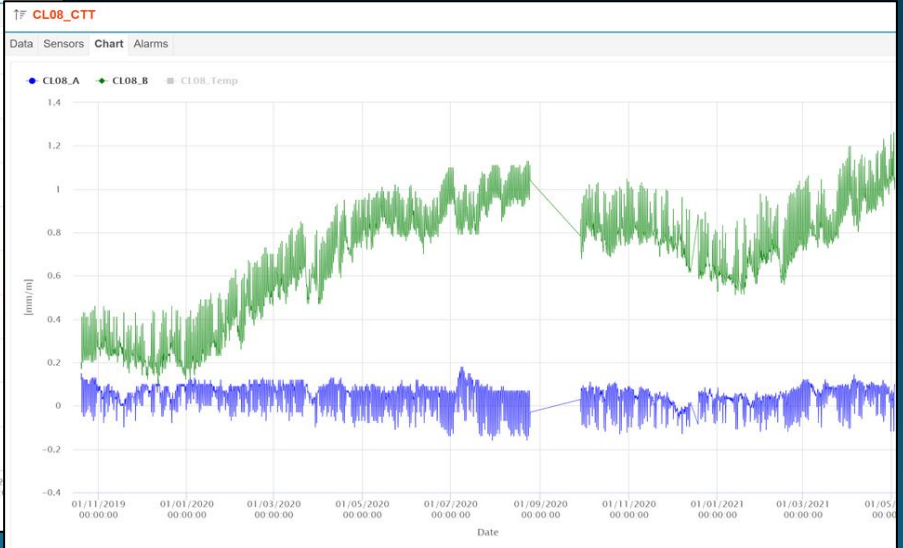
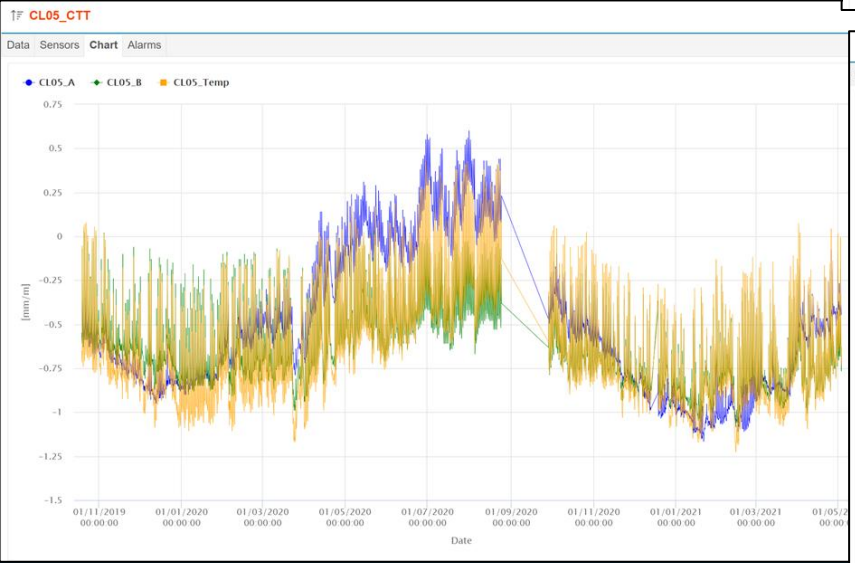
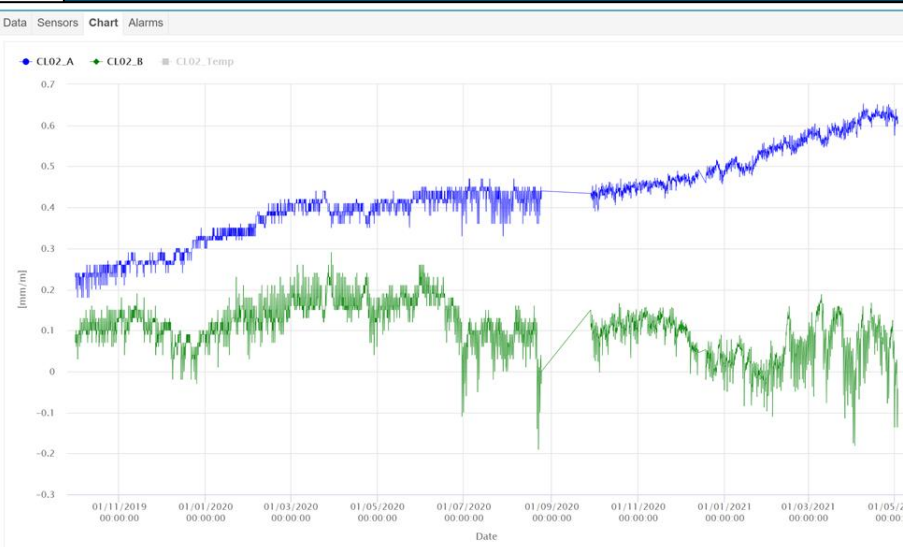
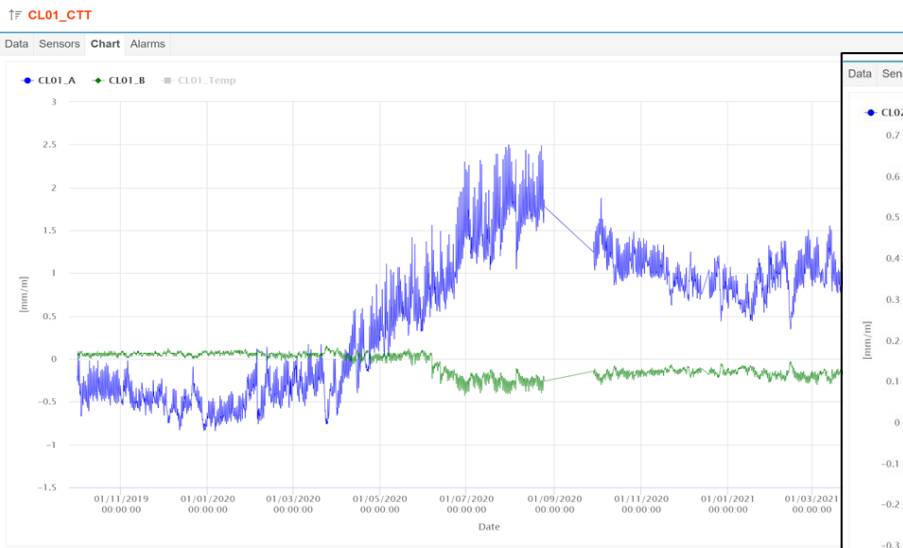
FESSURIMETRO SU PILASTRO INTERNO LOCALI



Cattura rettangolare

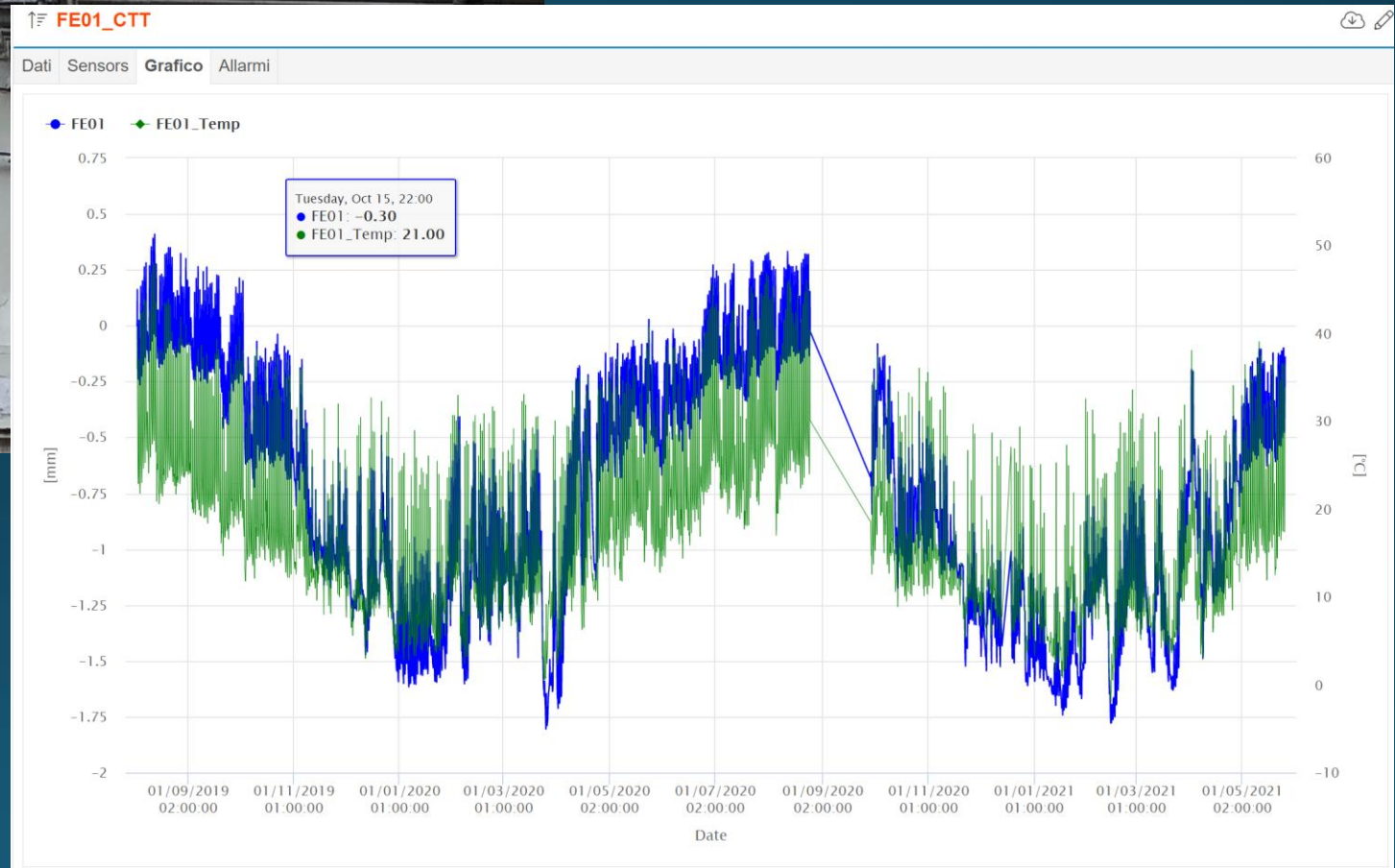
LEGENDA	
●	EI ESTENSO - INCLINOMETRO PROF.30 M, 4 BASI DI MISURA
■	CL CLINOMETRO BIASSIALE SU FACCIATA ALTEZZA 6 METRI CIRCA
■	UAD UAD (DATALOGGER)
■	FE FESSURIMETRO
■	INCL_OR INCLINOMETRO ORIZZONTALE

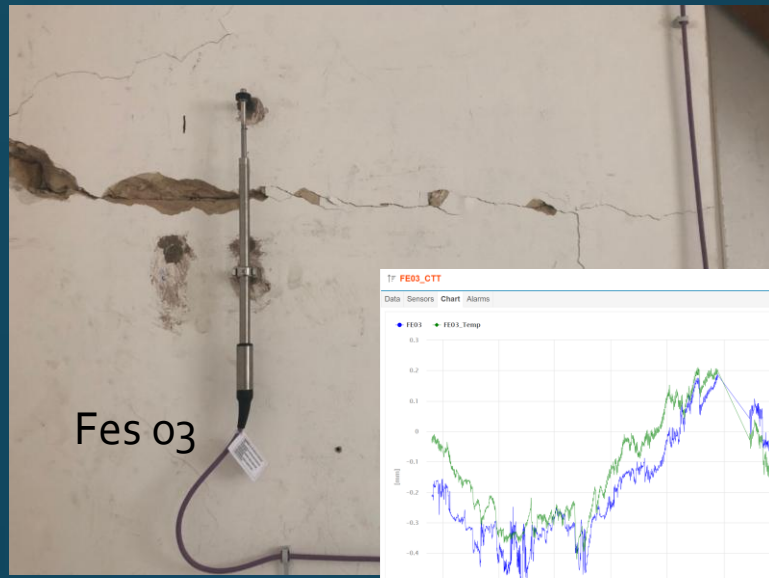
a) clinometri da parete



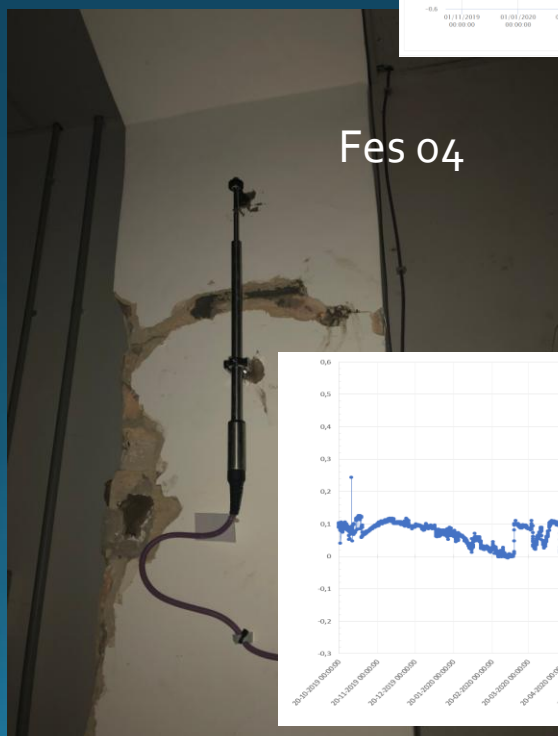
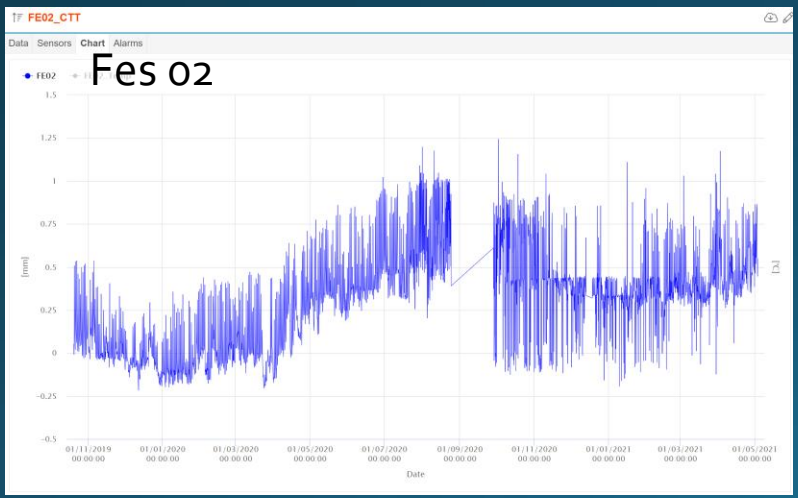
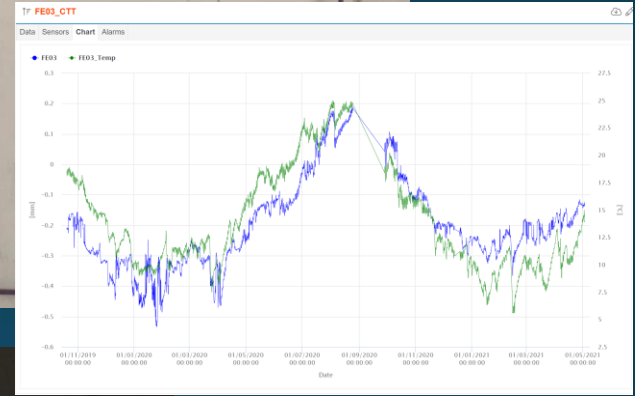
b) fessurimetri

Fes 01



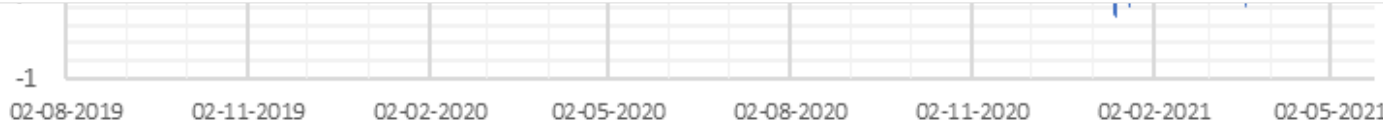
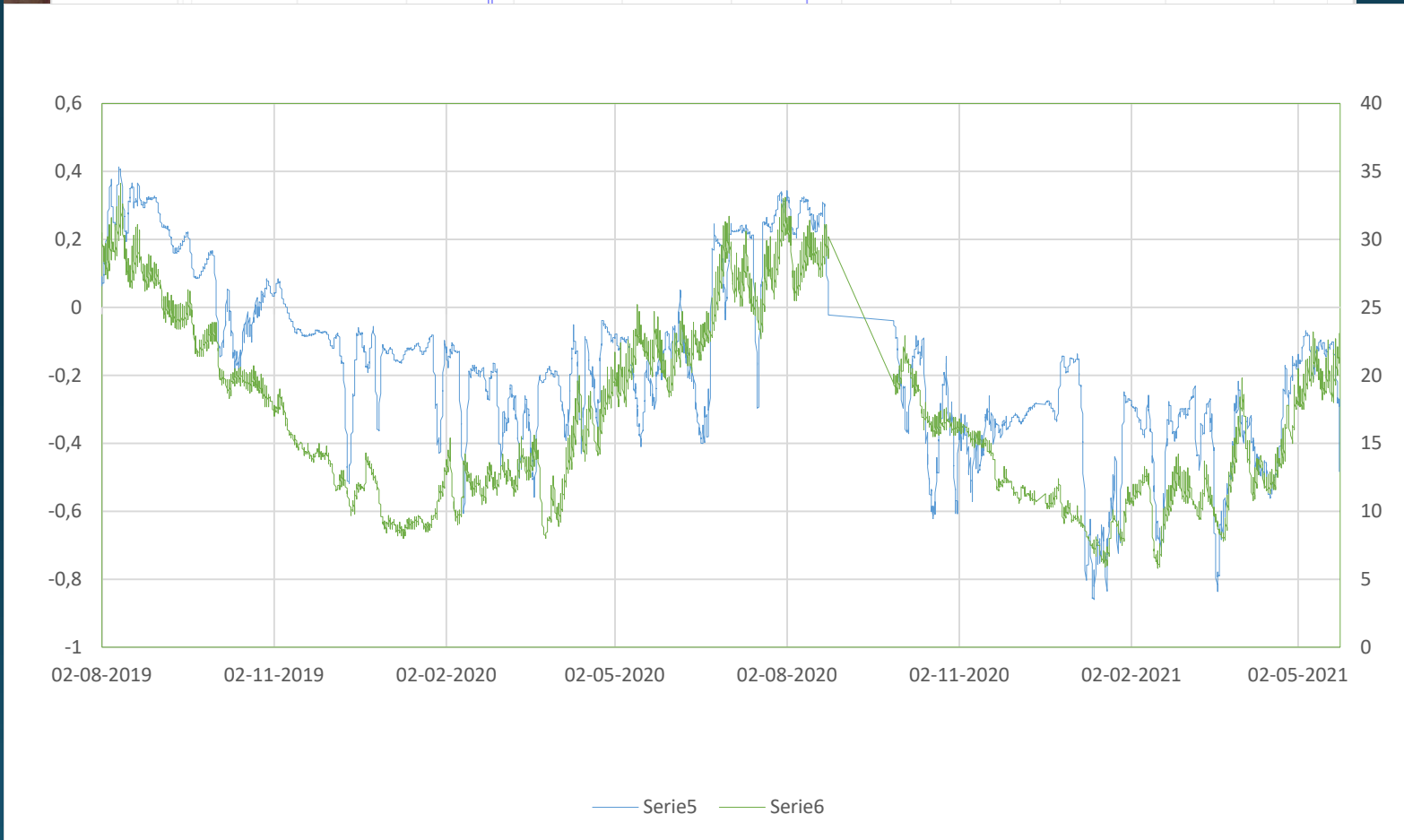


Fes 03



Fes 04

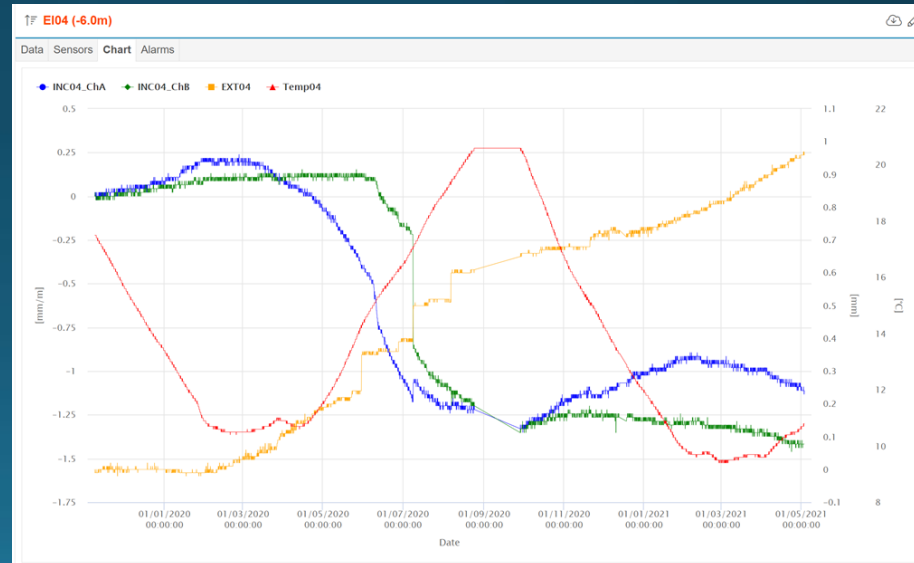
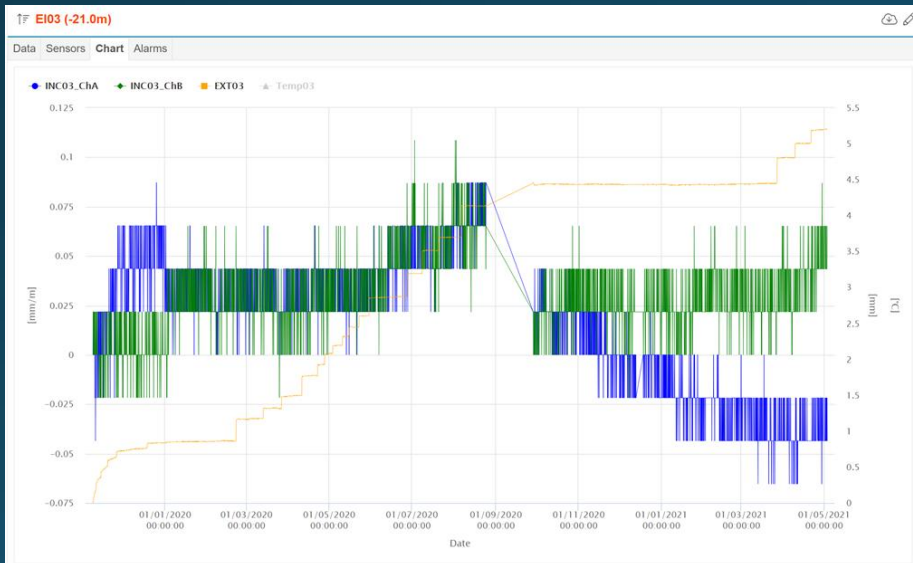
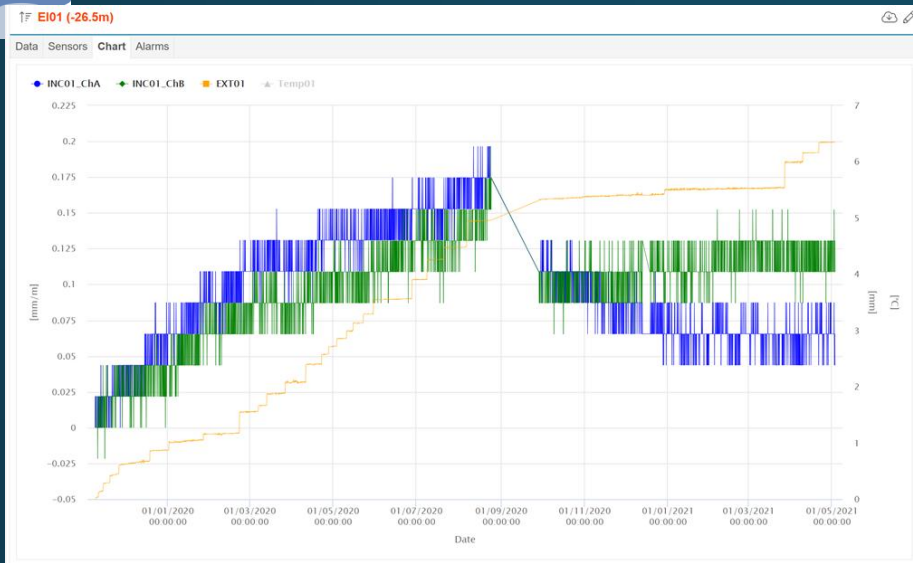






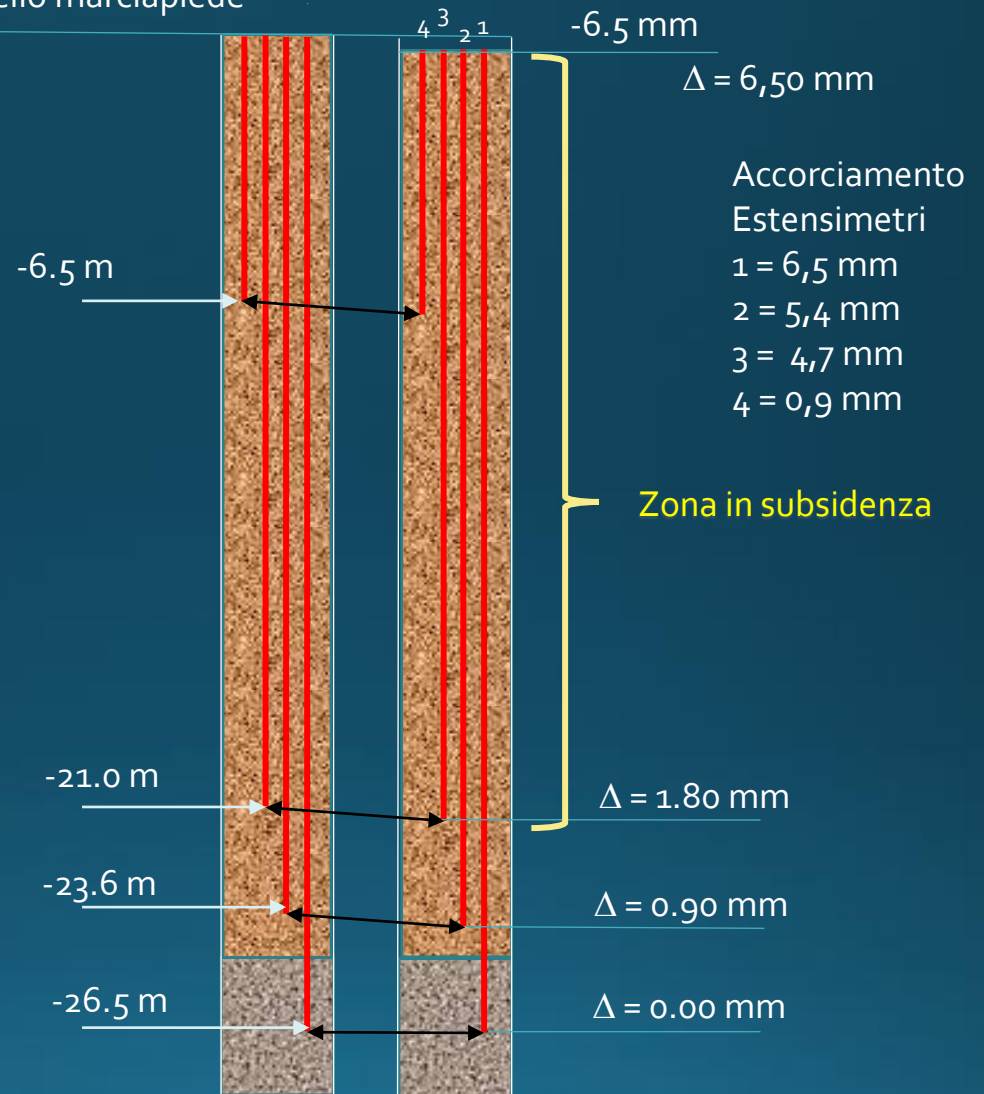
Opere di sottofondazione fabbricati Corso Trento e Trieste
(immagine fornita dal dott. Geol. Luigi Carabba)

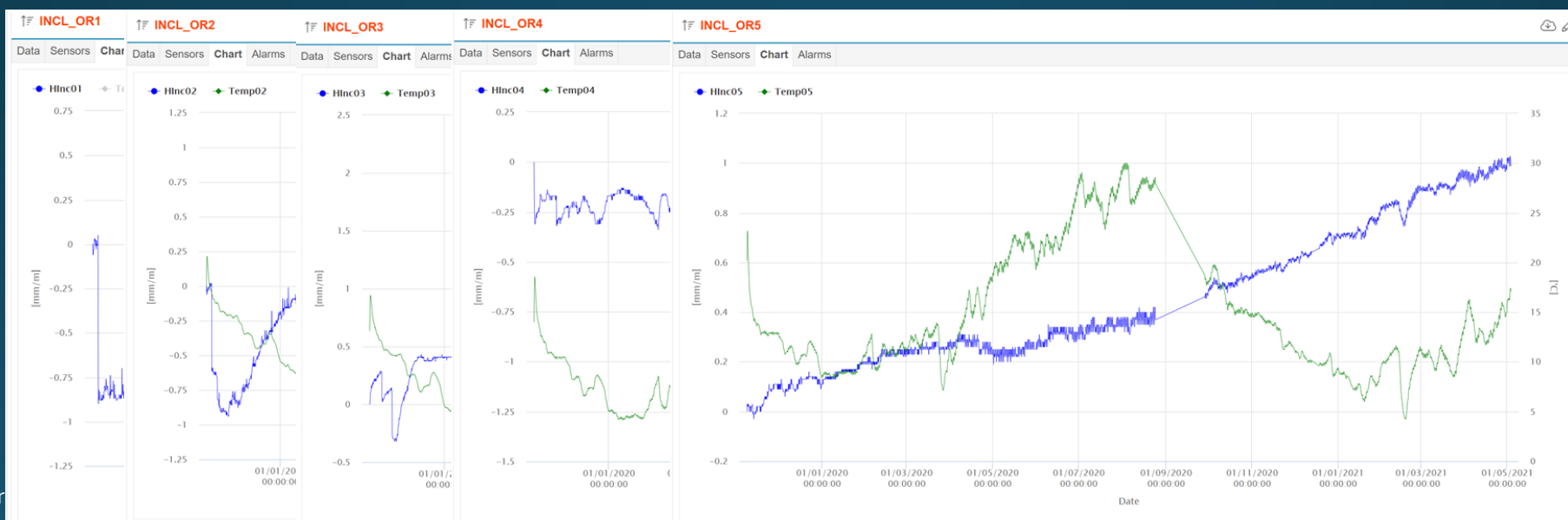
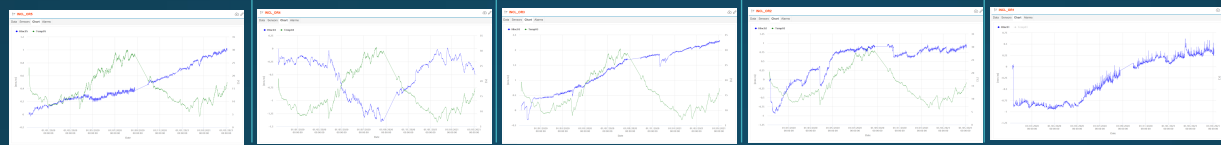
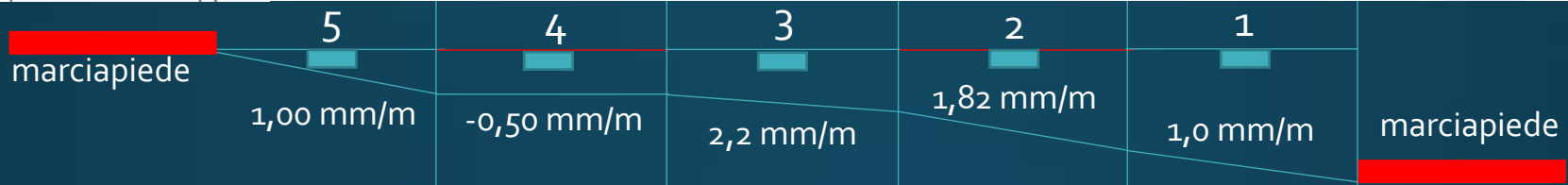
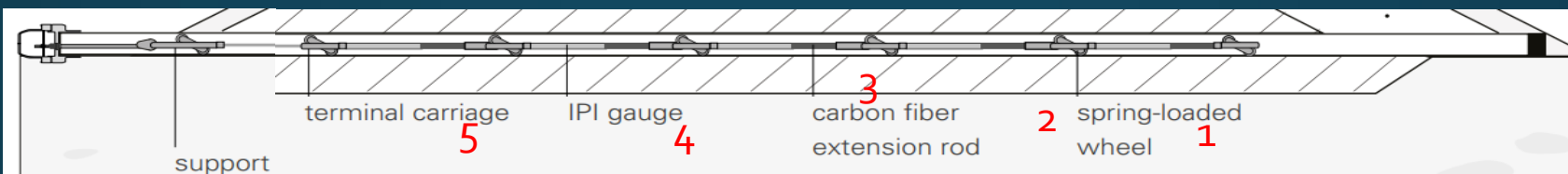
c) estensimetri multiforo



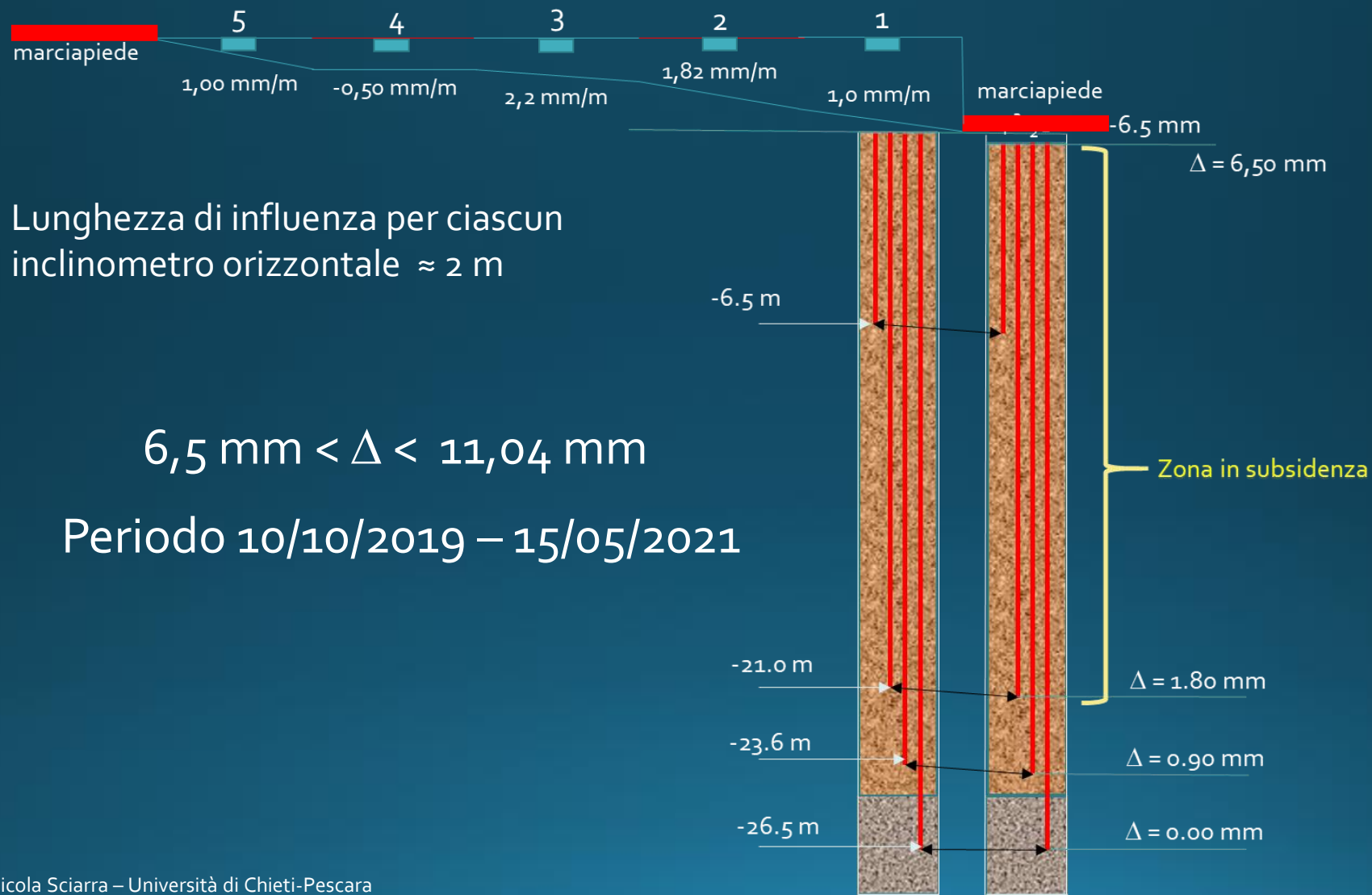


Livello marciapiede





Correlazione Estensimetri ed inclinometri orizzontali



Lunghezza di influenza per ciascun inclinometro orizzontale ≈ 2 m

$$6,5 \text{ mm} < \Delta < 11,04 \text{ mm}$$

Periodo 10/10/2019 – 15/05/2021

Sommario delle attività di Fase 2

- 1 - Sintesi dei risultati Fase 1
- 2 - Schema delle peculiarità idrogeologiche
- 3 - Ricostruzione del modello geologico del sottosuolo
 - a) recupero vecchie indagini geologiche
 - b) esecuzione di nuove indagini
 - Carotaggi e installazione di piezometri automatizzati
 - Prove di permeabilità
 - Geoelettrica
 - c) restituzione topografica in modalità UAV
- 4 - Indagine diagnostica (monitoraggi esistenti)
 - a) clinometri da parete
 - b) fessurimetri
 - c) estensimetri multiforo
 - d) inclinometri orizzontali
- 5 - Ricostruzione del reticolo idraulico sotterraneo**
- 6 - Linee progettuali di intervento

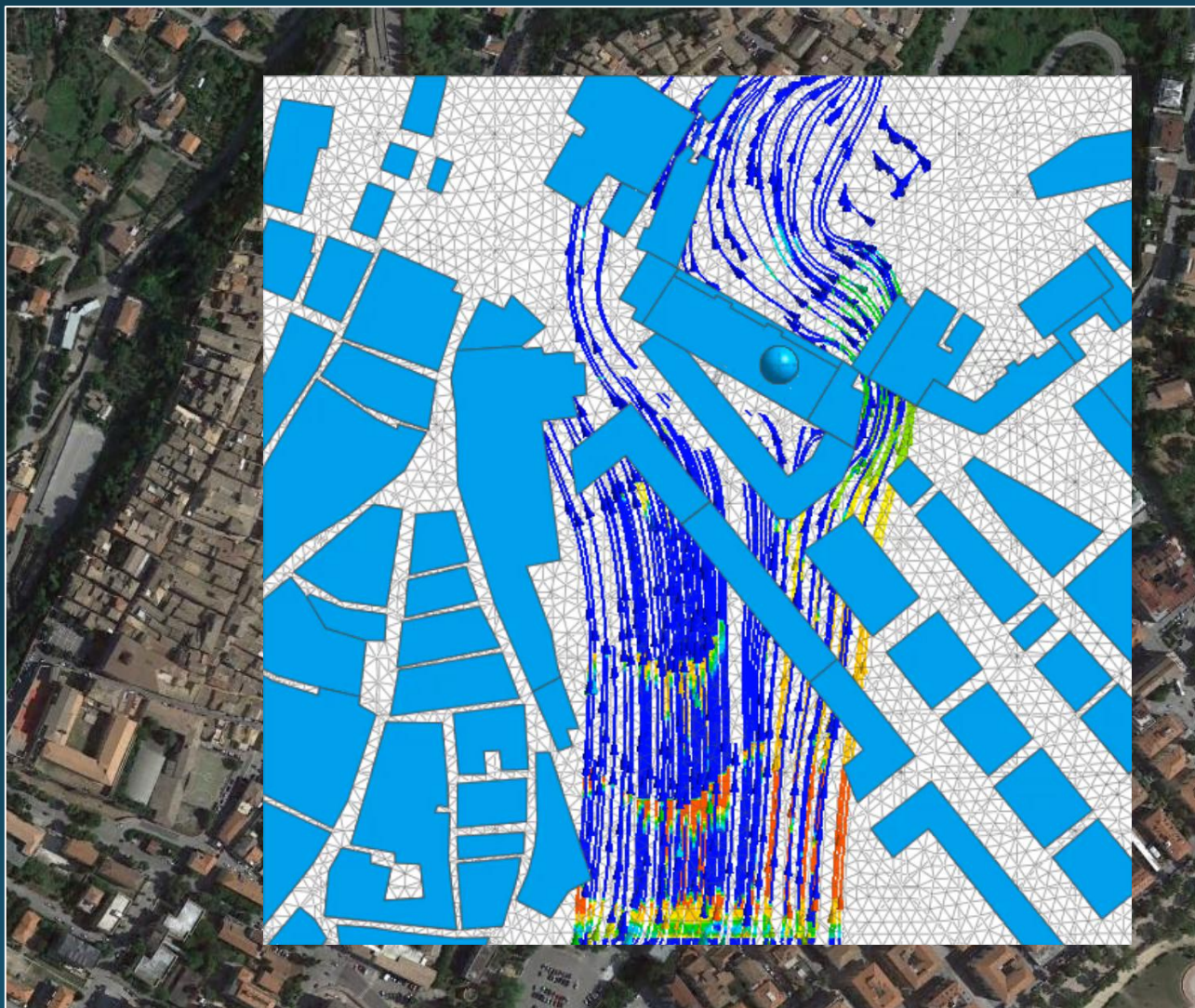
5 - Ricostruzione del reticolo idraulico sotterraneo

Città: **Lanciano (CH)**
In studio: 300 x 300 m



Target: Fosso La Pietrosa,
Piazza Pietrosa, Ponte di
Diocleziano

Fase di lavoro: Andamento
dei flussi



**Afflusso idrico
Fosso La Pietrosa**



Flusso idrico
Fosso Malvò



Sommario delle attività di Fase 2

- 1 - Sintesi dei risultati Fase 1
- 2 - Schema delle peculiarità idrogeologiche
- 3 - Ricostruzione del modello geologico del sottosuolo
 - a) recupero vecchie indagini geologiche
 - b) esecuzione di nuove indagini
 - Carotaggi e installazione di piezometri automatizzati
 - Prove di permeabilità
 - Geoelettrica
 - c) restituzione topografica in modalità UAV
- 4 - Indagine diagnostica (monitoraggi esistenti)
 - a) clinometri da parete
 - b) fessurimetri
 - c) estensimetri multiforo
 - d) inclinometri orizzontali
- 5 - Ricostruzione del reticolo idraulico sotterraneo
- 6 - Linee progettuali di intervento**

SINTESI DELLE CRITICITA'

Il sistema drenante al di sotto di piazza D'Amico è attualmente insufficiente o forse del tutto inefficiente creando condizioni di sovrasaturazione dei terreni di riporto in concomitanza di eccezionali fenomeni piovosi.

Ciò favorisce l'insorgere di moti di filtrazione interni che creano condizioni di dilavamento e trasporto dei materiali fini, creando ulteriori vuoti all'interno dei terreni di riporto. Da qui i fenomeni di sifonamento lamentati sul piano fondale di alcuni edifici di Corso Trento e Trieste.

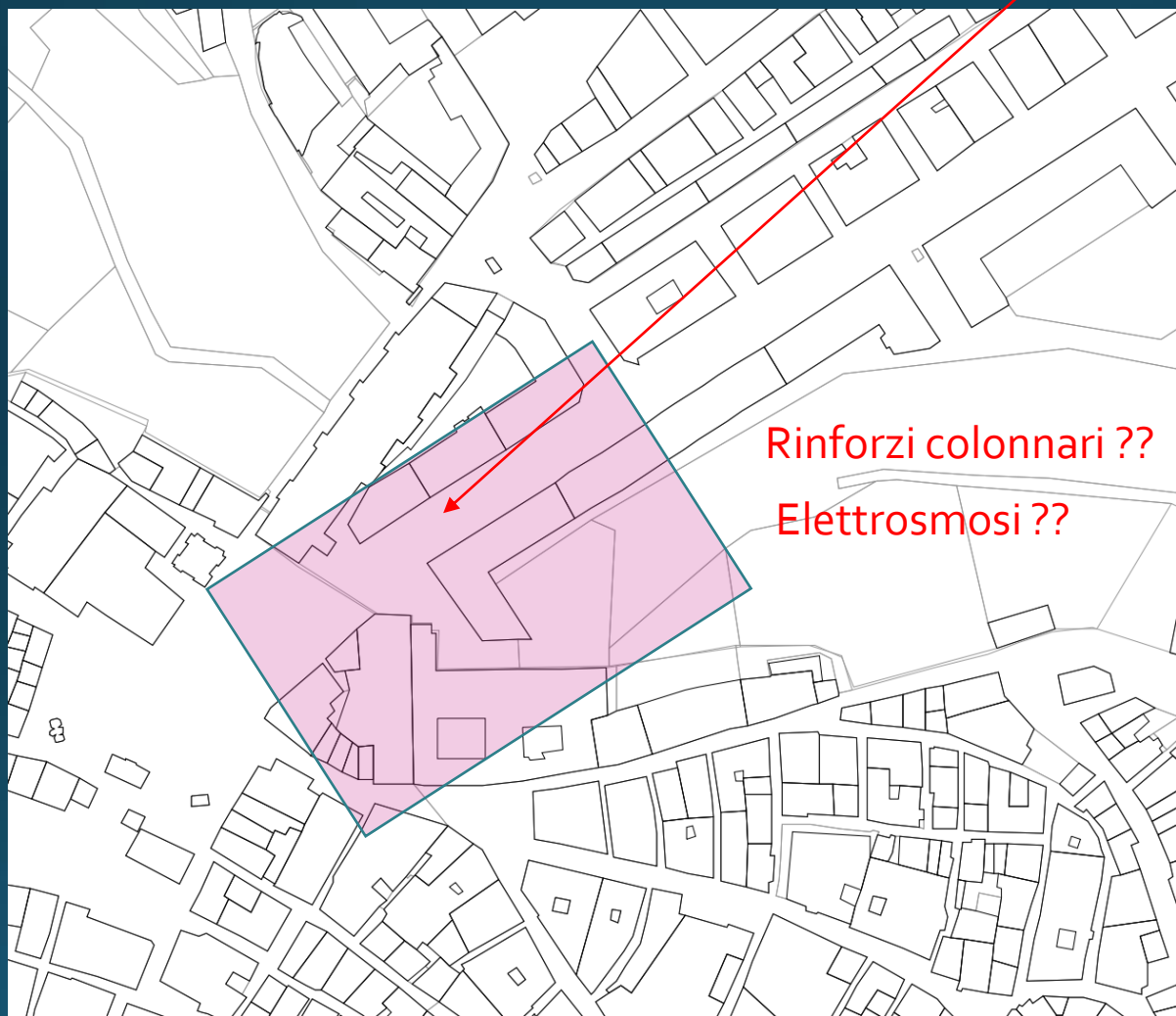
Nella zona di Via Corsea 2 il reticolo fognario è danneggiato e insufficiente a contenere afflussi straordinari di acque meteoriche. Le acque bianche e nere si sovrappongono e si mescolano con le acque di filtrazione interna naturale.

E' recente un incarico, commissionato dall'Amministrazione Comunale, di un minuzioso rilevamento di tutte le condutture fognarie specificandone la posizione planimetrica, le dimensioni e lo stato di consistenza quando possibile. Sono state individuate anche alcune cavità generate dall'attività di dilavamento delle acque sotterranee.

IPOTESI PROGETTUALI

- Potenziamento del sistema di monitoraggio e ripristino dei sistemi early warning già presenti sul territorio comunale
- Consolidamento del costruito con elementi rigidi di sottofondazione
- Consolidamento del terreno di riporto nell'areale compreso tra la parte bassa di Corso Trento e Trieste e Piazza Plebiscito
- Nuovo collettore fognario a partire da via Corsea 2 che raccolga le acque reflue e nere fino al di sotto del Mercato di piazza Garibaldi
- Sistema di drenaggio delle acque di filtrazione (a partire da piazza D'Amico) con collettore centrale e pozzi drenanti (profondità 25 m)

Zona da consolidare

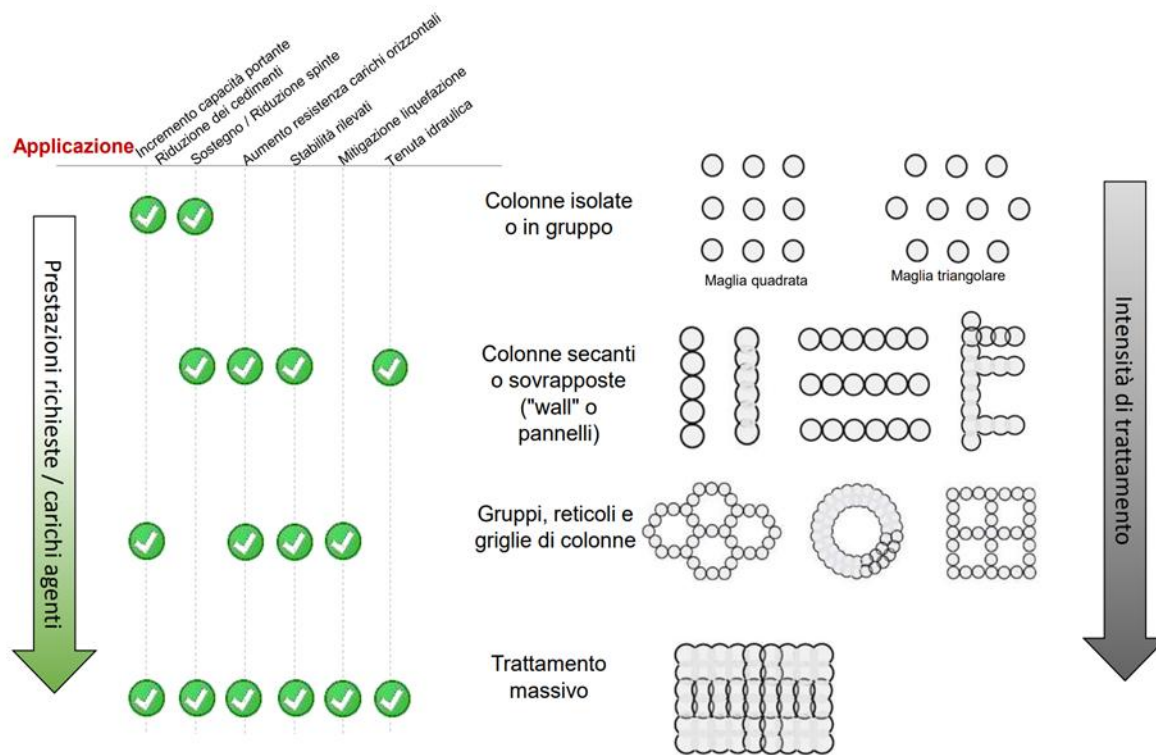


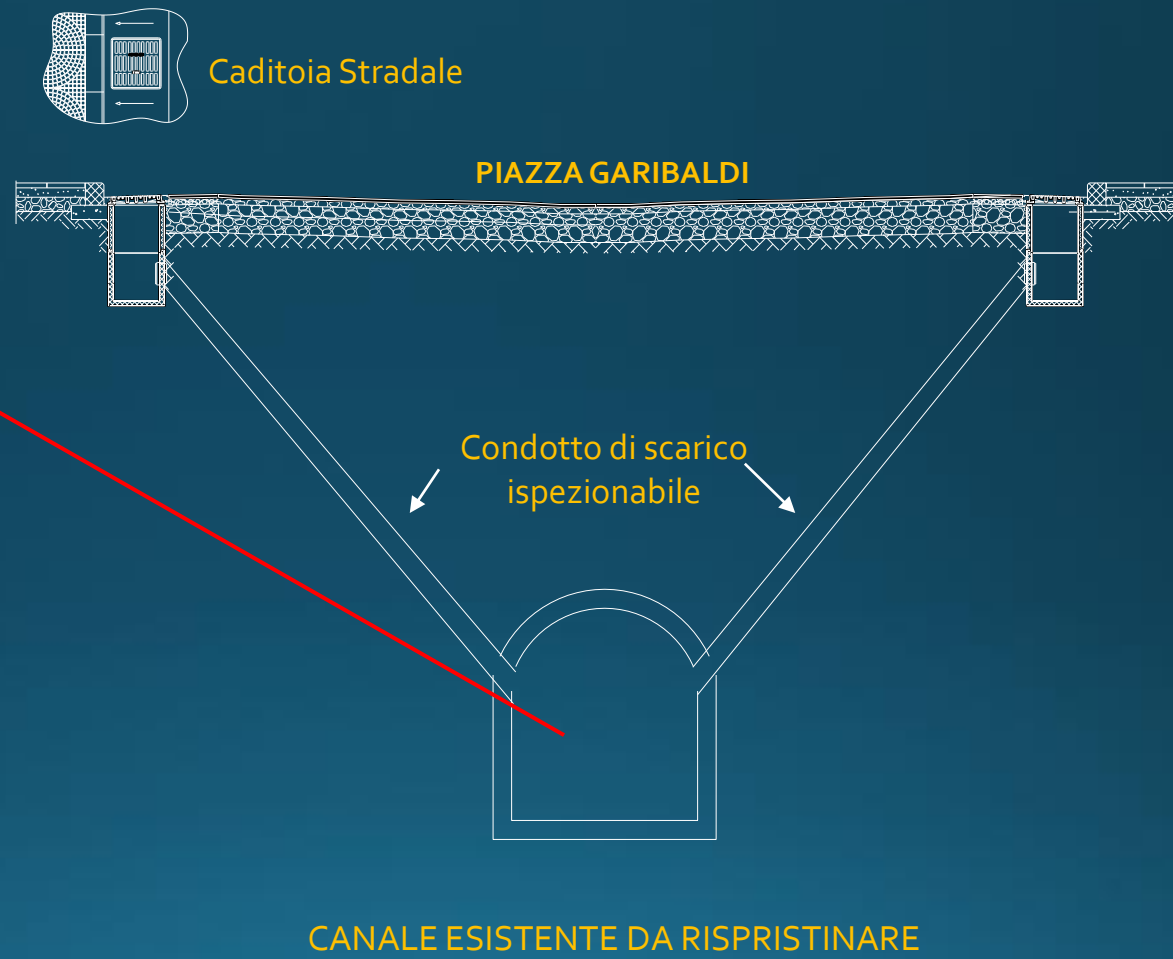
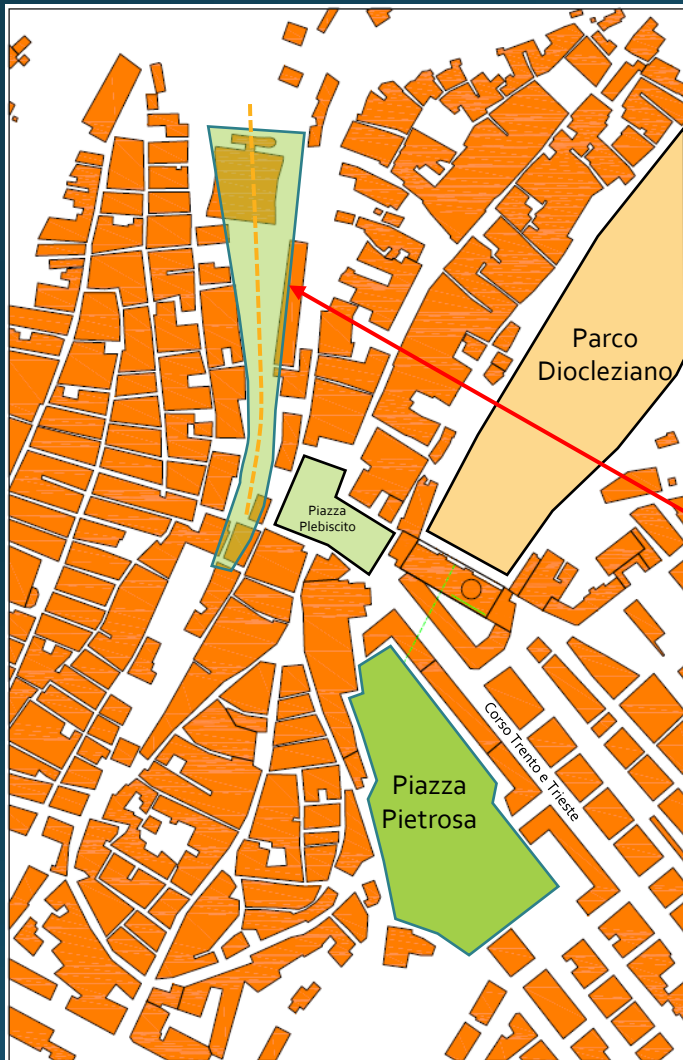
Rinforzi colonnari ??
Elettrosmosi ??

La tecnica del Soil Mixing consiste nell'inserimento nel terreno di un utensile rotante su cui sono calettate delle eliche miscelatrici, che assicurano la disaggregazione ed il rimescolamento del terreno con agenti leganti per la costituzione di elementi colonnari consistenti

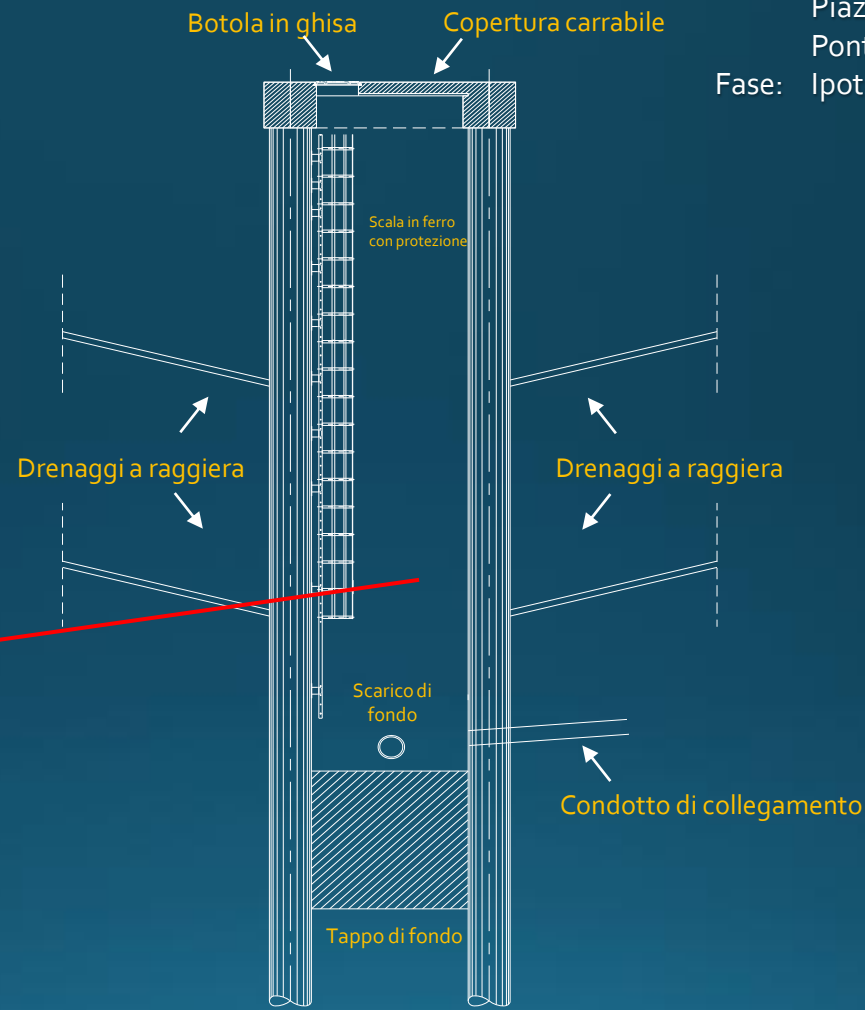
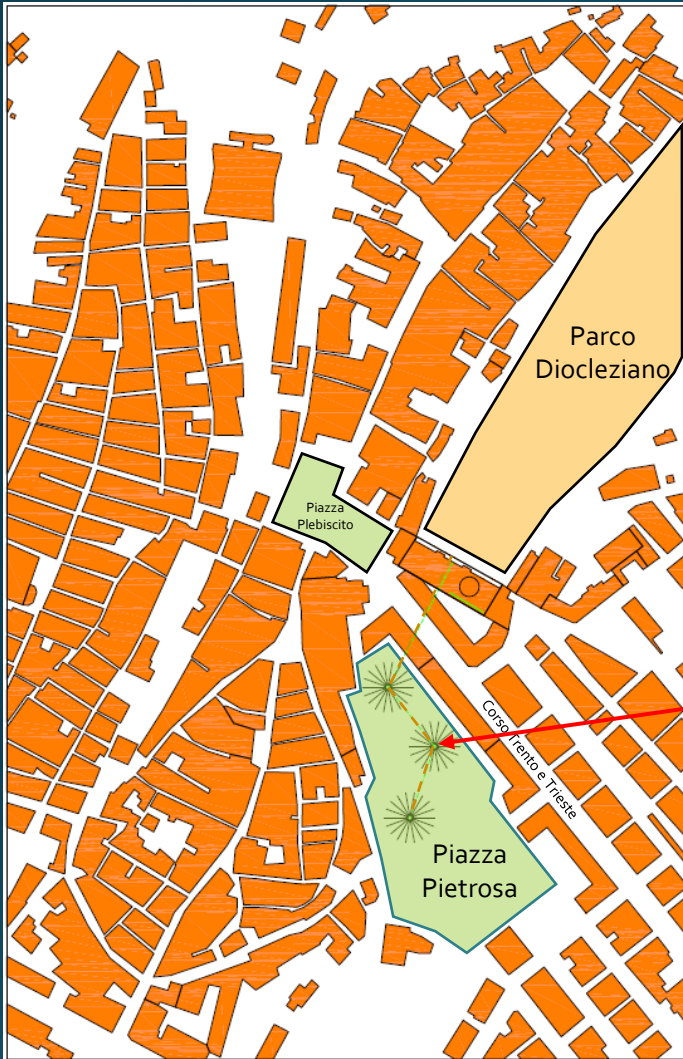


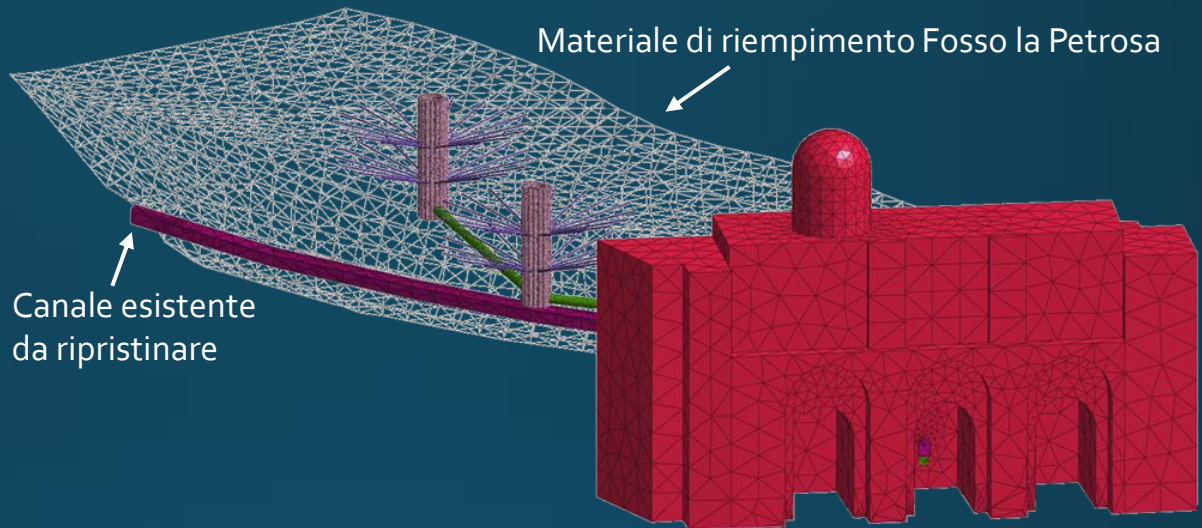
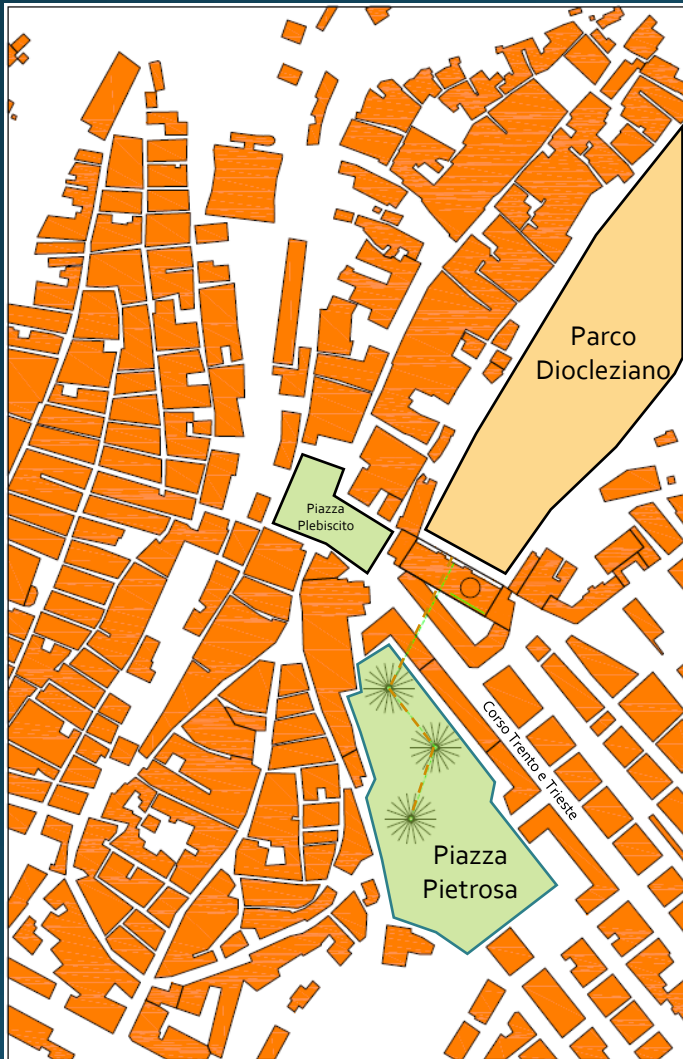
Geometrie di trattamento





Città: Lanciano (CH)
Target: Fosso Pietroso
Piazza Pietrosa
Ponte di Diocleziano
Fase: Ipotesi di intervento

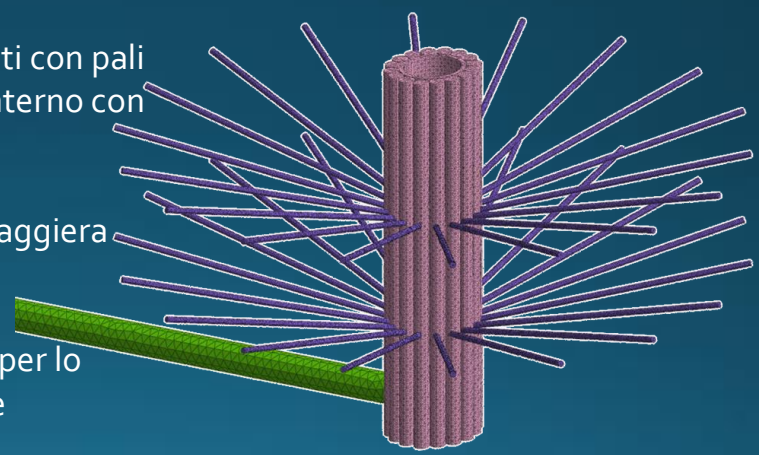


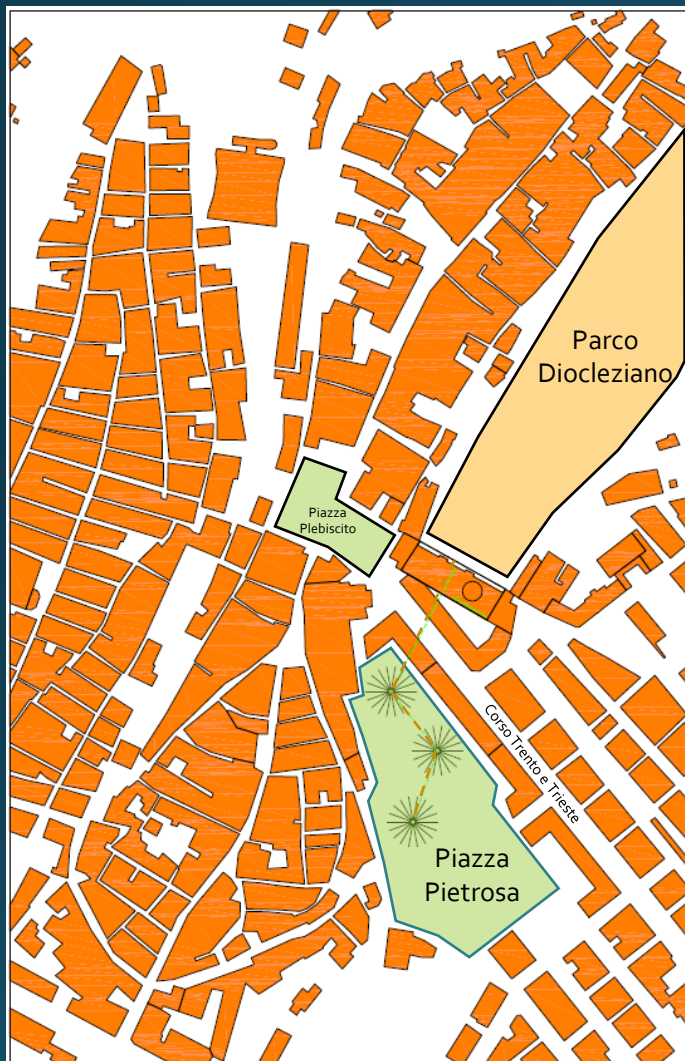


Pozzi di raccolta realizzati con pali secanti e rivestimento interno con parete di calcestruzzo.

Dreni sub-orizzontali a raggiera disposti su due livelli.

Canale di collegamento per lo smaltimento delle acque



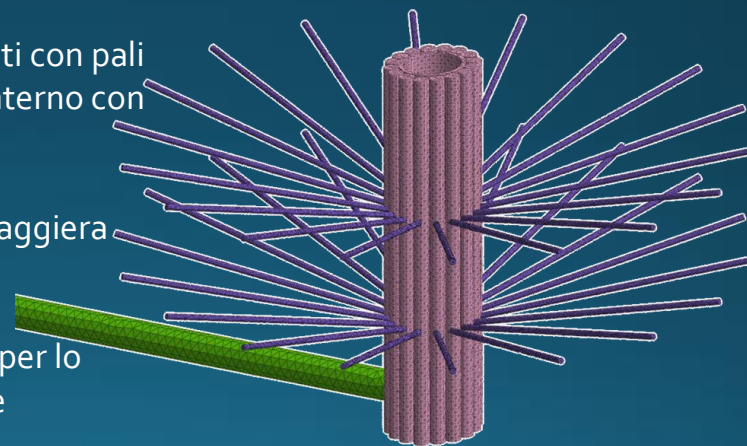


Smaltimento delle acque con canale di Scarico sotto il ponte Diocleziano, in prossimità del canale esistente

Pozzi di raccolta realizzati con pali secanti e rivestimento interno con parete di calcestruzzo.

Dreni sub-orizzontali a raggiera disposti su due livelli.

Canale di collegamento per lo smaltimento delle acque



CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Si dà atto che le problematiche idrogeologiche del Centro Storico di Lanciano abbiano avuto origine da una urbanizzazione, in epoca storica, non idonea con la natura geologica dei luoghi.

Il riempimento con terreni di riporto di impluvi naturali ha complicato l'assetto idraulico del sottosuolo comportandone nel tempo il differente addensamento e permeabilità.

Le indagini eseguite hanno permesso di definire le disomogeneità interne, di evidenziare zone di saturazione da drenare e di determinare le più idonee tipologie di intervento sia per migliorare le caratteristiche interne dei terreni sia per realizzare opportune opere di drenaggio e/o smaltimento delle acque di filtrazione e fognarie.



(immagini fornite dal Dott. Geol. Luigi Carabba)

Grazie,
ns