

Regione: Marche	Provincia: Fano	Comune: Fano
Ente di riferimento: Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per le province di Ravenna, Forlì-Cesena e Rimini		
Committenza: Comune di Fano	Direzione scientifica: Ilaria Venanzoni	
Elaborato a cura di: Laura Cerri	Direttore cantiere: Laura Cerri	

Cantiere:

Fano (PU), via Vitruvio 12

Tipo di indagine:

Prospezione geofica

Titolo elaborato:

Relazione tecnica indagini georadar



novembre 2023

Indice

I. DATI DI RIFERIMENTO.....	4
III. DESCRIZIONE METODOLOGICA ED ESITO DELL'INDAGINE.....	7
IV. CONCLUSIONI.....	14
V. ALLEGATI.....	15

Tavola

Comune di Fano Prot.0118128-30/11/2023-c_d488-PG-0042-00060005-A 1573

I. DATI DI RIFERIMENTO

Collocazione cantiere: Fano (PU), via Vitruvio 12

Periodo indagini: novembre 2013

Intervento: INDAGINE GEORADAR

Committenza: Comune di Fano – Settore Urbanistica

Direzione scientifica indagini archeologiche: dott.ssa Ilaria Venanzoni– SABAP – AN-PU

Esecuzione indagini archeologiche: adArte srl, Rimini

Responsabile prospezioni geofisiche: Laura Cerri

II. INTRODUZIONE

In data 15 Novembre 2023 è stata eseguita un'indagine georadar ad alta risoluzione in via Vitruvio nel centro storico di Fano (fig. 1). Le indagini hanno interessato un tratto della via ed una piccola area all'interno del cantiere di scavo al civico12 (fig. 2).

Le attività, commissionate alla società Ad Arte S.r.l. da parte del Comune di Fano, come da accordi intercorsi con la SABAP AN-PU (rif. prot. MIC|MIC SABAP-AN-PU UO2|26/10/2023|0012032-P), rientrano nell'ambito del progetto di indagini archeologiche volte ad esplorare l'edificio a carattere pubblico-monumentale messo in luce durante i lavori di riqualificazione della palazzina sita in via Vitruvio 12 e forse riferibile alla celebre Basilica di Vitruvio (fig. 3).

Le indagini georadar sono state eseguite per conto di Ad Arte S.r.l. dalla dott.ssa Laura Cerri, archeologa specialista in prospezioni geofisiche ed archeologa di Fascia I, che si è occupata sia della parte relativa ai rilevamenti sul campo che dell'elaborazione ed interpretazione dei dati.

Le indagini si sono rese necessarie per verificare la presenza di eventuali strutture archeologiche in corrispondenza di via Vitruvio e per individuare ulteriori strutture ed evidenze archeologiche all'interno dell'area di scavo al civico 12. Le indagini risultano anche propedeutiche per le future scelte di progettazione relative all'area e per la richiesta di eventuali ulteriori finanziamenti mirati a svolgere nuove attività di scavo archeologico e di valorizzazione dell'area.

Le prospezioni hanno compreso l'acquisizione dei dati sul campo, il *processing* dei dati raccolti, ovvero la loro elaborazione attraverso specifici *softwares*, la rappresentazione grafica degli stessi e la redazione della presente relazione tecnica che descrive la metodologia usata, le fasi del lavoro svolto e l'interpretazione dei risultati in relazione agli obiettivi delle indagini.



Fig. 1 Localizzazione dell'area di indagine



Fig. 2 Aree indagate con la prospezione georadar



Fig. 3 Area di scavo in via Vitruvio 12

III. DESCRIZIONE METODOLOGICA ED ESITO DELL'INDAGINE

Il Ground Penetrating Radar (GPR), più comunemente noto come georadar, è un metodo che si basa sulla propagazione nel terreno di impulsi elettromagnetici con frequenze comprese tra 10 e 3000 MHz e sulla registrazione di segnali riflessi/diffratti da discontinuità geometriche o variazioni di caratteristiche elettriche del sottosuolo, ed è ormai diventato uno dei metodi geofisici di indagine più frequentemente impiegati per la ricerca di strutture archeologiche sepolte. Infatti, se la profondità e le dimensioni dei corpi da individuare sono compatibili con la penetrazione e la propagazione che gli impulsi sono in grado di raggiungere, questo metodo è in grado di individuare le strutture archeologiche con grande dettaglio determinandone anche la profondità.

Il metodo GPR si basa sulla trasmissione di impulsi elettromagnetici (radar) ad alta frequenza nel terreno e sulla misura del tempo trascorso tra la trasmissione e la ricezione in superficie degli impulsi stessi (fig. 4). Il georadar emette impulsi elettromagnetici attraverso un'antenna trasmittitrice che si propagano, sotto forma di onde, nei mezzi investigati (strati di terreno, strutture, oggetti sepolti ecc.) e procedono sempre più in profondità mentre parte dell'energia viene riflessa dalle discontinuità o disomogeneità incontrate e ripercorre il tragitto inverso fino ad essere captata dal ricevitore. In generale, le riflessioni possono essere generate da variazioni delle proprietà elettriche del terreno, da variazioni di contenuto d'acqua, cambiamenti litologici, dall'interfaccia tra terreno circostante e oggetti di natura antropica (ad esempio tubazioni, serbatoi, reperti archeologici), oppure dalla presenza di cavità nel terreno. I georadar hanno antenne di varie frequenze e a seconda del tipo di antenna impiegata si possono raggiungere profondità di investigazione più o meno consistenti e dettagli più o meno accurati. I risultati dell'indagine dipenderanno, quindi, dal tipo di terreno investigato (litologia), dalla frequenza dell'antenna utilizzata, dalle regolazioni strumentali imposte dall'operatore in base alla propria esperienza e dal grado di umidità del terreno.

Per definire in modo preciso e dettagliato le caratteristiche geometriche e volumetriche delle strutture archeologiche sepolte, la prospezione georadar viene eseguita secondo profili paralleli e perpendicolari, la cui interdistanza dipende dalle dimensioni medie ipotizzate dei corpi sepolti e deve risultare inferiore o uguale a tali dimensioni. Dopo avere compiuto l'acquisizione in campagna e dopo un'elaborazione dei profili registrati, le anomalie individuate sulle singole sezioni radar (che rappresentano il piano verticale in corrispondenza delle singole direzioni dei profili di acquisizione) vengono riportate su una mappa, corrispondente in pianta all'area investigata, e correlate con quelle provenienti dai profili adiacenti. Si ottiene così una matrice tridimensionale del sottosuolo investigato (volume del sottosuolo) dalla quale è possibile ricavare piante a determinate profondità o tempi, dette *time-slices*. In questo modo è possibile ottenere, per la zona investigata, una visione planimetrica a diverse profondità nella quale compaiono le anomalie poste alla stessa quota (fig. 5).

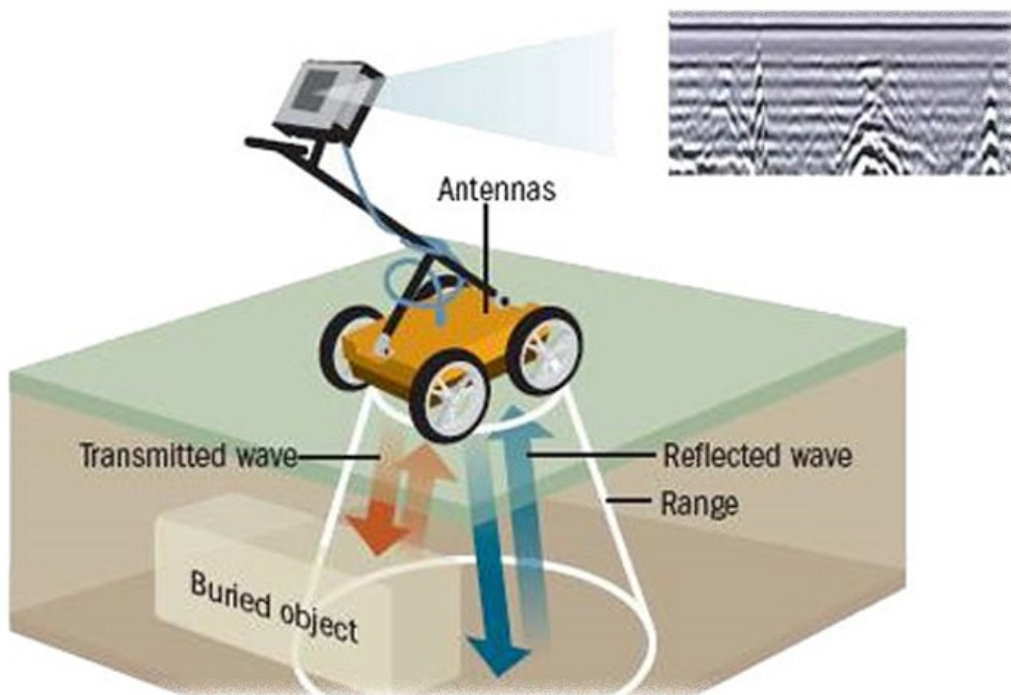


Fig. 4 Schema di funzionamento del GPR

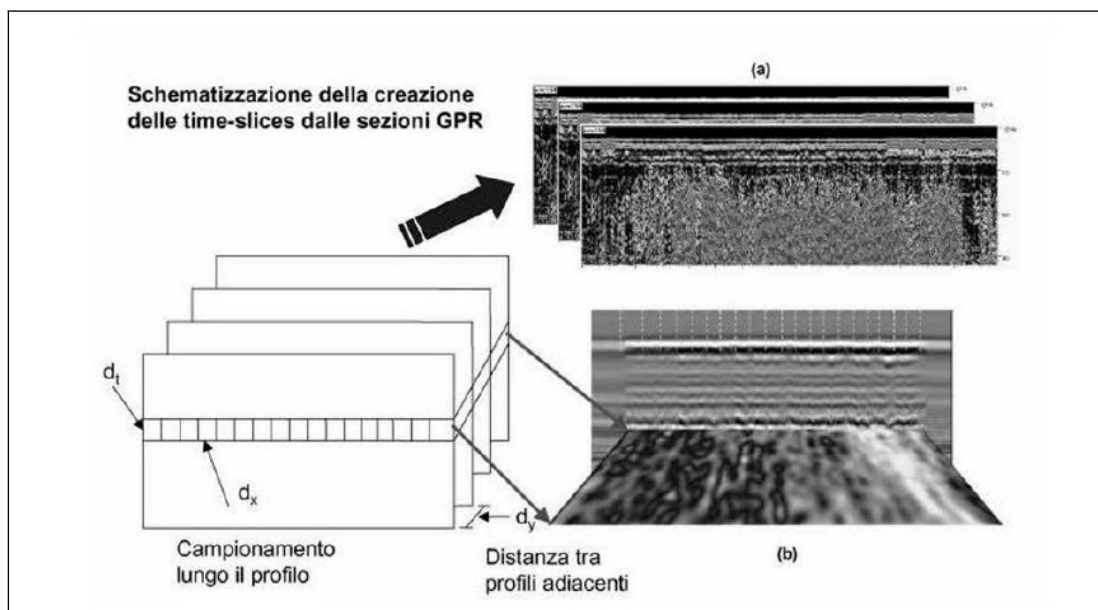


Fig. 5 Esempio di profili georadar (sezioni verticali) e schema di realizzazione delle *time-slices* a partire dalle sezioni verticali

Le aree in oggetto sono state indagate impiegando il sistema georadar GS8000 Proced della ScreeningEagle equipaggiato con un sistema *step frequency* (ad onde continue a frequenza modulata) con gamma 40-3440 MHz dotato di GPS per il posizionamento dei dati e di App *Subsurface* per la registrazione dei dati e per una prima elaborazione sul campo (figg. 6-7).

Le aree sono state indagate con obiettivi ben precisi: in via Vitruvio verificare la presenza di strutture murarie e/o di un eventuale tracciato stradale al di sotto dell'attuale via,

mentre all'interno dell'area di cantiere l'indagine è stata eseguita per individuare l'eventuale continuazione dei muri giù messi in luce con lo scavo, definire i limiti degli ambienti e localizzare la presenza di resti pavimentali associabili a quelli emersi nello scavo.

All'interno dell'area di scavo le indagini hanno interessato solo una piccolissima porzione di terreno compresa tra i due saggi di scavo, in quanto il resto dell'area è attualmente occupata dal cumulo di terra e dal basamento sui quali era stata alloggiata la gru (fig. 8), per cui le indagini hanno potuto interessare una superficie molto limitata di pochi metri quadri.

In entrambe le aree investigate l'indagine georadar è stata eseguita con percorso libero tracciato con GPS lungo profili paralleli e perpendicolari al fine di ottenere una maggior definizione (fig. 9). Il *processing* dei dati è stato effettuato con il software *GPR-Insights 3* applicando solo alcuni filtri principali (*time zero*, *background removal* e *gain* automatico) per un'ottimizzazione dei dati e una migliore visualizzazione delle anomalie, evitando un *over processing* che avrebbe potuto comportare la perdita di dati utili.



Fig. 6 Georadar GS8000 Proceq



Fig. 7 Una fase di acquisizione dati in via Vitruvio



Fig. 8 Vista generale dell'area di scavo



Fig. 9 Tracciati GPS dell'indagine in via Vitruvio e nell'area di scavo

Via Vitruvio. L'indagine georadar ha permesso di investigare il terreno fino ad una profondità massima di circa 2 m con l'antenna ad alta frequenza, mentre la bassa frequenza è giunta fino ad una profondità massima di circa 8 m, ma oltre i 2.50/3 m il segnale si disperde, probabilmente per motivi litologici che potrebbero essere legati alla presenza di argilla e/o sabbia umida che compongono il substrato geologico.

L'indagine ha permesso di individuare e localizzare numerosi sottoservizi, tra i quali la fognatura, con allacci laterali, posta al centro della via e che la percorre per tutta la sua lunghezza con quote comprese tra -0.50/0.70 m sul lato verso Piazza degli Avveduti e -1/1.30 m verso la chiesa di Sant'Agostino (figg. 10-11). Sulla base dei dati radar la fogna è attestata fino ad una profondità di circa -2/2.20 m.

Sulla base dei dati georadar non risultano strutture murarie o altre evidenze di natura archeologica al di sotto del piano stradale attuale.

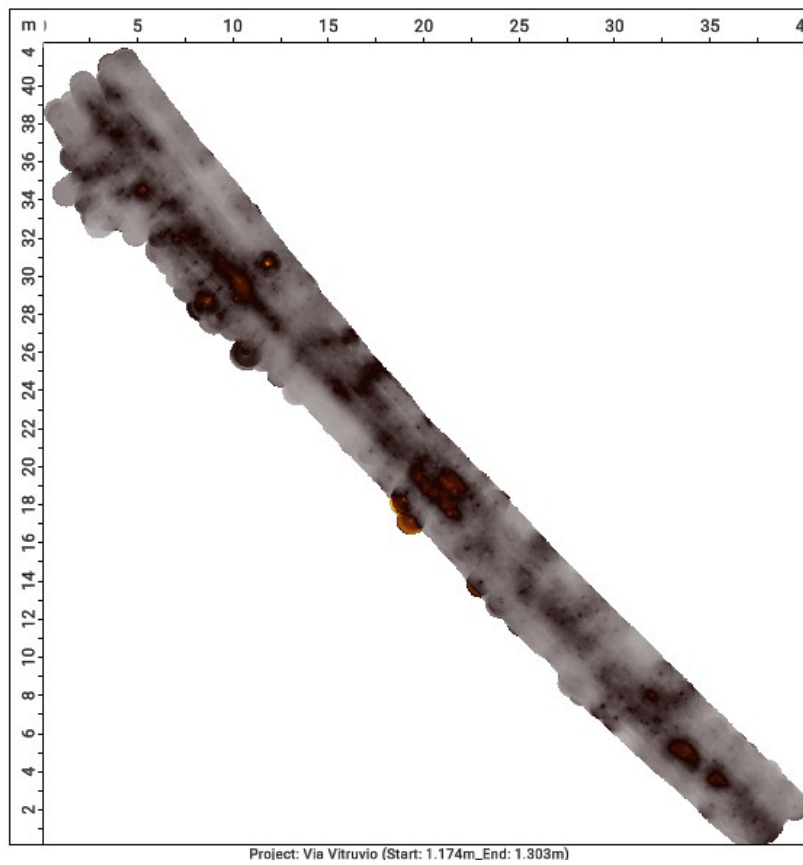


Fig. 10 Time-slices a circa 1.17-1.30 m di profondità (elaborazione L. Cerri)

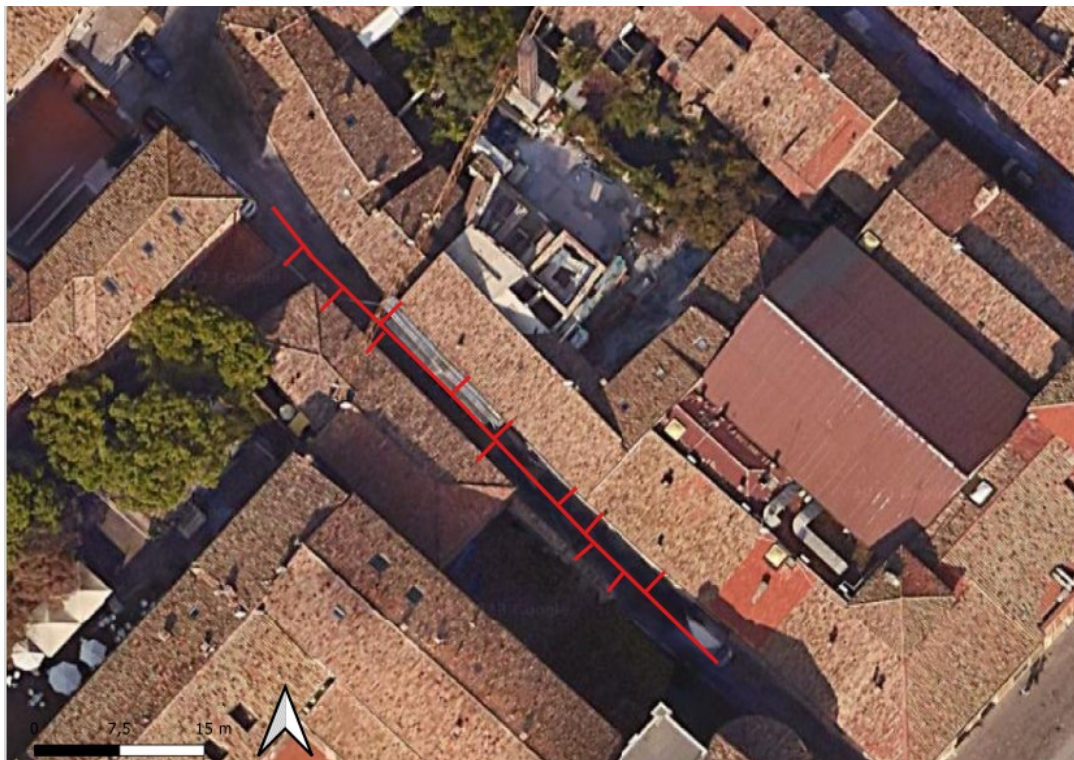


Fig. 11 Interpretazione dei risultati (elaborazione L. Cerri)

Area di scavo. L'indagine georadar ha permesso di investigare il terreno fino ad una profondità massima di circa 1.80 m con l'antenna ad alta frequenza, mentre la bassa frequenza è giunta fino ad una profondità massima di circa 5 m, ma oltre i 2.5/3 m il segnale si disperde, probabilmente per motivi litologici che potrebbero essere legati alla presenza di argilla e/o sabbia umida che compongono il substrato geologico.

L'indagine ha permesso di individuare la prosecuzione delle strutture murarie messe in luce nello scavo, le cui creste affiorano già nei primi centimetri investigati, e alcune anomalie che potrebbero essere riferibili a lacerti di piani pavimentali posti ad una quota di circa 2/2.20 m di profondità dal piano di cantiere da cui ha avuto origine l'indagine georadar (figg. 12-13).

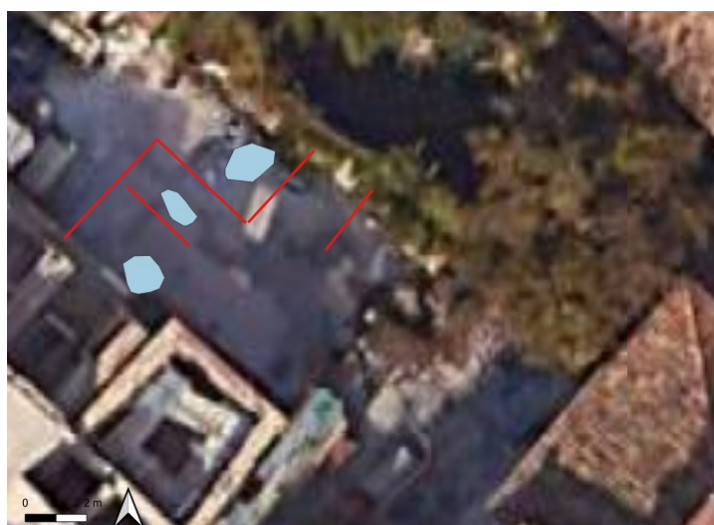


Fig. 12 Interpretazione dei risultati (elaborazione L. Cerri)

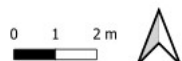


Fig. 13 Anomalie georadar su ortofoto dello scavo (elaborazione L. Cerri)

IV. CONCLUSIONI

Le indagini hanno permesso di integrare la planimetria delle strutture messe in luce con lo scavo con l'individuazione del muro di chiusura dei vani, ma i dati ottenuti non permettono di avanzare ulteriori ipotesi riguardo l'interpretazione dell'edificio che risulta tuttora incerta.

Per quanto riguarda i dati ottenuti lungo via Vitruvio, i risultati dell'indagine georadar suggeriscono di escludere l'idea di eseguire un saggio di scavo sulla via a causa della presenza dei numerosi sottoservizi, come risulta anche dai risultati dell'indagine georadar fatta eseguire dal Comune per mappare i sottoservizi (fig. 14).

Non si esclude che la fogna posta al centro della via possa ricalcare il tracciato di un condotto fognario di epoca romana, anche se l'attuale condotta risulta essere moderna, come verificato grazie ad un'ispezione di Aset S.p.A.

PLANIMETRIA - TRACCE

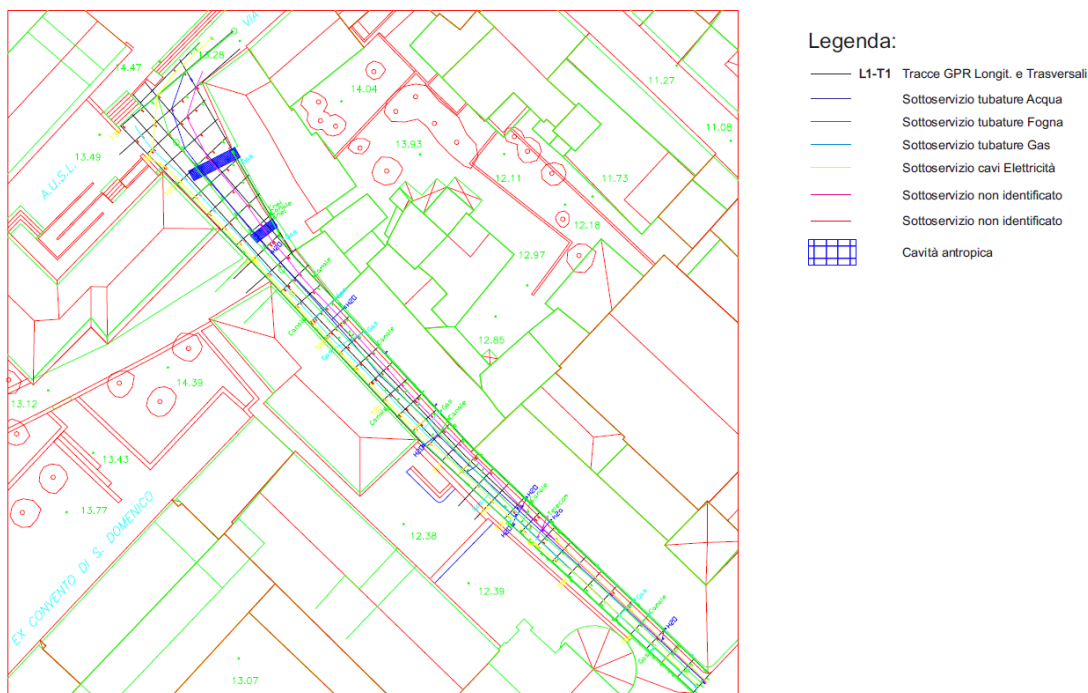


Fig. 14 Sottoservizi lungo via Vitruvio individuati con l'indagine georadar eseguita dalla Geco S.r.l. per conto del Comune di Fano

per adArte srl
dott.ssa Laura Cerri




Laura Cerri

V. ALLEGATI

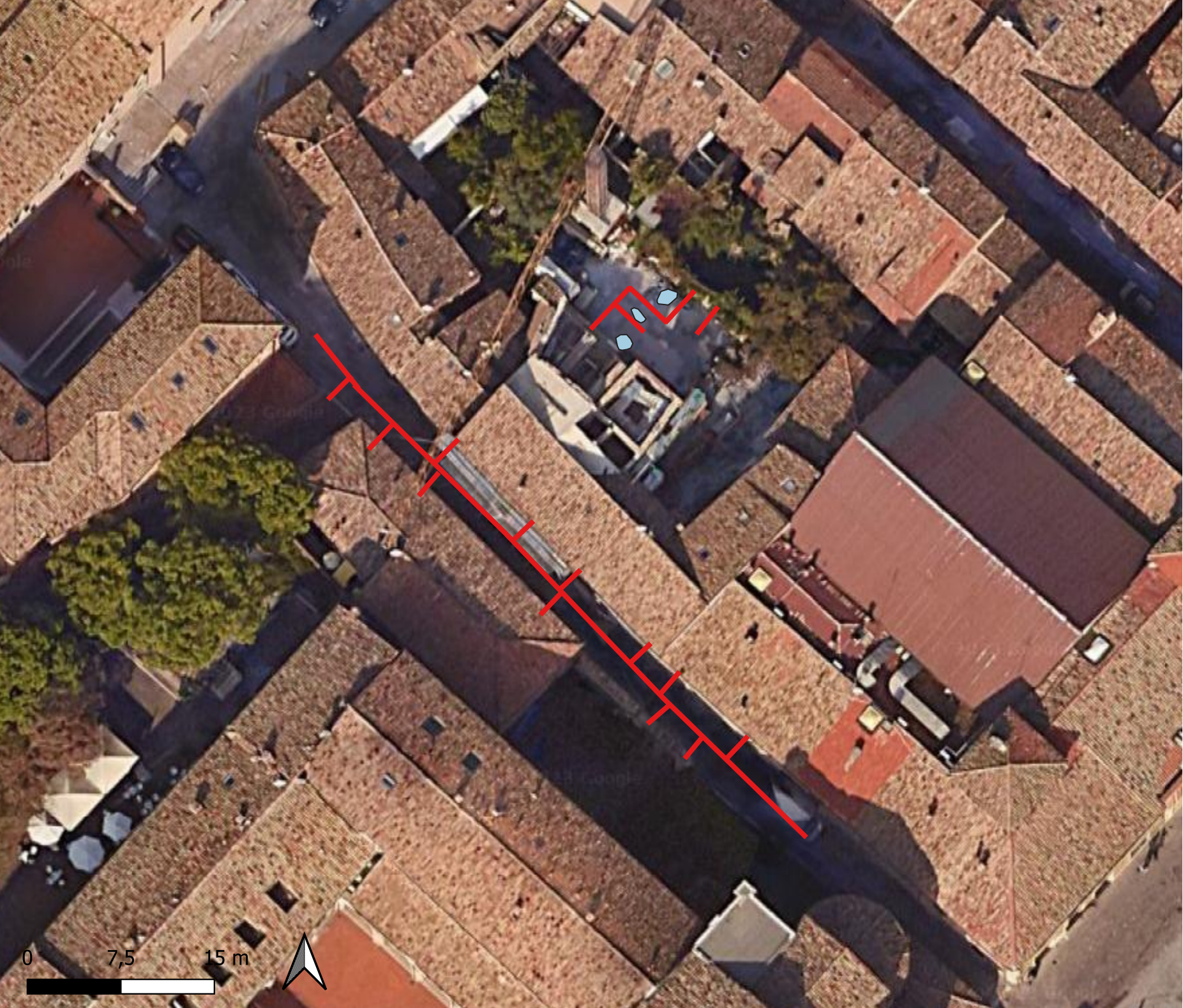
Tavola

Comune di Fano Prot.0118128-30/11/2023-c_d488-PG-0042-00060005-A 1573

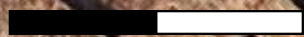
TAVOLA 1
Fano, via Vitruvio
Indagine Georadar

anomalie_GPR_via 
anomalie_GPR_scavo_piani 
anomalie_GPR_scavo 

Google Satellite



0 7,5 15 m



ot.0118128-30/11/2023-c_d488-PG-0042-00060005-A 1573