

REGIONE BASILICATA PROVINCIA DI MATERA COMUNE DI TRICARICO

"PROGETTO DEFINITIVO DI UN IMPIANTO DI COGENERAZIONE A
BENEFICIO DELL'OSPEDALE DISTRETTUALE "ROCCO
MAZZARONE" DI TRICARICO (MT)"

CIG ZB22278274 - CUP B63D17001400005



ELABORATO

RELAZIONE DI FINE CAMPAGNA
INDAGINI GEORADAR

COMMITTENTE:

Geol. Massimo BAVUSI

POTENZA

Digitally signed by

Massimo Bavusi
2020-12-16 00:08:17 +0100

IL TECNICI:

Geol. Donato PERNIOLA

Geol. Vincenzo DOTTORINI

GEOSOLUTION s.r.l.

Via del Mercato, 2
Castellaneta (TA)
P.IVA 03031400736

DATA:

AGOSTO 2018



Via del Mercato n. 2 - 74011 Castellaneta (TA)
P.Iva 03031400736 - Tel. 328/4710530 - 320/3372247
e-mail: geosolutionsrl@gmail.com - PEC: geosolutionsrl@pec.it

SOMMARIO

1. PREMESSA	2
2. SITO DI INDAGINE	3
3. INDAGINE GEORADAR	5
3.1. LIMITI OPERATIVI	6
3.2. PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO	7
3.3. CALIBRAZIONE DELLE MAPPE RADAR	8
3.4. STRUMENTAZIONE E METODOLOGIA ADOTTATA	11
4. INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI	12
5. RADARGRAMMI	15
5.1. TRATTO AB	15
5.2. TRATTO BC	18
5.3. TRATTO CD	24
5.4. TRATTO DE	32
5.5. TRATTO DF	38

Allegati:

TAVOLA 1 Planimetria con Swat eseguite e anomalie individuate

1. PREMESSA

La presente relazione tratta delle indagini GPR (Ground Penetrating Radar), eseguite in un'area sita nel Comune di Tricarico in prossimità dell'Ospedale Distrettuale "Rocco Mazzarone".

Dette indagini sono state condotte al fine di ottenere informazioni relative alla possibile presenza di sottoservizi lungo il percorso previsto per la distribuzione di elettricità e acqua sanitaria ottenute da un impianto di cogenerazione.

A tale scopo è stata predisposta una campagna di indagini georadar, condotta in data 09/08/2018, ed eseguita lungo tutto il percorso previsto. Tali indagini permettono di individuare, lungo le linee di scansione, precisi pattern in pianta oltre a fornire informazioni in sezione.

Le informazioni ottenute dalle indagini Radar sono state integrate con delle osservazioni fatte in loco mediante ispezioni dei tombini presenti nell'area.

Nei prossimi capitoli, dopo alcuni cenni teorici sul metodo utili ad agevolare la successiva lettura dei dati, sarà illustrata la metodologia d'indagine utilizzata e i risultati ottenuti.



Fig.1 - Ubicazione dell'area di studio

2. SITO DI INDAGINE

Il sito oggetto d'indagine è posto all'interno del centro abitato del Comune di Tricarico e comprende le strade che conducono da un'area parcheggio all' Ospedale "Rocco Mazzarone". Tutte le strade si presentano asfaltate.

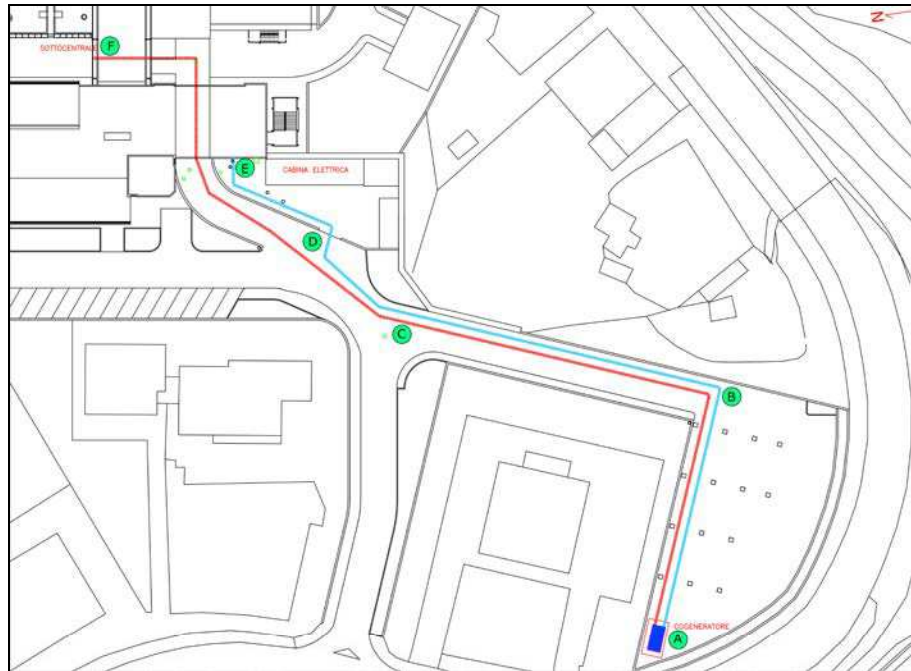


Fig. -2 – Area investigata e percorso previsto per le condotte dell'impianto di cogenerazione. Le lettere su sfondo verde rappresentano i riferimenti dei diversi tratti in cui il percorso è stato suddiviso durante l'indagine GPR.

Da un punto di vista operativo le acquisizioni GPR sono avvenute suddividendo l'intero percorso in 5 tratti con caratteristiche differenti:

1. TRATTO AB: tratto caratterizzato dalla presenza di un parcheggio. La presenza di una copertura metallica presente su tutta l'area lascia prevedere possibili interferenze con la metodica GPR;
2. TRATTO BC: tratto costituito da una strada rettilinea che conduce dal parcheggio all'incrocio antistante l'ospedale "Rocco Mazzarone";
3. TRATTO CD: area dell'incrocio antistante l'ospedale "Rocco Mazzarone";
4. TRATTO DE: area antistante la cabina elettrica;
5. TRATTO DF: strada che conduce dall'incrocio antistante l'ospedale "Rocco Mazzarone" alla sottocentrale.



Fig. -3 – Area di indagine: incrocio antistante l’Ospedale e strada che conduce al parcheggio



Fig. -4 – Area di indagine: incrocio antistante l’Ospedale e strada che alla sottocentrale (lungo la rampa) e alla cabina elettrica.

3. INDAGINE GEORADAR

La parola georadar o G.P.R. (Ground Penetrating Radar), identifica un apparecchiatura radar dedicata all'indagine del sottosuolo, strutture e manufatti in genere.

Il georadar, in generale è una tecnica che consente di rivelare in modo non distruttivo e non invasivo la presenza e la posizione di oggetti sepolti utilizzando il fenomeno della riflessione delle onde elettromagnetiche.

Si è infatti assistito ad un notevole aumento di interesse nei confronti di questa tecnica geofisica dipendente in gran parte dall'economia dei costi e dei tempi di esecuzione, nonché dal carattere non distruttivo della indagine e dalla relativamente semplice interpretabilità dei risultati.

La tecnologia è basata sullo stesso principio dei sistemi radar convenzionali, ma con alcune differenze significative:

- ✓ in un radar convenzionale l'onda elettromagnetica irradiata si propaga attraverso l'aria, mentre nel radar per introspezione delle strutture si propaga nel materiale che compone la struttura;
- ✓ i radar convenzionali possono rivelare bersagli a distanza di molti chilometri, mentre il radar per introspezione delle strutture opera generalmente a distanze di qualche decina di centimetri;
- ✓ la risoluzione dei radar convenzionali è dell'ordine delle decine o centinaia di metri, mentre il radar per indagini orizzontali ha risoluzioni dell'ordine della decina di centimetri.

In generale per le prove con il Georadar è molto importante la scelta del tipo di antenna, in quanto la profondità massima indagabile con un impulso Georadar dipende della frequenza del segnale e della resistività elettrica del terreno.

La scelta dell'antenna dipende, quindi, tanto dal sito quanto dallo scopo dell'indagine, in particolare dalla dimensione minima dell'oggetto da ricercare.

Un'antenna ad alta frequenza permette di ottenere un'ottima risoluzione anche su oggetti decisamente piccoli nei primi centimetri di profondità. Un'antenna a bassa frequenza consente una profondità d'indagine maggiore ma a detrimento della risoluzione nei primi strati indagati.



Fig.5. Diversi tipi di antenne GPR e loro utilizzi.

3.1. LIMITI OPERATIVI

L'indagine Georadar è un'indagine geofisica indiretta ed in quanto tale presenta il problema dell'equivalenza dei segnali ossia oggetti diversi possono produrre lo stesso segnale, inoltre in base alle caratteristiche dell'ambiente circostante (accentuata asperità delle superfici, armature metalliche al di sotto della superficie su cui scorrono le antenne, presenza d'acqua in superficie, presenza di litologie argilloso-limose umide, presenza di una falda acquifera sub superficiale) possono manifestarsi mancate e/o false detezioni conseguenza di oggettivi limiti metodologici.

Inoltre, si segnala che durante una indagine GPR un oggetto sepolto è tanto più riconoscibile quanto più è differente la velocità di propagazione delle onde elettromagnetiche nell'oggetto da individuare e il mezzo che lo contiene.

Per ottenere una maggiore risoluzione si opera, dove possibile, attraverso la realizzazione di più sezioni affiancate o, dove possibile, attraverso la realizzazione di una maglia di misure.

3.2. PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Un radar convenzionale è una strumentazione che consente di operare il rilievo della posizione di un oggetto in aria mediante l'invio di onde elettromagnetiche: l'apparato misura il ritardo tra l'istante in cui il segnale elettromagnetico è stato trasmesso e quello necessario alle onde riflesse da bersaglio per tornare alla antenna ricevente.

Il funzionamento del georadar è concettualmente analogo e, in breve, si basa sulla capacità dello strumento di emettere segnali a radiofrequenza (compresi tipicamente nel range 100 MHz – 1 GHz) e di registrare quindi le eco reirradiate dagli oggetti presenti nel mezzo, caratterizzati da dimensioni sufficienti e da proprietà elettromagnetiche diverse rispetto a quelle di ciò che li circonda.

La generazione e la ricezione dei segnali a radiofrequenza è operata da una o più antenne che vengono fatte scorrere sul materiale da indagare. I dati raccolti, opportunamente elaborati, sono memorizzati e rappresentati su una unità di controllo che genera anche gli impulsi necessari al funzionamento delle antenne. Eventuali oggetti presenti al di sotto delle superfici rilevate generano nelle immagini radar (radargrammi) con caratteristiche forme iperboliche, come illustrato in figura 6.

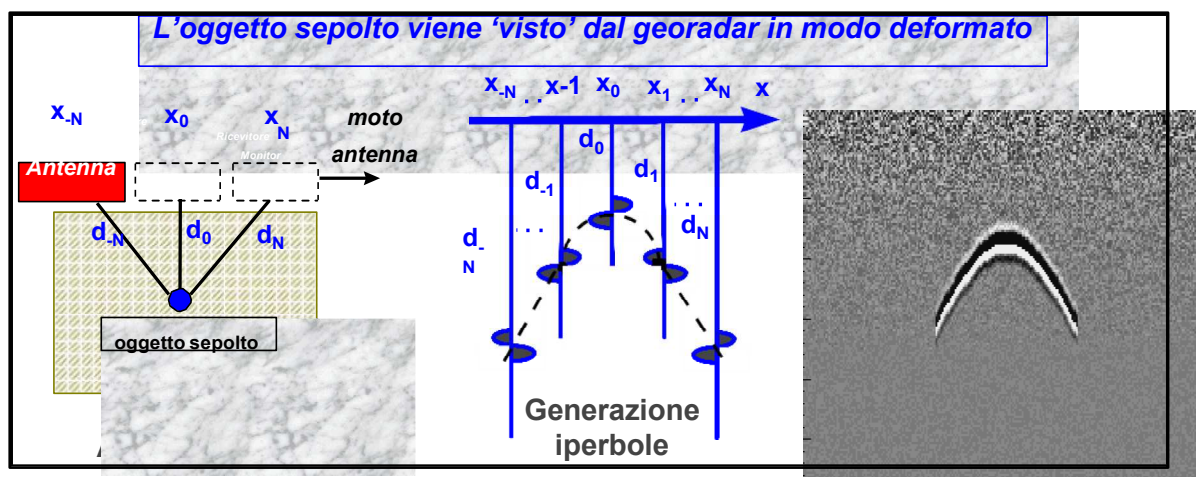


Fig. - 6 Principio di funzionamento del georadar

Tutti i mezzi reali assorbono le onde elettromagnetiche in misura dipendente dalle loro caratteristiche elettriche.

In generale, un mezzo omogeneo è definito da un punto di vista elettrico, da una coppia di valori:

- ✓ costante dielettrica relativa (ξ_r)
- ✓ conduttività (θ)

Da questi valori è possibile risalire al comportamento del mezzo nei confronti della propagazione delle onde elettromagnetiche.

Un trasmettitore (TX) genera un segnale di tipo impulsivo con una determinata frequenza di ripetizione. La successione di questi impulsi genera un segnale di durata dell'ordine dei nanosecondi che viene irradiato nel mezzo da un'antenna a larga banda.

La forma dell'impulso trasmesso è opportunamente calibrata in modo da ottenere una distribuzione spettrale di tipo gaussiano dove il valore centrale rappresenta la frequenza caratteristica, (o frequenza centrale) dell'antenna, che corrisponde alla frequenza dominante dell'impulso. La frequenza centrale dell'antenna determina le caratteristiche di risoluzione e di massima profondità di esplorazione.

Il segnale elettromagnetico ricavato è caratterizzato da una serie di picchi. La loro ampiezza dipende principalmente da tre fattori:

- ✓ natura del riflettore;
- ✓ natura del mezzo tra riflettore ed antenna;
- ✓ curva di amplificazione applicata.

3.3 CALIBRAZIONE DELLE MAPPE RADAR

Per misurare correttamente la profondità dei bersagli è essenziale la stima della velocità di propagazione delle onde elettromagnetiche; essa è funzione della costante dielettrica del mezzo, la quale può variare di quasi 10 volte in funzione della natura del materiale attraversato.

La velocità di propagazione, per semplicità di notazione, è espressa in campo radar in cm/nsec; di seguito si riportano alcuni valori di riferimento:

- velocità nel vuoto (ed in aria): 30 cm/nsec
- velocità in suoli tipici urbani: 7-12 cm/nsec
- velocità nell'acqua: 3.3 cm/nsec

Per individuare la profondità di un bersaglio (Δ) deve essere nota la velocità media di propagazione delle onde elettromagnetiche nel mezzo soprastante un bersaglio (v), calcolabile mediante l'equazione $\Delta = v \tau / 2$ (1)

dove τ è il tempo di ritardo del segnale così come viene visualizzato dalla mappa radar (fig. 7)

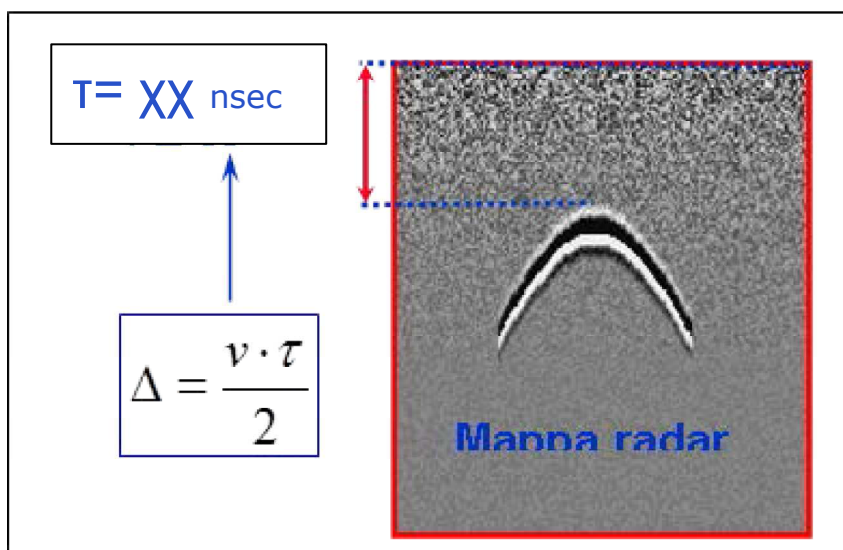


Fig.7- Visualizzazione dei segnali

Nell'interpretare le mappe è dunque bene ricordare che l'apertura dell'iperbole non dipende soltanto dalle dimensioni e dalla forma del bersaglio. L'apertura dell'iperbole dipende da diversi fattori:

- Al crescere della velocità di propagazione nel mezzo, il rapporto tra il τ relativo agli echi provenienti da punti laterali ed il τ relativo al punto sulla sommità del bersaglio decresce. Quindi al crescere di v l'iperbole si allarga.
- Al crescere della profondità del bersaglio, il rapporto tra il τ relativo agli echi provenienti da punti laterali ed il τ relativo al punto sulla sommità del bersaglio decresce. Quindi, nuovamente, al crescere della profondità del bersaglio l'iperbole si allarga.

- A parità di velocità di propagazione, profondità e tipo di bersaglio; l'iperbole si allarga al crescere delle dimensioni geometriche del bersaglio (ad esempio del diametro di un tubo).

La figura 8 riporta due mappe radar con evidenziati gli echi di un'interfaccia non piana tra strati aventi differenti proprietà dielettriche (si tratta di asfalti) e di sei tubi posti perpendicolarmente alla direzione di indagine.

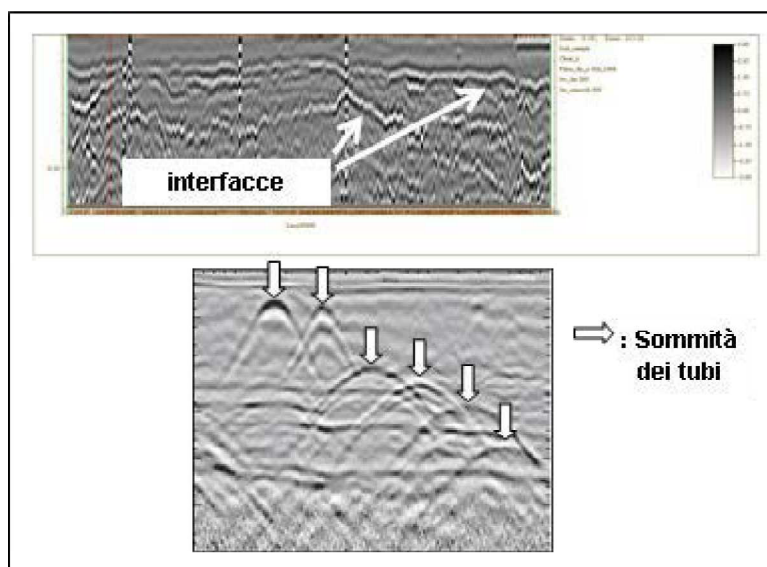


Figura 8 Mappe con tracce di interfacce e tubi perpendicolari alla direzione di indagine

Come si vede dalla figura, l'eco di un bersaglio non è costituito da un'unica banda scura, ma da un'alternarsi di alcune bande scure e chiare corrispondenti rispettivamente ai massimi ed ai minimi di ampiezza del segnale riflesso dal bersaglio.

Una eco iperbolica può essere sfruttata per convertire l'ordinata della mappa da ns a metri. Per far ciò si confronta l'iperbole tracciata con ordinata in ns con una famiglia di iperboli tracciate con ordinata in metri, ottenute da quella con ordinata in ns al variare di v . La v che meglio approssima quella reale è quella che dà luogo all'iperbole di apertura più simile a quella tracciata nel tempo. Una volta individuata v si può risalire alla profondità del bersaglio di cui l'iperbole è la traccia utilizzando l'equazione (1).

Tale processing dà risultati migliori per iperboli superficiali e prodotte da tubi piccoli.

3.4 STRUMENTAZIONE E METODOLOGIA ADOTTATA

La strumentazione utilizzata per l'acquisizione dei dati GPR è rappresentata dal Georadar Hi-Mod della IDS di proprietà di Geosolution SRL. Tale Georadar è dotato di due antenne rispettivamente da 200 e 600 MHz e fornisce la possibilità di una visualizzazione in tempo reale e sullo stesso schermo di entrambe le antenne per osservazioni a profondità differenti.

A seguito di diverse prove preliminari, si è scelto di operare soprattutto con l'antenna da 600 MHz e di effettuare, al bisogno, verifiche con quella da 200 MHz.

Le operazioni di acquisizione GPR sono avvenute lungo transetti direzionati in modo tale da ottenere la migliore rappresentazione dei sottoservizi presenti nell'area investigata.

Inoltre è stata effettuata regolarmente una calibrazione della strumentazione al fine assecondare nel miglior modo possibile le inevitabili variazioni del substrato.

La strumentazione è dotata di efficace sistema di calibrazione automatica del segnale che ha fornito una profondità di investigazione teorica di 4,0 metri circa.



Fig.9 - Fasi di acquisizione.

4. INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

La tecnica Georadar è una tecnica che permette di rivelare in modo non distruttivo e non invasivo la presenza e la posizione di sottoservizi, oggetti sepolti e/o vuoti e cavità, utilizzando il fenomeno della riflessione delle onde elettromagnetiche.

Il lavoro è stato condotto, con prospezioni 2 D a 600 e 200 MHz, allo scopo di individuare anomalie riconducibili a possibili sottoservizi presenti lungo il percorso che conduce dall'area parcheggio dell'Ospedale "Rocco Mazzarano" di Tricarico alla cabina elettrica e alla sottocentrale dello stesso Ospedale.

L'intero percorso è stato suddiviso, per facilità di esecuzione delle indagini e delle successive interpretazioni dei risultati, in 5 differenti tratti come specificato al paragrafo 2. L'interpretazione dei risultati mette in evidenza un quadro molto complesso con presenza di sottoservizi, locali interrati e possibili cisterne.

Appare ragionevole precisare che in diversi casi le caratteristiche elettromagnetiche del sito hanno prodotto una forte attenuazione del segnale con conseguente perdita di risoluzione della metodica.

In generale sono stati individuate anomalie imputabili a sottoservizi sia superficiali (con profondità inferiore ad un metro) che profonde (con profondità da un metro sino a quattro metri) così come riportato nella Tavola 1.

Le indagini effettuate nell'area parcheggio (tratto AB) hanno evidenziato la presenza di una rete elettrosaldata posta a pochi centimetri di profondità dal piano di calpestio che ha condizionato il risultato delle indagini. Gli elementi metallici della rete elettrosaldata hanno prodotto, infatti, degli echi che obliterano quasi interamente il primo metro di profondità dell'indagine. Inoltre, la presenza della copertura metallica dell'area ha generato delle interferenze aeree che si sommano alle precedenti. In definitiva, in questo tratto di percorso l'indagine GPR, per le peculiari caratteristiche elettromagnetiche riscontrate nel sito, appare incapace di identificare in maniera ragionevole la presenza di eventuali sottoservizi. Si riportano, comunque, in pianta le anomalie riscontrate, che non appaiono sufficienti a definire la presenza di un sottoservizio ma che possono comunque rappresentare un'utile informazione.

Lungo il tratto BC si segnala la possibile presenza di un sottoservizio parallelo al

12

muro presente sul lato Est e degli attraversamenti superficiali in prossimità dell'incrocio.

Le indagini effettuate in corrispondenza dell'incrocio antistante l'ospedale (Tratto CD) hanno individuato un'area, posta in prossimità dei 3 silos per la fornitura di acqua, caratterizzata da presenza di una rete elettrosaldata e di sottoservizi di difficile risoluzione.

Nell'area antistante la cabina elettrica (tratto DE) si segnala la presenza di un alta densità di sottoservizi, sia superficiali che profondi.

Infine, le indagini effettuate lungo il tratto denominato DF hanno messo in evidenza la presenza di un vano interrato posto appena sotto il piano stradale, in corrispondenza del passaggio che porta alla sottocentrale, con dimensioni di circa 11 metri per 5 metri.

Alla luce di quanto emerso nel presente studio e sulla base di quanto riferito nel paragrafo relativo ai limiti operativi della metodica GPR, in questa fase, appare ragionevole precisare che l'elevata antropizzazione dell'area ha reso di difficile interpretazione le indagini svolte. La verifica delle anomalie individuate dovrà essere effettuata necessariamente con indagini di tipo diretto. La stessa antropizzazione può "mascherare" la presenza di sottoservizi di piccole dimensioni, costituiti da materiali poco riflettenti (o totalmente trasparenti al passaggio delle onde elettromagnetiche come il PVC) e/o più profondi. Qualora fosse necessario ottenere maggiore dettaglio si consiglia di effettuare, per le zone di particolare interesse, una campagna di misure GPR attraverso la realizzazione di una maglia con swat distanti 0.5 metri la quale consentirebbe una restituzione 3D dei risultati.

Si suggerisce, comunque, di porre la massima cautela durante le eventuali operazioni di scavo effettuandole manualmente nei tratti a più alta densità di anomalie riscontrate.


Al fine di schematizzare i risultati ottenuti si è scelto di segnalare tutte le singole anomalie riscontrate lungo tutte le linee di scansione, su una planimetria (Tavola 1). Tale rappresentazione in pianta consente di ipotizzare l'andamento dei sottoservizi. In essa sono state riportate in blu tutte le anomalie profonde (>1metro). Di colore rosso, invece, sono state indicate le anomalie superficiali (< 0.5 ,metri) e con il colore ciano quelle intermedie (tra 0.5 metri e 1 metro).

Di seguito si riportano i radargrammi elaborati. In tal proposito si precisa che la

numerazione degli stessi è la stessa utilizzata durante le fasi di acquisizione. Eventuali lacune di numerazione è da intendersi come mancata restituzione di radargrammi poco rappresentativi o con disturbi in acquisizione tali da renderli inutilizzabili.

Agosto 2018

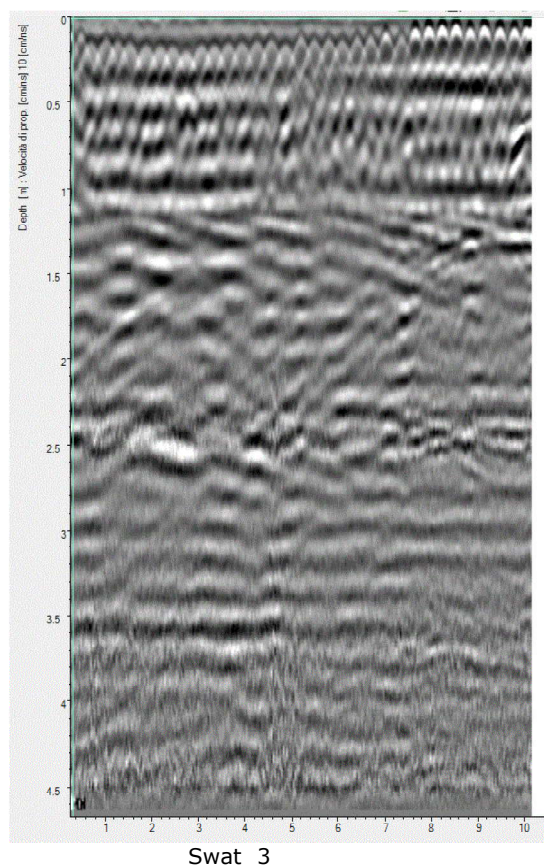
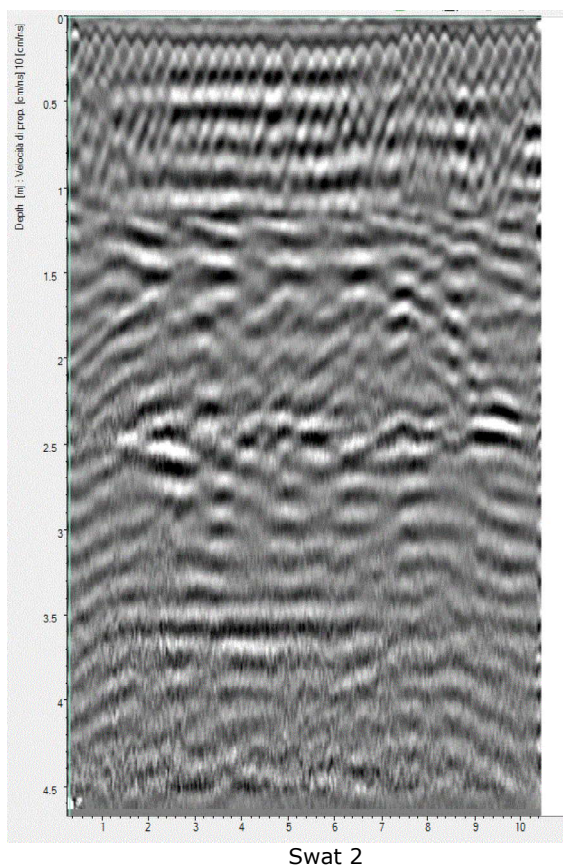
I tecnici

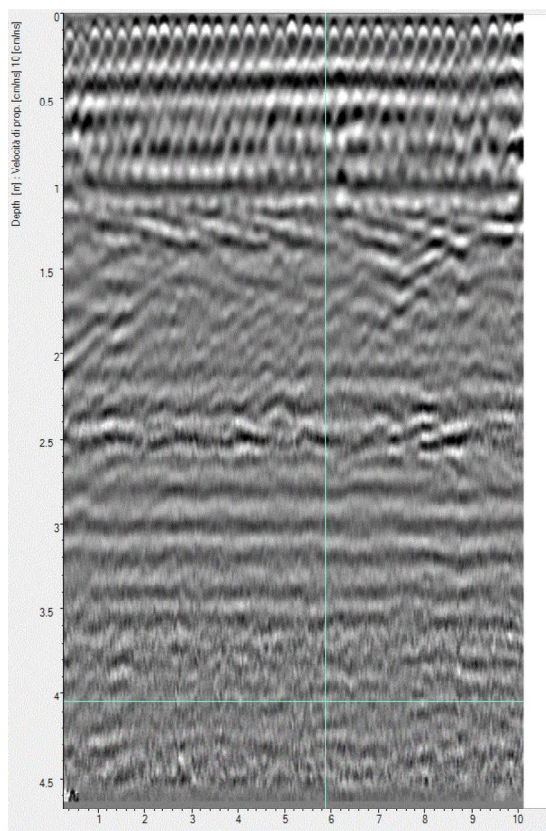
Geol. Donato PERIOLA

GEOSOLUTION S.r.l.
Via del Mercato, 2
Castellaneta (TA)
P.IVA 03031400736

Geol. Vincenzo DOTTORINI

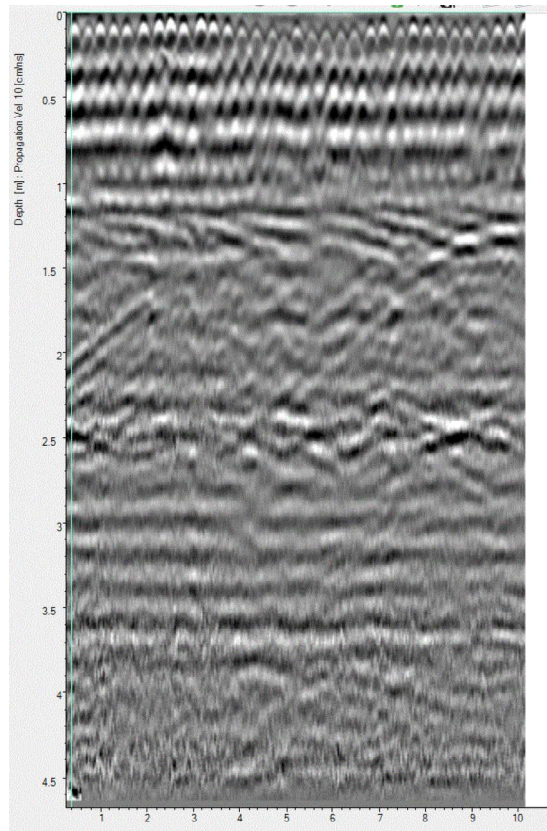

5. RADARGRAMMI

5.1 TRATTO AB

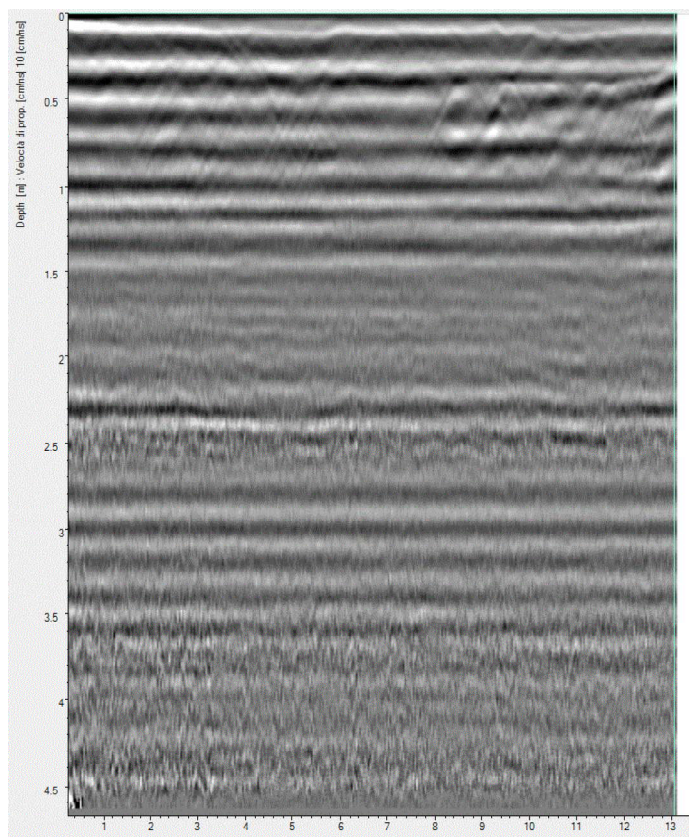




Swat 4

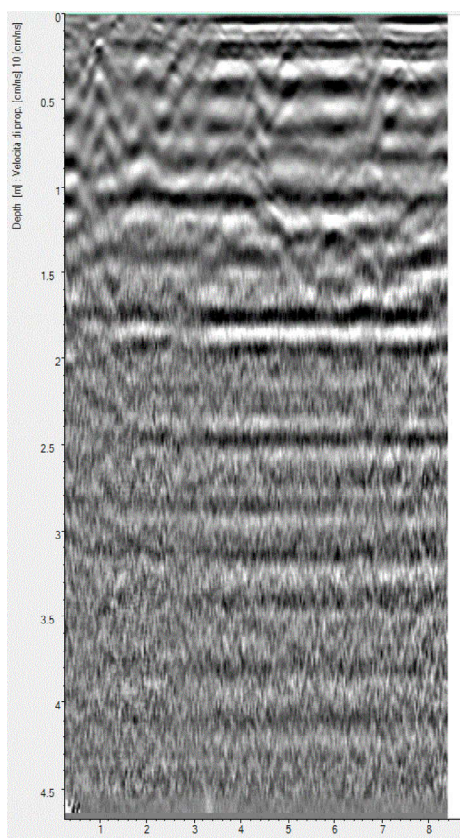


Swat 5

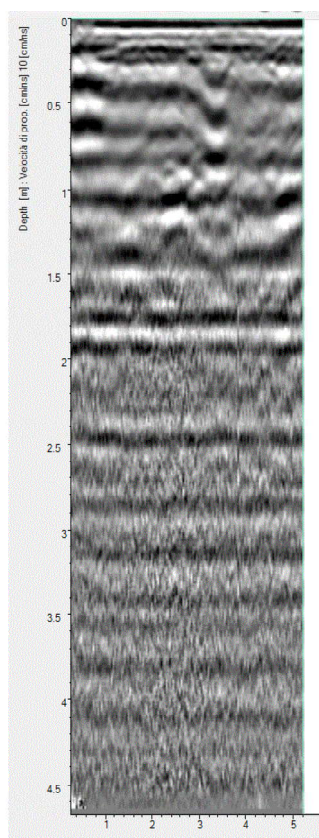


Swat 6

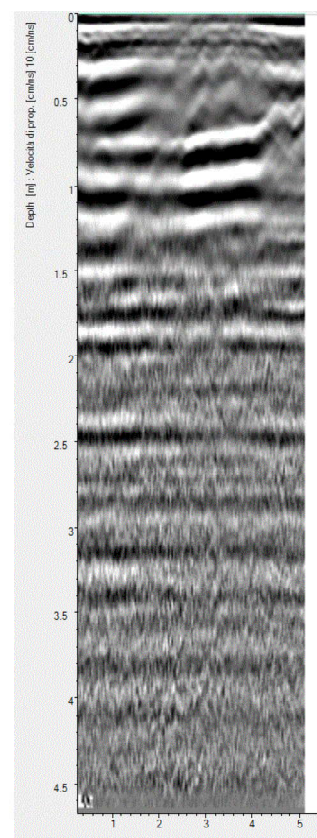
5.2 TRATTO BC



Swat 2



Swat 4



Swat 5

