

COMUNE DI ROSOLINI

**LOCALIZZAZIONE DI SOTTOSERVIZI CON
GEORADAR IDS OPERA DUO**


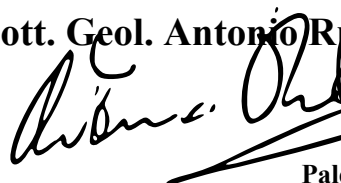
**RAPPORTO DI INDAGINE
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO AREA CENTRO URBANO
REALIZZAZIONE DRENAGGIO DELLE ACQUE SUPERFICIALI E
COLLETTAMENTO A VALLE DEL CENTRO ABITATO**

IL Committente

Dott. Geol. Rizzuto Gaetano

IL Tecnico

Dott. Geol. Antonio Rizzuto



Palermo 18/11/2022

PREMESSA

Il Sottoscritto Dott. Geol. Antonio Rubino, iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia al n. 2578, giusto incarico conferitomi dalla Studio di Geologia Applicata del Dott. Rizzuto Gaetano con sede in Cammarata (Ag) Via San Vito, 28 P.Iva 02026980843 per l'esecuzione di un'indagine Georadar volta a verificare la presenza di sottoservizi in riferimento ai lavori *“Mitigazione Rischio Idrogeologico area centro urbano – Realizzazione drenaggio delle acque superficiali e collettamento a valle del centro abitato CUP: J24H18000270001 CIG: ZD43309DDC*.

L'indagine è stata eseguita giorno 18.01.2022 nelle aree meglio indicate nell'immagine di Google Earth allegata alla presente per complessivi 610 m circa.

ESONERO DI RESPONSABILITÀ

Notare che non tutti i tubi, cavi e condutture possono essere localizzati e mappati, in considerazione della loro profondità, tipo di materiale, geologia e prossimità ad altri sottoservizi.

Anche un'indagine appropriata ed eseguita in modo professionale potrebbe non garantire il riconoscimento del 100% dei sottoservizi.

METODO ELETTROMAGNETICO IMPULSIVO (G.P.R.)

Il *georadar* è uno strumento che, lavorando con onde elettromagnetiche che si trasmettono nei materiali, consente di rilevare le informazioni relative alla posizione nello spazio di un oggetto. Ciò viene realizzato per mezzo del confronto (in particolare tra l'istante della partenza e l'istante del ritorno) tra un segnale di riferimento emesso da un trasmettitore di onde elettromagnetiche e quello riflesso dall'oggetto da localizzare, se questo può funzionare come bersaglio su cui avviene la riflessione delle onde elettromagnetiche.

Per il suo funzionamento il GEORADAR (cioè il *radar* che emette onde elettromagnetiche che possono *penetrare* all'interno del sottosuolo) sfrutta i fenomeni fisici (soprattutto la riflessione, ma anche la rifrazione e lo “*scattering*”) che incidono sull'onda elettromagnetica che si propaga nel terreno, quando essa incontra una

discontinuità (cavità, corpo sepolto, variazione litologica, ecc.) legata a variazioni delle proprietà elettriche e magnetiche dei terreni o dei materiali attraversati, e soprattutto a variazioni della permittività. Queste ultime, a loro volta, dipendono in notevole misura dal diverso contenuto d'acqua nei terreni.

L'antenna trasmittente invia nel terreno un treno di onde elettromagnetiche di breve durata (dell'ordine di 10^{-9} secondi) e di frequenza elevata (scelta in un campo che varia generalmente tra 20 e 2000 MHz) ad intervalli regolari. Tali impulsi si propagano all'interno del terreno finché non sono riflessi da un'eventuale discontinuità e, se caratterizzati da sufficiente energia, ritornano verso la superficie del terreno.

Le antenne che emettono impulsi con frequenze più elevate (consentendo di ottenere in genere un maggior dettaglio di informazione) sono utilizzate per indagini poco profonde, mentre per indagini a maggiore profondità si utilizzano antenne con frequenze più contenute. Gli impulsi elettromagnetici si propagano nel terreno con una velocità ricavabile dall'espressione:

$$v = \frac{1}{\sqrt{\mu\epsilon_r}} = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r}}$$

dove μ è la permeabilità magnetica del mezzo, c è la velocità di propagazione delle onde elettromagnetiche nel vuoto ed ϵ_r è la costante dielettrica relativa (o permittività). Gli impulsi si attenuano tanto più rapidamente quanto maggiore è la frequenza f dell'onda, la conducibilità elettrica e la permittività del mezzo.

Sulle superfici di discontinuità del sottosuolo, in cui la permittività varia bruscamente, per esempio da un valore ϵ_1 ad un valore ϵ_2 , l'impulso elettromagnetico subisce una riflessione, con un coefficiente di riflessione r che risulta definito dalla relazione:

$$r = \frac{\sqrt{\epsilon_1} - \sqrt{\epsilon_2}}{\sqrt{\epsilon_1} + \sqrt{\epsilon_2}}$$

Se è nota la velocità di propagazione delle onde elettromagnetiche, utilizzando i tempi di percorso delle onde è possibile calcolare la profondità dei vari riflettori. Quando l'antenna passa sopra un oggetto riflettente, essa riceve una riflessione anche quando non è sulla verticale passante per quest'ultimo. Il risultato è una tipica *iperbole di riflessione*.

I filtri sono essenzialmente utilizzati per migliorare la qualità dei segnali ricevuti, attenuando le componenti del segnale caratterizzate da frequenze indesiderate (*noise* o rumore elettromagnetico). Gli amplificatori sono utilizzati, invece, per amplificare gli impulsi più deboli provenienti da riflessioni da parte di superfici di discontinuità più profonde, o da parte di litotipi *assorbenti*.

CARATTERISTICHE DELLA STRUMENTAZIONE USATA

Il GEORADAR è schematicamente costituito da una unità di controllo alla quale, sono collegate due antenne che hanno la funzione di inviare impulsi elettromagnetici e captare i segnali riflessi o rifratti.

Il sistema è detto “*bistatico*” cioè l'unità di controllo è collegata a due antenne contemporaneamente, che funzionano alternativamente da trasmettenti e da riceventi. Questo sistema di ultima generazione, detto anche R.S.A.D. (*Radar Surface Arrival Detection*) è molto simile alla tecnica del *SONAR (ecoscandaglio)* utilizzato per i rilievi batimetrici del fondo marino.

Le antenne, di dimensioni e peso variabili, possono essere agevolmente trasportate sul terreno o da un operatore o trainate da un veicolo, lungo i profili di indagine. La strumentazione è inoltre collegata a un pc portatile mediante il quale possono essere visualizzati in tempo reale i segnali (a colori o in scala di grigi), sia durante l'acquisizione sia dopo la registrazione.

La strumentazione utilizzata consiste in un'unità di acquisizione IDS Opera Duo e in due antenne radar con frequenze principali da 250 e 700 MHz.

La tecnica di misura adottata è la cosiddetta “*single fold*”, che consiste nel trascinare un unico involucro (contenente i quattro dipoli – due trasmettenti e due riceventi) lungo il profilo che si vuole indagare.



Figura 1 Georadar IDS Opera Duo

PLANIMETRIA DELL'INDAGINE

In questa sezione è riportato lo stralcio di Google Earth con indicazione delle aree indagate.



Immagine 1 Stralcio Google dell'area indagata

INDAGINE ESEGUITA

Inizialmente è stato eseguito un sopralluogo generale dell'area interessata per avere una cognizione diretta dei luoghi al fine di organizzare le operazioni di indagine.

Le indagini si sono pertanto svolte in maniera dettagliata e hanno permesso di coprire l'intera area di interesse eseguendo profili georadar al fine di poter individuare i sottoservizi presenti lungo il tragitto oggetto di intervento.

I sottoservizi sono stati indicati direttamente in cantiere con vernice spray per tracce e con indicazione delle profondità e direzione. Successivamente gli stessi sono stati rilevati mediante strumentazione topografica GPS di alta precisione tipo Trimble R10 model 2 ed è stata redatta un'apposita planimetria rappresentativa con indicazione dei sottoservizi e delle profondità riscontrate..

È necessario puntualizzare che l'indagine è risultata alquanto complessa sia per la litologia presente sia per il sovrapporsi di diversi sottoservizi, sia per la presenza di un terreno alquanto umido che in alcuni casi rendeva impossibile il loro preciso posizionamento.

Infine in quanto indagine indiretta si consiglia prima di iniziare i lavori di effettuare dei saggi diretti al fine di verificare quanto riscontrato durante l'indagine eseguita.

Si allega alla presente:

- Radargrammi rappresentativi;
- Planimetria rappresentativa di indagine scala 1:500

Palermo, 18.01.2022

Il Tecnico

Dott. Geol. Antonio Rubino



The image shows a handwritten signature in black ink, which appears to read 'Antonio Rubino'. To the right of the signature is a circular professional stamp. The stamp contains the text 'REGIONALE DEI GEOLOGI DI SICILIA' around the perimeter. In the center, it reads 'Dott. Geol. RUBINO ANTONIO N° 2758 S. 2A'.

RADARGRAMMI RAPPRESENTATIVI

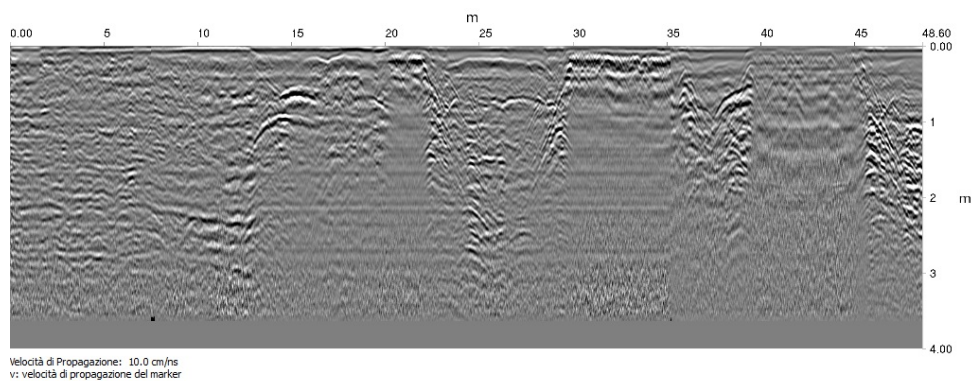


Dott. Geol. Antonio Rubino

INDIVIDUAZIONE SOTTOSERVIZI

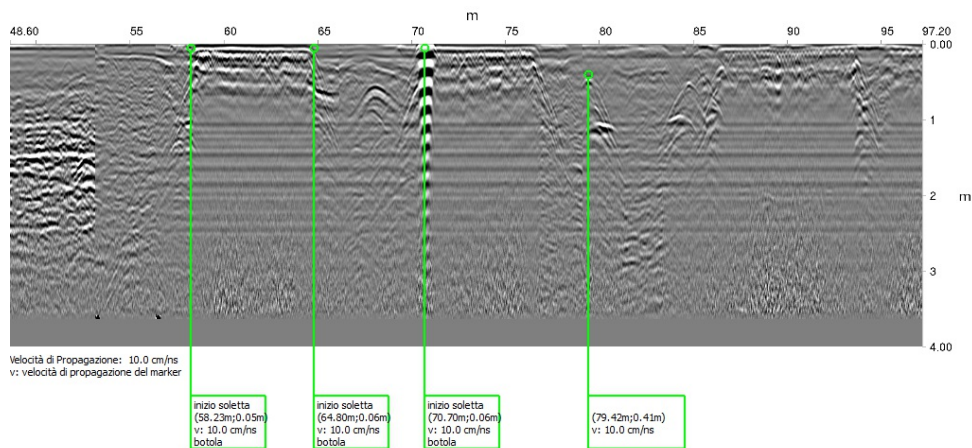
REPORT DI ANALISI DATI

Detezione di sottoservizi con
IDS OPERA DUO
Ground Penetrating Radar



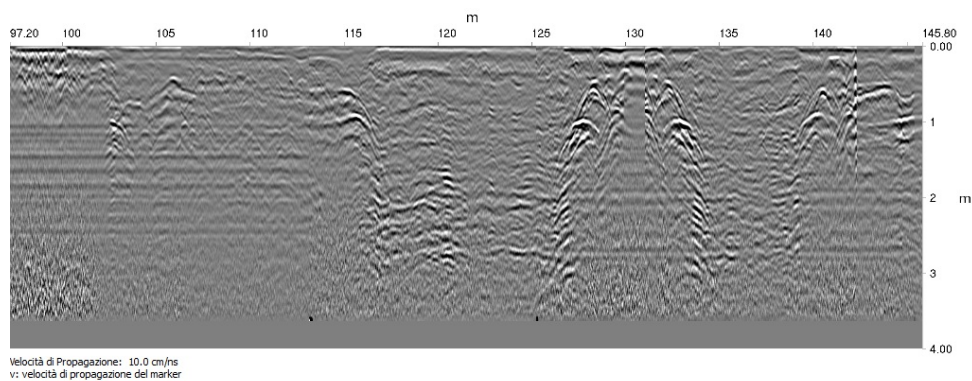
Notare che non tutti i tubi, cavi e condotti possono essere trovati e mappati considerando la profondità, locazione, tipo di materiale, geologia e vicinanza ad altri sottoservizi.
Anche con un'indagine appropriata ed eseguita in modo professionale può non essere in grado di trovare il 100% dei sottoservizi.

2



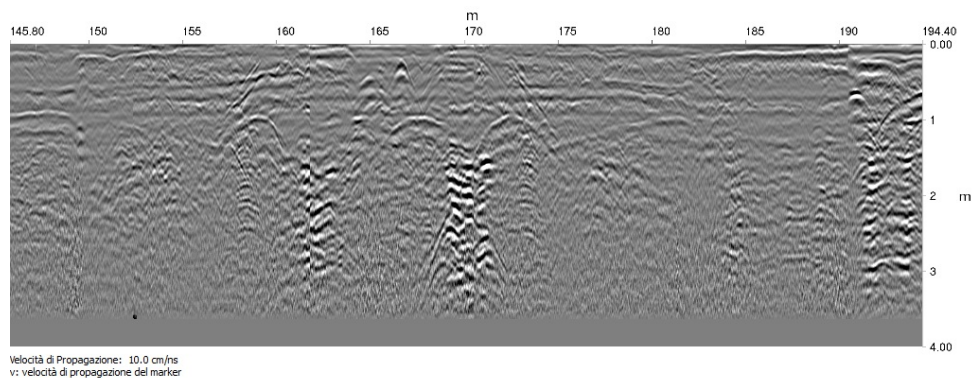
Notare che non tutti i tubi, cavi e condotti possono essere trovati e mappati considerando la profondità, locazione, tipo di materiale, geologia e vicinanza ad altri sottoservizi.
Anche con un'indagine appropriata ed eseguita in modo professionale può non essere in grado di trovare il 100% dei sottoservizi.

3



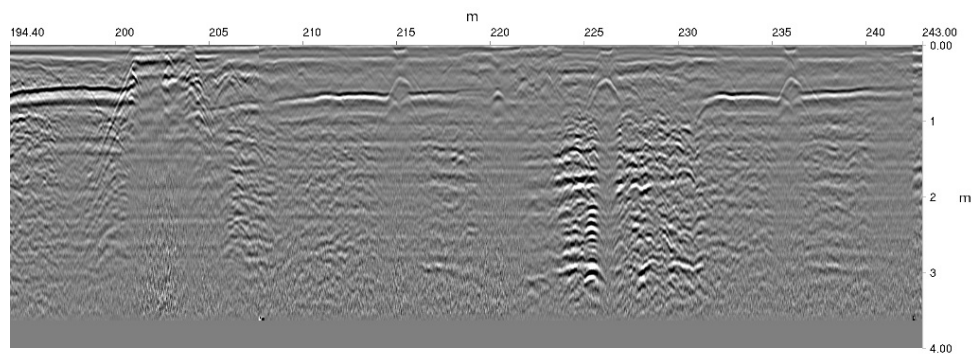
Notare che non tutti i tubi, cavi e condotti possono essere trovati e mappati considerando la profondità, locazione, tipo di materiale, geologia e vicinanza ad altri sottoservizi.
Anche con un'indagine appropriata ed eseguita in modo professionale può non essere in grado di trovare il 100% dei sottoservizi.

4



Notare che non tutti i tubi, cavi e condotti possono essere trovati e mappati considerando la profondità, locazione, tipo di materiale, geologia e vicinanza ad altri sottoservizi.
Anche con un'indagine appropriata ed eseguita in modo professionale può non essere in grado di trovare il 100% dei sottoservizi.

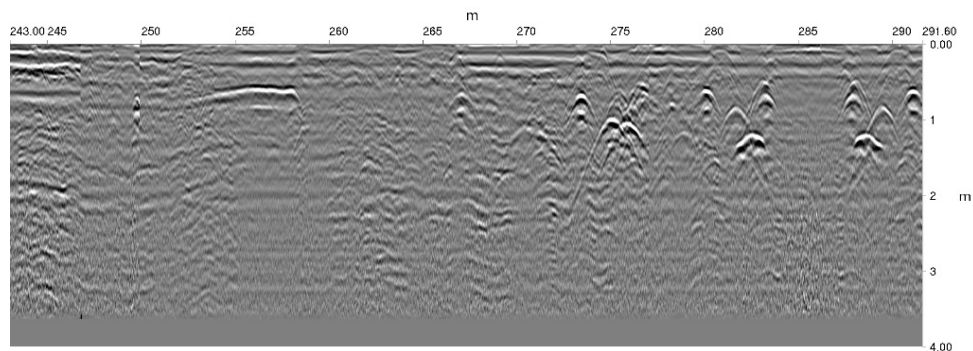
5



Velocità di Propagazione: 10.0 cm/ns
v: velocità di propagazione del marker

Notare che non tutti i tubi, cavi e condotti possono essere trovati e mappati considerando la profondità, locazione, tipo di materiale, geologia e vicinanza ad altri sottoservizi.
Anche con un'indagine appropriata ed eseguita in modo professionale può non essere in grado di trovare il 100% dei sottoservizi.

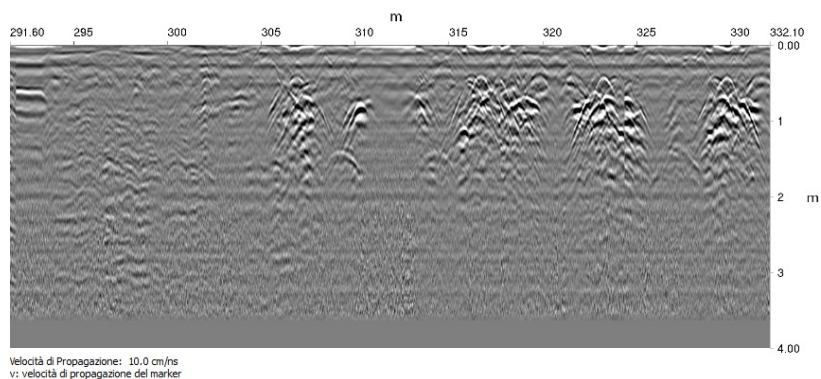
6



Velocità di Propagazione: 10.0 cm/ns
v: velocità di propagazione del marker

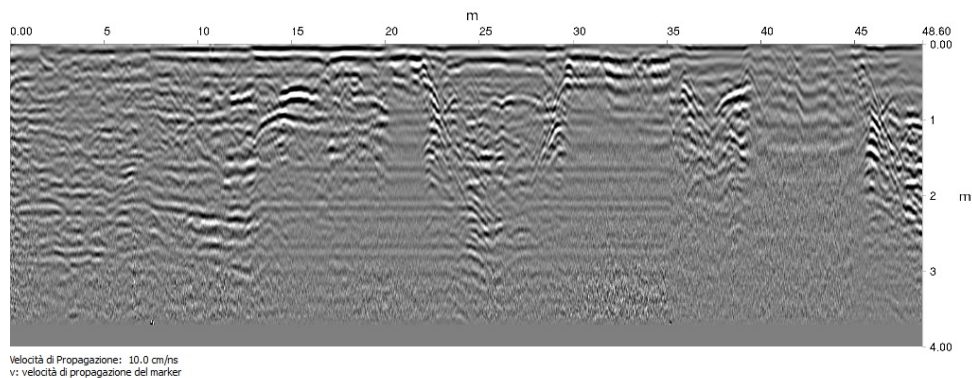
Notare che non tutti i tubi, cavi e condotti possono essere trovati e mappati considerando la profondità, locazione, tipo di materiale, geologia e vicinanza ad altri sottoservizi.
Anche con un'indagine appropriata ed eseguita in modo professionale può non essere in grado di trovare il 100% dei sottoservizi.

7



Notare che non tutti i tubi, cavi e condotti possono essere trovati e mappati considerando la profondità, locazione, tipo di materiale, geologia e vicinanza ad altri sottoservizi.
Anche con un'indagine appropriata ed eseguita in modo professionale può non essere in grado di trovare il 100% dei sottoservizi.

8



Notare che non tutti i tubi, cavi e condotti possono essere trovati e mappati considerando la profondità, locazione, tipo di materiale, geologia e vicinanza ad altri sottoservizi.
Anche con un'indagine appropriata ed eseguita in modo professionale può non essere in grado di trovare il 100% dei sottoservizi.


9

COMUNE DI ROSOLINI

LOCALIZZAZIONE DI SOTTOSERVIZI CON
GEORADAR IDS OPERA DUO

PLANIMETRIA RAPPRESENTATIVA DI INDAGINE
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO AREA CENTRO URBANO
REALIZZAZIONE DRENAGGIO DELLE ACQUE SUPERFICIALI E
COLLETTAMENTO A VALLE DEL CENTRO ABITATO
CUP: J24H18000270001 CIG: ZD43309DDC

IL Committente
Dott. Geol.

IL Tecnico
Dott. Geol. Antonio

Palermi, 14/04/2022

LEGENDA
Sottoservizi

LONGITUDINALI
TRASVERSALI

SCALA 1:500

This figure is an aerial photograph of a densely built-up urban area in Rosolini, Italy. Overlaid on the image is a technical planimetric drawing of a proposed drainage system. The system consists of a main longitudinal drain, represented by a red line with small red rectangles indicating manholes, running diagonally from the top-left towards the bottom-right. Several transversal drains, represented by blue lines with small blue rectangles, cross the longitudinal drain at regular intervals. The urban landscape is characterized by numerous buildings with reddish-brown tiled roofs, narrow streets, and some green spaces. A large, paved square or plaza is visible in the lower-middle section. In the bottom right corner of the map, there is a scale bar labeled '40 m' and a north arrow pointing upwards.