



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

**ENEL SOLE SpA / ENEL HYDRO SpA, Roma
COMUNE DI SPELLO (PG)**

RILIEVO GEORADAR DELLE VIE DEL CENTRO STORICO DI SPELLO (PG), BASE PER LA PROGETTAZIONE DELLE NUOVE INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI VIARIE NELL'AMBITO DEL P.I.R. – PIANO INTEGRATO DI RICOSTRUZIONE – SUSSEGUENTE AI TERREMOTI DEL 1997 E 1998

RELAZIONE TECNICA

MAGGIO 2005

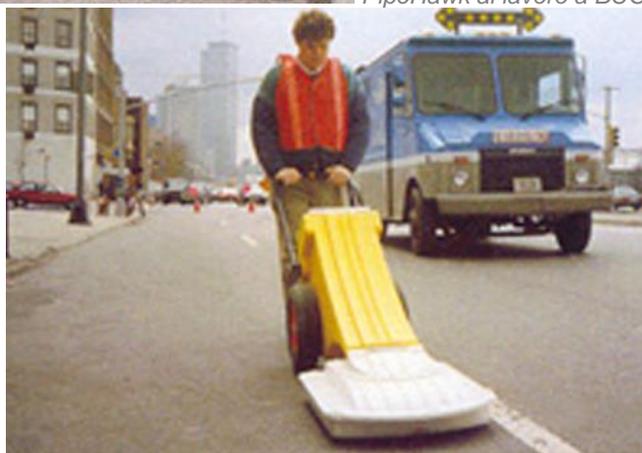




Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005



PipeHawk al lavoro a BUCKINGHAM PALACE



PipeHawk al lavoro a MANHATTAN



PipeHawk al lavoro a SPELLO (PG)

E POI, CI AUGURIAMO ... NEL VOSTRO PROSSIMO CANTIERE!



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
 Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
 Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
 Data: APRILE 2005

INDICE

i.	Executive Summary	Pag. 04
ii.	Conclusioni e raccomandazioni	Pag. 07
iii.	Tavole riassuntive	Pag. 08
	Tavola 1 (A4), Elenco dei siti, calcolo area rilevata	
	Tavola 2 (A3), Planimetria generale con la posizione dei siti	
	Tavola 3 (A4), Sinossi dei risultati del rilievo	
iv.	Antefatto, origine del contratto	Pag.09
v.	Cenni su Spello	Pag.10
vi.	Metodo del rilievo (apparecchi radar PipeHawk e GSSI SIR3000)	Pag.11
vii.	Metodo del rilievo (risorse umane)	Pag.14
viii.	Diario del rilievo, dati metrici delle prestazioni svolte	Pag.15
ix.	Elenco dei siti	Pag.16
x.	Elenco delle zone omogenee	Pag.17
	Tavola 4 (A3), Planimetria generale con le zone omogenee	
ESPOSIZIONE DEI RISULTATI DEL RILIEVO SITO PER SITO		
xi.	SITO 01_A	Pag.19
xii.	SITO 02_B	Pag.21
xiii.	SITO 03_C	Pag.23
xiv.	SITO 04_D	Pag.25
xv.	SITO 05_E	Pag.27
xvi.	SITO 06_F	Pag.30
xvii.	SITO 07_G	Pag.32
xviii.	SITO 08_H	Pag.34
xix.	SITO 09_I	Pag.38
xx.	SITO 10_J	Pag.40
xxi.	SITO 11_K	Pag.43
xxii.	SITO 12_L	Pag.45
xxiii.	SITO 13_M	Pag.47
xxiv.	SITO 14_N	Pag.50
xxv.	SITO 15_O	Pag.53
xxvi.	SITO 16_P	Pag.58
xxvii.	SITO 17_Q	Pag.60
xxviii.	SITO 18_R	Pag.63
xxix.	SITO 19_S	Pag.66
xxx.	SITO 20_T	Pag.68
xxxi.	SITO 21_U	Pag.70
xxxii.	SITO 22_V	Pag.72
xxxiii.	SITO 23_W	Pag.75
xxxiv.	SITO 24_X	Pag.78
xxxv.	SITO 25_Y	Pag.80
xxxvi.	SITO 26_Z	Pag.83
xxxvii.	SITO 27_ZA	Pag.85
xxxviii.	SITO 28_ZB	Pag.88
ANALISI SERVIZI ZONE OMOGENEE ALLEGATI		Pagg.92-99
A.	Note di teoria del georadar	Pag.101
B.	Tecnica del rilievo con il PipeHawk	Pag.103
C.	Tecnica del rilievo con il GSSI SIR3000	Pag.110



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

1. EXECUTIVE SUMMARY

L'ENEL, responsabile per la progettazione delle nuove infrastrutture sotterranee di Spello (PG) nell'ambito del P.I.R. (Programma Integrato di Ricostruzione) della cittadina dopo il terremoto del 1998, ha commissionato alla NeoTech lo svolgimento di un rilievo georadar per i seguenti scopi:

- i) Localizzare i servizi presenti nel sottosuolo delle vie del centro storico;
- ii) Determinare la posizione planimetrica, le dimensioni e la profondità dell'acquedotto romano interrato di cui si conosce l'esistenza nel centro storico di Spello;
- iii) Scoprire altre strutture sotterranee eventualmente presenti;
- iv) Individuare cavità sotterranee;
- v) Individuare zone di terreno instabile;
- vi) Valutare la profondità a cui si trova la formazione rocciosa.

Per i rilievi sono stati utilizzati due apparecchi georadar: il primo è specializzato per la localizzazione dei servizi (PipeHawk MK1) mentre il secondo è adatto a rilevare strutture sotterranee e cambiamenti nella morfologia del terreno (GSSI SIR3000). Informazioni sulle caratteristiche tecniche degli apparecchi e sui relativi metodi di impiego sono fornite nei paragrafi successivi e, più in dettaglio, negli allegati.

I risultati del rilievo, che si è svolto su 28 siti scelti per campionare circa 3 km di strade, per una superficie totale rilevata di 2000 mq (vedi calcoli nella tabelle allegate), possono essere riassunti come segue:

1.1 Servizi

Il radar PipeHawk ha raggiunto in media la profondità di 1,50 - 1,80 m, con punte massime di 2,90 m. I servizi rilevati sono riportati negli elaborati a scala 1:100 allegati a questa relazione. Al fine di facilitare l'identificazione dei servizi longitudinali (ovvero dei rami di rete), i 28 siti sono stati raggruppati in 8 zone omogenee, all'interno delle quali sono state individuate altrettante "famiglie" di servizi longitudinali, ricorrenti da sito a sito. L'identificazione dei servizi è stata possibile solo per l'acquedotto comunale, di cui sono disponibili carte planimetriche aggiornate. Per l'identificazione degli altri servizi l'amministrazione comunale e/o il committente dovranno procedere, se lo riterranno opportuno, con scavi di saggio e ricerche ulteriori (con cercaservizi etc.). Nei paragrafi successivi è riportato l'elenco delle zone omogenee e delle relative famiglie di servizi longitudinali.

1.2 Acquedotto romano

Il radar GSSI SIR3000 ha raggiunto in ogni sito la profondità di 3,2 m (dettagli tecnici più avanti). La posizione planimetrica, la profondità e le dimensioni del manufatto sono state definite nella maggior parte dei siti in cui si sapeva della sua presenza (n.18 siti su 21, vedi tabella sinottica ed elaborati grafici allegati). E' interessante notare quanto segue:

- 1.2.1 Nel sito 9 (Site I nella denominazione GSSI) l'acquedotto sembra essere intatto, completo della copertura in volta a botte che nella Via Giulia è stata demolita per alloggiare i tubi della fogna.
- 1.2.2 Le posizioni planimetriche della fogna e dell'acquedotto romano coincidono certamente solo nella Via Giulia. In quanto agli altri siti, ci sono quattro casi in cui è certo che le opere siano separate (siti 10, 11, 13 e 14), mentre in altri otto (siti 8, 9, 10, 12, 15, 16, 17 e 23) non è chiaro se la fogna sia stata costruita a fianco dell'acquedotto romano o all'interno di esso.
- 1.2.3 Il sito 14 (Site N) è l'unico in cui le posizioni della fogna e dell'acquedotto sono distinte per una distanza dell'ordine di diversi metri (da 10 a 5). Il sito 14 dunque (che è la piazza antistante alla chiesa di Santa Maria Maggiore) è il luogo più indicato per un'eventuale sistemazione che riveli l'acquedotto e ne Permetta la vista al pubblico.

1.3 Altre strutture sotterranee

Sono state rilevate strutture sotterranee distinte dall'acquedotto romano in n.7 siti, come segue:



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

- 1.3.1 Sito 08 (Site H) Largo Mazzini
Piccola struttura parallelepipedica vuota, estradosso a 0,9 m.
- 1.3.2 Sito 14 (Site N) Via Cavour-Piazza Matteotti (davanti a S. Maria Maggiore)
Cisterna sotterranea romana, di cui si conosceva l'esistenza. La struttura è adiacente al pozzo, ha forma planimetrica rettangolare (10m x 2,5m) ed è coperta da una volta a botte il cui estradosso è alla profondità di 0,8 m.
- 1.3.3 Sito 21 (Site U) Via Consolare, in prossimità della Cappella Tega, lato ovest.
Condotta sotterranea, di dimensioni compatibili con quelle dell'acquedotto. E' posizionata in una via in cui l'acquedotto non dovrebbe essere.
- 1.3.4 Sito 22 (Site V) Via Torri di Properzio in prossimità dell'incrocio con la Via Consolare
Si tratta di un piccolo tunnel che collega i due fabbricati ai lati opposti della via.
- 1.3.5 Sito 23 (Site W) Via Torri di Properzio in prossimità delle Torri
Struttura sotterranea sconosciuta.
- 1.3.6 Sito 24 (Site X) Via Fonte del Mastro
Struttura a volta con sottostante cavità, sconosciuta.
- 1.3.7 Sito 28 (Site ZB) Piazza Vallegloria (inizio Via Giulia)
Struttura massiccia alla profondità di 0,9 m, sconosciuta.

1.4 Cavità sotterranee

Sono state rilevate cavità sotterranee in n.5 siti, come segue:

- 1.4.1 Sito 05 (Site E) Via Giulia
- 1.4.2 Sito 08 (Site H) Largo Mazzini
- 1.4.3 Sito 15 (Site O) Via Consolare-Piazzetta Monastero Agostiniane
- 1.4.4 Sito 25 (Site Y) Via Borgo del Teatro
- 1.4.5 Sito 27 (Site ZA) Via Monte Rione

1.5 Assestamenti del terreno

Sono state rilevate zone di assestamento del terreno in n.6 siti, come segue:

- 1.5.1 Sito 15 (Site O) Via Consolare-Piazzetta Monastero Agostiniane
- 1.5.2 Sito 18 (Site R) Via Consolare-Via S. Angelo
- 1.5.3 Sito 20 (Site T) Via Consolare
- 1.5.4 Sito 24 (Site X) Via Fonte Mastro
- 1.5.5 Sito 25 (Site Y) Via Borgo del Teatro
- 1.5.6 Sito 26 (Site Z) Via Borgo del Teatro

1.6 Profondità della formazione rocciosa

La profondità della roccia è stata rilevata in ogni sito. Il valore medio è di 2,4 metri (vedi tavola seguente).



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

TABELLA DELLA PROFONDITA' DELLA FORMAZIONE ROCCIOSA

<u>Sito</u>	<u>Quota roccia</u>	<u>Commenti</u>
01-A	2.4 to 2.5m	
02-B	2.5m	
03-C	2.6m	
04-D	2.8m	
05-E	3.1m	
06-F	2.5m	
07-G	2.4m	
08-H	2.0 to 2.6m	Varia all'interno del sito
09-I	2.3m	
10-J	2.4m	
11-K	2.3m	
12-L	2.4m	
13-M	2.4m	
14-N	2.5m	
15-O	2.4m	
16-P	2.4m	
17-Q	2.4m	
18-R	2.4m	
19-S	2.4m	
20-T	2.3m	
21-U	2.2m	
22-V	2.5m	
23-W	2.4m	
24-X	2.4m	
25-Y	2.5m	
26-Z	2.7m	
27-ZA	1.5m	
28-ZB	2.2m	



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

2. CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI

2.1 Identificare i servizi rilevati

Per l'identificazione dei servizi si raccomandano saggi mirati e, se necessario, il tracciamento del percorso dei tubi con cercaservi o altri metodi. L'identificazione di tutti i servizi rilevati, ed il chiarimento circa l'esistenza di quelli classificati come incerti, sarebbe molto utile durante i lavori di costruzione delle nuove infrastrutture sotterranee, e massimizzerebbe l'efficacia del rilievo svolto così minuziosamente con il radar PipeHawk.

2.2 Approfondire la definizione dell'acquedotto romano

La posizione planimetrica, la profondità e le dimensioni dell'acquedotto sono oggi conosciute, a seguito di questo rilievo, sull'area della maggior parte dei siti studiati. Non è stato possibile, tuttavia, avere indicazioni dettagliate circa la forma e la sezione del manufatto. Un elemento di perplessità è che si sono rilevate diverse (tre) morfologie di struttura ipotizzate come l'acquedotto, distinguibili per la larghezza della sezione trasversale (1,0 m, 1,5 m, 2,0 m; vedi Tavola 3 successiva). Sarebbe utile chiarire se si tratti di strutture diverse o dell'acquedotto che ha forme diverse in diverse zone della cittadina. Se si desiderasse proseguire nell'indagine si potrebbe seguire la seguente metodologia:

- 1) Eseguire scavi mirati sui siti già rilevati, in modo di evidenziare forma e sezioni dei manufatti (sono particolarmente indicati i siti 9, 14 e 17);
- 2) Rilevare la "radar signature" dei manufatti scavati, e svolgere poi una seconda serie di rilievi georadar. I risultati sarebbero questa volta più chiari data la chiave di lettura fornita dalla "firma radar" che risolverebbe i dubbi sulla morfologia sopra esposti. Se il rilievo fosse eseguito nei mesi estivi, inoltre, i segnali raccolti risulterebbero probabilmente più forti, dato il minor contenuto di umidità del terreno.

2.3 Identificare le altre strutture sotterranee rilevate

Questo è particolarmente raccomandabile per il Sito 21 (Site U), in modo di risolvere il dubbio circa la presenza o meno dell'acquedotto in quel tratto della Via Consolare. Anche le strutture dei siti 23 e 28 meriterebbero approfondimenti.

2.4 Prevedere un nuovo sistema fognante che non comporti l'ulteriore distruzione dell'antico acquedotto

Raccomandiamo, rispettosamente, di prevedere soluzioni per la nuova fogna che non comportino l'ulteriore distruzione dell'antica struttura romana. La fogna si può realizzare con due condotte che corrano lungo i fianchi del vecchio acquedotto, ciascuna a servizio dei fabbricati di un lato della via. In questo modo si eviterebbe che l'acquedotto debba essere demolito per alloggiare un grosso tubo centrale ed i relativi tubi di allacciamento ai fabbricati di ambi i lati delle vie.

2.5 Investire sul potenziale archeologico di Spello

Il rilievo ha confermato il buon potenziale archeologico della cittadina di Spello, che meriterebbe di essere valorizzato. In particolare, la cisterna romana antistante alla chiesa di Santa Maria Maggiore (Sito 14), suggerisce che ulteriori ricerche dovrebbero essere condotte in quell'area, includendo il sottosuolo della chiesa medesima. La solennità del luogo, la presenza di due strutture romane (la cisterna e l'acquedotto), la distanza tra fogna e acquedotto e lo spazio disponibile per un'eventuale nuova sistemazione del traffico, rendono quest'area particolarmente adatta ad accogliere un piccolo ma prezioso parco archeologico. Si dovrebbe inoltre, a nostro giudizio, effettuare un accurato rilievo georadar della Piazza della Repubblica, particolarmente raccomandabile in vista dell'imminenza dei lavori di scavo per la nuova sistemazione. Si dovrebbero infine rilevare con il georadar anche le pavimentazioni all'interno delle maggiori chiese del centro storico. Il rilievo georadar permetterebbe di scoprire eventuali antiche strutture, sepolture, etc.



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

3. TAVOLE RIASSUNTIVE

Seguono ora tre tavole riassuntive delle informazioni appena esposte, come segue:

TAVOLA 1 ELENCO DEI SITI RILEVATI, CALCOLO AREA RILIEVO
TAVOLA 2 PLANIMETRIA GENERALE DEI SITI RILEVATI
TAVOLA 3 TABELLA SINOTTICA RISULTATI RILIEVO



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

4. ANTEFATTO, ORIGINE DEL CONTRATTO

Il rilievo è stato commissionato alla NeoTech dalla società ENEL SO.L.E. S.P.A. di Roma (il Committente) in data 31 Gennaio 2005. L'area da rilevare si trova nel centro storico di Spello (PG), e consiste nelle vie della dorsale longitudinale. Il rilievo georadar è parte del PROGETTO DELLE INFRASTRUTTURE A RETE E DELLE NUOVE PAVIMENTAZIONI del P.I.R. (Programma Integrato di Ricostruzione) di Spello (PG), di cui le società ENEL SO.L.E ed ENEL HYDRO (responsabile il Sig. Luca Moscatello) svolgono la progettazione tecnica per conto del Comune di Spello, il Cliente finale (responsabile l'Ing. Mauro Peppoloni). La progettazione architettonica è opera del gruppo d'architettura "L'ESAGONO" (Arch. Stefano Antinucci, Arch. Luciano Buono, Arch. Elena Pucci, Arch. Francesco Rapo, Arch. Annunziata Stella Teot, Arch. Anna Tini Brunozzi). Il responsabile della NeoTech è l'Ing. Luigi Cesare Speranza. Il responsabile dell'associata inglese della NeoTech, la Stratascan di Upton upon Severn, è l'ing. Peter Barker.

E' noto che nel sottosuolo delle vie rilevate è presente un'antica struttura romana: un acquedotto interrato. Evidenza del manufatto è stata raccolta durante i lavori di costruzione della fogna in Via Giulia, nella parte alta del centro storico, circa trent'anni fa. Nel corso di questi lavori furono rilevate le sezioni tipo dell'acquedotto (tre), che riportiamo nella Tavola 4, ricavata da un elaborato grafico dell'ESAGONO. Purtroppo la fogna fu realizzata smantellando la parte superiore dell'acquedotto per inserire i tubi sul fondo della struttura romana. L'opera fu poi ricoperta con sabbia e altri materiali, senza ricostruire la volta superiore. Quindi l'acquedotto, nell'unica parte che finora è stata riportata alla luce, è stato gravemente manomesso. Fino ad oggi non c'erano informazioni sull'esatta posizione planimetrica del manufatto nelle altre vie, sulla sua forma e le sue dimensioni e neanche, infine, circa l'eventuale utilizzo come fogna a cui esso potesse essere stato destinato nel corso del tempo.

Il rilievo georadar era stato inizialmente previsto per l'intera superficie interessata dal progetto, circa 20.000 mq. Allo scopo di snellire il lavoro il team di progettazione ha successivamente ridotto la superficie a 1.500 mq, distribuiti in 27 siti individuati dai progettisti insieme al tecnico responsabile del Comune di Spello. NeoTech non ha partecipato alla definizione dei siti. In fase di esecuzione del rilievo, per esigenza di completezza di indagine si è rilevata un'area maggiore di quella assegnata (in eccesso di 2.000 mq) ed è stato aggiunto un nuovo sito, portando il numero totale degli stessi a 28. L'ubicazione dei siti rilevati ed il calcolo dell'area del rilievo sono riportati nelle Tavole 1 e 3 precedenti.

Per il rilievo, come detto, sono stati utilizzati due diversi apparecchi georadar, uno per il rilevamento dei servizi (PipeHawk Mk1) e l'altro per il rilevamento delle strutture e delle cavità sotterranee (GSSI SIR3000). L'interpretazione dei radargrammi del GSSI SIR3000 è stata fatta da NeoTech in collaborazione con la associata inglese STRATASCAN Plc.



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

5. CENNI SU SPELLO

Spello è una cittadina di origine romana, fondata nel primo secolo avanti Cristo. E' situata in Umbria, a circa 120 km a nord di Roma. La latitudine è 42° 59' 27"N e la longitudine è 12° 40' 08"E.

In epoca romana era dotata di un acquedotto che correva sotto la pavimentazione delle strade principali dell'abitato. In tempi medievali buona parte dell'acquedotto è stata probabilmente trasformata in fogna, e comunque se ne è perso l'uso originale. L'altezza della struttura è di circa 1,5 m.

Le maggiori risorse di Spello sono la sua storia e le bellezze naturali ed architettoniche. L'amministrazione comunale è impegnata da anni nell'opera di valorizzazione del grande potenziale turistico e culturale di Spello.



Febbraio 2005, il Field Team della NeoTech alla fine di una giornata di rilievi.
Sullo sfondo, il Monte Subasio incappucciato di neve



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

6. METODO DEL RILIEVO (LE ATTREZZATURE RADAR)

Le informazioni riportate di seguito sono sufficienti per comprendere i risultati del presente rilievo. Se si desidera approfondirle, la lettura degli allegati costituirà un buon primo passo.

6.1 RILIEVO DEI SERVIZI: RADAR PIPEHAWK

Per il rilievo dei servizi è stato utilizzato l'apparato inglese **PipeHawk MK1**, che NeoTech ha per prima importato in Italia. PipeHawk, sviluppato e costruito dalla società responsabile per lo sminamento delle isole Falkland dopo il conflitto anglo-argentino del 1982, è il più completo e sofisticato georadar per servizi oggi disponibile. PipeHawk infatti è l'unico georadar che fornisce **dati di campagna (radargrammi) immediatamente comprensibili**. Si tratta di immagini in cui gli oggetti rilevati (i bersagli) appaiono come macchie su uno sfondo chiaro quotato. Qualunque altro dispositivo georadar, invece, produce come dato di campagna le curve di diffrazione del segnale provocate dai bersagli. Queste curve sono complicate da decifrare, specialmente in situazioni complesse, ed abbisognano dell'esame di specialisti che le interpretino manipolandole con l'ausilio di software dedicati. In appendice una breve monografia su PipeHawk illustra in dettaglio il principio fisico del georadar, le caratteristiche tecniche di PipeHawk e la tecnica del rilievo con questo tipo di georadar.

Qui basterà notare che PipeHawk è dotato di un'antenna complessa, che emette un segnale in multifrequenza ad incremento rapido variabile da 150 MHz a 1000 MHz. La profondità massima di penetrazione del segnale è pari a 3 metri. Essa tuttavia non è sempre raggiunta. Fattori negativi sono l'alta costante dielettrica ed il contenuto di umidità del terreno.

Il metodo del rilievo consiste nel percorrere con il radar i segmenti di un reticolo a maglia quadrata di 50 cm materializzato sul terreno con dei marker colorati. Si procede quindi alla stampa dei radargrammi (15 per ciascun modulo 3x3 metri, consistenti in 7 sezioni verticali in una direzione, 7 sezioni nella direzione ortogonale ed una planimetria stratigrafica del modulo, chiamata "timeslice" nel gergo inglese). Si catalogano poi i bersagli presenti nelle timeslice e quindi li si integra per individuare i servizi che li hanno generati. Per esempio il servizio (Nome del sito)_L1 è il risultato dell'associazione dei bersagli L10, L14; L20 nei rispettivi moduli. La profondità del servizio così individuato è la media aritmetica delle quote (superiore ed inferiore) entro le quali sono stati rilevati i singoli bersagli.

Gli elaborati in CAD di restituzione del rilievo sono integrati dalla raccolta completa dei radargrammi, sia le "timeslices" (cioè le planimetrie stratigrafiche) che le sezioni verticali, contenute nei volumi allegati. Individuati i servizi risultanti dalla somma dei bersagli si deve poi identificarli: acqua, gas etc. Il radar ovviamente non dà alcuna informazione a riguardo. L'identificazione si ottiene per paragone, confrontando i servizi individuati con le informazioni raccolte dalle società di servizi (le "Utilities") le cui infrastrutture sono presenti nell'area del rilievo.

La raccolta di informazioni ed elaborati grafici dalle società di servizi non fa parte, tipicamente, delle mansioni di un rilievo georadar, ed è di pertinenza del Committente, anche in questo caso. NeoTech, tuttavia, ha raccolto presso il Comune le informazioni disponibili in questa fase del progetto.



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

6. METODO DEL RILIEVO (LE MACCHINE RADAR)

(seguito)

6.2 RILIEVO STRUTTURE SOTTERRANEE E MORFOLOGIA DEL TERRENO: RADAR GSSI SIR3000

Per il rilievo delle strutture e delle cavità sotterranee è stato utilizzato l'apparato **GSSI SIR3000**, cioè l'ultima generazione del radar SIR (Subsoil Interface Radar) costruito dalla società americana Geophysical Survey Systems Inc (GSSI). Si tratta di uno strumento assai flessibile, adatto ad applicazioni che spaziano dalla scoperta di strutture sotterranee al rilievo delle armature in un manufatto di calcestruzzo alla misura dello spessore di un ghiacciaio (come riportato dalla stampa a proposito sulla recente missione italiana sul K2). L'antenna scelta per il nostro rilievo, considerate le dimensioni dell'acquedotto da localizzare e la sua profondità, è una 400 MHz schermata. La regolazione dei parametri fondamentali (costante dielettrica del mezzo, range, gain, stacking etc.) è stata fatta sito per sito. I valori più ricorrenti sono stati i seguenti:

DIEL: 10
RANGE: 75 nanosecondi
GAIN: 4 (automatico)
STACKING: 10

Con questo insieme di parametri la profondità di indagine è risultata dell'ordine minimo dei 3 metri. Spiegazioni più approfondite sono disponibili negli allegati. Per il momento sarà sufficiente tenere a mente quanto segue:

- Il dato di campagna (raw data) del GSSI SIR3000 è un radargramma che mostra le curve di diffrazione del segnale radar nel piano verticale passante per la traiettoria percorsa dall'apparecchio durante il rilievo. Anche per il GSSI SIR3000 il metodo del rilievo consiste nel percorrere con il radar i segmenti di un reticolo tracciato sul terreno. Nel nostro caso il reticolo di PipeHawk è servito da base per le scansioni del GSSI SIR3000.

- I radargrammi del GSSI SIR3000 sono stati analizzati ed elaborati, per facilitarne l'interpretazione, con il software RADAN (vedi spiegazioni negli allegati). Al contrario di ciò che accade con PipeHawk, infatti, il radar fornisce solo le curve di diffrazione provocate dai bersagli. L'interpretazione consiste nell'associare alle curve di diffrazione evidenziate dall'analisi dei dati raccolti i bersagli che le hanno generate. I bersagli possono essere raggruppati nelle seguenti categorie:

A) Bersagli discreti, fortemente o debolmente riflettenti
(Strong and weak discrete reflectors).

Si tratta di una categoria di bersagli molto ampia ed eterogenea. Ad essa possono appartenere oggetti e/o strutture sotterranee di interesse archeologico.

B) Bersagli estesi complessi
(Complex reflectors).

Si tratta di zone del sottosuolo che si presentano come disomogenee rispetto alla matrice del suolo stesso. La causa della disomogeneità è in genere l'uomo (sbancamenti e successivi riempimenti, discariche etc.). Si può trattare però anche di disomogeneità geologica, come per esempio nel caso di una formazione rocciosa sottostante a un terreno alluvionale. Si dividono in fortemente e debolmente riflettenti. L'intensità della riflessione dà un'indicazione del grado di disomogeneità della zona, e anche del contenuto di umidità della stessa.



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

6. METODO DEL RILIEVO (LE MACCHINE RADAR)

(seguito)

6.2 RILIEVO STRUTTURE SOTTERRANEE E MORFOLOGIA DEL TERRENO: RADAR GSSI SIR3000

(seguito)

Ciascuna categoria è caratterizzata da forme particolari delle curve di diffrazione, che sostanzialmente sono il risultato della somma delle curve (iperboliche) generate dai singoli punti dei bersagli. Tra i bersagli discreti, cioè di dimensioni finite, i più notevoli e ricorrenti sono i seguenti:

Bersagli "puntuali", che corrispondono a diffrazioni a iperbole elementare, stretta

(Point diffractions).

Possono essere una pietra isolata, oppure l'intersezione di un servizio (tubo o cavo) con il piano di scansione del radar.

Bersagli convessi, diffrazioni a iperbole larga, diffrazioni crestate (somma di diverse iperboli)

(Convex reflectors and broad (crested) diffractions).

Un bersaglio convesso può essere costituito da qualunque superficie convessa presente nel sottosuolo: la volta di una struttura sotterranea, il mantello esterno di un servizio di grande diametro, un tombino stradale, etc.. Una diffrazione larga e crestata può essere provocata anche da un muro (come nel caso del nostro rilievo in Via Giulia), come la somma di una diffrazione puntuale (provocata dallo spigolo tra le pareti e la sommità del muro) e di una diffrazione a iperbole larga, provocata dal riflettore convesso costituito dalla sommità del muro.

Bersagli planari, che corrispondono a diffrazioni planari

(Planar returns).

Possono essere costituiti da un pavimento o da qualunque altra interfaccia sotterranea piana (o che appaia come tale al radar) parallela alla superficie. Si suddividono in bersagli planari fortemente o debolmente riflettenti, a seconda dell'intensità nel cambio di velocità del segnale attraverso l'interfaccia. La sovrapposizione delle iperboli generate da ogni punto del bersaglio consiste in un piano che è l'immagine del bersaglio stesso.

Bersagli planari inclinati, che corrispondono a diffrazioni planari inclinate

(Inclined events)

Corrispondono a interfacce planari inclinate rispetto alla verticale. Si devono esaminare con attenzione in quanto le diffrazioni che le denunciano possono essere anche l'effetto di riflessioni spurie, provocate da riflessioni del segnale fuori terra. Questo problema non sussiste quando si usino antenne schermate, come quella da noi utilizzata per questo rilievo.

Zone di vuoto, che corrispondono a diffrazioni "a campana" (treni di risonanza concentrata)

(Focused ringing)

La diffrazione "anomala", generata dalla risonanza del segnale nel vuoto, ha una caratteristica forma a campana, dovuta all'effetto di sollevamento del fondo del vuoto generato dall'aumento di velocità del segnale radar nell'aria (o nel vuoto) rispetto alla velocità nel terreno.

Riguardo ai bersagli estesi, in primis è opportuno tener conto della conduttività della superficie del terreno, assai variabile con il contenuto di umidità della stessa, perché essendo l'onda elettromagnetica emessa dal radar modulata, nella forma e nell'intensità, dalla superficie del suolo, se questa è altamente conduttrice si genera un treno d'onde intenso e complesso che può oscurare le eco più deboli emesse dai bersagli profondi.



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

7. METODO DEL RILIEVO (LE RISORSE UMANE)

Il rilievo georadar è il risultato del lavoro di due squadre di tecnici, come segue:

- Team di Campagna (Field Team), che raccoglie i dati di campagna;
- Team di Ufficio (Office Team), che elabora i dati raccolti dal Field Team e ne cura la restituzione.

Il Field Team NeoTech per questo rilievo era composto dai seguenti tecnici:

- Dott. Ing. Luigi Cesare Speranza, Responsabile Georadar;
- Per.Tel. Antonio Sorichetti, Tecnico Georadar;
- Iuri Gututui, Tecnico Georadar.

Poiché sono stati richiesti due tipi di rilievo (uno per i servizi ed uno per le strutture e le cavità sotterranee) il "Field Team" ha rilevato le aree selezionate due volte, utilizzando due macchine diverse (il PipeHawk e il GSSI SIR3000). L'elaborazione dei dati di campagna è stata fatta dall'Office Team NEO.TECH – STRATASCAN, così composto:

- Dott. Ing. Luigi Cesare Speranza, Project Manager
- Dott. Ing. (laureando) Michelangelo A. Speranza
- Cristina Speranza, Data Analyst
- Alexander Yurevich Ogleznev, Data Analyst
- Sergio Belotti, Radar Specialist
- Dott. Ing. Peter Barker (STRATASCAN)
- Dott. Ing. Simon Stowe (STRATASCAN)



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

8. DIARIO DEL RILIEVO

8.1 DATE, CONDIZIONI METEO, TRAFFICO

Rilievo con la macchina PipeHawk.

Le operazioni si sono svolte nelle seguenti date e nelle seguenti condizioni:

- a) Data: dal 12 al 18 Febbraio 2005;
- b) Condizioni meteorologiche: Neve durante gli ultimi tre giorni;
- c) Traffico: Quasi nullo, grazie alla collaborazione della Polizia Municipale di Spello.

Rilievo con la macchina GSSI SIR3000.

Le operazioni si sono svolte nelle seguenti date e nelle seguenti condizioni:

- d) Data: dal 25 Febbraio al 02 Marzo 2005;
- e) Condizioni meteorologiche: Neve tutti i giorni del rilievo (una giornata persa);
- f) Traffico: Quasi nullo, grazie alla collaborazione della Polizia Municipale di Spello.

8.2 DATI METRICI DELLE PRESTAZIONI

I dati metrici significativi delle prestazioni occorse per questo rilievo sono i seguenti:

- a) Radar PipeHawk: rilevati N. 287 moduli, per una superficie totale netta di 2000,0 mq;
eseguite N. 4018 scansioni
analizzati N. 4018 radargrammi
analizzate N. 2296 timeslices
individuati N. 1213 bersagli
dedotti N. 420 servizi
- b) Radar GSSI SIR3000: eseguite N. 768 scansioni lineari sul reticolo PipeHawk, eccedendolo in lunghezza e larghezza, per una superficie totale di 2147,0 mq
analizzati N. 768 radargrammi
(vedi calcolo aree nella Tavola 1 precedente).
- c) Incrementi ai prezzi unitari per traffico e lavoro notturno: non previsti e comunque nulli.
- d)
- e) Tempi morti:
 - Ore fermo per mancanza permessi: 0,00 ore;
 - Ore fermo per altre cause: 24,00 per neve.

NB

Tutte le operazioni del Field Team, nei due rilievi svolti (PipeHawk e GSSI) sono state rallentate dalle avverse condizioni meteo. Il contratto tuttavia non prevede alcun compenso aggiuntivo.



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
 Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
 Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
 Data: APRILE 2005

9. ELENCO DEI SITI RILEVATI, CALCOLO DELL'AREA RILEVATA

I siti rilevati sono indicati con una doppia denominazione, che consiste nel progressivo numerico (da 01 a 28) ed in quello letterale (da A ZB). La doppia denominazione si è resa necessaria per l'interpretazione dei dati di campagna. Infatti, mentre l'apparato PipeHawk classifica i siti con un progressivo numerale, il radar GSSI SIR3000 adotta il progressivo con lettere.

L'elenco riporta anche la superficie rilevata, intesa come superficie fisica dei siti, in accordo con il contratto commissionatoci. C'è da notare infatti che la superficie su cui si svolgono le operazioni di rilievo è maggiore di quella fisica effettiva date le sovrapposizioni (overlaps) dei moduli di rilievo che sono a volte necessarie.

Come si potrà notare, la superficie rilevata è pari a 2000 mq. Il calcolo esplicito è riportato nella Tabella 1 precedente.

SITI	VIA O PIAZZA	SUPERFICIE RILEVATA (mq) (al netto di sovrapposizione di moduli)
1. SITO 01_A	Via Giulia	78,5
2. SITO 02_B	Via Giulia	54,0
3. SITO 03_C	Via Giulia	69,0
4. SITO 04_D	Via Giulia	51,0
5. SITO 05_E	Via Giulia	36,0
6. SITO 06_F	Via Giulia	27,0
7. SITO 07_G	Via Giulia	27,0
8. SITO 08_H	Via Giulia-Largo Mazzini	184,5
9. SITO 09_I	Via Garibaldi	40,5
10. SITO 10_J	Via Garibaldi-Piazza della Repubblica	154,5
11. SITO 11_K	Piazza della Repubblica	84,0
12. SITO 12_L	Via Cavour	45,0
13. SITO 13_M	Piazza Matteotti	99,0
14. SITO 14_N	Via Cavour	126,0
15. SITO 15_O	Via Consolare	150,0
16. SITO 16_P	Via Consolare	45,0
17. SITO 17_Q	Via Consolare	15,0
18. SITO 18_R	Via Consolare	159,5
19. SITO 19_S	Via Consolare	94,5
20. SITO 20_T	Via Consolare	90,0
21. SITO 21_U	Via Consolare	54,0
22. SITO 22_V	Via Torri di Properzio	37,5
23. SITO 23_W	Via Torri di Properzio	108,0
24. SITO 24_X	Via Fonte del Mastro	45,0
25. SITO 25_Y	Via Borgo del Teatro	31,8
26. SITO 26_Z	Via Borgo del Teatro	29,7
27. SITO 27_ZA	Via Monte Rione	27,0
28. SITO 28_ZB	Via Giulia	42,0
		2.000,0 TOTALE (mq)

In ciascun sito si sono rilevati, ovviamente, sia servizi longitudinali, la cui direzione è parallela (o quasi) all'asse della strada, che servizi trasversali. Mentre la situazione dei servizi trasversali è tipica e particolare di ciascun sito, quella dei servizi longitudinali tende a ripetersi da un sito all'altro, specialmente tra siti contigui. Per questo motivo, al fine di evidenziare ed individuare i servizi longitudinali, abbiamo classificato i siti rilevati in zone omogenee (sotto il profilo dei servizi longitudinali), il cui elenco è riportato nella pagina seguente.



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
 Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
 Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
 Data: APRILE 2005

10.ZONE OMOGENEE AI FINI DEI SERVIZI LONGITUDINALI

Ai fini dell'identificazione dei servizi longitudinali rilevati abbiamo raccolto i siti oggetto del rilievo in gruppi omogenei, generalmente coincidenti con le vie e/o le piazze sulle quali i siti sono stati spiccati. Abbiamo inoltre evidenziato la larghezza della sede stradale, importante ai fini delle scelte progettuali relative alla collocazione planimetrica delle nuove infrastrutture.

ZONA	NOME VIA	SITI	LARGHEZZA
1.	Via Giulia	28, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 (parte)	L = 3,0 – 3,5 m
2.	Largo Mazzini-Via Garibaldi	8 (parte), 9, 10 (parte)	6,0 < L < 9,0 m
3.	Piazza della Repubblica	10 (parte), 11	L = 4,5 m 7,0 < L < 9,0 m
4.	Via Cavour – Via Consolare	12, 13 (parte), 14, 15, 16, 21, 20, 19, 18 (parte)	L = 3,0 m 4,5 < L < 7,0 m
5.	Via S. Angelo	17, 18 (parte)	L = 3,0 m
6.	Via Torri di Properzio	22, 23	L = 3,0 – 3,5 m
7.	Via Borgo del Teatro	25, 26	L = 2,5 m
8.	Siti isolati (Fonte del Mastro, Monte Rione)	24, 27	2,5 < L < 3,0 m

Nota su bersagli radar (PipeHawk) e i servizi che si "deducono" dai bersagli

Il radar PipeHawk individua, in ciascuna area elementare (modulo) del rilievo, dei "bersagli" sotterranei, cioè degli oggetti che possono essere parte di un servizio. Correlando i bersagli radar di moduli contigui si ipotizzano i servizi a rete rilevati. Il radar non fornisce alcuna indicazione circa la natura del servizio individuato, che va accertata, in mancanza di altri elementi di certezza, tramite ispezione diretta.

I bersagli radar di un sito sono individuati con la sigla letterale che distingue la direzione longitudinale: L i bersagli disposti longitudinalmente, T i bersagli paralleli o quasi alla direzione trasversale. La sigla letterale è seguita dal progressivo numerale di quel tipo di bersagli nel sito. Per esempio, considerato un certo sito, L23 è il bersaglio longitudinale n.23 di quel sito.

Correlando il vari bersagli L del sito si possono individuare ed ipotizzare i servizi longitudinali, che saranno denominati 22_L1, 22_L2, 22_L3 etc., in cui il primo numero è quello del sito mentre quello che segue la lettera è il progressivo numerale del tipo di servizio nel sito. Per esempio il servizio 22_L1 è il primo servizio longitudinale del sito 22.

Correlando i servizi longitudinali dei siti di una zona omogenea si possono individuare le reti di servizi. E' opportuno notare che l'identità della seconda parte nei nomi dei servizi rilevati ((*numero del sito)_L1, (*numero del sito)-L2 etc.) non significa necessariamente che si tratti del medesimo servizio in siti diversi. Per esempio il servizio 01_L1 ed il servizio 02_L1 potrebbero corrispondere a servizi longitudinali reali diversi.

Segue ora l'esposizione dei risultati del rilievo sito per sito, seguita dall'analisi dei servizi per le zone omogenee appena definite.



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

TRATTAZIONE DEI SINGOLI SITI

Nelle pagine seguenti l'esposizione dei risultati del rilievo per ciascun sito è svolta presentando prima il Rilievo PIPEHAWK e quindi il rilievo GSSI SIR 3000. Per quest'ultimo sono presentati sia il testo originale in inglese della nostra associata STRATASCAN Plc, in collaborazione con la quale abbiamo interpretato i dati, che la traduzione in italiano.



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 01-A Rilievo PIPEHAWK

I reticoli del rilievo, le posizioni dei bersagli ed i servizi che si sono ipotizzati correlando i bersagli sono riportati sull'elaborato grafico in CAD in scala 1:100. Il file originale di supporto è stato fornito dall'ESAGONO. Il paragone tra le posizioni planimetriche dei servizi indicati dalle "Utilities" (solo due in realtà, l'acquedotto comunale e la fogna) e le posizioni dei servizi dedotti dai bersagli corrobora sostanzialmente le indicazioni delle "Utilities", nonostante qualche discrepanza. La maggior parte dei servizi rilevati è da identificare. Si raccomanda perciò, per una rappresentazione completa, di confermare l'identità dei servizi con ulteriori ricerche negli archivi tecnici ed anche con saggi.

TOTALE BERSAGLI L: 48 N. SERVIZI L: 10 (da 01-L1 a 01-L10)
TOTALE BERSAGLI T: 24 N. SERVIZI T: 14 (da 01_T1 a 01_T14)

Il sito fa parte della zona omogenea 1.



SITO 01-A Via Giulia

Tombino acquedotto (scoperchiato) e tombino fogna (in secondo piano)

PipeHawk ha rilevato i servizi elencati sopra. Il GSSI ha riscontrato la presenza dell'acquedotto romano, o meglio di ciò che ne rimane, dal momento che nella Via Giulia la fogna è stata costruita alloggiando la condotta moderna all'interno della struttura romana, la cui copertura è stata demolita e dispersa.

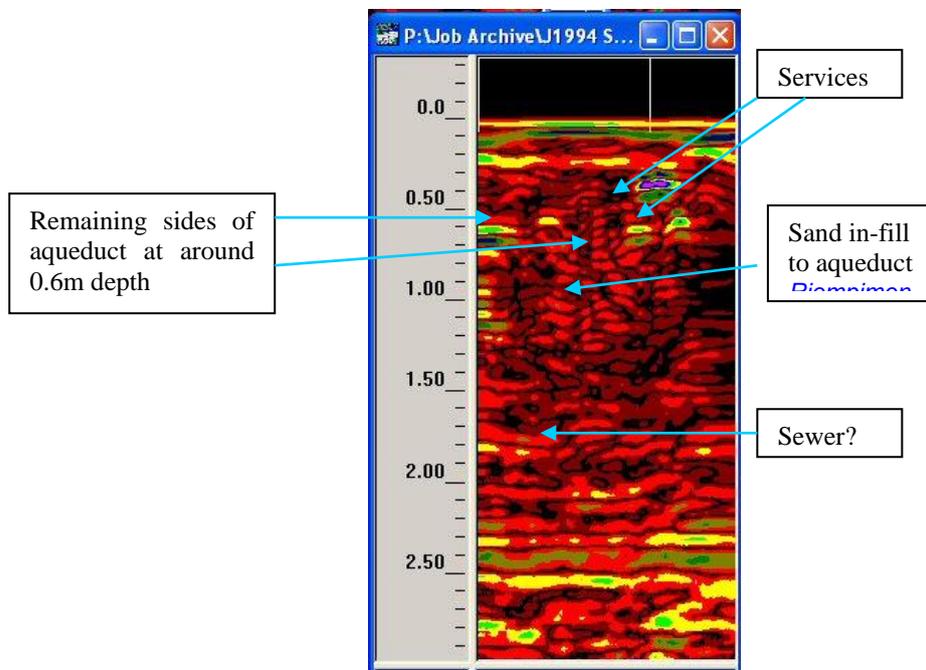


Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
 Committente: ENEL S.O.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
 Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
 Data: APRILE 2005

Sito 01-A Rilievo GSSI SIR3000

4.1.1 Site AA

As indicated above, the crown of the aqueduct appears to have been removed and the void in-filled. There is some indication of an installed sewer at around 1.7m depth



SITE AA, File 13

La copertura dell'acquedotto sembra essere stata rimossa ed il vuoto riempito con sabbia. Sono piuttosto chiare le diffrazioni provocate dalle teste dei muri, alla profondità di circa 0,6 m (vedi figura in alto, frecce relative al box di sinistra). C'è anche qualche evidenza della fogna, a circa 1,70 m di profondità.

La profondità della formazione rocciosa è di circa 2,40 – 2,50 m. Non c'è evidenza di cavità sotterranee.



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 02-B Rilievo PIPEHAWK

I reticoli del rilievo, le posizioni dei bersagli ed i servizi che si sono ipotizzati correlando i bersagli sono riportati sull'elaborato grafico in CAD in scala 1:100. Il file originale di supporto è stato fornito dall'ESAGONO. Il paragone tra le posizioni planimetriche dei servizi indicati dalle "Utilities" (solo due in realtà, l'acquedotto comunale e la fogna) e le posizioni dei servizi dedotti dai bersagli corrobora sostanzialmente le indicazioni delle "Utilities", nonostante qualche discrepanza. La maggior parte dei servizi rilevati è da identificare. Si raccomanda perciò, per una rappresentazione completa, di confermare l'identità dei servizi con ulteriori ricerche negli archivi tecnici ed anche con saggi.

TOTALE BERSAGLI L: 30 TOTALE SERVIZI L: 7 (da 02_L1 a 02_L7)
TOTALE BERSAGLI T: 14 TOTALE SERVIZI T: 8 (da 02_T1 a 02_T8)

Il sito fa parte della zona omogenea 1.



SITO 02-B Via Giulia
Caditoia acqua e tombini vari

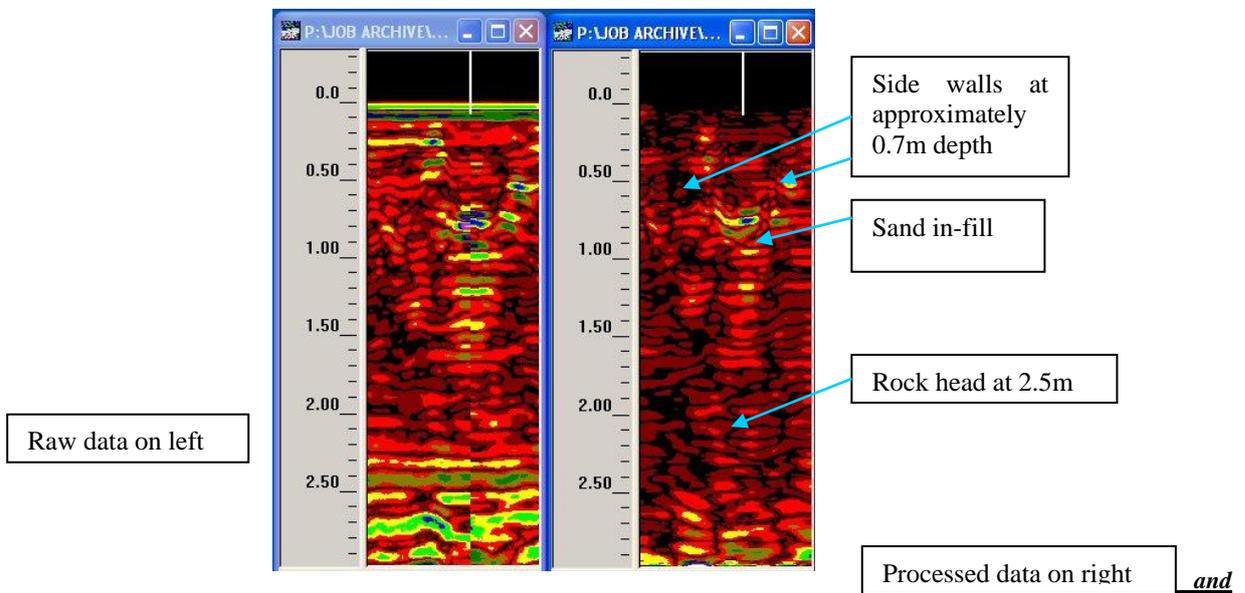


Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 02-B Rilievo GSSI SIR3000

4.1.2 Site B

The indication again is that the crown of the aqueduct has been removed leaving the sidewalls in-filled with sand. There is no indication of an inserted sewer pipe.



combined with File 16

Abbiamo ancora evidenza che l'acquedotto è stato scoperciato ed i muri laterali (sommità a 0,7 m) sono stati riempiti con sabbia. Non si è rilevata, però, alcuna evidenza della fogna inserita nell'acquedotto.

*La formazione rocciosa è a 2,5 m di profondità.
Non sono stati rilevati vuoti.*



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 03-C Rilievo PIPEHAWK

I reticoli del rilievo, le posizioni dei bersagli ed i servizi che si sono ipotizzati correlando i bersagli sono riportati sull'elaborato grafico in CAD in scala 1:100. Il file originale di supporto è stato fornito dall'ESAGONO. Il paragone tra le posizioni planimetriche dei servizi indicati dalle "Utilities" (solo due in realtà, l'acquedotto comunale e la fogna) e le posizioni dei servizi dedotti dai bersagli corrobora sostanzialmente le indicazioni delle "Utilities", nonostante qualche discrepanza. La maggior parte dei servizi rilevati è da identificare.. Si raccomanda perciò, per una rappresentazione completa, di confermare l'identità dei servizi con ulteriori ricerche negli archivi tecnici ed anche con saggi.

TOTALE BERSAGLI L: 33 N. SERVIZI L: 7 (da 03_L1 a 03_L7)
TOTALE BERSAGLI T: 18 N. SERVIZI T: 15 (da 03_T1 a 03_T15)

Il sito fa parte della zona omogenea 1



SITO 03-C Via Giulia
Apertura di un tombino contiguo all'area rilevata

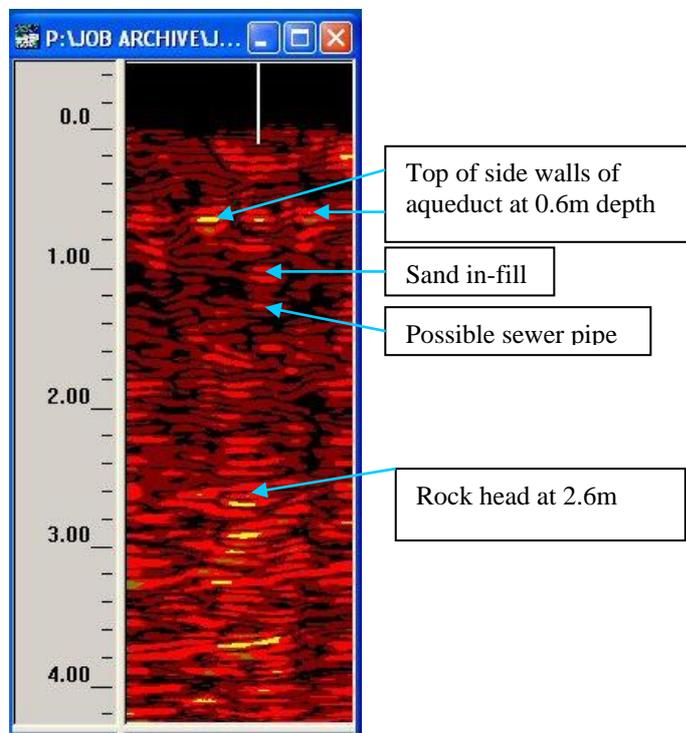


Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 03-C Rilievo GSSI SIR3000

4.1.3 Site C

The processed image below is a combination of File 5 (reversed) and File 24, which also indicates that the crown of the aqueduct has been removed down to a depth of 0.6m leaving the walls to be in-filled with sand. There is a brighter anomaly at 1.5m depth which may be the crown of the sewer pipe. This arrangement is less well defined towards the western end of the site.



Site C File59(reversed) and combined with File 24

L'immagine in alto è la somma del radargramma relativo alla scansione 5 (File 5) invertita e del radargramma della scansione 29 (File 29). Vedi planimetria scansioni GSSI nell'elaborato grafico.

Sono evidenti le teste dei muri laterali dell'acquedotto ad una profondità di circa 0,6 m.

C'è anche evidenza del riempimento in sabbia. L'anomalia a quota 1,5 m potrebbe essere l'estradosso del tubo della fogna. Queste caratteristiche sfumano verso l'estremità occidentale del sito.

Il banco roccioso è situato alla profondità di 2,6 m.

Non v'è traccia di vuoti.



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 04-D Rilievo PIPEHAWK

I reticoli del rilievo, le posizioni dei bersagli ed i servizi che si sono ipotizzati correlando i bersagli sono riportati sull'elaborato grafico in CAD in scala 1:100. Il file originale di supporto è stato fornito dall'ESAGONO. Il paragone tra le posizioni planimetriche dei servizi indicati dalle "Utilities" (solo due in realtà, l'acquedotto comunale e la fogna) e le posizioni dei servizi dedotti dai bersagli corrobora sostanzialmente le indicazioni delle "Utilities", nonostante qualche discrepanza. La maggior parte dei servizi rilevati è da identificare. Si raccomanda perciò, per una rappresentazione completa, di confermare l'identità dei servizi con ulteriori ricerche negli archivi tecnici ed anche con saggi.

TOTALE BERSAGLI L: 34
TOTALE BERSAGLI T: 17

N. SERVIZI L: 7 (da 04_L1 a 04_L7)
N. SERVIZI T: 14 (da 04_T1 a 04_T14)

Il sito fa parte della zona omogenea 1.



SITO 04-D Via Giulia
Rilievo con PipeHawk e apertura e classificazione tombini



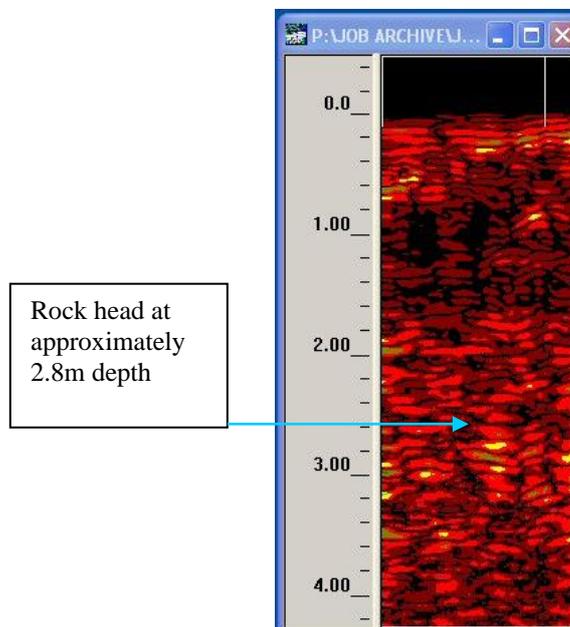
Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 04-D

Rilievo GSSI SIR3000

4.1.4 Site D

No evidence for the aqueduct or the sewer is seen in this area as is demonstrated in the example radargram shown to the right. With the complexity of manholes and chambers and valves in this area it may be that the aqueduct has been removed.



Site D File5(processed)

In questo sito non si è riscontrata evidenza né dell'acquedotto né della fogna, come dimostrato dal radargramma in figura. E' possibile, dati il numero e la complessità dei tombini e delle tubazioni presenti nell'area, che l'acquedotto in questo sito sia stato interamente demolito.

*La profondità del banco roccioso è di 2,8 m.
Non v'è evidenza di vuoti.*



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 05-E Rilievo PIPEHAWK

I reticoli del rilievo, le posizioni dei bersagli ed i servizi che si sono ipotizzati correlando i bersagli sono riportati sull'elaborato grafico in CAD in scala 1:100. Il file originale di supporto è stato fornito dall'ESAGONO. Il paragone tra le posizioni planimetriche dei servizi indicati dalle "Utilities" (solo due in realtà, l'acquedotto comunale e la fogna) e le posizioni dei servizi dedotti dai bersagli corrobora sostanzialmente le indicazioni delle "Utilities", nonostante qualche discrepanza. La maggior parte dei servizi rilevati è da identificare. Si raccomanda perciò, per una rappresentazione completa, di confermare l'identità dei servizi con ulteriori ricerche negli archivi tecnici ed anche con saggi.

TOTALE BERSAGLI L: 16 N. SERVIZI L: 6 (da 05_L1 a 05_L6)
TOTALE BERSAGLI T: 5 N. SERVIZI T: 5 (da 05_T1 a 05_T5)

Il sito fa parte della zona omogenea 1, per cui i servizi longitudinali sopra elencati sono da paragonare con quelli dei siti della Via Giulia.



SITO 05-E Via Giulia

Le scansioni trasversali (sia di PipeHawk che del GSSI) partono dal centro strada

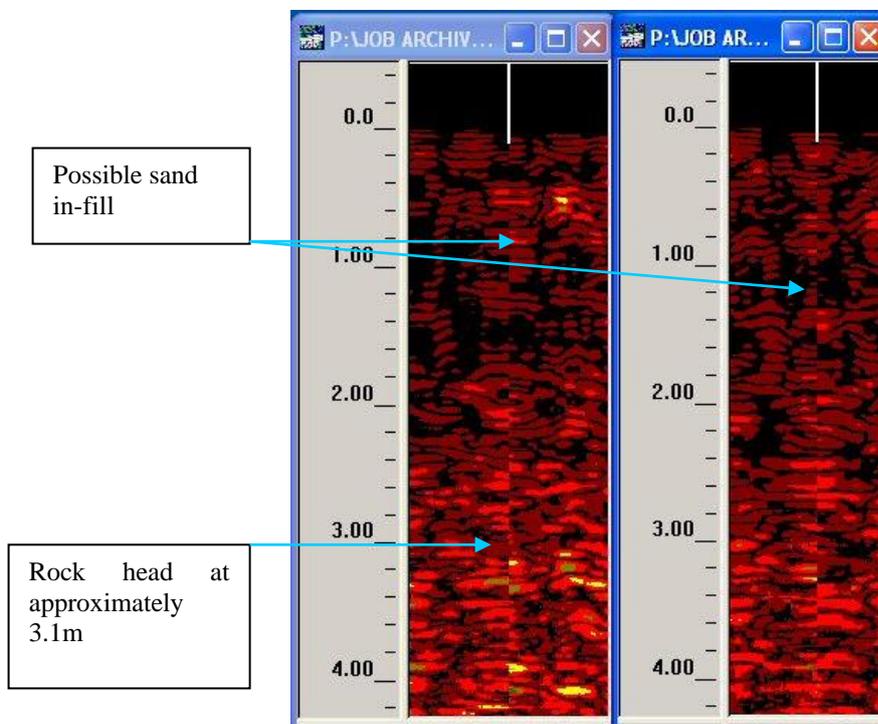


Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
 Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
 Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
 Data: APRILE 2005

Sito 05-E Rilievo GSSI SIR3000

4.1.5 Site E

As with Site D little evidence for the aqueduct or the sewer is seen in Site E. The transects at each end of the site have been reproduced below as they give some indication of a change in fill material, which may relate to the sand in-fill of the aqueduct. However nothing can be seen of the aqueduct walls in these or any of the other transects.



Site E
File12(reversed) and combined with File 13(left side)
File4(reversed) and combined with File 21(right side)

Come per il Sito 04 (Site D) c'è poca evidenza dell'acquedotto in quest'area. La figura riporta i radargrammi (elaborati: invertiti ed incollati a coppie) relativi alle scansioni trasversali effettuate alle due estremità corte del sito. Si può distinguere solo l'indicazione di un cambiamento nel materiale di riempimento, che si può correlare al riempimento in sabbia dell'acquedotto. Questa è comunque la sola evidenza dell'acquedotto in questi radargrammi, ed in tutti gli altri del sito.

La profondità della formazione rocciosa è 3,1 m.



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

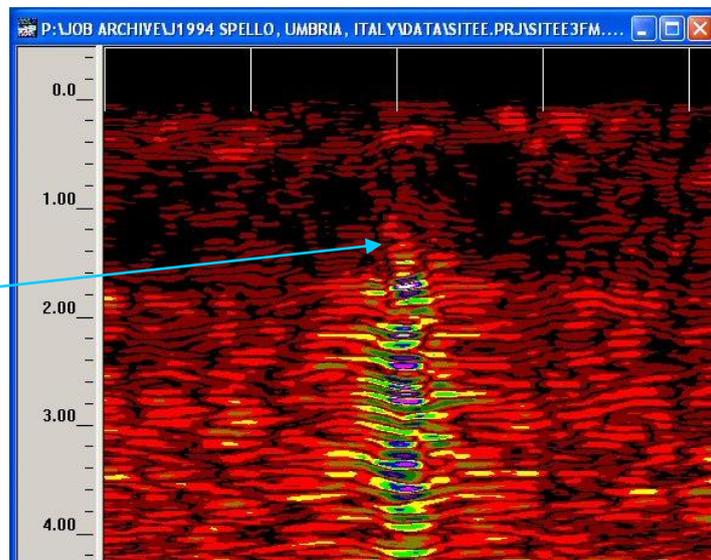
Sito 05-E

Rilievo GSSI SIR3000

(seguito)

Centred on 6m along File 3 is a bright response at about 1.6m depth. This has the characteristics of a void at least 1m in length.

Void at 1.6m
depth



Site E File3(processed)

Centrata a progressiva 6 metri dall'origine delle scansioni, sul File 03 (corrispondente alla scansione longitudinale 3), si riscontra un'eco brillante a partire dalla profondità di circa 1,6 m. Si tratta di un vuoto che ha dimensione longitudinale pari ad almeno un metro (vedi elaborato grafico in scala 1:100 del sito stesso).



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 06-F Rilievo PIPEHAWK

I reticoli del rilievo, le posizioni dei bersagli ed i servizi che si sono ipotizzati correlando i bersagli sono riportati sull'elaborato grafico in CAD in scala 1:100. Il file originale di supporto è stato fornito dall'ESAGONO. Il paragone tra le posizioni planimetriche dei servizi indicati dalle "Utilities" (solo due in realtà, l'acquedotto comunale e la fogna) e le posizioni dei servizi dedotti dai bersagli corrobora sostanzialmente le indicazioni delle "Utilities", nonostante qualche discrepanza.

La maggior parte dei servizi rilevati è tuttavia ancora non identificata. Si raccomanda perciò, per una rappresentazione completa, di confermare l'identità dei servizi con ulteriori ricerche negli archivi tecnici ed anche con saggi.

TOTALE BERSAGLI L: 11 N. SERVIZI L: 5 (da 06_L1 a 06_L5)
TOTALE BERSAGLI T: 5 N. SERVIZI T: 5 (da 06_T1 a 06_T5)

Il sito fa parte della zona omogenea 1, per cui i servizi longitudinali sopra elencati sono da paragonare con quelli dei siti della Via Giulia.



SITO 06-F Via Giulia
Partenza prima scansione trasversale del radar PipeHawk

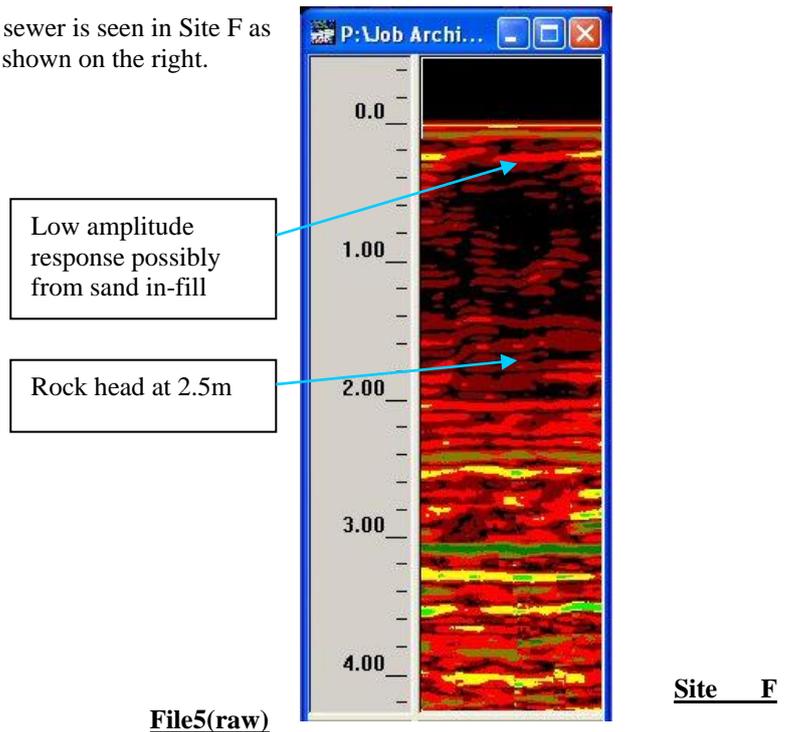


Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 06-F Rilievo GSSI SIR3000

4.1.6 Site F

Little or no evidence of either the aqueduct or the sewer is seen in Site F as demonstrated by the example radargram of File 5 shown on the right.



Anche in questo sito non si è rilevata evidenza né dell'acquedotto né della fogna né dell'acquedotto, come mostrato dal radargramma in figura. In esso si può distinguere una zona di attenuazione del segnale, probabilmente provocata dal riempimento in sabbia.

*La profondità della formazione rocciosa è di circa 2,5 m.
Non si sono rilevati vuoti o cavità sotterranee.*



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 07-G Rilievo PIPEHAWK

I reticoli del rilievo, le posizioni dei bersagli ed i servizi che si sono ipotizzati correlando i bersagli sono riportati sull'elaborato grafico in CAD in scala 1:100. Il file originale di supporto è stato fornito dall'ESAGONO. Il paragone tra le posizioni planimetriche dei servizi indicati dalle "Utilities" (solo due in realtà, l'acquedotto comunale e la fogna) e le posizioni dei servizi dedotti dai bersagli corrobora sostanzialmente le indicazioni delle "Utilities", nonostante qualche discrepanza. La maggior parte dei servizi rilevati è da identificare. Si raccomanda perciò, per una rappresentazione completa, di confermare l'identità dei servizi con ulteriori ricerche negli archivi tecnici ed anche con saggi.

TOTALE BERSAGLI L: 19
TOTALE BERSAGLI T: 5

N. SERVIZI L: 7 (da 07_L1 a 07_L7)
N. SERVIZI T: 3 (da 07_T1 a 07_T5)

Il sito fa parte della zona omogenea 1.



SITO 07-G Via Giulia

PipeHawk al lavoro, apertura di un tombino della fogna (che è giusto dentro l'acquedotto!)

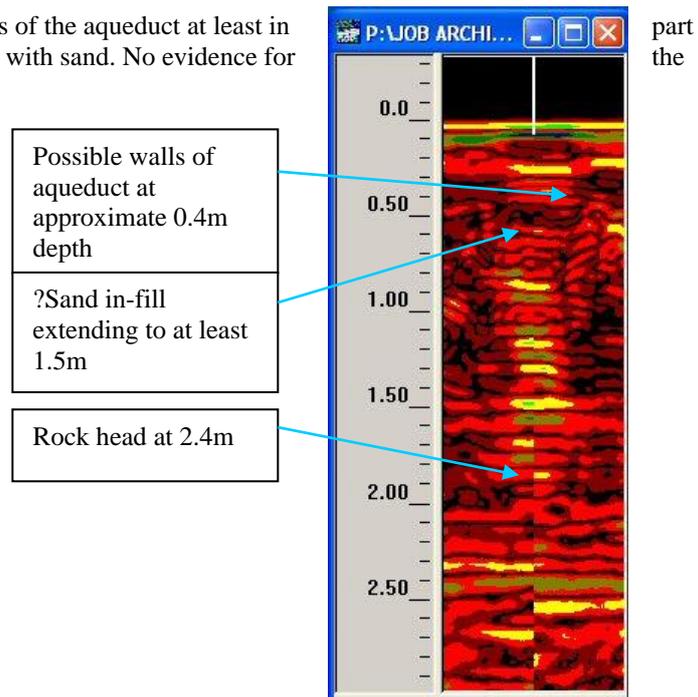


Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
 Committente: ENEL S.O.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
 Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
 Data: APRILE 2005

Sito 07-G Rilievo GSSI SIR3000

4.1.7 Site G

The radargrams in the site suggest that the walls of the aqueduct at least in survive and that the aqueduct has been in-filled with sand. No evidence for crown nor sewer is seen.



Site G File6 reversed then combined with File 15(raw)

I radargrammi di questo sito suggeriscono che i muri laterali dell'acquedotto sono almeno in parte conservati, e che lo spazio in mezzo è stato riempito con sabbia. Non si scorge evidenza della copertura dell'acquedotto, e tantomeno del tubo fognante all'interno di esso.

*La profondità del banco roccioso è di circa 2,4 m.
 Non c'è evidenza di vuoti.*



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
 Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
 Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
 Data: APRILE 2005

Sito 08-H Rilievo PIPEHAWK

I reticoli del rilievo, le posizioni dei bersagli ed i servizi che si sono ipotizzati correlando i bersagli sono riportati sull'elaborato grafico in CAD in scala 1:100. Il file originale di supporto è stato fornito dall'ESAGONO. Il paragone tra le posizioni planimetriche dei servizi indicati dalle "Utilities" (solo due in realtà, l'acquedotto comunale e la fogna) e le posizioni dei servizi dedotti dai bersagli corrobora sostanzialmente le indicazioni delle "Utilities", nonostante qualche discrepanza. Il sito è in realtà doppio: una parte appartiene alla Via Giulia, l'altra a Largo Mazzini-Via Garibaldi. La maggior parte dei servizi rilevati è da identificare. Si raccomanda perciò, per una rappresentazione completa, di confermare l'identità dei servizi con ulteriori ricerche negli archivi tecnici ed anche con saggi.

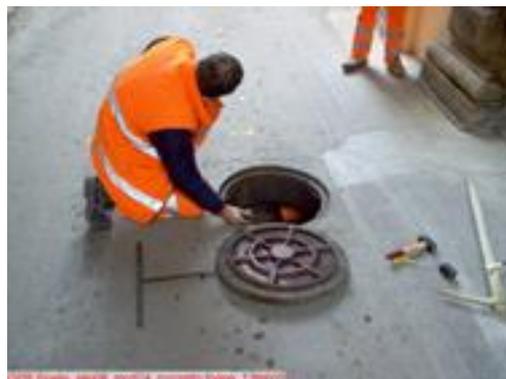
TOTALE BERSAGLI L: 72
 TOTALE BERSAGLI T: 30

N. SERVIZI L: 20
 N. SERVIZI T: 17

La parte A del sito appartiene alla zona omogenea 1 (Via Giulia), mentre la parte B costituisce l'inizio della zona 2 (Via Garibaldi).



SITO 08-H Il sito consiste in due parti: a) Via Giulia, foto a sinistra, b) Largo Mazzini



SITO 08-H Via Giulia
Tombino acquedotto (foto a sinistra) e tombino fogna

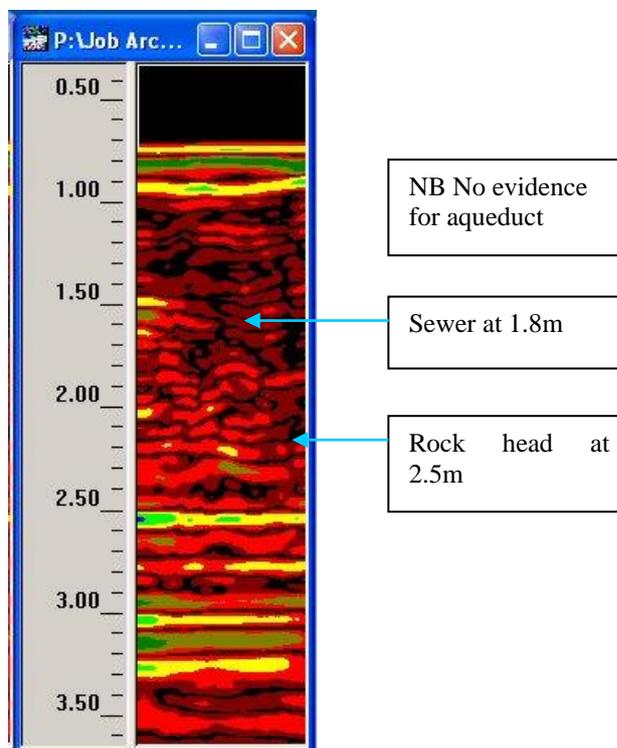


Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL S.O.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 08-H Rilievo GSSI SIR3000

4.1.8 Site H

This site is split into two sections – the Via Giulia and the Piazza Mazzini. The section within the Via Giulia shows no indications of the aqueduct but several of the transects crossing the street show diffractions at 1.8m depth which are interpreted as the sewer. This is illustrated below in File 28



Site H File28(raw)

Il sito è diviso in due parti: la Via Giulia e Piazza Mazzini. Sulla parte di Via Giulia non si sono riscontrate evidenze dell'acquedotto. Molte sezioni tuttavia mostrano diffrazioni alla profondità di 1,8 m che suggeriscono la presenza della fogna. Vedi figura in alto.



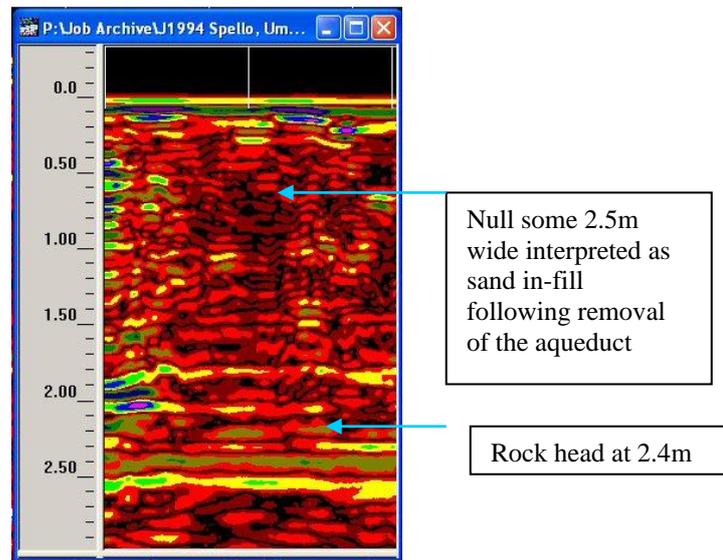
Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 08-H

Rilievo GSSI SIR3000

(seguito)

The section within the Piazza Mazzini has a band along the centre where there is generally a null in the data. This may be caused by the sand back-fill. However little or no evidence can be seen of either the aqueduct or the sewer. An example of this null is shown below in File 14



Site H File14(raw)

*L'area rilevata su Piazza Mazzini presenta una striscia centrale in cui c'è annullamento del segnale radar. Questo potrebbe essere l'effetto di un riempimento con sabbia.
Il sito è comunque caratterizzato da scarsa o punta evidenza sia dell'acquedotto che della fogna.
La figura in alto mostra quanto esposto.*

La formazione rocciosa è alla quota di 2,4 m.



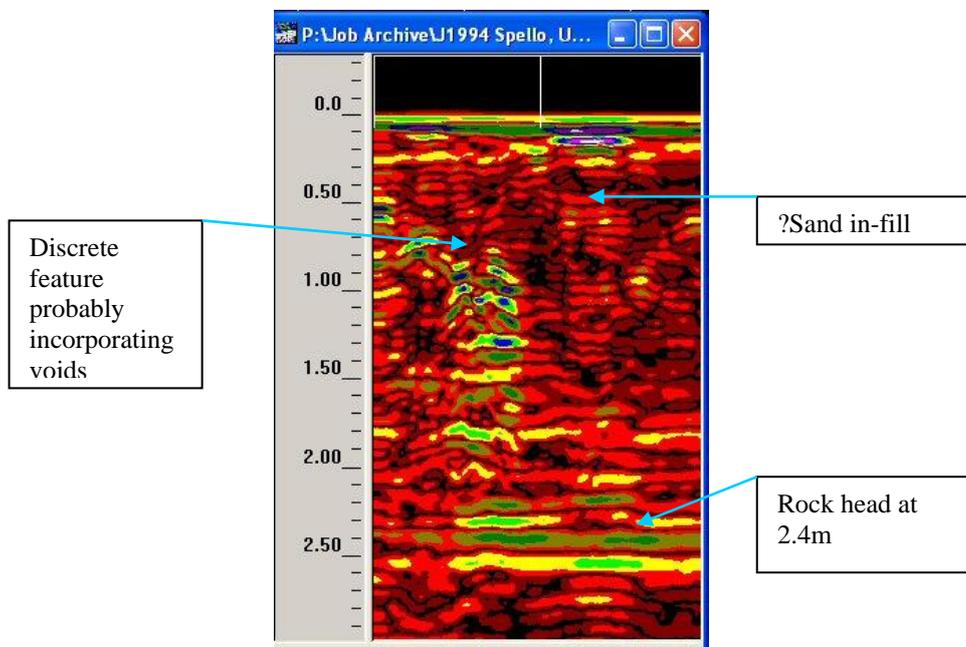
Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 08-H

Rilievo GSSI SIR3000

(seguito)

A bright discrete feature is to be seen at the intersection of Files 17 and 4. It is at 0.9m depth and 1.3m by 0.7m in plan. The brightness of the response suggests the feature contains air voids.



All'intersezione delle scansioni 17 e 06 si riscontra un oggetto "discreto" dalle diffrazioni assai brillanti. L'oggetto ha dimensioni planimetriche pari a 1,3 x 0,7, e la sua faccia superiore si trova alla profondità di 0,9 m. L'intensità delle diffrazioni suggerisce che in esso vi siano sacche d'aria.

La profondità della formazione rocciosa è di 2,4 m.



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 09-I Rilievo PIPEHAWK

I reticoli del rilievo, le posizioni dei bersagli ed i servizi che si sono ipotizzati correlando i bersagli sono riportati sull'elaborato grafico in CAD in scala 1:100. Il file originale di supporto è stato fornito dall'ESAGONO. Il paragone tra le posizioni planimetriche dei servizi indicati dalle "Utilities" (solo due in realtà, l'acquedotto comunale e la fogna) e le posizioni dei servizi dedotti dai bersagli corrobora sostanzialmente le indicazioni delle "Utilities", nonostante qualche discrepanza. La maggior parte dei servizi rilevati è da identificare. Si raccomanda perciò, per una rappresentazione completa, di confermare l'identità dei servizi con ulteriori ricerche negli archivi tecnici ed anche con saggi.

TOTALE BERSAGLI L: 18 N. SERVIZI L: 7 (da 09_L1 a 09_L7)
TOTALE BERSAGLI T: 5 N. SERVIZI T: 2 (da 09_T1 a 09_T2)

Il sito fa parte della zona omogenea 2.



SITO 09-I Via Garibaldi

Sotto al radar c'è la tratta di acquedotto romano meglio conservata, completa di volta a botte

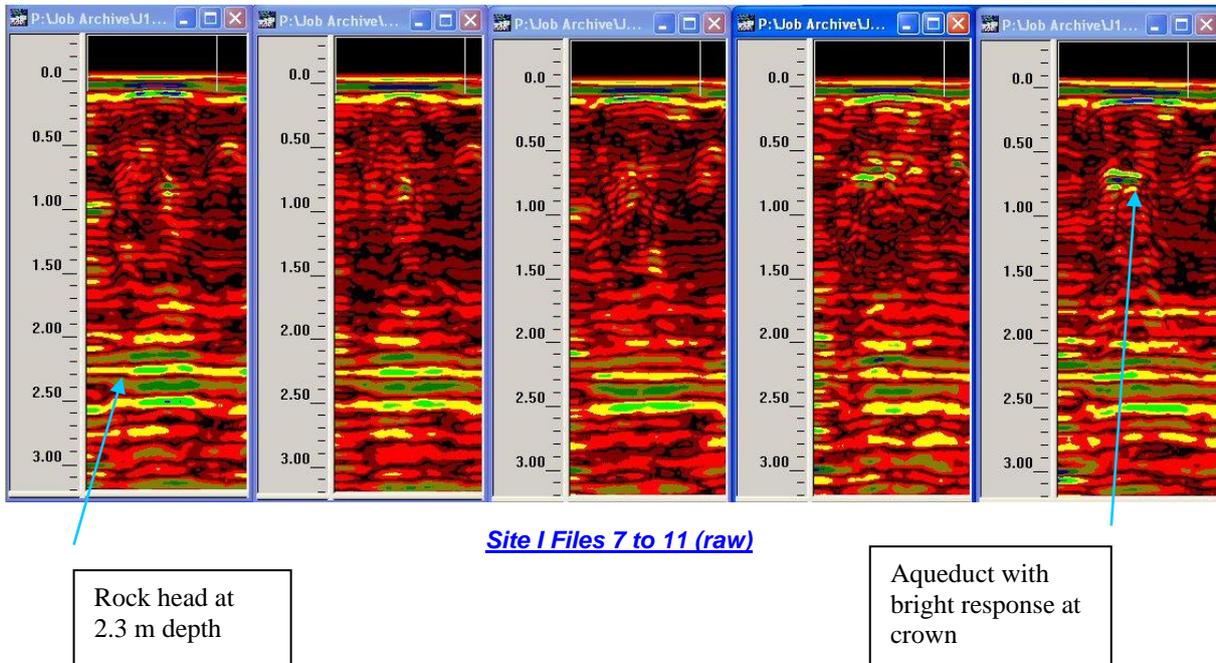


Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
 Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
 Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
 Data: APRILE 2005

Sito 09-1 Rilievo GSSI SIR3000

4.1.9 Site I

There is more evidence for the survival of the aqueduct within this site. The radargrams below show discrete features, which are interpreted as the aqueduct. The three files on the left (Files 7, 8 and 9) show no bright response at the crown but the two files to the right (Files 10 and 11) do have brighter responses suggesting that small air gap exist beneath the voussoirs. The average width is assessed as 1.2m and the depth to crown 0.6m. The depth to invert is more difficult to assess but appears to be around 1.6m.



Questo è il sito in cui v'è maggiore evidenza della presenza dell'acquedotto romano, come mostrato dai radargrammi in figura. L'acquedotto appare intatto, completo della copertura. Le tre scansioni sulla sinistra (File 7, 8 e 9) non mostrano la brillante risposta all'estradosso che invece caratterizza le due scansioni successive (File 10 ed 11), e che suggerisce che piccole sacche di aria sono presenti all'interno della copertura.

La larghezza media della struttura è stimata in 1,2 m, e la profondità dell'estradosso appare essere di 0,6 m. La profondità della base è più difficile da valutare, ma è comunque intorno a 1,6 m.

La formazione rocciosa è alla quota di 2,3 m.



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 10-J Rilievo PIPEHAWK

Il reticoli del rilievo, le posizioni dei bersagli ed i servizi che si sono ipotizzati correlando i bersagli sono riportati sull'elaborato grafico in CAD in scala 1:100. Il file originale di supporto è stato fornito dall'ESAGONO. Il paragone tra le posizioni planimetriche dei servizi indicati dalle "Utilities" (solo due in realtà, l'acquedotto comunale e la fogna) e le posizioni dei servizi dedotti dai bersagli corrobora sostanzialmente le indicazioni delle "Utilities", nonostante qualche discrepanza. Anche questo sito è composto da due parti: a) appartiene a Via Garibaldi (Zona 2) mentre b) appartiene alla Piazza della Repubblica (Zona 3).

La maggior parte dei servizi rilevati non è identificata. Si raccomanda perciò, per una rappresentazione completa, di confermare l'identità dei servizi con ulteriori ricerche negli archivi tecnici ed anche con saggi.

TOTALE BERSAGLI L: 51
TOTALE BERSAGLI T: 17

N. SERVIZI L: 15
N. SERVIZI T: 12



SITO 10-J Via Garibaldi – Piazza della Repubblica
PipeHawk presso l'angolo sud-ovest del Palazzo Comunale



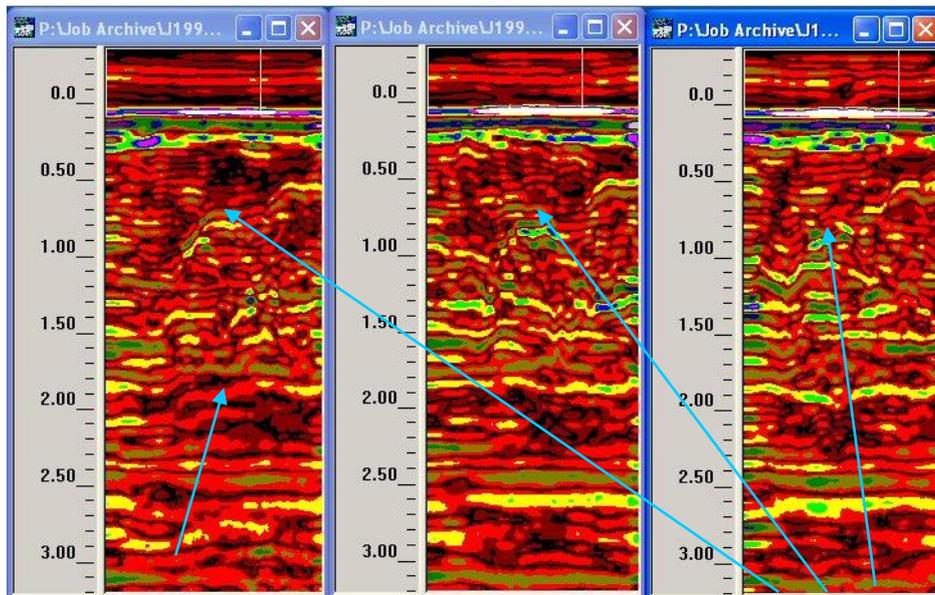
Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 10-J Rilievo GSSI SIR3000

4.1.10 Site J

This site can be considered to consist of two sections. The section to the south west in the Via Garibaldi and the larger area to the east in the south western corner of the Piazza della Repubblica.

The section in the Via Garibaldi is reasonably well defined with an average width of about 1.4m and a depth to crown of about 0.7m. These dimensions do vary from transect to transect as does the definition of the aqueduct seen in the radargrams. This is demonstrated below.



[Site J Files 35 to](#)

37(processed)

Sull'area di Via Garibaldi si è riscontrata buona evidenza dell'acquedotto: l'estradosso della struttura è situato alla quota di 0,7 m sotto il piano stradale e la larghezza della struttura è di circa 1,4 m. I radargrammi mostrano una certa variabilità di definizione, come mostrato nella figura.

La profondità della formazione rocciosa è di 2,3 m.



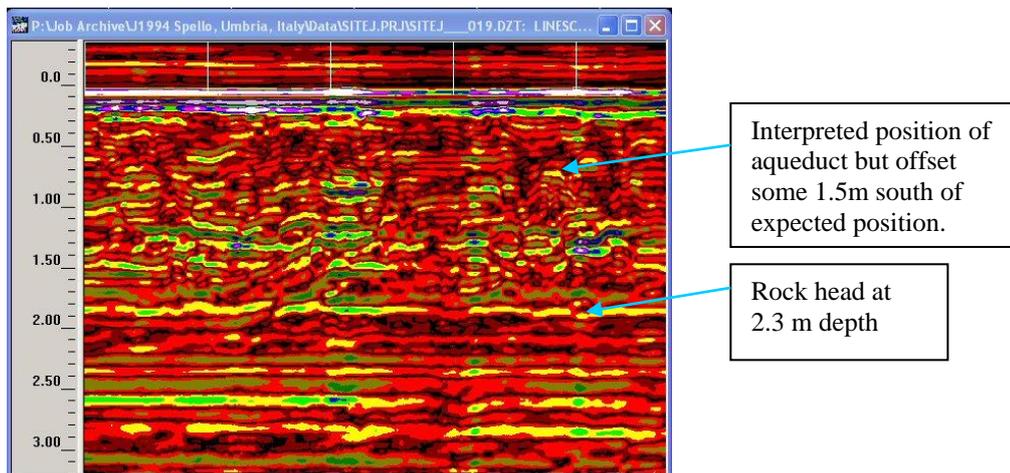
Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 10-J

Rilievo GSSI SIR3000

(seguito)

Le scansioni effettuate sull'area del sito appartenente alla Piazza della Repubblica hanno rivelato l'esistenza di una struttura sotterranea che potrebbe essere l'acquedotto romano, ma che tuttavia è fuori asse, rispetto alla posizione planimetrica logica, di circa 1,5 m in direzione sud (vedi figura in basso). In quest'area il banco roccioso è alla profondità di 2,3 m.



SiteJ File 19 (processed)



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 11-K Rilievo PIPEHAWK

I reticoli del rilievo, le posizioni dei bersagli ed i servizi che si sono ipotizzati correlando i bersagli sono riportati sull'elaborato grafico in CAD in scala 1:100. Il file originale di supporto è stato fornito dall'ESAGONO. Il paragone tra le posizioni planimetriche dei servizi indicati dalle "Utilities" (solo due in realtà, l'acquedotto comunale e la fogna) e le posizioni dei servizi dedotti dai bersagli corrobora sostanzialmente le indicazioni delle "Utilities", nonostante qualche discrepanza. La maggior parte dei servizi rilevati è da identificare. Si raccomanda perciò, per una rappresentazione completa, di confermare l'identità dei servizi con ulteriori ricerche negli archivi tecnici ed anche con saggi.

TOTALE BERSAGLI L: 36
TOTALE BERSAGLI T: 20

N. SERVIZI L: 7 (da 11_L1 a 11_L7)
N. SERVIZI T: 5 (da 11_T1 a 11_T5)

Il sito fa parte della zona omogenea 3.



SITO 11-K Piazza della Repubblica



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

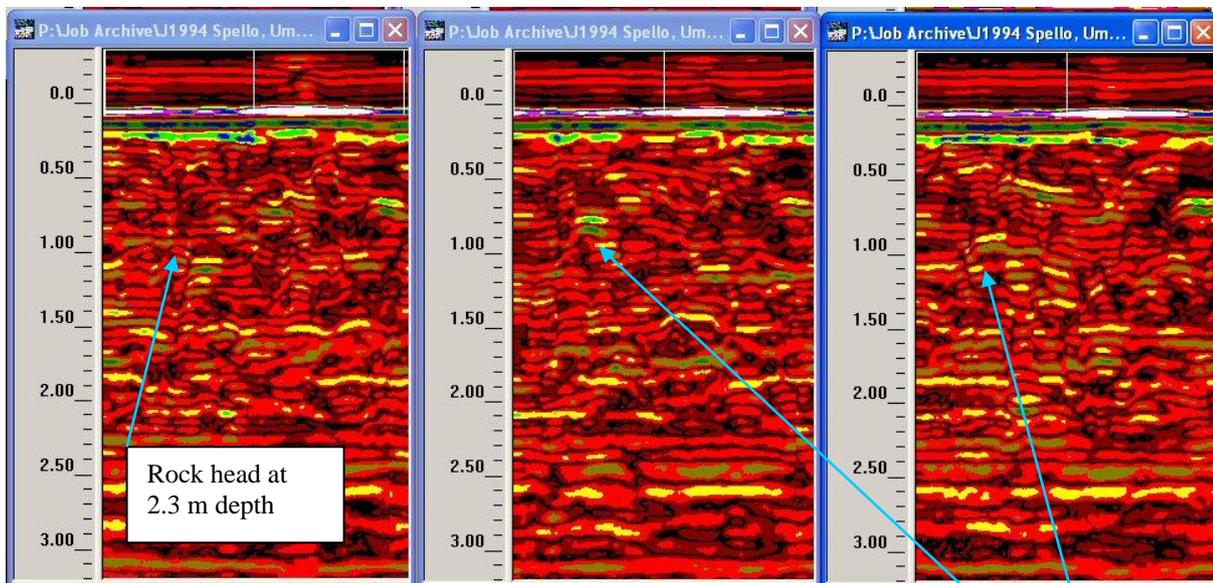
Sito 11-K

Rilievo GSSI SIR3000

4.1.11 Site K

The aqueduct is seen crossing this site as a poorly defined series of diffractions as illustrated below. The interpreted widths and depths of cover vary from transect to transect but average 1m wide with 0.75m cover at the east end increasing to about 1m at the west end.

Site K Files 11 to 13 (processed)



L'acquedotto è segnalato in quest'area da una serie di diffrazioni poco definite, come evidente nella figura in alto. La larghezza della struttura e la profondità dell'estradosso variano da scansione a scansione. I valori medi sono dell'ordine di 1,0 m per la larghezza e 0,7 m per la quota dell'estradosso. Questa tende ad aumentare a mano a mano che ci si sposta verso ovest.

*La profondità della formazione rocciosa è di 2,3 m.
Non si sono riscontrati vuoti.*



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 12-L Rilievo PIPEHAWK

I reticoli del rilievo, le posizioni dei bersagli ed i servizi che si sono ipotizzati correlando i bersagli sono riportati sull'elaborato grafico in CAD in scala 1:100. Il file originale di supporto è stato fornito dall'ESAGONO. Il paragone tra le posizioni planimetriche dei servizi indicati dalle "Utilities" (solo due in realtà, l'acquedotto comunale e la fogna) e le posizioni dei servizi dedotti dai bersagli corrobora sostanzialmente le indicazioni delle "Utilities", nonostante qualche discrepanza.

La maggior parte dei servizi rilevati è tuttavia ancora non identificata. Si raccomanda perciò, per una rappresentazione completa, di confermare l'identità dei servizi con ulteriori ricerche negli archivi tecnici ed anche con saggi.

TOTALE BERSAGLI L: 20 N. SERVIZI L: 6 (da 12_L1 a 12_L6)
TOTALE BERSAGLI T: 2 N. SERVIZI T: 2 (da 12_T1 a 12_T2)

Il sito è l'inizio della zona omogenea 4.



SITO 12-L Via Cavour
Una delle poche interazioni dirette del Field Team con il traffico

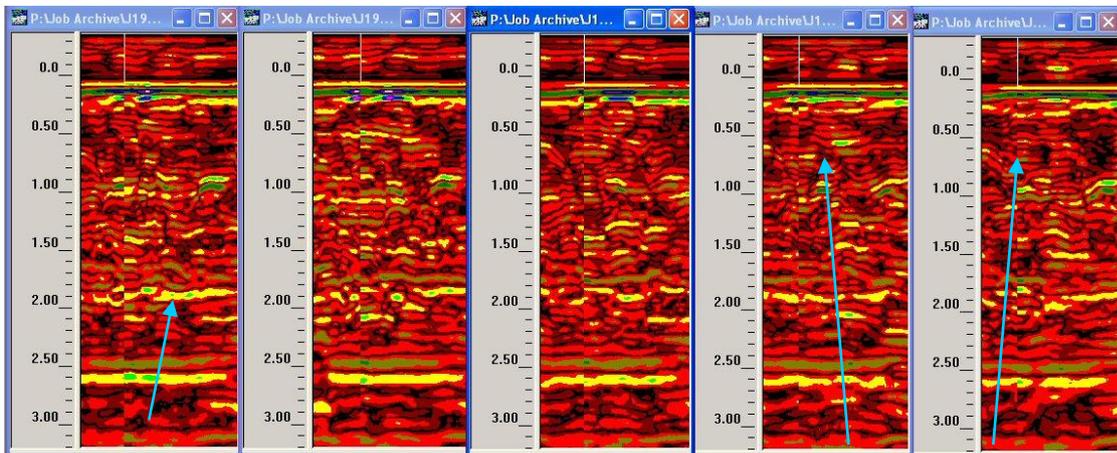


Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 12-L Rilievo GSSI SIR3000

4.1.12 Site L

The aqueduct is poorly defined across this site. The radargrams running south have been reversed, clipped and then combined with the north running transects. The example radargrams below are therefore all seen as transects running north across the site. Despite this amalgamation it is still difficult or impossible to see the aqueduct in many of the transects. Of the 13 pairs weak evidence for the aqueduct is seen in just 5 pairs as weak diffractions. From this an interpreted line across the site has been made.



Rock head at
2.4m

SiteL Files 23-14 to 19-18 (processed)

Aqueduct only partially
seen as weak diffractions

L'acquedotto non è visibile con chiarezza in questo sito.

I radargrammi delle scansioni dirette a sud sono stati invertiti e quindi combinati con quelli delle scansioni fatte verso nord. Ciò nondimeno, è risultato difficile se non impossibile distinguere l'acquedotto nella maggior parte delle scansioni. Su 13 paia di esse solo 5 paia mostrano qualche evidenza di una struttura sotto forma di deboli diffrazioni. Sulla base di queste 5 paia è stato comunque possibile identificare e tracciare l'asse dell'acquedotto attraverso il sito.

La profondità della roccia è di 2,4 m.



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 13-M Rilievo PIPEHAWK

I reticoli del rilievo, le posizioni dei bersagli ed i servizi che si sono ipotizzati correlando i bersagli sono riportati sull'elaborato grafico in CAD in scala 1:100. Il file originale di supporto è stato fornito dall'ESAGONO. Il paragone tra le posizioni planimetriche dei servizi indicati dalle "Utilities" (solo due in realtà, l'acquedotto comunale e la fogna) e le posizioni dei servizi dedotti dai bersagli corrobora sostanzialmente le indicazioni delle "Utilities", nonostante qualche discrepanza.

La maggior parte dei servizi rilevati è tuttavia ancora non identificata. Si raccomanda perciò, per una rappresentazione completa, di confermare l'identità dei servizi con ulteriori ricerche negli archivi tecnici ed anche con saggi.

TOTALE BERSAGLI L: 48 N. SERVIZI L: 8 (da 13_L1 a 13_L8)
TOTALE BERSAGLI T: 13 N. SERVIZI T: 5 (da 13_T1 a 13_T5)

Il sito fa parte della zona omogenea 4.



SITO 13-M Via Cavour

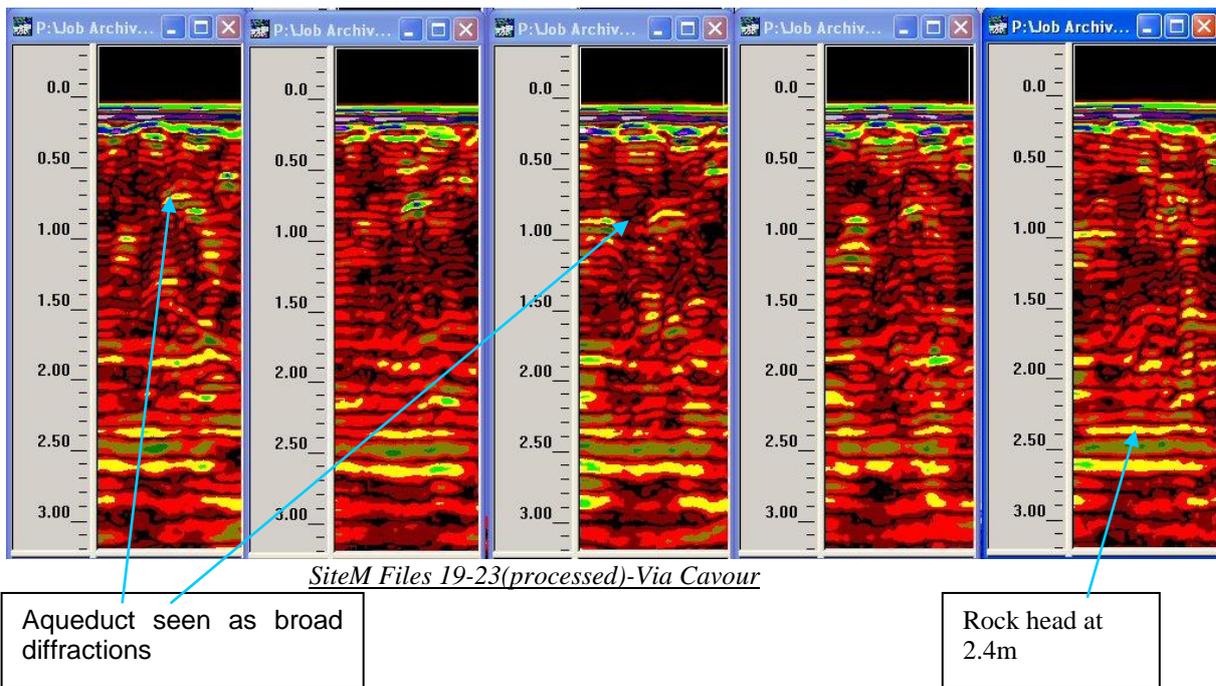


Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 13-M Rilievo GSSI SIR3000

4.1.13 Site M

The aqueduct is seen in the radargrams of this site as moderately clear broad diffractions. They align well within the Via Cavour but appear to be offset by approximately 1m to the south on entering the Piazza Matteotti. They also change their nature at this eastern end where they become more discrete planar in nature. These are illustrated below. The average width and depth of cover of the aqueduct is 1.5m and 0.7m respectively.



L'acquedotto appare nei radargrammi con discreta chiarezza, sotto forma di diffrazioni ampie (vedi figura sopra). L'asse della struttura, tuttavia, mostra uno spostamento di circa 1 metro verso sud quando si passa dalla Via Cavour a Piazza Matteotti.



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

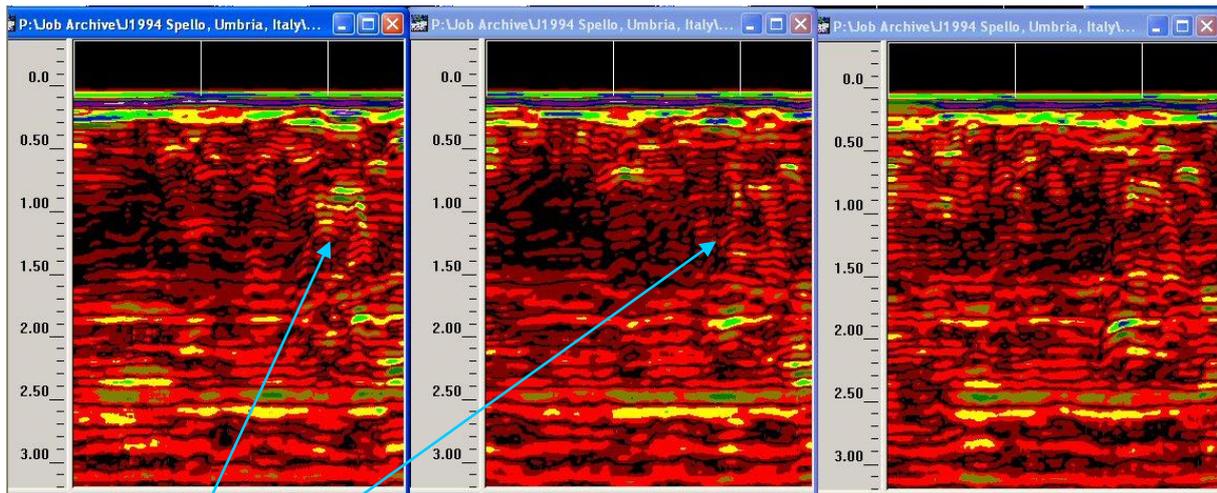
Sito 13-M

Rilievo GSSI SIR3000

(seguito)

La figura in basso dimostra questa circostanza. Si nota anche un cambiamento nella forma delle diffrazioni, a mano a mano che ci si sposta verso est, perché esse tendono a diventare planari, come se ci fosse un cambiamento nella struttura di copertura (da volta a lastra). La larghezza media della struttura è di 1,5 m. e la profondità dell'estradosso è pari a circa 0,7 m.

La formazione rocciosa è alla profondità di 2,4 m.



SiteM Files 12-14(processed)-Piazza Matteotti

Aqueduct seen as discrete planar feature



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 14-N Rilievo PIPEHAWK

I reticoli del rilievo, le posizioni dei bersagli ed i servizi che si sono ipotizzati correlando i bersagli sono riportati sull'elaborato grafico in CAD in scala 1:100. Il file originale di supporto è stato fornito dall'ESAGONO. Il paragone tra le posizioni planimetriche dei servizi indicati dalle "Utilites" (solo due in realtà, l'acquedotto comunale e la fogna) e le posizioni dei servizi dedotti dai bersagli corrobora sostanzialmente le indicazioni delle "Utilites", nonostante qualche discrepanza. La maggior parte dei servizi rilevati non è identificata. Si raccomanda perciò, per una rappresentazione completa, di confermare l'identità dei servizi con ulteriori ricerche negli archivi tecnici ed anche con saggi.

TOTALE BERSAGLI L: 44 N. SERVIZI L: 8 (da 14_L1 a 14_L8)
TOTALE BERSAGLI T: 16 N. SERVIZI T: 5 (da 14_T1 a 14_T5)

Il sito fa parte della zona omogenea 4.



SITO 14-N

Un metro sotto al pozzo visibile sulla sinistra dell'immagine è situata la cisterna romana sotterranea, con copertura in volta a botte intatta. L'acquedotto romano corre in mezzo alla via, e dovrebbe essere anch'esso intatto perché la fogna è spostata di circa 10 m a nord (lato sinistro dell'immagine), salvo poi immettersi nella Via Cavour proprio nella posizione in cui è ferma l'automobile con i fari accesi.

Il luogo è suggestivo.

Perché non valorizzarlo ulteriormente "scoprendone" le vestigia romane?

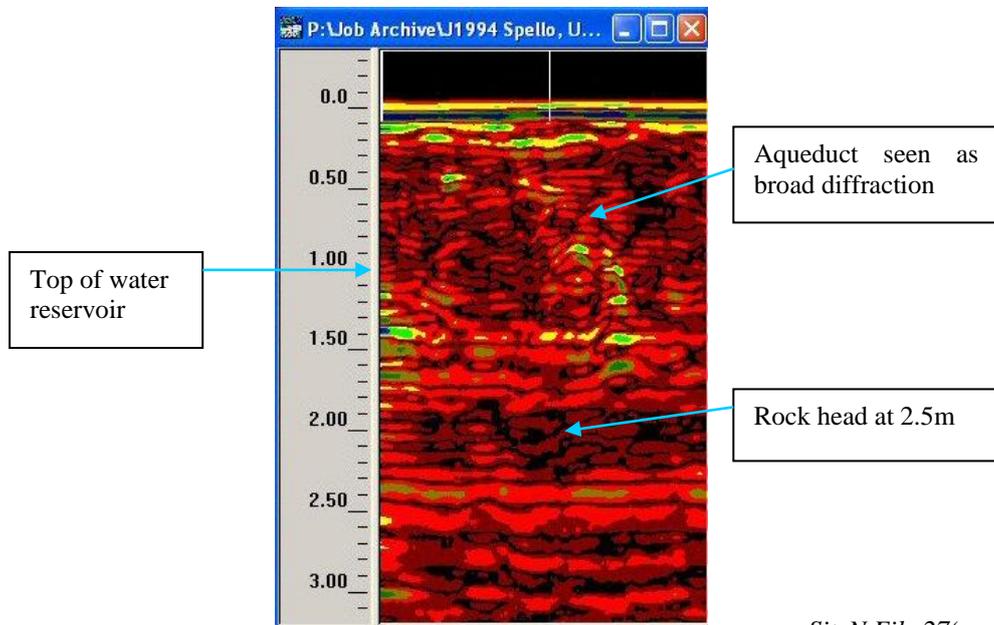


Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 14-N Rilievo GSSI SIR3000

4.1.14 Site N

The aqueduct is seen in this site with moderate to good confidence, mainly as broad diffractions. Towards the eastern end of the site the aqueduct appears to move towards the north by about 1m. The average width is about 1.6m and depth of cover some 0.7m.



In questo sito l'acquedotto si mostra sotto forma di diffrazioni ampie, di chiarezza che va da moderata a buona (vedi figura in alto). All'estremità est del sito l'asse della struttura sembra spostarsi verso nord di circa un metro. La larghezza media è di 1,6 m e la profondità dell'estradosso circa 0,7 m.

La profondità del banco di roccia è pari a 2,5 m.

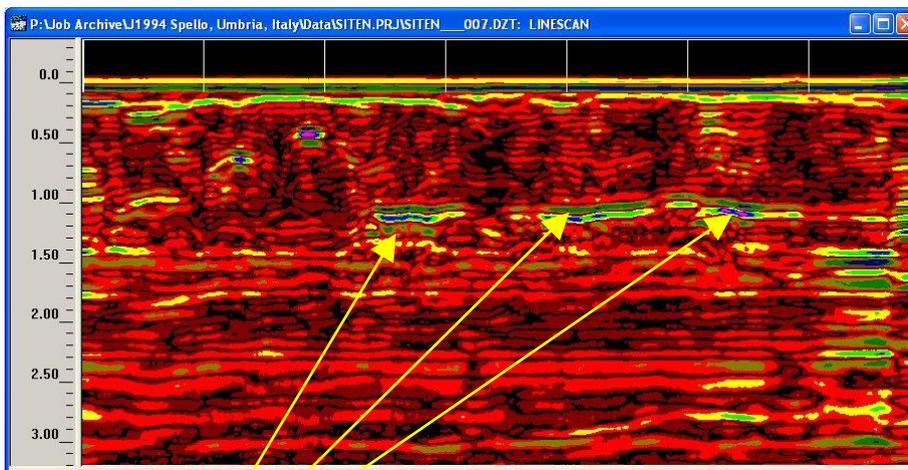


Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
 Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
 Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
 Data: APRILE 2005

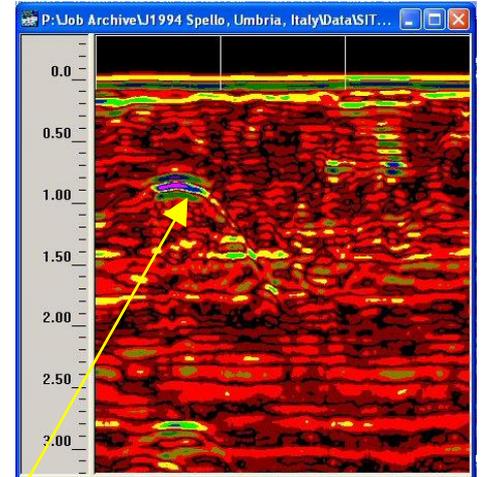
Sito 14-N

Rilievo GSSI SIR3000

(seguito)



SiteN File 7 (raw)



SiteN File19 (raw)

Roof of water reservoir
(file 7, longitudinal)

Roof of water reservoir
(file 19, cross-section)

Sito 14-N

Radar GSSI SIR3000

Vicino al lato nord dell'area esplorata si è rilevata una cisterna interrata, certamente romana. I radargrammi delle scansioni nord-sud (file 18 e 19) mostrano un'ampia diffrazione dovuta a una forma a volta, mentre le scansioni est-ovest danno come risultato un'eco planare. Evidenza questa di una volta a botte con generatrici orientate est-ovest. La profondità a cui trova la sommità della volta è di 80 cm dal piano stradale. Nelle immagini i radar grammi delle scansioni 19, trasversale, e 7, longitudinale.

Site 14-N

Radar GSSI SIR3000

On the north side of the survey area, the edges of an underground water reservoir can be seen. The north-south transects Files 18 and 19 show this to be a broad-crested diffraction but File 7, being east to west, shows it as being planar. This suggests the reservoir has a barrel-vaulted roof with an east to west orientation. The depth of cover to the top of the vault is 0.8m. These are illustrated above.



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 15-0 Rilievo PIPEHAWK

I reticoli del rilievo, le posizioni dei bersagli ed i servizi che si sono ipotizzati correlando i bersagli sono riportati sull'elaborato grafico in CAD in scala 1:100. Il file originale di supporto è stato fornito dall'ESAGONO. Il paragone tra le posizioni planimetriche dei servizi indicati dalle "Utilites" (solo due in realtà, l'acquedotto comunale e la fogna) e le posizioni dei servizi dedotti dai bersagli corrobora sostanzialmente le indicazioni delle "Utilites", nonostante qualche discrepanza. La maggior parte dei servizi rilevati è da identificare. Si raccomanda perciò, per una rappresentazione completa, di confermare l'identità dei servizi con ulteriori ricerche negli archivi tecnici ed anche con saggi.

TOTALE BERSAGLI L: 42
TOTALE BERSAGLI T: 14

N. SERVIZI L: 11
N. SERVIZI T: 5

Il sito fa parte della zona omogenea 4.



SITO 15-0 Via Consolare



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

L'acquedotto romano dovrebbe trovarsi in asse alla Via Consolare (proprio sotto il radar). I segnali raccolti però potrebbero anche provenire da un grosso servizio, forse la fogna. In questo caso la posizione planimetrica dell'acquedotto e quella della fogna coinciderebbero, come nella Via Giulia.
Nella piazzetta a sud (sinistra dell'immagine) si è riscontrata l'evidenza di cavità sotterranee accompagnate da fenomeni di assestamento del terreno.

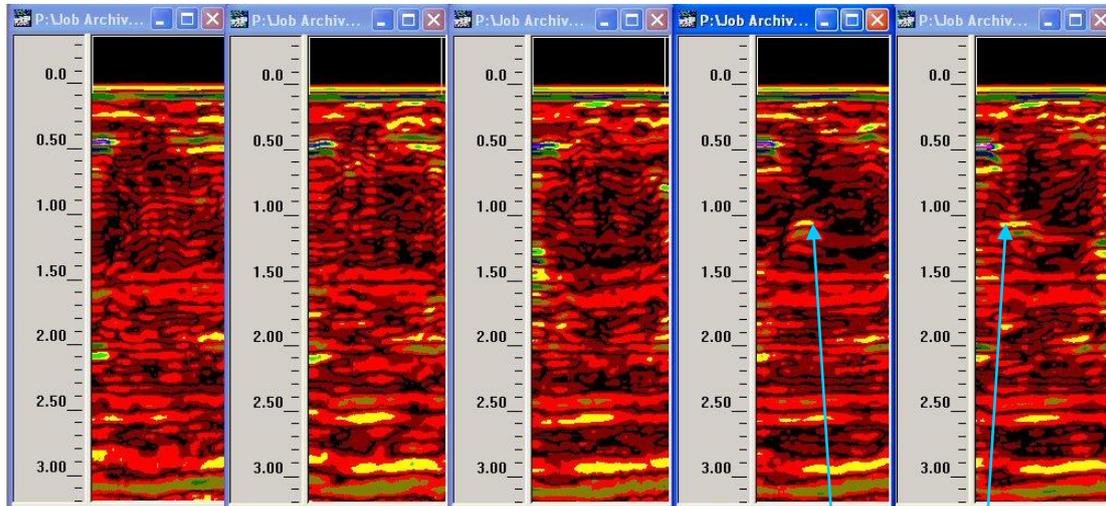


Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 15-0 Rilievo GSSI SIR3000

4.1.15 Site O

The aqueduct is likely to follow the Via Consolare along the north side of this site. Between Files 8 and 14 diffractions are seen on some transects at a depth 1m which may be the aqueduct but may equally be a service pipe. Examples of this feature are shown below. The interpretation of this data is therefore ambiguous.



Site O File 5 to 9(raw)

Diffractions from either
the aqueduct or from a
service pipe

L'acquedotto dovrebbe seguire la Via Consolare fiancheggiando il lato nord di questo sito. In effetti le scansioni trasversali all'asse stradale effettuate in quell'area hanno prodotto diffrazioni, la cui forma non è univocamente riconducibile ad una struttura come quella dell'acquedotto (non sono sufficientemente ampie). L'oggetto sotterraneo potrebbe anche essere una tubazione, forse quella della fogna. In tal caso di nuovo, come nella Via Giulia, acquedotto e fogna coinciderebbero, sebbene non si abbiano notizie di lavori di questo genere in quest'area.

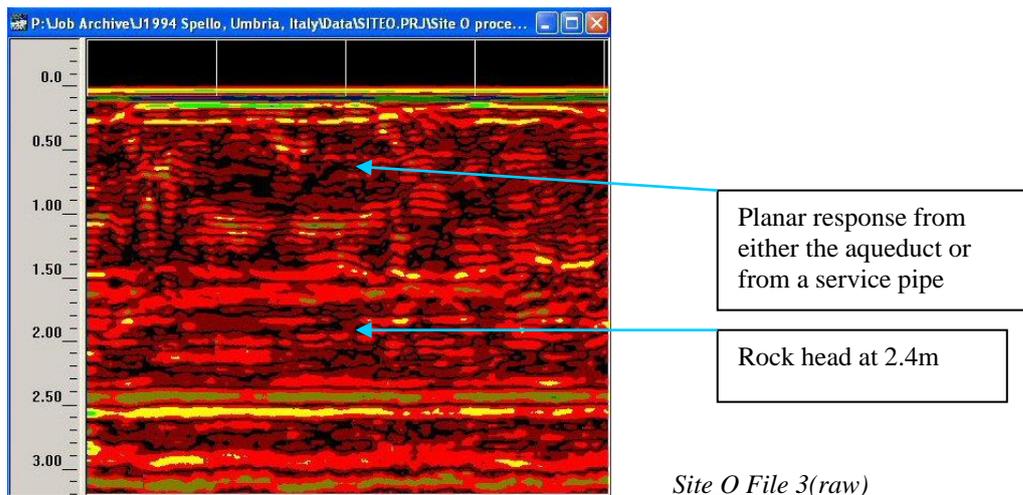


Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
 Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
 Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
 Data: APRILE 2005

Sito 15-0

Rilievo GSSI SIR3000

(seguito)



Site O File 3(raw)

La formazione rocciosa è alla profondità di 2,4 m.

What is of interest in this site is the area in the south of the piazza where there are clear indications of voiding and subsidence. The example radargrams below show both features. The voiding appears to be at a depth of 1.6m and made up of a series of small voids probably less than 10cm vertically and no more than 50cm wide such as would be found in coarse rubble fill. Above these voids are zones of complexity consistent with those expected from mixed fill or debris. Inclined planar features near the surface and dipping towards the zones of complexity would suggest past subsidence that has been infilled to restore a level surface. The shape in plan of this subsidence is shown on Figure 15. Where the feature narrows in plan towards the north-east so the vertical characteristics change to a narrow chimney with evidence of small voids at higher levels.

La zona sud di questo sito (e cioè la piazzetta antistante il Monastero delle Agostiniane) fornisce chiare indicazioni di cavità sotterranee e subsidenza geologica. I radargrammi mostrati nella figura in basso presentano le caratteristiche di entrambi i fenomeni. Le cavità si trovano alla profondità di 1,6 m, e sono costituite da una serie di piccoli vuoti, alti circa 10 cm e larghi non più di 50 cm, come se la zona fosse stata riempita con il materiale di risulta di una demolizione edile. Al di sopra di questi vuoti è presente una zona complessa, come quella che si avrebbe a seguito di un rinterro con terreno misto e detriti. Diffrazioni planari in prossimità della superficie e inclinate verso la zona complessa suggeriscono che in questa zona si sono verificati in passato assestamenti del terreno, corretti con i riempimenti di cui sopra.

La forma planimetrica di quest'area di subsidenza è mostrata nella Tavola 15. In essa si può vedere che la zona si assottiglia in direzione nord-est. All'estremità nord-est la zona di riporto si assottiglia assumendo in sezione una forma a camino, con evidenza di piccole cavità ai livelli più alti.



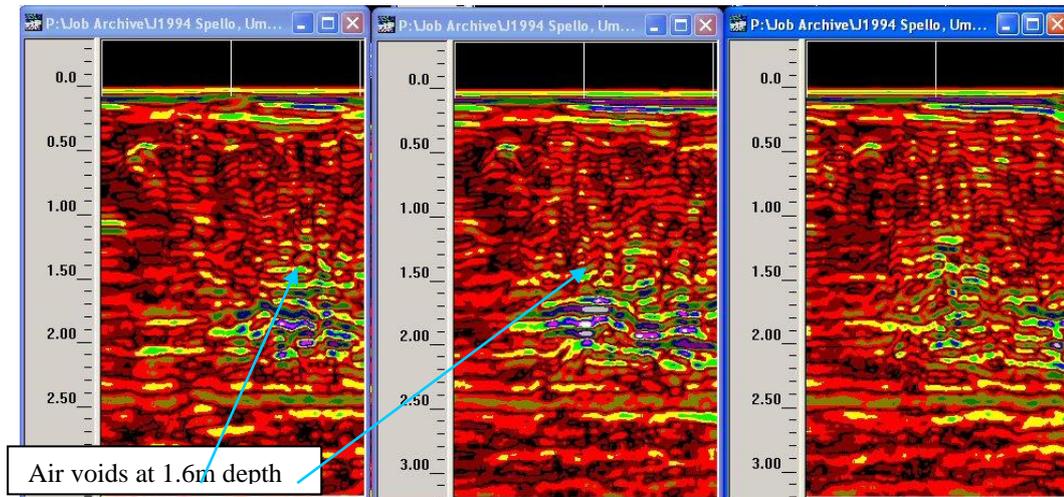
Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 15-0

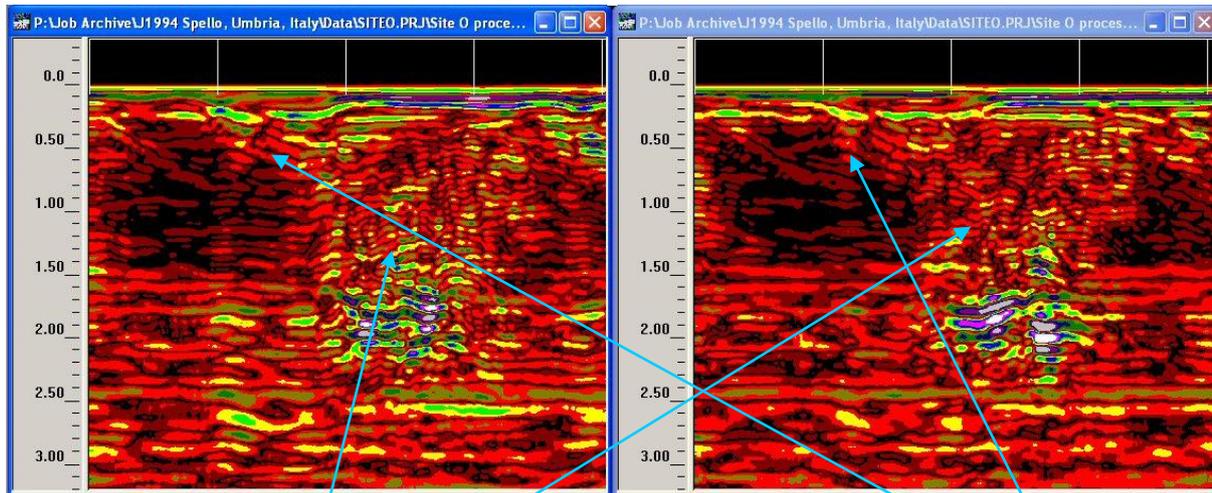
Rilievo GSSI SIR3000

(seguito)

I radargrammi delle figure in basso mostrano chiaramente quanto detto.



Site O File 31 to 33(raw)



Site O File 20 to 21(raw)

Complex

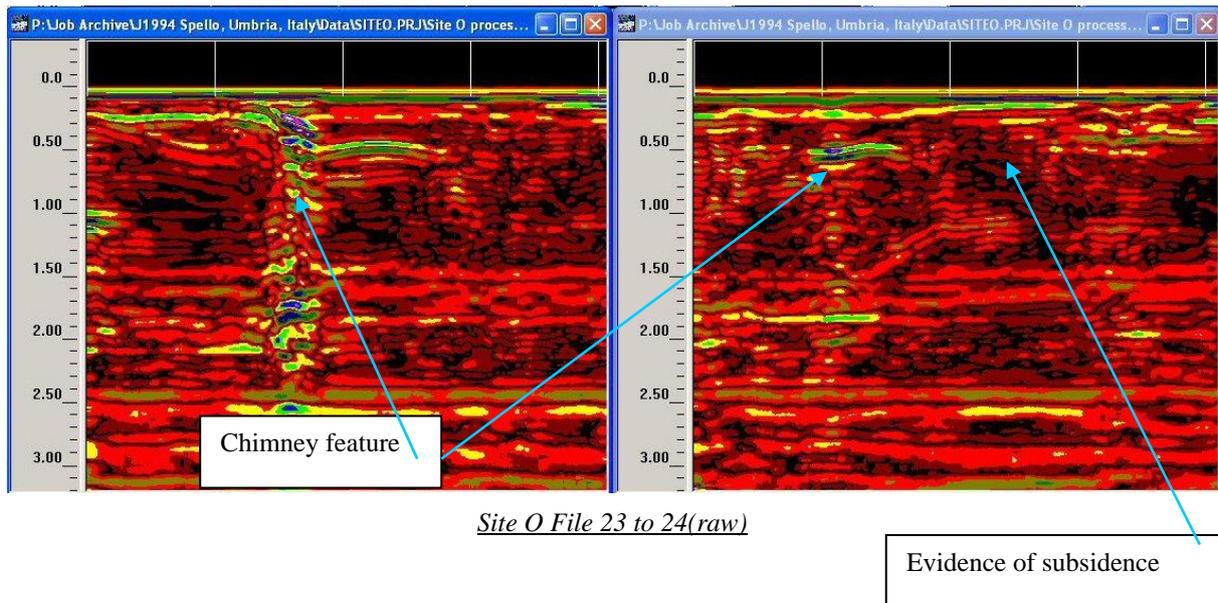
Sito 15-0

Rilievo GSSI SIR3000

(seguito)



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005



I radargrammi della figura in alto mostrano la configurazione a camino (chimney feature) della zona in assestamento e le diffrazioni planari inclinate che attestano la presenza del fenomeno di subsidenza geologica, cioè di cedimento del terreno sotto il proprio peso.

La profondità della formazione rocciosa è, anche in questa zona, di 2,4 m.



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 16-P Rilievo PIPEHAWK

I reticoli del rilievo, le posizioni dei bersagli ed i servizi che si sono ipotizzati correlando i bersagli sono riportati sull'elaborato grafico in CAD in scala 1:100. Il file originale di supporto è stato fornito dall'ESAGONO. Il paragone tra le posizioni planimetriche dei servizi indicati dalle "Utilites" (solo due in realtà, l'acquedotto comunale e la fogna) e le posizioni dei servizi dedotti dai bersagli corrobora sostanzialmente le indicazioni delle "Utilities", nonostante qualche discrepanza. La maggior parte dei servizi rilevati è da identificare. Si raccomanda perciò, per una rappresentazione completa, di confermare l'identità dei servizi con ulteriori ricerche negli archivi tecnici ed anche con saggi.

TOTALE BERSAGLI L: 13 N. SERVIZI L: 6 (da 16_L1 a 16_L6)
TOTALE BERSAGLI T: 6 N. SERVIZI T: 4 (da 16_T1 a 16_T4)

Il sito fa parte della zona omogenea 4.



SITO 16-P Via Consolare

Si è rilevata una discreta evidenza della presenza dell'acquedotto romano. Le planimetrie comunali, tuttavia, mostrano che la fogna corre anch'essa in mezzo alla via. Poiché non si sono raccolti due segnali distinti, non è chiaro se le due strutture siano una dentro l'altra o affiancate.



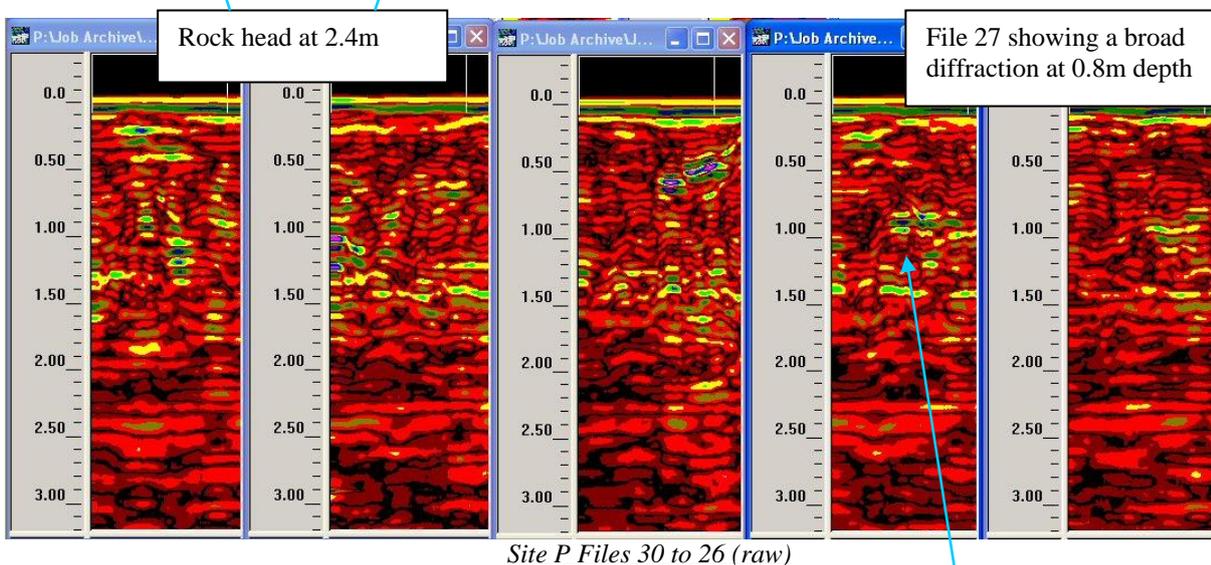
Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 16-P

Rilievo GSSI SIR3000

4.1.16 Site P

The aqueduct can be seen in many of the cross transects but only with moderate confidence. The characteristics appear generally to be broad diffractions giving a width of 1.1m and a depth of cover of 75cm. A good example of this is in File 27 below where the adjacent transects demonstrate the variability of the evidence. No evidence for the aqueduct is seen north of File 32.



L'acquedotto è visibile in molte delle scansioni trasversali, seppure con grado di attendibilità moderato. Le diffrazioni generate dalla struttura hanno forma iperbolica ampia, dalla quale si deduce che il manufatto ha una larghezza di 1,1 m and una profondità di copertura all'estradosso di 75 cm.

La quota della formazione rocciosa è a -2,4 m dal piano stradale.



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 17-Q Rilievo PIPEHAWK

I reticoli del rilievo, le posizioni dei bersagli ed i servizi che si sono ipotizzati correlando i bersagli sono riportati sull'elaborato grafico in CAD in scala 1:100. Il file originale di supporto è stato fornito dall'ESAGONO. Il paragone tra le posizioni planimetriche dei servizi indicati dalle "Utilites" (solo due in realtà, l'acquedotto comunale e la fogna) e le posizioni dei servizi dedotti dai bersagli corrobora sostanzialmente le indicazioni delle "Utilities", nonostante qualche discrepanza. La maggior parte dei servizi rilevati è da identificare. Si raccomanda perciò, per una rappresentazione completa, di confermare l'identità dei servizi con ulteriori ricerche negli archivi tecnici ed anche con saggi.

TOTALE BERSAGLI L: 8
TOTALE BERSAGLI T: 4

N. SERVIZI L: 4 (da 17_L1 a 17_L4)
N. SERVIZI T: 2 (da 17_T1 a 17_T2)

Il sito è l'inizio della zona omogenea 5.



SITO 17-Q Via Consolare – Via S. Angelo

Il sito consiste nell'imbocco della Via S. Angelo dalla Via Consolare. L'acquedotto romano è stato rilevato come una struttura sotterranea lineare che corre parallela all'asse della Via S. Angelo proprio al di sotto della recinzione del cantiere visibile sulla destra.

Da questo punto in avanti l'acquedotto romano non dovrebbe essere più presente sulla Via Consolare. Invece, come vedremo, nel sito 21 (contiguo al 17) è stata rilevata una struttura lineare che ha tutte le caratteristiche dell'acquedotto. Sullo sfondo si vede la Cappella Tega, che ospita all'interno gli affreschi del Pinturicchio. Anche quest'area si presterebbe ad una sistemazione che "scopra" l'acquedotto romano.

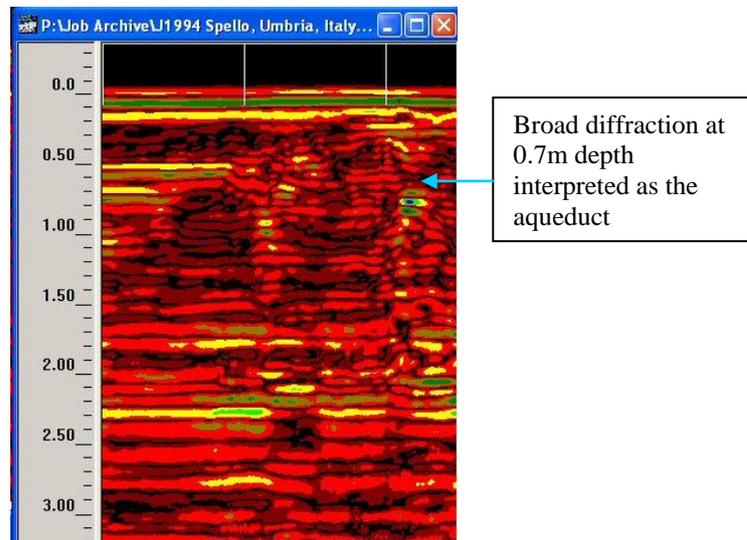


Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 17-Q Rilievo GSSI SIR3000

4.1.17 Site Q

There are two alignments of diffractions crossing Site Q diagonally. These have been interpreted as services. No indication is seen in the data from Site Q, which can be interpreted as the aqueduct. However, four transects from Site U extended into Site Q and indeed continued further south than the Site Q transects. An alignment of broad diffractions is seen which may well be the aqueduct though it is a little close to the building line on the south side of Via S. Angelo. File 37 from Site U is reproduced below showing the width to be 1.1m and a depth of cover of 0.7m.



Site U File 37(processed)

Si riscontrano due insiemi di diffrazioni allineate secondo direzioni diagonali al sito (da sud-ovest a nord-est). Queste diffrazioni sono state interpretate come servizi (la cui esistenza e posizione è confermata dal rilievo con il radar PipeHawk; vedi tavole del sito con la restituzione del rilievo di uno e dell'altro radar).

Fanno parte del sito 17 anche quattro scansioni che si originano dal sito adiacente 21 (Site U) e che, percorrendo l'incrocio tra la Via Consolare e Via S. Angelo in direzione nord-ovest verso sud-est, terminano addosso alla recinzione del cantiere della Chiesa, a circa un metro di distanza dalla Chiesa stessa. Queste scansioni mostrano la presenza di una struttura che genera diffrazioni iperboliche ampie, e che potrebbe essere l'acquedotto, sebbene forse in posizione planimetrica un po' troppo addossata alla Chiesa stessa. La figura in alto mostra le diffrazioni riscontrate nella scansione 37.

La struttura ha la dimensione trasversale pari a 1,1 m, e una profondità all'estradosso di 0,7 m. La profondità della roccia è 2,4 m.



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 18-R

Rilievo PIPEHAWK

Il reticoli del rilievo, le posizioni dei bersagli ed i servizi che si sono ipotizzati correlando i bersagli sono riportati sull'elaborato grafico in CAD in scala 1:100. Il file originale di supporto è stato fornito dall'ESAGONO. Il paragone tra le posizioni planimetriche dei servizi indicati dalle "Utilities" (solo due in realtà, l'acquedotto comunale e la fogna) e le posizioni dei servizi dedotti dai bersagli corrobora sostanzialmente le indicazioni delle "Utilities", nonostante qualche discrepanza. La maggior parte dei servizi rilevati è da identificare. Si raccomanda perciò, per una rappresentazione completa, di confermare l'identità dei servizi con ulteriori ricerche negli archivi tecnici ed anche con saggi.

TOTALE BERSAGLI L: 87
TOTALE BERSAGLI T: 26

N. SERVIZI L: 12 (da 18_L1 a 18_L12)
N. SERVIZI T: 13 (da 18_T1 a 18_T13)

Il sito fa parte della zona omogenea 4.



SITO 18-R Via Consolare, Via S. Angelo

Sullo sfondo, a destra dell'immagine, si vede la confluenza della Via S. Angelo con la Via Consolare. L'acquedotto romano si sarebbe dovuto trovare proprio lì. E invece si è solo raccolta l'evidenza di un rinterro susseguente a lavori edili, che probabilmente hanno comportato la demolizione dell'antica struttura.

Sulla Via Consolare non si è rilevata alcuna struttura sotterranea; solo servizi.

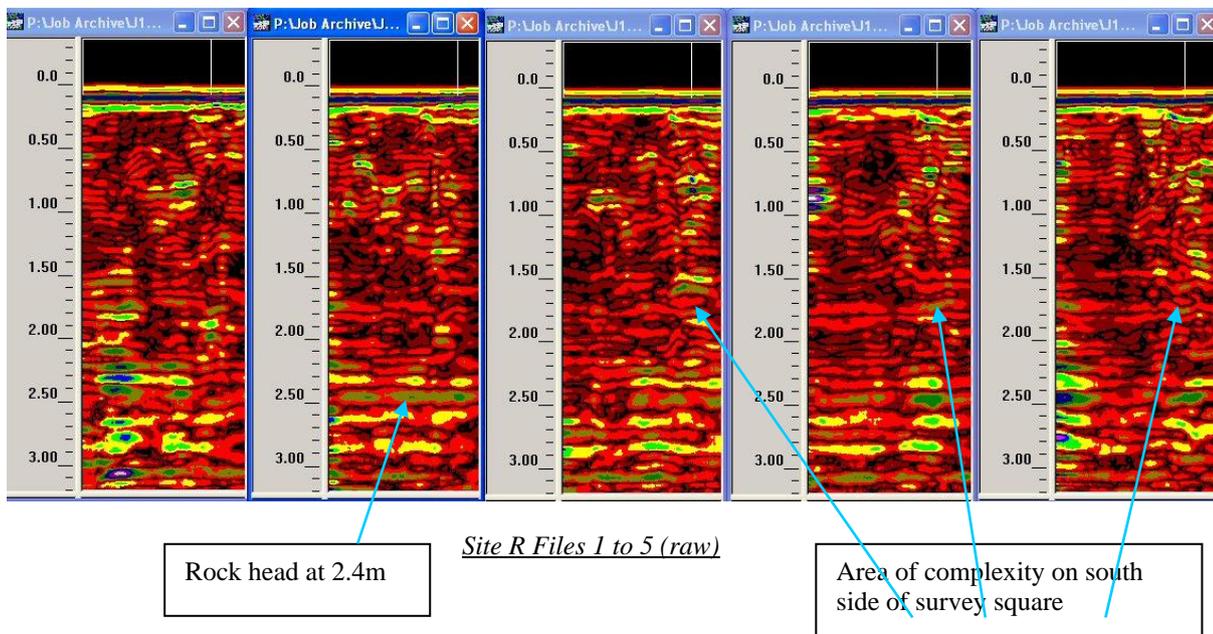


Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
 Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
 Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
 Data: APRILE 2005

Sito 18-R Rilievo GSSI SIR3000

4.1.18 Site R

Site R was mainly located in the Via Consolare but also included a 3.5m by 3.5 square section in the Via S. Angelo. It is believed that the aqueduct passes beneath this square and was therefore surveyed intensively with orthogonal transects at 0.5m centres. Though some broad diffractions are seen within the square they do not form any alignments likely to be the aqueduct. The south side of the square however has zones of complexity which may be caused by backfill to a removed section of aqueduct. This is demonstrated below.



Il sito 18 (Site R) è composto da due parti. Una, la maggiore, è posizionata sulla Via Consolare. L'altra è costituita dallo sbocco della Via S. Angelo sulla Via Consolare. Si pensava che in corrispondenza a questo incrocio fosse presente con certezza l'acquedotto romano. Tale zona è stata perciò rilevata con particolare attenzione, con scansioni del radar GSSI allineate secondo una griglia ortogonale di 50 cm di passo. Ebbene, si sono rilevate alcune diffrazioni iperboliche ampie, ma queste non formano gli allineamenti che indicherebbero la presenza di una struttura lineare come quella dell'acquedotto.

Nella porzione a sud dell'area così rilevata, inoltre, si riscontrano zone di complessità del terreno, che fanno ipotizzare il rinterro susseguente alla demolizione di una struttura, forse proprio dell'acquedotto.

La figura in alto dimostra quanto appena esposto.

Al solito, la quota della formazione rocciosa è 2,4 m sotto il piano stradale.



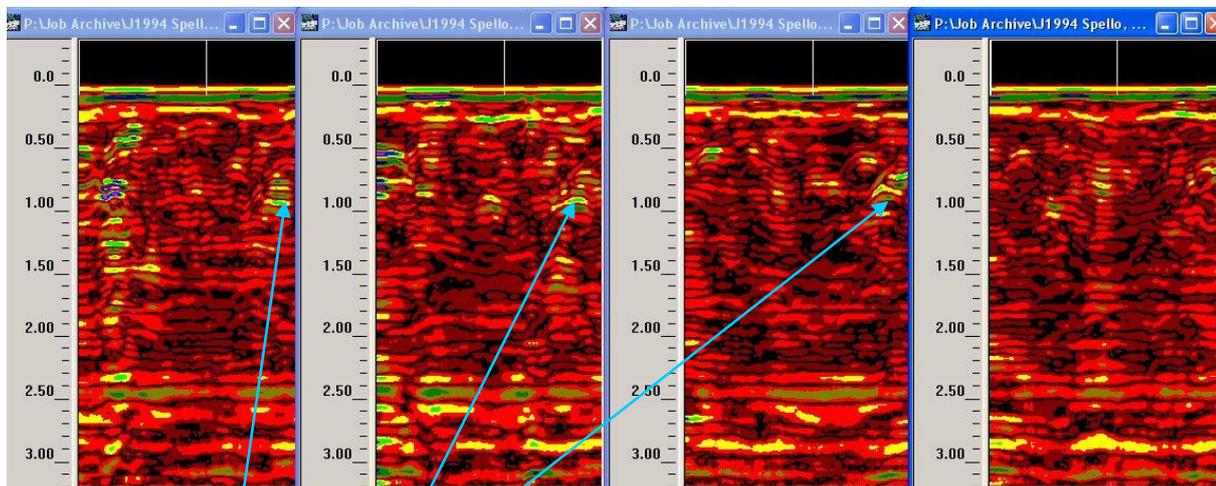
Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 18-R

Rilievo GSSI SIR3000

(seguito)

The main survey area along the Via Consolare shows a number of diffraction alignments which have been interpreted as services. These are illustrated below.



Diffractions for alignment

Site R Files 44 to 47 (raw)

In quanto alla parte di sito collocata sulla Via Consolare, si riscontrano una serie di diffrazioni "puntuali" (vedi definizione nelle premesse) allineate, alle quali corrispondono dei servizi (quota media 0,70 -1,20, come confermato dal rilievo del radar PipeHawk al quale si rinvia per la descrizione dettagliata dei servizi stessi). Vedi figura in alto.

La quota della roccia è 2,4 m sotto il piano stradale.



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 19-S Rilievo PIPEHAWK

I reticoli del rilievo, le posizioni dei bersagli ed i servizi che si sono ipotizzati correlando i bersagli sono riportati sull'elaborato grafico in CAD in scala 1:100. Il file originale di supporto è stato fornito dall'ESAGONO. Il paragone tra le posizioni planimetriche dei servizi indicati dalle "Utilities" (solo due in realtà, l'acquedotto comunale e la fogna) e le posizioni dei servizi dedotti dai bersagli corrobora sostanzialmente le indicazioni delle "Utilities", nonostante qualche discrepanza. La maggior parte dei servizi rilevati è tuttavia ancora da identificare. Si raccomanda perciò, per una rappresentazione completa, di confermare l'identità dei servizi con ulteriori ricerche negli archivi tecnici ed anche con saggi.

TOTALE BERSAGLI L: 40
TOTALE BERSAGLI T: 7

N. SERVIZI L: 7 (da 19_L1 a 19_L7)
N. SERVIZI T: 9 (da 19_T1 a 19_T9)

Il sito fa parte della zona omogenea 4.



SITO 19-S Via Consolare
Solo servizi

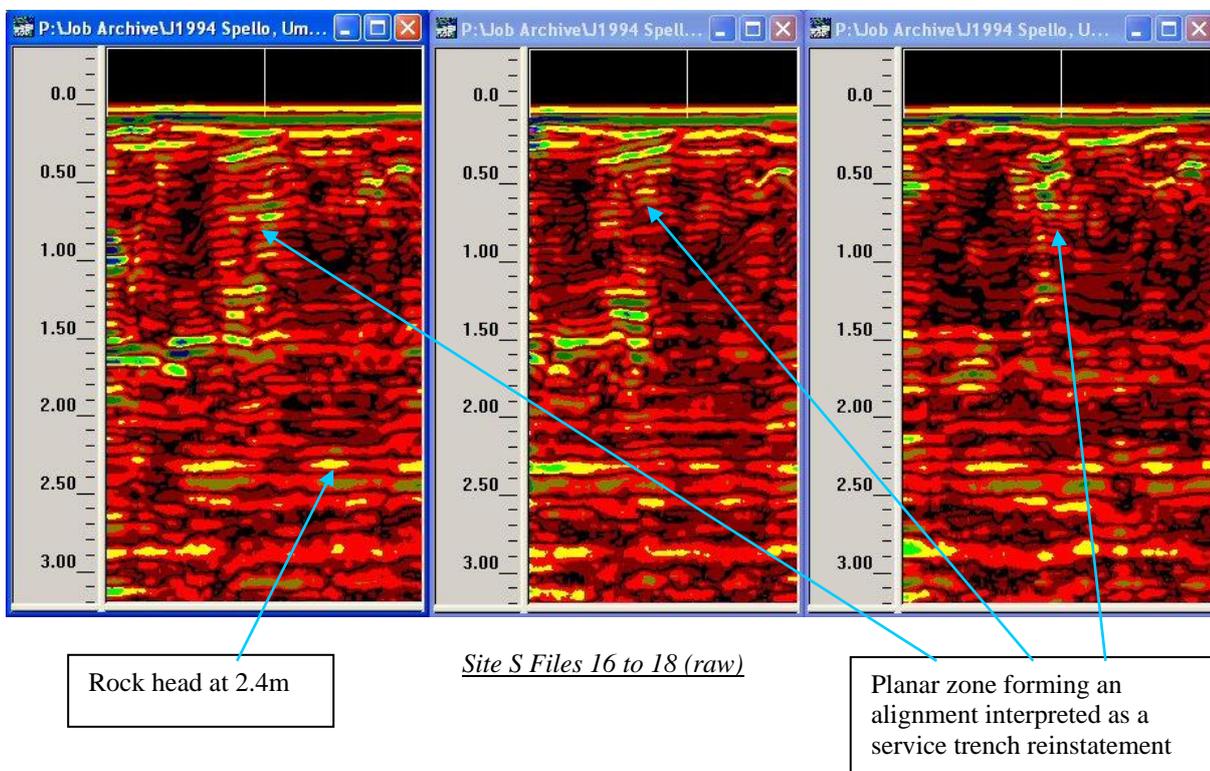


Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
 Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
 Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
 Data: APRILE 2005

Sito 19-S Rilievo GSSI SIR3000

4.1.19 Site S

This site was included in the survey as there may be voids in this area. No evidence for voids or areas of notable complexity were found which may relate to former subsidence. A number of diffraction alignments were found which are likely to be services. A linear band of complexity adjacent to File 3 is thought to be the reinstatement of a service trench. This is illustrated below.



I radargrammi di questo sito non mostrano evidenza di strutture sotterranee (ed in effetti è noto che l'acquedotto romano non percorre la Via Consolare nel suo tratto inferiore) né di cavità o aree di assestamento del terreno. So sono riscontrate invece diffrazioni allineate alle quali corrispondono servizi (per la dettagliata descrizione dei quali si rinvia alla restituzione del rilievo del radar PipeHawk).

Si è riscontrata inoltre una striscia di "complessità lineare" parallela alla scansione corrispondente al File 03 (longitudinale rispetto all'asse della Via), alla quale potrebbe corrispondere il riempimento della trincea di scavo di un servizio importante (forse la fogna).

La roccia è alla quota di 2,4 m al di sotto del piano stradale.

Sito 20-T



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Rilievo PIPEHAWK

I reticoli del rilievo, le posizioni dei bersagli ed i servizi che si sono ipotizzati correlando i bersagli sono riportati sull'elaborato grafico in CAD in scala 1:100. Il file originale di supporto è stato fornito dall'ESAGONO. Il paragone tra le posizioni planimetriche dei servizi indicati dalle "Utilities" (solo due in realtà, l'acquedotto comunale e la fogna) e le posizioni dei servizi dedotti dai bersagli corrobora sostanzialmente le indicazioni delle "Utilities", nonostante qualche discrepanza. La maggior parte dei servizi rilevati è tuttavia ancora da identificare. Si raccomanda perciò, per una rappresentazione completa, di confermare l'identità dei servizi con ulteriori ricerche negli archivi tecnici ed anche con saggi.

TOTALE BERSAGLI L: 23
TOTALE BERSAGLI T: 12

N. SERVIZI L: 6 (da 20_L1 a 20_L6)
N. SERVIZI T: 6 (da 20_T1 a 20_T6)

Il sito fa parte della zona omogenea 4.



SITO 20-T Via Consolare
Solo servizi

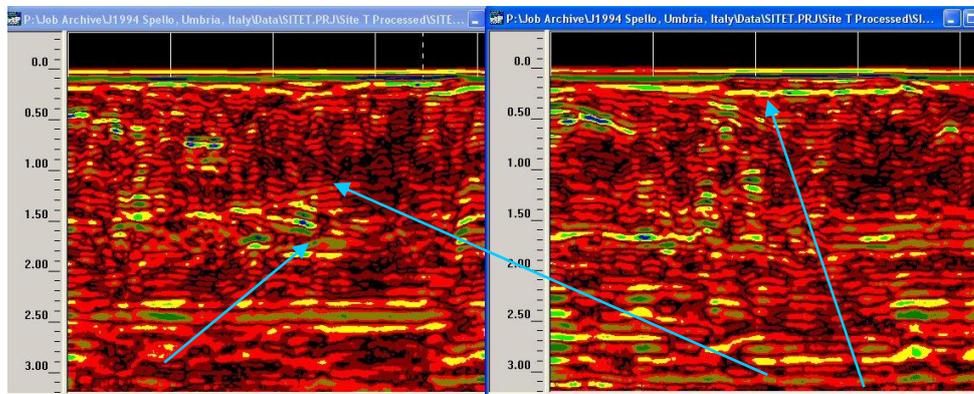


Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 20-T Rilievo GSSI SIR3000

4.1.20 Site T

This section was also included to investigate the area for voids. There are some inclined events seen in Files 4, 5 and 6 which may be weak evidence for former subsidence though there is no indication of voiding or reasons for concern over ground stability.



(processed)

Files Rock head at 2.3

Anche questo sito è stato prescelto per verificare l'eventuale presenza di vuoti o cavità sotterranee. In effetti si sono riscontrate delle diffrazioni planari inclinate (inclined events; vedi figura in alto) che indicherebbero eventi passati di assestamento del terreno.

La profondità del banco roccioso è 2,3 m.



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 21-U Rilievo PIPEHAWK

I reticoli del rilievo, le posizioni dei bersagli ed i servizi che si sono ipotizzati correlando i bersagli sono riportati sull'elaborato grafico in CAD in scala 1:100. Il file originale di supporto è stato fornito dall'ESAGONO. Il paragone tra le posizioni planimetriche dei servizi indicati dalle "Utilities" (solo due in realtà, l'acquedotto comunale e la fogna) e le posizioni dei servizi dedotti dai bersagli corrobora sostanzialmente le indicazioni delle "Utilities", nonostante qualche discrepanza. La maggior parte dei servizi rilevati è da identificare. Si raccomanda perciò, per una rappresentazione completa, di confermare l'identità dei servizi con ulteriori ricerche negli archivi tecnici ed anche con saggi.

TOTALE BERSAGLI L: 25
TOTALE BERSAGLI T: 11

N. SERVIZI L: 5 (da 21_L1 a 21_L5)
N. SERVIZI T: 10 (da 21_T1 a 21_T10)

Il sito fa parte della zona omogenea 4.



SITO 21-U Via Consolare

Si è convinti che l'acquedotto romano non debba essere presente in questo sito. Sul lato ovest della via, invece (lato destro dell'immagine), si è rilevata una struttura sotterranea lineare che ha le caratteristiche dell'acquedotto.

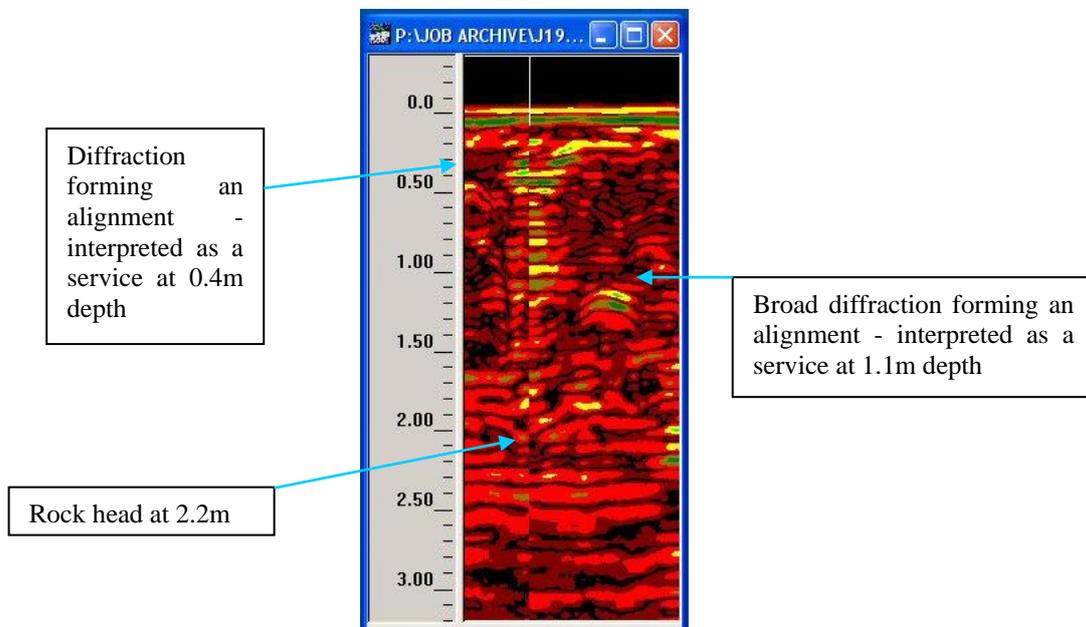


Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
 Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
 Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
 Data: APRILE 2005

Sito 21-U Rilievo GSSI SIR3000

4.1.21 Site U

As with Sites S and T above, this section was included to investigate the area for voids. There should be no aqueduct running through this site. Two alignments of diffractions have been abstracted, one along the eastern edge and one along the west. The western alignment is made up of broad diffractions at an approximate depth of 1.1m. It is interesting to note that being a broad diffraction it has the characteristics of a small culvert or indeed an aqueduct.



then combined with File 31
(direction of travel east to west)

Site U File 10 clipped and reversed

Come per i siti S e T precedenti, anche quest'area è stata investigata soprattutto per rilevare l'eventuale presenza di vuoti. L'acquedotto romano, infatti, non dovrebbe trovarsi in questa via. Il rilievo ha invece evidenziato diffrazioni iperboliche ampie (indicate nella figura in alto), associabili alla presenza di una struttura sotterranea lineare situata alla profondità di 1,1 m dal piano stradale (lato ovest della strada). Se non si tratta dell'acquedotto potrebbe essere un'altra struttura archeologica.

E' presente anche un secondo treno di diffrazioni allineate, di caratteristiche più "puntuali", generate da uno o più servizi situati sul lato est della via alla profondità di 0,4 m (per l'esatta descrizione dei quali si rinvia al rilievo del radar PipeHawk).

La roccia è alla profondità di 2,2 m.



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 22-V Rilievo PIPEHAWK

I reticoli del rilievo, le posizioni dei bersagli ed i servizi che si sono ipotizzati correlando i bersagli sono riportati sull'elaborato grafico in CAD in scala 1:100. Il file originale di supporto è stato fornito dall'ESAGONO. Il paragone tra le posizioni planimetriche dei servizi indicati dalle "Utilites" (solo due in realtà, l'acquedotto comunale e la fogna) e le posizioni dei servizi dedotti dai bersagli corrobora sostanzialmente le indicazioni delle "Utilities", nonostante qualche discrepanza. La maggior parte dei servizi rilevati è da identificare. Si raccomanda perciò, per una rappresentazione completa, di confermare l'identità dei servizi con ulteriori ricerche negli archivi tecnici ed anche con saggi.

TOTALE BERSAGLI L: 30
TOTALE BERSAGLI T: 11

N. SERVIZI L: 6 (da 22_L1 a 22_L6)
N. SERVIZI T: 11 (da 22_T1 a 22_T11)

Il sito è l'inizio della zona omogenea 5.



SITO 22-V Via delle Torri di Properzio (sito nord)

Non si è trovata evidenza dell'acquedotto romano, probabilmente demolito per costruire la fogna.

Si è scoperto un piccolo tunnel trasversale, che collega i fabbricati ai lati opposti della via, a circa tre metri di distanza dalla posizione in cui sono ritratti i tecnici del Field Team.

Si è anche rilevata una formazione planare, una specie di lastra, che si trova al centro della via subito dopo il tunnel e finisce dopo sei metri.



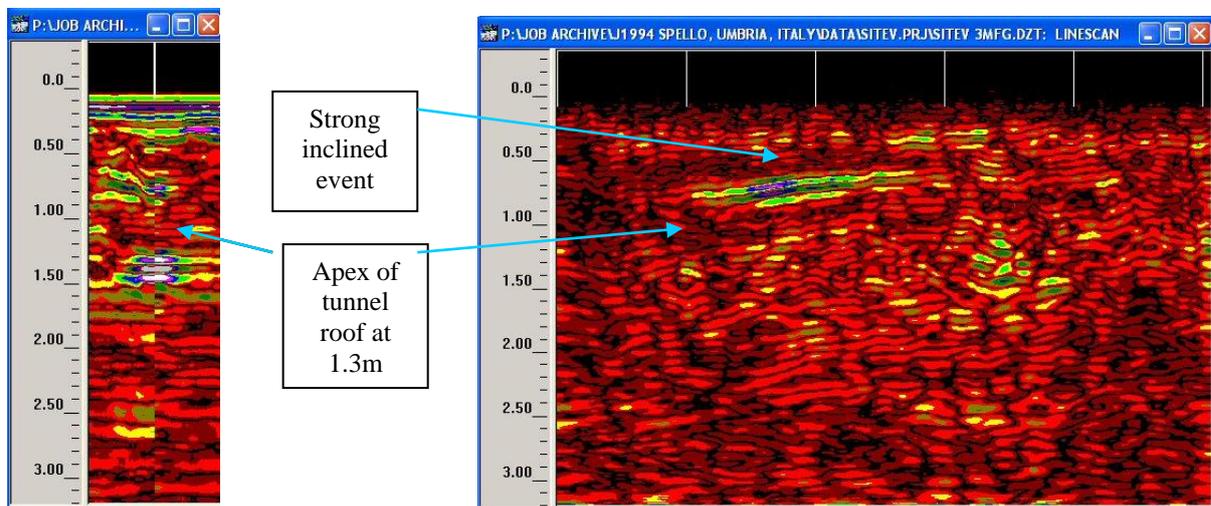
Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
 Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
 Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
 Data: APRILE 2005

Sito 22-V

Rilievo GSSI SIR3000

4.1.22 Site V

It is thought that a branch aqueduct runs along the Via Torri di Properzio and joins the main aqueduct in the Piazza Matteotti at the north-east end of Site V. A tunnel is known to cross the survey area at right angles, 3m from the north-east end and at a depth of 1.5m to the crown of the vault. This is shown below.



Site V File 34 reversed then combined with File 9(Raw)

Site V File 3(Processed)

Si ipotizzava che un ramo dell'acquedotto romano partisse dal tronco principale (a Piazza Matteotti) e percorresse la Via delle Torri di Properzio fino alla fine di questa. Questo spiega il motivo per cui il rilievo è stato fatto anche in quest'area. L'elaborazione dei dati del GSSI ha fornito evidenza di un piccolo tunnel che collega i fabbricati ai due lati della via, situato a circa 3 m dall'estremità nord-est dell'area rilevata, e alla profondità di 1,3 m, con asse ortogonale all'asse della via. La figura in alto, e quella in basso, mostrano inoltre le diffrazioni (strong inclined event) provocate da una formazione planare che corre parallelamente all'asse stradale.



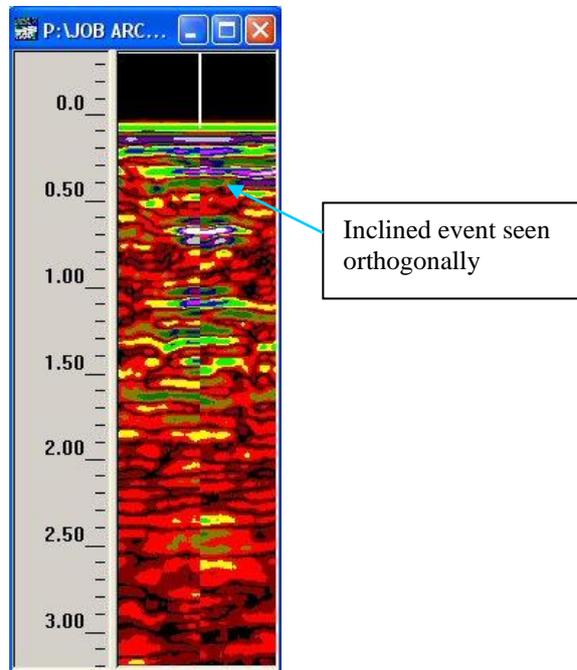
Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL S.O.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 22-V

Rilievo GSSI SIR3000

(seguito)

Also seen in File 3 above is a strong inclined event starting at 3m from the start and continuing to almost 9m. It starts at 0.75m depth and rises to 0.55m. It is not seen in the adjacent longitudinal Files 2 and 4. The orthogonal transect at Files 31 reversed and 12 shown below reveals that this flat feature is about 1m wide in the middle of the street. It is difficult to interpret this feature but it may be a service of some sort. There is no indication of an aqueduct.



Site V File 31 reversed then combined with File 12 (Raw)

L'oggetto si manifesta a 3 metri di distanza dall'inizio della scansione longitudinale corrispondente al File 03, ed è presente fino a circa progressiva 9 metri. Le quote a cui si trova sono 0,75 m alla progressiva 3 e 0,55 m alla progressiva 9. L'oggetto non è visibile nelle scansioni parallele alla 03, e cioè nelle scansioni corrispondenti ai File 02 e 04. Il radargramma risultante dalla somma dei File 31 invertito e 12 (vedi figura in alto) rivela che l'oggetto ha una dimensione trasversale di circa 1 m, ed è posizionato esattamente in mezzo alla via. Non si hanno elementi per formulare un'ipotesi.

Non v'è comunque evidenza dell'acquedotto.



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 23-W Rilievo PIPEHAWK

I reticoli del rilievo, le posizioni dei bersagli ed i servizi che si sono ipotizzati correlando i bersagli sono riportati sull'elaborato grafico in CAD in scala 1:100. Il file originale di supporto è stato fornito dall'ESAGONO. Il paragone tra le posizioni planimetriche dei servizi indicati dalle "Utilities" (solo due in realtà, l'acquedotto comunale e la fogna) e le posizioni dei servizi dedotti dai bersagli corrobora sostanzialmente le indicazioni delle "Utilities", nonostante qualche discrepanza. La maggior parte dei servizi rilevati è da identificare. Si raccomanda perciò, per una rappresentazione completa, di confermare l'identità dei servizi con ulteriori ricerche negli archivi tecnici ed anche con saggi.

TOTALE BERSAGLI L: 49 N. SERVIZI L: 19
TOTALE BERSAGLI T: 7 N. SERVIZI T: 4

Il sito fa parte della zona omogenea 5.



SITO 23-W Via Torri di Properzio (sito sud)

L'acquedotto romano corre in mezzo alla via diretto verso il centro dell'arco centrale della porta. Non si è raccolta però evidenza della fogna, per cui le due strutture dovrebbero essere molto vicine.

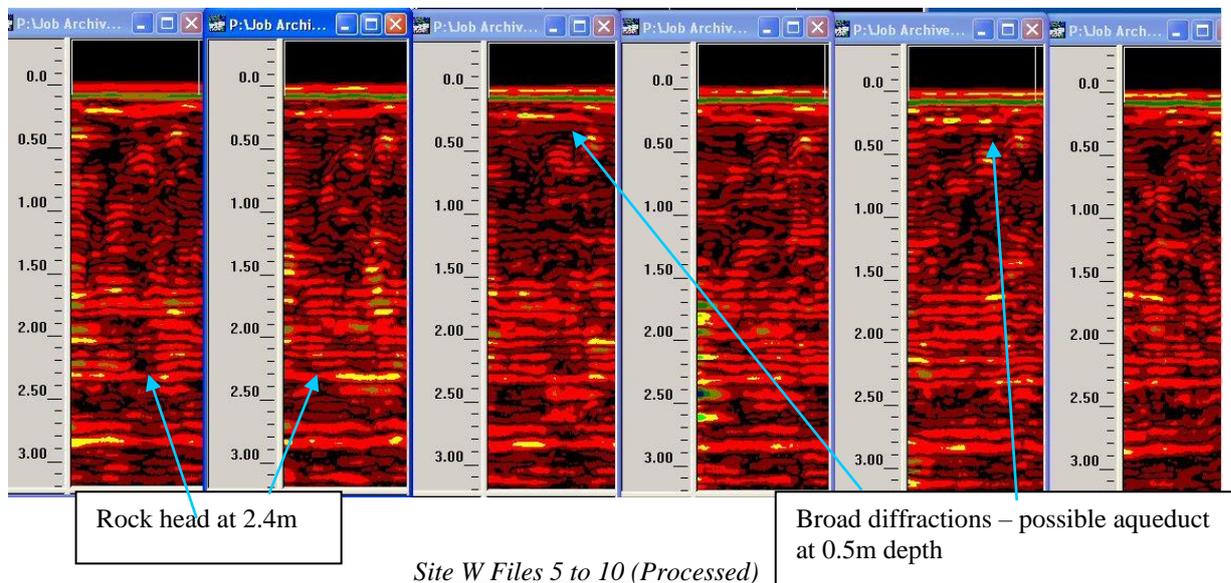


Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 23-W Rilievo GSSI SIR3000

4.1.23 Site W

Site W is split into three sections forming a Y shape. The branch towards the south-west reveals an alignment of broad diffractions not unlike that in the western side of Site U. This may be either a service or an aqueduct. The radargrams below illustrate this feature.



Il sito W è articolato in tre parti che insieme formano una Y. Il ramo a sud-est (sulla via che conduce alle Torri di Properzio) rivela un allineamento di diffrazioni a iperbole larga non dissimili da quelle riscontrate sul lato ovest della Via Consolare nel Sito 21 (Site U). Potrebbe trattarsi di un servizio importante (forse la fogna) oppure proprio dell'acquedotto. I radargrammi in alto mostrano l'evidenza di quanto esposto.



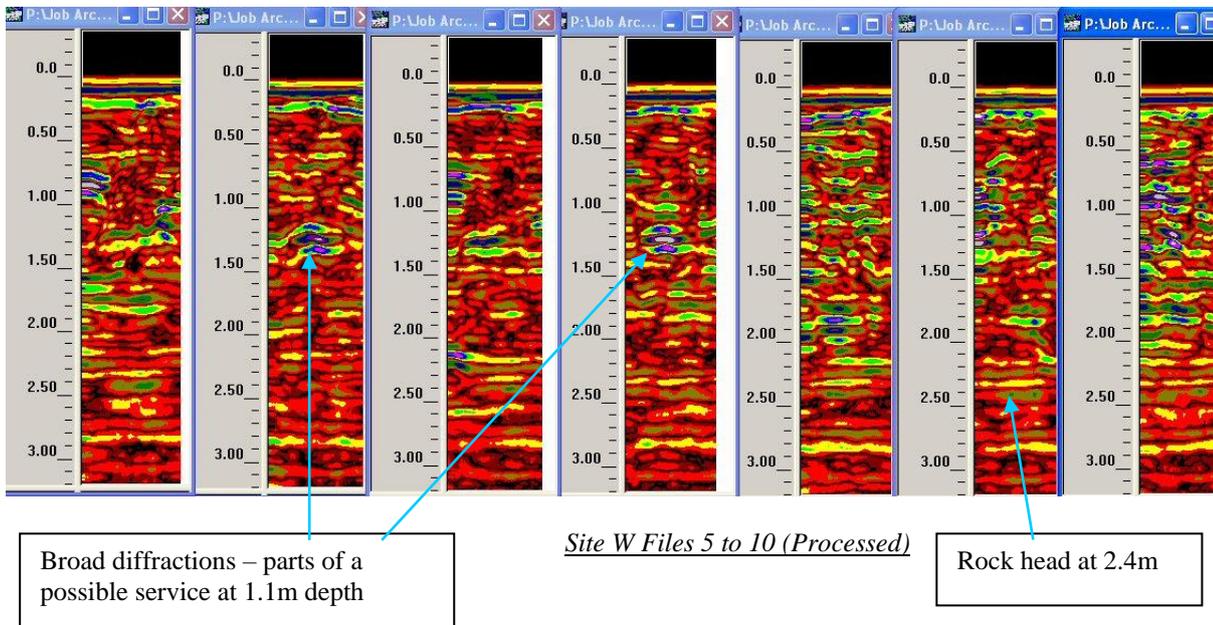
Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
 Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
 Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
 Data: APRILE 2005

Sito 23-W

Rilievo GSSI SIR3000

(seguito)

The pattern in the other two sections of Site W are not so clear. In the north-west branch broad diffractions are seen in several transects towards the western end. Only two are at a similar depth (1.1m) and position. Their interpretation as being part of an aqueduct is therefore doubtful. It is perhaps more likely to be a service – possibly abandoned. The relevant transects are shown below.



I dati raccolti nelle altre due parti del sito non sono così chiari. Nel ramo di nord-est (Via delle Torri di Properzio) sono visibili alcune diffrazioni allargate. Tuttavia solo due corrispondono a oggetti di posizione e profondità simili (1,1 m). E' dunque improbabile che si tratti dell'aquedotto. Si tratta forse di un servizio, probabilmente abbandonato (potrebbe anche essere la fogna). La figura in alto mostra i radargrammi in questione.

La profondità della formazione rocciosa è 2,4 m.



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 24-X Rilievo PIPEHAWK

I reticoli del rilievo, le posizioni dei bersagli ed i servizi che si sono ipotizzati correlando i bersagli sono riportati sull'elaborato grafico in CAD in scala 1:100. Il file originale di supporto è stato fornito dall'ESAGONO. Il paragone tra le posizioni planimetriche dei servizi indicati dalle "Utilities" (solo due in realtà, l'acquedotto comunale e la fogna) e le posizioni dei servizi dedotti dai bersagli corrobora sostanzialmente le indicazioni delle "Utilities", nonostante qualche discrepanza. La maggior parte dei servizi rilevati è da identificare. Si raccomanda perciò, per una rappresentazione completa, di confermare l'identità dei servizi con ulteriori ricerche negli archivi tecnici ed anche con saggi.

TOTALE BERSAGLI L: 25
TOTALE BERSAGLI T: 11

N. SERVIZI L: 6 (da 24_L1 a 24_L6)
N. SERVIZI T: 4 (da 24_T1 a 24_T4)

Il sito fa parte della zona omogenea 8.



SITO 24-X Via Fonte del Mastro

Non si è riscontrata evidenza dell'acquedotto romano.

Qualche indicazione di fenomeni passati di assestamento del terreno.

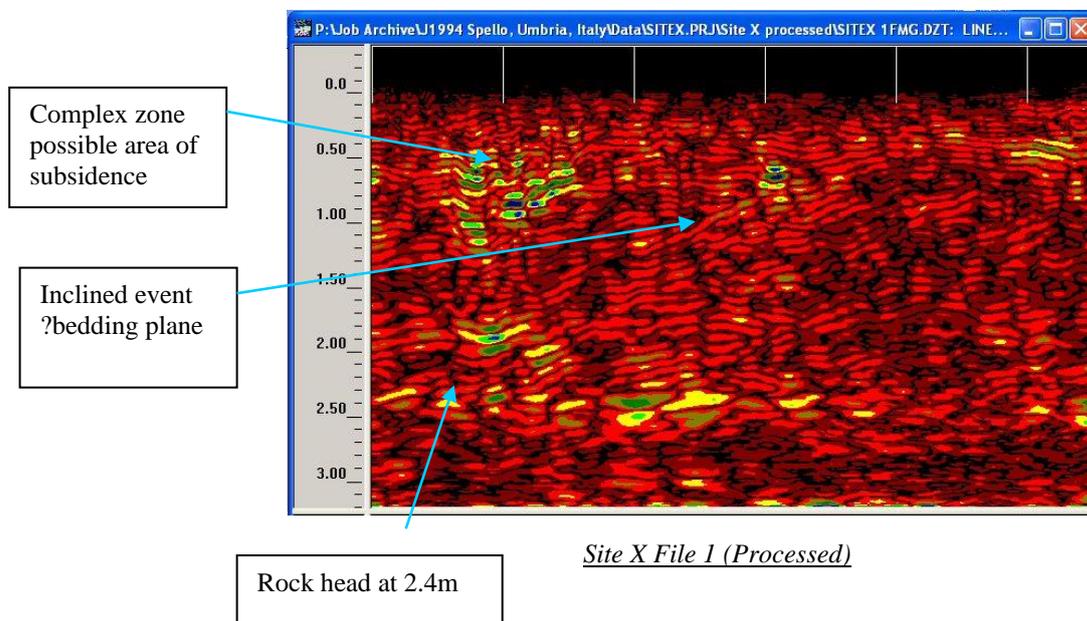


Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 24-X Rilievo GSSI SIR3000

4.1.24 Site X

No aqueduct is believed to pass through this site but there is a possibility of voiding. On File 1 below a zone of complexity seen between 2 and 4.5m and a depth of 0.5m may be related to a former area of subsidence. Inclined events are seen to the east in both this file and in the adjacent File 2, which may be geological and possibly related to the zone of complexity.



Questo sito è stato rilevato, dal momento che non si crede che l'acquedotto romano passi per esso, solo per verificare se vi siano vuoti o altre strutture sotterranee. La figura in alto mostra il radargramma della scansione longitudinale 1 (direzione est-ovest). In esso si può cogliere l'evidenza di una zona di terreno a tessitura complessa, tra progressiva 2 m e progressiva 4,5 m, alla profondità di circa 0,5 m, che potrebbe indicare un evento passato di assestamento del terreno. Le diffrazioni planari inclinate visibili a est di questa zona nello stesso radargramma ed in quello della scansione longitudinale 2, contigua, confermano la possibilità di un fenomeno di subsidenza geologica collegato alla zona di complessità sopra detta.

La profondità della formazione rocciosa è 2,4 m.



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 25-Y Rilievo PIPEHAWK

I reticoli del rilievo, le posizioni dei bersagli ed i servizi che si sono ipotizzati correlando i bersagli sono riportati sull'elaborato grafico in CAD in scala 1:100. Il file originale di supporto è stato fornito dall'ESAGONO. Il paragone tra le posizioni planimetriche dei servizi indicati dalle "Utilities" (solo due in realtà, l'acquedotto comunale e la fogna) e le posizioni dei servizi dedotti dai bersagli corrobora sostanzialmente le indicazioni delle "Utilities", nonostante qualche discrepanza. La maggior parte dei servizi rilevati è da identificare. Si raccomanda perciò, per una rappresentazione completa, di confermare l'identità dei servizi con ulteriori ricerche negli archivi tecnici ed anche con saggi.

TOTALE BERSAGLI L: 12 N. SERVIZI L: 3 (da 25_L1 a 25_L3)
TOTALE BERSAGLI T: 4 N. SERVIZI T: 2 (da 25_T1 a 25_T2)

Il sito fa parte della zona omogenea 7.



SITO 25-Y Via Borgo del Teatro

E' stata rilevata un'interessante struttura sotterranea a volta, che si trova pressappoco dove è posizionato il radar nell'immagine. Il tecnico in primo piano ha aperto il tombino della fogna, che più avanti interseca la struttura a volta.



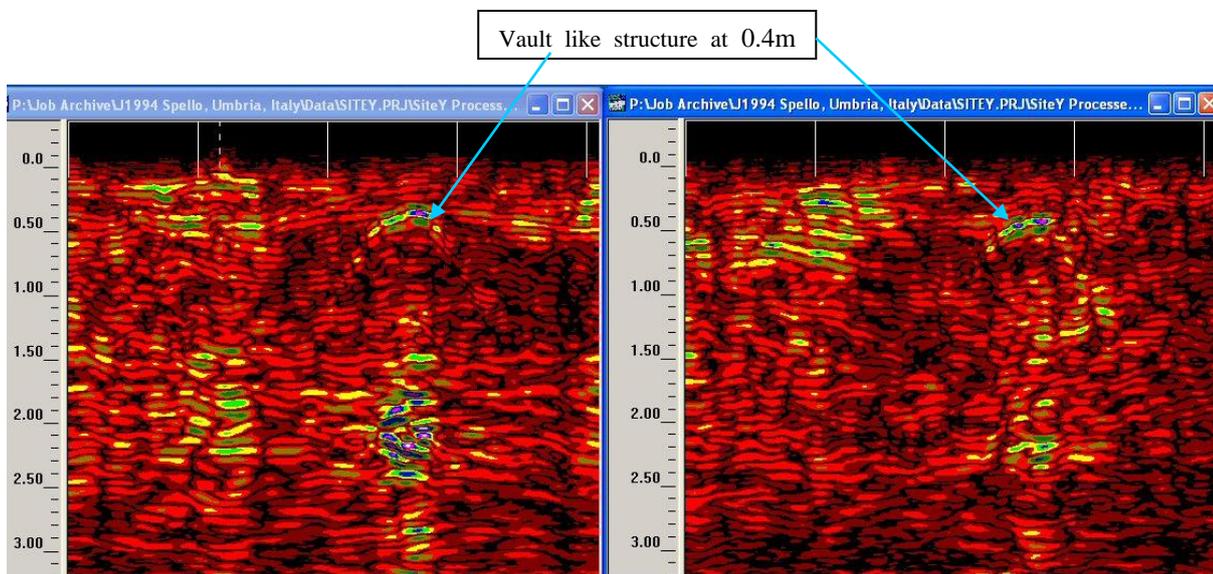
Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
 Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
 Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
 Data: APRILE 2005

Sito 25-Y

Rilievo GSSI SIR3000

4.1.25 Site Y

As with Site X this area was included in the survey due to the possible presence of voids. An interesting series of broad diffractions are seen in the longitudinal radargrams at a depth of 0.4m. They appear to taper in plan towards the south. Beneath these diffractions are a series of bright complex areas at 2m or more depth, which look like voids. The broad crested anomalies look regular so it may well be a man made vault over a void.



Site Y File 1 (Processed)

Site Y File 2 (Processed)

Probable voiding at
2m depth and deeper

Anche il Sito 25 (Site Y), come il precedente Sito 24 (Site X), è stato selezionato per investigare sulla presenza di eventuali vuoti. Ed in effetti i radargrammi longitudinali (direzione est-ovest) mostrano un'interessante serie di diffrazioni a iperbole larga, alla profondità di 0,4 m, la cui ampiezza diminuisce a mano a mano che ci si sposta verso sud. Al di sotto, alla quota di 2 metri e più, si vedono delle aree complesse, fortemente riflettenti, che sembrano essere dei vuoti. Le diffrazioni a iperbole hanno forma così regolare che potrebbero essere benissimo generate da una struttura a volta.

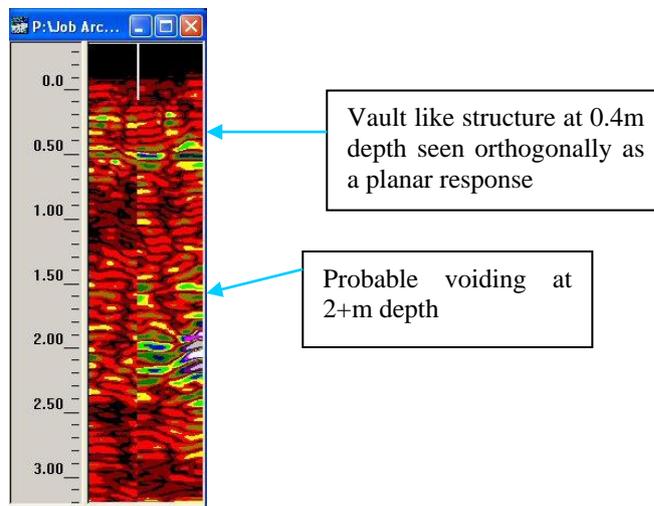


Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 25-Y

Rilievo GSSI SIR3000

(seguito)



*Site Y Files 23 reversed combined with File 11 (Processed)
Orthogonal transect through the vault like structure*

La figura in alto mostra il radargramma della scansione ortogonale alla direzione longitudinale, condotta parallelamente alla generatrice superiore della probabile struttura a volta. Ne risulta, come logico, una diffrazione planare. Si vede anche chiaramente la diffrazione brillante provocata dal vuoto presente a 2 m e più di profondità.



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 26-Z Rilievo PIPEHAWK

I reticoli del rilievo, le posizioni dei bersagli ed i servizi che si sono ipotizzati correlando i bersagli sono riportati sull'elaborato grafico in CAD in scala 1:100. Il file originale di supporto è stato fornito dall'ESAGONO. Il paragone tra le posizioni planimetriche dei servizi indicati dalle "Utilites" (solo due in realtà, l'acquedotto comunale e la fogna) e le posizioni dei servizi dedotti dai bersagli corrobora sostanzialmente le indicazioni delle "Utilities", nonostante qualche discrepanza. La maggior parte dei servizi rilevati è da identificare. Si raccomanda perciò, per una rappresentazione completa, di confermare l'identità dei servizi con ulteriori ricerche negli archivi tecnici ed anche con saggi.

TOTALE BERSAGLI L: 25
TOTALE BERSAGLI T: 6

N. SERVIZI L: 6 (da 26_L1 a 26_L6)
N. SERVIZI T: 6 (da 26_T1 a 26_T6)

Il sito fa parte della zona omogenea 7.



SITO 26-Z Via Borgo del Teatro

Oltre ai servizi, solo qualche evidenza del terreno riportato dopo la costruzione del locale interrato la cui copertura si distingue a destra dell'immagine, al livello della strada.

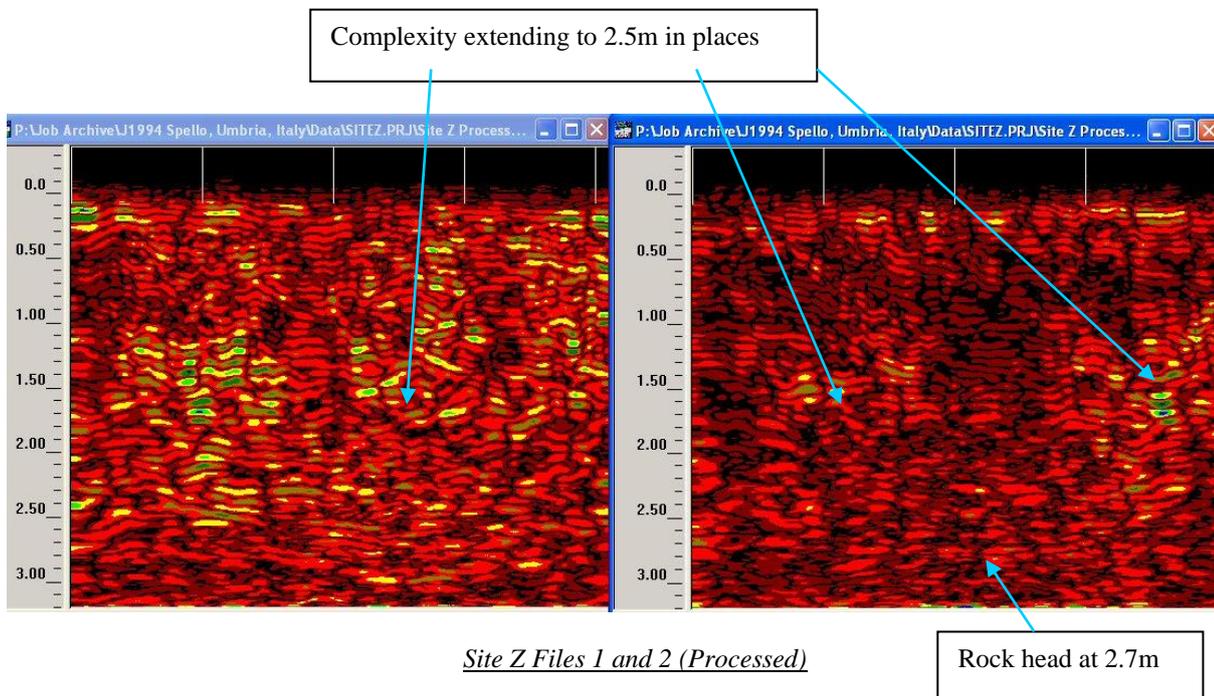


Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 26-Z Rilievo GSSI SIR3000

4.1.26 Site Z

Site Z is also a possible location for voiding. However, no obvious signs of voiding have been found. The two example radargrams below show that the northern side of the area has complexity extending to a depth of up to 2.5m. This suggests made ground.



Anche il Sito 26 (Site Z) è stato rilevato per studiarne i vuoti. Nessuna indicazione di cavità è stata tuttavia riscontrata. I due radargrammi della figura in lato, relativi alle scansioni longitudinali 1 e 2 (direzione est-ovest), mostrano che l'estremità nord dell'area ha tessitura del terreno complessa (frammentata) fino alla profondità di 2,5 m. Ciò fa presumere ce si tratti di terreno di riporto.

La formazione rocciosa è alla profondità di 2,7 m.



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 27-ZA Rilievo PIPEHAWK

Il reticolo del rilievo, le posizioni dei bersagli ed i servizi che si sono ipotizzati correlando i bersagli sono riportati sull'elaborato grafico in CAD in scala 1:100. Il file originale di supporto è stato fornito dall'ESAGONO. Il paragone tra le posizioni planimetriche dei servizi indicati dalle "Utilities" (solo due in realtà, l'acquedotto comunale e la fogna) e le posizioni dei servizi dedotti dai bersagli corrobora sostanzialmente le indicazioni delle "Utilities", nonostante qualche discrepanza. La maggior parte dei servizi rilevati è da identificare. Si raccomanda perciò, per una rappresentazione completa, di confermare l'identità dei servizi con ulteriori ricerche negli archivi tecnici ed anche con saggi.

TOTALE BERSAGLI L: 12 N. SERVIZI L: 4 (da 27_L1 a 27_L4)
TOTALE BERSAGLI T: 5 N. SERVIZI T: 5 (da 27_T1 a 27_T5)

Il sito fa parte della zona omogenea 8 (siti isolati).



SITO 27-ZA Via Monte Rione
Evidenza dei servizi e del rinterro seguito ai lavori di costruzione della fogna.



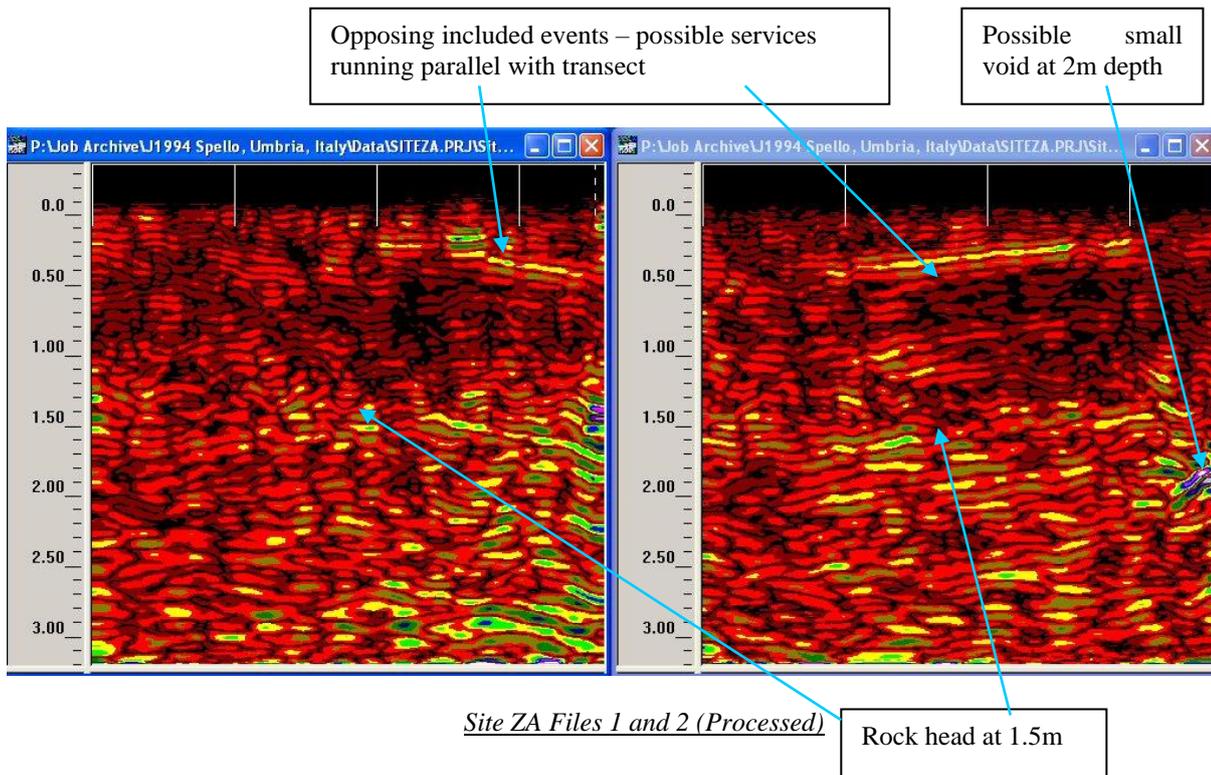
Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
 Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
 Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
 Data: APRILE 2005

Sito 27-ZA

Rilievo GSSI SIR3000

4.1.27 Site ZA

The two adjacent longitudinal Files 1 and 2 shown below have markedly different trends. In File 1, on the left, a series of inclined events can be seen dipping towards the end of the traverse i.e. dipping to the west. In the adjacent file only 0.5m away this trend is reversed with inclined events dipping to the east. The orthogonal transects do not suggest an explanation for this paradox. In all three longitudinal transects the responses at the western end are more complex with discrete bright reflections which may be small voids. The two water inlets at the western end of the site may be related in some way.



I radargrammi delle scansioni longitudinali 1 e 2 mostrano singolare discrepanze morfologiche. Il radargramma della prima scansione (a sinistra nella figura) mostra una serie di diffrazioni planari che si immergono verso la fine della scansione, cioè si immergono verso ovest. I radargrammi della scansione 2, parallela alla precedente e distante 0,5 m, mostrano una serie di diffrazioni planari aventi inclinazione opposta, e cioè immergenti a est. Le scansioni trasversali non contengono elementi che suggeriscano una spiegazione a questo paradosso. Potrebbe trattarsi di servizi longitudinali, rimane difficile però spiegare come mai abbiano inclinazioni opposte.

Sito 27-ZA

Rilievo GSSI SIR3000

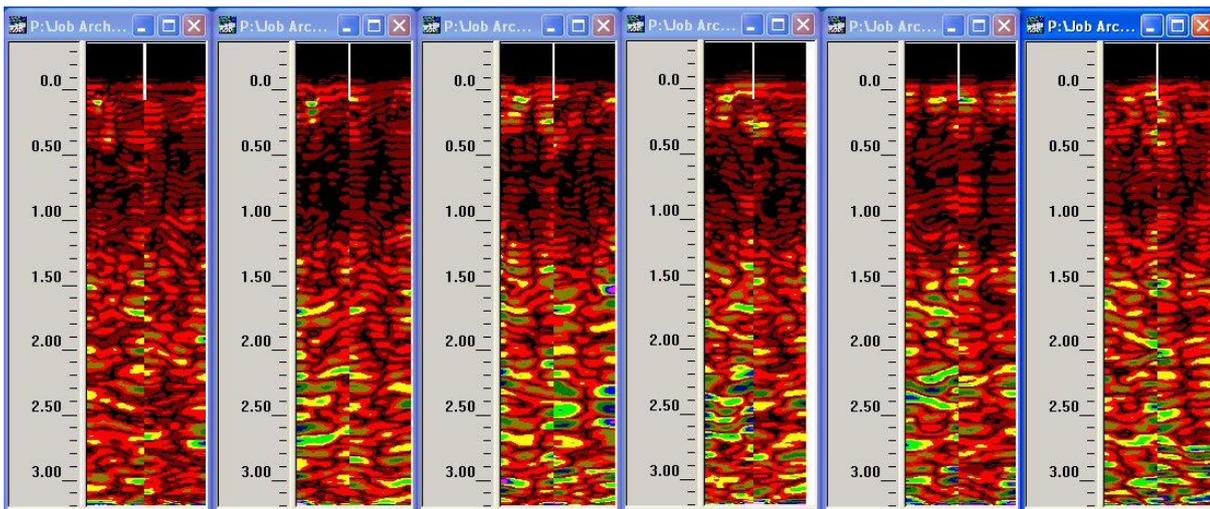


Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

(seguito)

Tutte le scansioni longitudinali, infine, sono caratterizzate da risposte più complesse e da riflessi brillanti in prossimità dell'estremità ovest, in cui potrebbero essere presenti piccoli vuoti.

Evidence for the depth of the rock head is also different from many of the other areas. There appears to be a change in the general lithology in the site at around 1.5m depth. This change in the character in the radar response may be caused by made ground. It is tentatively suggested that the rock head may be shallower in this area.



Site ZA Files 13R – 14 to 8R - 19(Processed)

Anche l'evidenza della profondità della formazione rocciosa è diversa da quella della maggior parte degli altri siti. Sembra esservi un cambiamento nella litologia alla profondità di 1,5 m, che tuttavia potrebbe essere anche un effetto dovuto a terreno di riporto. Ci sembra di poter concludere che la profondità della roccia in questo sito sia minore di quella mediamente riscontrata negli altri siti.



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Sito 28-ZB Rilievo PIPEHAWK

I reticoli del rilievo, le posizioni dei bersagli ed i servizi che si sono ipotizzati correlando i bersagli sono riportati sull'elaborato grafico in CAD in scala 1:100. Il file originale di supporto è stato fornito dall'ESAGONO. Il paragone tra le posizioni planimetriche dei servizi indicati dalle "Utilities" (solo due in realtà, l'acquedotto comunale e la fogna) e le posizioni dei servizi dedotti dai bersagli corrobora sostanzialmente le indicazioni delle "Utilities", nonostante qualche discrepanza. La maggior parte dei servizi rilevati è da identificare. Si raccomanda perciò, per una rappresentazione completa, di confermare l'identità dei servizi con ulteriori ricerche negli archivi tecnici ed anche con saggi.

TOTALE BERSAGLI L: 20
TOTALE BERSAGLI T: 7

N. SERVIZI L: 7 (da 28_L1 a 28_L7)
N. SERVIZI T: 5 (da 28_T1 a 28_T5)

Il sito fa parte della zona omogenea 1.



SITO 28-ZB Piazza Vallegloria

Diversi servizi e l'evidenza di una struttura sotterranea massiccia situata sul lato destro della via.



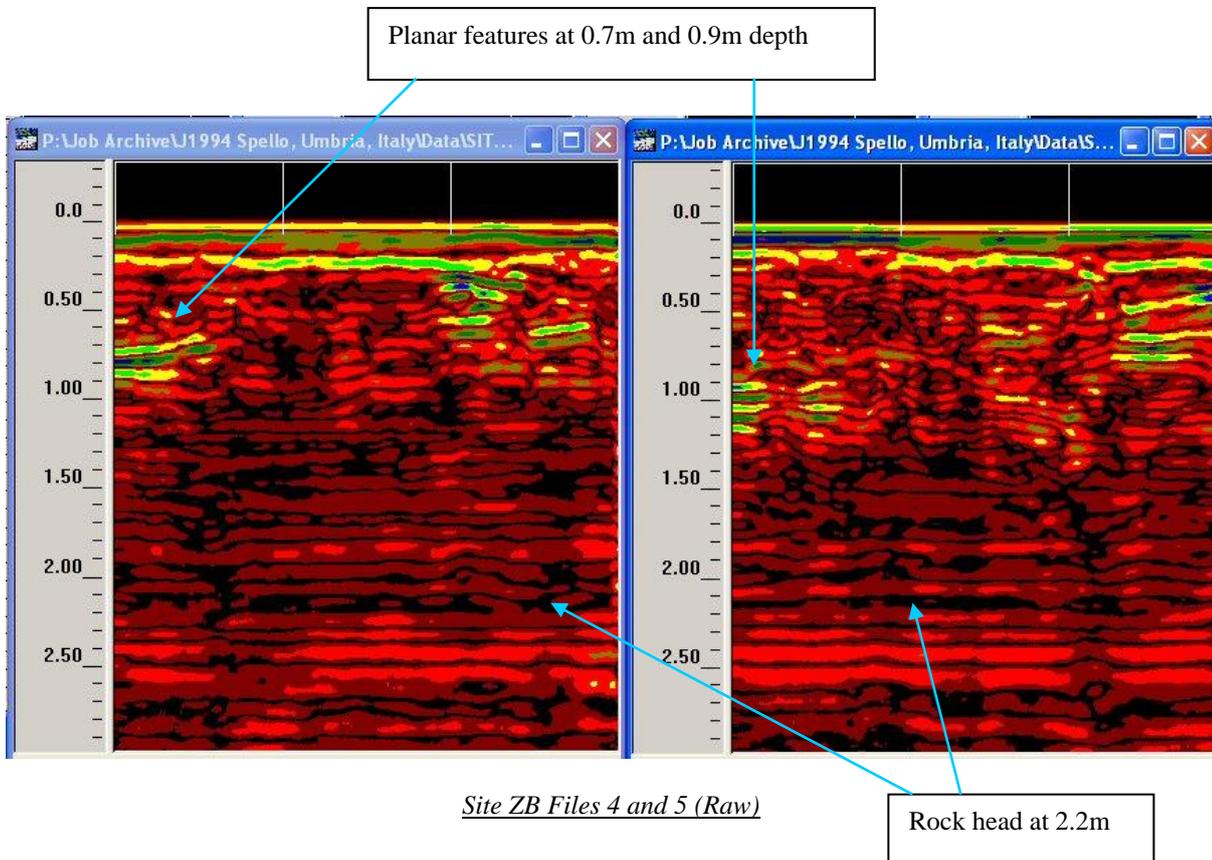
Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
 Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
 Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
 Data: APRILE 2005

Sito 28-ZB

Rilievo GSSI SIR3000

4.1.28 Site ZB

A number of diffraction alignments are probably shallow services. In the north west corner of the site a planar feature is seen at a depth of 0.7m with a similar feature adjacent to it at 0.9m depth. These are illustrated below. They have been interpreted as being a possible buried structure.



Il sito mostra una nutrita serie di diffrazioni allineate a piccola profondità, alle quali certamente corrispondono servizi superficiali (per la descrizione dei quali si rinvia al rilievo con il radar PipeHawk).

E' interessante l'evidenza di una struttura che si manifesta con diffrazioni planari a profondità di 0,7 m e 0,9 m (vedi figura in alto, con i radargrammi di due scansioni longitudinali, e figure in basso, con i radargrammi delle scansioni trasversali)

Sito 28-ZB

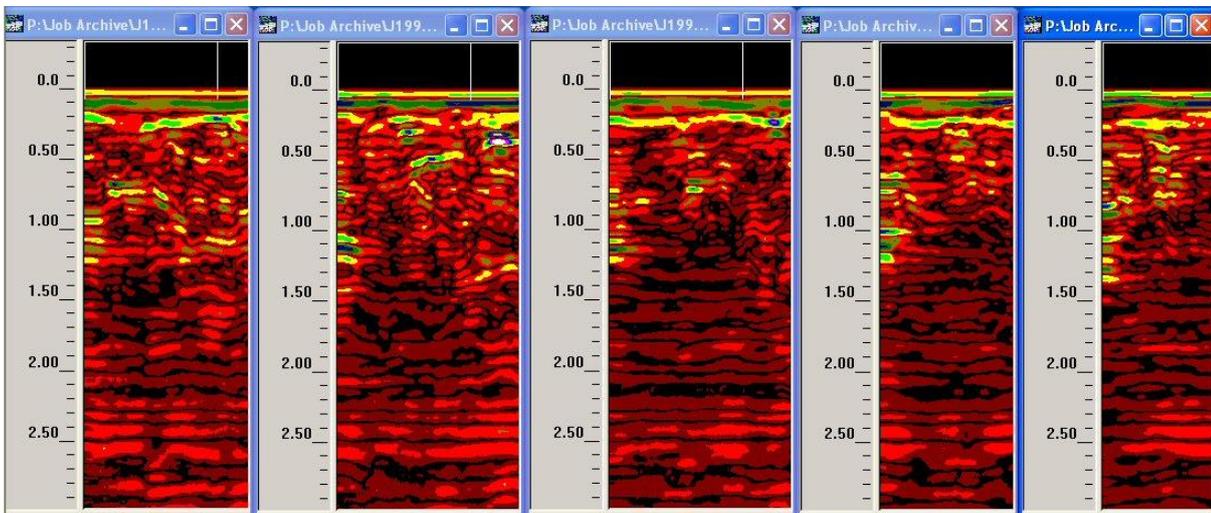
Rilievo GSSI SIR3000

(seguito)



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

Planar features at 0.7m and
0.9m depth



Site ZB Files 6 to 10 (Raw)

*La profondità della formazione rocciosa è 2,2 m.
Non si sono riscontrati vuoti.*



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

CLASSIFICAZIONE SERVIZI LONGITUDINALI ZONE OMOGENEE



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
 Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
 Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
 Data: APRILE 2005

CLASSIFICAZIONE SERVIZI LONGITUDINALI ZONE OMOGENEE

ZONA 1) VIA GIULIA

Riportiamo di seguito, nella TABELLA 1-A, l'elenco dei siti che formano questa zona omogenea e quello dei servizi longitudinali, certi ed incerti, rilevati in ciascun sito. E' opportuno ripetere che l'identità della seconda parte nei nomi dei servizi rilevati ((*numero del sito)-L1, (*numero del sito)-L2 etc.) non significa necessariamente che si tratti del medesimo servizio in siti diversi. Per esempio il servizio 01-L1 ed il servizio 02-L1 potrebbero corrispondere a servizi longitudinali reali diversi.

TABELLA 1-A

SITI	SERVIZI LONGITUDINALI RILEVATI CERTI		SERVIZI LONGITUDINALI RILEVATI INCERTI	
	N.	Elenco	N.	Elenco
28	7	28_L1,2,3,4,5,6,7.	0	- - -
01	5	01_L3,4,5,8,9.	5	01_L1,2,6,7,10.
02	6	02_L1,2,3,4,6,7.	1	02_L5.
03	4	03_L1,2,6,7.	3	03_L3,4,5.
04	4	04_L1,2,3,5.	3	04_L4,5,6.
05	3	05_L3,4,5.	3	05_L1,2,6.
06	3	06_L2,3,5.	2	06_L1,4.
07	7	07_L1,2,3,4,5,6,7.	0	- - -
08 (parte)	4	08 a_L1,2,4,5.	1	08 a_L3.

La tabella sopra riportata indica che ci sono **almeno 3, più probabilmente 4, servizi longitudinali presenti in tutti i siti della zona omogenea**. Questo è logico, considerato che le "utilities" essenziali dopo la fogna (acqua, energia elettrica, gas, telefono) sono appunto quattro. Altri servizi longitudinali presenti dovrebbero essere rami paralleli delle "utilities" sopra menzionate, come per esempio la linea elettrica per l'illuminazione stradale, cavidotti per cavo telefonico in fibra ottica, etc.

Come già esposto nell'Executive Summary, il Committente e l'Amministrazione Comunale potranno proseguire nell'identificazione dei servizi sia con metodi indiretti (consultazione degli archivi tecnici comunali) che con metodi diretti (scavi di saggio, indagine con cercaservizi, etc.).



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
 Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
 Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
 Data: APRILE 2005

CLASSIFICAZIONE SERVIZI LONGITUDINALI ZONE OMOGENEE

ZONA 2) Via GARIBALDI

Riportiamo di seguito, nella TABELLA 2-A, l'elenco dei siti che formano questa zona omogenea e quello dei servizi longitudinali, certi ed incerti, rilevati in ciascun sito. E' opportuno ripetere che l'identità della seconda parte nei nomi dei servizi rilevati ((*numero del sito)-L1, (*numero del sito)-L2 etc.) non significa necessariamente che si tratti del medesimo servizio in siti diversi. Per esempio il servizio 08B-L1 ed il servizio 09-L1 potrebbero corrispondere a servizi longitudinali reali diversi.

TABELLA 2-A

SITI	SERVIZI LONGITUDINALI RILEVATI CERTI		SERVIZI LONGITUDINALI RILEVATI INCERTI	
	N.	Elenco	N.	Elenco
08 (parte)	5	08B_L1,2,3,6,7.	9	08B_L4,9,5,10,11,12,13,14,8 09
	4	09_L1,2,5,6.	3	09_L3,4,7.
10 (parte)	2	10A_L1,3.	4	10A_L2,4,5,6.

La tabella sopra riportata indica che ci sono **almeno 2, più probabilmente 4, servizi longitudinali presenti in tutti i siti della zona omogenea**. Questo è logico, considerato che le "utilities" essenziali dopo la fogna (acqua, energia elettrica, gas, telefono) sono appunto quattro. Altri servizi longitudinali presenti dovrebbero essere rami paralleli delle "utilities" sopra menzionate, come per esempio la linea elettrica per l'illuminazione stradale, cavidotti per cavo telefonico in fibra ottica, etc.

Come già esposto nell'Executive Summary, il Committente e l'Amministrazione Comunale potranno proseguire nell'identificazione dei servizi sia con metodi indiretti (consultazione degli archivi tecnici comunali) che con metodi diretti (scavi di saggio, indagine con cercaservizi, etc.).



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
 Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
 Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
 Data: APRILE 2005

CLASSIFICAZIONE SERVIZI LONGITUDINALI ZONE OMOGENEE

ZONA 3) Piazza della REPUBBLICA

Riportiamo di seguito, nella TABELLA 3-A, l'elenco dei siti che formano questa zona omogenea e quello dei servizi longitudinali, certi ed incerti, rilevati in ciascun sito. E' opportuno ripetere che l'identità della seconda parte nei nomi dei servizi rilevati ((*numero del sito)-L1, (*numero del sito)-L2 etc.) non significa necessariamente che si tratti del medesimo servizio in siti diversi. Per esempio il servizio 10B-L1 ed il servizio 11-L1 potrebbero corrispondere a servizi longitudinali reali diversi.

TABELLA 3-A

SITI	SERVIZI LONGITUDINALI RILEVATI CERTI		SERVIZI LONGITUDINALI RILEVATI INCERTI	
	N.	Elenco	N.	Elenco
10 (parte)	5	10B_L7,10,13,14,15.	4	10B_L8,9,11,12.
11	6	11_L1,2,4,5,6,7.	1	11_L3.

La tabella sopra riportata indica che ci sono **almeno 5 servizi longitudinali presenti in tutti i siti della zona omogenea**. Questo è logico, considerato che le "utilities" essenziali dopo la fogna (acqua, energia elettrica, gas, telefono) sono quattro. Altri servizi longitudinali presenti dovrebbero essere rami paralleli delle "utilities" sopra menzionate, come per esempio la linea elettrica per l'illuminazione stradale, cavidotti per cavo telefonico in fibra ottica, etc.

Come già esposto nell'Executive Summary, il Committente e l'Amministrazione Comunale potranno proseguire nell'identificazione dei servizi sia con metodi indiretti (consultazione degli archivi tecnici comunali) che con metodi diretti (scavi di saggio, indagine con cercaservizi, etc.).



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
 Committente: ENEL S.O.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
 Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
 Data: APRILE 2005

CLASSIFICAZIONE SERVIZI LONGITUDINALI ZONE OMOGENEE

ZONA 4) VIA CAVOUR –VIA CONSOLARE

Riportiamo di seguito, nella TABELLA 4-A, l'elenco dei siti che formano questa zona omogenea e quello dei servizi longitudinali, certi ed incerti, rilevati in ciascun sito. E' opportuno ripetere che l'identità della seconda parte nei nomi dei servizi rilevati ((*numero del sito)-L1, (*numero del sito)-L2 etc.) non significa necessariamente che si tratti del medesimo servizio in siti diversi. Per esempio il servizio 12-L1 ed il servizio 14-L1 potrebbero corrispondere a servizi longitudinali reali diversi.

TABELLA 4-A

SITI	SERVIZI LONGITUDINALI RILEVATI CERTI		SERVIZI LONGITUDINALI RILEVATI INCERTI	
	N.	Elenco	N.	Elenco
12	3	12_L2,4,6.	3	12_L1,3,5.
13 (parte)	6	13_L1,3,5,6,7,8.	2	13_L2,4.
14	3	14_L5,7,8.	5	14_L1,2,3,4,6.
15	3	15 A_L4,5,6.	5	15 A_L1,2,3.-15 B_L1,2.
16	1	16_L5.	4	16_L1,2,3,4.
21	3	21_L1,4,5.	2	21_L2,3.
20	2	20_L3,5.	4	20_L1,2,4,6.
19	4	19_L1,2,6,7.	3	19_L3,4,5.
18	5	18 A_L1,2,3,8,9.	4	18 A_L3,4,5,6.

La tabella sopra riportata indica che ci sono **almeno 2, più probabilmente 4, servizi longitudinali presenti in tutti i siti della zona omogenea**. Questo è logico, considerato che le "utilities" essenziali dopo la fogna (acqua, energia elettrica, gas, telefono) sono appunto quattro. Altri servizi longitudinali presenti dovrebbero essere rami paralleli delle "utilities" sopra menzionate, come per esempio la linea elettrica per l'illuminazione stradale, cavidotti per cavo telefonico in fibra ottica, etc.

Come già esposto nell'Executive Summary, il Committente e l'Amministrazione Comunale potranno proseguire nell'identificazione dei servizi sia con metodi indiretti (consultazione degli archivi tecnici comunali) che con metodi diretti (scavi di saggio, indagine con cercaservizi, etc.).



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

CLASSIFICAZIONE SERVIZI LONGITUDINALI ZONE OMOGENEE

ZONA 5) VIA S.ANGELO

Riportiamo di seguito, nella TABELLA 5-A, l'elenco dei siti che formano questa zona omogenea e quello dei servizi longitudinali, certi ed incerti, rilevati in ciascun sito. E' opportuno ripetere che l'identità della seconda parte nei nomi dei servizi rilevati ((*numero del sito)-L1, (*numero del sito)-L2 etc.) non significa necessariamente che si tratti del medesimo servizio in siti diversi. Per esempio il servizio 17-L1 ed il servizio 18-L1 potrebbero corrispondere a servizi longitudinali reali diversi.

TABELLA 5-A

SITI	SERVIZI LONGITUDINALI RILEVATI CERTI		SERVIZI LONGITUDINALI RILEVATI INCERTI	
	N.	Elenco	N.	Elenco
17	1	17_L3.	3	17_L1,2,4.
18	1	18_B_L2	3	18_B_L1,3,4.

La tabella sopra riportata indica che ci sono **almeno 1, più probabilmente 4, servizi longitudinali presenti in tutti i siti della zona omogenea.** Questo è logico, considerato che le "utilities" essenziali dopo la fogna (acqua, energia elettrica, gas, telefono) sono appunto quattro. Altri servizi longitudinali presenti dovrebbero essere rami paralleli delle "utilities" sopra menzionate, come per esempio la linea elettrica per l'illuminazione stradale, cavidotti per cavo telefonico in fibra ottica, etc.

Come già esposto nell'Executive Summary, il Committente e l'Amministrazione Comunale potranno proseguire nell'identificazione dei servizi sia con metodi indiretti (consultazione degli archivi tecnici comunali) che con metodi diretti (scavi di saggio, indagine con cercaservizi, etc.).



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

CLASSIFICAZIONE SERVIZI LONGITUDINALI ZONE OMOGENEE

ZONA 6) VIA TORRI DI PROPERZIO

Riportiamo di seguito, nella TABELLA 6-A, l'elenco dei siti che formano questa zona omogenea e quello dei servizi longitudinali, certi ed incerti, rilevati in ciascun sito. E' opportuno ripetere che l'identità della seconda parte nei nomi dei servizi rilevati ((*numero del sito)-L1, (*numero del sito)-L2 etc.) non significa necessariamente che si tratti del medesimo servizio in siti diversi. Per esempio il servizio 22-L1 ed il servizio 23-L1 potrebbero corrispondere a servizi longitudinali reali diversi.

TABELLA 6-A

SITI	SERVIZI LONGITUDINALI RILEVATI CERTI		SERVIZI LONGITUDINALI RILEVATI INCERTI	
	N.	Elenco	N.	Elenco
22	5	22_L2,3,4,5,6.	1	22_L1.
23	8	23_B_L1,2,5. 23_A_L1,2,3,4,5.	2	23_B_L3,4.

La tabella sopra riportata indica che ci sono **almeno 5 servizi longitudinali presenti in tutti i siti della zona omogenea.** Questo è logico, considerato che le "utilities" essenziali dopo la fogna (acqua, energia elettrica, gas, telefono) sono quattro. Altri servizi longitudinali presenti dovrebbero essere rami paralleli delle "utilities" sopra menzionate, come per esempio la linea elettrica per l'illuminazione stradale, cavidotti per cavo telefonico in fibra ottica, etc.

Come già esposto nell'Executive Summary, il Committente e l'Amministrazione Comunale potranno proseguire nell'identificazione dei servizi sia con metodi indiretti (consultazione degli archivi tecnici comunali) che con metodi diretti (scavi di saggio, indagine con cercaservizi, etc.).



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

CLASSIFICAZIONE SERVIZI LONGITUDINALI ZONE OMOGENEE

ZONA 7) VIA BORGO DEL TEATRO

Riportiamo di seguito, nella TABELLA 7-A, l'elenco dei siti che formano questa zona omogenea e quello dei servizi longitudinali, certi ed incerti, rilevati in ciascun sito. E' opportuno ripetere che l'identità della seconda parte nei nomi dei servizi rilevati ((*numero del sito)-L1, (*numero del sito)-L2 etc.) non significa necessariamente che si tratti del medesimo servizio in siti diversi. Per esempio il servizio 25-L1 ed il servizio 26-L1 potrebbero corrispondere a servizi longitudinali reali diversi.

TABELLA 7-A

SITI	SERVIZI LONGITUDINALI RILEVATI CERTI		SERVIZI LONGITUDINALI RILEVATI INCERTI	
	N.	Elenco	N.	Elenco
25	1	25_L3.	2	25_L1,2.
26	5	26_L2,3,4,5,6.	1	26_L1.

La tabella sopra riportata indica che ci sono **almeno 3, più probabilmente 5, servizi longitudinali presenti in tutti i siti della zona omogenea**. Questo è logico, considerato che le "utilities" essenziali dopo la fogna (acqua, energia elettrica, gas, telefono) sono appunto quattro. Altri servizi longitudinali presenti dovrebbero essere rami paralleli delle "utilities" sopra menzionate, come per esempio la linea elettrica per l'illuminazione stradale, cavidotti per cavo telefonico in fibra ottica, etc.

Come già esposto nell'Executive Summary, il Committente e l'Amministrazione Comunale potranno proseguire nell'identificazione dei servizi sia con metodi indiretti (consultazione degli archivi tecnici comunali) che con metodi diretti (scavi di saggio, indagine con cercaservizi, etc.).



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
 Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
 Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
 Data: APRILE 2005

CLASSIFICAZIONE SERVIZI LONGITUDINALI ZONE OMOGENEE

ZONA 8) SITI ISOLATI

Riportiamo di seguito, nella TABELLA 8-A, l'elenco dei siti che formano questa zona omogenea e quello dei servizi longitudinali, certi ed incerti, rilevati in ciascun sito. I siti di questa zona non sono direttamente correlabili tra loro, quindi i criteri di classificazione esposti per le altre zone non sono applicabili, ed ogni sito andrà considerato come un caso a sé stante.

TABELLA 8-A

SITI	SERVIZI LONGITUDINALI RILEVATI CERTI		SERVIZI LONGITUDINALI RILEVATI INCERTI	
	N.	Elenco	N.	Elenco
24	3	24_L1,3,5.	3	24_L2,4,6.
27	4	27_L1,2,3,4.	0	-----

La tabella sopra riportata indica che ci sono **almeno 2, più probabilmente 4, servizi longitudinali presenti in tutti i siti isolati**. Questo è logico, considerato che le "utilities" essenziali dopo la fogna (acqua, energia elettrica, gas, telefono) sono appunto quattro. Altri servizi longitudinali presenti dovrebbero essere rami paralleli delle "utilities" sopra menzionate, come per esempio la linea elettrica per l'illuminazione stradale, cavidotti per cavo telefonico in fibra ottica, etc.

Come già esposto nell'Executive Summary, il Committente e l'Amministrazione Comunale potranno proseguire nell'identificazione dei servizi sia con metodi indiretti (consultazione degli archivi tecnici comunali) che con metodi diretti (scavi di saggio, indagine con cercaservizi, etc.).

Termina qui l'esposizione dei risultati del rilievo. La sintesi e le conclusioni sono state esposte nel testo dell'Executive Summary e delle Conclusioni e Raccomandazioni, che costituiscono l'inizio di questa relazione.

Seguono ora, come allegati, delle brevi monografie di approfondimento della teoria e della tecnica del rilievo georadar, nonché informazioni sui dati tecnici dei due radar usati,



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

ALLEGATI



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

ALLEGATI

A. NOTE DI TEORIA DEL GEORADAR

Il rilievo georadar ricerca nel sottosuolo tubazioni e cavi di servizi (acqua, gas, elettricità etc.) mediante radar. Lo scopo di queste note e' quello di rinfrescare la memoria del lettore sul radar, illustrare le problematiche poste dall'uso di onde radar nel sottosuolo, valutare sia i vantaggi che i limiti di questo metodo di rilievo, ed infine definirne la vera utilità allo stato attuale della tecnica.

La parola radar fu coniata nel 1935 dall'inventore del dispositivo, l'inglese W. Watson. Radar e' l'acronimo delle parole "RAdio Detection And Ranging", che significano "sorveglianza e scoperta attraverso segnali radio". Il radar, infatti, e' un apparato che esplora l'ambiente tramite l'emissione di onde radio opportunamente modulate e la successiva raccolta e analisi delle eco riflesse. Gli oggetti che si desidera rilevare si chiamano "bersagli" (targets). Il principio generale di funzionamento è quello di permettere al radar di "vedere" e riportare solo le eco riflesse dai bersagli, scartando tutte le altre. La selettività di un radar è modulabile, ed è inversamente proporzionale alla sua acuità visuale nei confronti dei bersagli.

I vantaggi del radar sono ben noti: scoperta dei bersagli in tempo reale anche a grande o grandissima distanza (i segnali radio si propagano alla velocità della luce: 300.000 km/sec nel vuoto), irrilevanza della composizione chimica dei bersagli, capacità di "agganciare" i bersagli e di seguirne il moto. Esiste una grande varietà di radar, specializzati a svolgere una quantità di operazioni (radar navali, radar per aeromobili, radar per controllo di traffico aereo, radar per guida missili, e più recentemente, radar per automobili, radar per controllo traffico stradale, etc.). Mentre l'efficacia del radar e' massima nell'aria o nel vuoto, essa e' fortemente ridotta o quasi nulla nell'acqua o nel terreno. Ciò dipende dalla capacità dell'acqua e del terreno di disperdere i segnali radio, che fa sì che le eco che e' possibile raccogliere siano assai deboli. Tuttavia, per alcune applicazioni specifiche, come la ricerca di oggetti nel sottosuolo, il radar e' utile perché non è invasivo e "vede" bersagli di qualunque composizione chimica. I problemi tecnici della ricerca radar nel sottosuolo sono la modulazione del contenuto di energia e delle caratteristiche geometriche delle onde emesse, la portata del dispositivo, l'efficacia della raccolta delle eco ed infine gli algoritmi per l'elaborazione dei dati di campagna e la restituzione delle posizioni dei bersagli.

Un radar per il rilievo del sottosuolo, o georadar (in inglese GPR, Ground Penetrating Radar), consiste in una o più antenne che emettono i segnali, una o più antenne che raccolgono le eco, ed un computer che registra ed elabora i segnali delle eco. Il contenuto di energia dei segnali emessi (limitato dalla presenza dell'uomo, che e' a ridosso dell'apparato) e' piuttosto basso, quindi la distanza di esplorazione e' ridotta a qualche metro. Questo impone che il radar sia movimentato sull'area di indagine. Il movimento relativo tra il radar e gli oggetti nel sottosuolo e' utilizzato sia per la scoperta dei bersagli che per il rilevamento della loro posizione. In effetti, il dato di campagna del rilievo georadar consiste nelle curve dell'intensità delle eco riflesse dai bersagli in funzione della posizione di emissione del segnale radar.

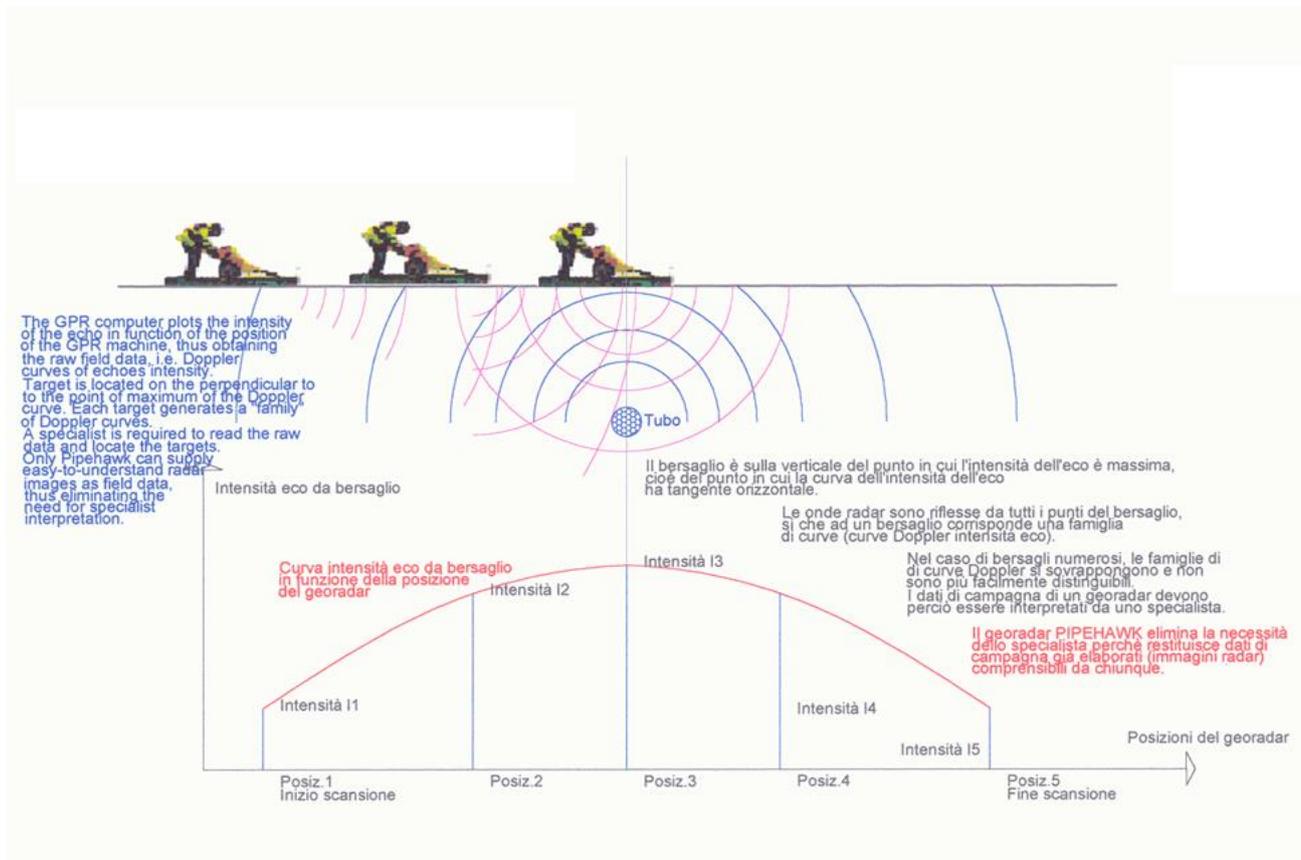
Il dispositivo georadar viene spinto dall'operatore lungo un percorso rettilineo. Il radar emette impulsi che penetrano nel terreno. Gli impulsi sono emessi ad intervalli regolari (per esempio ogni cm o frazione di cm di avanzamento). In corrispondenza ad ogni impulso il computer del dispositivo registra l'intensità dell'eco riflessa dal bersaglio (o delle diverse eco riflesse dai vari bersagli). Soffermiamoci sul caso di un solo bersaglio.

L'intensità dell'eco riflessa varia al variare della distanza tra il bersaglio ed il dispositivo. Il computer del georadar costruisce il diagramma dell'intensità dell'eco (in ordinate) in funzione della posizione del radar (in ascisse). Il bersaglio si trova sulla verticale del punto di massimo di tale curva, che corrisponde alla posizione di minima distanza tra il radar ed il bersaglio. La taratura del georadar sugli oggetti da rilevare si effettua sia modulando la lunghezza d'onda dei segnali emessi che manipolando la reattività del sistema alle eco provenienti da bersagli indesiderati, **rendendolo "cieco" a tutto ciò che non interessa.** La lunghezza d'onda dei segnali emessi deve essere compatibile con le dimensioni degli oggetti ricercati, in modo che su questi il segnali presenti il massimo grado di rifrazione e riflessione. Ciò comporta l'emissione di segnali di diverse frequenze, alle quali corrispondono lunghezze d'onda variabili da qualche centimetro a qualche decina di decimetri. Alcuni dispositivi georadar emettono questo tipo di segnale attraverso un gruppo (array) di antenne diverse. Altri, più avanzati e più pratici (come il nostro Emrad Pipehawk), emettono il segnale da una sola antenna. In quanto alla selettività del sistema rispetto ai bersagli desiderati, essa e' ottenuta attraverso il software di raccolta e selezione delle eco. La maggior parte degli apparati georadar oggi in commercio fornisce come dato di campagna le curve di diffrazione de segnale emesso. **Una sola macchina, la più avanzata ed anche la più pratica, desideriamo sottolinearlo, elabora le eco automaticamente in modo di fornire l'immagine dei bersagli. Si tratta del georadar Emrad Pipehawk, che la nostra società ha per prima importato in Italia.**



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

TAVOLA 1 PRINCIPIO FISICO DEL GEORADAR





Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

ALLEGATI

B. TECNICA DEL RILIEVO CON PIPEHAWK

Le operazioni di campagna del georadar Pipehawk consistono nel raccogliere insieme di sezioni verticali del terreno da rilevare.

Pipehawk, grazie alla sofisticazione della sua elettronica (è costruito dalla società inglese che, come già detto, ha realizzato lo smantellamento delle Isole Falkland a seguito del conflitto anglo-argentino del 1982) è compatto e robusto ed ha approssimativamente la forma di un tagliaerba (vedi foto allegate). Le sezioni del rilievo si ottengono percorrendo con l'apparecchio dei segmenti opportunamente tracciati. Chiameremo "scansione" il percorso del radar lungo un segmento. Ciascuna scansione "taglia" il terreno verticalmente, dal piano di campagna (livello zero) fino alla profondità massima raggiunta dal segnale radar (che è uguale o minore a -3,00 metri). Il piano di scansione "taglia" tutti gli oggetti presenti nel terreno, siano essi tubi, ciottoli, mine o altre cose. In corrispondenza ad ogni oggetto rilevato (chiamato in gergo tecnico target o bersaglio) il radar fornisce l'immagine del taglio operato sull'oggetto dal piano di scansione. Tale immagine consiste in una macchia su uno sfondo chiaro quotato. Si tratta di una vera e propria immagine radar, frutto dell'elaborazione del computer di PipeHawk. Le macchine georadar della concorrenza, che non hanno questa funzione, presentano come dato di campagna solo le curve dell'intensità delle eco in funzione della posizione di emissione del segnale radar. Questo, come detto, è un dato alquanto oscuro da interpretare, e rende quindi discutibili i rilievi della concorrenza. Nella figura seguente è riportata la stampa che PipeHawk fornisce per ogni scansione. La parte alta e scura della stampa corrisponde al dato delle curve dell'intensità delle eco, mentre invece la parte bassa consiste nell'immagine radar dei bersagli che hanno generato le eco. E' evidente l'immenso vantaggio di PipeHawk sulla concorrenza, che come dato di campagna solo le curve della parte alta dell'immagine.

Una sola scansione, tuttavia, non è sufficiente a distinguere i servizi dagli altri oggetti: infatti il radar (qualunque radar) non dà alcuna indicazione sulla natura dei bersagli. Se però si dispone di una serie di sezioni parallele, si vedrà che alcuni bersagli sono presenti in tutte le sezioni mentre invece altri scompaiono dopo una o poche sezioni. Ovviamente i bersagli presenti in tutte le sezioni sono servizi (che sono "affettati" come un salame dal fascio dei piani di scansione), mentre invece i bersagli che scompaiono sono oggetti di dimensioni raccolte. Ecco perché il rilievo consiste nel raccogliere insieme di sezioni verticali parallele del terreno. Inoltre, sono necessari almeno due insieme di sezioni parallele, disposti secondo due direzioni ortogonali, perché i servizi disposti perpendicolarmente alle scansioni sono visibili in quanto "affettati", mentre invece sfuggono i servizi paralleli alle scansioni (il computer di PipeHawk scarta le eco provenienti da bersagli che abbiano una dimensione trasversale maggiore di sessanta/ottanta centimetri).

In conclusione, il rilievo di un'area va fatto muovendo l'apparecchio Pipehawk lungo i segmenti di un reticolo a maglia quadrata di 3 metri, materializzato sul terreno mediante marker colorati. Per ogni modulo si effettuano sette scansioni in una direzione e sette scansioni nella direzione perpendicolare, al passo di 50 cm di distanza tra una scansione e la prossima. Le scansioni saranno denominate T (trasversali) ed L (longitudinali) con riferimento alle caratteristiche geometriche dell'ambiente rilevato (via, piazza etc.).

Il georadar Pipehawk restituisce, per ogni modulo 3x3 metri rilevato, i seguenti dati di campagna:

*N.7 sezioni T (corrispondenti alle sette scansioni T);
N.7 sezioni L (corrispondenti alle sette scansioni L);
N.1 planimetria stratigrafica.*

La planimetria stratigrafica è frutto dell'elaborazione dei due insieme di sezioni verticali. In essa il computer del radar riporta la disposizione planimetrica dei bersagli e le quote degli stessi, ordinate secondo una stratigrafia che taglia orizzontalmente il modulo in sette strati. La planimetria stratigrafica fornita da Pipehawk consiste sia dei singoli strati che della loro visione complessiva in trasparenza. L'effetto è quello di una visione in trasparenza del sottosuolo (vedi immagine successiva alla prossima).

La raccolta completa dei dati di campagna di Pipehawk è assai voluminosa: come detto, a ciascun modulo 3x3 metri corrispondono 15 elaborati. Dunque a cento moduli, equivalenti a 900 mq, corrispondono 1500 elaborati. Neo.Tech fornisce al Cliente sia la raccolta completa dei dati di campagna (Quaderno dei Dati di Campagna) che il Compendio degli stessi, consistente nella raccolta delle sole sezioni stratigrafiche (una per ogni modulo).

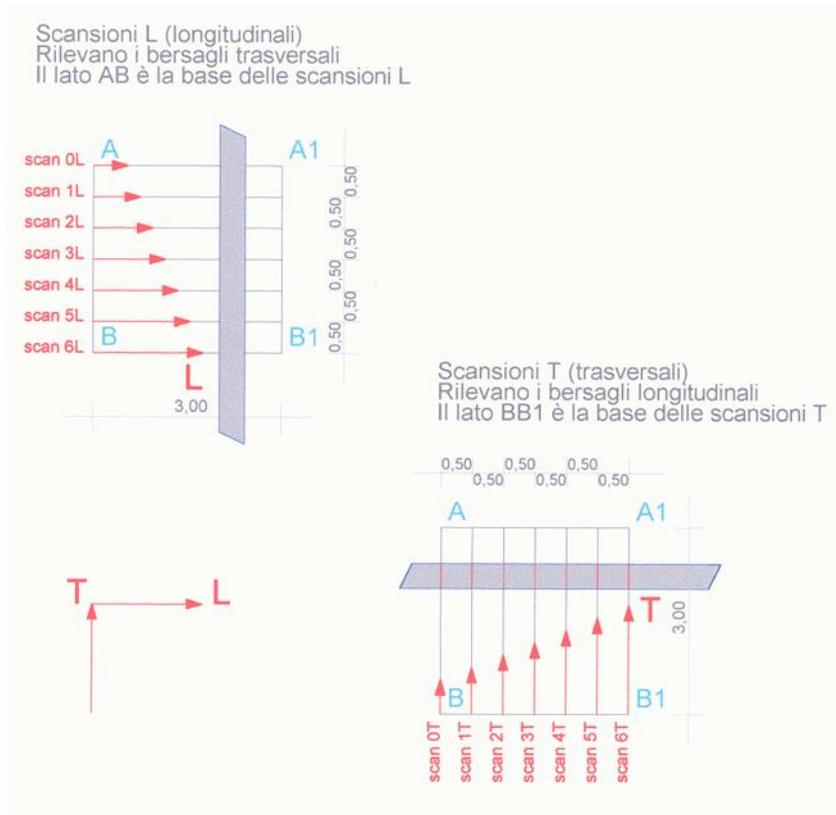
Infine, poiché i dati identificativi di ogni modulo sono riportati negli elaborati grafici autocad di restituzione del rilievo, è immediato collegare e paragonare i dati di campagna con gli elaborati grafici stessi. Ecco perché il rilievo di Neo.Tech è obbiettivo ed inconfutabile.

TAVOLA 2

IL MODULO 3x3 METRI DEL RETICOLO DI PIPEHAWK SCANSIONI T, SCANSIONI L



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005



Il modulo base del reticolo di scansione di PipeHawk è un quadrato di lato pari a 3 metri.

Esso viene materializzato sull'area da rilevare mediante una dima e dei marker colorati.

Si eseguono due serie di sette scansioni ciascuna, chiamate L (longitudinali) e T (trasversali) con riferimento alle dimensioni prevalenti degli ambienti rilevati. Per esempio in una strada le scansioni L saranno parallele all'asse della strada, mentre le scansioni T saranno perpendicolari allo stesso.

Ciascuna serie di scansioni è effettuata partendo da sinistra e quindi portandosi via via a destra.

Per esempio, le scansioni L della figura in alto si fanno a partire dal vertice A e quindi, completatane una, spostando il georadar sul punto della base AB che si trova 50 cm distante in direzione di B.

Le scansioni L rilevano i servizi che formano con il piano di scansione un angolo compreso tra 90 e 45 gradi.

Lo stesso vale per le scansioni T.



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

TAVOLA 3

DATI DI CAMPAGNA DI PIPEHAWK:

A) SEZIONE VERTICALE TERRENO CORRISPONDENTE AD UNA SCANSIONE

PipeHawk restituisce 7 di questi elaborati per ciascun verso di scansione (T ed L) e per ogni modulo, ed in più fornisce la planimetria stratigrafica del modulo (riportata nella tavola successiva). Dunque PipeHawk fornisce, per ogni modulo 3x3 metri, 7 sezioni T più 7 sezioni L ed una planimetria stratigrafica. In totale: 15 elaborati per modulo 3x3 metri.

CURVE INTENSITA' ECO

(i georadar concorrenti hanno questo come unico dato di campagna)

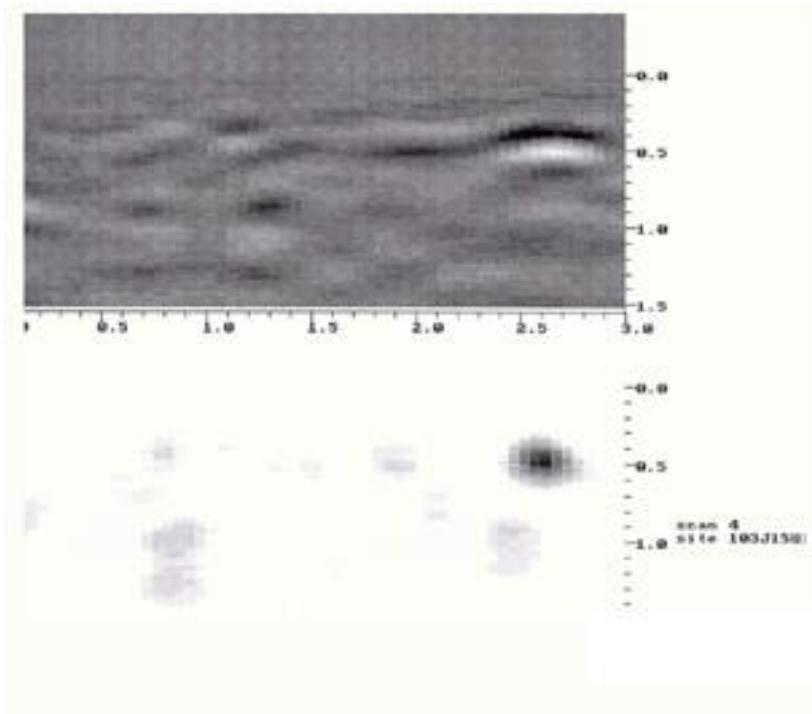
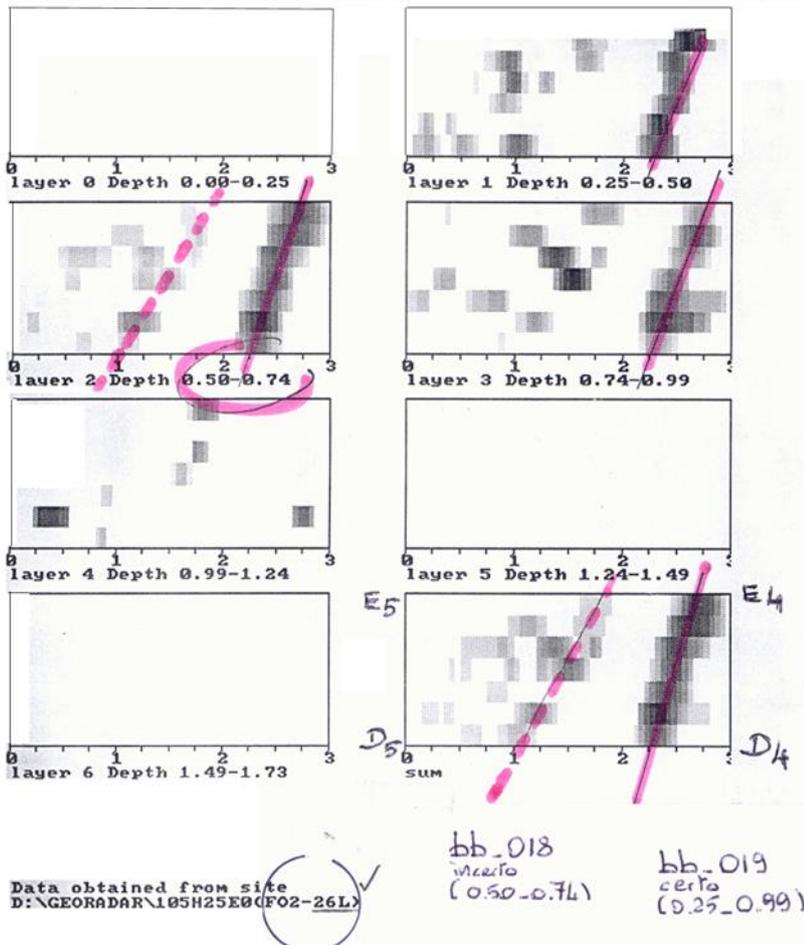


IMMAGINE RADAR dei BERSAGLI (quotata sia in ascissa che in profondità; l'immagine dei bersagli è prerogativa unica di PipeHawk, e ne determina il formidabile vantaggio sugli altri apparecchi georadar.)



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
 Committente: ENEL S.O.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
 Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
 Data: APRILE 2005

TAVOLA 4
DATI DI CAMPAGNA DI PIPEHAWK:
B) PLANIMETRIA STRATIGRAFICA DEL MODULO DEL RETICOLO (TIMESLICES)



Questa è la planimetria stratigrafica del modulo FO2-22, scansione L. (come si può vedere evidenziato nel circolo).
 I primi sette rettangoli, contando dall'alto in basso e da sinistra a destra, sono planimetrie stratigrafiche del modulo rilevato.
 Le macchie scure in esse sono i bersagli rilevati.
 I bersagli allineati sono servizi, quelli di allineamento dubbio sono servizi incerti.
 Il nome del livello della stratigrafia è scritto in basso a sinistra della figura di competenza (Layer 0, Layer 1 etc.).
 Il Layer denominato "sum", l'ultimo in basso a destra, è la proiezione in trasparenza di tutti gli altri.
 In pratica è ciò che vedremmo se il terreno diventasse trasparente e guardassimo il modulo dall'alto in basso.
 I lati del modulo non sono rappresentati uguali per rammentarci che il lato base di partenza delle scansioni, e cioè il lato verticale a sinistra di ogni immagine del modulo (in questo caso il lato E5-D5) può avere lunghezza diversa da 3 m.
 Il lato parallelo alle scansioni è invece quotato in ascisse da 0,00 a 3,00 metri, con evidenziati i segmenti di 25 cm.
 Nota la lunghezza della base E5-D5, la posizione planimetrica dei bersagli è dunque ricavabile con riferimento alla base stessa.
 Per ogni Layer il radar riporta le quote del piano superiore ed inferiore.
 La quota inferiore dell'ultimo strato, Layer 6, è la quota di massima penetrazione del segnale radar per questa scansione.
 In questo modulo si distinguono chiaramente un servizio certo, bb-019, che interessa le quote da -0,25 a -0,99, ed un servizio Incerto, bb-018, che interessa le quote da -0,50 a -0,74.

QUESTE INFORMAZIONI SONO OBIETTIVE ED INCONFUTABILI.



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

CARATTERISTICHE TECNICHE DI PIPEHAWK

Pipehawk e' stato sviluppato dal costruttore inglese Emrad, la cui esperienza nell'esplorazione del suolo con radar risale alla guerra delle Falckland, quando la Emrad acquisì dal governo inglese l'incarico di provvedere alla bonifica delle mine antiuomo in plastica disseminate dall'esercito argentino.

L'apparato e' semplice e molto robusto. Le dimensioni sono contenute e la forma, date le carenature per la protezione contro gli urti e la pioggia, somiglia a quella di un tagliaerba, donde il nomignolo con cui a noi della Neo.Tech piace chiamarlo (vedi illustrazioni).

Pipehawk e' l'unico georadar sul mercato capace di mostrare DIRETTAMENTE sul proprio schermo l'immagine dei bersagli rilevati.



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
 Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
 Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
 Data: APRILE 2005

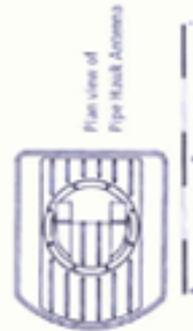
PRODUCT SPECIFICATION

PipeHawk II Ground Probing Radar System

Dimensions - Operational	
Height	Handle Retracted 71cm (28") Handle Extended 102cm (40")
Length	136cm (53")
Width	58cm (23")
Weight - Operational	
44kg (97lbs)	
Power Supply	
Rechargeable battery	24v 10Ah Sealed Unit (2 Supplied) Performance Life - up to 4 hours each Average Life - up to 300 charge cycles each
Battery Charger	
Input voltage	110/240v
Output voltage	24v 4A
Dimensions	228mm x 178mm x 178mm (9" x 7" x 7")
Operator Interface	
7 Interactive software addressable keys Menu driven software	
Wheels	
Pneumatic 4.00-8 tyres fitted with inner tubes, pressure 68kPa (1.0psi).	
Display Screen	
Colour LCD 215mm (8.4"). Anti glare hood supplied.	



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005



Antenna System

Transmitter and Receiver Radar Unit: protected by an operator serviceable wear membrane.

150MHz - 1GHz Wide Band Pulsed Signal.

Average power emission - 2 mW

Floating antenna head to accommodate surface undulation. Currently there are two antenna choices available. They are identical in appearance but have different performance parameters and are easily interchangeable. The system automatically recognises which type of antenna is fitted and selects the software parameters accordingly.

The antennas are identified as high resolution or standard. The high resolution unit is designed to detect smaller diameter targets at depths up to 1.5m (5ft). The standard unit is designed to achieve a penetration greater than 2.5m (8ft).

Detection

Down to a depth of 2.5m (8ft) depending on soil conditions.

Minimum target diameter 18mm (0.75").

Plastics, fibre optics, metals, asbestos cement, concrete, clay, wood and underground cavities.

Data Storage

Data is automatically stored on the onboard hard disc drive.

Capacity 30,000 square metres of surveyed area (300,000 square feet).

Data Output

Data is processed on the unit while on site and is displayed on the screen.

Data may also be downloaded (transferred) to a suitable portable or desktop computer for back up and system maintenance purposes.

High speed off-line processing and printing of data sets is enabled by the PipeHawk DSP unit which is available at additional cost. Laptop/ink cables and data transfer software is supplied as standard.



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

ALLEGATI

C. TEORIA E TECNICA DEL RILIEVO CON IL RADAR GSSI SIR3000

(testo della STRATASCAN PLC)

3.2 Description of techniques and equipment configurations

Two of the main advantages of radar are its ability to give information of depth as well as work through a variety of surfaces, even in cluttered environments and which normally prevent other geophysical techniques being used.

A short pulse of energy is emitted into the ground and echoes are returned from the interfaces between different materials in the ground. The amplitude of these returns depends on the change in velocity of the radar wave as it crosses these interfaces. A measure of these velocities is given by the dielectric constant of that material. The travel times are recorded for each return on the radargram and an approximate conversion made to depth by calculating or assuming an average dielectric constant (see below).

Drier materials such as sand, gravel and rocks, i.e. materials that are less conductive (or more resistant), will permit the survey of deeper sections than wetter materials such as clays which are more conductive (or less resistant). Penetration can be increased by using longer wavelengths (lower frequencies) but at the expense of resolution (see 3.4.2 below).

As the antennae emit a "cone" shaped pulse of energy an offset target showing a perpendicular face to the radar wave will be "seen" before the antenna passes over it. A resultant characteristic *diffraction* pattern is thus built up in the shape of a hyperbola. A classic target generating such a diffraction is a pipeline when the antenna is travelling across the line of the pipe. However it should be pointed out that if the interface between the target and its surrounds does not result in a marked change in velocity then only a weak hyperbola will be seen, if at all.

The Ground Probing Impulse Radar used was a SIR3000 system manufactured by Geophysical Survey Systems Inc. (GSSI).

The radar surveys were carried out with a 400MHz antenna. This mid-range frequency offers a good combination of depth of penetration and resolution.

3.4 Sampling interval, depth of scan, resolution and data capture

3.4.1 *Sampling interval*

Radar scans were carried out in each area along traverses nominally 1m apart on an orthogonal grid. Data was collected at 40 scans/metre using a measuring wheel. Markers were put into the recorded radargram at 3m centres.

3.4.2 *Depth of scan and resolution*

The average velocity of the radar pulse is calculated to be 0.095m/nsec, which is typical for the type of sub-soils on the site. With a range setting of 75nsec this equates to a maximum depth of scan of 3.2m



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL S.O.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

but it must be remembered that this figure could vary by $\pm 10\%$ or more. A further point worth making is that very shallow features are lost in the strong surface response experienced with this technique.

Under ideal circumstances the minimum size of a vertical feature seen by a 400MHz antenna in a dry soil would be 0.06m (i.e. this antenna has a wavelength in dry soil of about 0.25m and the vertical resolution is one quarter of this wavelength).

3.4.3 Data capture

Data is displayed on a monitor as well as being recorded onto an internal hard disk. The data is later downloaded into a computer for processing.

3.5 Processing, presentation of results and interpretation

3.5.1 Processing

The radar plots included in this report have been produced from the recorded data using Radan software. Where processing was considered necessary, the data has been filtered to reduce fixed pattern noise, migrated to collapse diffractions and gains restored where the data was low in amplitude.

3.5.2 Presentation of results and interpretation

Manual abstraction

Each radargram has been studied and those anomalies thought to be significant were noted and classified as detailed below. Inevitably some simplification has been made to classify the diversity of responses found in radargrams.

- i. Strong and weak discrete reflector.
These may be a mix of different types of reflectors but their limits can be clearly defined. Their inclusion as a separate category has been considered justified in order to emphasise anomalous returns, which may be from archaeological targets and would not otherwise be highlighted in the analysis.
- ii. Complex reflectors.
These would generally indicate a confused or complex structure to the subsurface. An occurrence of such returns, particularly where the natural soils or rocks are homogeneous, would suggest artificial disturbances. These are subdivided into both strong and weak giving an indication of the extent of change of velocity across the interface, which in turn may be associated with a marked change in material or moisture content.
- iii. Point diffractions.
These may be formed by a discrete object such as a stone or a linear feature such as a small diameter pipeline being crossed by the radar traverse (see also the second sentence in iv. below).
- iv. Convex reflectors and broad (crested) diffractions.
A convex reflector can be formed by a convex shaped buried interface such as a vault or very large diameter pipeline or culvert. A broad crested diffraction as opposed to a point diffraction can be formed by (for example) a large diameter pipe or a narrow wall generating a hybrid of a point diffraction and



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

convex reflector where the central section is a reflection off the top of the target and the edges/sides forming diffractions.

- v. Planar returns.
These may be formed by a floor or some other interface parallel with the surface. These are subdivided into both strong and weak giving an indication of the extent of change of velocity across the interface which in turn may be associated with a marked change in material or moisture content.
- vi. Inclined events.
These may be a planar feature but not parallel with the survey surface. However, similar responses can be caused by extraneous reflections. For example, an "air-wave" caused by a strong reflection from an above ground object would produce a linear dipping anomaly and does not relate to any sub-surface feature. Normally this is not a problem as the antennae used are shielded, but under some circumstances these effects can become noticeable.
- vii. Conductive surface.
The radiowave transmitted from the antenna has its waveform modulated by the ground surface. If this ground surface or layers close to the surface are particularly conductive a 'ground coupled wavetrain' is generated which can produce a complex wave pattern affecting part or all of the scan and so can obscure the weaker returns from targets lower down in the ground.
- viii. A category for "*focused ringing*" has been included as this type of anomaly can indicate the presence of an air void. This is created by the signal resonating within the void, but with a characteristic domed shape due to the "velocity pull-up effect".

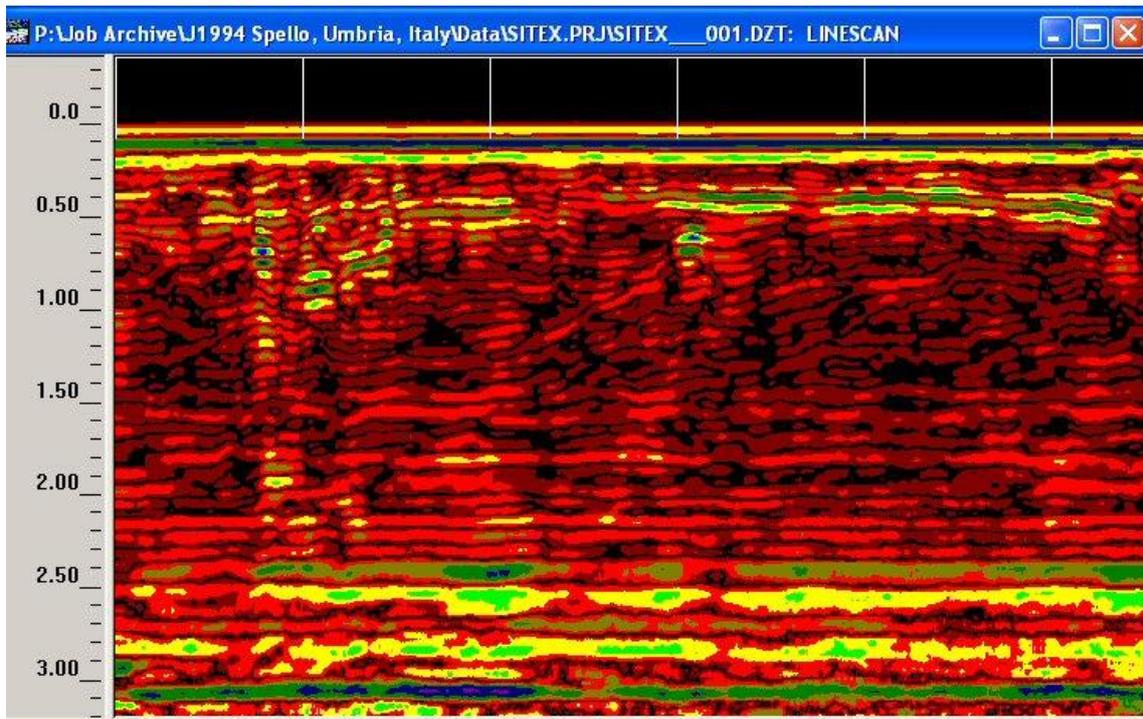


Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL S.O.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005

5 RESULTS

5.1 General appraisal of the data

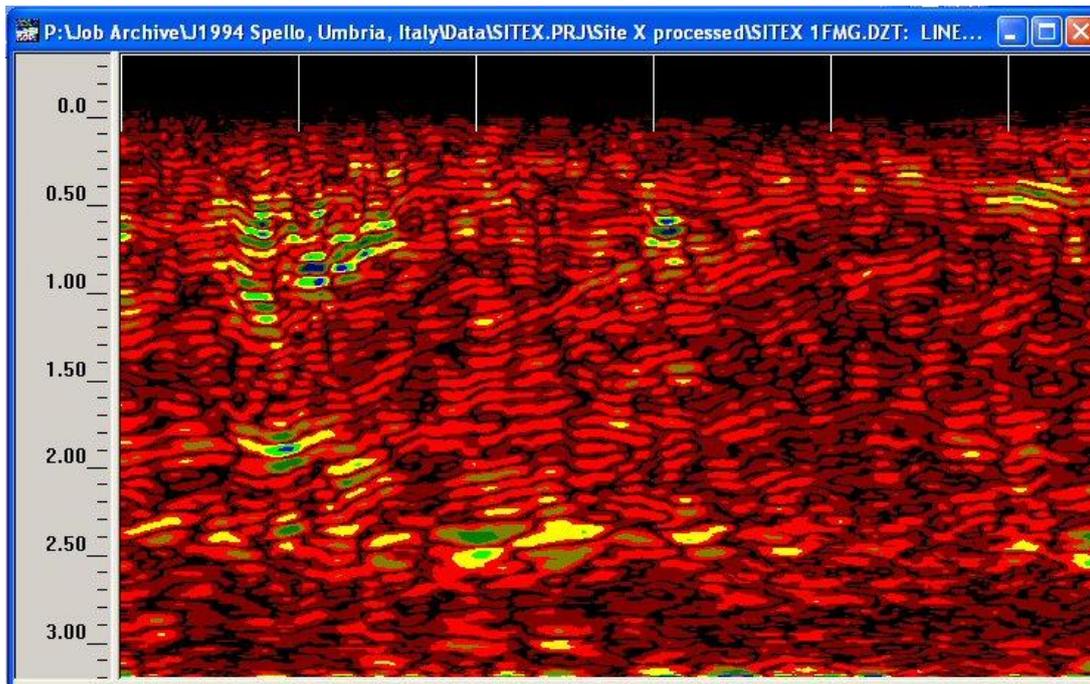
The depth penetration of the radar seen in the raw data is limited to about 2m due to the increase in fixed pattern noise at this point. This is shown in the example radargram below. By processing the radargram the effective depth of useful data is increased to the full range of 3.2m as shown in the example radargrams. The discontinuity seen at 2.3m is thought to be the rock head, which probably accounts for the increased attenuation of the signal below 2m. A table of interpreted rock head depths for each survey area is given at the end of the report but it is stressed that these should be confirmed by excavation at selected locations as other ground features such as the bottom of archaeological deposits could also give a similar response.



[Site X File 1 \(Raw Data\)](#)



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005



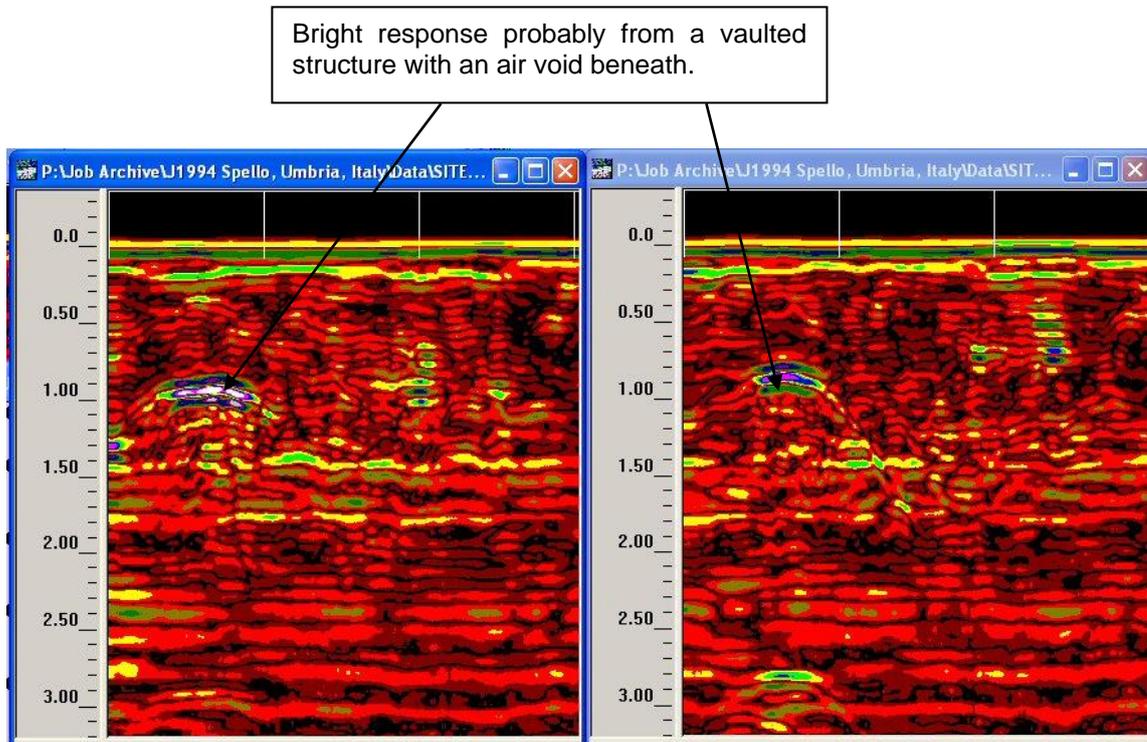
Site X File 1 (Processed Data)

It should also be pointed out that the planar response at 0.4m depth seen in the raw data – presumably from a service running parallel with the transect – is effectively removed by the processing. Interpretation of the data has therefore been carried out from both raw and processed radargrams.

The response from the aqueduct generally appears to be poor. An air filled void beneath a vaulted crown would normally produce a bright response to the radar. Examples of such a responses taken from Site N close to the water well and underground reservoir are given below.



Progetto: P.I.R. SPELLO (PG), PROGETTO INFRASTRUTTURE A RETE E PAVIMENTAZIONI, RILIEVO GEORADAR
Committente: ENEL SO.L.E. SPA / ENEL HYDRO SPA (Gruppo ENEL), ROMA
Cliente finale: COMUNE DI SPELLO (PG)
Data: APRILE 2005



Site N File 18 and 19

Why the aqueduct produces a generally poor response, or indeed no response, may be the result of several factors.

1. The aqueduct may have been removed or destroyed in antiquity
2. The aqueduct has had its crown removed and the body of the conduit filled with sand after the installation of a sewer pipe at invert level. (It is known that this has happened to several lengths some 25 years ago notably within Sites A through to Site H)
3. The aqueduct may be intact but any void is full of silt or other debris.