

COMMITTENTE: NEXANS ITALIA S.P.A.
PROGETTO: CONNESSIONE ALLA RTN DEL TURBOGAS ENEL TG42 – CENTRALE ‘ETTORE MAJORANA’
DATA: Marzo 2008
DOCUMENTO: N-AT-722/1



NEXANS ITALIA S.P.A.
*Elettrodotto in cavo da 150 kV della TERNA S.P.A. per la
connessione alla RTN del TurboGas ENEL TG42
nella Centrale ENEL ‘Ettore Majorana’,
Comune di Termini Imerese (PA)*

PROGETTO ESECUTIVO
*sulla base del RILIEVO GEORADAR
e della mappatura georeferenziata dei servizi esistenti*

RELAZIONE TECNICA
Documento N-AT-722-1
Marzo 2008



COMMITTENTE: NEXANS ITALIA S.P.A.
PROGETTO: CONNESSIONE ALLA RTN DEL TURBOGAS ENEL TG42 – CENTRALE ‘ETTORE MAJORANA’
DATA: Marzo 2008
DOCUMENTO: N-AT-722/1



PipeHawk al lavoro a BUCKINGHAM PALACE



PipeHawk al lavoro a MANHATTAN



**PipeHawk al lavoro a TERMINI IMERESE,
Centrale ENEL ‘Ettore Majorana’ e poi ...**

... nel Vostro prossimo progetto!

COMMITTENTE: NEXANS ITALIA S.P.A.
PROGETTO: CONNESSIONE ALLA RTN DEL TURBOGAS ENEL TG42 – CENTRALE ‘ETTORE MAJORANA’
DATA: Marzo 2008
DOCUMENTO: N-AT-722/1

INDICE

1.	EXECUTIVE SUMMARY	Pag. 04
2.	TEAM DI PROGETTAZIONE	Pag. 05
3.	DATI METRICI – TOPOGRAFIA – TRATTE E LUNGHEZZA IMPIANTO	Pag. 06
4.	DATI METRICI – RILIEVO GEORADAR	Pag. 07
5.	‘LAYERS’ E LETTURA DELLE PLANIMETRIE IN CAD	Pag. 08
6.	ANALISI TRATTE TRACCIATO	Pag. 09
7.	Tratta A-B, Cavo ENEL – Area Trasformatore	Pag. 10
8.	Tratta B-C, Cavo ENEL – Area Trasformatore – Terminali Fine Linea ENEL	Pag. 11
9.	Tratta C-D, Area Stalli – Inizio Cavo TERNA	Pag. 12
10.	Tratta D-E, Cavo TERNA – Pipe Rack Lato Est	Pag. 14
11.	Tratta E-F, Cavo TERNA – Attraversamento Acquamare	Pag. 15
12.	Tratta F-G, Cavo TERNA – Scambiatori di Calore, Lato Ovest	Pag. 16
13.	Tratta G-H, Cavo TERNA – Attraversamento Strada Perimetrale Interna Sud	Pag. 17
14.	Tratta H-J, Cavo TERNA – Strada Perim. Int. Sud – Ingresso Secondario	Pag. 18
15.	Tratta J-K, Cavo TERNA – Strada Perimetrale Esterna Sud	Pag. 20
16.	Tratta K-L, Cavo TERNA – Ingresso Principale	Pag. 22
17.	Tratta L-M, Cavo TERNA – Strada Perimetrale Sud – Lato Est	Pag. 24
18.	Tratta M-N, Cavo TERNA – Strada Perimetrale Sud – Lato Est	Pag. 26
19.	Tratta N-P, Cavo TERNA – Strada Perimetrale Esterna – Lato Est	Pag. 28
20.	Tratta P-R, Cavo TERNA – Area Baracche Fornitori	Pag. 29
21.	Tratta R-T, Cavo TERNA – Area Deposito Temporaneo Rifiuti	Pag. 31
22.	Tratta T-U, Cavo TERNA – Riserva Lunghezza Fine Impianto	Pag. 33
23.	APPENDICE	
	A. IL RADAR PIPEHAWK	Pag. 35
	B. RADARGRAMS	Pag. 36
	C. TIMESLICES	Pag. 38
	D. TECNICHE NO DIG	Pag. 40

COMMITTENTE: NEXANS ITALIA S.P.A.
PROGETTO: CONNESSIONE ALLA RTN DEL TURBOGAS ENEL TG42 – CENTRALE 'ETTORE MAJORANA'
DATA: Marzo 2008
DOCUMENTO: N-AT-722/1

EXECUTIVE SUMMARY

Nel Febbraio 2008 la NEXANS ITALIA S.P.A. ha commissionato alla SCANGEA lo svolgimento dei rilievi topografici, del rilievo georadar e della progettazione esecutiva del costruendo elettrodotta da 150 KV in cavo interrato che collegherà il TurboGAS ENEL TG42 alla RTN all'interno della Centrale ENEL 'ETTORE MAJORANA', situata nel Comune di Termini Imprese, in Provincia di Palermo.

Il tracciato della nuova infrastruttura parte dall'interfaccia con il Trasformatore della TG42 e si svolge lungo un percorso che ha approssimativamente la forma di una U con la base parallela alla direzione Est-Ovest. Il tracciato è stato identificato con lettere dell'alfabeto che ne marcano i punti notevoli, dal punto iniziale A (posizione del Trasformatore) al punto finale U (colonnini di arrivo). La lunghezza planimetrica totale del tracciato è di 869,34 m.

Il rilievo topografico si è svolto il 6 ed il 7 Marzo 2008. Sono stati rilevati i manufatti stradali (cordoli, marciapiedi, pilastri etc.) lungo i quali si snoda il tracciato, come pure i vertici del reticolo del rilievo georadar. Il rilievo topografico ha permesso la compilazione di una accurata cartografia in scala 1:200 sulla quale sono stati riportati i servizi rilevati dal georadar ed il tracciato del progetto esecutivo con la relativa georeferenziazione. Gli elaborati salienti del progetto consistono in N.4 planimetrie in scala 1:200 con il tracciato del cavo georeferenziato ed i servizi riscontrati dal georadar, ed in N.2 profili in scala 1:200 per le lunghezze e 1:100 per le altezze, con annesse le sezioni di posa in scala approssimativamente pari a 1:50.

Il rilievo georadar si è svolto tra il 6 ed il 12 Marzo 2008. Le operazioni sono durate alcuni giorni in più a causa delle condizioni del tempo eccezionalmente avverse (vento e pioggia continui, con neve sulle alture circostanti). Il rilievo è stato fatto con la macchina inglese PIPEHAWK, che rappresenta lo stato dell'arte del georadar per la rilevazione ed il posizionamento dei servizi di medio e piccolo diametro. Le caratteristiche di PIPEHAWK e qualche nozione fondamentale sul georadar sono fornite in Appendice. Qui basterà dire che PIPEHAWK ha la prerogativa esclusiva di fornire automaticamente le immagini planimetriche dei servizi rilevati. La posizione delle strutture sotterranee (la cui forma sfugge al radar da servizi, vedi appendice) è stata dedotta dalla documentazione fornita dall'ENEL e dall'ispezione visiva del tracciato di progetto corroborata, per quanto possibile, dalle indicazioni di PIPEHAWK.

La metodologia di posa prevalente prevista nel progetto è lo scavo a cielo aperto, tranne che nei tratti E-F-G ed H-I in cui è prevista la sistemazione entro cunicolo in calcestruzzo superficiale, ed il tratto A1-B per cui sarà utilizzato un cavidotto interrato esistente. Vi sono infine due tratte in perforazione orizzontale guidata: la K-L (ingresso alla centrale) e la M-N. I cavi energia sono sempre disposti a trifoglio, di regola ad una profondità pari a 1,40 m, misurata all'intradosso dei conduttori inferiori. Nozioni sulle tecniche No Dig (Perforazione Orizzontale Guidata – chiamata brevemente HDD con l'acronimo delle parole inglesi Horizontal Directional Drilling - e Microtunnelling) sono riportate in Appendice.

In conclusione, il rilievo georadar ha evidenziato che le zone interessate dal tracciato del cavo sono percorse da un numero di servizi sotterranei maggiore di quanto non ci si aspettasse. Inoltre, in molte aree e in particolare nelle vicinanze del trasformatore e del piazzale in cui è prevista la costruzione dell'interfaccia tra cavo ENEL e cavo TERNA, il radar ha rilevato un'alta densità di bersagli non lineari, indice di presenza di strutture sotterranee.

COMMITTENTE: NEXANS ITALIA S.P.A.
PROGETTO: CONNESSIONE ALLA RTN DEL TURBOGAS ENEL TG42 – CENTRALE 'ETTORE MAJORANA'
DATA: Marzo 2008
DOCUMENTO: N-AT-722/1

TEAM DI PROGETTAZIONE

Sotto la guida di Tommaso Manfrè di TERNA, e di Giorgio Raponi di NEXANS, il lavoro è stato svolto dal TEAM SCANGEA, così composto:

Project Manager:
Ing. Luigi Cesare Speranza

Coordinatore:
Geom. Antonio Pandolfi

TEAM GEORADAR

Ing. Alberto Franceschi, Software Specialist
Ing. Michelangelo A. Speranza, Radar Data Analyst
Per. Tecnico Antonio Sorichetti, Radar Field Operator
Arch. Cristina Speranza, Radar Data Analyst
Arch. Alexander Yurevich Ogleznev, Radar Data Analyst

TEAM TOPOGRAFIA

Geom. Luigi Lorenzelli
Geom. Marco Cortesi
Geom. Graziano Navalesi
Geom. Simone Rovani
Geom. Nicola Tarantola



COMMITTENTE: NEXANS ITALIA S.P.A.
PROGETTO: CONNESSIONE ALLA RTN DEL TURBOGAS ENEL TG42 – CENTRALE ‘ETTORE MAJORANA’
DATA: Marzo 2008
DOCUMENTO: N-AT-722/1

DATI METRICI – TOPOGRAFIA - TRATTE E LUNGHEZZA TOTALE IMPIANTO

TRATTE A SEZIONE COSTANTE		LUNGHEZZE TRATTE					
		SEZ.TIPO A	SEZ.TIPO B	SEZ.TIPO C	SEZ.TIPO D	SEZ.TIPO E	
		Trincea h=1,5 m m	Tubiera h=1,5 m m	Cunic Interr. m	Cunic Fuori T m	PERF. m	
1	A-A1	Area Trasformatore	17,53				
2	A1-B	Area Trasformatore		9,26			
3	B-C	Area Trasformatore	40,26				
4	C-D	Pipe Rack Lato Est - Stalli	NO CAVO				
5	D-E	Pipe Rack Lato Est	112,99				
6	E-F	Pipe Rack-Attrav.Acquamare			9,81		
7	F-G	Pipe Rack Lato Ovest			103,51		
8	G-H	Attrav.Strada Perim.Sud	19,61				
9	H-H1	Strada Perim. Interna Sud			77,41		
10	H1-I	Parcheggio Mensa	15,18				
11	I-J	Ingresso Mensa	23,01				
12	J-K	Strada Perim. Esterna Sud	83,04				
13	K-L	Ingresso Principale				100,00	
14	L-M	Strada Perim. Esterna Sud	50,60				
15	M-N	Strada Perim. Esterna Sud				47,98	
16	N-P	Strada Perim. Esterna Sud	21,73				
17	P-R	Area Deposito Fornitori	24,15				
18	R-S	Area Deposito Temp. Scarti	31,59				
19	S-T	Area Deposito Temp. Scarti	22,54				
20	T-U	Area Colonnini Terminali	27,81				
			490,04	0,00	9,26	190,73	147,98
		LUNGH.TOT.TRACCIATO CAVO	838,01				
		LUNGHEZZA AREA STALLI	31,33				
		LUNGH.TOT.IMPIANTO	869,34				

COMMITTENTE: NEXANS ITALIA S.P.A.
PROGETTO: CONNESSIONE ALLA RTN DEL TURBOGAS ENEL TG42 – CENTRALE 'ETTORE MAJORANA'
DATA: Marzo 2008
DOCUMENTO: N-AT-722/1

DATI METRICI – RILIEVO GEORADAR – NUMERO DEI MODULI E SUPERFICIE TOTALE RILEVATA

GPR

TRATTE A SEZIONE COSTANTE		MODULI 3X3	AREA RILEVATA 9 mq/mod MQ	DA MOD. NUM.	A MOD. NUM.	Tot Parz	DA MOD. NUM.	A MOD. NUM.	Tot Parz	
1	A-A1	Area Trasformatore	14	126	272	279	8	700	705	6
2	A1-B	Area Trasformatore	12	108	262	271	10	280	281	2
3	B-C	Area Trasformatore	6	54	256	261	6			
4	C-D	Pipe Rack Lato Est - Stalli	54	486	226	255	30	407	430	24
5	D-E	Pipe Rack Lato Est	36	324	197	225	29	400	406	7
6	E-F	Pipe Rack-Attrav.Acquamare	8	72	189	196	8			
7	F-G	Pipe Rack Lato Ovest	40	360	153	188	36	149	152	4
8	G-H	Attrav.Strada Perim.Sud	6	54	143	148	6			
9	H-H1	Strada Perim. Interna Sud								
10	H1-I	Parcheggio Mensa								
11	I-J	Ingresso Mensa	10	90	1	10	10			
12	J-K	Strada Perim. Esterna Sud	31	279	11	41	31			
13	K-L	Ingresso Principale	34	306	42	75	34			
14	L-M	Strada Perim. Esterna Sud	26	234	76	93	18	101	108	8
15	M-N	Strada Perim. Esterna Sud	23	207	94	100	7	109	124	16
			6	54	131	136	6			
16	N-P	Strada Perim. Esterna Sud	12	108	125	130	6	137	142	6
17	P-R	Area Deposito Fornitori	6	54	800	804	5			1
18	R-S	Area Deposito Temp. Scarti	22	198	508	518	11	608	618	11
19	S-T	Area Deposito Temp. Scarti	16	144	500	507	8	600	607	8
20	T-U	Area Colonnini Terminali								
TOTALE			362	3.258						
Meno Superficie Moduli										
Sottomisura (calcolo in basso)				54						
TOTALE MQ GEORADAR				3.204						

(*) SUPERF.DA DETRARRE

	m	m	mq	N	mq
Moduli 500 e 600	1,5	3	4,5	2	9
Moduli 518 e 618	2	3	6	2	12
Moduli 801, 802 e 803	1,5	3	4,5	3	13,5
Modulo 84	0,5	3	1,5	1	1,5
Moduli da 267 a 271	1	3	3	6	18
					54

COMMITTENTE: NEXANS ITALIA S.P.A.
PROGETTO: CONNESSIONE ALLA RTN DEL TURBOGAS ENEL TG42 – CENTRALE 'ETTORE MAJORANA'
DATA: Marzo 2008
DOCUMENTO: N-AT-722/1

'LAYERS' E LETTURA DELLE PLANIMETRIE DEL PROGETTO

Come detto, gli elaborati grafici di restituzione del rilievo georadar consistono in planimetrie in scala 1:200. In esse sono evidenziati i moduli del reticolo di scansione del georadar, che è assai pratico utilizzare come riferimento planimetrico. I moduli infatti sono numerati, e la loro dimensione regolare (il lato del quadrato è di 3 metri) permette di valutare velocemente le distanze. A fianco del numero del modulo, tra parentesi, sono indicate le profondità raggiunte dal segnale radar nel modulo, espresse in centimetri. Per esempio la scritta **415 (T204 – L192)** significa che si tratta del modulo 415, in cui le scansioni trasversali (T) sono arrivate alla profondità di 204 cm e quelle longitudinali (L) sono arrivate alla profondità di 192 cm. Per spiegazioni sulla necessità di scansioni radar nelle due direzioni T ed L si rinvia alla lettura delle note in Appendice.

I file in CAD delle planimetrie che noi forniamo al Cliente contengono molti layers (82 in questo caso) e potrebbero risultare poco 'user friendly' nel caso in cui essi vengano stampati con tutti i layers accesi. Ricordiamo che le informazioni salienti mostrate sulle planimetrie sono:

- I reticoli del rilievo georadar e la profondità raggiunta dal radar in ciascuno di essi (scansioni T ed L);
- Le immagini planimetriche dei bersagli rilevati dal radar (Timeslices - vedi Appendice) nelle scansioni T e nelle scansioni L (vedi Appendice);
- I servizi e le strutture sotterranee dedotti dallo studio delle Timeslices e dei Radargrammi;
- Le scritte che identificano i servizi e le relative profondità;
- I servizi indicati nelle planimetrie ricevute dal Committente e/o eventualmente dalle 'Utilities' presenti nell'area;
- Il tracciato del progetto di massima dell'elettrodotto;
- Il tracciato del progetto esecutivo dell'elettrodotto;
- Le sezioni significative dei profili, e le relative progressive;
- Le coordinate di georeferenziazione delle sezioni suddette.

La lettura dei disegni può risultare facilitata se si riduce il numero di informazioni che essi mostrano. Per esempio, se si desidera vedere solo i servizi riscontrati dal georadar ed il tracciato del cavo è necessario 'spegnere' tutti i layer che contengono le altre informazioni. Oppure si potrebbero vedere solo le immagini radar dei servizi, e così via. Si può fare ciò al computer, ovviamente, accendendo e spegnendo i layer opportuni. Per facilitarne il riconoscimento dei layers si è cercato di assegnare nomi chiari, raggruppati per blocchi logici.

I layers della Planimetria ricevuta da TERNA sono stati tutti riuniti nel blocco 'client'. Per cui, ad esempio, il tracciato di massima del cavo previsto da Terna, che si trovava nel layer 'Terna', si trova ora nel layer rinominato 'client Terna'.

I dati del rilievo topografico sono nei layers del blocco 'Topo'.

I dati del rilievo georadar sono nei layers dei blocchi 'w-PHawk' e 'ww-PHawk' (reticolo del rilievo) e x-PHawk' (TIMESLICES, cioè le immagini planimetriche dei bersagli rilevati).

I servizi ipotizzati sulla base del rilievo georadar sono nei layers del blocco 'xxx-SERVIZI'. Si noterà che esistono tre differenti layer, caratterizzati da un diverso aspetto della linea :

- 1-HIGH Confidence, che mostra i servizi individuati con alto grado di attendibilità (linea continua);
- 2-MEDIUM Confidence, che mostra i servizi individuati con grado di attendibilità medio (tratteggiati);
- 3-LOW Confidence, che mostra i servizi individuati con grado di attendibilità basso (puntini).

Il progetto esecutivo del cavo è contenuto nei layers y-PROGETTO, che sono ordinati a seconda del tipo di sezione di posa del cavo (A, B etc.) e del tipo di elemento costruttivo (Buca giunti, stalli etc.).

Le coordinate e le quote di spiccato sono infine contenute nei file yy-PROG.

COMMITTENTE: NEXANS ITALIA S.P.A.
PROGETTO: CONNESSIONE ALLA RTN DEL TURBOGAS ENEL TG42 – CENTRALE ‘ETTORE MAJORANA’
DATA: Marzo 2008
DOCUMENTO: N-AT-722/1

Nelle pagine successive sono esposti i risultati del rilievo georadar e le conseguenze che esso ha portato nella progettazione dell'elettrodotto. L'esposizione è organizzata per tratte del tracciato.

ANALISI TRATTE TRACCIATO

COMMITTENTE: NEXANS ITALIA S.P.A.
PROGETTO: CONNESSIONE ALLA RTN DEL TURBOGAS ENEL TG42 – CENTRALE 'ETTORE MAJORANA'
DATA: Marzo 2008
DOCUMENTO: N-AT-722/1

TRATTA A-A1-B
CAVO ENEL - AREA TRASFORMATORE



RISULTATI DEL RILIEVO GEORADAR

L'area è stata esplorata con il georadar il 12 Marzo 2008. Sono stati rilevati due blocchi di moduli, come segue:

- strada asfaltata a Est del Trasformatore (N. 12 moduli disposti in due stringhe)
- piazzale in cemento a Nord del Trasformatore (N.14 moduli disposti in tre stringhe)

Sono stati rilevati N. 12 servizi, disposti come segue:

- N.5 servizi sulla strada laterale, dei quali 2 con allineamento Est-Ovest e 3 con allineamento Nord-Sud
- N.7 servizi sul piazzale Nord, dei quali 5 con allineamento Est-Ovest ed uno con allineamento Nord-Sud

Le informazioni ricavate dalla planimetria del Committente e l'osservazione dei chiusini hanno permesso di identificare i servizi della strada laterale come la Nuova Fogna Industriale e la Nuova Fogna Bianca, come mostrato nella planimetria. Mancano elementi per identificare i servizi rilevati sul piazzale Nord.

Il georadar ha inoltre mostrato evidenza di strutture sotterranee, che tuttavia non sono state dettagliate nella forma e nelle dimensioni. In particolare, sono evidenti le eco ricevute dalle travi di fondazione delle rotaie del trasformatore.

SCELTE PROGETTUALI

1. TRACCIATO

In rispetto delle ultime indicazioni di Terna, il tracciato dei cavi prevede l'utilizzo del cunicolo esistente all'estremità Ovest del piazzale, fino a sboccare sulla strada dove il tracciato piega a Est e prosegue con allineamento Est-Ovest fino all'area degli stalli. Gli attraversamenti dei servizi rilevati con il georadar non dovrebbero presentare problemi. Qualche difficoltà invece potrebbe presentarsi a causa della probabile presenza di strutture sotterranee.

SCELTE PROGETTUALI

2. SEZIONI DI POSA

Le sezioni di posa del cavo sono le seguenti (vedi disegni delle sezioni nelle Tavole dei Profili):

- Sezione di posa A (Trincea profondità H=1,5 m);
- Sezione di posa C (Cunicolo interrato esistente).

COMMITTENTE: NEXANS ITALIA S.P.A.
PROGETTO: CONNESSIONE ALLA RTN DEL TURBOGAS ENEL TG42 – CENTRALE 'ETTORE MAJORANA'
DATA: Marzo 2008
DOCUMENTO: N-AT-722/1

TRATTA B-C
CAVO ENEL - AREA TRASFORMATORE – TERMINALI FINE LINEA ENEL



RISULTATI DEL RILIEVO GEORADAR

L'area è stata esplorata con il georadar il 12 Marzo 2008. E' stata rilevata una stringa di N. 8 moduli, come segue:

- modulo 240
- moduli da 255 a 261

Sono stati rilevati N. 13 servizi, come segue:

- N.11 servizi disposti con allineamento Nord-Sud
- N.2 servizi disposti con allineamento Sud-Sud Ovest / Nord-Nord Est

Le informazioni ricavate dalla planimetria del Committente e l'osservazione dei chiusini hanno permesso di identificare N.4 servizi, come segue:

- la Nuova Fogna Ammoniacale è uno dei servizi rilevati nel modulo 261
- la Nuova Fogna Bianca è uno dei servizi rilevati nel modulo 240
- due ulteriori condotte della Nuova Fogna Bianca sono i servizi rilevati nel modulo 255.

Mancano elementi per identificare gli altri servizi. E' notevole la circostanza che due coppie di servizi rilevati nei moduli 257 e 259 potrebbero essere in effetti due servizi di grande diametro (circa 1 m).

Il georadar ha inoltre mostrato evidenza di strutture sotterranee, che tuttavia non sono state dettagliate nella forma e nelle dimensioni.

SCELTE PROGETTUALI

1. TRACCIATO

In rispetto alle ultime indicazioni del Committente, il tracciato dei cavi AT passa in trincea sulla strada asfaltata che fiancheggia il lato Nord del piazzale di cemento del Trasformatore. Questa tratta è caratterizzata da un alto numero di attraversamenti, alcuni dei quali impegnativi, come per esempio quello di un servizio di grande diametro individuato nella stringa di moduli 1 della tratta successiva C-D (vedi pagine seguenti). Potrebbe inoltre verificarsi la necessità di attraversare eventuali strutture sotterranee.

SCELTE PROGETTUALI

2. SEZIONI DI POSA

La sezione di posa del cavo è la seguente (vedi disegni delle sezioni nelle Tavole dei Profili):

- Sezione di posa A (Trincea profondità H=1,5 m)

COMMITTENTE: NEXANS ITALIA S.P.A.
PROGETTO: CONNESSIONE ALLA RTN DEL TURBOGAS ENEL TG42 – CENTRALE 'ETTORE MAJORANA'
DATA: Marzo 2008
DOCUMENTO: N-AT-722/1

TRATTA C-D
AREA STALLI – INIZIO CAVO TERNA



RISULTATI DEL RILIEVO GEORADAR

L'area è stata esplorata con il georadar il 12 Marzo 2008. Sono state rilevate N. 4 stringhe contigue di moduli con allineamento Nord-Sud, come segue:

- Stringa 1, moduli da 419 a 430 – estremità Ovest
- Stringa 2, moduli da 407 a 418
- Stringa 3, moduli da 226 a 239
- Stringa 4, moduli da 241 a 254 – estremità Est

Sono stati rilevati N. 13 servizi, come segue:

- N.12 disposti con allineamento Nord-Sud, dei quali N.4 certi e profondi (fino a 1,80 m) nella stringa 1
- N. 2 disposti con allineamento Sud-Sud Ovest / Nord-Nord Est
- N. 2 disposti con allineamento Est-Ovest

Le informazioni ricavate dalla planimetria del Committente e l'osservazione dei chiusini hanno permesso di identificare N.4 servizi, come segue:

- Nuova Fogna Bianca è uno dei servizi rilevati nella stringa 3
- due ulteriori condotte della Nuova Fogna Bianca sono i servizi rilevati negli ultimi due moduli (a Nord) delle stringhe 1 e 2, e 3 e 4 rispettivamente.

Mancano elementi per identificare gli altri servizi. E' notevole la circostanza che una coppia di servizi rilevati nella stringa 1 potrebbe essere in effetti un unico servizio di grande diametro (circa 1 m).

Il georadar ha inoltre mostrato evidenza di strutture sotterranee, che tuttavia non sono state dettagliate nella forma e nelle dimensioni.

SCELTE PROGETTUALI

1. TRACCIATO

Al piede della discesa dai tralicci portaterminali il tracciato piega a Est e poi ritorna ad Ovest per realizzare la riserva di lunghezza. Quindi prosegue verso Sud con allineamento Nord-Sud, nell'area esplorata con la stringa 2 che appare essere la più sgombra. Gli attraversamenti dei servizi rilevati con il georadar, che sono tutti poco profondi (all'incirca 1 metro) non dovrebbero presentare problemi. Il fascio di servizi della stringa 1, compreso l'eventuale servizio di grande diametro, non è intersecato dal tracciato di progetto. Potrebbe verificarsi la necessità di attraversare eventuali strutture sotterranee.

COMMITTENTE: NEXANS ITALIA S.P.A.
PROGETTO: CONNESSIONE ALLA RTN DEL TURBOGAS ENEL TG42 – CENTRALE 'ETTORE MAJORANA'
DATA: Marzo 2008
DOCUMENTO: N-AT-722/1

SCELTE PROGETTUALI

2. SEZIONI DI POSA

La sezione di posa del cavo è la seguente (vedi disegni delle sezioni nelle Tavole dei Profili):

- Sezione di posa A (Trincea profondità H=1,5 m)

COMMITTENTE: NEXANS ITALIA S.P.A.
PROGETTO: CONNESSIONE ALLA RTN DEL TURBOGAS ENEL TG42 – CENTRALE 'ETTORE MAJORANA'
DATA: Marzo 2008
DOCUMENTO: N-AT-722/1

TRATTA D-E
CAVO TERNA - PIPE RACK LATO EST



RISULTATI DEL RILIEVO GEORADAR

L'area è stata esplorata con il georadar l' 11 Marzo 2008. Sono state rilevate N. 3 stringhe di moduli con allineamento Nord-Sud, come segue:

- Stringa 1, moduli da 197 a 209
- Stringa 2, moduli da 210 a 221
- Stringa 3, moduli da 400 a 404 e da 222 a 225

Le stringhe 2 e 3 sono contigue.

Sono stati rilevati N. 11 servizi, come segue:

- N. 8 disposti con allineamento Nord-Sud, dei quali N.4 certi e profondi (fino a 1,80 m) nelle stringhe 1 e 2
- N. 3 disposti con allineamento Est-Ovest

Le informazioni ricavate dalla planimetria del Committente e l'osservazione dei chiusini hanno permesso di identificare N.1 servizi, come segue:

- la Nuova Fogna Ammoniacale è il servizio rilevato a fianco del lato ovest della stringa 1

Mancano elementi per identificare gli altri servizi. Il georadar ha inoltre mostrato evidenza di strutture sotterranee, che tuttavia non sono state dettagliate nella forma e nelle dimensioni.

SCELTE PROGETTUALI

1. TRACCIATO

Il tracciato del cavo entra nella tratta dal modulo 222 e prosegue con allineamento Nord-Sud nella stringa 2 (vedi sopra) che appare la meno ingombra di servizi. Successivamente, in corrispondenza dello spigolo Sud della piattaforma di cemento situata all'incirca a metà tratta (vedi Planimetria) il tracciato piega ad ovest seguendo il profilo del marciapiede, per poi proseguire ancora verso Sud con direzione Nord-Sud, in posizione all'incirca mediana nella stringa 1.

Gli attraversamenti dei servizi rilevati con il georadar non dovrebbero presentare problemi se non nel tratto obliquo a metà tratta di cui sopra, per effetto del fascio di servizi profondi della stringa 1. Potrebbe verificarsi la necessità di attraversare eventuali strutture sotterranee.

SCELTE PROGETTUALI

2. SEZIONI DI POSA

La sezione di posa del cavo è la seguente (vedi disegni delle sezioni nelle Tavole dei Profili):

- Sezione di posa A (Trincea profondità H=1,5 m)

COMMITTENTE: NEXANS ITALIA S.P.A.
PROGETTO: CONNESSIONE ALLA RTN DEL TURBOGAS ENEL TG42 – CENTRALE 'ETTORE MAJORANA'
DATA: Marzo 2008
DOCUMENTO: N-AT-722/1

TRATTA E - F
CAVO TERNA – ATRAVERSAMENTO ACQUAMARE



RISULTATI DEL RILIEVO GEORADAR

L'area è stata esplorata con il georadar l' 11 Marzo 2008. Sono state rilevate N. 2 stringhe contigue di moduli con allineamento Est-Ovest, come segue:

- Stringa 1 (sud), da modulo 189 a modulo 192
- Stringa 2 (nord), da modulo 193 a modulo 196

Sono stati rilevati N. 4 servizi, come segue:

- N. 3 disposti con allineamento Nord-Sud, dei quali N.1 certo
- N. 1 disposto con allineamento Est-Ovest

Le informazioni ricavate dalla planimetria del Committente e l'osservazione dei chiusini hanno permesso di identificare N.1 servizi, come segue:

- la Nuova Fogna Ammoniacale è il servizio Nord-Sud passante per i moduli 190 e 194

Mancano elementi per identificare gli altri servizi. Il georadar ha inoltre mostrato evidenza di strutture sotterranee, che tuttavia non sono state dettagliate nella forma e nelle dimensioni.

SCELTE PROGETTUALI

1. TRACCIATO

Il tracciato del cavo entra nella tratta dal modulo 193 e prosegue con allineamento Nord-Sud fino a raggiungere il cordolo del marciapiede sottostante il Pipe Rack. A questo punto il tracciato piega a Ovest e prosegue con andamento Est-Ovest non più in trincea ma in cunicolo superficiale, per superare l'attraversamento della struttura dell'acquamare. L'attraversamento del servizio Est-Ovest rilevato nella stringa nord non dovrebbe presentare problemi.

SCELTE PROGETTUALI

2. SEZIONI DI POSA

La sezione di posa del cavo è la seguente (vedi disegni delle sezioni nelle Tavole dei Profili):

- Sezione di posa A (Trincea profondità H=1,5 m)
- Sezione di posa D (Cunicolo fuori terra)

COMMITTENTE: NEXANS ITALIA S.P.A.
PROGETTO: CONNESSIONE ALLA RTN DEL TURBOGAS ENEL TG42 – CENTRALE 'ETTORE MAJORANA'
DATA: Marzo 2008
DOCUMENTO: N-AT-722/1

TRATTA F-G
CAVO TERNA – SCAMBIATORI DI CALORE, LATO OVEST



RISULTATI DEL RILIEVO GEORADAR

L'area è stata esplorata con il georadar l' 11 Marzo 2008. E' stata rilevata N. 1 stringa di moduli con allineamento Nord-Sud, come segue:

- Stringa 1 (sud), da modulo 153 a modulo 187

Sono stati rilevati N. 23 servizi, come segue:

- N. 4 disposti con allineamento Nord-Sud
- N. 19 disposto con allineamento Est-Ovest

Le informazioni ricavate dalla planimetria del Committente e l'osservazione dei chiusini hanno permesso di identificare N.3 servizi longitudinali , come segue:

- Il servizio che corre lungo il bordo ovest della stringa è la Nuova Fogna Bianca (tombini verdi)
- I due servizi che corrono al centro e vicino al bordo est della stringa sono due rami della Nuova Fogna Ammoniacale (tombini rossi)

Mancano elementi per identificare gli altri servizi. Il georadar ha inoltre mostrato evidenza di strutture sotterranee, che tuttavia non sono state dettagliate nella forma e nelle dimensioni.

SCELTE PROGETTUALI

1. TRACCIATO

Il tracciato del cavo entra nella tratta dal modulo 153 in cunicolo superficiale. Prosegue con allineamento Nord-Sud ancora in cunicolo superficiale adiacente al cordolo ovest dell'isola marciapiede sottostante i piedritti del Pipe Rack e degli Scambiatori.

SCELTE PROGETTUALI

2. SEZIONI DI POSA

La sezione di posa del cavo è la seguente (vedi disegni delle sezioni nelle Tavole dei Profili):

- Sezione di posa D (Cunicolo fuori terra)

COMMITTENTE: NEXANS ITALIA S.P.A.
PROGETTO: CONNESSIONE ALLA RTN DEL TURBOGAS ENEL TG42 – CENTRALE 'ETTORE MAJORANA'
DATA: Marzo 2008
DOCUMENTO: N-AT-722/1

TRATTA G-H
CAVO TERNA – ATTRAVERSAMENTO STRADA PERIMETRALE INTERNA SUD



RISULTATI DEL RILIEVO GEORADAR

L'area è stata esplorata con il georadar il 11 Marzo 2008. Sono state rilevate N. 3 stringhe di moduli con allineamento Nord-Sud, come segue:

- Stringa 1 (nord-sud lato ovest), da modulo 149 a modulo 152 + modulo 188
- Stringa 2 (nord-sud lato est), da modulo 146 a modulo 148
- Stringa 3 (circa est-ovest, parallela al muro di cinta della Centrale), da modulo 143 a modulo 145

Sono stati rilevati N. 9 servizi, come segue:

- N. 3 disposti con allineamento Nord-Sud
- N. 6 disposti con allineamento Est-Ovest

Le informazioni ricavate dalla planimetria del Committente e l'osservazione dei chiusini hanno permesso di identificare i servizi come segue:

- I 3 servizi nord-sud sono due rami della Nuova Fogna Industriale (tombini rossi) ed un ramo della Nuova Fogna Bianca
- I due servizi trasversali (est-ovest) più a sud del fascio sono due rami della Nuova Fogna Industriale (tombini rossi)

Mancano elementi per identificare gli altri servizi. Il georadar ha inoltre mostrato evidenza di strutture sotterranee, che tuttavia non sono state dettagliate nella forma e nelle dimensioni.

SCELTE PROGETTUALI

1. TRACCIATO

Il tracciato del cavo entra nella tratta dal modulo 188 in cunicolo superficiale. Prosegue con allineamento Nord-Sud passando in trincea per attraversare la strada perimetrale interna sud della Centrale, quindi piega ad Ovest, ancora in trincea, per allinearsi con il muro di recinzione della Centrale. All'uscita dalla tratta (modulo 143) il tracciato riemerge al livello stradale per immettersi di nuovo in un cunicolo superficiale nella tratta successiva. L'attraversamento dei servizi rilevati con il georadar, che sono tutti poco profondi (all'incirca 1 metro) non dovrebbe presentare problemi. Potrebbe verificarsi la necessità di attraversare eventuali strutture sotterranee.

SCELTE PROGETTUALI

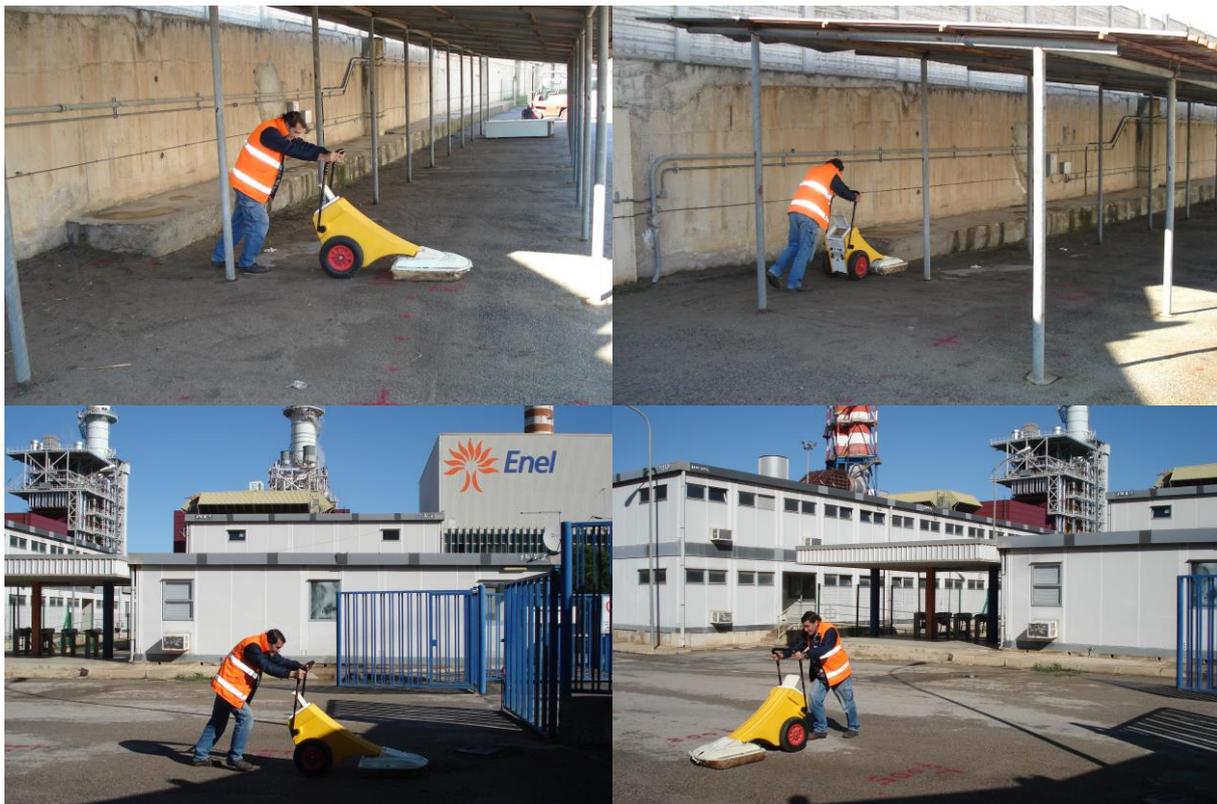
2. SEZIONI DI POSA

La sezione di posa del cavo è la seguente (vedi disegni delle sezioni nelle Tavole dei Profili):

- Sezione di posa A (Trincea)

COMMITTENTE: NEXANS ITALIA S.P.A.
PROGETTO: CONNESSIONE ALLA RTN DEL TURBOGAS ENEL TG42 – CENTRALE ‘ETTORE MAJORANA’
DATA: Marzo 2008
DOCUMENTO: N-AT-722/1

TRATTA H-I-J
CAVO TERNA – STRADA PERIMETRALE INTERNA SUD – INGRESSO SECONDARIO CENTRALE



RISULTATI DEL RILIEVO GEORADAR

L'area è stata esplorata con il georadar il 9 Marzo 2008, ma solo limitatamente alla posizione della Buca Giunti. Inoltre, in fase di progetto, si è deciso di spostare la Buca Giunti stessa di qualche metro più ad Ovest in un'area sotto la tettoia del parcheggio che non è stata esplorata. E' stata rilevata un'area quadrata composta da N. 3 stringhe di moduli con allineamento Nord-Sud più un modulo singolo, come segue:

- Stringa 1 (nord-sud lato est), da modulo 002 a modulo 004
- Stringa 2 (nord-sud centro), da modulo 005 a modulo 007
- Stringa 3 (nord-sud lato ovest), da modulo 008 a modulo 010
- Modulo singolo 001 ad ovest della Stringa 1

E' stato rilevato N. 1 servizio, come segue:

- N. 1 disposto con allineamento Est-Ovest

Le informazioni ricavate dalla planimetria del Committente e l'osservazione dei chiusini non hanno permesso di identificare il servizio.

Il georadar ha inoltre mostrato evidenza di strutture sotterranee, che tuttavia non sono state dettagliate nella forma e nelle dimensioni.

COMMITTENTE: NEXANS ITALIA S.P.A.
PROGETTO: CONNESSIONE ALLA RTN DEL TURBOGAS ENEL TG42 – CENTRALE 'ETTORE MAJORANA'
DATA: Marzo 2008
DOCUMENTO: N-AT-722/1

SCELTE PROGETTUALI

1. TRACCIATO

Il tracciato del cavo entra nella tratta uscendo dal modulo 146 della tratta precedente, in cunicolo superficiale. Prosegue con allineamento Nord / Nord-Ovest Sud / Sud-Est parallelo e accostato alla fondazione del muro di recinzione della Centrale. Quindi passa in trincea e piega con una doppia curva (raggi $R1=R2= 1,50$ m) scostandosi dal muro per allinearsi con l'asse maggiore della Buca Giunti che sarà costruita giusta adiacente al modulo 001. All'uscita dalla Buca Giunti il tracciato forma un'ulteriore curva ad S (raggi $R1=1,50 - R2=4,48$ m) per allinearsi con l'asse del cancello di ingresso della mensa, sempre in trincea. L'attraversamento dei servizi rilevati con il georadar, che sono tutti poco profondi (all'incirca 1 metro) non dovrebbe presentare problemi. Potrebbe verificarsi la necessità di attraversare eventuali strutture sotterranee.

SCELTE PROGETTUALI

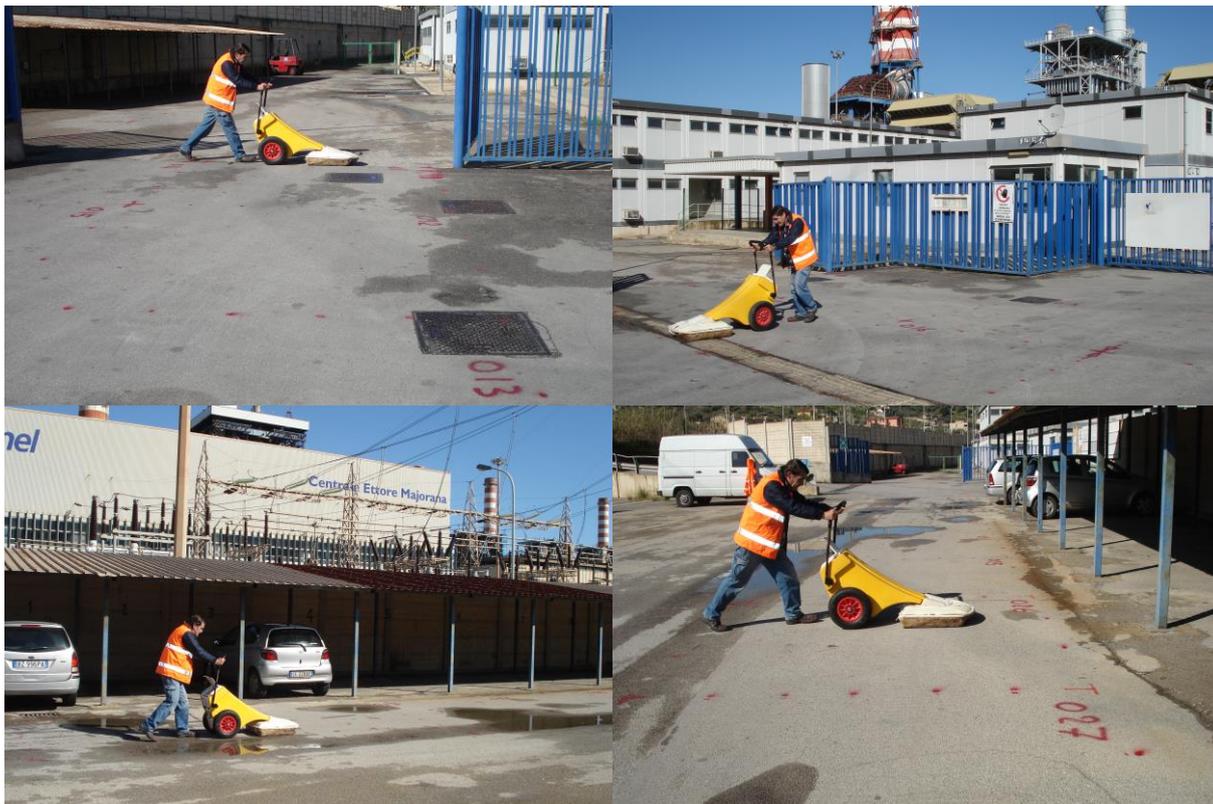
2. SEZIONI DI POSA

La sezione di posa del cavo è la seguente (vedi disegni delle sezioni nelle Tavole dei Profili):

- Sezione di posa A (Trincea)

COMMITTENTE: NEXANS ITALIA S.P.A.
PROGETTO: CONNESSIONE ALLA RTN DEL TURBOGAS ENEL TG42 – CENTRALE 'ETTORE MAJORANA'
DATA: Marzo 2008
DOCUMENTO: N-AT-722/1

TRATTA J-K
CAVO TERNA – STRADA PERIMETRALE ESTERNA SUD CENTRALE



RISULTATI DEL RILIEVO GEORADAR

L'area è stata esplorata con il georadar il 9 Marzo 2008. In prossimità del cancello dell'ingresso secondario è stata rilevata un'area rettangolare composta da N. 2 stringhe di N.3 moduli ciascuna, con allineamento Est-Ovest. Successivamente, il rilievo è stato fatto su un'unica stringa Est-Ovest allineata con la prima delle due stringhe precedenti, come segue:

- Stringa 1 (est-ovest lato nord), da modulo 011 a modulo 013
- Stringa 2 (est-ovest lato sud), da modulo 014 a modulo 016
- Stringa 3 (est-ovest, prolungamento della stringa 1), da modulo 017 a modulo 041

Sono stati rilevati N. 17 servizi, come segue:

- N. 3 disposti con allineamento Est-Ovest (longitudinali)
- N. 14 disposti con allineamento Nord-Sud (trasversali)

Le informazioni ricavate dalla planimetria del Committente e l'osservazione dei chiusini hanno permesso di identificare solo uno dei servizi longitudinali, come segue:

- Fogna Verde (tombini verdi)

Il georadar ha inoltre mostrato evidenza di strutture sotterranee, che tuttavia non sono state dettagliate nella forma e nelle dimensioni.

COMMITTENTE: NEXANS ITALIA S.P.A.
PROGETTO: CONNESSIONE ALLA RTN DEL TURBOGAS ENEL TG42 – CENTRALE ‘ETTORE MAJORANA’
DATA: Marzo 2008
DOCUMENTO: N-AT-722/1

SCELTE PROGETTUALI

1. TRACCIATO

Il tracciato del cavo entra nella tratta uscendo dal modulo 011 in trincea, e prosegue con allineamento Est-Ovest parallelo al muro di recinzione della Centrale e accostato al fianco Sud della stringa 3, in una posizione che appare sgombra da altri servizi longitudinali. La tratta è tutta in trincea fino al modulo finale, il modulo 041, in cui avviene il passaggio da trincea a perforazione orizzontale guidata. L'attraversamento dei servizi rilevati con il georadar non dovrebbe presentare problemi. Potrebbe verificarsi la necessità di attraversare eventuali strutture sotterranee.

SCELTE PROGETTUALI

2. SEZIONI DI POSA

La sezione di posa del cavo è la seguente (vedi disegni delle sezioni nelle Tavole dei Profili):

- Sezione di posa A (Trincea)

COMMITTENTE: NEXANS ITALIA S.P.A.
PROGETTO: CONNESSIONE ALLA RTN DEL TURBOGAS ENEL TG42 – CENTRALE 'ETTORE MAJORANA'
DATA: Marzo 2008
DOCUMENTO: N-AT-722/1

TRATTA K-L
CAVO TERNA – INGRESSO PRINCIPALE CENTRALE



RISULTATI DEL RILIEVO GEORADAR

L'area è stata esplorata con il georadar il 9 Marzo 2008. Si tratta della striscia di terreno antistante all'ingresso principale della Centrale. E' stata esplorata con un'unica stringa Est-Ovest allineata con la stringa 3 della tratta precedente, come segue:

- Stringa 1 (est-ovest), da modulo 042 a modulo 074

Sono stati rilevati N. 19 servizi, come segue:

- N. 4 disposti con allineamento Est-Ovest (longitudinali)
- N. 15 disposti con allineamento Nord-Sud (trasversali)

Le informazioni ricavate dalla planimetria del Committente e l'osservazione dei chiusini hanno permesso di identificare uno dei servizi longitudinali ed uno dei servizi trasversali, come segue:

- Fogna Verde (tombini verdi) servizio longitudinale
- Acqua da monte, servizio trasversale certo mediano del modulo 051

Il georadar ha inoltre mostrato evidenza di strutture sotterranee, che tuttavia non sono state dettagliate nella forma e nelle dimensioni.

SCELTE PROGETTUALI

COMMITTENTE: NEXANS ITALIA S.P.A.
PROGETTO: CONNESSIONE ALLA RTN DEL TURBOGAS ENEL TG42 – CENTRALE 'ETTORE MAJORANA'
DATA: Marzo 2008
DOCUMENTO: N-AT-722/1

1. TRACCIATO

Il tracciato del cavo entra nella tratta uscendo dal modulo 041 in trincea, e prosegue con allineamento Est-Ovest parallelo al muro di recinzione della Centrale e accostato al fianco Sud della stringa 1 in perforazione orizzontale guidata. Questa scelta è stata fatta per non intralciare il traffico dell'ingresso alla Centrale. Essa è tuttavia condizionata al risultato dell'indagine geognostica. Nel caso in cui i risultati di questa fossero negativi, la sezione adottata sarà quella della Tubiera in trincea (Sezione di Posa B – vedi disegno nelle Tavole dei Profili). L'attraversamento dei servizi rilevati con il georadar, nelle zone di immersione e di emersione del tracciato, non dovrebbe presentare problemi.

SCELTE PROGETTUALI

2. SEZIONI DI POSA

La sezione di posa del cavo è la seguente (vedi disegni delle sezioni nelle Tavole dei Profili):

- Sezione di posa E (Perforazione Orizzontale Guidata)

COMMITTENTE: NEXANS ITALIA S.P.A.
PROGETTO: CONNESSIONE ALLA RTN DEL TURBOGAS ENEL TG42 – CENTRALE 'ETTORE MAJORANA'
DATA: Marzo 2008
DOCUMENTO: N-AT-722/1

TRATTA L-M
CAVO TERNA – STRADA PERIMETRALE SUD – LATO EST



RISULTATI DEL RILIEVO GEORADAR

L'area è stata esplorata con il georadar il 9 Marzo 2008. Si tratta di una striscia di terreno che corre parallela e accostata al muro di recinzione Sud della Centrale, ad Est dell'ingresso principale. Il rilievo è stato effettuato con una stringa di moduli allineata con la stringa della tratta precedente (stringa 1). Quindi, in corrispondenza della risega nella recinzione, sono state esplorate N. 3 stringhe. Una di due moduli (stringa 2) segue l'andamento del cordolo del marciapiede, le altre due (stringhe 3 e 4) riprendono l'andamento Est-Ovest parallelo alla recinzione, ma in posizione sfalsata rispetto alla stringa 1. Segue l'elenco delle stringhe e dei moduli:

- Stringa 1 (est-ovest), da modulo 075 a modulo 082
- Stringa 2 (parallela e accostata al cordolo del marciapiede), da moduli 083 e 084
- Stringa 3 (est-ovest, lato sud), da modulo 085 a modulo 093
- Stringa 4 (est-ovest, lato nord), da modulo 101 a modulo 108

Sono stati rilevati N. 12 servizi, come segue:

- N. 4 disposti con allineamento Est-Ovest (longitudinali)
- N. 12 disposti con allineamento Nord-Sud (trasversali)

Le informazioni ricavate dalla planimetria del Committente e l'osservazione dei chiusini hanno permesso di identificare solo tre dei servizi longitudinali, come segue:

- Fogna Verde (tombini verdi)
- Nuova Fogna Bianca
- Nuova Fogna Industriale

Il georadar ha inoltre mostrato evidenza di strutture sotterranee, che tuttavia non sono state dettagliate nella forma e nelle dimensioni.

SCELTE PROGETTUALI

1. TRACCIATO

Il tracciato del cavo entra nella tratta uscendo dal modulo 075 passando da perforazione a trincea, e prosegue con allineamento Est-Ovest parallelo al muro di recinzione della Centrale fino alla risega che questa presenta in corrispondenza del modulo 082. Qui esso piega leggermente a Nord per riprendere l'andamento Est-Ovest in trincea, all'incirca nella mezzeria della stringa 3. Nel modulo 093 di questa, a fine tratta, la sezione di posa cambia di nuovo da trincea a perforazione orizzontale guidata. L'attraversamento dei servizi rilevati con il georadar non dovrebbe presentare problemi. Potrebbe verificarsi la necessità di attraversare eventuali strutture sotterranee.

COMMITTENTE: NEXANS ITALIA S.P.A.
PROGETTO: CONNESSIONE ALLA RTN DEL TURBOGAS ENEL TG42 – CENTRALE 'ETTORE MAJORANA'
DATA: Marzo 2008
DOCUMENTO: N-AT-722/1

SCELTE PROGETTUALI

2. SEZIONI DI POSA

La sezione di posa del cavo è la seguente (vedi disegni delle sezioni nelle Tavole dei Profili):

- Sezione di posa A (Trincea)

COMMITTENTE: NEXANS ITALIA S.P.A.
PROGETTO: CONNESSIONE ALLA RTN DEL TURBOGAS ENEL TG42 – CENTRALE 'ETTORE MAJORANA'
DATA: Marzo 2008
DOCUMENTO: N-AT-722/1

TRATTA M-N
CAVO TERNA – STRADA PERIMETRALE SUD – LATO EST



RISULTATI DEL RILIEVO GEORADAR

L'area è stata esplorata con il georadar il 9 Marzo 2008. Si tratta della striscia di terreno all'esterno del muro di recinzione della Centrale a Sud. E' stata esplorata con due stringhe Est-Ovest, allineate con le stringhe 3 e 4 della tratta precedente. Dette stringhe tuttavia si riducono ad una sola, di larghezza appena inferiore a 3 metri, in

COMMITTENTE: NEXANS ITALIA S.P.A.
PROGETTO: CONNESSIONE ALLA RTN DEL TURBOGAS ENEL TG42 – CENTRALE 'ETTORE MAJORANA'
DATA: Marzo 2008
DOCUMENTO: N-AT-722/1

corrispondenza del passaggio tra il prefabbricato situato a metà tratta ed il muro di recinzione. Il risultato è che possiamo distinguere N. 5 distinte stringhe di moduli, come segue:

- Stringa 1 (est-ovest, lato nord), da modulo 109 a modulo 115
- Stringa 2 (est-ovest, lato sud), da modulo 094 a modulo 100
- Stringa 3 (est-ovest, passaggio tra prefabbricato e recinzione), da modulo 116 a modulo 118
- Stringa 4 (est-ovest, lato nord), da modulo 119 a modulo 124
- Stringa 5 (est-ovest, lato sud), da modulo 131 a modulo 136

Sono stati rilevati N. 5 servizi, come segue:

- N. 4 disposti con allineamento Est-Ovest (longitudinali)
- N. 1 disposto con allineamento Nord-Sud (trasversale)

Le informazioni ricavate dalla planimetria del Committente e l'osservazione dei chiusini hanno permesso di identificare due dei servizi longitudinali ed il servizio trasversale, come segue:

- Fogna Bianca (tombini verdi) servizio longitudinale
- Nuova Fogna Industriale, servizio longitudinale più a sud
- Nuova Fogna Bianca, servizio trasversale certo dei moduli 100 e 115

Il georadar ha inoltre mostrato evidenza di strutture sotterranee, che tuttavia non sono state dettagliate nella forma e nelle dimensioni.

SCELTE PROGETTUALI

1. TRACCIATO

Il tracciato del cavo entra nella tratta uscendo dal modulo 093 in trincea, e prosegue con allineamento Est-Ovest parallelo al muro di recinzione della Centrale e accostato al fianco Sud della stringa 2 in perforazione orizzontale guidata. Questa scelta è stata fatta per evitare il passaggio tra il prefabbricato e la recinzione della centrale, che appare problematico e angusto. Essa è tuttavia condizionata al risultato dell'indagine geognostica. Nel caso in cui i risultati di questa fossero negativi, la sezione adottata sarà quella della Trincea (Sezione di Posa A – vedi disegno nelle Tavole dei Profili). L'attraversamento dei servizi rilevati con il georadar, nelle zone di immersione e di emersione del tracciato, non dovrebbe presentare problemi.

SCELTE PROGETTUALI

2. SEZIONI DI POSA

La sezione di posa del cavo è la seguente (vedi disegni delle sezioni nelle Tavole dei Profili):

- Sezione di posa E (Perforazione Orizzontale Guidata)

COMMITTENTE: NEXANS ITALIA S.P.A.
PROGETTO: CONNESSIONE ALLA RTN DEL TURBOGAS ENEL TG42 – CENTRALE ‘ETTORE MAJORANA’
DATA: Marzo 2008
DOCUMENTO: N-AT-722/1

TRATTA N-O-P
CAVO TERNA – STRADA PERIMETRALE ESTERNA – LATO EST



RISULTATI DEL RILIEVO GEORADAR

L'area è stata esplorata con il georadar il 9 Marzo 2008. Si tratta della zona situata nell'angolo Sud-Est all'esterno della recinzione Sud della Centrale. Il rilievo è stato effettuato su due stringhe di moduli allineate con le stringhe 4 e 5 della tratta precedente. Segue l'elenco delle stringhe e dei moduli:

- Stringa 1 (est-ovest, lato nord), da modulo 125 a modulo 130
- Stringa 2 (est-ovest, lato sud), da modulo 137 a modulo 142

Sono stati rilevati N. 6 servizi, come segue:

- N. 3 disposti con allineamento Est-Ovest (longitudinali)
- N. 3 disposti con allineamento Nord-Sud (trasversali)

Le informazioni ricavate dalla planimetria del Committente e l'osservazione dei chiusini hanno permesso di identificare due servizi longitudinali e due servizi trasversali, come segue:

- Servizio longitudinale 1 (stringa 1, lato nord): Nuova Fogna Bianca (tombini verdi)
- Servizio longitudinale 3 (stringa 2, margine nord): Nuova Fogna Industriale
- Servizio trasversale 1 (moduli 139-127): Nuova Fogna Bianca
- Servizio trasversale 2 (moduli 140-128): Nuova Fogna Industriale

SCELTE PROGETTUALI

1. TRACCIATO

Il tracciato del cavo entra nella tratta dal modulo 137 passando da perforazione a trincea, e prosegue con allineamento Est-Ovest parallelo al muro di recinzione della Centrale fino al modulo 142. Qui esso gira a Nord (90° - R=1,5 m) per assumere l'andamento Nord-Sud fino ad intersecare il muro di recinzione in corrispondenza del modulo 130. L'attraversamento dei servizi rilevati con il georadar non dovrebbe presentare problemi. Potrebbe verificarsi la necessità di attraversare eventuali strutture sotterranee.

SCELTE PROGETTUALI

2. SEZIONI DI POSA

La sezione di posa del cavo è la seguente (vedi disegni delle sezioni nelle Tavole dei Profili):

- Sezione di posa A (Trincea)

COMMITTENTE: NEXANS ITALIA S.P.A.
PROGETTO: CONNESSIONE ALLA RTN DEL TURBOGAS ENEL TG42 – CENTRALE ‘ETTORE MAJORANA’
DATA: Marzo 2008
DOCUMENTO: N-AT-722/1

TRATTA P-Q-R
CAVO TERNA – AREA BARACCHE FORNITORI



COMMITTENTE: NEXANS ITALIA S.P.A.
PROGETTO: CONNESSIONE ALLA RTN DEL TURBOGAS ENEL TG42 – CENTRALE 'ETTORE MAJORANA'
DATA: Marzo 2008
DOCUMENTO: N-AT-722/1

RISULTATI DEL RILIEVO GEORADAR

L'area è stata esplorata con il georadar il 12 Marzo 2008. Si tratta della zona situata nell'angolo Sud-Est all'interno della recinzione Sud della Centrale. Il rilievo è stato effettuato su una stringhe di N.4 moduli allineati e passanti tra le baracche, come segue:

- Stringa 1 (Nord-Sud), da modulo 800 a modulo 804

Sono stati rilevati N. 3 servizi, come segue:

- N. 1 disposto con allineamento Nord-Sud (longitudinale)
- N. 2 disposti con allineamento Est-Ovest (trasversali)

Le informazioni ricavate dalla planimetria del Committente e l'osservazione dei chiusini non hanno permesso di identificare alcun servizio.

SCELTE PROGETTUALI

1. TRACCIATO

Il tracciato del cavo attraversa il muro di recinzione della Centrale ed entra nella tratta dal modulo 804, con sezione di posa in trincea. Prosegue quindi con allineamento Nord-Sud passando tra le baracche fino al muretto di recinzione dell'area di deposito temporaneo dei materiali di scarto. L'attraversamento dei servizi rilevati con il georadar non dovrebbe presentare problemi. Potrebbe verificarsi la necessità di attraversare eventuali strutture sotterranee.

SCELTE PROGETTUALI

2. SEZIONI DI POSA

La sezione di posa del cavo è la seguente (vedi disegni delle sezioni nelle Tavole dei Profili):

- Sezione di posa A (Trincea)

COMMITTENTE: NEXANS ITALIA S.P.A.
PROGETTO: CONNESSIONE ALLA RTN DEL TURBOGAS ENEL TG42 – CENTRALE ‘ETTORE MAJORANA’
DATA: Marzo 2008
DOCUMENTO: N-AT-722/1

TRATTA R-S-T
CAVO TERNA – AREA DEPOSITO TEMPORANEO RIFIUTI – STRADA INTERNA



RISULTATI DEL RILIEVO GEORADAR

L'area è stata esplorata con il georadar il 12 Marzo 2008. Il rilievo è stato effettuato su due stringhe contigue di moduli allineati Nord-Sud, come segue:

COMMITTENTE: NEXANS ITALIA S.P.A.
PROGETTO: CONNESSIONE ALLA RTN DEL TURBOGAS ENEL TG42 – CENTRALE 'ETTORE MAJORANA'
DATA: Marzo 2008
DOCUMENTO: N-AT-722/1

- Stringa 1 (Nord-Sud), da modulo 500 a modulo 518
- Stringa 2 (Nord-Sud), da modulo 600 a modulo 618

Sono stati rilevati N. 13 servizi, come segue:

- N. 3 disposti con allineamento Nord-Sud (longitudinali)
- N. 10 disposti con allineamento Est-Ovest (trasversali)

Le informazioni ricavate dalla planimetria del Committente e l'osservazione dei chiusini non hanno permesso di identificare alcun servizio. E' da notare l'esistenza di un cavidotto interrato con coperchi a livello stradale che corre a fianco dell'area interessata dal tracciato con andamento Nord-Sud (vedi Planimetrie).

Il georadar ha inoltre mostrato evidenza di strutture sotterranee, che tuttavia non sono state dettagliate nella forma e nelle dimensioni.

SCELTE PROGETTUALI

1. TRACCIATO

Il tracciato del cavo attraversa il muro di recinzione dell'area di deposito temporaneo rifiuti nel modulo 518 e prosegue in direzione Nord nella fascia mediana della Stringa 1 fino a superare il lato opposto del deposito per immettersi su un piazzale di cemento e poi attraversare la strada interna che fiancheggia la recinzione della zona sostegni. L'attraversamento dei servizi rilevati con il georadar non dovrebbe presentare problemi. Potrebbe verificarsi la necessità di attraversare eventuali strutture sotterranee.

SCELTE PROGETTUALI

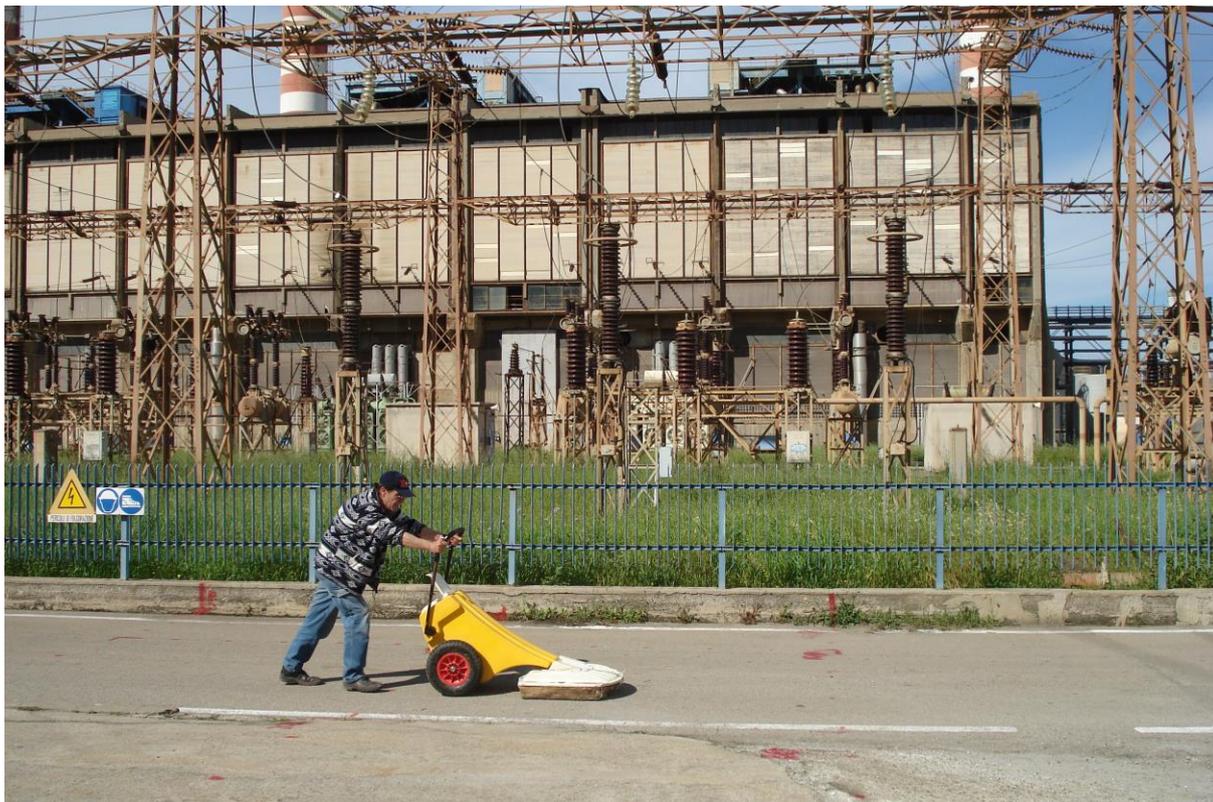
2. SEZIONI DI POSA

La sezione di posa del cavo è la seguente (vedi disegni delle sezioni nelle Tavole dei Profili):

- Sezione di posa A (Trincea)

COMMITTENTE: NEXANS ITALIA S.P.A.
PROGETTO: CONNESSIONE ALLA RTN DEL TURBOGAS ENEL TG42 – CENTRALE ‘ETTORE MAJORANA’
DATA: Marzo 2008
DOCUMENTO: N-AT-722/1

TRATTA T-U
CAVO TERNA – RISERVA LUNGHEZZA FINE IMPIANTO



RISULTATI DEL RILIEVO GEORADAR

L'area non è stata esplorata con il georadar, data la copertura del terreno con manto erboso e la presenza di tubature affioranti che percorrono la zona con andamento parallelo al muretto di recinzione. La posizione dei 3 tralicci portaterminali in primo piano nella foto è stata rilevata con la rotella metrica.

L'osservazione delle tubature presenti fa presupporre l'esistenza di strutture di fondazione delle medesime nel sottosuolo.

SCELTE PROGETTUALI

1. TRACCIATO

Il tracciato del cavo attraversa il muro di recinzione dell'area sostegni in corrispondenza del modulo 500 con direzione Nord-Sud, quindi piega a Est di 90° (R=1,5 m) per iniziare l'ansa di accumulo della riserva di lunghezza del cavo. Tutte le curve del cavo hanno raggio di curvatura pari a 1,5 m. L'attraversamento dei servizi osservati non dovrebbe presentare problemi. Potrebbe verificarsi la necessità di attraversare eventuali strutture sotterranee.

SCELTE PROGETTUALI

2. SEZIONI DI POSA

La sezione di posa del cavo è la seguente (vedi disegni delle sezioni nelle Tavole dei Profili):

- Sezione di posa A (Trincea)

COMMITTENTE: NEXANS ITALIA S.P.A.
PROGETTO: CONNESSIONE ALLA RTN DEL TURBOGAS ENEL TG42 – CENTRALE 'ETTORE MAJORANA'
DATA: Marzo 2008
DOCUMENTO: N-AT-722/1

APPENDICE

COMMITTENTE: NEXANS ITALIA S.P.A.
PROGETTO: CONNESSIONE ALLA RTN DEL TURBOGAS ENEL TG42 – CENTRALE 'ETTORE MAJORANA'
DATA: Marzo 2008
DOCUMENTO: N-AT-722/1

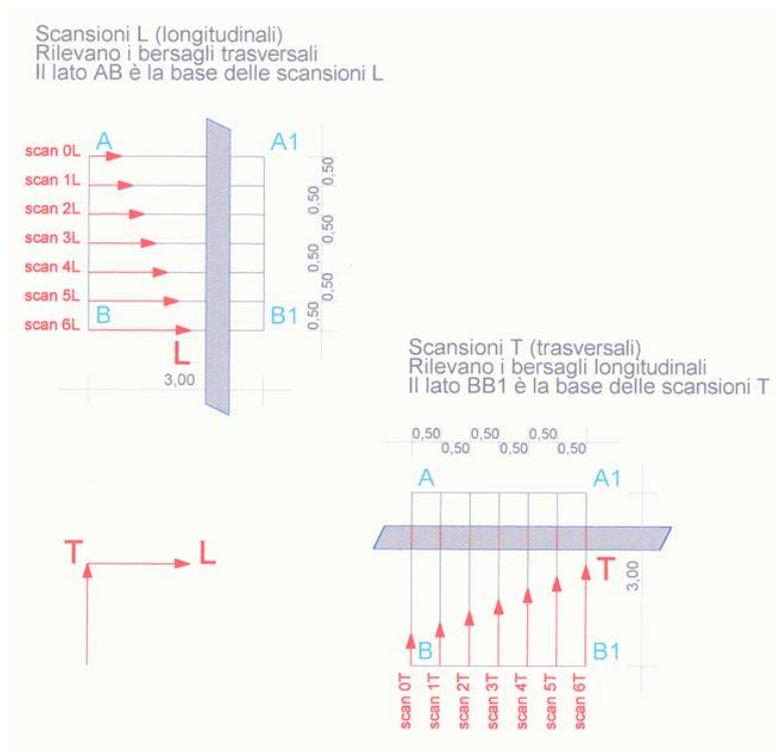
APPENDICE A IL RADAR PIPEHAWK

Per questo rilievo è stato utilizzato l'apparato inglese **PipeHawk Mk1**, che la nostra società ha per prima importato in Italia. **PipeHawk**, sviluppato dalla società responsabile per la bonifica UXO (Unexploded Ordnance – residui bellici) delle isole Falkland dopo il conflitto anglo-argentino del 1982, è il più sofisticato georadar per servizi oggi disponibile.

Caratteristica esclusiva di PipeHawk è il software che “estrae automaticamente” dai dati di campagna primari (cioè dai radargrammi in forma di curve di diffrazione – vedi più avanti) le immagini dei bersagli lineari assimilabili a servizi, sia in sezione che in planimetria. Infatti la nostra società, unica nel settore, consegna al committente non solo elaborati in CAD ma anche i dati radar che li supportano, sia in planimetria (timeslices) che in sezione (radargrammi). Le sezioni significative del rilievo consistono nei radargrammi elaborati, in cui le immagini dei bersagli appaiono in un reticolo verticale quotato in scala pari a circa 1:20.

Il rilievo con **PipeHawk** si svolge percorrendo con il radar i segmenti di un reticolo planimetrico opportunamente spiccato sull'area da investigare. Il software di **PipeHawk** è progettato per elaborare insiemi di almeno 7 scansioni contigue parallele. Ciò per poter distinguere i bersagli interpretabili come servizi (cioè i bersagli lineari) dagli altri. Dunque si devono effettuare insiemi di almeno N. 7 scansioni parallele. Assumendo un interasse pari a 50 cm otteniamo una base di partenza delle scansioni lunga 3 metri. Assumendo una lunghezza di scansione pari a 3 metri, abbiamo un modulo quadrato di lato pari a 3 metri. Il modulo va scandito nelle due direzioni ortogonali. Le due direzioni di scansione sono chiamate nel software T (trasversali) ed L (longitudinali). Sarà cura del rilevatore definire le direzioni T ed L del rilievo, ed annotare sul taccuino di campagna i versi delle scansioni. Le sette scansioni in ciascuna direzione sono chiamate, nel software di **PipeHawk**, scan 0, scan 1, scan 2, scan 3, scan 4, scan 5, scan 6.

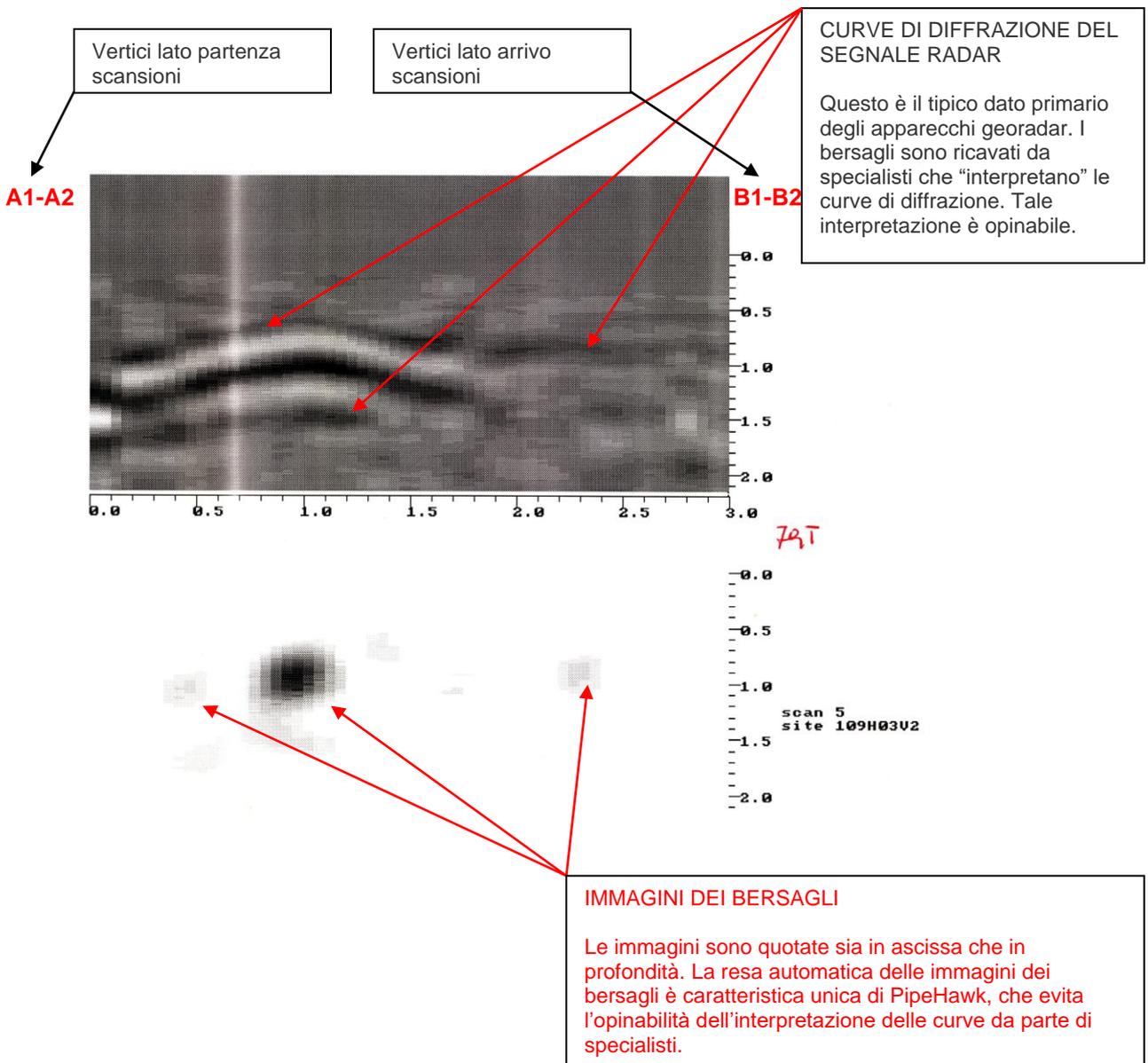
La necessità di due direzioni di scansione ortogonali è dovuta al fatto che la sensibilità del radar è massima per gli oggetti lineari perpendicolari alla direzione di scansione, mentre è nulla (per scelta del software) per gli oggetti lineari paralleli. Dunque le scansioni trasversali (T) rilevano i bersagli longitudinali, mentre le scansioni longitudinali (L) rilevano i bersagli trasversali.



COMMITTENTE: NEXANS ITALIA S.P.A.
PROGETTO: CONNESSIONE ALLA RTN DEL TURBOGAS ENEL TG42 – CENTRALE ‘ETTORE MAJORANA’
DATA: Marzo 2008
DOCUMENTO: N-AT-722/1

APPENDICE B
RADARGRAMS

Il dato primario di un rilievo georadar, non importa quale macchina si utilizzi, è il RADARGRAMMA. Ad ogni scansione del radar corrisponde un radargramma. Il radargramma è la rappresentazione della sezione verticale del terreno operata dal radar ad ogni scansione. Contrariamente a ciò che suggerirebbe l'intuizione, tuttavia, nel radargramma non si vedono le immagini degli oggetti che hanno generato le eco (i bersagli). Allo stato dell'arte il radargramma consiste solo nelle curve di diffrazione del segnale generate dai bersagli. Tali curve vanno interpretate da specialisti per risalire ai bersagli che le hanno generate. Come già detto, solo il radar **PipeHawk** è dotato di un software che "estrae" automaticamente dai dati primari le immagini dei bersagli sia in sezione che il planimetria.



COMMITTENTE: NEXANS ITALIA S.P.A.
PROGETTO: CONNESSIONE ALLA RTN DEL TURBOGAS ENEL TG42 – CENTRALE 'ETTORE MAJORANA'
DATA: Marzo 2008
DOCUMENTO: N-AT-722/1

APPENDICE B (2) FONDAMENTI DI INTERPRETAZIONE DEI RADARGRAMMI

In mancanza di un software che elabori automaticamente i radargrammi al fine di identificare i bersagli (come nel caso di PipeHawk), l'interpretazione si svolge "manualmente". Essa è cioè compito di analisti specializzati che interpretano i dati "raw", e cioè le curve di diffrazione dei radargrammi in modo di "estrane" i bersagli. In tale interpretazione si ha bisogno spesso di attenuare il "rumore" di fondo e di esaltare le eco raccolte. Ciò si fa utilizzando software adatti (RADAN, GRORADAR, etc.). In generale, due sono i criteri fondamentali di analisi che si seguono. Il primo è basato sulla dimensione dei bersagli, il secondo sulla forma delle curve di diffrazione del segnale radar.

1. DIMENSIONI

- **Bersagli "discreti", cioè di dimensioni contenute** (Discrete Reflectors)
Si tratta di una categoria di bersagli molto ampia ed eterogenea. Ad essa in generale appartengono oggetti e/o strutture sotterranee di interesse archeologico. I bersagli discreti possono essere ulteriormente suddivisi in forti e deboli, a seconda dell'intensità delle eco che riflettono (strong and weak discrete reflectors).
- **Bersagli estesi complessi** (Complex Reflectors).
Sono zone del sottosuolo che si presentano come disomogenee rispetto alla matrice del suolo stesso. La causa della disomogeneità è antropica (sbancamenti e successivi riempimenti, discariche etc.) oppure 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. Particolarmente importante è la conduttività della superficie del terreno, perché più questa è alta più oscurate risulteranno le eco emesse dai bersagli sottostanti.

24. FORMA DELLE CURVE DI DIFFRAZIONE

La curva di diffrazione di un bersaglio puntiforme, ovvero di ciascun punto di un bersaglio esteso, è iperbolica. La curva di diffrazione di un bersaglio esteso è il risultato della somma geometrica delle curve (iperboliche) generate dai singoli punti del bersaglio. Le forme più ricorrenti sono le seguenti:

- **Iperbole stretta: bersagli "puntuali"** (Point diffractions).
Possono essere una pietra isolata, oppure l'intersezione di un servizio (tubo o cavo) con il piano di scansione del radar.
- **Iperbole larga o crestata: bersagli "convessi"** (Broad or crested diffractions: convex reflectors).
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 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.
- **Diffrazioni di forma planare: bersagli "planari"** (Planar returns).
Possono essere costituiti da un pavimento o da qualunque altra interfaccia sotterranea piana. Si suddividono in bersagli planari fortemente o debolmente riflettenti, a seconda dell'intensità nel cambio di velocità del segnale attraverso l'interfaccia. La forma piana della curva di diffrazione è il risultato della sovrapposizione delle iperboli generate da ogni punto del bersaglio. Diffrazioni planari non parallele al piano di campagna vanno esaminate con attenzione in quanto esse potrebbero essere il risultato di riflessioni spurie del segnale, provocate da propagazione del medesimo fuori del terreno. Questo problema non sussiste quando si usino antenne schermate. I bersagli che corrispondono a diffrazioni planari inclinate si chiamano "bersagli planari inclinati" (inclined events).
- **Diffrazioni "a campana": zone di vuoto** (Bell-shaped diffractions, focused ringing)
La diffrazione generata dalla presenza di una caverna, una struttura con copertura a volta o comunque un vuoto con sottostante fondo piatto ha una caratteristica forma a campana. La "campana" è dovuta al sollevamento apparente del fondo della cavità provocato dall'aumento di velocità del segnale radar nell'aria (vedi spiegazioni più approfondite negli allegati). Una particolare categoria di diffrazioni a campana è quella dei treni di diffrazione concentrata (focused ringing) che si manifestano in corrispondenza dei tombini stradali.

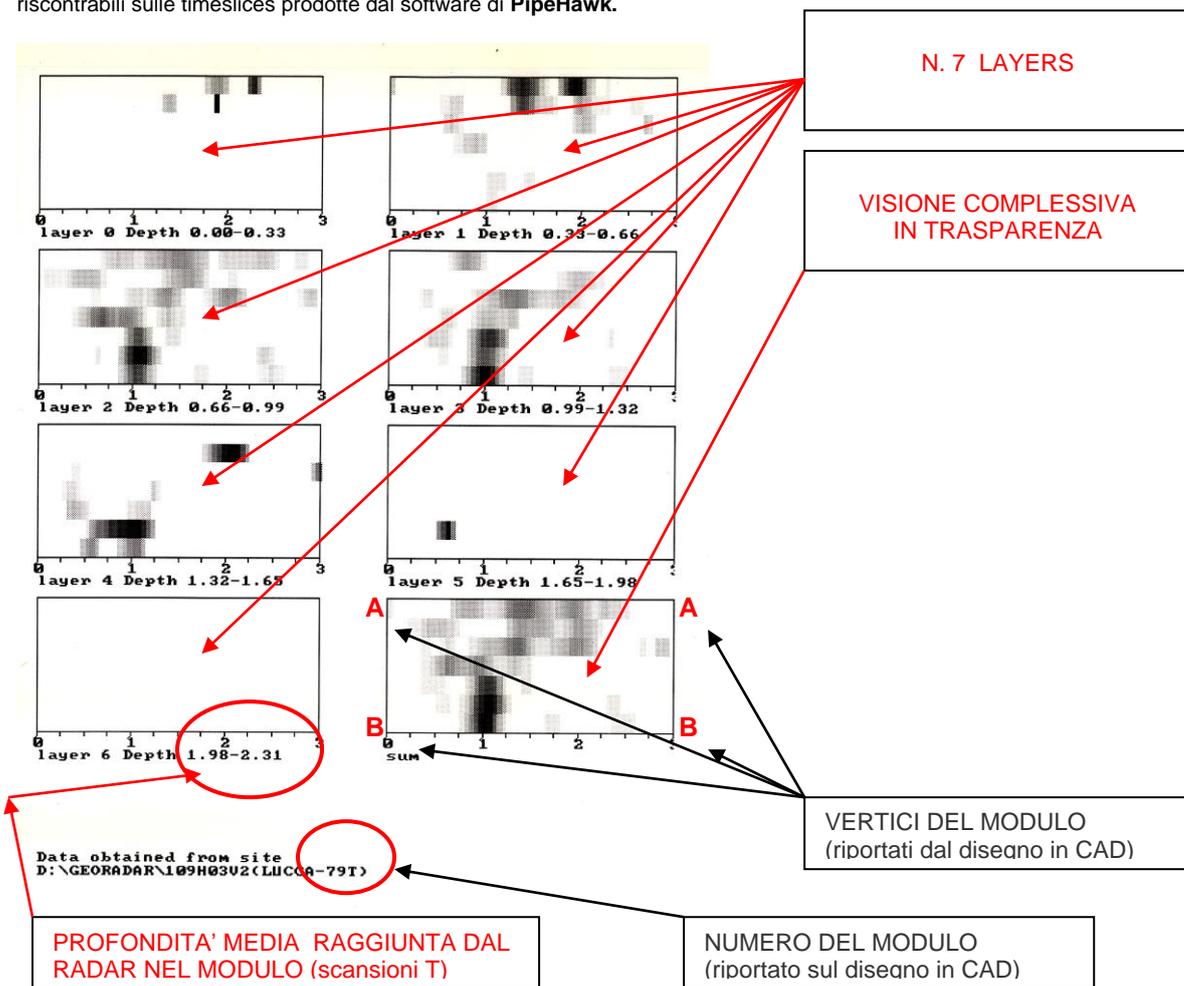
COMMITTENTE: NEXANS ITALIA S.P.A.
PROGETTO: CONNESSIONE ALLA RTN DEL TURBOGAS ENEL TG42 – CENTRALE ‘ETTORE MAJORANA’
DATA: Marzo 2008
DOCUMENTO: N-AT-722/1

APPENDICE C
TIMESLICES

La “timeslice” è la rappresentazione planimetrica dei dati ricavati con i radargrammi. Data una certa area (per esempio il modulo 3x3 metri del reticolo del rilievo), la rappresentazione planimetrica delle informazioni contenute nei radargrammi attinenti a quell’area si chiama timeslice. Da un insieme di radargrammi si possono ricavare infinite timeslices, corrispondenti agli infiniti valori della profondità che si possono determinare tra il livello del terreno e la profondità massima raggiunta dal radar.

L’espressione “timeslice” (fetta temporale, nella traduzione letterale dall’inglese) è dovuta al fatto che il radar misura solo i tempi di ritorno delle eco. Il valore delle distanze è ottenuto assegnando un valore (per taratura o per convenzione) alla costante dielettrica del mezzo in cui si propaga il segnale. Le “timeslices” di **PipeHawk** sono organizzate in n. 7 “wafer” sovrapposti, ciascuno di spessore pari alla profondità massima raggiunta dal segnale divisa per sette. Ciascun wafer è chiamato dal software “layer” (strato). I layers sono denominati layer 0, layer 1, layer 2, layer 3, layer 4, layer 5, layer 6. Di ciascun layer sono riportate le quote superiore ed inferiore dello strato (vedi figura in basso). Un’ottava immagine, in basso a destra, fornisce la visione d’insieme delle sette timeslices, l’una sovrapposta all’altra. E’ come se si osservasse il modulo dall’alto ed il terreno fosse diventato trasparente. Le timeslices delle scansioni trasversali (T) evidenziano i bersagli longitudinali, mentre quelle longitudinali (L) i bersagli trasversali.

Le timeslices di **PipeHawk** sono mirate all’evidenziazione di tubi e cavi. In esse tuttavia si possono individuare anche altri bersagli che il software di **PipeHawk** seleziona come “pipe-like” (cioè aventi una dimensione lineare prevalente). Tali bersagli includono spigoli di murature e zone di maggior curvatura presenti in volte, cavità o altri tipi di struttura. Anche zone di discontinuità delle proprietà fisico-chimiche del terreno, come zone di umidità, volumi di terreno di riporto, trovanti, oggetti oblungi etc., sono riscontrabili sulle timeslices prodotte dal software di **PipeHawk**.



COMMITTENTE: NEXANS ITALIA S.P.A.
PROGETTO: CONNESSIONE ALLA RTN DEL TURBOGAS ENEL TG42 – CENTRALE 'ETTORE MAJORANA'
DATA: Marzo 2008
DOCUMENTO: N-AT-722/1

APPENDICE C (2)
BERSAGLI, STRINGHE DI BERSAGLI E SERVIZI. ATTENDIBILITA'

Le immagini che si vedono sui radargrammi e sulle timeslices sono quelle dei bersagli rilevati dal radar. Solo l'analisi delle TIMESLICES permette di identificare i servizi. Dato un radargramma infatti, tutte le immagini in esso contenute rappresentano la sezione con il piano di scansione degli oggetti presenti nel sottosuolo e rilevati. La loro natura, se servizio o altro, può essere determinata solo attraverso il paragone di scansioni contigue. Questo spiega perché il software di PipeHawk è progettato per analizzare insiemi di 7 scansioni parallele o più.

Data una TIMESLICE (cioè l'immagine planimetrica di un modulo), le stringhe di bersagli allineati presenti in essa sono interpretabili come servizi. L'interpretazione è caratterizzata da diversi livelli attendibilità, come segue:

- 1) ATTENDIBILITA' ALTA (75% - 100%)
- 2) ATTENDIBILITA' MEDIA (50% - 75%)
- 3) ATTENDIBILITA' BASSA (minore del 50%)

I fattori che determinano il grado di attendibilità di una stringa di bersagli in una TIMESLICE sono i seguenti:

- A. Chiarezza della stringa (contrasto dei bersagli che la compongono rispetto allo sfondo);
- B. Continuità e congruenza della stringa nel piano orizzontale;
- C. Continuità e congruenza della stringa nel piano verticale.

COMMITTENTE: NEXANS ITALIA S.P.A.
PROGETTO: CONNESSIONE ALLA RTN DEL TURBOGAS ENEL TG42 – CENTRALE 'ETTORE MAJORANA'
DATA: Marzo 2008
DOCUMENTO: N-AT-722/1

APPENDICE D TECNICHE NO-DIG

Esistono tre tecniche NO-DIG. La prima, e più rudimentale, è quella detta "spingitubo", che consiste nello spingere un tubo con martinetti idraulici. Il terreno all'interno del tubo viene rimosso con un'elica. E' indicata per attraversamenti di lunghezza limitata, in quanto non v'è alcuna possibilità di controllo direzionale. Delle due tecniche successive, cioè l'HDD (perforazione orizzontale direzionale – Horizontal Directional Drilling) e il MICRO-TUNNELLING, la prima permette ampi margini di controllo della direzione, mentre la seconda è alquanto più limitata sotto questo profilo. La scelta tra l'HDD ed il MICRO-TUNNELLING dipende dai diametri e dall'elasticità degli oggetti da interrare.

La perforazione orizzontale guidata (HDD – Horizontal Directional Drilling) consiste nel trivellare il terreno orizzontalmente con una sonda. L'alta flessibilità delle aste di perforazione (che consente raggi di curvatura dell'ordine dei 20-40 metri) permette di realizzare fori con curve sia nel piano verticale (per cambiamenti di quota) che in quello orizzontale (per variazioni dell'andamento planimetrico). I cambiamenti di direzione sono realizzati con uno scalpello asimmetrico che viene spinto senza rotazione durante le manovre. La posizione (quota, inclinazione e orientamento) dello scalpello sono rilevate con un sistema radio. Completato il foro (chiamato foro pilota) e fatto emergere l'utensile di scavo all'estremità opposta del foro, si sostituisce detto utensile con un apparecchio di presa. La sonda poi viene fatta lavorare al contrario, tirando a sé le aste. In questo modo il servizio da installare (cavo, tubo o fascio di cavi e/o tubi), che è agganciato all'apparecchio di presa, viene trascinato nel foro. Nel caso in cui il diametro del foro pilota (circa 100 mm) sia minore di quello del servizio, il foro viene prima allargato fino al diametro desiderato con una o più passate di utensili (alesatori) di diametro crescente. Le applicazioni correnti di questa tecnica, chiamata in Inglese HDD (Horizontal Directional Drilling) sono per diametri delle infrastrutture minori di un metro.

Per diametri superiori si utilizza il MICRO-TUNNELLING, che consiste nell'utilizzo di vere e proprie macchine rotative sotterranee. La tecnica si chiama infatti MICRO-TUNNELLING per sottolinearne l'affinità con il TUNNELLING, in cui TBM (Tunnel Boring Machines grandi come locomotive) realizzano fori del diametro di qualche metro. Entrambe le tecniche, HDD e MICRO-TUNNELLING, si chiamano "TRENCHLESS" (senza scavo di trincee), donde il nome dell'associazione internazionale delle imprese del settore: IATT (International Association for Trenchless Technology).

Le tecniche NO-DIG sono insostituibili per situazioni come l'attraversamento di autostrade, ferrovie, fiumi, canali, etc. E per di più, dato il loro basso impatto ambientale (intralci al traffico minimi, niente materiali di risulta, niente materiali per riempimenti, minimi o nulli ripristini di pavimentazione stradale), le tecniche NO-DIG si vanno affermando anche per lavori in situazioni che fino ad ora sono state di dominio degli scavi tradizionali, come per esempio la posa di servizi nella banchina o sotto la fondazione di strade, sia urbane che extraurbane.

Si possono installare mediante perforazione orizzontale guidata sia tubi in PEAD (PoliEtilene ad Alta Densità) che tubi metallici. I fattori da tener presente nel progetto degli interventi di HDD sono la flessibilità delle aste di perforazione e quella dell'infrastruttura da "varare" nel foro. Il campo di applicazione della tecnica HDD è vastissimo, ed include:

- TUBI GUAINA e CAVI per TELEFONIA;
- TUBI GUAINA e CAVI per ELETTRODOTTI;
- TUBI GUAINA e CONDUTTURE per GASDOTTI (sia in PEAD che in Acciaio);
- TUBI per ACQUEDOTTI;
- TUBI per FOGNATURE;
- Tubi per drenaggio e bonifica di zone inquinate (discariche etc.)