PROVINCIA DI MANTOVA

Servizio Progettazione Stradale, Ponti Strutture Complesse e Porto

LAVORI DI COSTRUZIONE DELLA BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA IL CASELLO AUTOSTRADALE DI MANTOVA NORD ED IL COMPARTO PRODUTTIVO "VALDARO"

2° STRALCIO
LAVORI DI COMPLETAMENTO DELL'ASTA PRINCIPALE COL SOVRAPPASSO FERROVIARIO

CUP: G51B06000040003 - CIG: ZC617ABC09

PROGETTO ESECUTIVO

Monografie dei Capisaldi

ELABORATO	FORMATO
24	A4
SCALA	–
CODICE PROGETTO	

Rev.	Nome file	Monografie dei Capisaldi	Data	Redatto	Controllato	Approvato
C						
B						
A						
0		–				

IL PROGETTISTA

Ing. Giuliano Rossi

COLLABORAZIONI

Ing. Odino Rolli

Ing. Marco Guaita

Arch. Salvatore Mangione

Istr. Tec. Catia Bussolotti

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Antonio Covino

IL DIRIGENTE ad interim DEI LLPP

Dr. Giovanni Urbani

PROGETTO STRUTTURE E SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE STRADALE

STUDIO INGEGNERIA PIVETTA s.r.l.

VIALE DELL'INDUSTRIA n.38 – 37135 – VERONA

Tel./Fax. 045.582211/045.584411 – studio@ingegneriapivetta.it

Ing. Fausto Pivetta

Committente.

PROVINCIA DI MANTOVA

Oggetto.

Rilievo laser scanning dello stato di fatto del ponte Valdaro - MANTOVA

Titolo.

Relazione tecnica descrittiva delle fasi di rilevamento laser scanning

Emesso:
Ing. Luca Ercolin

Approvato:
Ing. Luca Ercolin

413-14	*01*	*00*	*Prima emissione*	*feb. '14*	*rel-413-13-rev00.docx*
Commessa	Codice documento	Revisione	Motivazione	Data	Nome file

INDICE

1. PREMESSA 2

2. ESECUZIONE DELLE MISURE LASER SCANNING 3

3. ELENCO ALLEGATI 6

1 PREMESSA

In data 18 dicembre 2012 è stato eseguito un sopralluogo nel cantiere abbandonato e in gestione alla Provincia di Mantova della parte del cantiere interessata alla realizzazione del viadotto Valdaro appartenente ad una bretella di un lotto più ampio.

In tale data sono stati raccolti gli elaborati di progetto disponibili e i dati relativi ai rilievi di impianto del cantiere.

Il rilievo eseguito in campagna il 15 e 16 gennaio 2014 ha avuto la duplice finalità di :

- eseguire un rilievo tridimensionale per la verifica rispetto al progetto delle geometrie dei manufatti realizzati dall'impresa originaria;
- controllare altimetricamente la rete dei capisaldi di impianto cantiere ritrovati sul posto tutti riferiti al caposaldo di tutto il cantiere denominato **2000** e avente quota pari a **+24,00 m.**

Figura 1 – Sopralluogo

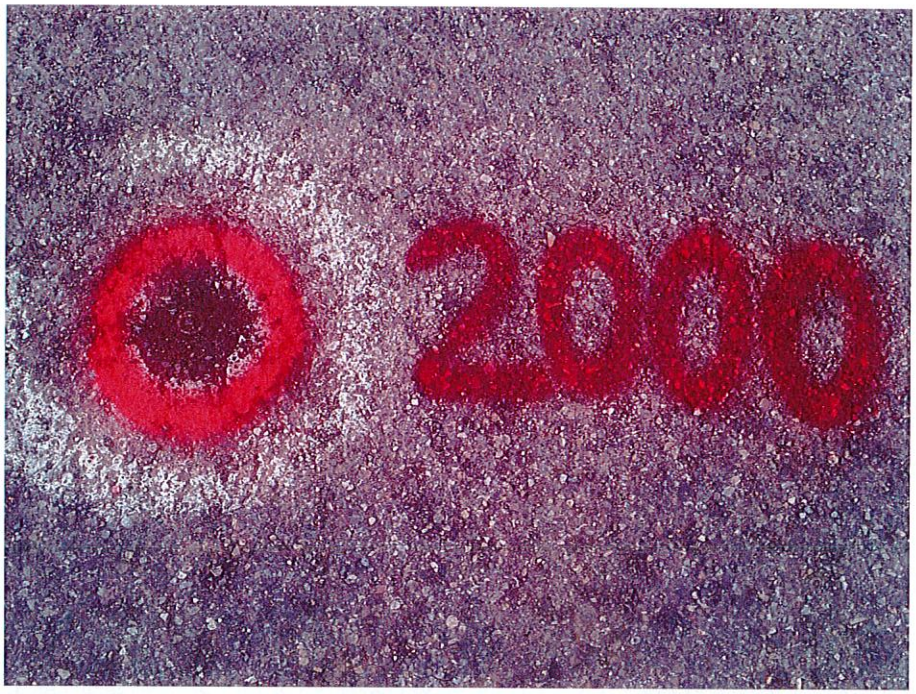

Figura 2 – Caposaldo di riferimento del cantiere di quota pari a 24,00m

2 ESECUZIONE DEL RILIEVO

2.1 RILIEVO LASER SCANNING

Il laser scanner 3D è uno strumento di recente introduzione, in grado di rilevare oggetti a scale e risoluzioni differenti, in tempi assai ridotti. Le sue caratteristiche principali sono quindi la velocità di acquisizione e la versatilità delle applicazioni, adattandosi al rilevamento sia di piccoli manufatti sia di grandi opere o di porzioni di territorio. I laser scanner utilizzati nel rilevamento dell'ambiente costruito sfruttano la tecnologia del tempo di volo e sono pertanto dotati di un distanziometro laser ad impulsi ad alta precisione e di uno specchio servo motorizzato: la sorgente emette un impulso laser che, in seguito alla riflessione sulla superficie di un oggetto, ritorna al ricevitore dello strumento, dove un cronometro di elevata precisione misura il tempo intercorso tra emissione e ricezione dell'impulso, determinando così la distanza tra strumento e punto rilevato. Quindi ad ogni misurazione lo strumento rileva e memorizza le coordinate del punto collimato in un sistema di riferimento cartesiano ortogonale, per poi procedere all'acquisizione di un nuovo punto secondo una griglia proiettiva la cui spaziatura è definibile in relazione al grado di dettaglio ricercato. Il risultato del rilievo è un database di coordinate tridimensionali di punti appartenenti alle superfici degli oggetti rilevati, visualizzabile in un ambiente digitale virtuale come un insieme di punti, (che prende il nome di nuvola di punti) inseriti in uno spazio tridimensionale metrico.

Per il rilevamento in oggetto è stata utilizzata una Scan Station Leica C10, la cui caratteristica principale è la presenza di un compensatore biassiale che garantisce la verticalità dell'asse generale dello strumento e che quindi rende lo strumento particolarmente adatto alla verifica della verticalità degli elementi costruttivi. La precisione sul posizionamento di ogni punto appartenente alla nuvola si attesta tra i 4mm e i 6mm, in base alla distanza di esso dallo strumento e alla complessità del rilievo.

Tale strumento permette di creare in tempo reale la rete topografica appoggio alla quale georeferenziare le scansioni che vengono eseguite dai singoli punti della rete. Al termine del rilievo, se tutte le stazioni vengono

collegate tra loro, il software di gestione della nuvola dei punti genera in modo automatico un modello unico che può essere interrogato, sezionato e vettorializzato in un ambiente CAD.

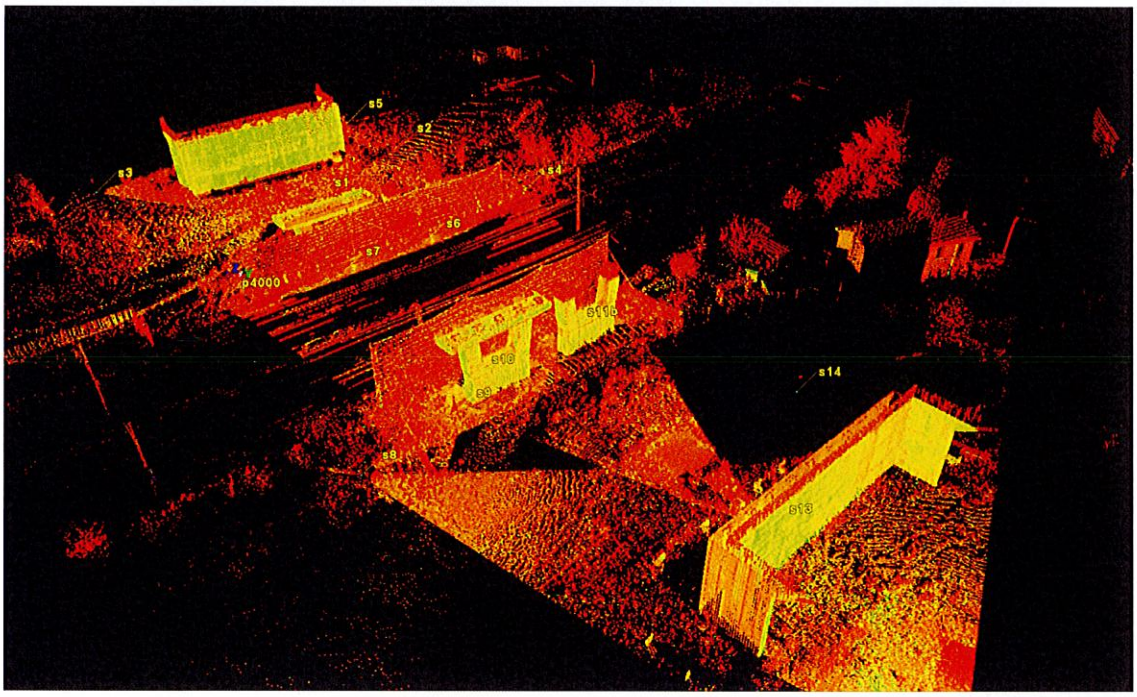

Figura 3 – Vista prospettica

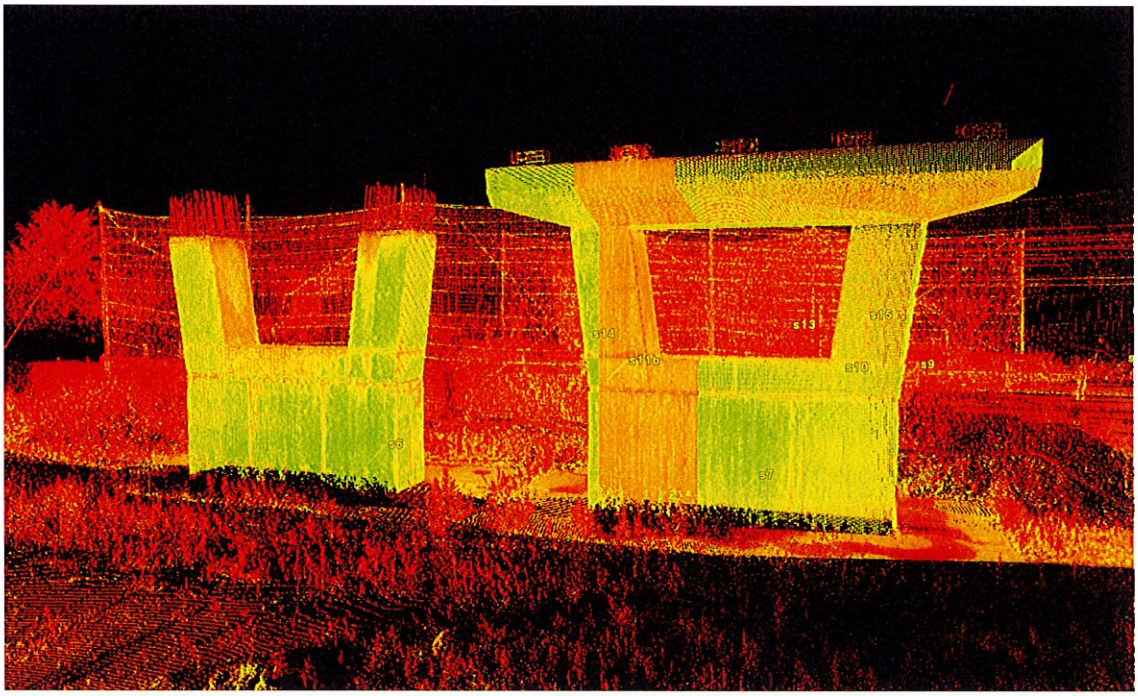

Figura 4 – Vista prospettica

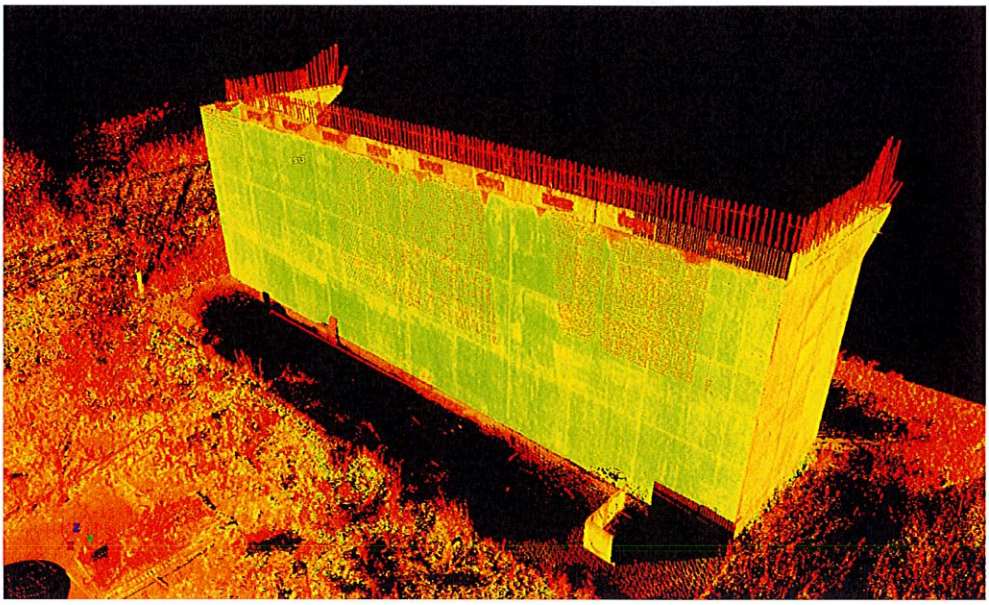

Figura 5 – Vista prospettica

Durante la giornata di misura del 15 gennaio 2014 è stata istituita una rete topografica locale in modo da permettere il rilevamento laser scanning di tutta la geometria. Trattandosi di una rete chiusa è stato inoltre possibile analizzarne gli scarti di chiusura, verificando l'assenza di errori grossolani nelle misure. Da ogni punto della rete è stata quindi eseguita una scansione laser scanning con una densità di punti acquisiti sull'oggetto estremamente elevata.

Tale scansione che inizialmente è stata riallacciata al primo punto di stazione S01 di quota fittizia pari a +10.00m, è stata successivamente traslata lungo la verticale del dislivello che è stato letto tra il caposaldo di riferimento 4000 e lo stesso vertice S01.

Figura 5 – Piano quotato del piano terra

2.2 LIVELLAZIONE DI ALTA PRECISIONE DEI VERICI DI IMPIANTO E DEI VERTICI NUOVI

Su richiesta della Committenza è stata eseguita nella giornata del 15 e 16 gennaio 2014 una linea di livellazione in andata e ritorno di tutti i vertici della rete topografica vecchia al fine di controllare eventuali variazioni di quota dei capisaldi di impianto cantiere ad oggi tenendo come caposaldo di riferimento il caposaldo **4000** pari a **24,00 m**.

Qui di seguito vengono riportate le variazioni di quota dei capisaldi ribattuti della vecchia rete e in allegato verrà riportato il file di report del programma di compensazione ai minimi quadrati StarNet.

CAPISALDI	Quote di impianto cantiere 2007	Rilievo Zenith 15/16-01-14	DELTA
2000	24,000 m	**24,000 m**	**0,000 m**
3000	23,762 m	**23,753 m**	**-0,009 m**
4000	23,774 m	**23,867 m**	**+0,093 m**
5001	22,715 m	**22,953 m**	**+0,238 m**
CS	22,520 m	**22,720 m**	**+0,200 m**

3 OSSERVAZIONI AL RILIEVO

Dalla campagna di misura eseguita si osserva che:

- I capisaldi di impianto trovati in cantiere hanno la particolarità di essere utili in fase di tracciamento planimetrico, poiché presentano la possibilità di riconoscere il centro dello stesso, quindi le coordinate planimetriche di detti vertici sono quelle derivanti dall'inquadramento generale, per quello che riguarda l'altimetria abbiamo preferito materializzare al fianco dei vertici originari dei chiodi di quota nota riallacciata al caposaldo 2000 di quota imposta pari a +24,00m disaccoppiando in modo indipendente l'altimetria dalla planimetria;
- Gli scostamenti planimetrici evidenziati in TAV 01, evidenziano la necessità di controllare in fase di tracciamento la posizione dei baggioli e di conseguenza degli appoggi
- Da un primo controllo altimetrico tra il progetto e il rilievo, riportato in TAV 02, si evincono delle differenze anche importanti sia sui capisaldi sia delle quote di estradosso dei manufatti dei pulvini delle pile e dell'estradosso delle spalle;

4 ELENCO ALLEGATI

Allegato 1 - Report della livellazione eseguita con il programma StarNet
Allegato 2 – Tabella con indicazione delle coordinate 3d dei nuovi punti materializzati

ALLEGATO 1

MN.lst
STAR*NET-PRO Version 6.0.36
Copyright 1988-2007 Starplus Software, Inc.
Licensed for Use by University of Ferrara for Educational Use
Run Date: Fri Jan 17 2014 17:51:28

Summary of Files Used and Option Settings

Project Folder and Data Files

```
Project Name        MN
Project Folder      C:\PROGRAMMI\_TOPOG~1\STARNET\EXAMPLES
Data File List  1.  MANTOVA.txt
```

Project Option Settings

```
STAR*NET Run Mode                    : Adjust with Error Propagation
Type of Adjustment                   : Lev
Project Units                        : Meters
Input/Output Coordinate Order        : North-East
Create Coordinate File               : Yes
```

Instrument Standard Error Settings

```
Project Default Instrument
  Differential Levels                :    0.001000 Meters / Km
```

♀

Summary of Unadjusted Input Observations

Number of Entered Stations (Meters) = 1

Fixed Stations	Elev	Description
2000	24.0000	

Number of Differential Level Observations (Meters) = 59

From	To	Elev Diff	StdErr	Length
aux2076	aux2075	0.1021	0.0001	10
aux2075	aux2076	-0.1021	0.0001	10
aux2075	aux2000	-1.0784	0.0001	10
aux2000	aux2075	1.0788	0.0001	10
S9	1	1.4274	0.0001	10
1	2	-0.5891	0.0001	10
2	3	0.0148	0.0001	10
3	4	0.0544	0.0001	10
4	5	0.1214	0.0001	10
5	picchetto	-0.2118	0.0001	10
picchetto	5	0.2117	0.0001	10
5	4	-0.1214	0.0001	10
4	3	-0.0543	0.0001	10
3	2	-0.0148	0.0001	10
2	1	0.5893	0.0001	10
1	S9	-1.4275	0.0001	10
picchetto	6	-0.1806	0.0001	10
6	7	-0.0603	0.0001	10
7	8	-0.0251	0.0001	10
8	9	0.1634	0.0001	10
9	10	0.0974	0.0001	10
10	11	0.2894	0.0001	10
11	12	-0.0171	0.0001	10
12	aux2000	-0.0160	0.0001	10
aux2000	12	0.0159	0.0001	10
12	11	0.0170	0.0001	10
11	10	-0.2894	0.0001	10
10	9	-0.0973	0.0001	10
9	8	-0.1635	0.0001	10

		MN.lst		
8	7	0.0253	0.0001	10
7	6	0.0604	0.0001	10
6	picchetto	0.1807	0.0001	10
S9	asssp	0.8586	0.0001	10
asssp	S9	-0.8590	0.0001	10
S9	aux4000	0.9483	0.0001	10
aux4000	S9	-0.9483	0.0001	10
2000	aux2000	0.0045	0.0001	10
aux2000	2000	-0.0042	0.0001	10
4000	aux4000	0.0174	0.0001	10
aux4000	4000	-0.0174	0.0001	10
aux4000	13	-1.1241	0.0001	10
13	14	-0.0325	0.0001	10
14	15	-0.0372	0.0001	10
15	16	0.0130	0.0001	10
16	17	0.0025	0.0001	10
17	18	0.1110	0.0001	10
18	19	-0.1568	0.0001	10
19	cs	0.0594	0.0001	10
cs	19	-0.0594	0.0001	10
19	18	0.1567	0.0001	10
18	17	-0.1111	0.0001	10
17	16	-0.0024	0.0001	10
16	15	-0.0126	0.0001	10
15	14	0.0374	0.0001	10
14	13	0.0323	0.0001	10
13	aux4000	1.1239	0.0001	10
13	piez	0.6708	0.0001	10
13	ass	0.6441	0.0001	10
13	enelcs2	0.1927	0.0001	10

♀

Adjustment Statistical Summary

Number of Stations = 32

Number of Observations = 59
Number of Unknowns = 31
Number of Redundant Obs = 28

Observation	Count	Sum Squares of StdRes	Error Factor
Level Data	59	46.220	1.285
Total	59	46.220	1.285

Warning: The Chi-Square Test at 5.00% Level Exceeded Upper Bound
Lower/Upper Bounds (0.739/1.260)

♀

Adjusted Elevations and Error Propagation (Meters)

Station	Elev	StdDev	95%	Description
2000	24.0000	0.000000	0.000000	
aux2076	24.9808	0.000157	0.000308	
aux2075	25.0829	0.000128	0.000252	
aux2000	24.0044	0.000091	0.000178	
S9	22.9362	0.000352	0.000690	
1	24.3636	0.000340	0.000666	
2	23.7744	0.000328	0.000642	
3	23.7892	0.000315	0.000617	
4	23.8435	0.000301	0.000591	
5	23.9649	0.000287	0.000563	
picchetto	23.7532	0.000273	0.000534	
6	23.5726	0.000257	0.000504	
7	23.5123	0.000240	0.000471	
8	23.4871	0.000223	0.000436	
9	23.6505	0.000203	0.000398	

10	23.7479	0.000182	0.000356
11	24.0373	0.000157	0.000308
12	24.0203	0.000128	0.000252
asssp	23.7950	0.000363	0.000712
aux4000	23.8845	0.000363	0.000712
4000	23.8671	0.000375	0.000734
13	22.7605	0.000375	0.000734
14	22.7281	0.000385	0.000755
15	22.6908	0.000396	0.000776
16	22.7036	0.000406	0.000796
17	22.7060	0.000416	0.000816
18	22.8171	0.000426	0.000835
19	22.6603	0.000436	0.000854
cs	22.7197	0.000445	0.000872
piez	23.4313	0.000396	0.000776
ass	23.4046	0.000396	0.000776
enelcs2	22.9532	0.000396	0.000776

♀

Adjusted Observations and Residuals

Adjusted Differential Level Observations (Meters)

From	To	Elev Diff	Residual	StdErr	StdRes
aux2076	aux2075	0.1021	-0.0000	0.0001	0.2
aux2075	aux2076	-0.1021	-0.0000	0.0001	0.2
aux2075	aux2000	-1.0786	-0.0002	0.0001	2.2
aux2000	aux2075	1.0786	-0.0002	0.0001	2.2
S9	1	1.4274	0.0000	0.0001	0.2
1	2	-0.5892	-0.0001	0.0001	0.7
2	3	0.0147	-0.0000	0.0001	0.0
3	4	0.0543	-0.0001	0.0001	0.8
4	5	0.1214	-0.0000	0.0001	0.1
5	picchetto	-0.2117	0.0000	0.0001	0.4
picchetto	5	0.2117	0.0000	0.0001	0.5
5	4	-0.1214	-0.0000	0.0001	0.1
4	3	-0.0543	-0.0001	0.0001	0.8
3	2	-0.0147	0.0000	0.0001	0.0
2	1	0.5892	-0.0001	0.0001	0.8
1	S9	-1.4274	0.0000	0.0001	0.2
picchetto	6	-0.1806	-0.0001	0.0001	0.8
6	7	-0.0603	-0.0001	0.0001	0.5
7	8	-0.0252	-0.0001	0.0001	0.7
8	9	0.1634	0.0000	0.0001	0.5
9	10	0.0974	-0.0001	0.0001	0.6
10	11	0.2894	0.0000	0.0001	0.2
11	12	-0.0170	0.0001	0.0001	0.6
12	aux2000	-0.0159	0.0001	0.0001	0.6
aux2000	12	0.0159	0.0001	0.0001	0.6
12	11	0.0170	0.0001	0.0001	0.7
11	10	-0.2894	0.0000	0.0001	0.2
10	9	-0.0974	-0.0001	0.0001	0.6
9	8	-0.1634	0.0001	0.0001	0.5
8	7	0.0252	-0.0001	0.0001	0.7
7	6	0.0603	-0.0001	0.0001	0.6
6	picchetto	0.1806	-0.0001	0.0001	0.8
S9	asssp	0.8588	0.0002	0.0001	2.2
asssp	S9	-0.8588	0.0002	0.0001	2.2
S9	aux4000	0.9483	0.0000	0.0001	0.0
aux4000	S9	-0.9483	0.0000	0.0001	0.0
2000	aux2000	0.0044	-0.0002	0.0001	1.7
aux2000	2000	-0.0044	-0.0002	0.0001	1.7
4000	aux4000	0.0174	0.0000	0.0001	0.2
aux4000	4000	-0.0174	0.0000	0.0001	0.2
aux4000	13	-1.1240	0.0001	0.0001	1.0
13	14	-0.0324	0.0001	0.0001	1.0
14	15	-0.0373	-0.0001	0.0001	0.7
15	16	0.0128	-0.0002	0.0001	1.7

16	17	0.0024	-0.0001	0.0001	0.6
17	18	0.1111	0.0000	0.0001	0.2
18	19	-0.1567	0.0000	0.0001	0.4
19	cs	0.0594	0.0000	0.0001	0.2
cs	19	-0.0594	0.0000	0.0001	0.3
19	18	0.1567	0.0000	0.0001	0.4
18	17	-0.1111	0.0000	0.0001	0.3
17	16	-0.0024	-0.0001	0.0001	0.5
16	15	-0.0128	-0.0002	0.0001	1.8
15	14	0.0373	-0.0001	0.0001	0.7
14	13	0.0324	0.0001	0.0001	1.0
13	aux4000	1.1240	0.0001	0.0001	1.0
13	piez	0.6708	0.0000	0.0001	0.0
13	ass	0.6441	0.0000	0.0001	0.0
13	enelcs2	0.1927	-0.0000	0.0001	0.0

Elapsed Time = 00:00:00

-15
41
01 00000000 Top of File
01 00000006 Summary of Files Used and Option Settings
02 00000009 Project Folder and Data Files
02 00000015 Project Option Settings
02 00000023 Instrument Standard Error Settings
03 00000025 Project Default Instrument
01 00000028 Summary of Unadjusted Input Observations
02 00000031 Entered Stations
03 00000033 Fixed Elevations
02 00000036 Differential Level Observations
01 00000099 Adjustment Statistical Summary
01 00000117 Adjusted Elevations and Error Propagation
01 00000154 Adjusted Observations and Residuals
02 00000157 Adjusted Differential Level Observations
01 00000219 End of File
0000332F
STARPLUS
0000D81C

ALLEGATO 2

TABELLA DEI NUOVI VERTICI MATERIALIZZATI PER LA SCANSIONE 3D NELLA RETE LOCALE ALLA COSTRUZIONE DEL VIADOTTO (15/16-01-2014)

VERTICI LS	E [m]	N [m]	Q [m]
S1	10,000	10,000	10,000+13,127 = 23,127
S4	38,185	23,990	10,784+13,127 = 23,911
S6	31,530	4,967	9,823+13,127 = 22,950
S7	25,819	-5,395	9,835+13,127 = 22,962
S9	52,216	-25,476	9,815+13,127 = 22,942
S10	51,125	-20,020	9,827+13,127 = 22,954
S11	57,166	-7,961	9,809+13,127 = 22,936
S13	84,050	-30,223	10,420+13,127 = 23,547
AUX 4000	17,377	-18,535	10,750+13,127 = 23,877
CAPISALDI			Q [m]
AUX 2075			25,053
AUX 2076			24,981
AUX 2000			22,936
ASS SP1 (testa)			23,795
ASS SP2 (testa)			23,405
PIEZ SP2 (testa tubo)			23.431

La costante **13,127m** che si vede nella colonna delle Quote deriva dalla differenza della nuova quota del caposaldo aux 4000 rilevata da zenith tramite il riallaccio al caposaldo 2000 e la quota dello stesso ricavata in prima battuta in un sistema di riferimento locale alla scansione in cui l'origine ha quota fittizia 10,000m e gli altri vertici di conseguenza.

Questa operazione ci permette di inquadrare altimetricamente la scansione nel sistema di riferimento di progetto e quindi permette di fare dei confronti diretti.