



CONSORZIO DI BONIFICA PIANURA DI FERRARA

Sede legale e recapito postale:
44121 Ferrara - Via Borgo dei Leoni, 28 - C.F. 93076450381
web: www.bonificaferrara.it - e-mail: info@bonificaferrara.it
pec: posta.certificata@pec.bonificaferrara.it

aderente all' 
Associazione Nazionale Bonifiche, Irrigazioni e Miglioramenti Fondiari

CANALE S. NICOLO' – MEDELANA

PROGETTO ESECUTIVO

RIPRISTINO DELLE CONDIZIONI DI STABILITÀ ARGINALE DEL CANALE
SAN NICOLÒ – MEDELANA. II STRALCIO

RELAZIONI

RAPPORTO SULLE INDAGINI

Data
09/11/2021

Elab.
R-3820-SNMST2-PE-02-04

Rev.
00

IL PROGETTISTA
(Dott. Ing. Elisa Maniezzo)



IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
(Dott. Ing. Marco Volpin)



1. INDICE

1.	INDICE	2
2.	PRINCIPALI FONTI BIBLIOGRAFICHE	3
3.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
4.	PREMESSA	5
5.	RILIEVI ED INDAGINI INTEGRATIVI PER LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA	6

ALLEGATI:

ALLEGATO A: Report indagini laboratorio LIFE

ALLEGATO B: Report rilievo topografico ScanSolution



2. PRINCIPALI FONTI BIBLIOGRAFICHE

- [1] Lancellotta R., “*Geotecnica*” – Ed. Zanichelli, Bologna (2000).
- [2] Jaeger C., “*Rock Mechanics and Engineering*” – Ed. Cambridge, London (1979).
- [3] Anderson M.G., Richards S., “*Slope stability*” – Ed. JWS, New York (1992).
- [4] Farulla C. A., “*Analisi di stabilità dei pendii*” – Ed. Hevelius, Napoli (2000).
- [5] Bowles J., “*Foundation analysis and design*” – Ed. McGrawHill, London (1998).
- [6] Viggiani C., “*Fondazioni*” – Ed. Hevelius, Napoli (2000).
- [7] Atkinson J., “*Geotecnica*” – Ed. McGraw-Hill, Milano (1997).
- [8] Nova R., “*Fondamenti di meccanica delle terre*” - Ed. McGraw-Hill, Milano (1997).
- [9] Pozzati P., Ceccoli C.: “*Teoria e tecnica delle costruzioni*” – Ed. Utet, Torino (1997);
- [10] M. Corrao, G. Coco Geofisica Applicata 2009 Dario Flaccovio Editore
- [11] M. Mele Interazione terreno-struttura in prospettiva sismica 1990 Dario Flaccovio Editore
- [12] T. Crespellani, J. Facciorusso Dinamica dei terreni per le applicazioni sismiche 2010 Dario Flaccovio Editore
- [13] RUE Ferrara 2013 Relazione Geologico Sismica. Prof. Ing. Vincenzo Fioravante, ing. Daniela Giretti
- [14] Gruppo di lavoro CPTI (2004). Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004 (CPTI04), INGV, Bologna
- [15] Gutenberg B., Richter C.F. (1944). Frequency of earthquakes in California. Bulletin of the Seismological Society of America, 34(4), 1985-1988.
- [16] Associazione Geotecnica Italiana AGI (2005). Linee Guida “Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica”, Patron, Bologna



3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le Normative di riferimento adottate sono le seguenti:

- D.M. 17 gennaio 2018 “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”
- Circ. Ministero delle infrastrutture e dei trasporti n.7 del 21 gennaio 2019, “Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle “Norme Tecniche per le Costruzioni” di cui al DM del 17 gennaio 2018”.
- D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380; “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia”.
- LEGGE REGIONALE N. 19 DEL 30-10-2008 REGIONE EMILIA-ROMAGNA NORME PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO SISMICO
- D.Lgs. 50/2016. Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture. (16G00062) (GU Serie Generale n.91 del 19-4-2016 – Suppl. Ordinario n. 10);
- D.Lgs. 42/2004. Codice dei beni culturali del paesaggio;
- Decreto del Min. delle Infrastrutture 14/01/2008. Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni;
- D.Lgs. 81/2008. Testo unico sulla sicurezza;
- D.Lgs. 152/2006. Norme in materia ambientale;
- L.R. Emilia Romagna 9/99 sulla Valutazione di Impatto Ambientale;
- L.R. Emilia Romagna 31/2002. Disciplina generale dell'edilizia;
- D.M. 161/2012. Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo;
- L. 177/2012. Modifiche al decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di sicurezza sul lavoro per la bonifica degli ordigni bellici;
- D.P.R. 327 del 8/06/2001 Testo Unico sulle procedure espropriative per pubblica utilità;
- L.R. Emilia Romagna n. 37 del 19/12/2002. Disposizioni regionali sugli espropri.

4. PREMESSA

La presente relazione si inserisce nel **Progetto Esecutivo** denominato “**Ripristino delle condizioni di stabilità arginale del canale San Nicolò – Medelana. Il Stralcio**” e contiene tutti i risultati delle indagini in situ condotte lungo il tracciato del canale.

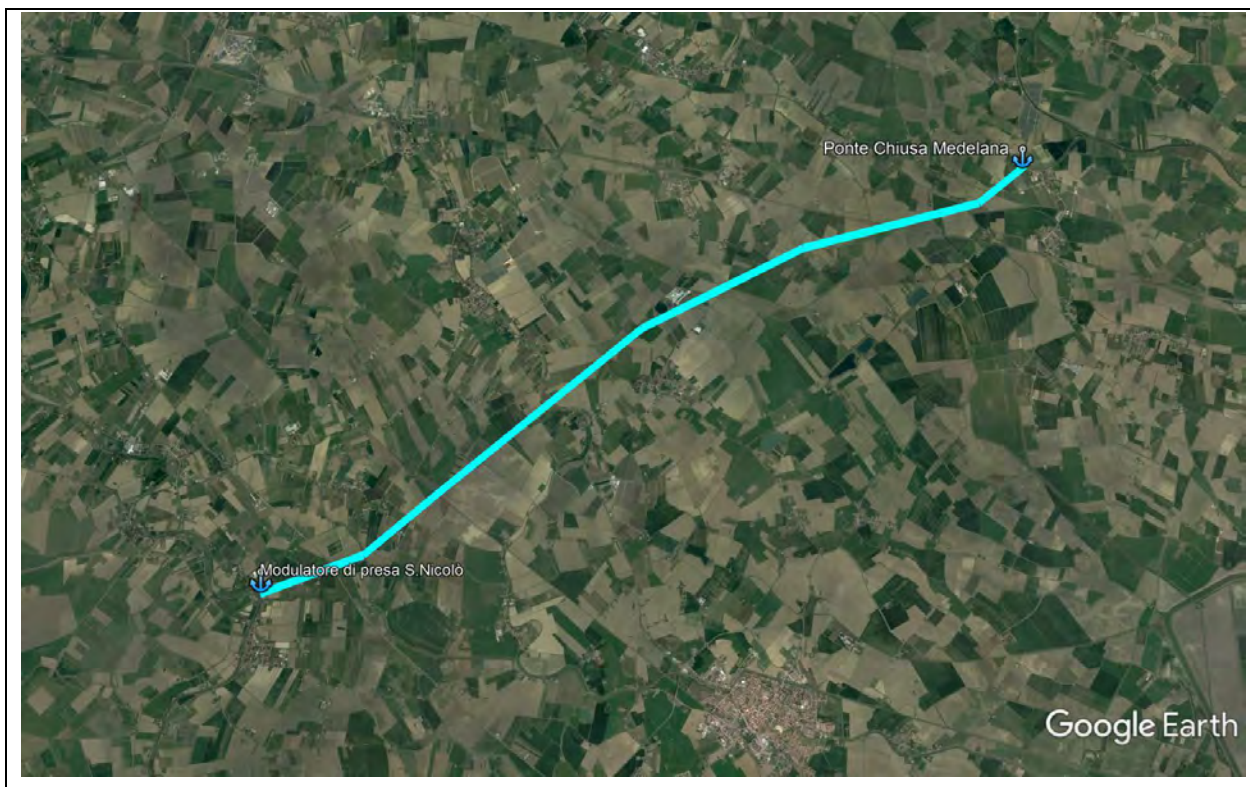


Figura 1: Canale San Nicolò – Medelana

Le zone di intervento facenti parte del presente stralcio funzionale partono dalla sezione 1 alla sezione 25, come indicato nelle planimetrie di progetto allegate al progetto esecutivo:

- D-3820-SNMST2-PE-08-01_00 TAVOLA 1
- D-3820-SNMST2-PE-08-02_00 TAVOLA 2
- D-3820-SNMST2-PE-08-03_00 TAVOLA 3
- D-3820-SNMST2-PE-08-04_00 TAVOLA 4
- D-3820-SNMST2-PE-08-05_00 TAVOLA 5
- D-3820-SNMST2-PE-08-06_00 TAVOLA 6
- D-3820-SNMST2-PE-08-07_00 TAVOLA 7
- D-3820-SNMST2-PE-08-08_00 TAVOLA 8



5. RILIEVI ED INDAGINI INTEGRATIVI PER LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA

Come detto in Relazione Generale, le informazioni disponibili sull'opera risalgono al progetto esecutivo di impermeabilizzazione del 1982, oltre alle indagini speditive del 2010, che comprendevano:

1. Disamina generale di carattere geologico;
2. Saggi e indagini visive nei punti critici;
3. Installazione di una fitta rete piezometrica per il monitoraggio delle linee di filtrazione arginali per vari stati idraulici di invaso del canale;
4. Controllo in sito e ricostruzione della successione litologica del corpo arginale dalle carote estratte e campionamento dei livelli significativi;

Si è dunque ritenuto necessario reperire informazioni aggiornate e puntuali circa lo stato di fatto dell'opera in relazione ai seguenti aspetti:

ASPETTI TOPOGRAFICI: al fine di conoscere l'esatta geometria dell'opera, è stato eseguito un rilievo LIDAR (Light Detection and Ranging) finalizzato alla determinazione di una nuvola di punti associati a specifiche coordinate geografiche nel sistema WGS 84 + quota z.

ASPETTI STRUTTURALI: a tal fine sono stati eseguiti dei prelievi di campioni di calcestruzzo per successive prove di schiacciamento, verifica permeabilità e assorbimento; sono state rilevate anche le sezioni resistenti del rivestimento e verificate le effettive condizioni dei giunti;

ASPETTI GEOLOGICO –GEOTECNICI: a tal fine sono stati eseguiti n. 3 sondaggi geognostici spinti fino a 8m di profondità, indagini di laboratorio e una serie di indagini tomografiche elettromagnetiche per la ricostruzione delle sezioni longitudinali degli argini in corrispondenza delle eterogeneità riscontrate nel 2010.

L'esito delle indagini sopra citate è riportato interamente tra gli allegati alla presente relazione.



Laboratori Ingegneria Ferrara s.r.l.

sede legale: via Palestro 25 - 44121 Ferrara (FE) - Italy
sede operativa: via Nuvolari 6 - 44019 Gualdo di Voghiera (FE) - Italy
ufficio 0532.818068 – fax +39.0532.473486 - mobile +39.320.6651813
web: www.lifelab.it - mail: info@lifelab.it - pecmail: lifecert@pec.it



Management
System
ISO 9001:2015

www.tuv.com
ID 9105086584

Committente

Consorzio di Bonifica – Pianura di Ferrara

Oggetto

Ripristino della piena funzionalità idraulica del canale S. Nicolò Medelana - Indagini sulle strutture e sui terreni nelle aree maggiormente ammalorate

CIG Z9D3162F87



Titolo

RAPPORTO CONCLUSIVO DI INDAGINE

Emesso:

ing. Rachele Ferioli

Approvato:

Ing. Sergio Tralli

LABORATORI INGEGNERIA
FERRARA S.r.l.
Partita IVA 04090400389

2802	15	01	Aggiunta Allegato 3	07/0/2021	comm2802-doc15-rev01-SAN NICOLO MEDELANA
2802	15	00	Prima emissione	11/06/2021	comm2802-doc15-rev00-SAN NICOLO MEDELANA
Commessa	Documento	Rev.	Motivazione	Data	Nome file

INDICE

1.	PREMESSA	5
2.	PRELIEVO DI CAMPIONI DI CALCESTRUZZO E PROVE DI LABORATORIO	6
2.1	Prove di laboratorio	13
2.1.1	Prova di rottura per compressione	14
2.1.2	Determinazione dell'assorbimento d'acqua a pressione atmosferica	15
2.1.3	Determinazione della profondità di penetrazione dell'acqua sotto pressione	16
3.	SONDAGGI GEOGNOSTICI E PROVE DI LABORATORIO SUI TERRENI	18
4.	ALLEGATI	19

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: inquadramento cartografico con individuazione dei tratti di indagine	5
Figura 2: individuazione punti di prelievo dei campioni di calcestruzzo.....	6
Figura 3: prelievo campioni di calcestruzzo – Id 1 e Id 1G.....	7
Figura 4: prelievo campioni di calcestruzzo – Id 2 e Id 2G.....	7
Figura 5: prelievo campioni di calcestruzzo – Id 3 e Id 3G.....	7
Figura 6: prelievo campioni di calcestruzzo – Id 4 e Id 4G.....	8
Figura 7: prelievo campioni di calcestruzzo – Id 5 e Id 5G.....	8
Figura 8: accettazione fotografica campione Id 1 e area da cui è stato prelevato.....	9
Figura 9: accettazione fotografica campione Id 1G e area da cui è stato prelevato.....	9
Figura 10: accettazione fotografica campione Id 2 e area da cui è stato prelevato.....	10
Figura 11: accettazione fotografica campione Id 2G e area da cui è stato prelevato	10
Figura 12: accettazione fotografica campione Id 3 e area da cui è stato prelevato.....	11
Figura 13: accettazione fotografica campione Id 3G e area da cui è stato prelevato	11
Figura 14: accettazione fotografica campione Id 4 e area da cui è stato prelevato.....	12
Figura 15: accettazione fotografica campione Id 4G e area da cui è stato prelevato	12
Figura 16: accettazione fotografica campione Id 5 e area da cui è stato prelevato.....	13
Figura 17: accettazione fotografica campione Id 5G e area da cui è stato prelevato	13
Figura 18: accettazione fotografica campione Id 1.....	14
Figura 19: accettazione fotografica campione Id 2.....	14
Figura 20: accettazione fotografica campione Id 3.....	14
Figura 21: accettazione fotografica campione Id 4.....	14
Figura 22: accettazione fotografica campione Id 5.....	14
Figura 23: preparazione dei provini da sottoporre a prova di rottura per compressione– ID2.....	15
Figura 24: preparazione dei provini da sottoporre a prova di rottura per compressione – ID4	15
Figura 25: preparazione dei provini da sottoporre a prova di rottura per compressione – ID5	15
Figura 26: provini sottoposti nella prova di assorbimento	16
Figura 27: prova di impermeabilità	17
Figura 28: sondaggio 1 – Tratto 4, Bivio Correggi.....	18

1. Premessa

Su incarico della Committenza, **Consorzio di Bonifica – Pianura di Ferrara**, la scrivente società ha eseguito, unitamente ad alcuni fornitori qualificati, una serie di indagini specialistiche volte alla determinazione delle caratteristiche dei terreni e delle opere idrauliche in calcestruzzo.

Il canale San Nicolò Medelana si sviluppa per 14 km; la committenza e i tecnici incaricati delle verifiche hanno individuato quattro tratti in cui eseguire la campagna di indagine.

Si riporta di seguito un estratto cartografico con indicazione dei tratti individuati:

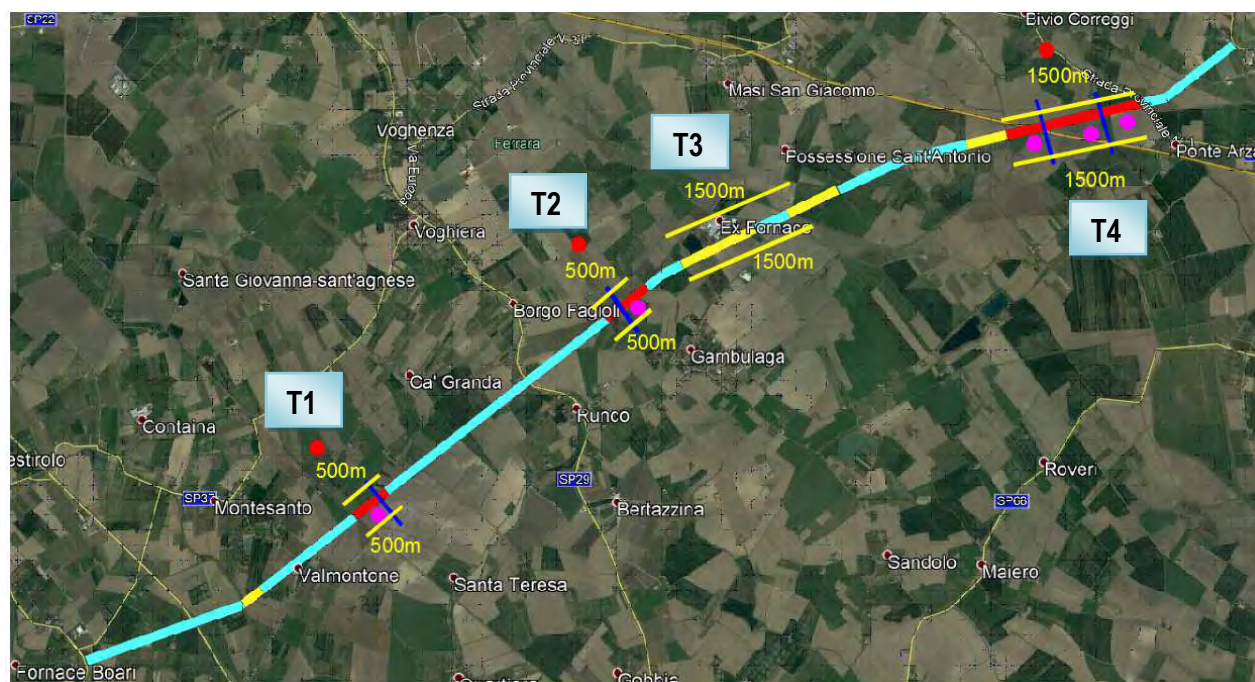


Figura 1: inquadramento cartografico con individuazione dei tratti di indagine

L'incarico affidato alla scrivente società è relativo a:

- Prelievo di campioni di calcestruzzo dall'opera idraulica per le successive prove di laboratorio (prova di compressione, prova di assorbimento e prova di permeabilità a carico costante)
- Rilievo di sezioni resistenti di strutture in c.a.
- Indagine tomografica elettromagnetica per la ricostruzione di sezioni longitudinali
- N° 3 Sondaggi geognostici fino alla profondità di 8 m con prelievo di campionature per le successive prove di laboratorio (determinazione del contenuto di acqua, determinazione del peso di volume, limiti di Atterberg, analisi granulometriche e prove di permeabilità).

2. Prelievo di campioni di calcestruzzo e prove di laboratorio

Su indicazione della committenza e dei tecnici incaricati delle verifiche, i carotaggi sono stati eseguiti in cinque punti, nello specifico si rimanda all'immagine sottostante (punti rosa) per la determinazione dell'ubicazione delle indagini:

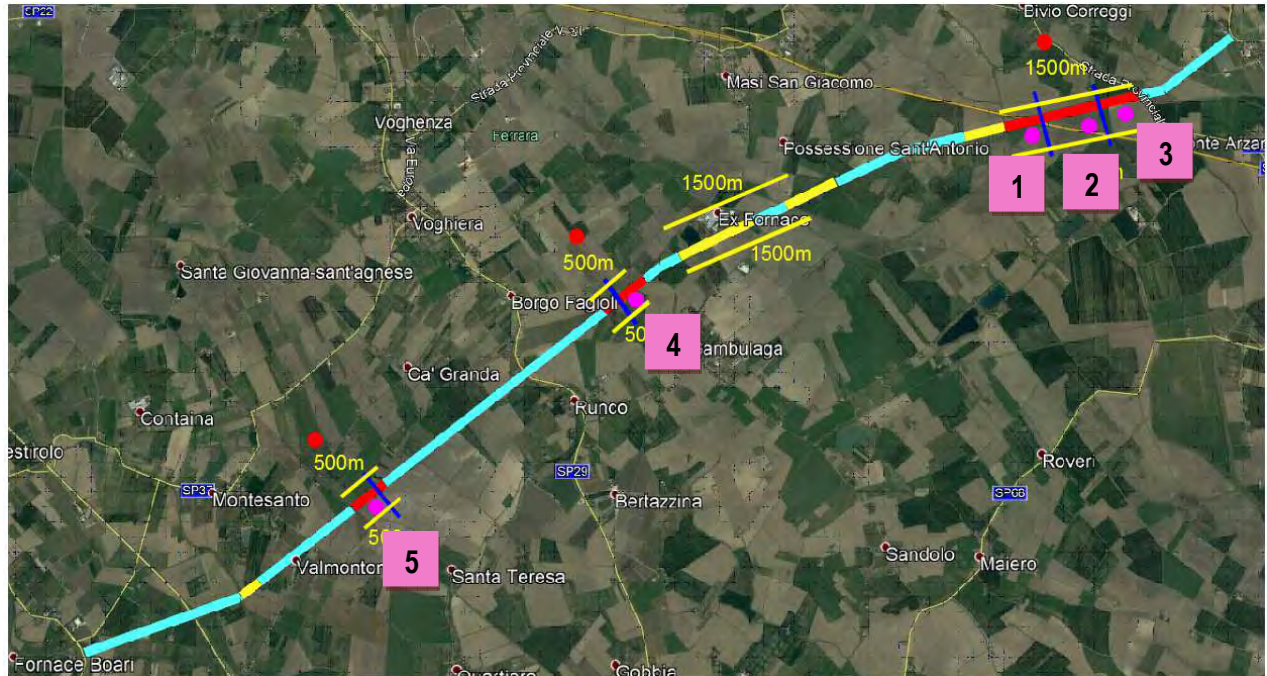


Figura 2: individuazione punti di prelievo dei campioni di calcestruzzo

Di seguito si riportano le coordinate dei punti di prelievo:

- ID1 - Tratto 4 - pos1: 44.768598, 11.840775
- ID2 - Tratto 4 - pos2: 44.7697150, 11.8470830
- ID3 - Tratto 4 - pos3: 44.7706760, 11.8524890
- ID4 - Tratto 2 - pos4: 44.7507090, 11.7819010
- ID5 - Tratto 1 - pos5: 44.7310490, 11.7478610

Per ogni punto di prelievo sono state prelevate due carote, una dal centro della lastra e una in corrispondenza della zona di giunto tra due lastre adiacenti:



Figura 3: prelievo campioni di calcestruzzo – Id 1 e Id 1G



Figura 4: prelievo campioni di calcestruzzo – Id 2 e Id 2G

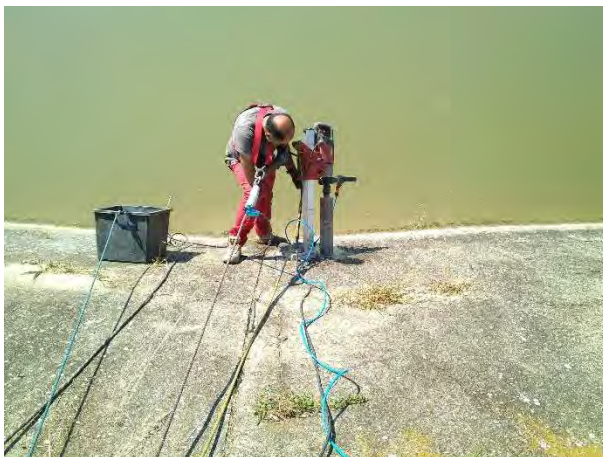


Figura 5: prelievo campioni di calcestruzzo – Id 3 e Id 3G



Figura 6: prelievo campioni di calcestruzzo – Id 4 e Id 4G



Figura 7: prelievo campioni di calcestruzzo – Id 5 e Id 5G

I prelievi eseguiti hanno interessato l'intero spessore delle solette, sia in corrispondenza delle lastre, sia in corrispondenza dei giunti. La scelta di eseguire carotaggi passanti è volta a determinare se al di sotto dello strato di calcestruzzo fosse presente una guaina impermeabilizzante e la tipologia di materiale al di sotto di questa. Di seguito si riportano le informazioni ricavate in situ:

- Carotaggio 1: campione di lunghezza totale pari a 120 mm. Al di sotto della carota 1 non è presente sormonto né foglio impermeabile. Sotto la soletta è presente ghiaietto e limo. All'interno del campione è presente una rete diametro 6 mm.



Figura 8: accettazione fotografica campione Id 1 e area da cui è stato prelevato

- Carotaggio 1G: il giunto risulta essere molto degradato, al suo interno è presenta erba e terra fino alla profondità di 75 mm (lunghezza totale del campione 120 mm). Al di sotto del giunto è presente un foglio impermeabile



Figura 9: accettazione fotografica campione Id 1G e area da cui è stato prelevato

- Carotaggio 2: campione di lunghezza totale pari a 170 mm. Al di sotto della carota 2 non è presente sormonto né foglio impermeabile. Sotto la soletta è presente ghiaietto e limo. All'interno del campione è presente una rete diametro 6 mm a profondità 140 mm (non è possibile determinare il passo della rete).



Figura 10: accettazione fotografica campione Id 2 e area da cui è stato prelevato

- Carotaggio 2G: è presente un taglio netto fino alla profondità di 40 mm (spessore pari a 5 mm), per i restanti 130 mm invece il campione presenta una cavillatura. Al di sotto del giunto non è presente un foglio impermeabile, ma direttamente terreno argilloso – limoso.



Figura 11: accettazione fotografica campione Id 2G e area da cui è stato prelevato

- Carotaggio 3: il carotaggio in questa zona ha individuato 80 m di calcestruzzo, una rete ossidata diametro 6 mm, 10 mm di vuoto (probabilmente causati dallo spalling dovuto all'ossidazione), altri 20 m di calcestruzzo e infine terreno limoso – argilloso.



Figura 12: accettazione fotografica campione Id 3 e area da cui è stato prelevato

- Carotaggio 3G: è presente un taglio netto fino alla profondità di 15 mm (spessore pari a 7 mm), per i restanti 95 mm invece il campione risulta integro. Sul fondo del campione è presente un ferro di armatura.



Figura 13: accettazione fotografica campione Id 3G e area da cui è stato prelevato

- Carotaggio 4: campione di lunghezza totale pari a 170 mm. Al di sotto della carota 4 non è presente nessun foglio impermeabile. Sotto la soletta è presente limo argilloso. All'interno del campione è presente una rete diametro 6 mm a profondità 160 mm (non è possibile determinare il passo della rete).



Figura 14: accettazione fotografica campione Id 4 e area da cui è stato prelevato

- Carotaggio 4G: è presente un taglio netto fino alla profondità di 50 mm (spessore pari a 20 mm), per i restanti 120 mm è presente solamente una cavillatura in cui, al momento, non è ancora presente terreno e erba. Sul fondo del campione è presente un foglio impermeabilizzante in bitume.



Figura 15: accettazione fotografica campione Id 4G e area da cui è stato prelevato

- Carotaggio 5: campione di lunghezza totale pari a 190 mm. al di sotto della carota 6 non è presente nessun foglio impermeabile. All'interno del campione è presente una rete diametro 6 mm a profondità 160 mm (non è possibile determinare il passo della rete).



Figura 16: accettazione fotografica campione Id 5 e area da cui è stato prelevato

- Carotaggio 5G: è presente un taglio netto fino alla profondità di 40 mm (spessore pari a 20 mm), per i restanti 130 mm è presente solamente una cavillatura in cui, al momento, non sono ancora presenti terreno e erba. Al di sotto dell'area indagata è presente terreno limoso.



Figura 17: accettazione fotografica campione Id 5G e area da cui è stato prelevato

2.1 Prove di laboratorio

I campioni Id 1, 2, 3, 4 e 5 sono destinati alle seguenti prove di laboratorio:

- Prove di compressione
- Prove di assorbimento d'acqua
- Prove di permeabilità a carico costante



Figura 18: accettazione fotografica campione Id 1



Figura 19: accettazione fotografica campione Id 2



Figura 20: accettazione fotografica campione Id 3



Figura 21: accettazione fotografica campione Id 4



Figura 22: accettazione fotografica campione Id 5

2.1.1 Prova di rottura per compressione

Dai campioni prelevati in situ, sono stati ricavati 5 provini di forma cilindrica. La preparazione dei provini da sottoporre a prova di rottura per compressione è avvenuta secondo la procedura standard definita dalla norma UNI EN 12390-1, che prevede taglio e rettifica a umido. Le dimensioni dei provini, a causa del ridotto spessore della soletta in alcune zone, non sempre rispettano il requisito richiesto $H/D = 1$.

Successivamente, i provini sono stati pesati e poi sottoposti a prova di rottura per compressione. La prova si effettua in accordo alla norma UNI EN 12390-3 utilizzando una pressa da 3000kN conforme alla UNI EN

12390-4.

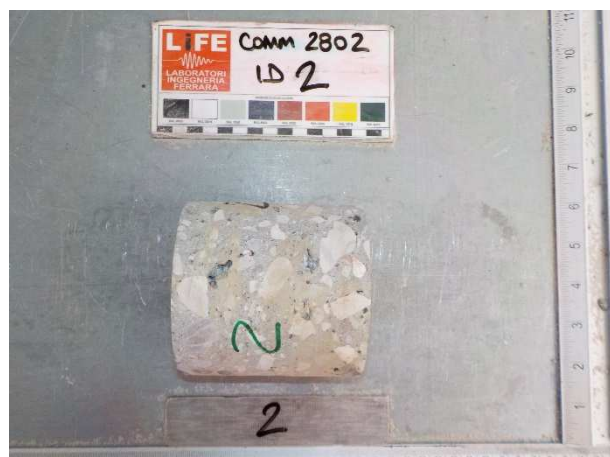


Figura 23: preparazione dei provini da sottoporre a prova di rottura per compressione– ID2



Figura 24: preparazione dei provini da sottoporre a prova di rottura per compressione – ID4



Figura 25: preparazione dei provini da sottoporre a prova di rottura per compressione – ID5

Si definisce $f_{c\lambda}$ la resistenza a compressione del provino con rapporto di snellezza $\lambda = L/D$

Si definisce $R_{c1} = (f_{c\lambda} \times 2.5)/(1.5 + 1/\lambda)$ la resistenza a compressione del corrispondente cilindro di snellezza $\lambda = 1$ assimilabile alla resistenza cubica.

Dalle prove eseguite, il calcestruzzo prelevato dalle strutture dell'opera in oggetto esplica un valore medio della resistenza cubica a compressione pari a $R_{c1m} = 53.0 \text{ MPa}$

La massa volumica dei provini testati, determinata in accordo alla norma UNI EN 12390-7, risulta assai omogenea e si attesta nell'intorno del valore medio pari a $m_v = 2263 \text{ kg/m}^3$.

I risultati di prova sono riportati integralmente in *Allegato 4*:

- RDP n°02157_COMPCIL_comm2802_do17

2.1.2 Determinazione dell'assorbimento d'acqua a pressione atmosferica

Dai campioni prelevati mediante carotaggi sono stati ricavati 2 provini cilindrici di calcestruzzo da sottoporre a prove di laboratorio per la determinazione dell'assorbimento di acqua a pressione atmosferica secondo la norma UNI 7699 "Prova sul calcestruzzo indurito – determinazione dell'assorbimento di acqua alla pressione

atmosferica".



Figura 26: provini sottoposti nella prova di assorbimento

Dopo aver preparato i campioni come descritto nella normativa di riferimento si è proceduto a pesarli (M_0) e ad immergerli in acqua fino per l'intera altezza a meno di 5 mm.

24 ore dopo si è aggiunta acqua per far sì che campione risultasse immerso completamente con battente di 20 mm.

Dopo 7 giorni dall'inizio dell'immersione si procede alla pesata del provino (M_j)

Da questo momento in poi si è poi proceduto a pesare i campioni ogni 24 ore fino a raggiungimento della massa costante.

Raggiunta la massa costante (M_j) è possibile determinare l'assorbimento di acqua alla pressione atmosferica mediante la seguente formula:

$$w_a = \frac{M_j - M_0}{M_0} \times 100$$

L'assorbimento medio è pari al 2.45%

I risultati di prova sono riportati integralmente in *Allegato 4*:

– RDP n°02159_ASSORBIMENTO LAPIDEO_comm2802-doc17

2.1.3 Determinazione della profondità di penetrazione dell'acqua sotto pressione

Dai campioni prelevati mediante carotaggi orizzontali sono stati ricavati 3 provini cilindrici di calcestruzzo da sottoporre a prove di laboratorio per la determinazione della profondità di penetrazione dell'acqua sotto pressione.

I tre provini sono stati posizionati all'interno dell'apparecchio a tre posti per la prova di impermeabilità ed è stata applicata una pressione di 50 kPa per 72 ore consecutive.



Figura 27: prova di impermeabilità

La profondità di penetrazione media è pari a 41 mm.

I risultati di prova sono riportati integralmente in *Allegato 4*:

— RDP n°02158_PROFONDITA' DI PENETRAZIONE DELL'ACQUA IN
PRESSIONE_comm2802_doc17

3. Sondaggi geognostici e prove di laboratorio sui terreni

Come riportato nel capitolo 1, sono stati eseguiti tre sondaggi geognostici, ognuno dei quali spinto fino alla profondità di 8 metri. I sondaggi sono stati eseguiti dalla ditta Songeo s.r.l..

Di seguito si riportano le coordinate dei punti di sondaggio:

- Tratto 4 – Bivio Correggi: 44.770677, 11.852489
- Tratto 2 - Gambulaga: 44.750880, 11.782231
- Tratto 1 - Valmontone: 44.730882, 11.747296



Figura 28: sondaggio 1 – Tratto 4, Bivio Correggi

Per ogni sondaggio sono stati prelevati due campioni che sono stati successivamente consegnati al Laboratorio del Geol. Antonio Mucchi per l'esecuzione delle seguenti prove:

- Determinazione del contenuto di acqua
- Determinazione del peso di volume
- Limiti di Atterberg
- Analisi granulometrica
- Prova di permeabilità

Le stratigrafie dei sondaggi e i risultati delle prove di laboratorio sono riportati integralmente nei certificati contenuti in *Allegato 2*.

4. Allegati

Allegato 1	Rapporti di prova: prove sui campioni di calcestruzzo
Allegato 2	Rapporti di prova: stratigrafie e prove sui terreni
Allegato 3	Relazione tecnica indagini geofisiche

ALLEGATO 1

Rapporti di prova: prove sui campioni di calcestruzzo

Resistenza a compressione di provini cilindrici in calcestruzzo UNI EN 12390-3

RAPPORTO DI PROVA n° 02157/2021 Rev.00 del 05/07/2021

Committente: Consorzio di Bonifica della Pianura di Ferrara
Indirizzo: Via Borgo dei Leoni 28, 44121 Ferrara
Cantiere: Canale San Nicolò Medelana
Opera: --
Proprietà: --
Impresa: --
Attrezzature: Pressa automatica da 3000kN (cod.102) - Vasca di maturazione (cod.199-200) - Bilancia(cod.099) - Calibro (cod.245) - Macchina per rettifica (cod.334)
Data cprelievo: 04/06/2021 **Commessa:** 2802
Richiedente: Ing. Marco Volpin
Prelevati da: TRL - GMM **Ruolo:** Tecnici di Life srl

Data prove: 05/07/2021

ID	Sigla campione	Descrizione Verbale di prelievo	Data prelievo	Dimensioni			Massa volumica	Carico di rottura	Resistenza unitaria f_{ck}	Tipo di rottura
				ϕ	h	λ				
				[mm]		[-]	[kg/m ³]	[kN]	[N/mm ²]	[C/NC]
1	ID 02	tratto 4	04/06/21	95	95	1,00	2232	386,4	54,5	C
2	ID 04	tratto 2	04/06/21	95	95	1,00	2297	405,0	57,1	C
3	ID 05	tratto 1	04/06/21	95	95	1,00	2260	334,9	47,2	C
4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

CAMPIONAMENTO: a cura dei tecnici di Life srl

RETTIFICA ESEGUITA SUI CAMPIONI N°: 1-2-3

I campioni non rettificati sono risultati conformi alla planarità prevista dalla normativa di riferimento.

Le tolleranze dimensionali sono indicate nella UNI EN 12390-1 richiamata nel D.M. 17/01/2018.

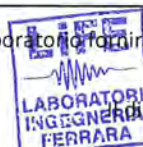
λ : snellezza del provino = h/ϕ

f_{ck} : resistenza a compressione del provino con snellezza pari a λ

TIPO DI ROTTURA: C = conforme; NC = non conforme

N.B.: Gli strumenti impiegati sono sottoposti a controllo periodico di taratura. Il laboratorio fornisce a richiesta le informazioni necessarie ad assicurare la rintracciabilità della catena metrologica.

Lo sperimentatore
Massimiliano Fabbri



Direttore del laboratorio
Ing. Roberto Lovisetto

Determinazione della profondità di penetrazione dell'acqua sotto pressione

RAPPORTO DI PROVA n° 02158/2021 **Rev.00 del** 05/07/2021

Committente: Consorzio di Bonifica della Pianura di Ferrara
Indirizzo: Via Borgo dei Leoni 28, 44121 Ferrara
Cantiere: Canale San Nicolò Medelana
Opera: --
Proprietà: --
Impresa: --
Attrezzature: Apparecchio a tre posti per prova di impermeabilità (cod.001)
Prelevati il: 04/06/2021 **Commessa:** 2802
Richiedente: Ing. Marco Volpin
Consegnati da: TRL - GMM **Ruolo:** Tecnici di Life srl

Data prove: da 01/07/21 al 04/07/21

Campione	Superficie		Pressione	Durata prova	Direzione dell'acqua	Profondità di penetrazione
	d	h				
ID	[mm]		[kPa]	[h]	(*)	[mm]
2	95	95	500	72	parallela	63
4	95	95	500	72	parallela	33
5	95	95	500	72	parallela	27

(*) Indica la direzione di applicazione dell'acqua in pressione rispetto alla direzione in opera.

Il provino cubico di lato 150mm viene sottoposto ad un getto d'acqua avente pressione pari a 500 ± 50 kPa per un tempo pari a 72 ± 2 h.

VALORE MEDIO DI PENETRAZIONE	(**)DP [mm]	41
(**) Depth of penetration : profondità di penetrazione		

Note:

N.B: Gli strumenti impiegati sono sottoposti a controllo periodico di taratura. Il laboratorio fornirà a richiesta le informazioni necessarie ad assicurare la rintracciabilità della catena metrologica.

Lo sperimentatore
 Massimiliano Fabbri

Il direttore del laboratorio
 ing. Roberto Lovisetto

Determinazione dell'assorbimento d'acqua alla pressione atmosferica - UNI 7699

RAPPORTO DI PROVA n° 02159/2021 Rev.00 del 05/07/2021

Committente: Consorzio di Bonifica della Pianura di Ferrara
 Indirizzo: Via Borgo dei Leoni 28, 44121 Ferrara
 Cantiere: Canale San Nicolò Medelana
 Opera: --
 Proprietà: --
 Impresa: --
 Attrezzature: Bilancia(cod.099) - Calibro (cod.245) - Macchina per rettifica (cod.334)
 Data prelievo: 04/06/2021 Commessa: 2802
 Richiedente: Ing. Marco Volpin
 Prelevati da: TRL - GMM Ruolo: Tecnici di Life srl

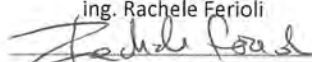
Data prove: dal 15/06/2021 al 23/06/2021

ID	Sigla campione	Descrizione Verbale di prelievo	Data prelievo	Dimensioni		Massa M_0	Massa M_1	Assorbimento w_a
				$\varnothing$	h			
				[mm]		[g]	[g]	[%]
1	1	Carota calcestruzzo - tratto 4	04/06/21	94,5	70,3	1115,80	1138,00	2,0
2	3	Carota calcestruzzo - tratto 4	04/06/21	94,5	61,5	967,20	995,00	2,9
3	--	--	--	--	--	--	--	--
4	--	--	--	--	--	--	--	--
5	--	--	--	--	--	--	--	--
6	--	--	--	--	--	--	--	--
7	--	--	--	--	--	--	--	--
8	--	--	--	--	--	--	--	--
9	--	--	--	--	--	--	--	--
10	--	--	--	--	--	--	--	--

CAMPIONAMENTO: a cura del laboratorio LIFE srl
 RETTIFICA ESEGUITA SUI CAMPIONI N°: 1-2

N.B.: Gli strumenti impiegati sono sottoposti a controllo periodico di taratura. Il laboratorio fornirà a richiesta le informazioni necessarie ad assicurare la rintracciabilità della catena metrologica.

Lo sperimentatore
 ing. Rachele Ferioli




Il direttore del laboratorio
 ing. Roberto Lovisetto

ALLEGATO 2

Rapporti di prova: stratigrafie e prove sui terreni



Via A. Ascari, 6 - 44019 Gualdo di Voghiera (FE)

Tel. 0532 773136 - 0532 815683 Fax 0532 776455

www.songeo.it info@songeo.it

P.IVA e C.F. 01083140382

Certificazione UNI EN ISO 9001: 2015 N° 17493 rilasciata da Certquality

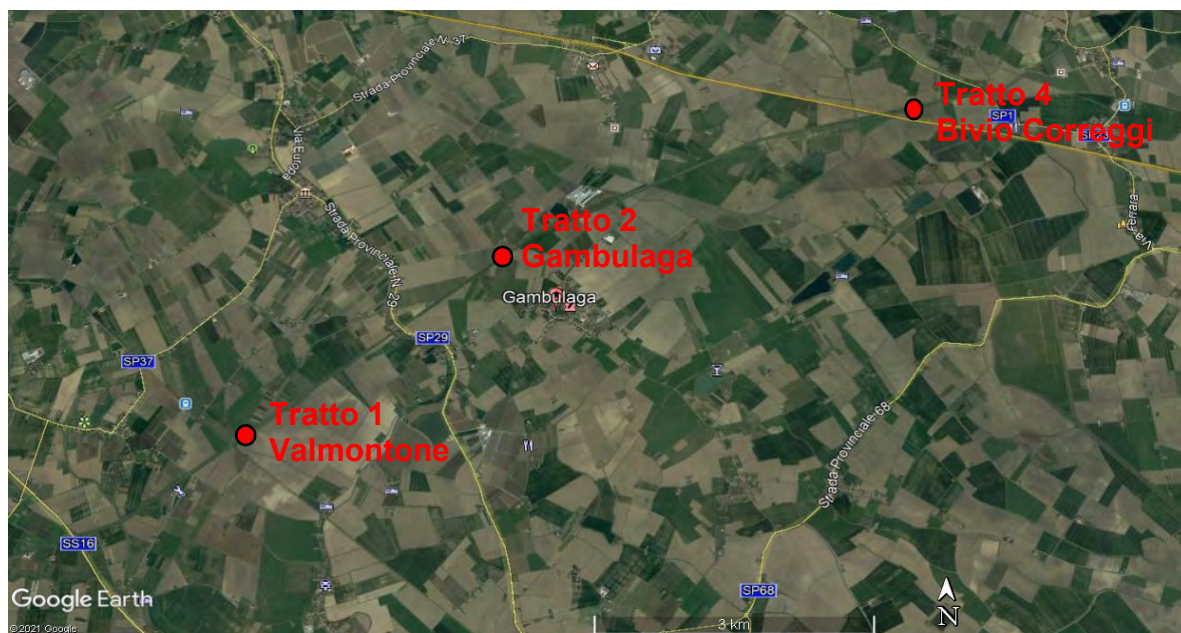
Albo Nazionale Gestori Ambientali Iscrizione n° BO 03079 Cat. 9-Ee 2BIS

Commessa 01016 del 01/06/21**Località** Montesanto, Gambulaga, Ostellato (FE)**Cantiere** canale San Nicolò - Medelana**Committente****LIFE srl**

Elenco dei certificati

Rif.	Certificato	del	Prova	Specifica	Metodo
Tratto 1 Valmontone	76/21	04/06/2021	Sondaggio geognostico	ASTM D 2488-90; AGI 1977	Carotaggio continuo
Tratto 2 Gambulaga	77/21	04/06/2021	Sondaggio geognostico	ASTM D 2488-90; AGI 1977	Carotaggio continuo
Tratto 4 Bivio Correggi	78/21	04/06/2021	Sondaggio geognostico	ASTM D 2488-90; AGI 1977	Carotaggio continuo

Corografia e Planimetria

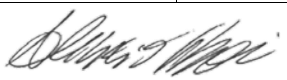


Sperimentatore

Direttore

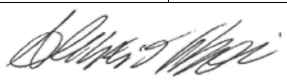
 Via A. Ascari 6 - 44019 Gualdo di Voghiera (FE) tel. 0532 773136 - 0532 815683 fax 0532 776455 E mail info@songeo.it Sito www.songeo.it Certificazione UNI EN ISO 9001:2015 N° 17493 rilasciata da Certiquality			DATA ESECUZIONE DAL 04/06/21 AL 04/06/21		METODO PERFOR. CAROTAGGIO CONTINUO		SONDAGGIO N° TRATTO 1 VALMONTONE		pag. 2 di 4					
QUOTA p.c.			ATTREZZI: CAROTIERE Ø 101 mm RIVESTIMENTI Ø 127 mm				SONDA IDRAULICA HYDRA JOY1							
COMMITTENTE LIFE Srl			PIEZOMETRO											
LOCALITA' Canale San Nicolò Medelana - Montesanto (FE)														
NOTE			CAMPIONI ● SPT ○ CAMPIONI RIMANEGGIATI ■ CAMPIONI INDISTURBATI				LIVELLO ACQUA DATA MT. dal P.C.		PROF. FORO		PROF. RIVEST.		ASSISTENTI Renato Sacchetti	
							04/06/21 3,95		8,0 m		4,5 m		OPERATORI Giulio Rossi	

mt.	QUOTA da P.C.	SIMBOLOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	POCKET kg/cm²	TORVANE kg/cm²	PIEZOMETRO
			TIPO	NUM.	PROF.				
1	0,80					Limo argiloso deb. sabbioso marrone/nocciola, asciutto e molto consistente con livelletto biancastro a 0,4 m.	>6	>2,4	
2	2,60		SH1	2,00 2,50		Limo argiloso nocciola con sfumature grigie, marroni e ocre e locali puntature nerastre. Asciutto e molto consistente.	5,2	>2,4	
3	3,50					Argilla grigia con noduli marroni, consistente.	2,0	1,0	
4	6,20		SH2	4,50 5,00		Argilla colore grigio variegato nocciola, consistente, localmente con livelletti limosi, presenti sfumature e punti marroni e rade e minute concrezioni calcaree. Plastica. Da 5,0 m diminuisce la consistenza.	3,5	1,1	
5	6,60					Argilla grigia con sfumature nocciola e minuti frustoli, plastica.	2,8	0,8	
6	7,20					Limo sabbioso nocciola e grigio con punti cra.	2,2	1,0	
7	7,50					Sabbia fine e media deb. limosa grigia.	2,0	0,8	
8	8,00					Sabbia fine grigia deb. limosa alternata a livelletti di limo con sabbia fine.	1,6	0,8	
9							1,0	0,6	
10							0,8	0,4	

Certificato n°	76/21	data	04/06/21	N°Commessa	010616	data	01/06/2021
Procedure di riferimento ASTM D 2488-90; AGI 1977							
responsabili	Dott. Alessio Bosi		revisione	0		inizio lavori	3 giugno 2021
elaborazione	Dott. Geol. Renato Sacchetti		responsabile cantiere	Geom. Giulio Rossi		fine lavori	4 giugno 2021
verifica			direzione lavori	Dott. Ing. Elisa Maniezzo			
SPERIMENTATORE 			DIRETTORE 				

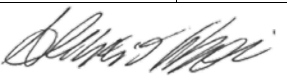
 Via A. Ascari 6 - 44019 Gualdo di Voghiera (FE) tel. 0532 773136 - 0532 815683 fax 0532 776455 E mail info@songeo.it Sito www.songeo.it Certificazione UNI EN ISO 9001:2015 N° 17493 rilasciata da Certiquality			DATA ESECUZIONE DAL 03/06/21 AL 03/06/21		METODO PERFOR. CAROTAGGIO CONTINUO		SONDAGGIO N° TRATTO 2 GAMBULAGA		pag. 3 di 4					
QUOTA p.c.			ATTREZZI: CAROTIERE Ø 101 mm RIVESTIMENTI Ø 127 mm				SONDA IDRAULICA HYDRA JOY1							
COMMITTENTE LIFE Srl			PIEZOMETRO											
LOCALITA' Canale San Nicolò Medelana - Gambulaga (FE)														
NOTE			CAMPIONI ● SPT ○ CAMPIONI RIMANEGGIATI ■ CAMPIONI INDISTURBATI				LIVELLO ACQUA DATA MT. dal P.C.		PROF. FORO		PROF. RIVEST.		ASSISTENTI Marco Rolfini	
									8,0 m		4,0 m		OPERATORI Giulio Rossi	

mt.	QUOTA da P.C.	SIMBOLOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	POCKET kg/cm²	TORVANE kg/cm²	PIEZOMETRO
			TIPO	NUM.	PROF.				
1	0,30					Terreno vegetale limoso sabbioso argilloso marrone.			
	1,00					Limo sabbioso argilloso nocciola molto consistente e asciutto.			
2						Limo argilloso deb. sabbioso localmente sabbioso di colore marrone nocciola; da 1,70 m il terreno si presenta saturo. Moderatamente consistente.	1,0 0,7 1,0	0,4 0,2 0,3	
			SH1		2,00 2,50				
3						Limo argilloso deb. sabbioso di colore marrone nocciola con patine da ossidazione ocra. Moderatamente consistente.	0,8 1,2 0,6	0,4 0,5 0,2	
4							1,2	0,4	
			SH2		4,00 4,50				
5						Argilla limosa grigia nocciola moderatamente consistente; localmente presenti laminazioni limose sabbiose.	1,3 0,9 0,7 0,7	0,6 0,3 0,2 0,3	
	5,70								
6						Alternanze decimetriche di limi argillosi e limi sabbiosi, localmente con sabbia, di colore grigio.			
	7,50								
7									
	8,00					Argilla grigia azzurra con velature organiche nerastre.	1,5 1,3 1,3	0,7 0,6	
8									
9									
10									

Certificato n°	77/21	data	04/06/21	N°Commessa	010616	data	01/06/2021
Procedure di riferimento ASTM D 2488-90; AGI 1977							
responsabili		revisione	inizio lavori	3 giugno 2021	fine lavori	4 giugno 2021	
elaborazione	Dott. Alessio Bosi	0	responsabile cantiere	Geom. Giulio Rossi			
verifica	Dott. Geol. Renato Sacchetti		direzione lavori	Dott. Ing. Elisa Maniezzo			
SPERIMENTATORE				DIRETTORE			

SONGEO SRL Via A. Ascari 6 - 44019 Gualdo di Voghiera (FE) tel. 0532 773136 - 0532 815683 fax 0532 776455 E mail info@songeo.it Sito www.songeo.it Certificazione UNI EN ISO 9001:2015 N° 17493 rilasciata da Certiquality			DATA ESECUZIONE DAL 03/06/21 AL 03/06/21		METODO PERFOR. CAROTAGGIO CONTINUO		SONDAGGIO N° TRATTO 4 BIVIO CORREGGI		pag. 4 di 4					
QUOTA p.c.			ATTREZZI: CAROTIERE Ø 101 mm RIVESTIMENTI Ø 127 mm				SONDA IDRAULICA HYDRA JOY1							
COMMITTENTE LIFE Srl			PIEZOMETRO											
LOCALITA' Canale San Nicolò Medelana - Bivio Correggi (FE)														
NOTE			CAMPIONI ● SPT ○ CAMPIONI RIMANEGGIATI ■ CAMPIONI INDISTURBATI				LIVELLO ACQUA DATA MT. dal P.C.		PROF. FORO		PROF. RIVEST.		ASSISTENTI Marco Rolfini	
									8,0 m		4,0 m		OPERATORI Giulio Rossi	

mt.	QUOTA da P.C.	SIMBOLOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	POCKET kg/cm²	TORVANE kg/cm²	PIEZOMETRO
			TIPO	NUM.	PROF.				
1	0,30					Terreno vegetale limoso argilloso deb. sabbioso marrone.			
	1,00					Limo sabbioso argilloso nocciola molto consistente e asciutto.	>6	>2,4	
2						Limo sabbioso localmente argilloso nocciola molto consistente e asciutto.	>6	>2,4	
3						Limo argilloso/argilla limosa marrone con patine da ossidazione ocra. Da molto consistente a consistente verso il basso.	3,3	1,4	
							2,3	1,2	
4							1,2	0,5	
							1,0	0,4	
5									
6						Sabbia medio fine con limo passante a 6,0 m a sabbia medio fine limosa di colore grigio.			
7	7,00								
8	8,00					Limo argilloso grigio azzurro localmente intercalato a livelli centimetrici di sabbia fine.	0,7	0,2	
							0,8	0,4	
9									
10									

Certificato n°	78/21	data	04/06/21	N°Commessa	010616	data	01/06/2021
Procedure di riferimento ASTM D 2488-90; AGI 1977							
responsabili		revisione	inizio lavori		fine lavori		
Dott. Alessio Bosi		0	responsabile cantiere		Geom. Giulio Rossi		4 giugno 2021
Dott. Geol. Renato Sacchetti			direzione lavori		Dott. Ing. Elisa Maniezzo		
SPERIMENTATORE				DIRETTORE			

SCHEMA APERTURA CAMPIONE
Norma di riferimento ASTM D2488 - AGI 1977

Committente: **Laboratorio Ingegneria Ferrara srl**
Cantiere: **Canale S.Nicolò - Medelana**
Campione: **TRATTO 1 - SH1** Profondità: **mt. 2.0-2.5**
Data apertura: **04/06/2021**
Verbale di accettazione n.19 del 04/06/2021

Tipo di contenitore: ☐ Fustella ☐ Sacchetto ☐ Sassetta
Qualità campione: Scadente ☐ Discreta ☐ Buona ☐ Eccellente

ALTO BASSO
0 42cm



(*) I simboli adottati per le prove sono descritti nella legenda a fondo pagina		PROVE DI LABORATORIO ESEGUITE											
Livello	Descr. litologica	P.P	V.T	Y	G.S	A	LA	PT	Ed	Tr	k		
A	Argilla molto compatta color marrone, presenti locali punti di ossidazione.	510	160	*		*	*				*		

LEGENDA PROVE

Pocket penetrometrico P.P. (kPa)

Vane test V.T (kPa)

Peso di volume Y

Contenuto d'acqua W

Peso specifico G.S

Aerometria A

Limiti di Atterberg LA

Limiti di ritiro LR

Prova di taglio PT

Prova edometrica Ed

Triassiale Tr

Permeabilità k

Pagina	Sperimentatore	Il Direttore	Certificato di prova n. 282
1 di 1	Dr. Malaguti D.	Dr. Geol. Mucchi Antonio	Data emissione: 10/06/2021



**LABORATORIO GEOTECNICO Dr.Geol. Antonio Mucchi**

Via Alberto Ascari, 8 - Gualdo di Voghiera 44019 (FE) - Tel 0532/815681 -
www.mucchilab.it - email mucchilab@tin.it

*Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad
eseguire e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01*

Azienda con sistema di
gestione per la qualità
certificato da KIWA
=UNI EN ISO 9001=

Committente : Laboratorio Ingegneria Ferrara srl

Cantiere : Canale S.Nicolò - Medelana

Campione : TRATTO 1 - SH1

mt. 2.0-2.5

Data prova : 04/06/2021

Verbale di accettazione n.19 del 04/06/2021

CONTENUTO D'ACQUA
Norma di riferimento ASTM D 2216

Massa terreno umido + tara (g)	271.72
Massa terreno secco + Tara (g)	220.20
Massa tara (g)	5.70
Contenuto d'acqua - W (%)	24.0

PESO UNITA' DI VOLUME
Norma di riferimento ASTM D 2937

Volume (cm ³)	86.83
Massa terreno umido + Tara (g)	247.19
Massa tara (g)	73.73
Peso unità di volume (γ)	(g/cm ³) 1.998
	(kN/m ³) 19.591
Peso secco unità di volume (γ _d)	(g/cm ³) 1.611
	(kN/m ³) 15.797

Pagina	Sperimentatore	Il Direttore	Certificato di prova n. 283
1 di 1	Dr. Malaguti D.	Dr. Geol. Mucchi Antonio	Data emissione: 10/06/2021

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

Norma di riferimento ASTM D 422 - AGI 1994

Committente : **Laboratorio Ingegneria Ferrara srl**

Cantiere : **Canale S. Nicolò - Medelana**

Campione : **TRATTO 1 - SH1 mt. 2.0-2.5**

Data prova : **08/06/2021**

Verbale di accettazione n.19 del 04/06/2021

Diametro (mm)	Passante (%)
0.063	100.00
0.0541	99.10
0.0383	99.08
0.0270	99.06
0.0172	97.46
0.0124	94.26
0.0090	89.47
0.0066	81.51
0.0048	71.96
0.0030	57.65
0.0013	36.99

Classificazione secondo norma AGI

Sabbia (2 - 0.063mm) : **0%**

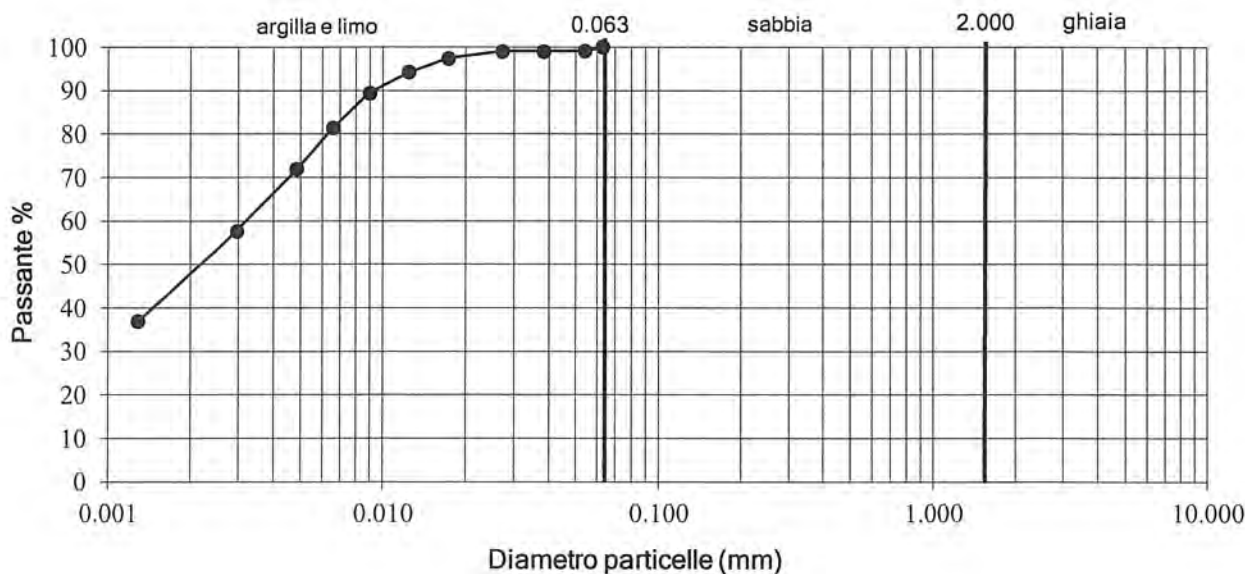
Limo (0.063 - 0.002 mm) : **52%**

Argilla (< 0.002mm) : **48%**

Trattenuto allo 0.063 mm :

Umidità naturale W%

24.02



Pagina	Sperimentatore	Il Direttore	Certificato di prova n. 284
1 di 1	Dr. Malaguti D.	Dr. Geol. Mucchi Antonio	Data emissione: 10/06/2021



LIMITI DI ATTERBERG

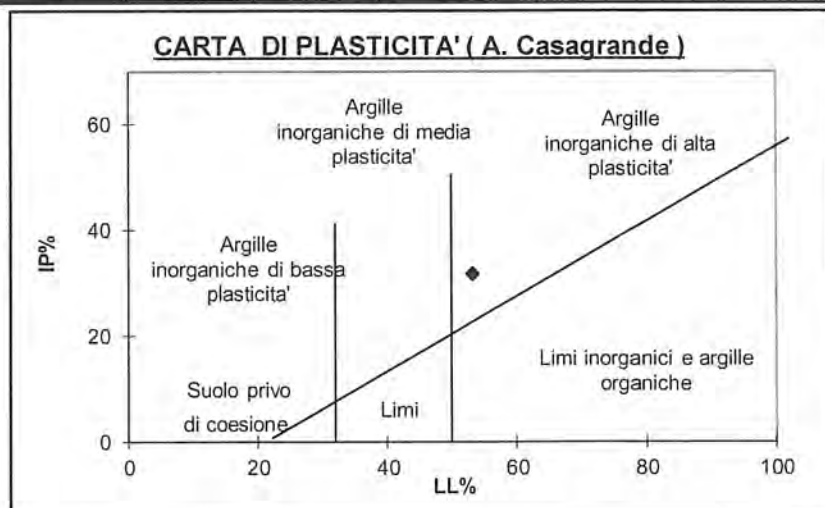
Norma di riferimento Norma ASTM D4318

Committente : **Laboratorio Ingegneria Ferrara srl**
Cantiere : **Canale S. Nicolò - Medelana**
Campione : **TRATTO 1 - SH1** mt. 2.0-2.5
Data prova : **07/06/2021**

Verbale di accettazione n.19 del 04/06/2021

N° CONTENITORE	Limite liquido			Lim. plastico media 2 det.	Umidità Naturale
	1	2	3		4
N° COLPI	38	22	12		
Massa terreno umido + tara (g)	37.39	36.03	30.10	18.79	271.72
Massa terreno secco + tara (g)	29.38	27.57	23.00	17.23	220.20
Massa acqua contenuta (g)	8.01	8.46	7.10	1.56	51.52
Massa tara (g)	13.13	11.85	10.62	9.93	5.70
Massa terreno secco (g)	16.25	15.72	12.4	7.30	214.50
Contenuto d'acqua %	49.3	53.8	57.4	21.4	24.0

Limite liquido %	53
Limite Plastico %	21
Umidità naturale %	24.0
Indice Plastico %	32
Indice di consistenza	0.92



Pagina	Sperimentatore	Il Direttore	Certificato di prova n.	285
1 di 1	Dr. Malaguti D.	Dr. Geol. Mucchi Antonio	Data emissione :	10/06/2021

**LABORATORIO GEOTECNICO Dr.Geol. Antonio Mucchi**

Via Alberto Ascani, 8 - Gualdo di Voghiera 44019 (FE) - Tel 0532/815681 -
www.mucchilab.it - email mucchilab@tin.it

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad
eseguire e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01

Azienda con sistema di
gestione per la qualità
certificato da KIWA
=UNI EN ISO 9001=

PROVA DI PERMEABILITA ' A CARICO VARIABILE**Norma di riferimento DIN 18130**

Committente: **Laboratorio Ingegneria Ferrara srl**

Cantiere: **Canale S.Nicolò - Medelana**

Campione: **TRATTO 1 - SH1**

mt 2.0-2.5

Natura del campione: **argillosa**

Data inizio prova: **04/06/2021**

Verbale di accettazione n.19 del 04/06/2021

a =	sezione della buretta	0.785	cm ²
L =	altezza del campione	7.0	cm
A =	sezione del campione	38.46	cm ²
t =	tempo di prova	86400	sec.
h° =	altezza iniziale carico idraulico	256.0	cm
h1 =	altezza finale carico idraulico	254.0	cm
Y =	peso dell'unità di volume	19.184	kN/m ³

$K = ((a*L)/(A*t)*(ln h°/h1))$	1.30E-08	cm/sec
	1.30E-10	m/sec

Pagina	Sperimentatore	Dr. Malaguti D.	Certificato di prova n. 286
1 di 1	Dr. Malaguti D.	Dr. Geol. Mucchi Antonio	Data emissione: 10/06/2021



SCHEMA APERTURA CAMPIONE

Norma di riferimento ASTM D2488 - AGI 1977

Committente: **Laboratorio Ingegneria Ferrara srl**
Cantiere: **Canale S.Nicolò - Medelana**
Campione: **TRATTO 1 - SH2** Profondità: **mt. 4.5-5.0**
Data apertura: **04/06/2021**
Verbale di accettazione n.19 del 04/06/2021

Tipo di contenitore: ☐ Fustella ☐ Sacchetto ☐ Sassetta

Qualità campione: Scadente ☐ Discreta ☐ Buona ☒ Eccellente

ALTO BASSO
0 58cm



(*) I simboli adottati per le prove sono descritti nella legenda a fondo pagina		PROVE DI LABORATORIO ESEGUITE											
Livello	Descr. litologica	P.P	V.T	Y	G.S	A	LA	PT	Ed	Tr	k		
A	Argilla compatta color marrone, presenti locali tracce di ossidazione. Ultimi 15 cm argilla debolmente limosa.	210	90	*		*	*				*		

LEGENDA PROVE

Pocket penetrometrico P.P. (kPa)

Vane test V.T (kPa)

Peso di volume Y

Contenuto d'acqua W

Peso specifico G.S

Aerometria A

Limiti di Atterberg LA

Limiti di ritiro LR

Prova di taglio PT

Prova edometrica Ed

Triassiale Tr

Permeabilità k

Pagina	Sperimentatore	Il Direttore	Certificato di prova n. 287
1 di 1	Dr. Malaguti D.	Dr. Geol. Mucchi Antonio	Data emissione: 10/06/2021

Committente : Laboratorio Ingegneria Ferrara srl

Cantiere : Canale S.Nicolò - Medelana

Campione : TRATTO 1 - SH2

mt. 4.5-5.0

Data prova : 04/06/2021

Verbale di accettazione n.19 del 04/06/2021

CONTENUTO D'ACQUA
Norma di riferimento ASTM D 2216

Massa terreno umido + tara (g)	259.38
Massa terreno secco + Tara (g)	208.58
Massa tara (g)	5.67
Contenuto d'acqua - W (%)	25.0

PESO UNITA' DI VOLUME
Norma di riferimento ASTM D 2937

Volume (cm ³)	86.83
Massa terreno umido + Tara (g)	248.23
Massa tara (g)	73.28
Peso unità di volume (γ)	(g/cm ³) 2.015
	(kN/m ³) 19.759
Peso secco unità di volume (γ _d)	(g/cm ³) 1.611
	(kN/m ³) 15.803

Pagina	Sperimentatore	Il Direttore	Certificato di prova n. 288
1 di 1	Dr. Malaguti D.	Dr. Geol. Mucchi Antonio	Data emissione: 10/06/2021





LABORATORIO GEOTECNICO Dr.Geol. Antonio Mucchi

Via Alberto Ascarelli, 8 - Gualdo di Voghiera 44019 (FE) - Tel 0532/815681 -
www.mucchilab.it - email mucchilab@tin.it

Azienda con sistema di
gestione per la qualità
certificato da KIWA
=UNI EN ISO 9001=

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad
eseguire e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01

ANALISI GRANULOMETRICA e AEROMETRIA

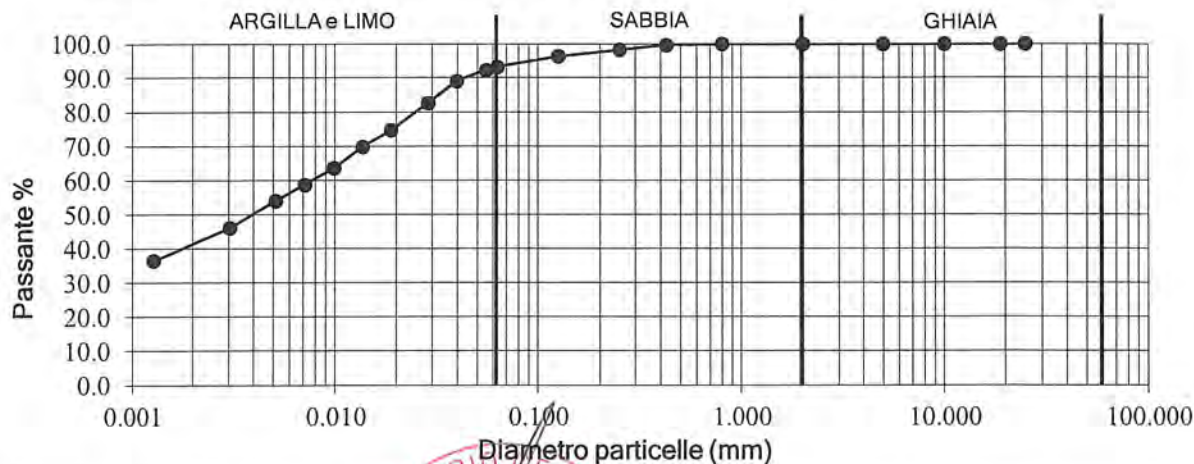
Norma di riferimento UNI EN 933/1 - AGI 1994

Committente : **Laboratorio Ingegneria Ferrara srl**
Cantiere : **Canale S.Nicolò - Medelana**
Campione: **TRATTO 1 - SH2** **mt. 4.5-5.0**
Data inizio prova : **08/06/2021**
Verbale di accettazione n.19 del 04/06/2021

Diametro (mm)	Passante (%)
25	100.0
19	100.0
10	100.0
5	100.0
2	100.0
0.8	100.00
0.425	99.61
0.25	98.23
0.125	96.30
0.063	93.26
0.0550	92.26
0.0395	89.06
0.0288	82.69
0.0189	74.72
0.0136	69.94
0.0099	63.57
0.0071	58.79
0.0051	54.01
0.0030	46.05
0.0013	36.52

Classificazione norma AGI	
Ghiaia (> 2.0 mm) :	0%
Sabbia (2.0 - 0.063 mm) :	7%
Limo (0.063 - 0.002 mm) :	52%
Argilla (< 0.002 mm) :	41%

Umidità naturale W%	25.04
---------------------	-------



Pagina	Sperimentatore	Il Direttore	Certificato di prova n. 289
1 di 1	Dr. Malaguti D.	Dr. Geol. Antonio Mucchi	Data emissione: 10/06/2021

LIMITI DI ATTERBERG

Norma di riferimento Norma ASTM D4318

Committente : **Laboratorio Ingegneria Ferrara srl**
Cantiere : **Canale S. Nicolò - Medelana**
Campione : **TRATTO 1 - SH2** **mt. 4.5-5.0**
Data prova : **07/06/2021**

Verbale di accettazione n.19 del 04/06/2021

N° CONTENITORE	Limite liquido			Lim. plastico media 2 det.	Umidita' Naturale
	1	2	3		4
N° COLPI	37	22	14		
Massa terreno umido + tara (g)	35.65	29.68	35.46	18.27	259.38
Massa terreno secco + tara (g)	28.21	23.81	27.33	16.75	208.58
Massa acqua contenuta (g)	7.44	5.87	8.13	1.52	50.80
Massa tara (g)	12.90	12.62	13.25	10.02	5.67
Massa terreno secco (g)	15.31	11.19	14.1	6.73	202.91
Contenuto d'acqua %	48.6	52.5	57.7	22.6	25.0

Limite liquido %	53
Limite Plastico %	23
Umidita' naturale %	25.0
Indice Plastico %	30
Indice di consistenza	0.92

CARTA DI PLASTICITA' (A. Casagrande)

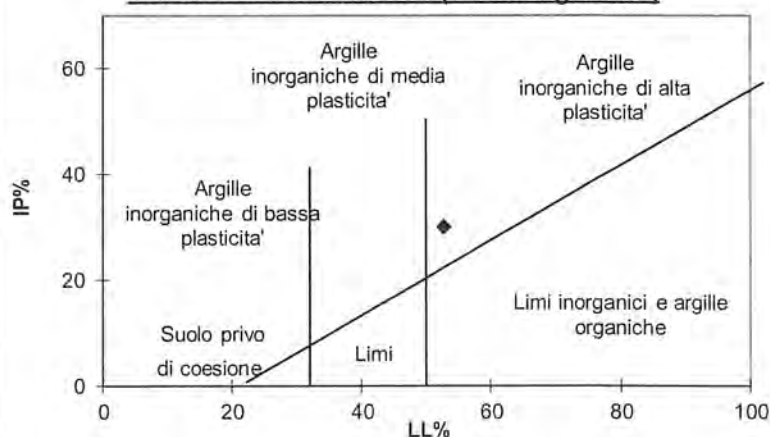


GRAFICO DEL LIMITE DI LIQUIDITA'



Pagina	Sperimentatore	Il Direttore	Certificato di prova n.	290
1 di 1	Dr. Malaguti D.	Dr. Geol. Mucchi Antonio	Data emissione :	10/06/2021

**LABORATORIO GEOTECNICO Dr.Geol. Antonio Mucchi**

Via Alberto Ascari, 8 - Gualdo di Voghiera 44019 (FE) - Tel 0532/815681 -
www.mucchilab.it - email mucchilab@tin.it

*Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad
eseguire e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01*

Azienda con sistema di
gestione per la qualità
certificato da KIWA
=UNI EN ISO 9001=

PROVA DI PERMEABILITA' A CARICO VARIABILE**Norma di riferimento DIN 18130**

Committente: **Laboratorio Ingegneria Ferrara srl**

Cantiere: **Canale S.Nicolò - Medelana**

Campione: **TRATTO 1 - SH2**

mt 4.5-5.0

Natura del campione: **argillosa**

Data inizio prova: **04/06/2021**

Verbale di accettazione n.19 del 04/06/2021

a =	sezione della buretta	0.785	cm ²
L =	altezza del campione	6.5	cm
A =	sezione del campione	38.46	cm ²
t =	tempo di prova	86400	sec.
h° =	altezza iniziale carico idraulico	256.0	cm
h1 =	altezza finale carico idraulico	252.5	cm
Y =	peso dell'unità di volume	19.880	kN/m ³

$K = ((a \cdot L) / (A \cdot t) \cdot (\ln h^{\circ} / h_1))$	2.11E-08	cm/sec
	2.11E-10	m/sec

Pagina	Sperimentatore	Il Direttore	Certificato di prova n. 291
1 di 1	Dr. Malaguti D.	Dr. Geol. Mucchi Antonio	Data emissione: 10/06/2021

SCHEDA APERTURA CAMPIONE

Norma di riferimento ASTM D2488 - AGI 1977

Committente: **Laboratorio Ingegneria Ferrara srl**
Cantiere: **Canale S. Nicolò - Medelana**
Campione: **TRATTO 2 - SH1** Profondità: **mt. 2.0-2.5**
Data apertura: **04/06/2021**
Verbale di accettazione n.19 del 04/06/2021

Tipo di contenitore: ☐ Fustella ☐ Sacchetto ☐ Sassetta
Qualità campione: ☐ Scadente ☐ Discreta ☒ Buona ☐ Eccellente

ALTO BASSO
0 52cm



(*) I simboli adottati per le prove sono descritti nella legenda a fondo pagina		PROVE DI LABORATORIO ESEGUITE											
Livello	Descr. litologica	P.P	V.T	Y	G.S	A	LA	PT	Ed	Tr	k		
A	Argilla limosa mediamente compatta color nocciola	140	50	*		*	*				*		

LEGENDA PROVE

Pocket penetrometrico P.P. (kPa)

Vane test V.T (kPa)

Peso di volume Y

Contenuto d'acqua W

Peso specifico G.S

Aerometria A

Limiti di Atterberg LA

Limiti di ritiro LR

Prova di taglio PT

Prova edometrica Ed

Triassiale Tr

Permeabilità k

Pagina	Sperimentatore	Il Direttore	Certificato di prova n. 292
1 di 1	Dr. Malaguti D.	Dr. Geol. Mucchi Antonio	Data emissione: 10/06/2021

Committente : Laboratorio Ingegneria Ferrara srl

Cantiere : Canale S.Nicolò - Medelana

Campione : TRATTO 2 - SH1

mt. 2.0-2.5

Data prova : 04/06/2021

Verbale di accettazione n.19 del 04/06/2021

CONTENUTO D'ACQUA
Norma di riferimento ASTM D 2216

Massa terreno umido + tara (g)	342.67
Massa terreno secco + Tara (g)	277.00
Massa tara (g)	5.72
Contenuto d'acqua - W (%)	24.2

PESO UNITA' DI VOLUME
Norma di riferimento ASTM D 2937

Volume (cm ³)	86.83
Massa terreno umido + Tara (g)	249.47
Massa tara (g)	73.60
Peso unità di volume (γ)	(g/cm ³) 2.025
	(kN/m ³) 19.863
Peso secco unità di volume (γ _d)	(g/cm ³) 1.631
	(kN/m ³) 15.992

Pagina	Sperimentatore	Il Direttore	Certificato di prova n. 293
1 di 1	Dr. Malaguti D.	Dr. Geol. Mucchi Antonio	Data emissione: 10/06/2021





LABORATORIO GEOTECNICO Dr. Geol. Antonio Mucchi

Via Alberto Ascarelli, 8 - Gualdo di Voghiera 44019 (FE) - Tel 0532/815681 -
www.mucchilab.it - email mucchilab@tin.it

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad eseguire e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01

Azienda con sistema di gestione per la qualità certificato da KIWA =UNI EN ISO 9001=

ANALISI GRANULOMETRICA e AEROMETRIA

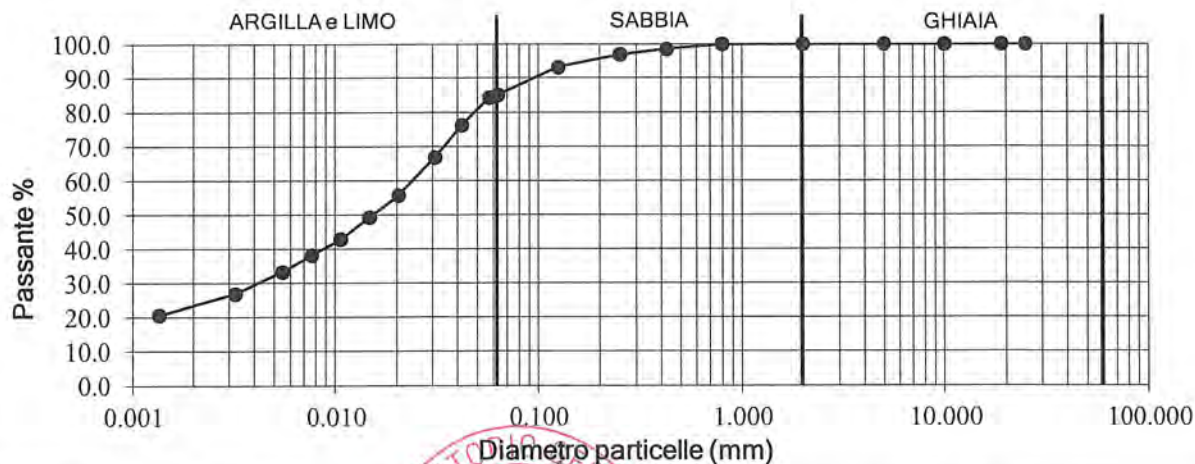
Norma di riferimento UNI EN 933/1 - AGI 1994

Committente : **Laboratorio Ingegneria Ferrara srl**
Cantiere : **Canale S. Nicolò - Medelana**
Campione: **TRATTO 2 - SH1** mt. 2.0-2.5
Data inizio prova : **08/06/2021**
Verbale di accettazione n.19 del 04/06/2021

Diametro (mm)	Passante (%)
25	100.0
19	100.0
10	100.0
5	100.0
2	100.0
0.8	100.00
0.425	98.54
0.25	96.90
0.125	93.23
0.063	85.11
0.0571	84.31
0.0419	76.34
0.0308	66.78
0.0203	55.64
0.0147	49.28
0.0106	42.91
0.0076	38.13
0.0055	33.36
0.0032	27.00
0.0013	20.64

Classificazione norma AGI	
Ghiaia (> 2.0 mm) :	0%
Sabbia (2.0 - 0.063 mm) :	15%
Limo (0.063 - 0.002 mm) :	62%
Argilla (< 0.002 mm) :	23%

Umidità naturale W%	24.21
---------------------	--------------



Pagina	Sperimentatore	Il Direttore	Certificato di prova n. 294
1 di 1	Dr. Malaguti D.	Dr. Geol. Antonio Mucchi	Data emissione: 10/06/2021



LABORATORIO GEOTECNICO Dr.Geol. Antonio Mucchi

Via Alberto Ascarelli, 8 - Gualdo di Voghiera 44019 (FE) - Tel 0532/815681 -
www.mucchilab.it - email mucchilab@tin.it

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad eseguire e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01

Azienda con sistema di gestione per la qualità certificato da KIWA =UNI EN ISO 9001=

LIMITI DI ATTERBERG

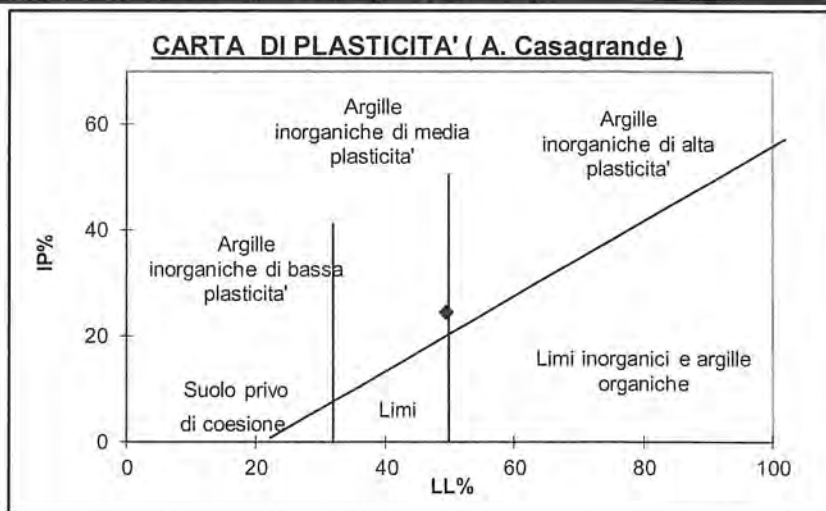
Norma di riferimento Norma ASTM D4318

Committente : **Laboratorio Ingegneria Ferrara srl**
Cantiere : **Canale S.Nicolò - Medelana**
Campione : **TRATTO 2 - SH1** mt. 2.0-2.5
Data prova : **07/06/2021**

Verbale di accettazione n.19 del 04/06/2021

N° CONTENITORE	Limite liquido			Lim.plastico media 2 det.	Umidita' Naturale
	1	2	3		4
N° COLPI	31	22	11		
Massa terreno umido + tara (g)	46.18	43.19	56.31	21.82	342.67
Massa terreno secco + tara (g)	34.98	32.13	39.50	19.42	277.00
Massa acqua contenuta (g)	11.20	11.06	16.81	2.40	65.67
Massa tara (g)	10.69	10.22	10.78	9.81	5.72
Massa terreno secco (g)	24.29	21.91	28.7	9.61	271.28
Contenuto d'acqua %	46.1	50.5	58.5	25.0	24.2

Limite liquido %	49
Limite Plastico %	25
Umidita' naturale %	24.2
Indice Plastico %	24
Indice di consistenza	1.03



Pagina	Sperimentatore	Il Direttore	Certificato di prova n.	295
1 di 1	Dr. Malaguti D.	Dr. Geol. Mucchi Antonio	Data emissione :	10/06/2021

**LABORATORIO GEOTECNICO Dr. Geol. Antonio Mucchi**

Via Alberto Ascani, 8 - Gualdo di Voghiera 44019 (FE) - Tel 0532/815681 -
www.mucchilab.it - email mucchilab@tin.it

*Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad
eseguire e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01*

Azienda con sistema di
gestione per la qualità
certificato da KIWA
=UNI EN ISO 9001=

PROVA DI PERMEABILITA' A CARICO VARIABILE**Norma di riferimento DIN 18130**

Committente: **Laboratorio Ingegneria Ferrara srl**

Cantiere: **Canale S.Nicolò - Medelana**

Campione: **TRATTO 2 - SH1**

mt 2.0-2.5

Natura del campione: **argillosa limosa**

Data inizio prova: **04/06/2021**

Verbale di accettazione n.19 del 04/06/2021

a =	sezione della buretta	0.785	cm ²
L =	altezza del campione	6.3	cm
A =	sezione del campione	38.46	cm ²
t =	tempo di prova	86400	sec.
h° =	altezza iniziale carico idraulico	256.0	cm
h1 =	altezza finale carico idraulico	251.5	cm
Y =	peso dell'unità di volume	19.920	kN/m ³

$K = ((a \cdot L) / (A \cdot t) \cdot (\ln h^{\circ} / h_1))$	2.64E-08	cm/sec
	2.64E-10	m/sec

Pagina	Sperimentatore	Il Direttore	Certificato di prova n. 296
1 di 1	Dr. Malaguti D.	Dr. Geol. Mucchi Antonio	Data emissione: 10/06/2021



LABORATORIO GEOTECNICO Dr.Geol. Antonio Mucchi

Via Alberto Ascari, 8 - Gualdo di Voghiera 44019 (FE) - Tel 0532/815681 -
www.mucchilab.it - email mucchilab@tin.it

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad eseguire e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01

Azienda con sistema di gestione per la qualità certificato da KIWA =UNI EN ISO 9001=

SCHEDA APERTURA CAMPIONE

Norma di riferimento ASTM D2488 - AGI 1977

Committente: **Laboratorio Ingegneria Ferrara srl**

Cantiere: **Canale S.Nicolò - Medelana**

Campione: **TRATTO 2 - SH2**

Profondità: **mt. 4.0-4.5**

Data apertura: **07/06/2021**

Verbale di accettazione n.19 del 04/06/2021

Tipo di contenitore: ☒ Fustella ☐ Sacchetto ☐ Sassetta

Qualità campione: Scadente ☐ ☒ Discreta ☐ Buona ☐ Eccellente

ALTO BASSO
0 50cm



(*) I simboli adottati per le prove sono descritti nella legenda a fondo pagina		PROVE DI LABORATORIO ESEGUITE											
Livello	Descr. litologica	P.P	V.T	Y	G.S	A	LA	PT	Ed	Tr	k		
A	Limo argilloso color nocciola con intercalazioni di sabbia	110	50	*		*	*				*		

LEGENDA PROVE

Pocket penetrometrico P.P. (kPa) Peso specifico G.S

Prova di taglio PT

Vane test V.T (kPa)

Aerometria A

Prova edometrica Ed

Peso di volume Y

Limiti di Atterberg LA

Triassiale Tr

Contenuto d'acqua W

Limiti di ritiro LR

Permeabilità k

Pagina	Sperimentatore	Il Direttore	Certificato di prova n. 297
1 di 1	Dr. Malaguti D.	Dr. Geol. Mucchi Antonio	Data emissione: 10/06/2021

**LABORATORIO GEOTECNICO Dr.Geol. Antonio Mucchi**

Via Alberto Ascari, 8 - Gualdo di Voghiera 44019 (FE) - Tel 0532/815681 -
www.mucchilab.it - email mucchilab@tin.it

*Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad
eseguire e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01*

Azienda con sistema di
gestione per la qualità
certificato da KIWA
=UNI EN ISO 9001=

Committente : Laboratorio Ingegneria Ferrara srl

Cantiere : Canale S.Nicolò - Medelana

Campione : TRATTO 2 - SH2

mt. 4.0-4.5

Data prova : 07/06/2021

Verbale di accettazione n.19 del 04/06/2021

CONTENUTO D'ACQUA
Norma di riferimento ASTM D 2216

Massa terreno umido + tara (g)	288.55
Massa terreno secco + Tara (g)	227.29
Massa tara (g)	5.70
Contenuto d'acqua - W (%)	27.6

PESO UNITA' DI VOLUME
Norma di riferimento ASTM D 2937

Volume (cm ³)	86.83
Massa terreno umido + Tara (g)	246.97
Massa tara (g)	73.78
Peso unità di volume (γ)	(g/cm ³) 1.995
	(kN/m ³) 19.561
Peso secco unità di volume (γ _d)	(g/cm ³) 1.563
	(kN/m ³) 15.324

Pagina	Sperimentatore	Il Direttore	Certificato di prova n. 298
1 di 1	Dr. Malaguti D.	Dr. Geol. Mucchi Antonio	Data emissione: 10/06/2021





LABORATORIO GEOTECNICO Dr.Geol. Antonio Mucchi

Via Alberto Ascarelli, 8 - Gualdo di Voghiera 44019 (FE) - Tel 0532/815681 -
www.mucchilab.it - email mucchilab@tin.it

Azienda con sistema di
gestione per la qualità
certificato da KIVA
=UNI EN ISO 9001=

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad
eseguire e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01

ANALISI GRANULOMETRICA e AEROMETRIA

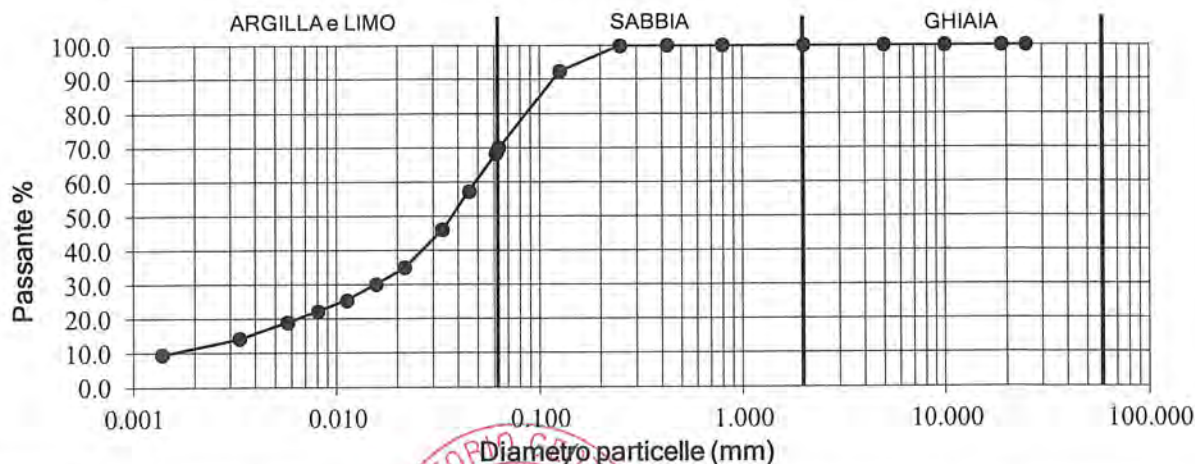
Norma di riferimento UNI EN 933/1 - AGI 1994

Committente : **Laboratorio Ingegneria Ferrara srl**
Cantiere : **Canale S.Nicolò - Medelana**
Campione: **TRATTO 2 - SH2** **mt. 4.0-4.5**
Data inizio prova : **08/06/2021**
Verbale di accettazione n.19 del 04/06/2021

Diametro (mm)	Passante (%)
25	100.0
19	100.0
10	100.0
5	100.0
2	100.0
0.8	100.00
0.425	99.94
0.25	99.86
0.125	92.40
0.063	70.02
0.0612	68.40
0.0452	57.25
0.0333	46.11
0.0218	34.98
0.0157	30.20
0.0112	25.43
0.0080	22.24
0.0057	19.06
0.0034	14.29
0.0014	9.53

Classificazione norma AGI	
Ghiaia (> 2.0 mm) :	0%
Sabbia (2.0 - 0.063 mm) :	30%
Limo (0.063 - 0.002 mm) :	58%
Argilla (< 0.002 mm) :	12%

Umidità naturale W%	27.65
---------------------	-------



Pagina	Sperimentatore	Il Direttore	Certificato di prova n. 299
1 di 1	Dr. Malaguti D.	Dr. Geol. Antonio Mucchi	Data emissione: 10/06/2021



LABORATORIO GEOTECNICO Dr.Geol. Antonio Mucchi

Via Alberto Ascari, 8 - Gualdo di Voghiera 44019 (FE) - Tel 0532/815681 -
www.mucchilab.it - email mucchilab@tin.it

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad
eseguire e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01

Azienda con sistema di
gestione per la qualità
certificato da KIWA
=UNI EN ISO 9001=

LIMITI DI ATTERBERG

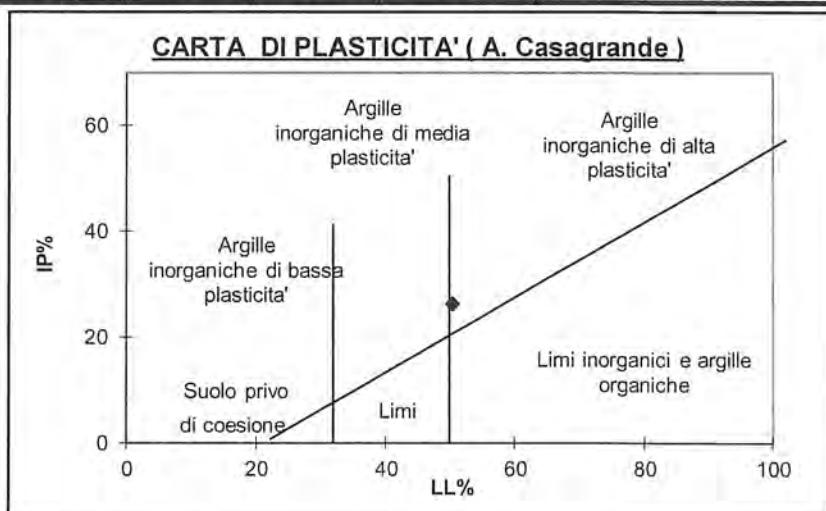
Norma di riferimento Norma ASTM D4318

Committente : **Laboratorio Ingegneria Ferrara srl**
Cantiere : **Canale S.Nicolò - Medelana**
Campione : **TRATTO 2 - SH2** mt. 4.0-4.5
Data prova : **07/06/2021**

Verbale di accettazione n.19 del 04/06/2021

N° CONTENITORE	Limite liquido			Lim.plastico media 2 det.	Umidita' Naturale
	1	2	3		4
N° COLPI	32	22	10		
Massa terreno umido + tara (g)	49.45	57.04	51.53	18.19	288.55
Massa terreno secco + tara (g)	37.61	42.48	38.00	16.53	227.29
Massa acqua contenuta (g)	11.84	14.56	13.53	1.66	61.26
Massa tara (g)	13.25	13.60	13.56	9.61	5.70
Massa terreno secco (g)	24.36	28.88	24.4	6.92	221.59
Contenuto d'acqua %	48.6	50.4	55.4	24.0	27.6

Limite liquido %	50
Limite Plastico %	24
Umidita' naturale %	27.6
Indice Plastico %	26
Indice di consistenza	0.86
Eseguito su passante al 0.42 mm	



Pagina	Sperimentatore	Il Direttore	Certificato di prova n.	300
1 di 1	Dr. Malaguti D.	Dr. Geol. Mucchi Antonio	Data emissione :	10/06/2021



LABORATORIO GEOTECNICO Dr.Geol. Antonio Mucchi

Via Alberto Ascari, 8 - Gualdo di Voghiera 44019 (FE) - Tel 0532/815681 -
www.mucchilab.it - email mucchilab@tin.it

*Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad
eseguire e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01*

Azienda con sistema di
gestione per la qualità
certificato da KIWA
=UNI EN ISO 9001=

PROVA DI PERMEABILITA ' A CARICO VARIABILE

Norma di riferimento DIN 18130

Committente: **Laboratorio Ingegneria Ferrara srl**

Cantiere: **Canale S.Nicolò - Medelana**

Campione: **TRATTO 2 - SH2**

mt 4.0-4.5

Natura del campione: **limo argilloso**

Data inizio prova: **08/06/2021**

Verbale di accettazione n.19 del 04/06/2021

a =	sezione della buretta	0.785	cm ²
L =	altezza del campione	8.2	cm
A =	sezione del campione	38.46	cm ²
t =	tempo di prova	86400	sec.
h° =	altezza iniziale carico idraulico	256.0	cm
h1 =	altezza finale carico idraulico	239.0	cm
Y =	peso dell'unità di volume	19.367	kN/m ³

$K = ((a \cdot L) / (A \cdot t) \cdot (\ln h^{\circ} / h_1))$	1.33E-07	cm/sec
	1.33E-09	m/sec

Pagina	Sperimentatore	Il Direttore	Certificato di prova n. 301
1 di 1	Dr. Malaguti D.	Dr. Geol. Mucchi Antonio	Data emissione: 10/06/2021



SCHEDA APERTURA CAMPIONE

Norma di riferimento ASTM D2488 - AGI 1977

Committente: **Laboratorio Ingegneria Ferrara srl**
Cantiere: **Canale S.Nicolò - Medelana**
Campione: **TRATTO 4 - SH1** Profondità: **mt. 2.0-2.5**
Data apertura: **07/06/2021**
Verbale di accettazione n.19 del 04/06/2021

Tipo di contenitore: ☒ Fustella ☐ Sacchetto ☐ Sassetta

Qualità campione: Scadente ☐ Discreta ☐ ☒ Buona ☐ Eccellente

ALTO BASSO
0 33cm



(*) I simboli adottati per le prove sono descritti nella legenda a fondo pagina		PROVE DI LABORATORIO ESEGUITE											
Livello	Descr. litologica	P.P	V.T	Y	G.S	A	LA	PT	Ed	Tr	k		
A	Argilla debolmente limosa molto compatta color nocciola	520	200	*		*	*				*		

LEGENDA PROVE

Pocket penetrometrico P.P. (kPa)

Vane test V.T (kPa)

Peso di volume Y

Contenuto d'acqua W

Peso specifico G.S

Aerometria A

Limiti di Atterberg LA

Limiti di ritiro LR

Prova di taglio PT

Prova edometrica Ed

Triassiale Tr

Permeabilità k

Pagina	Sperimentatore	Il Direttore	Certificato di prova n. 302
1 di 1	Dr. Malaguti D.	Dr. Geol. Mucchi Antonio	Data emissione: 10/06/2021

Committente : Laboratorio Ingegneria Ferrara srl

Cantiere : Canale S.Nicolò - Medelana

Campione : TRATTO 4 - SH1

mt. 2.0-2.5

Data prova : 07/06/2021

Verbale di accettazione n.19 del 04/06/2021

CONTENUTO D'ACQUA
Norma di riferimento ASTM D 2216

Massa terreno umido + tara (g)	253.06
Massa terreno secco + Tara (g)	212.74
Massa tara (g)	5.79
Contenuto d'acqua - W (%)	19.5

PESO UNITA' DI VOLUME
Norma di riferimento ASTM D 2937

Volume (cm ³)	86.83
Massa terreno umido + Tara (g)	247.99
Massa tara (g)	74.02
Peso unità di volume (γ)	(g/cm ³) 2.004
	(kN/m ³) 19.649
Peso secco unità di volume (γ _d)	(g/cm ³) 1.677
	(kN/m ³) 16.445

Pagina	Sperimentatore	Il Direttore	Certificato di prova n. 303
1 di 1	Dr. Malaguti D.	Dr. Geol. Mucchi Antonio	Data emissione: 10/06/2021





LABORATORIO GEOTECNICO Dr.Geol. Antonio Mucchi

Via Alberto Ascari, 8 - Gualdo di Voghiera 44019 (FE) - Tel 0532/815681 -
www.mucchilab.it - email mucchilab@tin.it

*Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad
eseguire e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01*

Azienda con sistema di
gestione per la qualità
certificato da KIWA
=UNI EN ISO 9001=

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE **Norma di riferimento ASTM D 422 - AGI 1994**

Committente : **Laboratorio Ingegneria Ferrara srl**

Cantiere : **Canale S.Nicolò - Medelana**

Campione : **TRATTO 4 - SH1** mt. 2.0-2.5

Data prova : **08/06/2021**

Verbale di accettazione n.19 del 04/06/2021

Diametro (mm)	Passante (%)
0.063	98.00
0.0545	97.51
0.0389	95.90
0.0279	92.70
0.0182	86.33
0.0132	79.95
0.0096	73.58
0.0070	67.21
0.0051	59.25
0.0031	48.12
0.0013	33.82

Classificazione secondo norma AGI

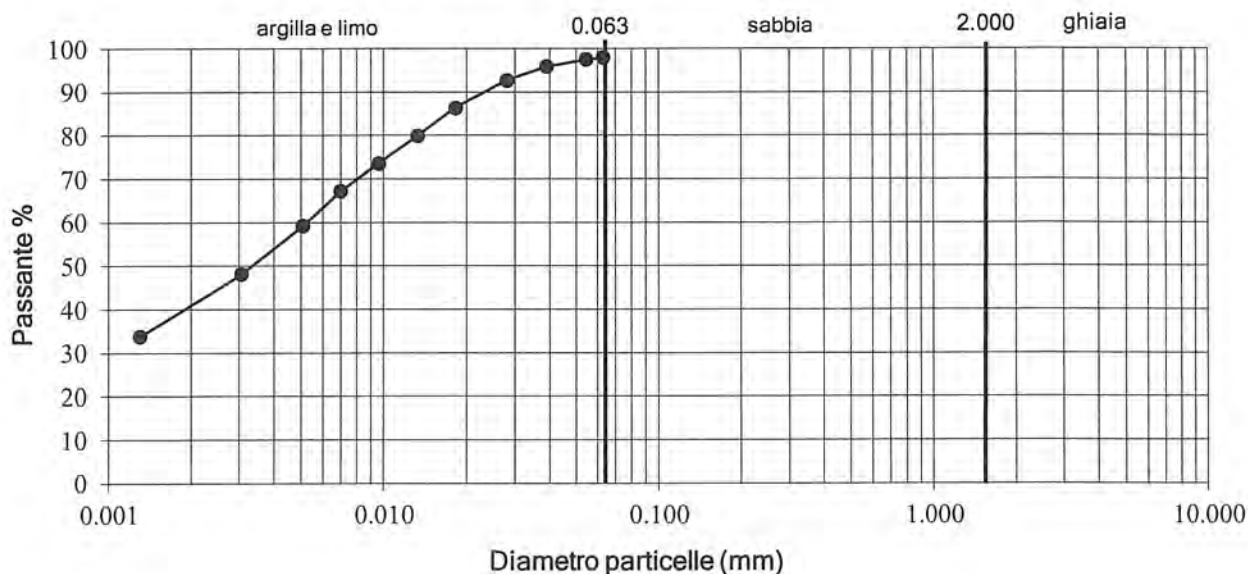
Sabbia (2 - 0.063mm) : **2%**

Limo (0.063 - 0.002 mm) : **56%**

Argilla (< 0.002mm) : **42%**

Trattenuto allo 0.063 mm : **2%**

Umidità naturale W% **19.48**



Pagina	Sperimentatore	Il Direttore	Certificato di prova n. 304
1 di 1	Dr. Malaguti D.	Dr. Geol. Mucchi Antonio	Data emissione: 10/06/2021



LIMITI DI ATTERBERG

Norma di riferimento Norma ASTM D4318

Committente : **Laboratorio Ingegneria Ferrara srl**
Cantiere : **Canale S. Nicolò - Medelana**
Campione : **TRATTO 4 - SH1** mt. 2.0-2.5
Data prova : **07/06/2021**

Verbale di accettazione n.19 del 04/06/2021

N° CONTENITORE	Limite liquido			Lim.plastico media 2 det.	Umidita' Naturale
	1	2	3		4
N° COLPI	37	24	12		
Massa terreno umido + tara (g)	40.26	43.56	41.73	19.03	253.06
Massa terreno secco + tara (g)	31.59	33.42	31.62	17.29	212.74
Massa acqua contenuta (g)	8.67	10.14	10.11	1.74	40.32
Massa tara (g)	13.66	13.40	13.42	10.00	5.79
Massa terreno secco (g)	17.93	20.02	18.2	7.29	206.95
Contenuto d'acqua %	48.4	50.6	55.5	23.9	19.5

Limite liquido %	51
Limite Plastico %	24
Umidita' naturale %	19.5
Indice Plastico %	27
Indice di consistenza	1.16

CARTA DI PLASTICITA' (A. Casagrande)

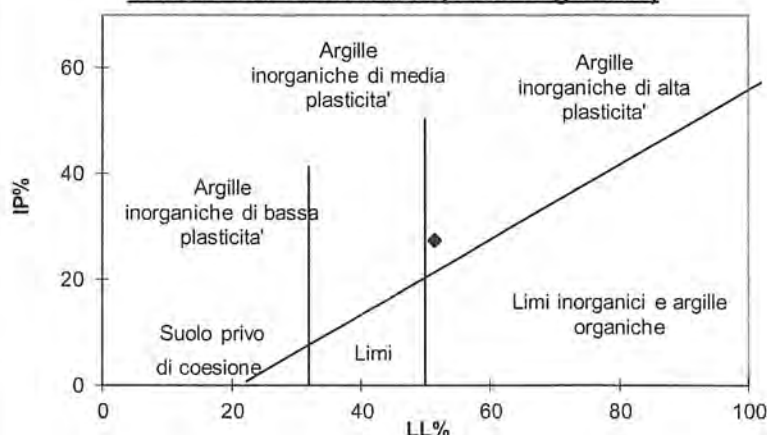


GRAFICO DEL LIMITE DI LIQUIDITA'



Pagina	Sperimentatore	Il Direttore	Certificato di prova n.	305
1 di 1	Dr. Malaguti D.	Dr. Geol. Mucchi Antonio	Data emissione :	10/06/2021

**LABORATORIO GEOTECNICO Dr.Geol. Antonio Mucchi**

Via Alberto Ascari, 8 - Gualdo di Voghiera 44019 (FE) - Tel 0532/815681 -
www.mucchilab.it - email mucchilab@tin.it

*Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad
eseguire e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01*

Azienda con sistema di
gestione per la qualità
certificato da KIWA
=UNI EN ISO 9001=

PROVA DI PERMEABILITA' A CARICO VARIABILE**Norma di riferimento DIN 18130**

Committente: **Laboratorio Ingegneria Ferrara srl**

Cantiere: **Canale S.Nicolò - Medelana**

Campione: **TRATTO 4 - SH1**

mt 2.0-2.5

Natura del campione: **argillosa debolmente limosa**

Data inizio prova: **08/06/2021**

Verbale di accettazione n.19 del 04/06/2021

a =	sezione della buretta	0.785	cm ²
L =	altezza del campione	5.9	cm
A =	sezione del campione	38.46	cm ²
t =	tempo di prova	86400	sec.
h° =	altezza iniziale carico idraulico	256.0	cm
h1 =	altezza finale carico idraulico	252.0	cm
Y =	peso dell'unità di volume	19.478	kN/m ³

$K = ((a*L)/(A*t)*(ln h°/h1))$	2.19E-08	cm/sec
	2.19E-10	m/sec

Pagina	Sperimentatore	Il Direttore	Certificato di prova n. 306
1 di 1	Dr. Malaguti D.	Dr. Geol. Mucchi Antonio	Data emissione: 10/06/2021

SCHEMA APERTURA CAMPIONE

Norma di riferimento ASTM D2488 - AGI 1977

Committente: **Laboratorio Ingegneria Ferrara srl**
Cantiere: **Canale S.Nicolò - Medelana**
Campione: **TRATTO 4 - SH2** Profondità: **mt. 4.0-4.5**
Data apertura: **07/06/2021**
Verbale di accettazione n.19 del 04/06/2021

Tipo di contenitore: ☒ Fustella ☐ Sacchetto ☐ Sassetta
Qualità campione: Scadente ☐ Discreta ☒ Buona ☐ Eccellente

ALTO BASSO
0 67cm



(*) I simboli adottati per le prove sono descritti nella legenda a fondo pagina		PROVE DI LABORATORIO ESEGUITE											
Livello	Descr. litologica	P.P	V.T	Y	G.S	A	LA	PT	Ed	Tr	k		
A	Argilla debolmente limosa compatta color nocciola	220	80	*		*	*				*		

LEGENDA PROVE

Pocket penetrometrico P.P. (kPa)

Vane test V.T (kPa)

Peso di volume Y

Contenuto d'acqua W

Peso specifico G.S

Aerometria A

Limiti di Atterberg LA

Limiti di ritiro LR

Prova di taglio PT

Prova edometrica Ed

Triassiale Tr

Permeabilità k

Pagina	Sperimentatore	Il Direttore	Certificato di prova n. 307
1 di 1	Dr. Malaguti D.	Dr. Geo. Mucchi Antonio	Data emissione: 10/06/2021

**LABORATORIO GEOTECNICO Dr. Geol. Antonio Mucchi**

Via Alberto Ascarelli, 8 - Gualdo di Voghera 44019 (FE) - Tel 0532/815681 -
www.mucchilab.it - email mucchilab@tin.it

*Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad
eseguire e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01*

Azienda con sistema di
gestione per la qualità
certificato da KIWA
=UNI EN ISO 9001=

Committente : Laboratorio Ingegneria Ferrara srl

Cantiere : Canale S.Nicolò - Medelana

Campione : TRATTO 4 - SH2

mt. 4.0-4.5

Data prova : 07/06/2021

Verbale di accettazione n.19 del 04/06/2021

CONTENUTO D'ACQUA
Norma di riferimento ASTM D 2216

Massa terreno umido + tara (g)	321.09
Massa terreno secco + Tara (g)	247.35
Massa tara (g)	5.76
Contenuto d'acqua - W (%)	30.5

PESO UNITA' DI VOLUME
Norma di riferimento ASTM D 2937

Volume (cm ³)	86.83
Massa terreno umido + Tara (g)	247.74
Massa tara (g)	73.86
Peso unità di volume (γ)	(g/cm ³) 2.003
	(kN/m ³) 19.638
Peso secco unità di volume (γ _d)	(g/cm ³) 1.534
	(kN/m ³) 15.046

Pagina	Sperimentatore	Il Direttore	Certificato di prova n. 308
1 di 1	Dr. Malaguti D.	Dr. Geol. Mucchi Antonio	Data emissione: 10/06/2021





LABORATORIO GEOTECNICO Dr.Geol. Antonio Mucchi

Via Alberto Ascari, 8 - Gualdo di Voghiera 44019 (FE) - Tel 0532/815681 -
www.mucchilab.it - email mucchilab@tin.it

Azienda con sistema di
gestione per la qualità
certificato da KIWA
=UNI EN ISO 9001=

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad
eseguire e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

Norma di riferimento ASTM D 422 - AGI 1994

Committente : **Laboratorio Ingegneria Ferrara srl**

Cantiere : **Canale S.Nicolò - Medelana**

Campione : **TRATTO 4 - SH2** mt. 4.0-4.5

Data prova : **08/06/2021**

Verbale di accettazione n.19 del 04/06/2021

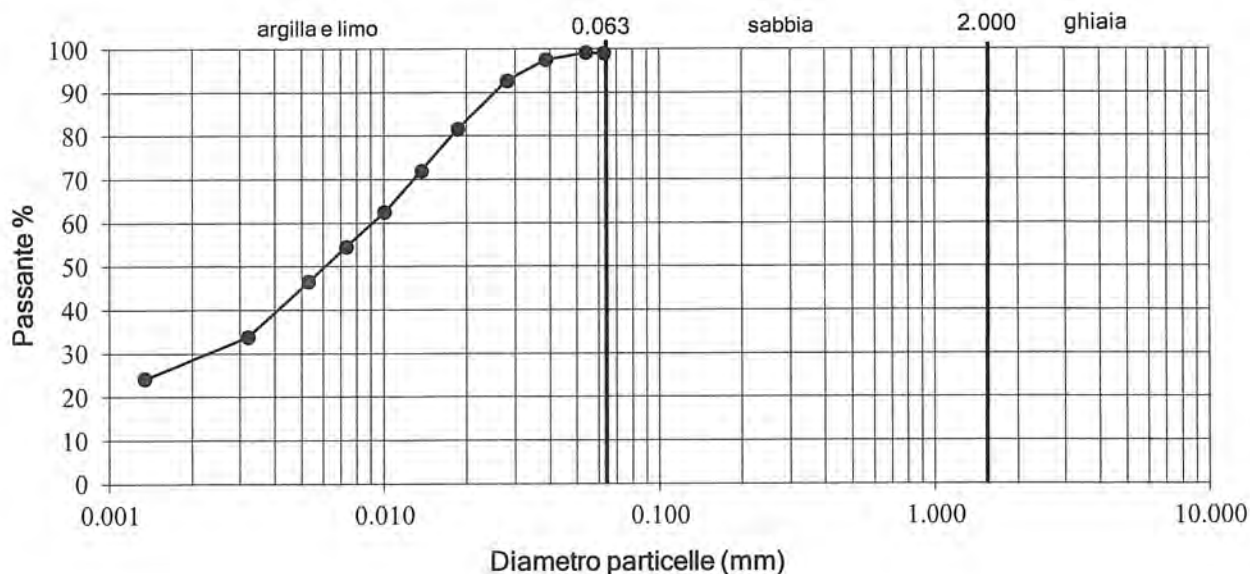
Diametro (mm)	Passante (%)
0.063	99.00
0.0541	99.10
0.0386	97.49
0.0279	92.70
0.0186	81.56
0.0137	72.01
0.0100	62.45
0.0073	54.50
0.0053	46.54
0.0032	33.83
0.0013	24.29

Classificazione secondo norma AGI

Sabbia	(2 - 0.063mm) :	1%
Limo	(0.063 - 0.002 mm) :	70%
Argilla	(< 0.002mm) :	29%

Trattenuto allo 0.063 mm :	1%
----------------------------	----

Umidità naturale W%	30.52
---------------------	-------



Pagina	Sperimentatore	Il Direttore	Certificato di prova n. 309
1 di 1	Dr. Malaguti D.	Dr. Geol. Mucchi Antonio	Data emissione: 10/06/2021



LABORATORIO GEOTECNICO Dr. Geol. Antonio Mucchi

Via Alberto Ascari, 8 - Gualdo di Voghiera 44019 (FE) - Tel 0532/815681 -
www.mucchilab.it - email mucchilab@tin.it

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad eseguire e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01

Azienda con sistema di gestione per la qualità certificato da KIWA =UNI EN ISO 9001=

LIMITI DI ATTERBERG

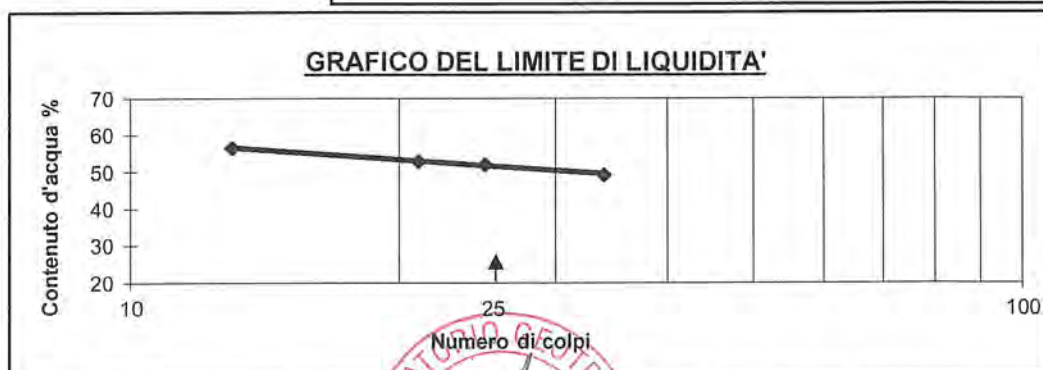
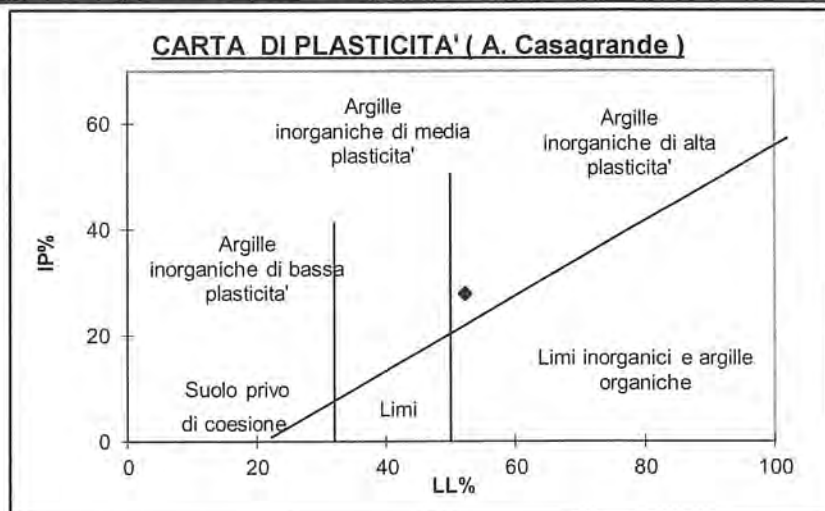
Norma di riferimento Norma ASTM D4318

Committente : **Laboratorio Ingegneria Ferrara srl**
Cantiere : **Canale S.Nicolò - Medelana**
Campione : **TRATTO 4 - SH2** **mt. 4.0-4.5**
Data prova : **07/06/2021**

Verbale di accettazione n.19 del 04/06/2021

N° CONTENITORE	Limite liquido			Lim.plastico media 2 det.	Umidita' Naturale
	1	2	3		4
N° COLPI	34	21	13		
Massa terreno umido + tara (g)	43.85	45.28	37.10	17.61	321.09
Massa terreno secco + tara (g)	34.00	34.29	28.54	16.09	247.35
Massa acqua contenuta (g)	9.85	10.99	8.56	1.52	73.74
Massa tara (g)	14.02	13.52	13.40	9.81	5.76
Massa terreno secco (g)	19.98	20.77	15.1	6.28	241.59
Contenuto d'acqua %	49.3	52.9	56.5	24.2	30.5

Limite liquido %	52
Limite Plastico %	24
Umidita' naturale %	30.5
Indice Plastico %	28
Indice di consistenza	0.77



Pagina	Sperimentatore	Il Direttore	Certificato di prova n.
1 di 1	Dr. Malaguti D.	Dr. Geol. Mucchi Antonio	310
			Data emissione : 10/06/2021

**LABORATORIO GEOTECNICO Dr.Geol. Antonio Mucchi**

Via Alberto Ascari, 8 - Gualdo di Voghiera 44019 (FE) - Tel 0532/815681 -
www.mucchilab.it - email mucchilab@tin.it

*Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad
eseguire e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01*

Azienda con sistema di
gestione per la qualità
certificato da KIWA
=UNI EN ISO 9001=

PROVA DI PERMEABILITA' A CARICO VARIABILE**Norma di riferimento DIN 18130**

Committente: **Laboratorio Ingegneria Ferrara srl**

Cantiere: **Canale S.Nicolò - Medelana**

Campione: **TRATTO 4 - SH2**

mt 4.0-4.5

Natura del campione: **argillosa debolmente limosa**

Data inizio prova: **08/06/2021**

Verbale di accettazione n.19 del 04/06/2021

a =	sezione della buretta	0.785	cm ²
L =	altezza del campione	8.4	cm
A =	sezione del campione	38.46	cm ²
t =	tempo di prova	86400	sec.
h° =	altezza iniziale carico idraulico	256.0	cm
h1 =	altezza finale carico idraulico	253.0	cm
Y =	peso dell'unità di volume	19.396	kN/m ³

$K = ((a \cdot L) / (A \cdot t) \cdot (\ln h^{\circ} / h_1))$	2.34E-08	cm/sec
	2.34E-10	m/sec

Pagina	Sperimentatore	Il Direttore	Certificato di prova n. 311
1 di 1	Dr. Malaguti D.	Dr. Geol. Mucchi Antonio	Data emissione: 10/06/2021

ALLEGATO 3

Relazione tecnica indagini geofisiche



Laboratori Ingegneria Ferrara Srl

INDAGINI GEOFISICHE PER LA CARATTERIZZAZIONE DELLE ARGINATURE DEL CANALE S.NICOLO' A MEDELANA (FE)

Relazione tecnica



Spin-Off Accademico

codice commessa	Es21125
responsabile commessa	Roberta Zambrini
nome documento	relazione tecnica
versione	00
data	07 Luglio 2021



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI TRIESTE

Esplora S.r.l. p.i.\cf\cciaa Trieste 01220560328; rea Trieste 133657; c.s. € 15.000 i.v.
Sede legale e operativa: via G. Padovan 10 - 34138 Trieste, Italia - www.esplorasrl.it - info@esplorasrl.it -
esplorasrl@arubapec.it

sommario

1.	PREMESSA.....	3
2.	RILIEVO CON ELETTROMAGNETOMETRO (FDEM).....	4
2.1.	PRINCIPI FISICI	4
2.2.	ACQUISIZIONE DATI.....	5
2.3.	ELABORAZIONE DATI	8
3.	RISULTATI OTTENUTI.....	11
4.	ALLEGATO A – TAVOLE PLANIMETRICHE	17
5.	ALLEGATO B – SEZIONI ELETTROMAGNETICHE	18

1. Premessa

La presente relazione è la sintesi finale dell'indagine geofisica con metodo elettromagnetico svolta lungo le arginature e nelle adiacenti campagne del canale a uso irriguo S.Nicolò di competenza del Consorzio di Bonifica della Pianura di Ferrara, situato nelle zone fra le frazioni di Medelana e Montesanto.

Tale canale, rivestito nelle sponde interne con piastre di c.a., presenta problemi di scarsa impermeabilità con il conseguente allagamento di alcune zone lato campagna. Lo scopo dell'indagine era quello di individuare la stratigrafia sia dell'argine sia dei primi metri di fondazione, in modo tale poter costruire un modello idrogeologico adeguato che permetta la comprensione dei fenomeni di filtrazione. L'indagine è stata eseguita nelle giornate del 3 e 4 giugno 2021 e nell'immagine seguente sono riportati i quattro tratti su cui è stato effettuato il rilievo.



Figura 1 Ubicazione dei rilievi elettromagnetici nei 4 tratti

I dati sono stati interpretati grazie al confronto con i risultati di 3 sondaggi geotecnici realizzati nei tratti 1, 2 e 4 fino alla profondità di 8m, forniti dalla Committenza.

Nel presente rapporto lavori sono descritte le modalità esecutive delle indagini svolte e vengono rappresentati e commentati i risultati ottenuti riportati negli Allegati A e B.

2. Rilievo con elettromagnetometro (FDEM)

2.1. Principi fisici

I metodi EM possono classificarsi in passivi o attivi a seconda che si misuri l'interazione fra fonti naturali di energia elettromagnetica ed il sottosuolo (metodi magnetotellurici), oppure che venga usata una sorgente di energia elettromagnetica con l'impiego di trasmettitori artificiali aventi caratteristiche note di frequenza e ampiezza del segnale emesso. Questi ultimi possono essere sfruttati nel dominio delle Frequenze (FDEM, Frequency Domain Electromagnetic) o nel dominio del tempo (TDEM, Time Domain Electromagnetic): nel primo si utilizzano una o più frequenze, nel secondo le misure sono una funzione del tempo.

In generale tutti i metodi elettromagnetici vengono applicati allo scopo di caratterizzare il suolo sulla base della sua conducibilità elettrica. Per il caso in esame è stato selezionato il metodo attivo a induzione in dominio frequenza che offre elevata risoluzione in superficie. Le acquisizioni possono essere svolte mantenendo la strumentazione sollevata dal suolo senza che ci sia un contatto diretto, e di conseguenza le indagini risultano essere veloci e con ottima risoluzione orizzontale registrando una grandissima quantità di dati per unità di superficie investigata. Il limite di questa tecnica potrebbe essere la presenza di terreni troppo poco conduttivi nei quali potrebbe essere difficile generare correnti sufficientemente grandi per cui il campo magnetico secondario possa essere misurato nel range dinamico strumentale.

Il metodo elettromagnetico a induzione si basa sull'impiego di un elettromagnetometro (conduttivimetro) costituito almeno da due bobine, una trasmittente e una ricevente poste ad una certa distanza fissa; viene generato un campo elettromagnetico primario di ampiezza e frequenza noti tramite il passaggio di corrente alternata attraverso la bobina trasmittente. In presenza di un mezzo conduttivo, viene generato un campo elettrico indotto secondario nel terreno il quale a sua volta produrrà una componente magnetica registrata dalla bobina ricevente. Il campo magnetico misurato sarà "distorto" rispetto al primario in funzione delle caratteristiche fisiche del sottosuolo. Nello specifico la porzione di campo magnetico primario che giunge al sottosuolo induce una corrente elettrica con la stessa frequenza del campo primario ma sfasata di 90° (figura seguente). Il rapporto fra il campo EM secondario e primario consente di calcolare la conducibilità del terreno e l'insieme di questi processi si definisce Induzione Elettromagnetica.

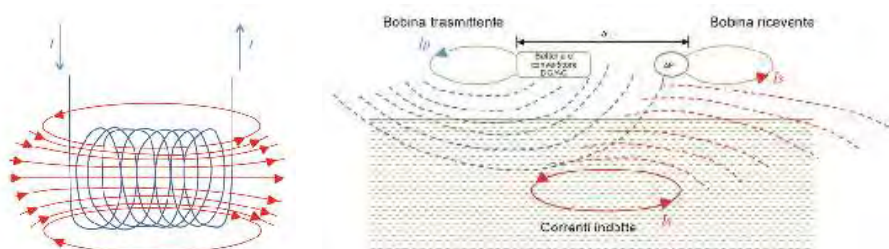


Figura 2 Schematizzazione dell'induzione elettromagnetica: corrente elettrica alternata (campo primario, linee in blu) che attraversando la bobina genera un campo magnetico (campo secondario, linee in rosso)

Occorre specificare che le correnti indotte dal campo elettrico primario fluiscono nel sottosuolo seguendo la Legge di Ohm come per i metodi geoelettrici:

$$I = \Delta V / R$$

dove ΔV è la differenza di potenziale ed R la resistenza elettrica.

Il campo magnetico secondario avrà uno sfasamento ϕ che dipende dalla frequenza f e dalla resistenza del conduttore attraversato:

$$\phi = 2\pi f L / R$$

Infine dalla conducibilità σ si può matematicamente calcolare la resistività ρ (rho, in ohm*m), più propriamente utilizzata perché proprietà intrinseca dei materiali, tramite la seguente:

$$\rho = 1 / \sigma$$

Ecco perché l'elettromagnetometro è anche chiamato conduttivimetro, poiché il dato viene restituito in termini di conducibilità o resistività dei materiali.

La maggior parte delle rocce presenta caratteri di conducibilità o resistività di tipo elettrolitico dato che, con le eccezioni di alcuni minerali metallici, quasi tutti i minerali sono isolanti.

Nel metodo FDEM a basso numero di induzione applicato alle indagini sui terreni, vengono usati in genere elettromagnetometri costituiti da una bobina trasmittente e una o più bobine riceventi a diverse spazature (multiprofondità) come nel caso in esame. Le bobine possono essere orientate orizzontalmente rispetto alla superficie (modalità dipoli verticali) o verticalmente (modalità a dipoli orizzontali).

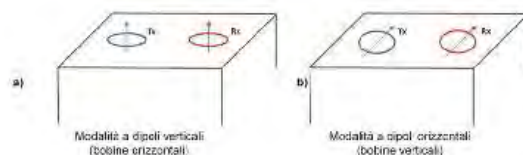


Figura 3 Diversa orientazione delle bobine (coplanari orizzontali-modalità a dipoli verticali e coplanari verticali-modalità a dipoli orizzontali)

L'orientazione delle bobine a dipoli orizzontali (dove le bobine sono verticali) consente una buona mappatura della variazione della conducibilità in superficie poiché sensibile alle linee del campo orizzontali mentre al contrario, quella a dipoli verticali è più sensibile alle strutture più profonde relativamente basso conduttive (prof. max 1.5*s). Il contributo per i dipoli verticali in superficie si annulla, cioè in questa modalità le bobine non risentono delle variazioni superficiali.

2.2. Acquisizione dati

Per la realizzazione di questa attività è stato impiegato il geoconduttivimetro CMD-Explorer (GF Instruments) a 3 bobine, che sfrutta i principi dell'induzione elettromagnetica allo scopo di misurare la conduttività del terreno a 3 distinte profondità del suolo. E' possibile orientare lo strumento in due posizioni in modo da raddoppiare il numero delle misure. Infatti sono stati percorsi i medesimi profili con lo strumento in posizione HIGH (bobine orizzontali, misure profonde) e LOW (bobine verticali, misure superficiali), ottenendo così le seguenti misure alle diverse profondità stimate (poiché dipendono dalla conducibilità del terreno): 2.2 / 1.1 m, 4.2 / 2.1 m, 6.7 / 3.3 m. Il periodo di campionamento è stato impostato a 0.5s e lo strumento è stato interfacciato direttamente con il GPS dedicato. In questo modo le misure vengono accoppiate direttamente alle coordinate standard NMEA, specificatamente con il codice GPGLA.

Inoltre inizio e fine linea, ed i picchetti dei tre sondaggi geognostici realizzati nei tratti 1,2 e 4, sono stati battuti con GPS RTK STONEX in WGS84 UTM32N.

Per il rilievo elettromagnetico, lo strumento è stato mantenuto ad una altezza di circa 0.2m dalla strada e trasportato da due operatori (Figura 4).

Sono stati acquisiti complessivamente 21 profili distribuiti rispettivamente nei vari tratti, sia in cresta alle due sponde arginali, sia lato campagna (Figura 5, Figura 6, Figura 7, Figura 8) come segue:

- tratto 1
 - 3 longitudinali di cui 2 nelle due sponde e 1 al piede lato nord, e 2 trasversali, una a nord e l'altra a sud;
- tratto 2
 - 2 longitudinali sulle sponde e 1 trasversale a sud (a nord non è stato possibile effettuarla a causa della presenza di un vasto frutteto con la presenza di paletti metallici tra le file di alberi);
- tratto 3
 - 4 longitudinali sulle sponde;
- tratto 4
 - 4 longitudinali nelle sponde, e 5 trasversali, di cui tre a nord e due a sud.



Figura 4 Conduttivimetro CMD-Explorer utilizzato per i rilievi FDEM interfacciato con GPS



Figura 5 Ubicazione dei profili con elettromagnetometro nel tratto 1



Figura 6 Ubicazione dei profili con elettromagnetometro nel tratto 2



Figura 7 Ubicazione dei profili con elettromagnetometro nel tratto 3



Figura 8 Ubicazione dei profili con elettromagnetometro nel tratto 4

2.3. Elaborazione dati

I dati relativi alle due profondità di indagine per ogni profilo sono stati uniti (*merge*) al fine di ottenere un unico file con le due informazioni per ogni punto di misura. In questo modo i dati sono pronti per essere trattati col software di analisi ed inversione EM4Soil di EMTOMO LDA con il quale vengono eseguite una serie di operazioni:

- preliminare controllo qualità dei dati, della topografia ed eventuale filtraggio;
- conversione coordinate lat/long a UTM32 N;
- inversione del dato di conducibilità attraverso algoritmi quasi2D utilizzando diversi parametri di input iniziali per ottenere modelli a migliore RMSE;
- rappresentazione della sezione/modello migliore in 2D in termini di resistività con scala di colori idonea ed esportazione come immagine *.png e come *.dat;

- creazione grid e contour map in Surfer, ed esportazione come *.dxf.

L'algoritmo di inversione dei dati utilizzato dal software EM4Soil consente di calcolare i parametri del modello (valori di conducibilità e spessore degli strati in modelli 1D) conoscendo i valori di conducibilità apparente misurati sulla superficie.

L'algoritmo applicato di inversione non lineare smoothness-constrained (1D Laterally Constrained Inversion, Monteiro Santos, 2004) prevede l'impiego di un modello di terreno costituito da una serie di modelli 1D distribuiti secondo le posizioni di misura reali. Tutti i modelli hanno una serie di strati il cui spessore è mantenuto costante.

Vengono applicate due routine di modellazione, uno basato sulla risposta cumulativa (McNeill, 1980, Wait, 1962) e un altro basato sulla soluzione completa delle equazioni di Maxwell (Kaufman e Keller, 1983). L'algoritmo impiegato per l'inversione dei dati in esame è quello di Sasaki (2001) che si basa sul confronto fra modello calcolato e reale tramite un vettore differenze. Un processo iterativo di regressione ai minimi quadrati permette così di ottenere un modello finale che abbia un errore quadratico medio che sia il più piccolo possibile. Il calcolo applicato, idoneo per ambienti conduttivi, tiene conto della stratificazione del sottosuolo considerando che la risposta in termini di conducibilità di un certo strato è dato dalla somma di ciascun livello indipendente e pesato secondo la sua conducibilità e profondità.

Di seguito viene mostrato il dato di resistività grezzo di campagna sui 6 livelli a diversa profondità.

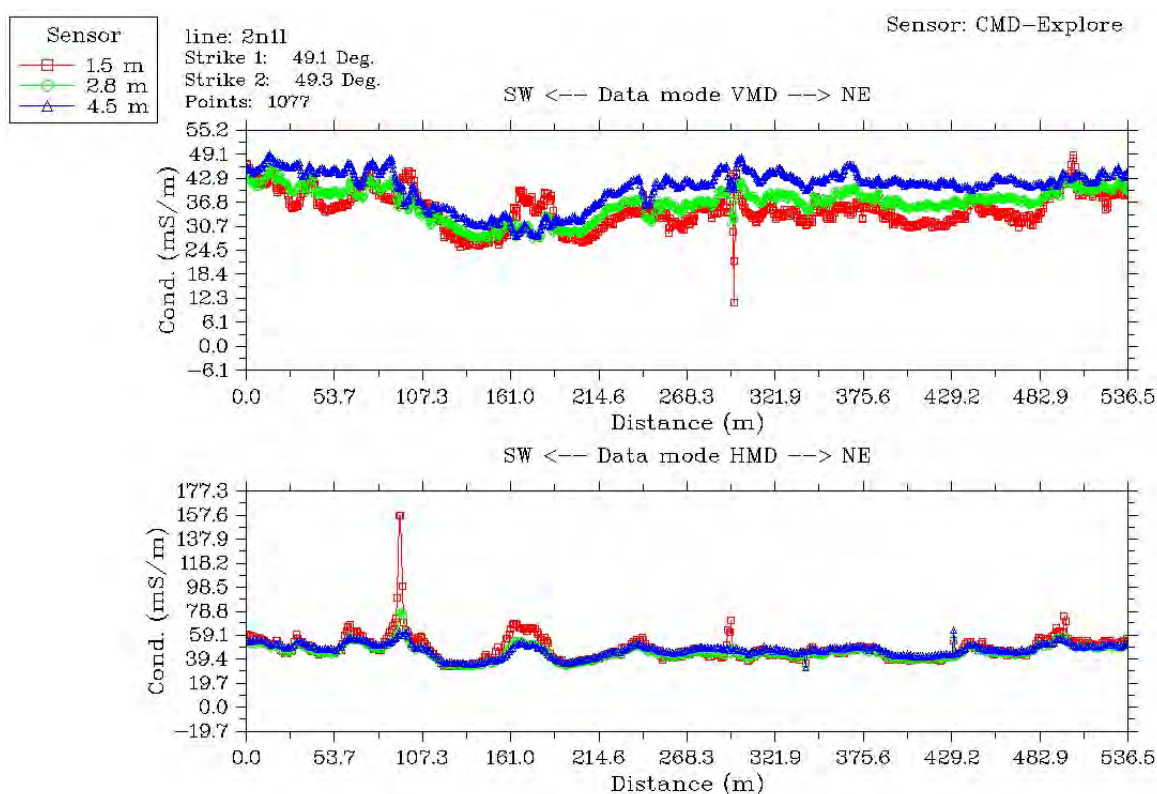


Figura 9 raw data 2n1 di resistività

I dati elaborati ed interpretati, di cui si riporta un esempio nell'immagine seguente, vengono riportati in Allegato B. La profondità sull'asse y si intende dal piano campagna della sommità arginale.

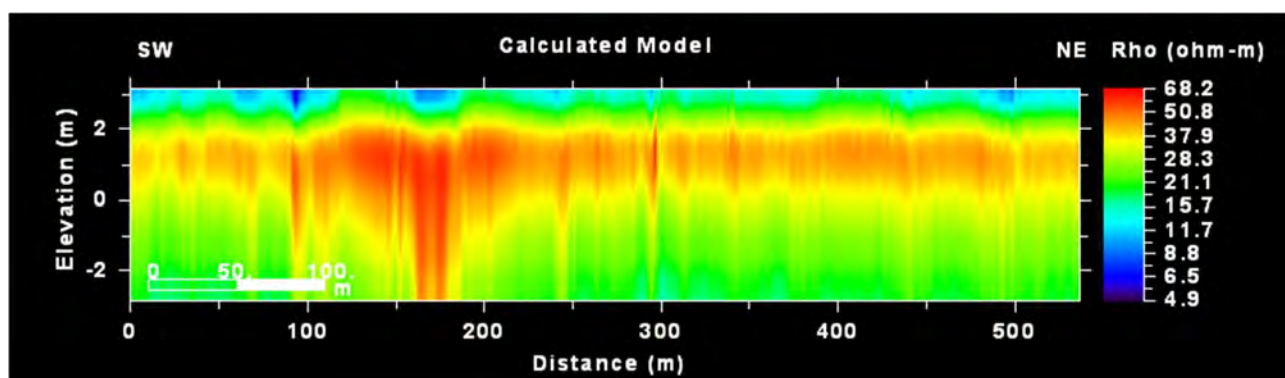


Figura 10 profilo di resistività 2n1 derivante dall'inversione

3. Risultati ottenuti

L'analisi dei risultati è stata effettuata in maniera congiunta utilizzando l'integrazione fra i risultati dei 3 sondaggi geotecnici e quelli indiretti delle indagini geofisiche.

La distribuzione planimetrica dei dati acquisiti è rappresentata in Allegato A nelle tavole da A1 ad A6, in coordinate WGS84 UTM32 e fornita in formato *.dwg.

Lo scopo di questo lavoro era quello di caratterizzare alcuni tratti di argine e relativa fondazione soggetti a filtrazioni dell'acqua trattenuta dal canale consortile, e definirne di conseguenza l'assetto stratigrafico a servizio del progetto di sistemazione della zona.

Per la correlazione del dato geofisico al tipo di materiale è stato necessario sovrapporre le stratigrafie ottenute dai sondaggi che li hanno intersecati come segue:

- profili elettromagnetici
 - tratto 1: S1 con 1n1;
 - tratto 2: S2 con 2s1;
 - tratto 4: S4 con 4n1.

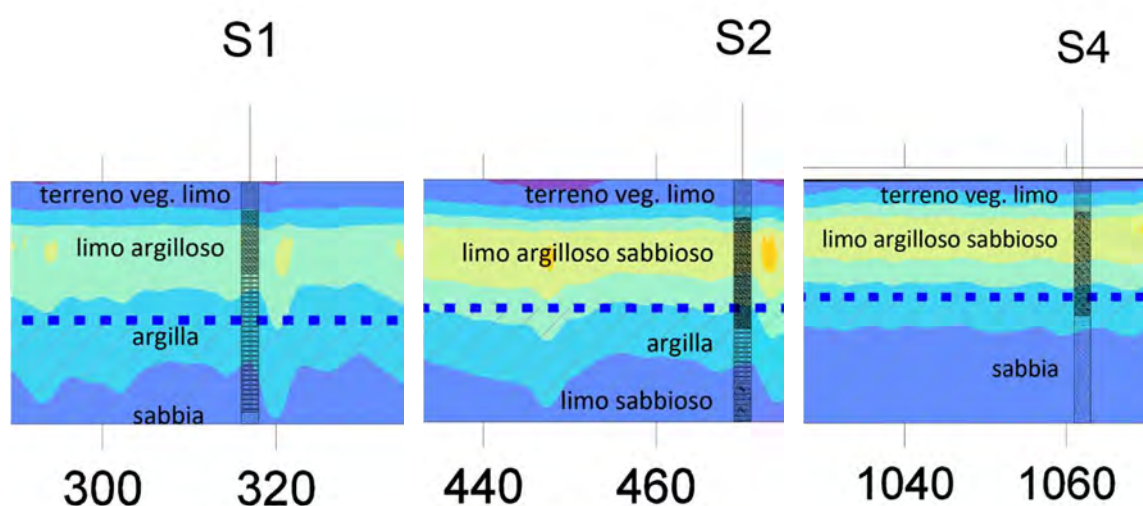


Figura 11 sovrapposizione fra stratigrafie dei sondaggi e sezioni di resistività che vanno da 0 a 7m di profondità (la riga tratteggiata in blu rappresenta la falda)

Dai risultati geotecnici si nota come nei tre tratti la stratigrafia sia abbastanza simile anche se con spessori che variano, con lievi differenze che mostrano una componente più sabbiosa nello strato limoso argilloso intermedio nel tratto 2 e più limoso profondo rispetto alla sabbia dei tratti 1 e 4. La falda è stata misurata in S1 a 3.95m dal p.c., la cui quota battuta con GPS RTK è di 3.54m (quindi a -0.41m s.l.m.m.).

E' stato così possibile fare un'associazione resistività-materiale, riportata nella in Figura 12, che però ha richiesto la suddivisione fra materiale saturo e insaturo poiché i medesimi valori hanno mostrato una corrispondenza con litologie diverse a causa della presenza dell'acqua.

Per esempio, normalmente l'argilla è alla base della scala di resistività con valori entro i 10-20ohm*m. Se l'argilla è satura di acqua come nel nostro caso, allora la sua rho può alzarsi di qualche unità poiché quella dell'acqua dolce varia generalmente fra i 20 e i 30ohm*m. Al contrario una sabbia asciutta è molto resistiva (ordine di qualche centinaio di ohm*m) mentre, come si può vedere dalla taratura, il livello sabbioso saturo corrisponde a rho fra 10 e 20ohm*m. Quindi la presenza del flusso saturante dei vuoti è determinante per la resistività finale.

Decisiva può essere anche la quantità di sali minerali presenti nell'acqua e nei terreni (ad esempio dovuta all'uso di fertilizzanti). L'ideale sarebbe effettuare misure piezometriche con una sonda di conducibilità ma,

non potendo effettuare tali misure, si prende come assunto che la resistività dell'acqua sia uguale in tutte le zone indagate.

Le sezioni di resistività sono riportate nell'Allegato B e vengono riportati in sovrapposizione anche le stratigrafie dei sondaggi e la legenda di seguito riportata.

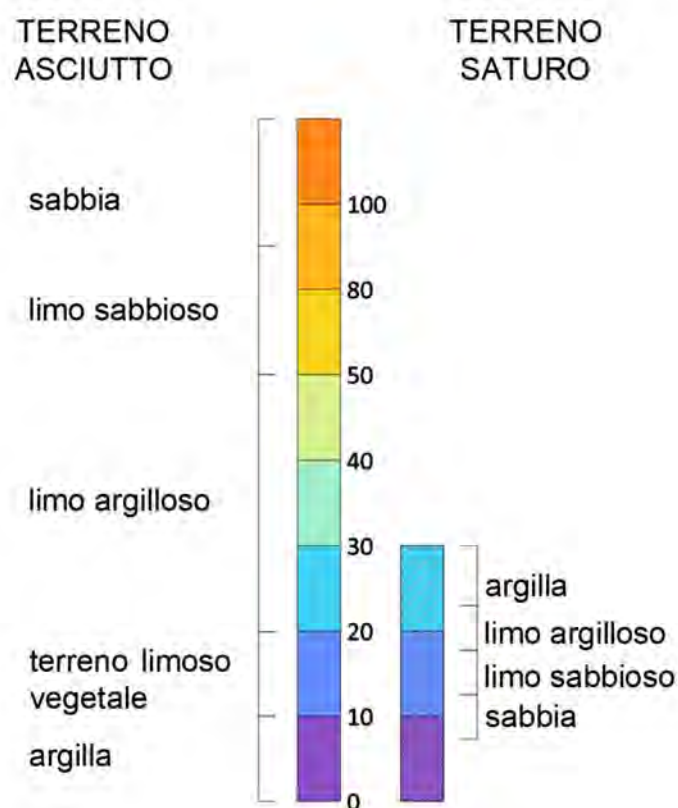


Figura 12 associazione resistività natura dei materiali (ohm*m)

Analizzando nel complesso le sezioni elettromagnetiche eseguite in cresta argine, si può osservare sotto un primo metro circa di terreno vegetale e terreno limoso abbastanza continuo, una discreta variazione laterale della resistività in particolare per i tratti 2 e 3, che mostrano le rho più elevate corrispondenti a materiali limoso sabbiosi. Anche il tratto 4, a Ovest del raccordo Ferrara-Porto Garibaldi (profili 4n2e 4s2), e localmente nel profilo 4n1 fra 760 e 820m, le resistività sono maggiori di 50ohm*m, pertanto associate a limi sabbiosi. Lo spessore di questo strato, che va da circa 1m a 4m dal p.c., è quindi abbastanza continuo e ne varia la composizione a predominanza più o meno sabbiosa.

Sotto questo primo gruppo litologico, si colloca uno strato argilloso con spessore variabile fra 1 e 4m avente una rho (in ambiente saturo) fra i 20 e i 30ohm*m. Solo gli argini del tratto 4 (profili 4n1 e 4n2) ad Est della superstrada sembrano non avere lo strato di argilla intermedio, e che il contatto sia quindi diretto fra livello limoso e la sabbia (rho fra 10 e 20ohm*m) che sta alla base di tutte le sezioni. Nello specifico questo livello profondo sabbioso - limoso sabbioso, lo troviamo dai 5-6m di profondità dal p.c. ma in alcuni punti si approfondisce ulteriormente: per esempio nel tratto 2 in entrambe le sponde fra le progressive 80 e 220m, nel tratto 3 in particolare nella zona centrale dell'argine sud ad ovest della via Gambulaga (profilo 3s1), e nell'ultima porzione a Est del tratto 3 in entrambi gli argini. Nel tratto 4 al contrario lo strato a matrice sabbiosa è molto più superficiale e lo si trova a partire da circa 3.5m.

Nel tratto 1 in vicinanza del sondaggio S1 è stata realizzata anche una linea alla base dell'argine nord (profilo 1nf1) per verificare la taratura degli strati profondi. Sulla linea 1n1 (quota 3.62m s.l.m.m.) lo strato argilloso arriva abbastanza in profondità e lascia lo spazio alla sabbia solo dai 6-7m dal p.c. e questa stratificazione è confermata dal profilo 1nf1 (quota 0.55m s.l.m.m.) dove la copertura argillosa termina a circa 5.3m dal p.c.. Osservando invece le sezioni trasversali dei terreni alla base degli argini, rimanendo sempre nel tratto 1 si nota la differenza nella zona settentrionale fra il profilo 1nt1 e 1nf1. La linea trasversale, molto diversa dalla longitudinale, mostra uno strato sabbioso che si estende fino quasi a 7m di profondità dal p.c. nella prima metà, poi subentra il livello argilloso da circa 4.6m in poi. La linea trasversale sud (1st1) è molto simile a quella longitudinale ed è coerente con la prova penetrometrica CPTU509 disponibile sul portale della Regione Emilia Romagna (https://geo.regione.emilia-romagna.it/cartografia_sgss/user/viewer.jsp?service=geologia) eseguita a circa 200m a nord del canale. Quindi probabilmente a nord del canale S. Nicolò nel tratto 1 c'è una grande variabilità dello spessore degli strati e i materiali potrebbero essere prevalentemente di natura sabbiosa mentre a sud prevale l'argilla.

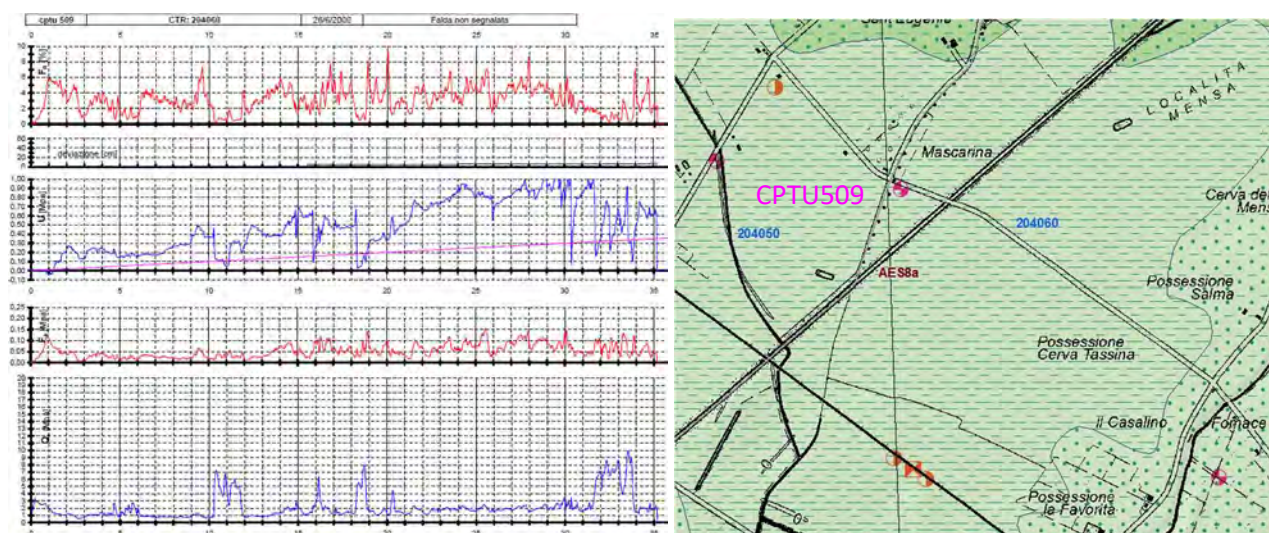


Figura 13 CPTU509 tratto 1

Nella trasversale a sud del tratto 2 (profilo 2st1) predominano l'argilla fino a 5m e poi solo in profondità emerge strato sabbioso. Anche la prova penetrometrica CPTU502D (fonte portale RER) realizzata a 300m a Sud del canale mostra la presenza del livello argilloso fino a 10m di profondità e poi sabbia.

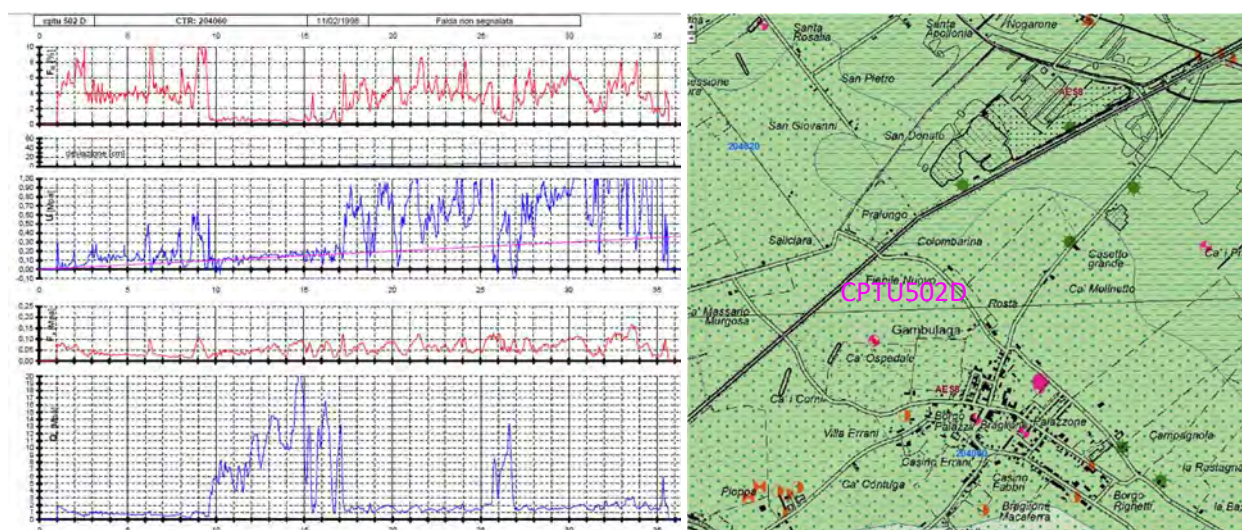


Figura 14 CPTU502D tratto 2

Il tratto 4 mostra una discreta omogeneità del primo livello di copertura di natura argillosa avente uno spessore di circa 1m, e a seguire in profondità le sezioni 4nt1 e 4st2 evidenziano il proseguimento di livelli di natura argillosa in particolare per 4st2. Sulla 4nt1 a circa 0.5m dal p.c. proprio al limite con il teorico livello di falda, sono presenti due zone con valori molto elevati di ρ ($>50\text{ohm}\cdot\text{m}$) che stanno ad indicare un livello superficiale limoso sabbioso non continuo e di spessore massimo pari a circa 1.5m.

Per i profili 4nt2 e 4st1 invece subito sotto lo strato argilloso superficiale si trovano i limi sabbiosi e le sabbie. Anche qui, come nel tratto 1 è evidente l'estrema variabilità dello spessore dei livelli argillosi e sabbiosi sia in senso Sud-Nord sia in senso Ovest-Est, come mostrato anche nelle CPTU506 rispettivamente a 1km sud del canale e CPTU510 a 500 a nord. Infatti il livello limoso sabbioso appare molto superficiale (1m circa) nella zona meridionale quindi in accordo con la 4st1.

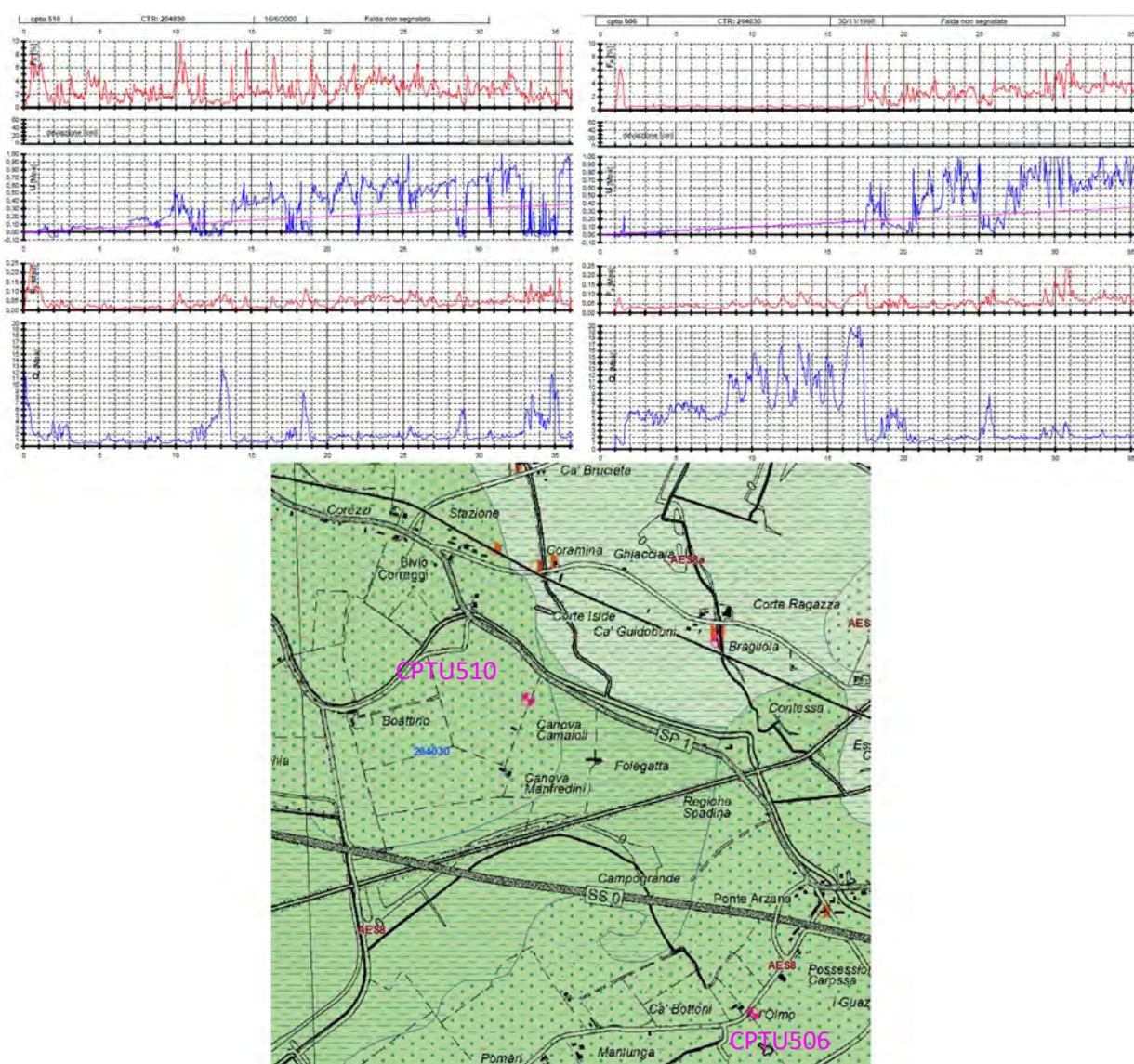


Figura 15 CPTU510 e CPTU506 tratto 4

Infine, i profili elettromagnetici sono stati analizzati anche dal punto di vista delle anomalie positive e negative (picchi con valori fuori scala) che possono essere legati a possibili cavità o accumulo di materiale grossolano (anomalie alto resistive), piuttosto che sottoservizi di varia natura. Generalmente il metallo produce picchi con fase doppia (positiva e negativa) oppure solo negativa (vedasi esempio in Figura 16).

Tutte le anomalie sono state opportunamente segnalate sui profili in Allegato A.

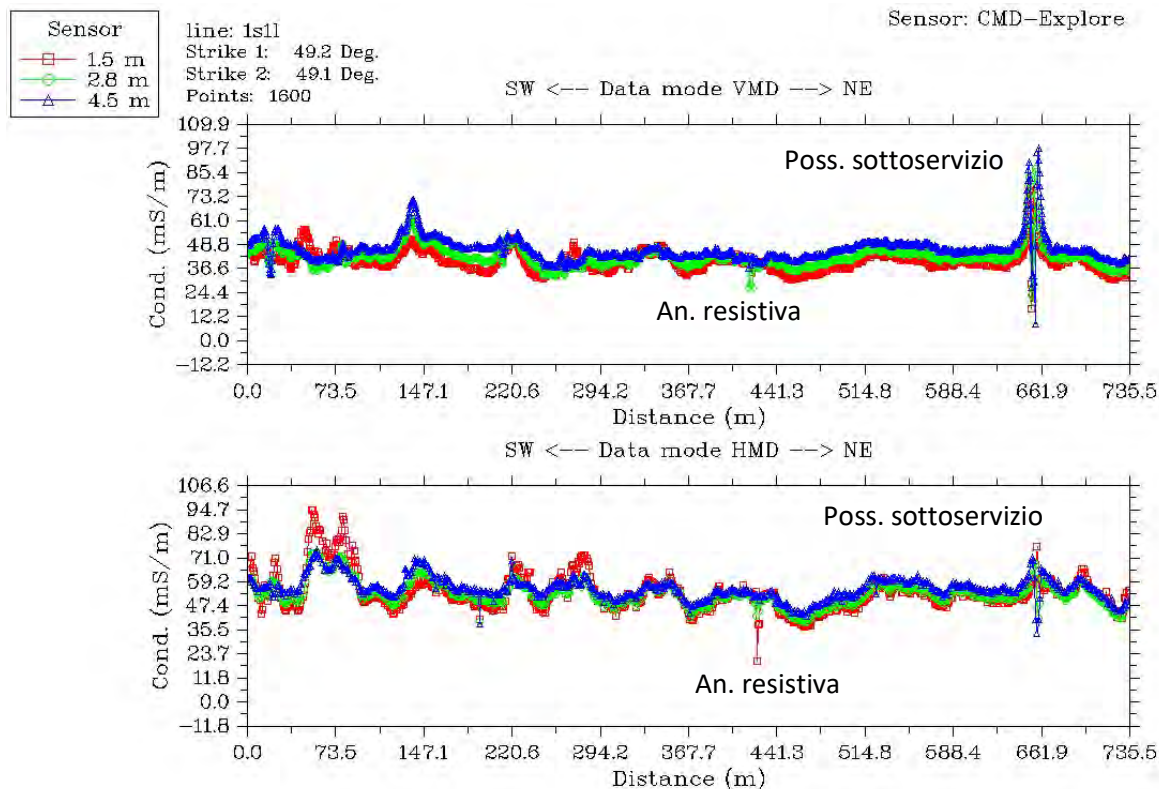


Figura 16 picchi interpretati come anomalie

Oltre a numerosi possibili sottoservizi, vanno segnalate due zone anomale abbastanza estese:

- tratto 3 in entrambe le sponde dalle progressive 200m a 340m (profili 3n1 e 3s1) appare un segnale molto forte in fase positiva e negativa tipico della presenza di materiale metallico forse profondo;
- tratto 4 sponda nord (profilo 4n2), fino alla progressiva 60m c'è un segnale molto forte associabile alla possibile presenza di una rete metallica.

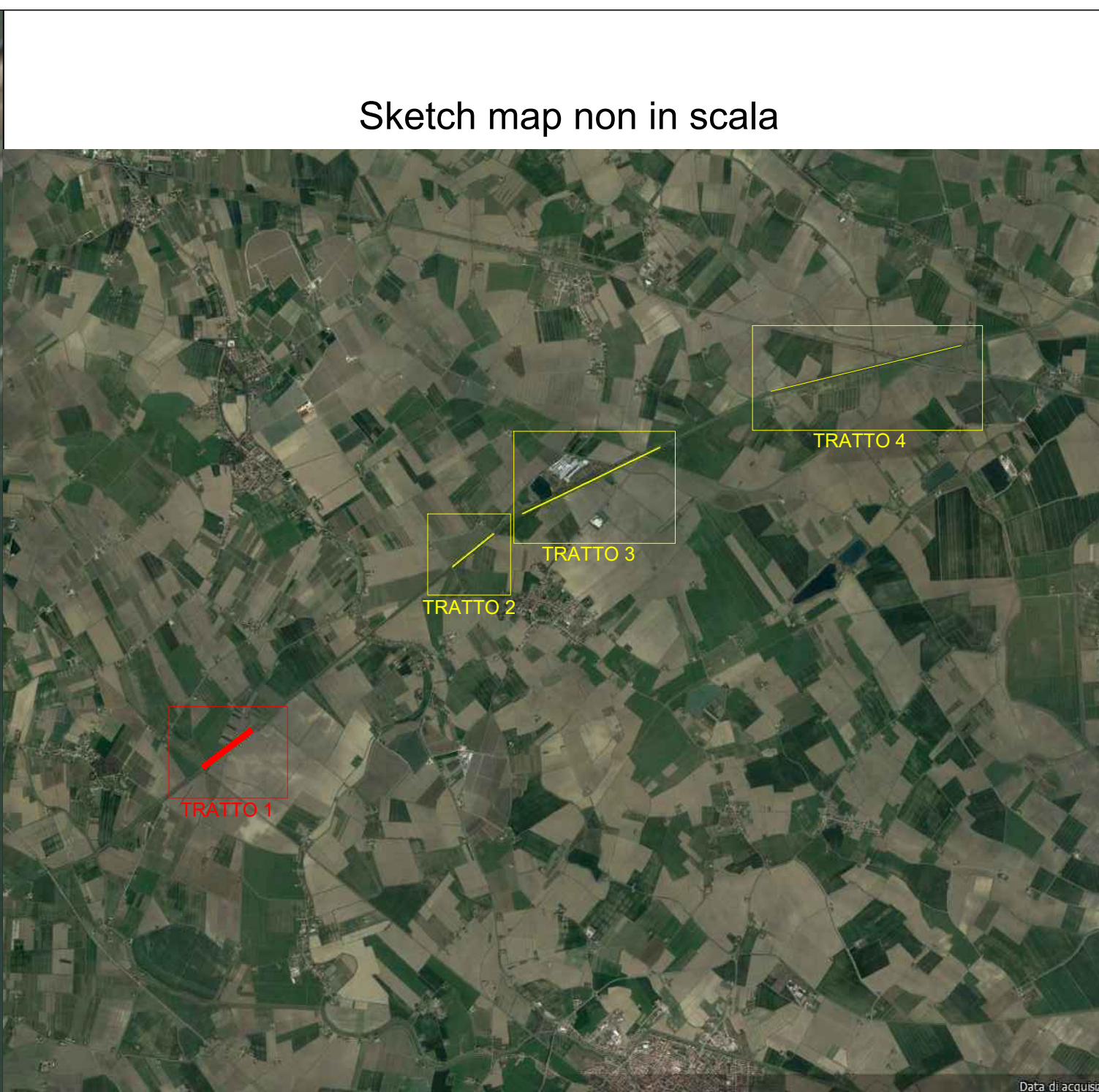
Si seguito viene riportata la legenda della Tavola 1B con cui sono state classificate le diverse anomalie.

LEGENDA



Figura 17 Legenda delle anomalie EM interpretate

4. Allegato A – Tavole planimetriche

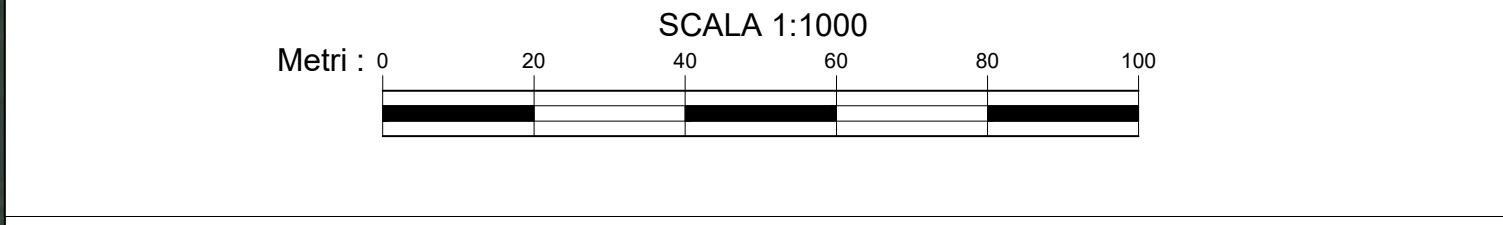


LEGENDA

- Profili EM
- Possibile sottoservizio
- Anomalia conduttiva
- Anomalia conduttiva superficiale
- Anomalia resistiva
- Zona anomala (possibile rete metallica)
- Sondaggio

NOTE

1. Ortofoto estratte dal geoportale Emilia Romagna con sistema di riferimento WGS84 UTM32N
2. Tutte le dimensioni sono espresse in metri



LIFE LABORATORI INGEGNERIA FERRARA

INDAGINI GEOFISICHE PER LA CARATTERIZZAZIONE DELLE ARGINATURE DEL CANALE DI S.NICOLÒ A MEDELANA (FE)

JOB: es21125		DATE: 7 luglio 2021	
LIP:	DATE:	DRAWING N°: 1A	
Planimetria dei rilievi e delle anomalie del dato EM TRATTO 1		SCALE: 1:1000	

responsabile settore marino e costiero
Ph.D. Gioi Andrea Zamboni
N° 1201 Ordine dei Geologi Regione Emilia Romagna
responsabile settore geofisica e PhD
Dr.ssa Roberta Zamboni

esplora s.r.l. p.l. officina Trieste 9122660328; rea Trieste 133657; c.s. € 15.000 i.v.
sede legale
Via Goglio Padova 10
34139 Trieste, Italia
www.esploraitalia.it
info@esploraitalia.it

Rev.	Date	Prepared by	Checked by	Approved by	Description
0	5 luglio 2021	M. Pizzanelli	R. Zamboni	-	

Rev.	Date	Prepared by	Checked by	Approved by	Description
0	5 luglio 2021	M. Pizzanelli	R. Zamboni	-	

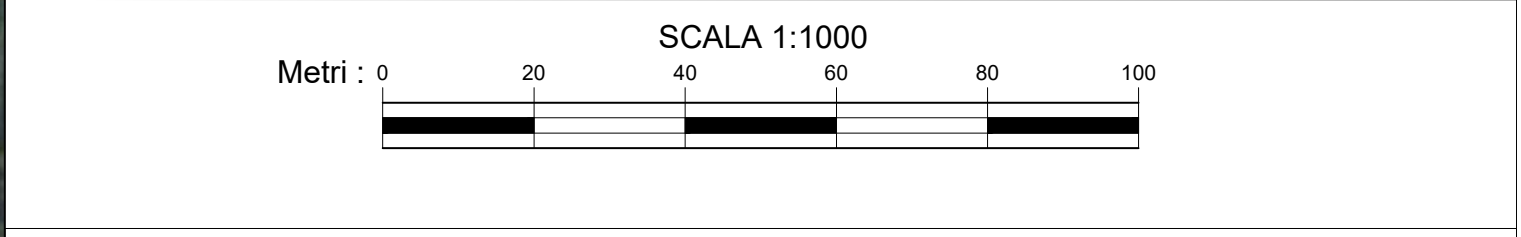


LEGENDA

- Profili EM
- Possibile sottoservizio
- Anomalia conduttiva
- Anomalia conduttiva superficiale
- Anomalia resistiva
- Zona anomala (possibile rete metallica)
- Sondaggio

NOTE

1. Ortofoto estratte dal geoportale Emilia Romagna con sistema di riferimento WGS84 UTM32N
2. Tutte le dimensioni sono espresse in metri





LIFE LABORATORI INGEGNERIA FERRARA

INDAGINI GEOFISICHE PER LA CARATTERIZZAZIONE DELLE ARGINATURE DEL CANALE DI S.NICOLÒ A MEDELANA (FE)

JOB: es21125	DATE: 7 luglio 2021
LIP: DATE:	DRAWING N°: 2A
	SCALE: 1:1000



esplora s.r.l. p.l. officina Trieste 91220660328; rea Trieste 133657; c.s. € 15.000 i.v.
sede legale
Via Giglio Padovani 10
34139 Trieste, Italia
www.esplorasi.it
info@esplorasi.it

responsabile settore marino e costiero
Ph.D. Gioi Andrea Zamboni
N° 1201 Ordine dei Geologi Regione Emilia Romagna
responsabile settore geofisica e PhD
Dr.ssa Roberta Zamboni

Rev.	Date	Prepared by	Checked by	Approved by	Description
0	5 luglio 2021	M. Pisanelli	R. Zamboni	-	

Revisione

Approvazione

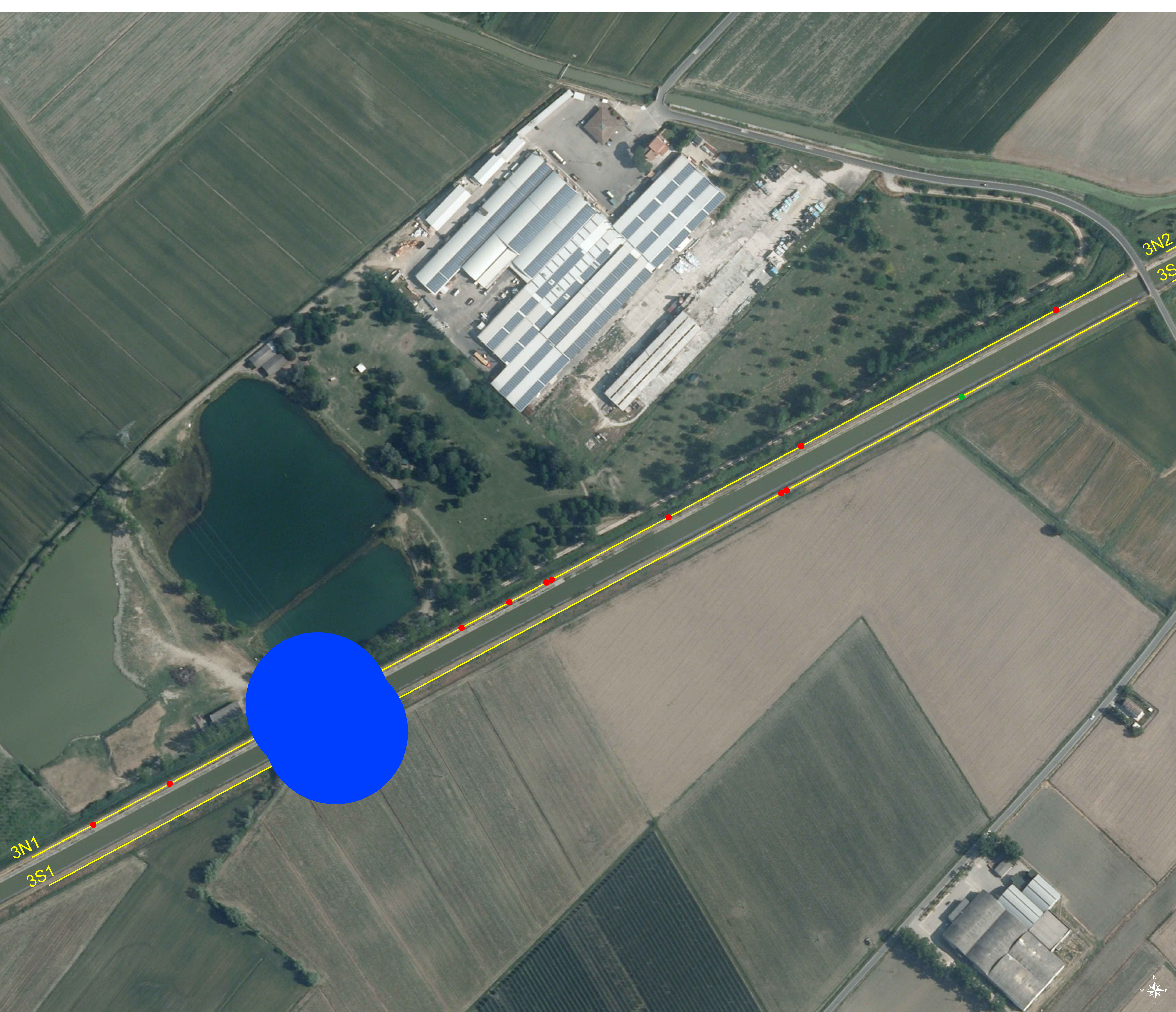
Disegno

Stampa

Stampa

Stampa



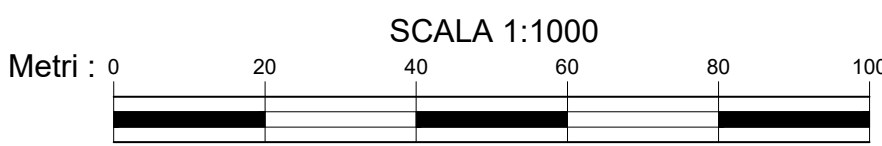


LEGENDA

- Profili EM
- Possibile sottoservizio
- Anomalia conduttiva
- Anomalia conduttiva superficiale
- Anomalia resistiva
- Zona anomala (possibile rete metallica)
- Sondaggio

NOTE

- Ortofoto estratte dal geoportale Emilia Romagna con sistema di riferimento WGS84 UTM32N
- Tutte le dimensioni sono espresse in metri



LIFE LABORATORI INGEGNERIA FERRARA

INDAGINI GEOFISICHE PER LA CARATTERIZZAZIONE
DELLE ARGINATURE DEL CANALE DI S.NICOLÒ A
MEDELANA (FE)

COD:
es21125

UP: DATE:

Planimetria dei rilievi e delle
anomalie del dato EM
TRATTO 3

DATE:
7 luglio 2021

DRAWING N°:
3A

SCALE:
1:1000



responsabile settore marino e costiero
Ph.D. Gioi Andrea Zamboni
N° 1201 Ordine dei Geologi Regione Emilia Romagna
responsabile settore geofisica e PhD
Dr.ssa Roberta Zamboni

esplora s.r.l. p.l. officina Trieste 0122660328; rea Trieste 133657; c.s. € 15.000 i.v.
sede legale
Via Gligio Padova 10
34130 Trieste, Italia
www.esplorasi.it
info@esplorasi.it

Rev.	Date	Prepared by	Checked by	Approved by	Description
0	5 luglio 2021	M. Pisanelli	R. Zamboni	-	

Revisione	Progetto/Modifica	Verifica/Approvazione	Disegno	Stampa	Stampa

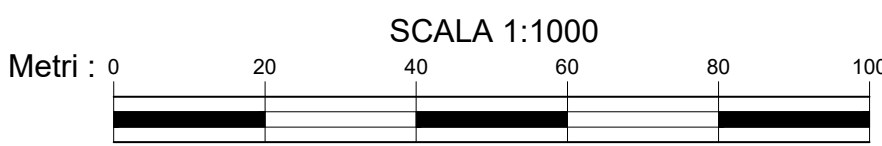


LEGENDA

- Profili EM
- Possibile sottoservizio
- Anomalia conduttiva
- Anomalia conduttiva superficiale
- Anomalia resistiva
- Zona anomala (possibile rete metallica)
- Sondaggio

NOTE

- Ortofoto estratte dal geoportale Emilia Romagna con sistema di riferimento WGS84 UTM32N
- Tutte le dimensioni sono espresse in metri



LIFE LABORATORI INGEGNERIA FERRARA

INDAGINI GEOFISICHE PER LA CARATTERIZZAZIONE
DELLE ARGINATURE DEL CANALE DI S.NICOLÒ A
MEDELANA (FE)

COD.
es21125

UP. DATE:

Planimetria dei rilievi e delle
anomalie del dato EM
TRATTO 3

DATE:
7 luglio 2021

DRAWING N°:
4A

SCALE:
1:1000



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI TRIESTE

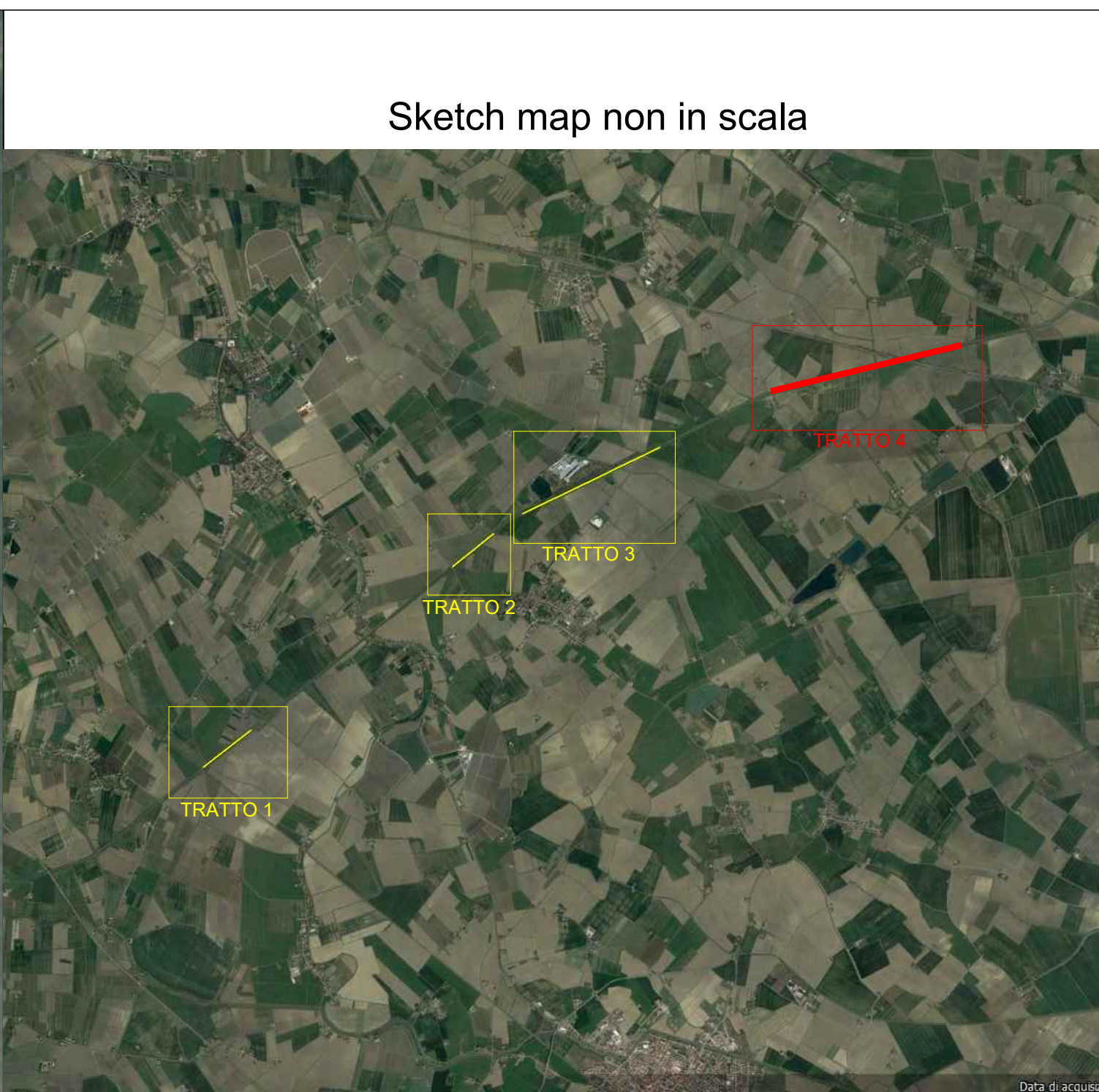
responsabile settore marino e costiero
Ph.D. Gioi Andrea Zamboni
N° 1201 Ordine dei Geologi Regione Emilia Romagna
responsabile settore geofisica e PhD
Dr.ssa Roberta Zamboni

esplora s.r.l. p.l. loc. Trieste 01220660328; rea Trieste 133657; c.s. € 15.000 i.v.
sede legale
Via Giglio Padovani 10
34130 Trieste, Italia
www.esplorasi.it
info@esplorasi.it

Rev.	Date	Prepared by	Checked by	Approved by	Description
0	5 luglio 2021	M. Pizzanelli	R. Zamboni	-	

Revisione	Progetto	Disegno	Verifica	Approvazione	Stampa



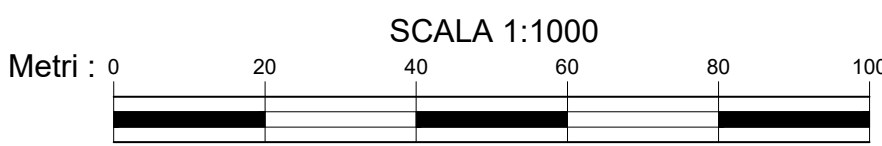


LEGENDA

- Profili EM
- Possibile sottoservizio
- Anomalia conduttiva
- Anomalia conduttiva superficiale
- Anomalia resistiva
- Zona anomala (possibile rete metallica)
- Sondaggio

NOTE

- Ortofoto estratte dal geoportale Emilia Romagna con sistema di riferimento WGS84 UTM32N
- Tutte le dimensioni sono espresse in metri



LIFE LABORATORI INGEGNERIA FERRARA

INDAGINI GEOFISICHE PER LA CARATTERIZZAZIONE
DELLE ARGINATURE DEL CANALE DI S.NICOLÒ A
MEDELANA (FE)

JOB:
es21125

UP: DATE:

Planimetria dei rilievi e delle
anomalie del dato EM
TRATTO 4

DATE:
7 luglio 2021

DRAWING N°:
5A

SCALE:
1:1000



responsabile settore marino e costiero
Ph.D. Gioi Andrea Zamboni
N° 1201 Ordine dei Geologi Regione Emilia Romagna
responsabile settore geofisica e PhD
Dr. area Roberto Zamboni

esplora s.r.l. p.l. officina Trieste 0122060328; rea Trieste 133657; c.s. € 15.000 i.v.
sede legale
Via Giglio Padovani 10
34130 Trieste, Italia
www.esplorait.it
info@esplorait.it

Rev.	Date	Prepared by	Checked by	Approved by	Description
0	5 luglio 2021	M. Pizzanelli	R. Zamboni	-	

Revisione	Progetto	Disegno	Verifica	Approvazione	Stampa



Profili EM	
Possibile sottoservizio	
Anomalia conduttiva	
Anomalia conduttiva superficiale	
Anomalia resistiva	
Zona anomala (possibile rete metallica)	
Sondaggio	

1. Ortofoto estratte dal geoportale Emilia Romagna con sistema di riferimento WGS84 UTM32N
2. Tutte le dimensioni sono espresse in metri



INDAGINI GEOFISICHE PER LA CARATTERIZZAZIONE
DELLE ARGINATURE DEL CANALE DI S.NICOLÒ A
MEDELANA (FE)

JOB:	es21125	DATE:	7 luglio 2021
UP :	DATE:	Planimetria dei rilievi e delle anomalie del dato EM TRATTO 4	
		DRAWING N°:	6A
		SCALE:	1:1000



esplorata



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI TRIESTE**

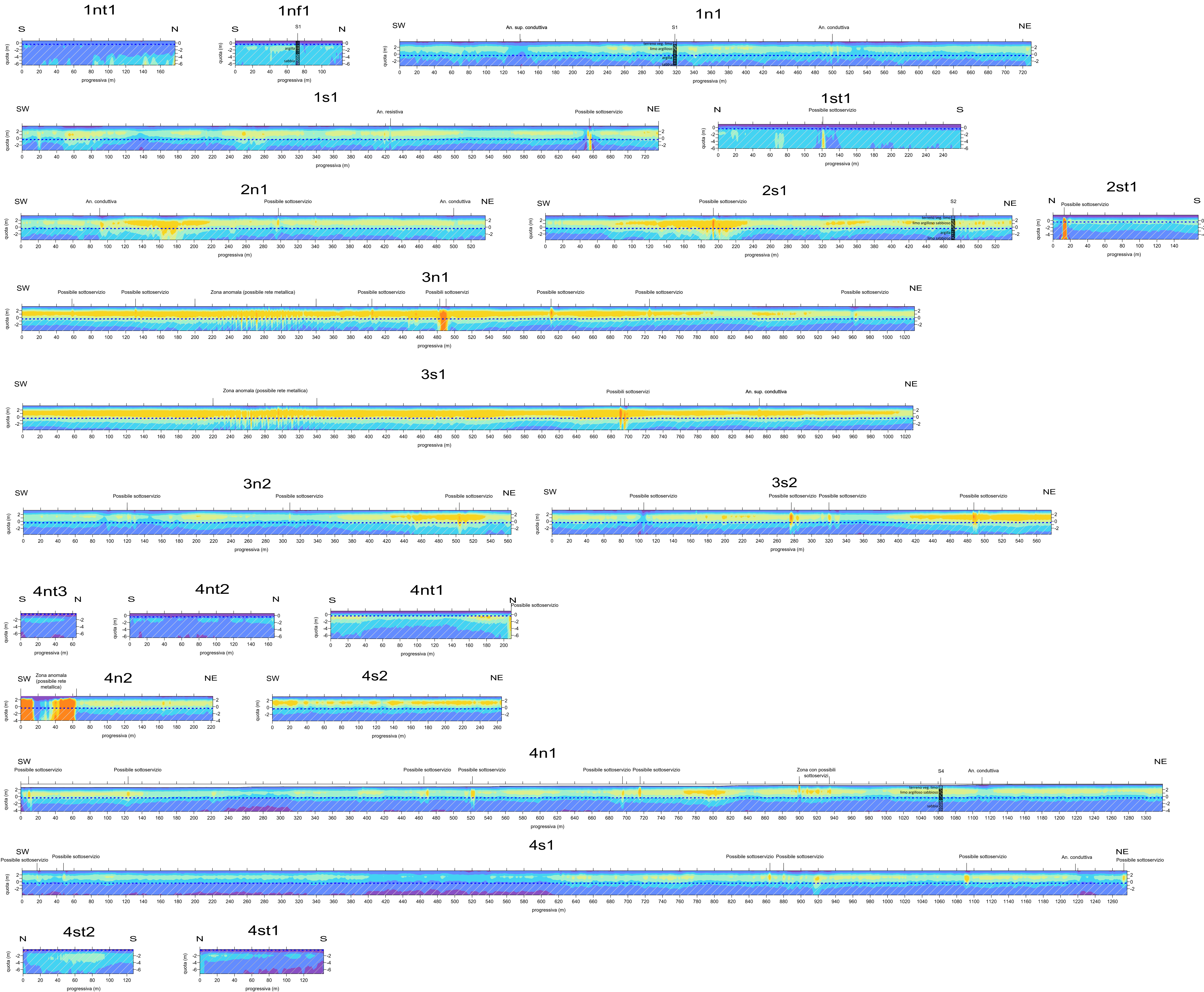
responsabile settore grafico e coautore
Ph.D. Gied. Andrea Zamarino
N° 1201 Online del Geoport. Regione Emilia Romagna

responsabile settore geografia e PhD
Dr.ssa Roberta Zamboni

esplorata n°1 / uffici@ca Trieste 012206506328; ree.trieste 135657; c.p. 5. 15.000 / v.

sede legale
Via Guglielmone 10
34138 Trieste, Italia
www.esplorata.it
info@esplorata.it

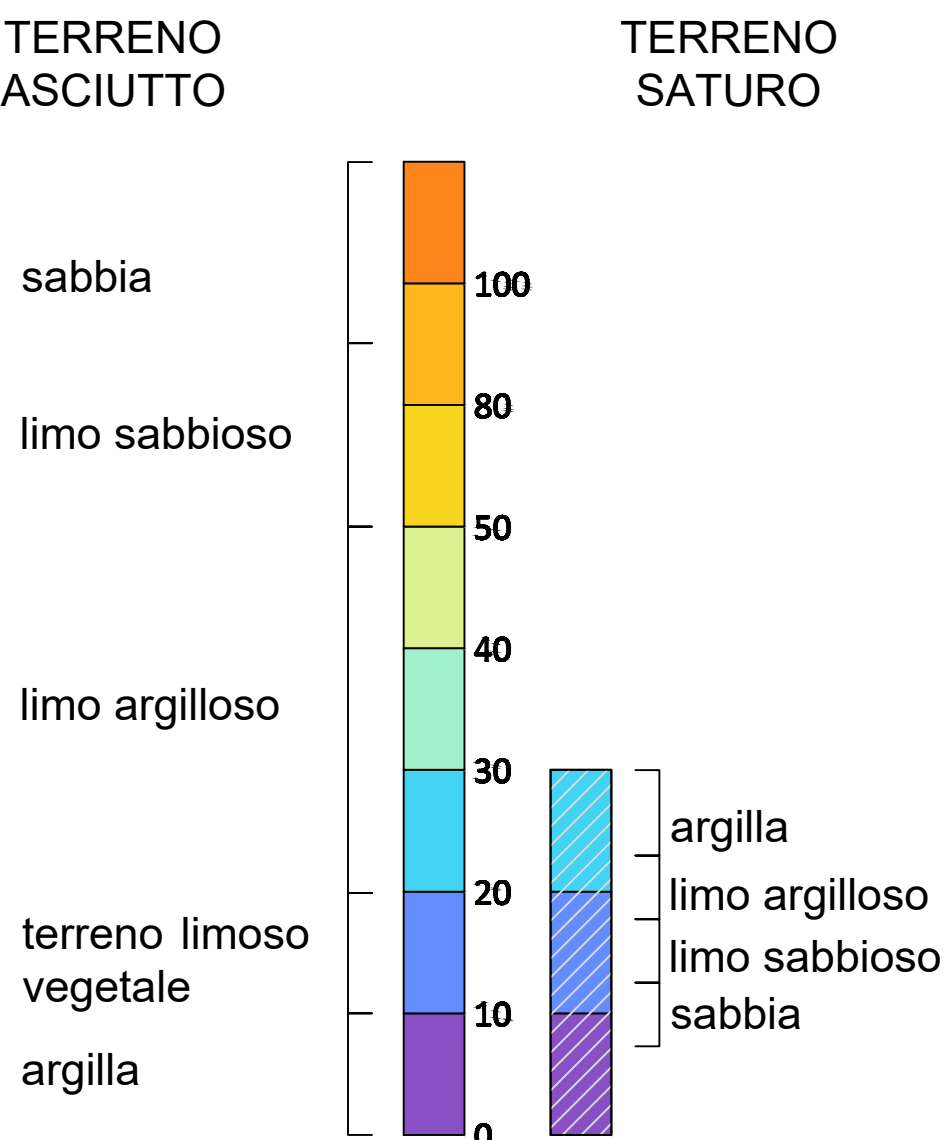
5. Allegato B – Sezioni elettromagnetiche



LEGENDA

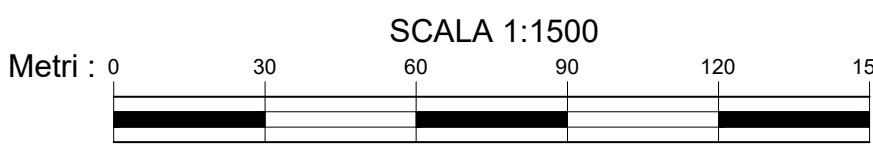
..... Livello della falda interpretato

SCALA DI RESISTIVITA' IN OHM*M



NOTE

- 1. Tutte le dimensioni sono espresse in metri
- 2. La scala verticale delle sezioni è esagerata 4X



LIFE LABORATORI INGEGNERIA FERRARA

INDAGINI GEOFISICHE PER LA CARATTERIZZAZIONE DELLE ARGINATURE DEL CANALE DI S.NICOLÒ A MEDELANA (FE)

JOB: es21125

UP: DATE:

Sezioni elettromagnetiche di resistività

DATE: 7 luglio 2021

DRAWING N°:

1B

SCALE:

1:1500



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE

responsabile settore marino e costiero
Ph.D. Giulio Andrea Zamboni
N° 1201 Ordine dei Geologi Regione Emilia Romagna
responsabile settore geofisica e PhD
Dr.ssa Roberta Zamboni

esplora s.r.l. p.l.ufficiat Trieste 0122060328; rea Trieste 133657; c.s. € 15.000 i.v.
sede legale
Via Giglio Padovani 10
34139 Trieste, Italia
www.esplorait.it
info@esplorait.it

Rev.	Date	Prepared by	Checked by	Approved by	Description
0	6 luglio 2021	M. Pissinatti	R. Zamboni	-	

Revisione	Progettazione	Verifica	Disegno	Stampa	Archiviazione

Committente.

CONSORZIO DI BONIFICA PIANURA DI FERRARA

Oggetto.

Servizio rilievo lidar aereo e restituzione grafica del rilievo eseguito.

CUP: J96G20000500001 - CIG: Z4F3279B3F

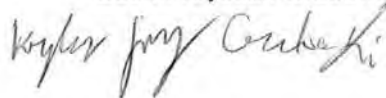


Titolo.

Relazione Tecnica

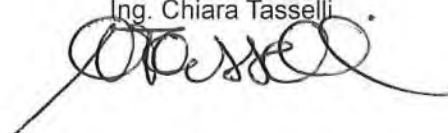
Emesso:

Geom. Krystian Grabowski



Approvato:

Ing. Chiara Tasselli



Commessa	Codice documento	Revisione	Nome file	Data
132-21	Rel. 01	01	132-21-rel.01-CanaleBonifica-rev.00	nov-21

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. BREVE DESCRIZIONE DELLA TECNOLOGIA.....	3
3. RILIEVO DEL CANALE FRA SAN NICOLÒ E MEDELANA	5
4. ELENCO ALLEGATI.....	10

Relazione tecnica

1. PREMESSA

A partire da lunedì 19 luglio 2021, sono stati eseguiti i rilievi laser scanner 3D lungo il tratto di canale che va da S. Nicolò a Medelana del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara, finalizzati alla progettazione idraulica degli interventi di ripristino della piena funzionalità del canale stesso.

A questo scopo è stato necessario recuperare le informazioni fondamentali alla caratterizzazione delle sponde del canale e del terreno circostante ad esso, per una fascia di rilievo ampia circa 100 m ed estesa lungo un tratto di canale dallo sviluppo di circa 14.5 km.

Data la grande estensione della superficie da rilevare, si è scelto di intervenire attraverso un rilievo laser scanner aviotrasportato (airborne laser scanning) che ad oggi costituisce un metodo rapido, accurato ed efficiente per l'acquisizione di dati 3D su vasta scala, come nel caso di terreni agricoli o più in generale nel caso di rilievi di tipo ambientale.

In particolare è stato utilizzato un sensore lidar Riegl montato su un Sistema Aeromobile a Pilotaggio Remoto (UAS), cioè su un sistema costituito da un aeromobile a pilotaggio remoto senza persone a bordo e dai relativi componenti necessari per il controllo e comando (stazione di controllo) da parte di un pilota remoto.

Attraverso la più avanzata tecnologia di acquisizione ed elaborazione dei dati, detta Full Wave Form Analysis, è possibile ottenere misure multiple per ciascun impulso laser e rilevare nella maniera migliore possibile il DTM (Modello Digitale del Terreno) anche in aree coperte da fitta vegetazione.

2. BREVE DESCRIZIONE DELLA TECNOLOGIA

Il LIDAR (Light Detection and Ranging) è una tecnica di telerilevamento per l'esecuzione di rilievi topografici ad alta risoluzione, che permette di determinare la distanza fra lo strumento e un oggetto o una superficie utilizzando un impulso laser. La distanza dell'oggetto è determinata misurando il tempo trascorso fra l'emissione dell'impulso e la ricezione del segnale di ritorno.

La tecnologia LIDAR è da tempo utilizzata per attività di rilievo tridimensionale del territorio. Un sensore LIDAR infatti consente di rilevare centinaia di migliaia di punti al secondo, anche permettendo di discernere tra diverse caratteristiche del suolo.

Negli ultimi anni, ciò che ha rappresentato e che rappresenta una importante innovazione di processo è stato l'utilizzo di sensori LIDAR per l'acquisizione dei dati a bordo di droni.

In questo modo si rende possibile il rilievo tridimensionale del territorio dall'alto, mantenendo molto elevate le caratteristiche di completezza, precisione e rapidità che sono tipiche della tecnologia laser scanner.



Foto 01 – Sistema Aeromobile a Pilotaggio Remoto (UAS) utilizzato per il rilievo – Matrice 600 PRO DJI



Foto 02 – Sensore lidar utilizzato per il rilievo - MINI-VUX Riegl



Foto 03 – Fase di preparazione di drone e lidar per il rilievo del canale



Foto 04 – Fase di decollo del drone e inizio del rilievo lungo il canale

Ciò che si ottiene con un rilievo Lidar è una nuvola di punti, ad ognuno dei quali è associato un dato relativo alle coordinate geografiche (sistema WGS84) ed alla quota (Z), calcolate sulla base della differenza di tempo intercorso tra il segnale emesso e quello riflesso, cui si aggiunge il valore dell'intensità di segnale riflessa (I). La nuvola dei punti contiene al suo interno informazioni su tutti gli elementi riflettenti presenti durante il rilievo. Per questa ragione, al termine del rilievo è necessario procedere ad una classificazione del volume di dati, al fine di attribuire ad ogni singolo punto un significato fisico specifico, discriminando gli impulsi che risultano appartenenti al suolo dagli impulsi classificabili come superfici arboree o più in generale alla vegetazione, piuttosto che ad elementi antropici quali ponti, edifici, strade, linee elettriche, condotte. Inoltre, proprio in presenza di vegetazione non eccessivamente fitta, è possibile osservare un ritorno multiplo del segnale, perché il lidar penetra riflettendo punti a vari livelli della fronda fino ad arrivare al segnale ultimo a livello del suolo.

L'intero processo di calcolo e rettifica dei punti laser deve comunque essere preceduto da una fase di calibrazione del sistema, che viene effettuata prima dell'inizio del rilievo. Dall'elaborazione dei dati, che comprende sia un filtraggio automatico sia un filtraggio manuale, si estraggono i soli punti che appartengono al suolo da cui si ottiene il Modello Digitale del Terreno (DTM, Digital Elevation Model).

3. RILIEVO DEL CANALE FRA SAN NICOLÒ E MEDELANA

Nel caso specifico del rilievo eseguito per il Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara, il canale oggetto di indagine era caratterizzato da uno sviluppo complessivo di 14.5 km a partire dalla Chiavica di San Nicolò fino alla Chiavica di Medelana.

Lungo il canale sono stati individuati 15 tratti consecutivi fra loro, per ciascuno dei quali è stato eseguito:

- un volo in direzione longitudinale per una distanza poco inferiore al kilometro, con decollo a partire dal punto centrale e sovrapposizione con i tratti limitrofi;

- i voli trasversali necessari alla ricostruzione 3D delle opere presenti lungo il tracciato oggetto di rilievo, in modo da poter caratterizzare al meglio le interferenze alla progettazione idraulica;
- scansioni caratterizzate da densità media di 120 punti per mq ed ampiezza di circa 100 metri del corridoio a terra.

I report di volo sono riportati in allegato alla presente relazione.

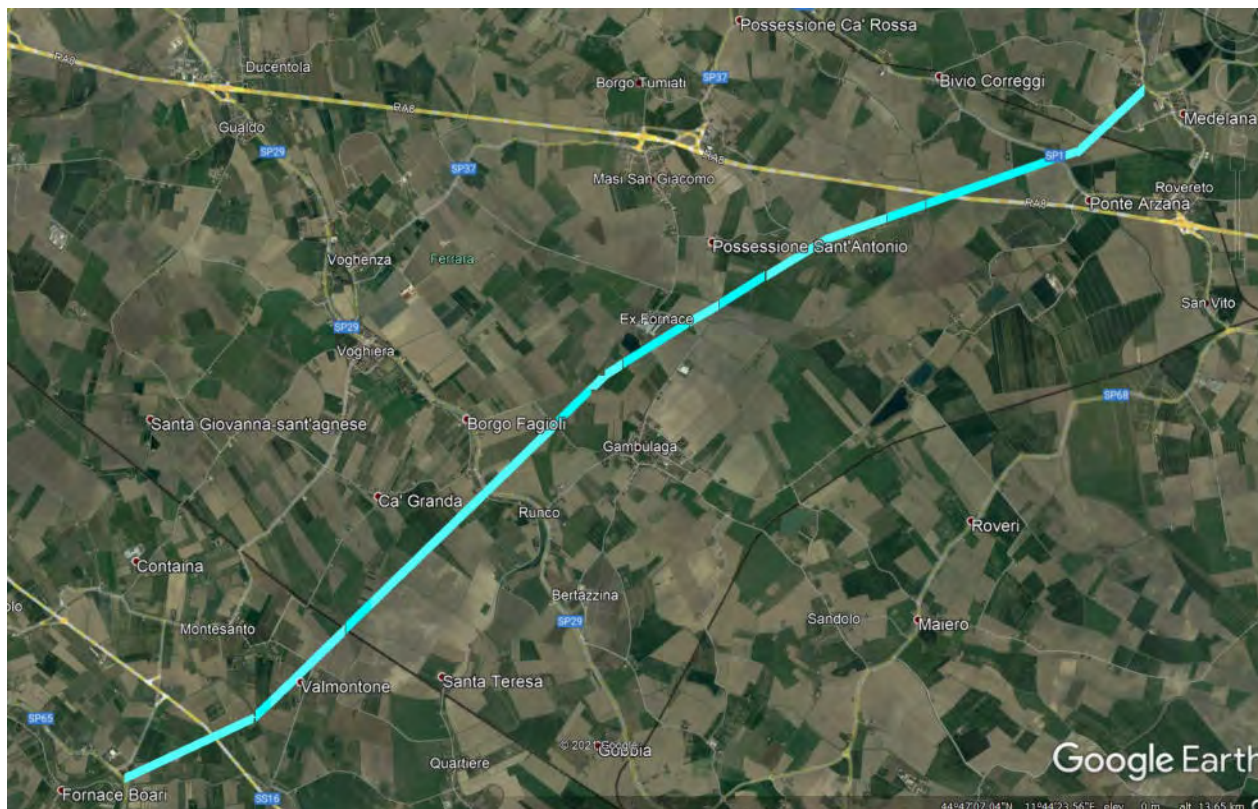


Foto 05 – Canale San Nicolò – Medelana del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara



Foto 06 – Rilievo longitudinale del canale e dell'opera in interferenza

Per poter collegare il rilievo del canale alle quote altimetriche locali e consentire una corretta progettazione idraulica degli interventi di ripristino, è stato necessario effettuare un rilievo GNSS che comprendesse sia i riferimenti dei voli lidar sia i caposaldi di riferimento della Committenza, denominati nella maniera seguente:

MONOGRAFIA CAPOSALDI DI RIFERIMENTO			
CONSORZIO BONIFICA PIANURA FERRARA			
NOME	COORDINATE		
	EST	NORD	Q ELLISSOIDICA
INNM	714634.00	955080.00	-
CC099	715133.05	955269.26	45.83
CC101	716233.52	955709.22	45.69
CC129	716370.36	955868.34	41.82
118010	719050.00	958139.00	-
CC087	719082.70	958112.93	45.53
116141	726015.00	961697.00	-
CC104	726032.74	961677.26	43.98
CC106	726235.92	961742.90	44.06
CC108	726708.33	962134.01	44.07
CC109	726979.91	962372.98	46.98

Il rilievo è stato eseguito mediante un ricevitore serie Geomax Zenith 25 Pro con antenna montata su palina. Il posizionamento differenziale dei punti è stato eseguito in modalità NRTK, attraverso la quale la correzione non proviene da un master “fisico” presente nelle vicinanze dell’area di rilievo ma da stazioni permanenti ItalPos sparse sul territorio italiano che comunicano con il ricevitore in tempo reale.

Questa metodologia di posizionamento consente di effettuare il rilievo avendo a disposizione solo il ricevitore Rover ed una connessione ad Internet. Inoltre permette di ottenere coordinate più attendibili e accurate rispetto a quelle della metodologia RTK, in quanto viene coinvolta tutta la rete di stazioni permanenti, con una ridondanza di osservazioni di gran lunga maggiore.

Il report delle misure effettuate è riportato in allegato alla presente relazione, insieme alle specifiche tecniche della strumentazione utilizzata.

Al termine del rilievo e delle successive elaborazioni è stato possibile effettuare le considerazioni seguenti:

- fra gli 11 caposaldi che ci sono stati forniti, non è stato possibile rilevarne due: CC129 ubicato sulla sommità di un manufatto su un fosso laterale, inaccessibile per folla vegetazione;
CC109 sulla Chiavica di Medelana Nuova, inaccessibile per la presenza di un cancello.
- fra gli 11 caposaldi che ci sono stati forniti, quelli denominati rispettivamente INNМ, 118010 e 116141 avevano coordinate planimetriche senza decimali e in loro corrispondenza sono stati registrati gli scostamenti maggiori, dell’ordine del metro;
- fra i 6 caposaldi rimasti, abbiamo scartato i caposaldi denominati CC099 e CC101 perché materializzati su parapetti ritenuti non sufficientemente attendibili e affidabili;

- infine, fra i quattro rimasti, abbiamo scelto il **caposaldo CC104** quale punto di riallaccio per la nuvola di punti, sia per la facilità di accesso e di rilievo del caposaldo stesso, sia perché materializzato sul basamento di un'opera di presa (denominata SFIORATORE FOSSA MASI) e proprio per questo considerato più affidabile;
- dal confronto fra punti rilevati e monografie, sono emersi gli scostamenti riportati nella tabella seguente, che assumono valori non trascurabili in corrispondenza di:
 INNМ, 118010 e 116141 forniti con coordinate planimetriche senza decimali
 CC099 e CC101 ubicati nella zona della Chiavica di San Nicolò
 CC087 ubicato in località Runco

CC104 - CAPOSALDO DI RIFERIMENTO PER IL RIALLACCIO			
SCOSTAMENTI PLANO-ALTIMETRICI FRA I PUNTI s.l.m.m.			
NOME	x [m]	y [m]	z [m]
INNМ	-0.440	-2.460	-0.400
CC099	0.006	-0.020	-0.420
CC101	0.020	-0.040	-0.380
118010	-2.740	4.630	-0.210
CC087	-0.030	-0.080	-0.220
116141	1.160	0.260	-0.030
CC104	0.000	0.000	0.000
CC106	-0.030	-0.060	-0.020
CC108	0.017	-0.090	-0.008

Scostamenti plano-altimetrici tra i caposaldi da monografia e i caposaldi rilevati con ricevitore GNSS - riallaccio del rilievo al caposaldo CC104.



Foto 07 – Rilievo GNSS con ricevitore serie Geomax Zenith 25 Pro dei caposaldi di riferimento

Infine dai rilievi effettuati in tridimensionale è stato possibile effettuare verifiche della geometria delle sponde, della pendenza delle stesse e della presenza di interferenze lungo il tracciato, estrapolando tutte le informazioni necessarie alla progettazione degli interventi di ripristino della piena funzionalità del canale.

In particolare è stato restituito un rilievo piano altimetrico in cui erano presenti:

- punti con coordinate tridimensionali finalizzati alla caratterizzazione del canale e del terreno circostante, posizionati lungo sommità e piede delle sponde, pelo libero, capezzagne e strade;
- oltre 350 sezioni contenenti gli elementi caratteristici di cui sopra;
- un piano quotato con passo di 5 m;
- prospetti delle 21 opere in interferenza al canale;
- 73 sezioni trasversali del canale con passo di 200 m.

Tutte le informazioni estrapolate dal rilievo sono riportate in forma completa negli allegati grafici.

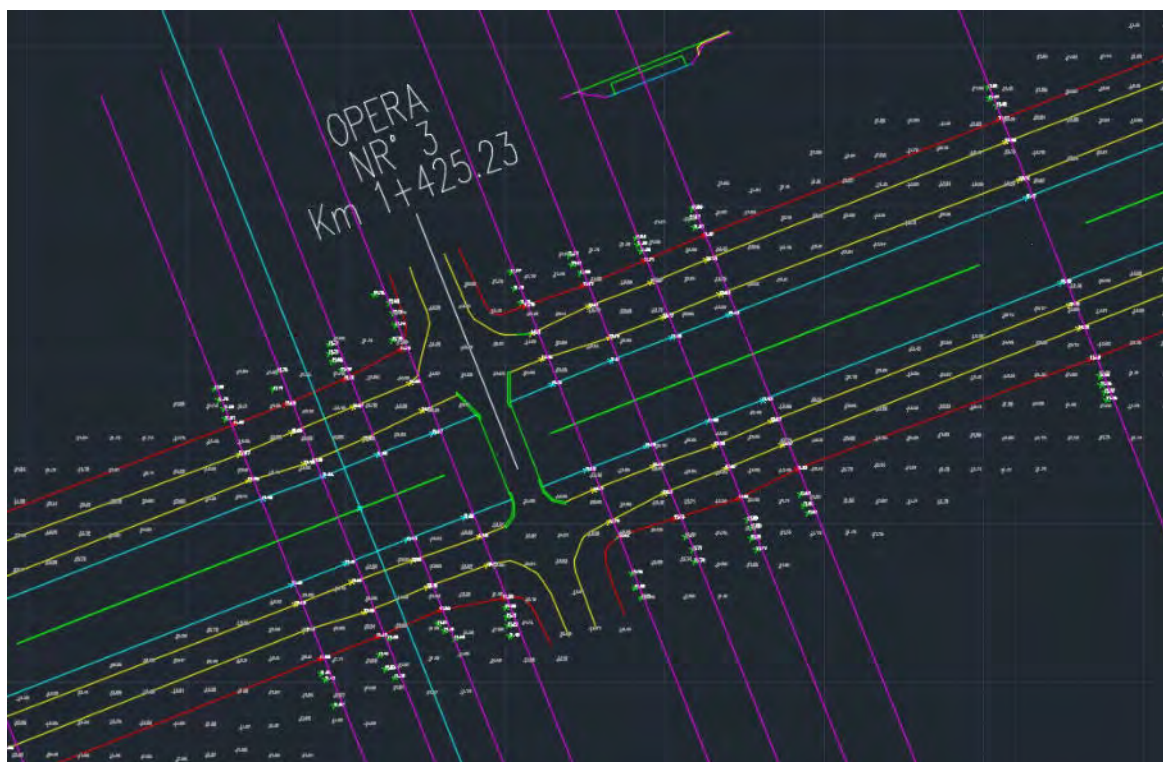


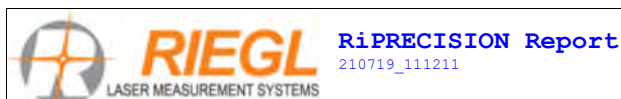
Foto 08 – Esempio di restituzione del rilievo piano altimetrico del canale

4. ELENCO ALLEGATI

Allegato 01 - RiPRECISION Report – Report dei voli
Allegato 02 – Report misure GNSS
Allegato 03 - Specifiche tecniche della strumentazione utilizzata
Allegato 04 - REPORT LETTURE DI CONTROLLO GNSS - CAPOSALDI DI RIFERIMENTO

ALLEGATO 1

RIPRECISION Report – REPORT DEI VOLI



Date/Time: 2021-07-24 15:53:12
Software: RiPROCESS 1.9, RiPRECISION 1.4.2 (15411)
Project: 210719_111211
Results:

Adjustment
Adjustment executed in: 00:00:02

Adjustment of Trajectory "sbet Mission 1"

Trajectory Informaion

Start Time: 11:19:49.003
Duration: 00:13:09.999
End Time: 11:32:59.003

Trajectory Quality Information: sbet_Mission 1

Trajectory adjusted on: 37.11 %

generated Trajectory: sbet_Mission 1 (1).pofx

Scans used

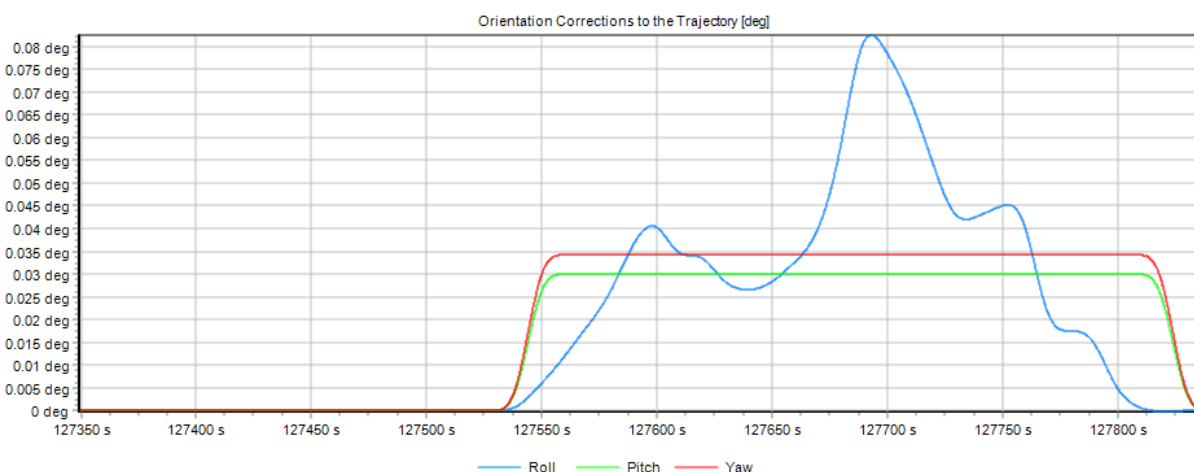
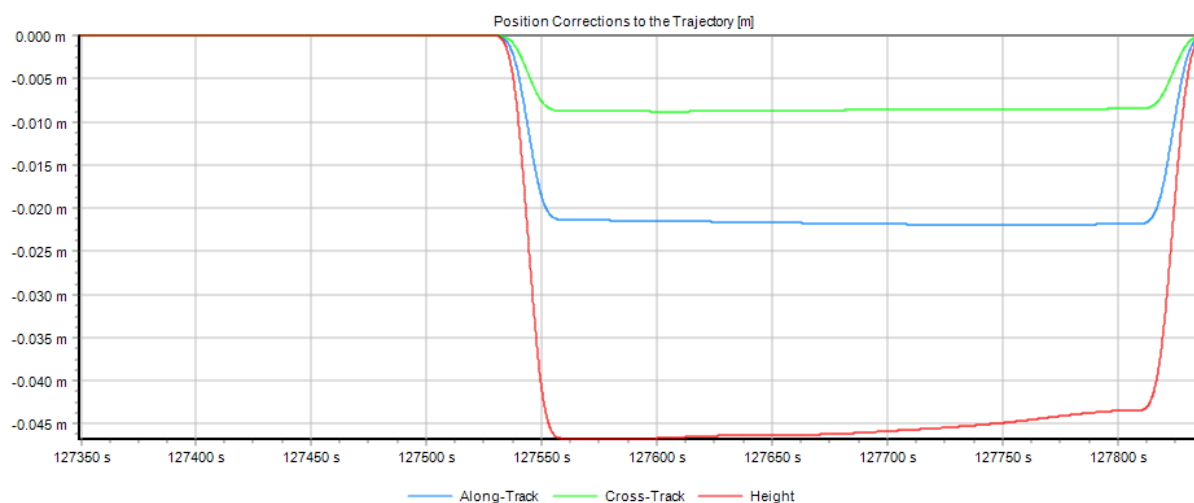
Scan Name	Scanner	Mode	Start Time	Duration	End Time
210719_112252	Scanner 1	adjust	11:22:52.080	00:04:14.917	11:27:06.997
210719_112725	Scanner 1	adjust	11:27:26.013	00:00:15.989	11:27:42.002
210719_112818	Scanner 1	adjust	11:28:18.094	00:00:14.901	11:28:32.996
210719_112900	Scanner 1	adjust	11:29:00.084	00:00:08.915	11:29:08.999
210719_112931	Scanner 1	adjust	11:29:31.124	00:00:08.870	11:29:39.994

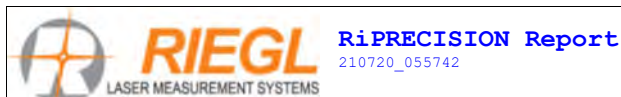
Statistics of Position Corrections

	abs mean [m]	rms [m]	max [m]
Along-Track:	0.0198	0.0205	-0.0220
Cross-Track:	0.0079	0.0082	-0.0088
Height:	0.0415	0.0431	-0.0468
Total Positional Deviation:	0.0466	0.0484	0.0522

Statistics of Orientation Corrections

	abs mean [deg]	rms [deg]	max [deg]
Roll Angle:	0.03040	0.03762	0.08250
Pitch Angle:	0.02723	0.02826	0.02994
Yaw Angle:	0.03109	0.03227	0.03419
Total Angular Deviation:	0.05349	0.05706	0.09419





Date/Time: 2021-07-24 16:19:16
Software: RiPROCESS 1.9, RiPRECISION 1.4.2 (15411)
Project: 210720_055742

Results:

Adjustment

Adjustment executed in: 00:00:02

Adjustment of Trajectory "sbt Mission 1"

Trajectory Information

Start Time: 06:03:00.002
Duration: 00:11:59.001
End Time: 06:14:59.004

Trajectory Quality Information: sbt_Mission 1

Trajectory adjusted on: 39.47 %

generated Trajectory: sbt_Mission 1 (1).pofx

Scans used

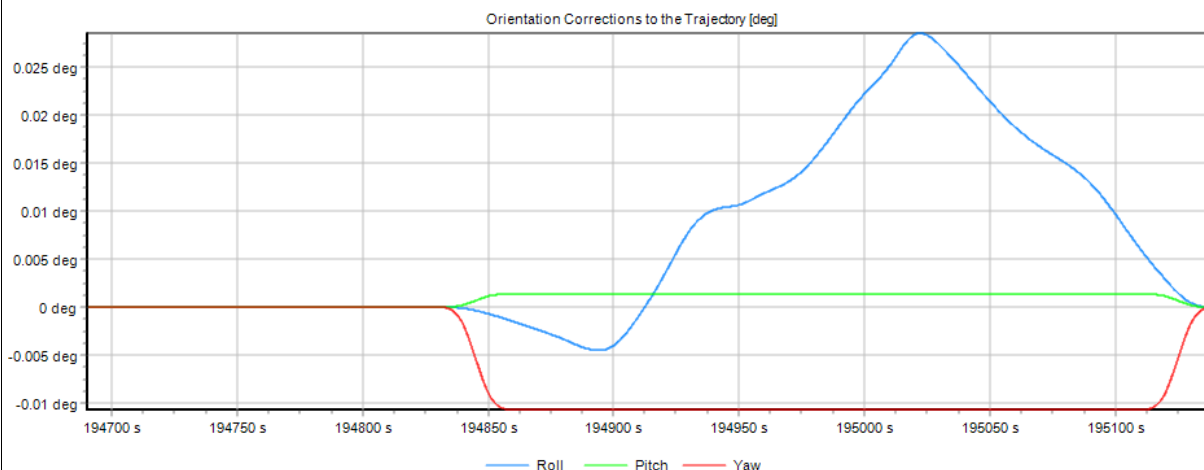
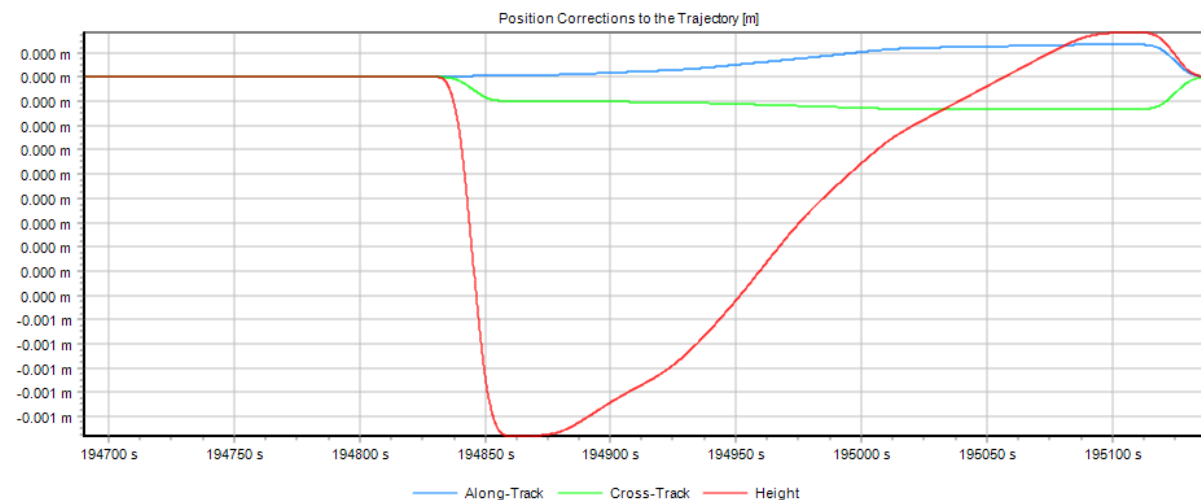
Scan Name	Scanner	Mode	Start Time	Duration	End Time
210720_060517	Scanner 1	adjust	06:05:17.999	00:03:33.987	06:08:51.986
210720_060915	Scanner 1	adjust	06:09:15.062	00:00:08.939	06:09:24.001
210720_060952	Scanner 1	adjust	06:09:52.998	00:00:09.000	06:10:01.998
210720_061042	Scanner 1	adjust	06:10:42.104	00:00:07.895	06:10:49.999
210720_061110	Scanner 1	adjust	06:11:10.151	00:00:06.848	06:11:16.999

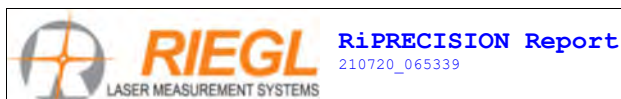
Statistics of Position Corrections

	abs mean [m]	rms [m]	max [m]
Along-Track:	0.0000	0.0000	0.0001
Cross-Track:	0.0001	0.0001	-0.0001
Height:	0.0003	0.0004	-0.0007
Total Positional Deviation:	0.0003	0.0004	0.0007

Statistics of Orientation Corrections

	abs mean [deg]	rms [deg]	max [deg]
Roll Angle:	0.01138	0.01434	0.02847
Pitch Angle:	0.00129	0.00132	0.00137
Yaw Angle:	0.00999	0.01020	-0.01063
Total Angular Deviation:	0.01617	0.01765	0.03042





Date/Time: 2021-07-24 22:39:11
Software: RiPROCESS 1.9, RiPRECISION 1.4.2 (15411)
Project: 210720_065339

Results:

Adjustment

Adjustment executed in: 00:00:02

Adjustment of Trajectory "sbet Mission 1"

Trajectory Information

Start Time: 06:57:35.002
Duration: 00:11:24.001
End Time: 07:08:59.003

Trajectory Quality Information: sbet_Mission 1

Trajectory adjusted on: 41.01 %

generated Trajectory: sbet_Mission 1 (1).pofx

Scans used

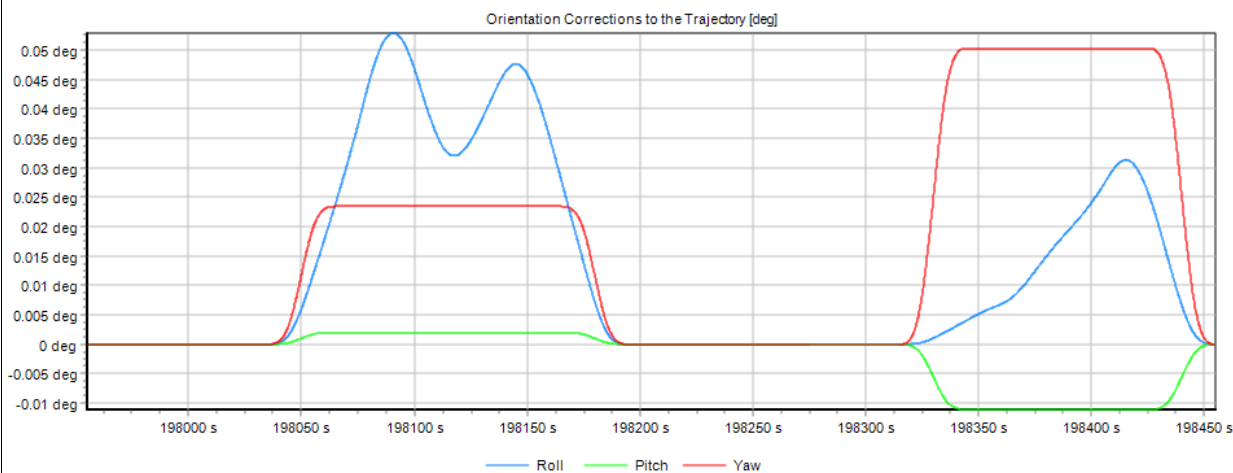
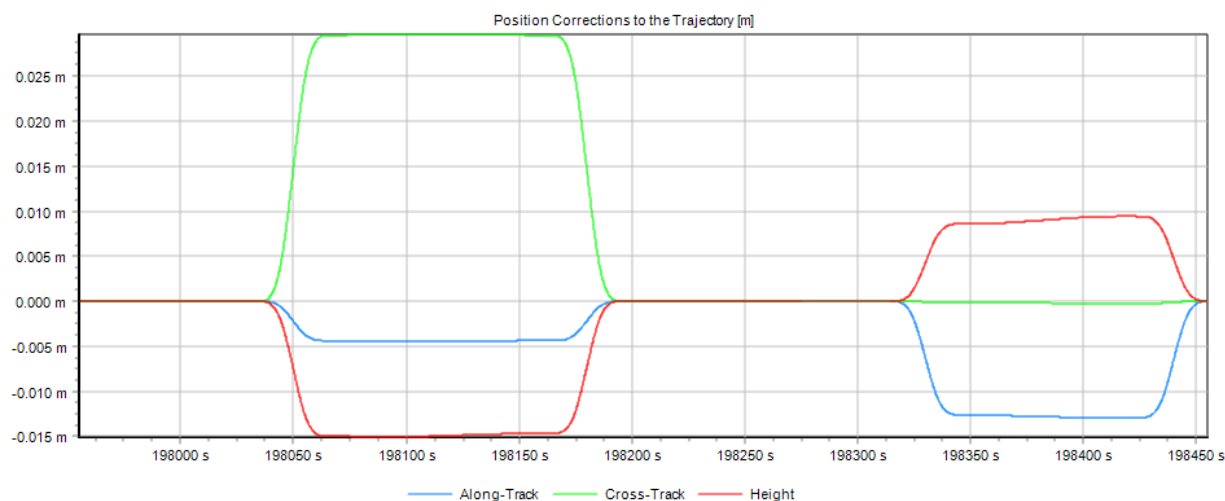
Scan Name	Scanner	Mode	Start Time	Duration	End Time
210720_065942	Scanner 1	adjust	06:59:42.999	00:03:53.990	07:03:36.989
210720_070541	Scanner 1	adjust	07:05:41.142	00:00:09.844	07:05:50.986
210720_070623	Scanner 1	adjust	07:06:23.109	00:00:09.890	07:06:32.999

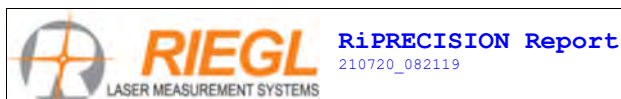
Statistics of Position Corrections

	abs mean [m]	rms [m]	max [m]
Along-Track:	0.0067	0.0081	-0.0130
Cross-Track:	0.0131	0.0192	0.0297
Height:	0.0100	0.0111	-0.0151
Total Positional Deviation:	0.0206	0.0236	0.0336

Statistics of Orientation Corrections

	abs mean [deg]	rms [deg]	max [deg]
Roll Angle:	0.02143	0.02705	0.05285
Pitch Angle:	0.00503	0.00673	-0.01109
Yaw Angle:	0.02911	0.03357	0.05028
Total Angular Deviation:	0.03939	0.04363	0.06028





Date/Time: 2021-07-24 23:14:16
Software: RiPROCESS 1.9, RiPRECISION 1.4.2 (15411)
Project: 210720_082119

Results:

Adjustment

Adjustment executed in: 00:00:02

Adjustment of Trajectory "sbt Mission 1"

Trajectory Informaion

Start Time: 08:25:23.000
Duration: 00:12:36.004
End Time: 08:37:59.004

Trajectory Quality Information: sbt_Mission 1

Trajectory adjusted on: 27.24 %

generated Trajectory: sbt_Mission 1 (1).pofx

Scans used

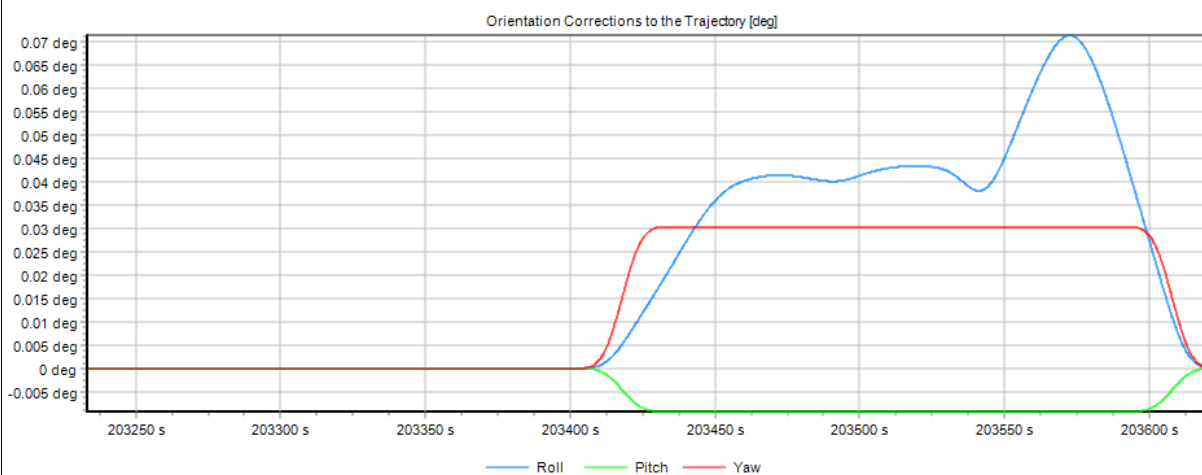
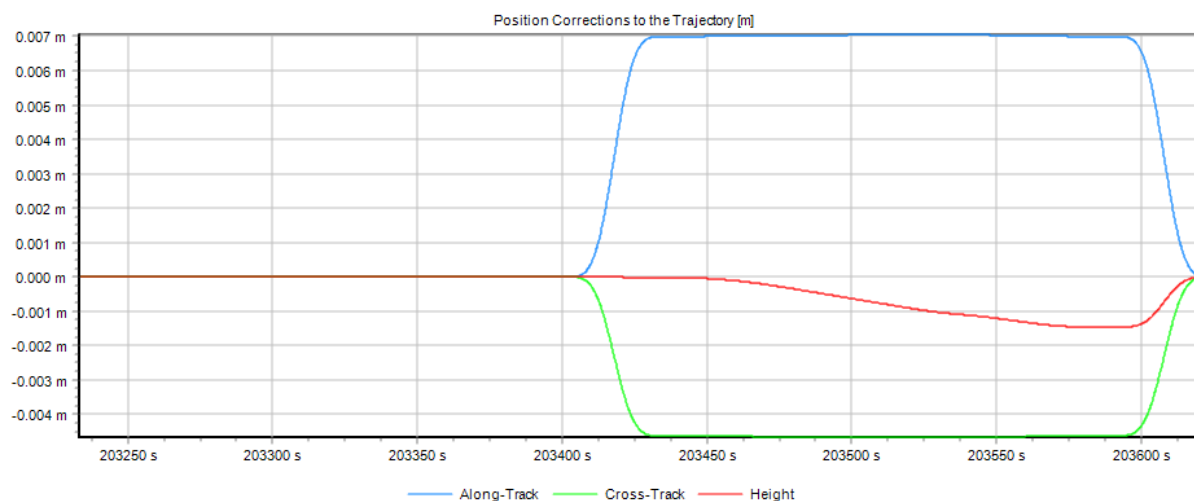
Scan Name	Scanner	Mode	Start Time	Duration	End Time
210720_082740	Scanner 1	adjust	08:27:41.010	00:03:32.973	08:31:13.983
210720_083151	Scanner 1	adjust	08:31:51.047	00:00:08.939	08:31:59.987
210720_083232	Scanner 1	adjust	08:32:33.014	00:00:08.985	08:32:41.999

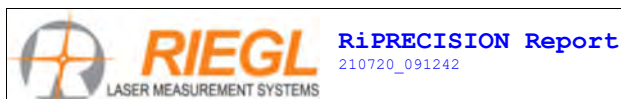
Statistics of Position Corrections

	abs mean [m]	rms [m]	max [m]
Along-Track:	0.0062	0.0065	0.0071
Cross-Track:	0.0041	0.0043	-0.0047
Height:	0.0007	0.0009	-0.0015
Total Positional Deviation:	0.0074	0.0078	0.0085

Statistics of Orientation Corrections

	abs mean [deg]	rms [deg]	max [deg]
Roll Angle:	0.03630	0.04077	0.07147
Pitch Angle:	0.00815	0.00857	-0.00928
Yaw Angle:	0.02664	0.02799	0.03032
Total Angular Deviation:	0.04643	0.05019	0.07819





Date/Time: 2021-07-25 08:52:21
Software: RiPROCESS 1.9, RiPRECISION 1.4.2 (15411)
Project: 210720_091242

Results:

Adjustment

Adjustment executed in: 00:00:02

Adjustment of Trajectory "sbet Mission 1"

Trajectory Informaion

Start Time: 09:16:57.000
Duration: 00:13:02.002
End Time: 09:29:59.003

Trajectory Quality Information: sbet_Mission 1

Trajectory adjusted on: 25.17 %

generated Trajectory: sbet_Mission 1 (1).pofx

Scans used

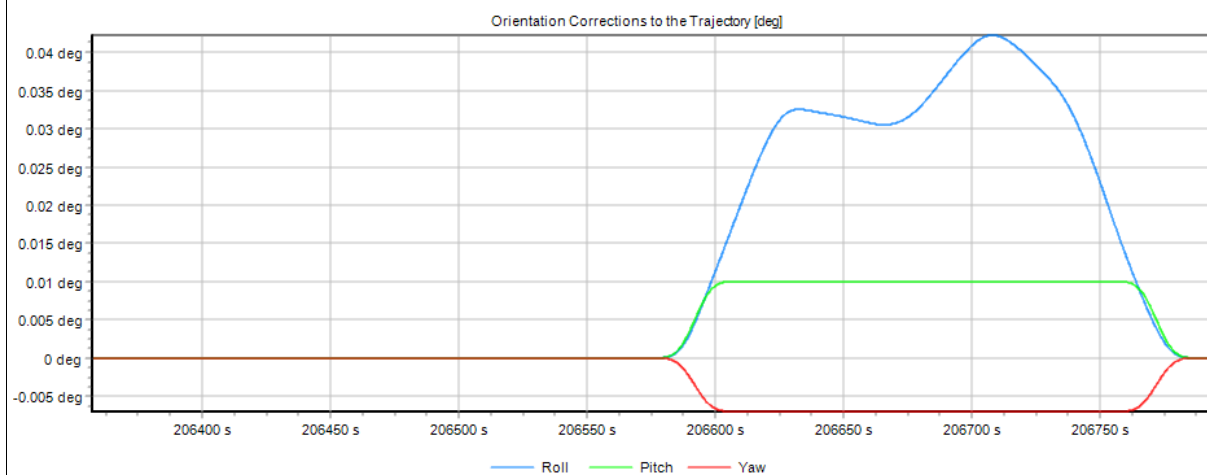
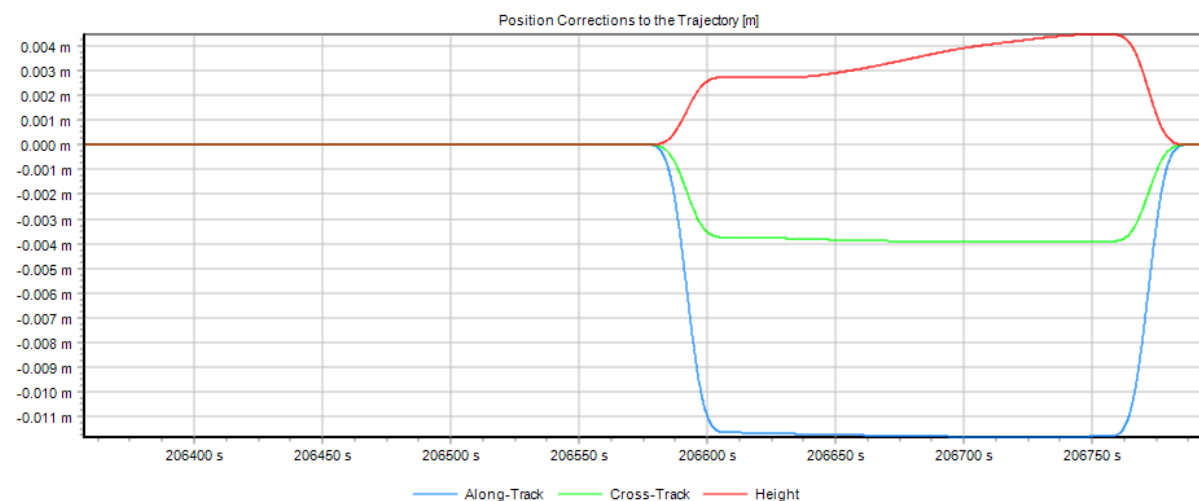
Scan Name	Scanner	Mode	Start Time	Duration	End Time
210720_091941	Scanner 1	adjust	09:19:41.059	00:04:33.940	09:24:14.999
210720_092436	Scanner 1	adjust	09:24:37.007	00:00:09.983	09:24:46.990
210720_092518	Scanner 1	adjust	09:25:18.997	00:00:12.002	09:25:30.999

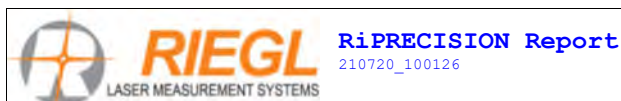
Statistics of Position Corrections

	abs mean [m]	rms [m]	max [m]
Along-Track:	0.0102	0.0108	-0.0118
Cross-Track:	0.0034	0.0035	-0.0039
Height:	0.0031	0.0033	0.0045
Total Positional Deviation:	0.0112	0.0118	0.0132

Statistics of Orientation Corrections

	abs mean [deg]	rms [deg]	max [deg]
Roll Angle:	0.02535	0.02859	0.04226
Pitch Angle:	0.00870	0.00918	0.00999
Yaw Angle:	0.00611	0.00644	-0.00702
Total Angular Deviation:	0.02780	0.03071	0.04399





Date/Time: 2021-07-25 09:48:41
Software: RiPROCESS 1.9, RiPRECISION 1.4.2 (15411)
Project: 210720_100126
Results:

Adjustment
Adjustment executed in: 00:00:03

Adjustment of Trajectory "sbet Mission 1"

Trajectory Information

Start Time: 10:05:45.003
Duration: 00:15:14.002
End Time: 10:20:59.005

Trajectory Quality Information: sbet_Mission 1

Trajectory adjusted on: 33.69 %

generated Trajectory: sbet_Mission 1 (1).pofx

Scans used

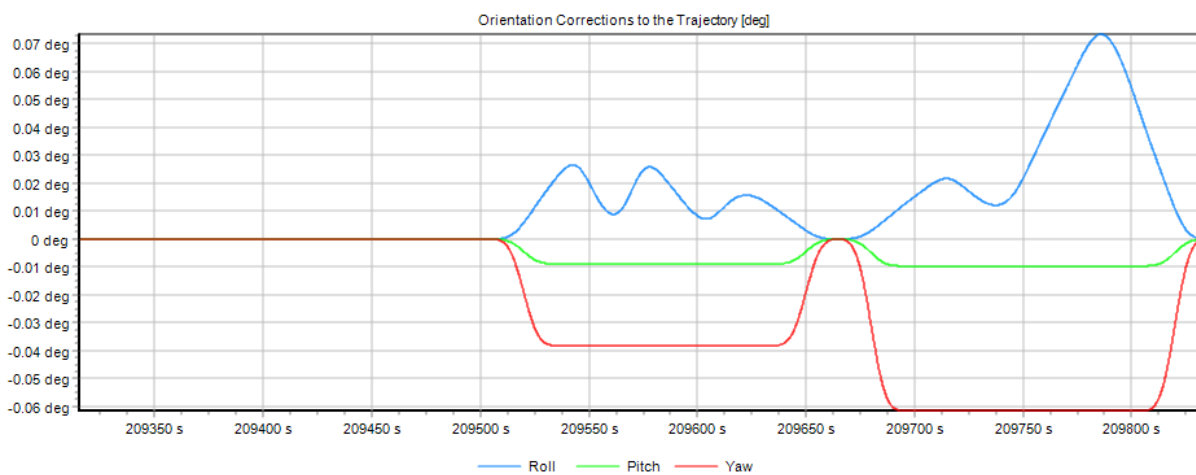
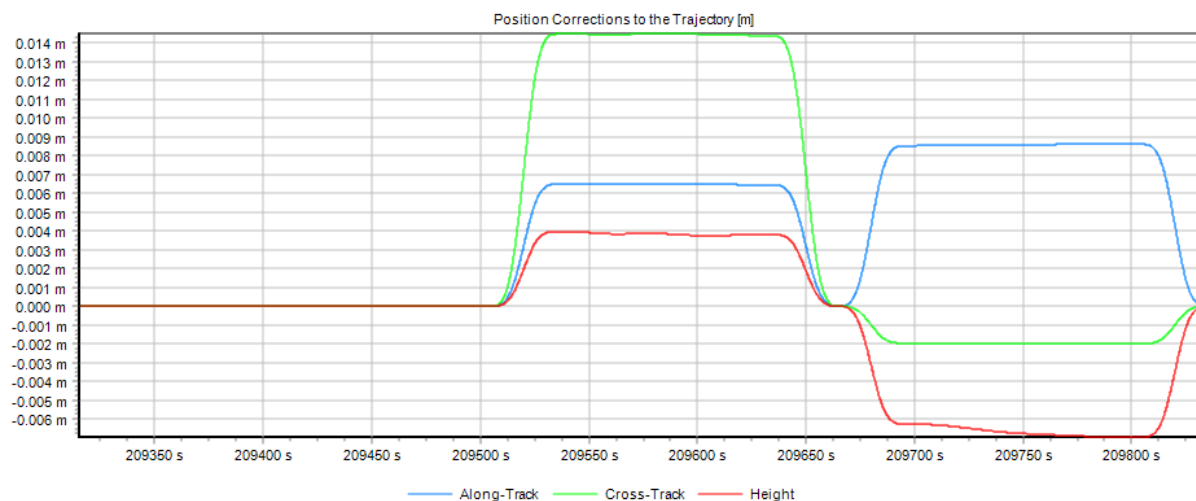
Scan Name	Scanner	Mode	Start Time	Duration	End Time
210720_100858	Scanner 1	adjust	10:08:59.011	00:04:48.991	10:13:48.002
210720_101449	Scanner 1	adjust	10:14:49.082	00:00:07.917	10:14:56.999
210720_101522	Scanner 1	adjust	10:15:22.049	00:00:08.938	10:15:30.987
210720_101603	Scanner 1	adjust	10:16:03.999	00:00:08.001	10:16:12.000

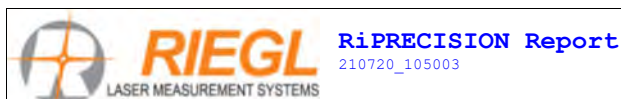
Statistics of Position Corrections

	abs mean [m]	rms [m]	max [m]
Along-Track:	0.0063	0.0068	0.0086
Cross-Track:	0.0067	0.0090	0.0145
Height:	0.0044	0.0049	-0.0069
Total Positional Deviation:	0.0113	0.0123	0.0163

Statistics of Orientation Corrections

	abs mean [deg]	rms [deg]	max [deg]
Roll Angle:	0.01997	0.02713	0.07342
Pitch Angle:	0.00770	0.00826	-0.00958
Yaw Angle:	0.04188	0.04607	-0.06139
Total Angular Deviation:	0.04825	0.05410	0.09619





Date/Time: 2021-07-26 10:49:26
Software: RiPROCESS 1.9, RiPRECISION 1.4.2 (15411)
Project: 210720_105003

Results:

Adjustment

Adjustment executed in: 00:00:02

Adjustment of Trajectory "sbet Mission 1 (1)"

Trajectory Informaion

Start Time: 10:52:32.002
Duration: 00:10:27.000
End Time: 11:02:59.002

Trajectory Quality Information: sbet_Mission 1 (1)

Trajectory adjusted on: 34.40 %

generated Trajectory: sbet_Mission 1 (1) (1).pofx

Scans used

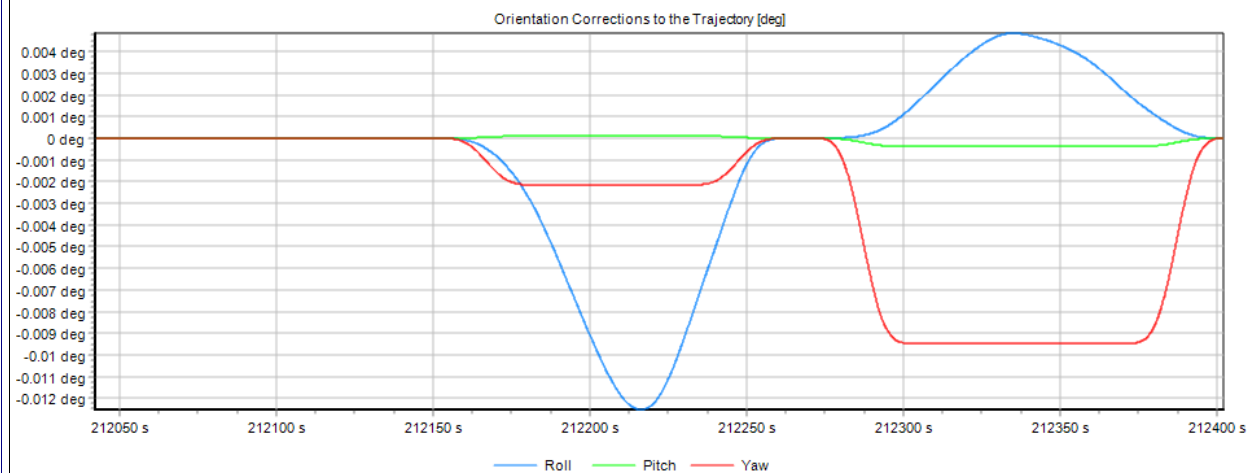
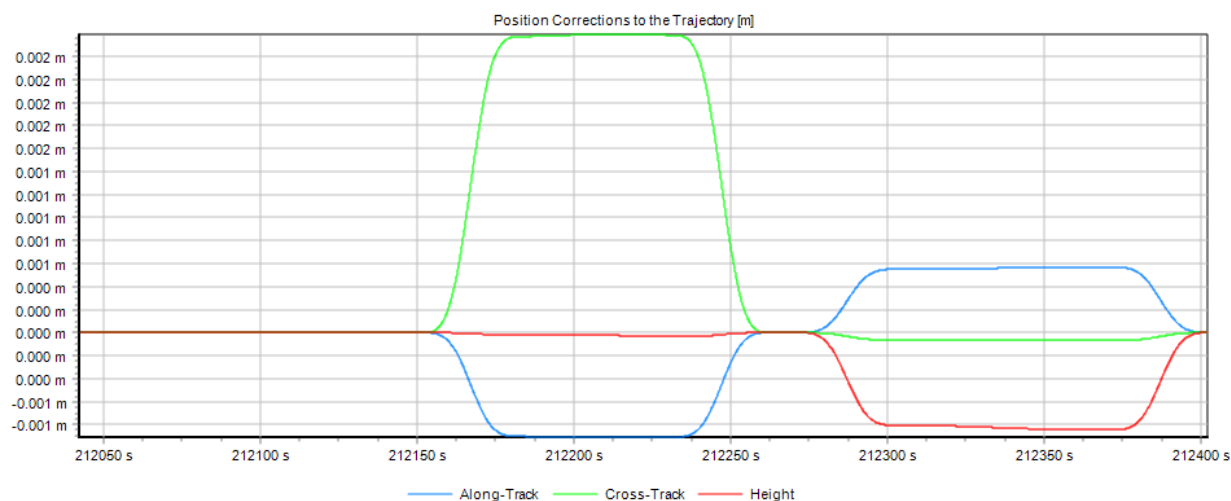
Scan Name	Scanner	Mode	Start Time	Duration	End Time
210720_105432	Scanner 1	adjust	10:54:32.148	00:02:56.852	10:57:29.000
210720_105822	Scanner 1	adjust	10:58:23.001	00:00:08.985	10:58:31.986
210720_105854	Scanner 1	adjust	10:58:54.064	00:00:08.933	10:59:02.997

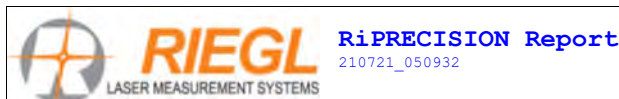
Statistics of Position Corrections

	abs mean [m]	rms [m]	max [m]
Along-Track:	0.0006	0.0006	-0.0009
Cross-Track:	0.0009	0.0015	0.0026
Height:	0.0004	0.0005	-0.0008
Total Positional Deviation:	0.0014	0.0017	0.0027

Statistics of Orientation Corrections

	abs mean [deg]	rms [deg]	max [deg]
Roll Angle:	0.00381	0.00527	-0.01252
Pitch Angle:	0.00020	0.00025	-0.00038
Yaw Angle:	0.00493	0.00622	-0.00945
Total Angular Deviation:	0.00712	0.00816	0.01270





Date/Time: 2021-07-26 12:20:44
Software: RiPROCESS 1.9, RiPRECISION 1.4.2 (15411)
Project: 210721_050932

Results:

Adjustment

Adjustment executed in: 00:00:03

Adjustment of Trajectory "sbet Mission 1"

Trajectory Information

Start Time: 05:12:02.003
Duration: 00:14:56.998
End Time: 05:26:59.000

Trajectory Quality Information: sbet_Mission 1

Trajectory adjusted on: 36.59 %

generated Trajectory: sbet_Mission 1 (1).pofx

Scans used

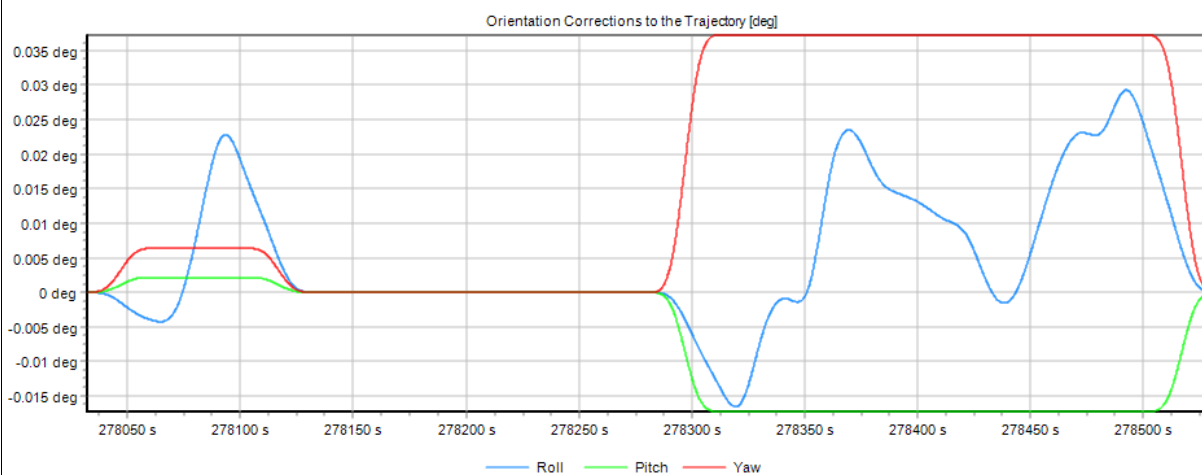
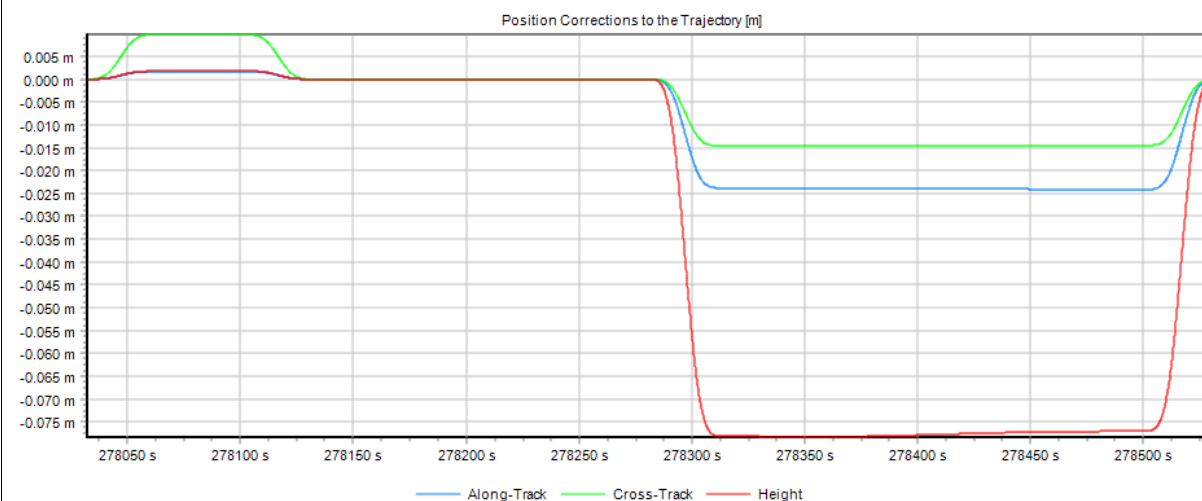
Scan Name	Scanner	Mode	Start Time	Duration	End Time
210721_051423	Scanner 1	adjust	05:14:23.062	00:05:30.938	05:19:54.000
210721_052006	Scanner 1	adjust	05:20:07.007	00:00:09.983	05:20:16.990
210721_052056	Scanner 1	adjust	05:20:56.119	00:00:10.865	05:21:06.984

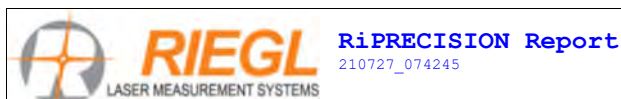
Statistics of Position Corrections

	abs mean [m]	rms [m]	max [m]
Along-Track:	0.0156	0.0189	-0.0242
Cross-Track:	0.0113	0.0122	-0.0146
Height:	0.0500	0.0613	-0.0784
Total Positional Deviation:	0.0548	0.0653	0.0832

Statistics of Orientation Corrections

	abs mean [deg]	rms [deg]	max [deg]
Roll Angle:	0.01043	0.01341	0.02927
Pitch Angle:	0.01145	0.01363	-0.01725
Yaw Angle:	0.02506	0.02948	0.03722
Total Angular Deviation:	0.03053	0.03513	0.05039





Date/Time: 2021-07-28 15:06:29
Software: RiPROCESS 1.9, RiPRECISION 1.4.2 (15411)
Project: 210727_074245

Results:

Adjustment

Adjustment executed in: 00:00:02

Adjustment of Trajectory "sbt Mission 1"

Trajectory Informaion

Start Time: 07:50:34.004
Duration: 00:13:25.001
End Time: 08:03:59.005

Trajectory Quality Information: sbt_Mission 1

Trajectory adjusted on: 30.45 %

generated Trajectory: sbt_Mission 1 (1).pofx

Scans used

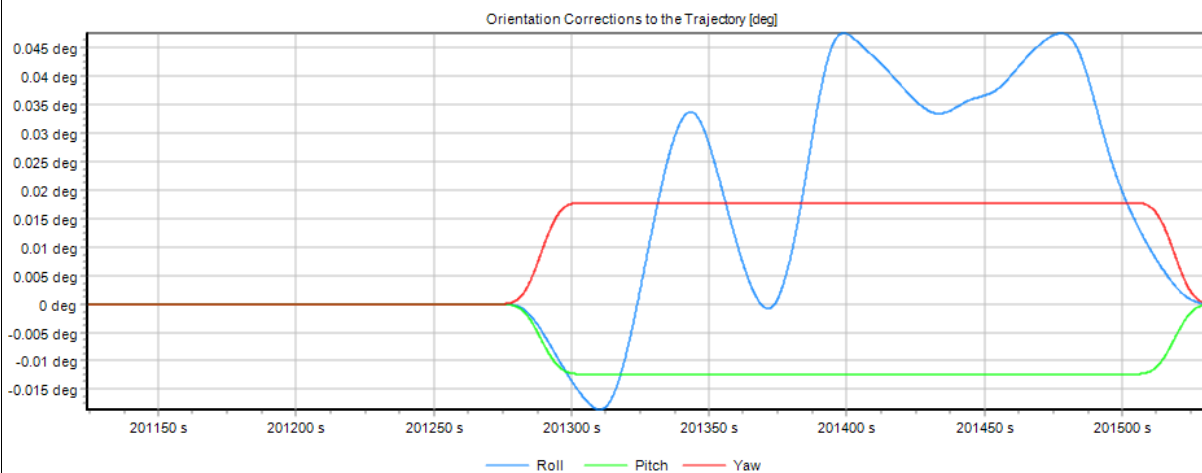
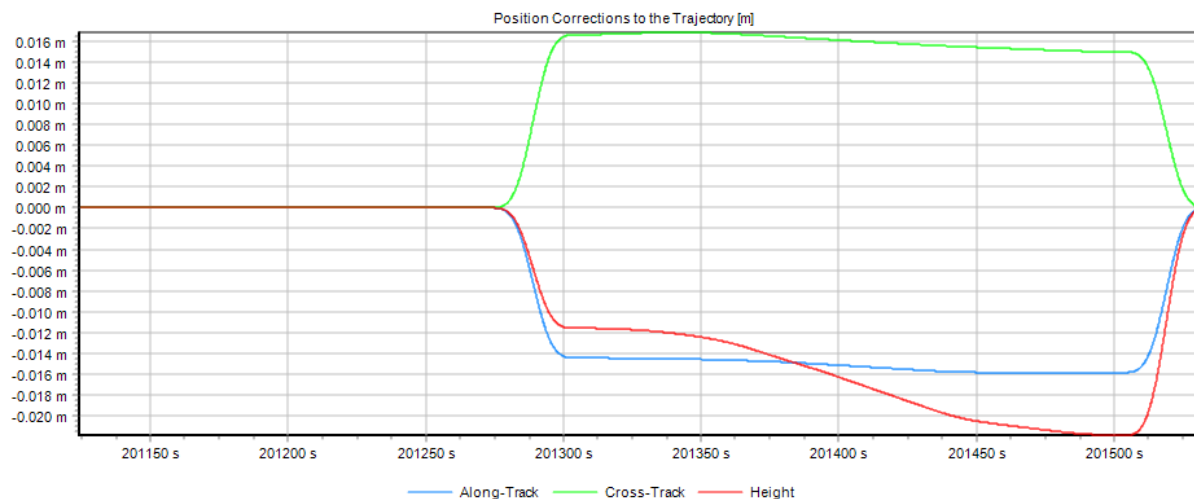
Scan Name	Scanner	Mode	Start Time	Duration	End Time
210727_075228	Scanner 1	adjust	07:52:28.057	00:03:39.935	07:56:07.993
210727_075659	Scanner 1	adjust	07:56:59.038	00:00:08.964	07:57:08.002
210727_075746	Scanner 1	adjust	07:57:46.083	00:00:08.916	07:57:54.999

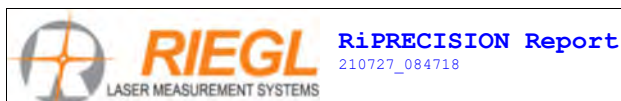
Statistics of Position Corrections

	abs mean [m]	rms [m]	max [m]
Along-Track:	0.0136	0.0142	-0.0159
Cross-Track:	0.0143	0.0150	0.0169
Height:	0.0149	0.0160	-0.0219
Total Positional Deviation:	0.0250	0.0262	0.0310

Statistics of Orientation Corrections

	abs mean [deg]	rms [deg]	max [deg]
Roll Angle:	0.02374	0.02868	0.04756
Pitch Angle:	0.01101	0.01150	-0.01232
Yaw Angle:	0.01588	0.01659	0.01778
Total Angular Deviation:	0.03199	0.03507	0.05225





Date/Time: 2021-07-28 16:02:39
Software: RiPROCESS 1.9, RiPRECISION 1.4.2 (15411)
Project: 210727_084718

Results:

Adjustment

Adjustment executed in: 00:00:02

Adjustment of Trajectory "sbet Mission 1"

Trajectory Informaion

Start Time: 08:56:46.004
Duration: 00:11:13.000
End Time: 09:07:59.004

Trajectory Quality Information: sbet_Mission 1

Trajectory adjusted on: 40.36 %

generated Trajectory: sbet Mission 1 (1).pofx

Scans used

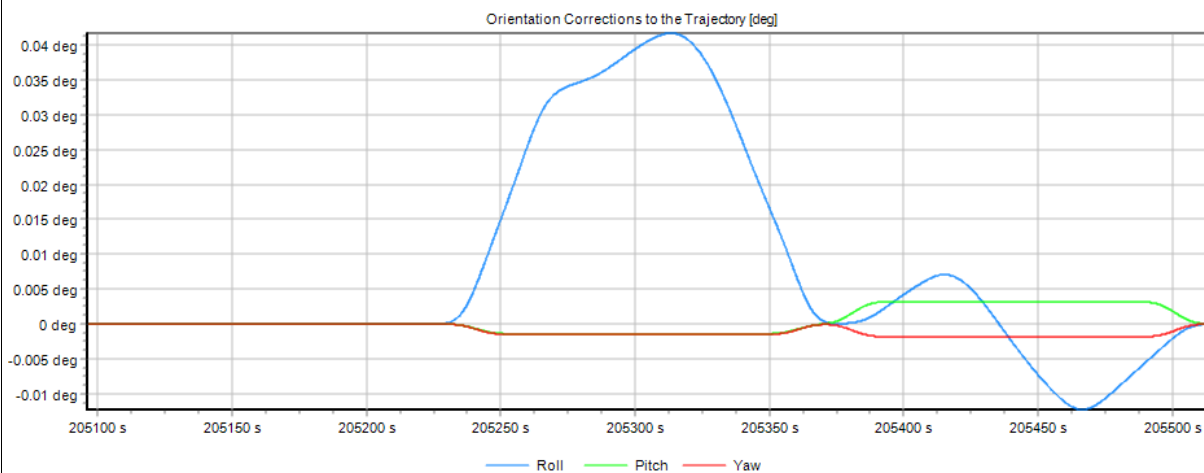
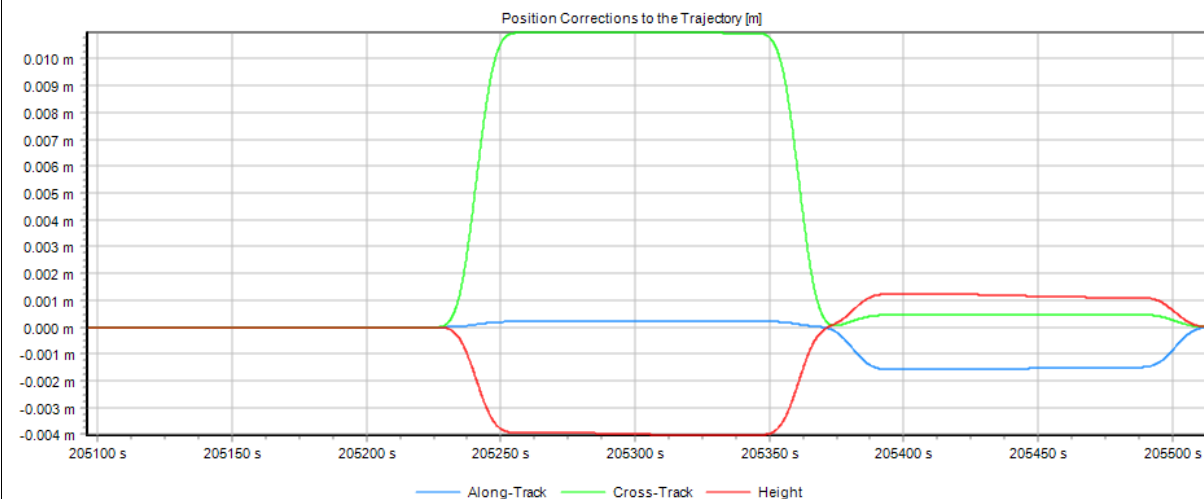
Scan Name	Scanner	Mode	Start Time	Duration	End Time
210727_085846	Scanner 1	adjust	08:58:46.065	00:03:27.933	09:02:13.999
210727_090315	Scanner 1	adjust	09:03:15.135	00:00:08.866	09:03:24.000
210727_090404	Scanner 1	adjust	09:04:04.058	00:00:08.932	09:04:12.990

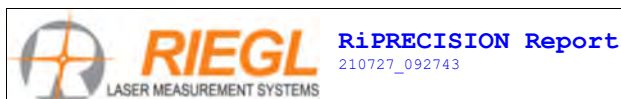
Statistics of Position Corrections

	abs mean [m]	rms [m]	max [m]
Along-Track:	0.0007	0.0010	-0.0016
Cross-Track:	0.0048	0.0069	0.0110
Height:	0.0022	0.0026	-0.0040
Total Positional Deviation:	0.0057	0.0075	0.0117

Statistics of Orientation Corrections

	abs mean [deg]	rms [deg]	max [deg]
Roll Angle:	0.01498	0.02073	0.04168
Pitch Angle:	0.00194	0.00221	0.00319
Yaw Angle:	0.00143	0.00153	-0.00187
Total Angular Deviation:	0.01559	0.02090	0.04173





Date/Time: 2021-07-29 09:14:03
Software: RiPROCESS 1.9, RiPRECISION 1.4.2 (15411)
Project: 210727_092743

Results:

Adjustment

Adjustment executed in: 00:00:01

Adjustment of Trajectory "sbt Mission 1"

Trajectory Informaion

Start Time: 09:30:28.005
Duration: 00:10:30.997
End Time: 09:40:59.002

Trajectory Quality Information: sbt_Mission 1

Trajectory adjusted on: 38.87 %

generated Trajectory: sbt_Mission 1 (1).pofx

Scans used

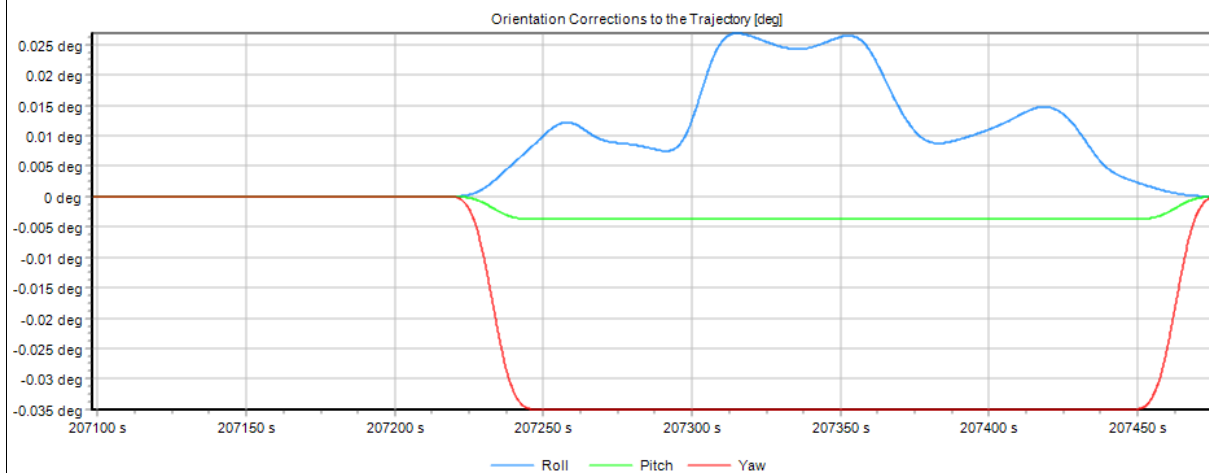
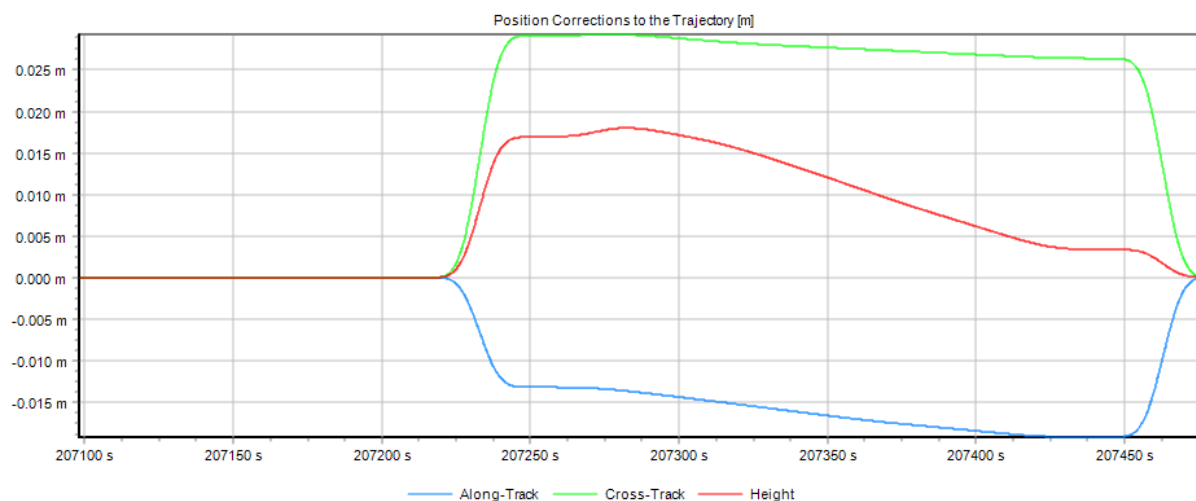
Scan Name	Scanner	Mode	Start Time	Duration	End Time
210727_093209	Scanner 1	adjust	09:32:09.116	00:03:07.885	09:35:17.001
210727_093545	Scanner 1	adjust	09:35:45.056	00:00:08.944	09:35:54.000
210727_093642	Scanner 1	adjust	09:36:42.125	00:00:09.878	09:36:52.003

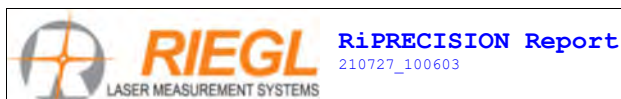
Statistics of Position Corrections

	abs mean [m]	rms [m]	max [m]
Along-Track:	0.0146	0.0154	-0.0193
Cross-Track:	0.0248	0.0260	0.0293
Height:	0.0101	0.0118	0.0180
Total Positional Deviation:	0.0310	0.0324	0.0370

Statistics of Orientation Corrections

	abs mean [deg]	rms [deg]	max [deg]
Roll Angle:	0.01197	0.01460	0.02685
Pitch Angle:	0.00333	0.00348	-0.00374
Yaw Angle:	0.03127	0.03268	-0.03503
Total Angular Deviation:	0.03424	0.03596	0.04428





Date/Time: 2021-07-29 09:24:34
Software: RiPROCESS 1.9, RiPRECISION 1.4.2 (15411)
Project: 210727_100603
Results:

Adjustment
Adjustment executed in: 00:00:00

Adjustment of Trajectory "sbet Mission 1"

Trajectory Information

Start Time: 10:08:56.001
Duration: 00:14:03.003
End Time: 10:22:59.004

Trajectory Quality Information: sbet_Mission 1

Trajectory adjusted on: 56.49 %

generated Trajectory: sbet_Mission 1 (1).pofx

Scans used

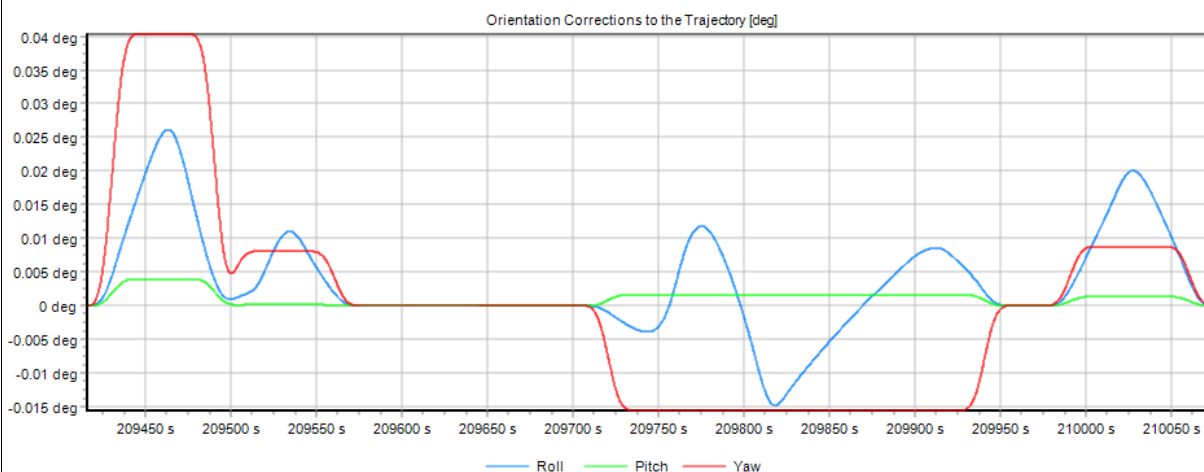
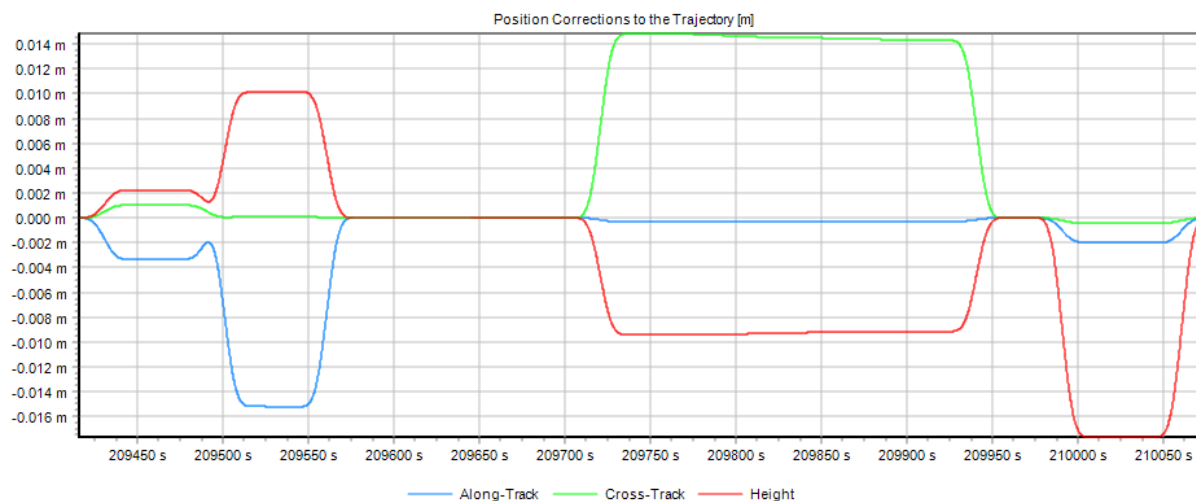
Scan Name	Scanner	Mode	Start Time	Duration	End Time
210727_101037	Scanner 1	adjust	10:10:38.002	00:00:09.995	10:10:47.997
210727_101146	Scanner 1	adjust	10:11:46.059	00:00:09.941	10:11:56.000
210727_101434	Scanner 1	adjust	10:14:34.007	00:04:01.993	10:18:36.000
210727_102003	Scanner 1	adjust	10:20:03.103	00:00:08.883	10:20:11.986

Statistics of Position Corrections

	abs mean [m]	rms [m]	max [m]
Along-Track:	0.0026	0.0052	-0.0152
Cross-Track:	0.0066	0.0095	0.0148
Height:	0.0080	0.0094	-0.0176
Total Positional Deviation:	0.0128	0.0144	0.0183

Statistics of Orientation Corrections

	abs mean [deg]	rms [deg]	max [deg]
Roll Angle:	0.00727	0.00964	0.02612
Pitch Angle:	0.00143	0.00178	0.00400
Yaw Angle:	0.01388	0.01724	0.04030
Total Angular Deviation:	0.01634	0.01983	0.04819





Date/Time: 2021-07-29 10:04:41
Software: RiPROCESS 1.9, RiPRECISION 1.4.2 (15411)
Project: 210727_110900

Results:

Adjustment
Adjustment executed in: 00:00:01

Adjustment of Trajectory "sbet Mission 1"

Trajectory Informaion

Start Time: 11:11:45.002
Duration: 00:14:14.002
End Time: 11:25:59.004

Trajectory Quality Information: sbet_Mission 1

Trajectory adjusted on: 27.21 %

generated Trajectory: sbet_Mission 1 (1).pofx

Scans used

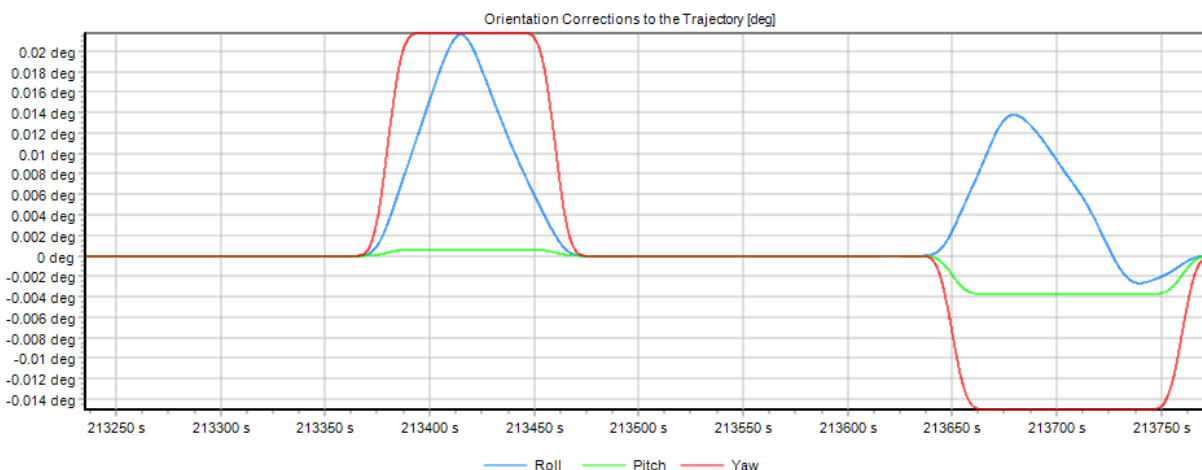
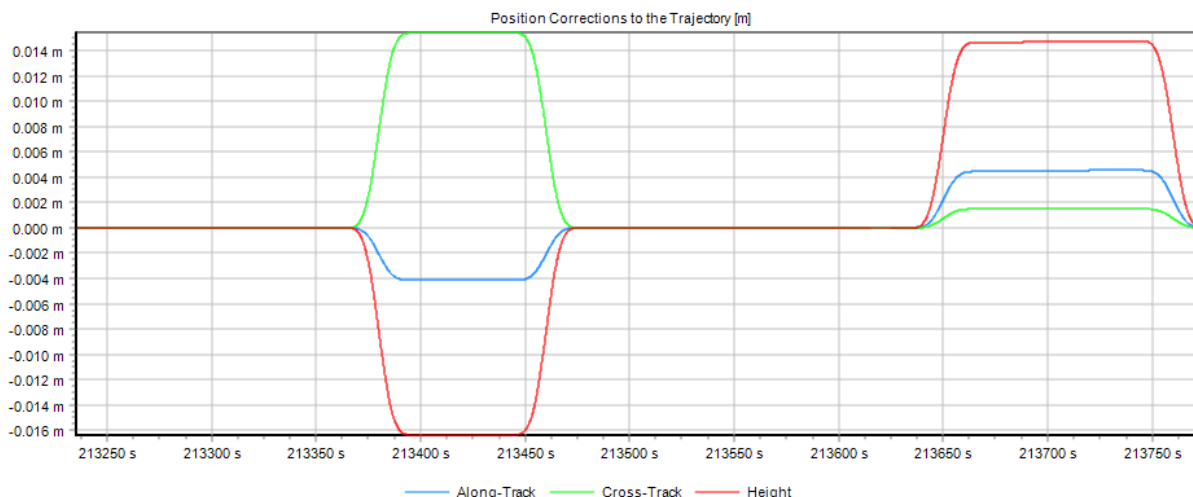
Scan Name	Scanner	Mode	Start Time	Duration	End Time
210727_111421	Scanner 1	adjust	11:14:21.077	00:04:46.924	11:19:08.001
210727_112051	Scanner 1	adjust	11:20:51.099	00:00:09.897	11:21:00.996
210727_112141	Scanner 1	adjust	11:21:41.070	00:00:10.927	11:21:51.997

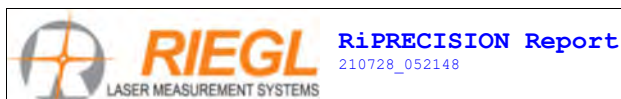
Statistics of Position Corrections

	abs mean [m]	rms [m]	max [m]
Along-Track:	0.0034	0.0037	0.0046
Cross-Track:	0.0057	0.0086	0.0154
Height:	0.0120	0.0132	-0.0164
Total Positional Deviation:	0.0145	0.0162	0.0229

Statistics of Orientation Corrections

	abs mean [deg]	rms [deg]	max [deg]
Roll Angle:	0.00717	0.00958	0.02164
Pitch Angle:	0.00189	0.00246	-0.00373
Yaw Angle:	0.01391	0.01552	0.02176
Total Angular Deviation:	0.01624	0.01840	0.03070





Date/Time: 2021-07-29 10:40:31
Software: RiPROCESS 1.9, RiPRECISION 1.4.2 (15411)
Project: 210728_052148

Results:

Adjustment

Adjustment executed in: 00:00:01

Adjustment of Trajectory "sbt Mission 1"

Trajectory Information

Start Time: 05:24:30.003
Duration: 00:12:28.999
End Time: 05:36:59.002

Trajectory Quality Information: sbt_Mission 1

Trajectory adjusted on: 63.24 %

generated Trajectory: sbt_Mission 1 (1).pofx

Scans used

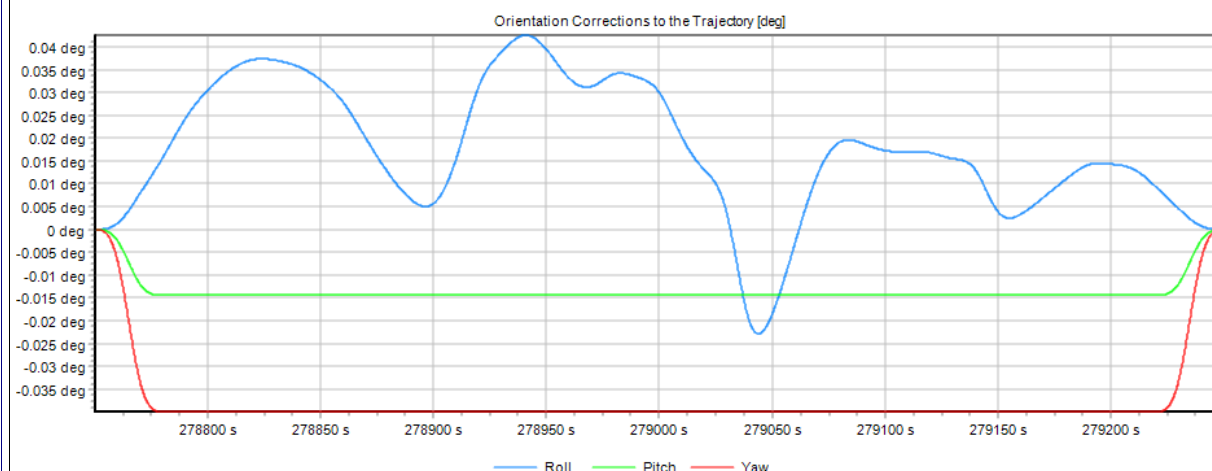
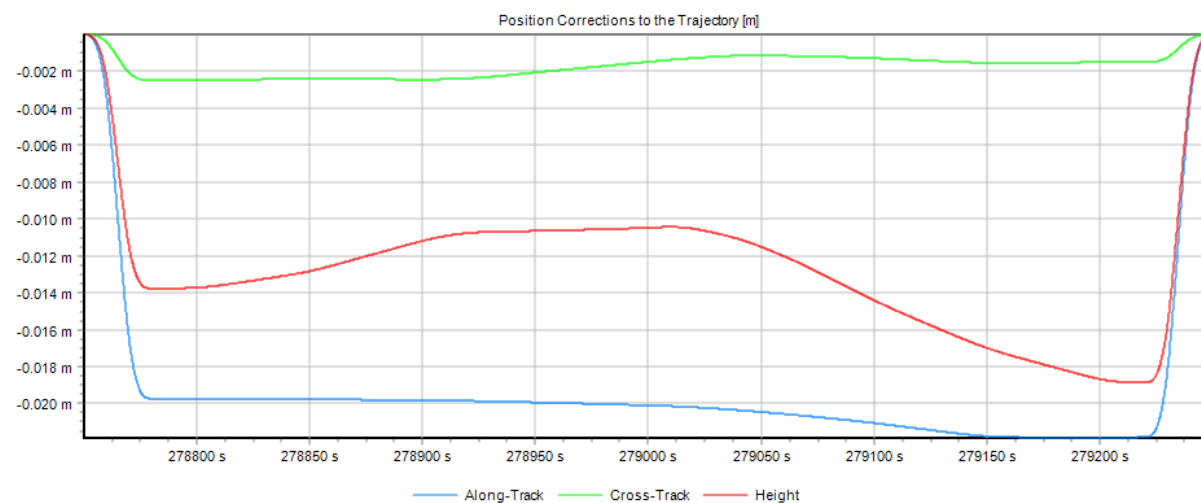
Scan Name	Scanner	Mode	Start Time	Duration	End Time
210728_052621	Scanner 1	adjust	05:26:21.105	00:00:10.894	05:26:31.999
210728_052711	Scanner 1	adjust	05:27:11.125	00:00:08.866	05:27:19.991
210728_052804	Scanner 1	adjust	05:28:04.088	00:02:53.904	05:30:57.992
210728_053121	Scanner 1	adjust	05:31:21.093	00:00:10.907	05:31:32.000
210728_053209	Scanner 1	adjust	05:32:09.152	00:00:08.847	05:32:17.999
210728_053300	Scanner 1	adjust	05:33:01.001	00:00:10.993	05:33:11.994

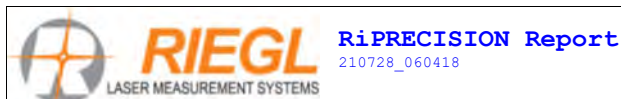
Statistics of Position Corrections

	abs mean [m]	rms [m]	max [m]
Along-Track:	0.0194	0.0198	-0.0219
Cross-Track:	0.0017	0.0018	-0.0025
Height:	0.0127	0.0133	-0.0189
Total Positional Deviation:	0.0233	0.0239	0.0289

Statistics of Orientation Corrections

	abs mean [deg]	rms [deg]	max [deg]
Roll Angle:	0.01909	0.02254	0.04255
Pitch Angle:	0.01359	0.01389	-0.01438
Yaw Angle:	0.03770	0.03854	-0.03990
Total Angular Deviation:	0.04542	0.04676	0.06007





Date/Time: 2021-07-29 11:03:28
Software: RiPROCESS 1.9, RiPRECISION 1.4.2 (15411)
Project: 210728_060418

Results:

Adjustment

Adjustment executed in: 00:00:01

Adjustment of Trajectory "sbet Mission 1"

Trajectory Information

Start Time: 06:07:44.004
Duration: 00:09:14.999
End Time: 06:16:59.004

Trajectory Quality Information: sbet_Mission 1

Trajectory adjusted on: 44.27 %

generated Trajectory: sbet_Mission 1 (1).pofx

Scans used

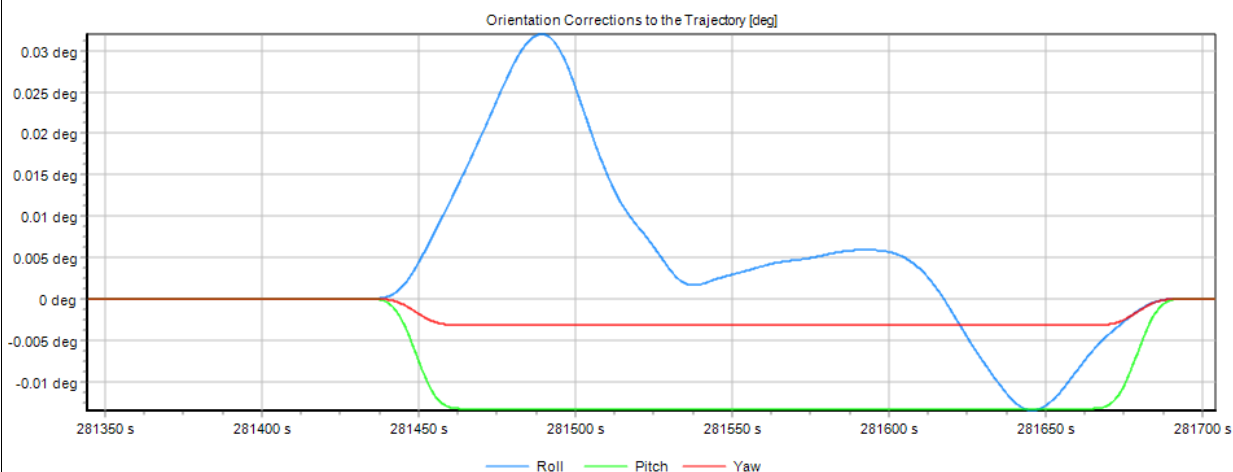
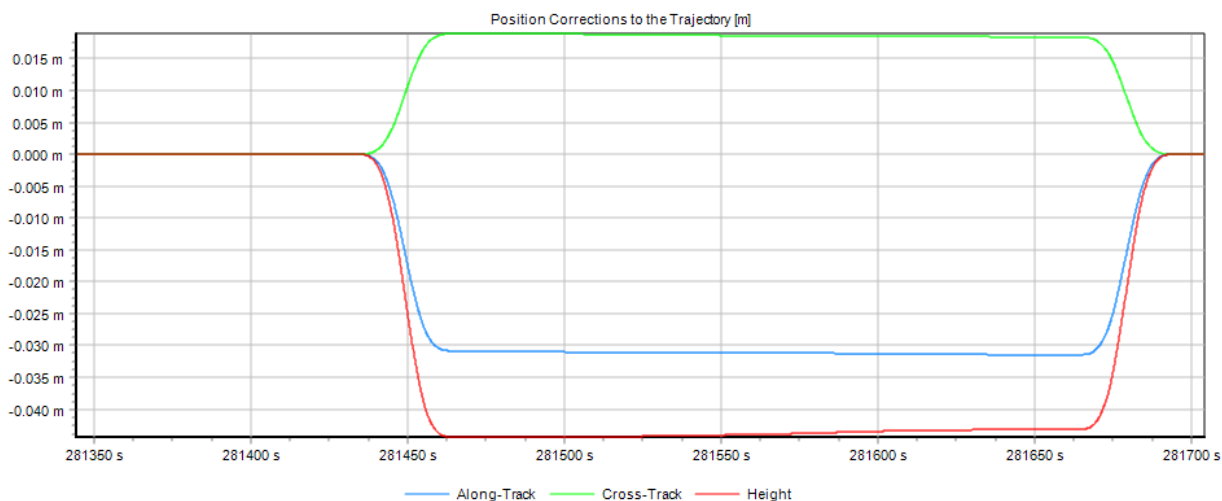
Scan Name	Scanner	Mode	Start Time	Duration	End Time
210728_060927	Scanner 1	adjust	06:09:27.106	00:02:30.895	06:11:58.001
210728_061223	Scanner 1	adjust	06:12:23.066	00:00:10.927	06:12:33.993
210728_061307	Scanner 1	adjust	06:13:07.069	00:00:08.931	06:13:16.000
210728_061350	Scanner 1	adjust	06:13:50.040	00:00:08.962	06:13:59.002

Statistics of Position Corrections

	abs mean [m]	rms [m]	max [m]
Along-Track:	0.0278	0.0291	-0.0315
Cross-Track:	0.0166	0.0174	0.0190
Height:	0.0391	0.0409	-0.0444
Total Positional Deviation:	0.0508	0.0531	0.0573

Statistics of Orientation Corrections

	abs mean [deg]	rms [deg]	max [deg]
Roll Angle:	0.00899	0.01241	0.03201
Pitch Angle:	0.01186	0.01240	-0.01330
Yaw Angle:	0.00286	0.00299	-0.00321
Total Angular Deviation:	0.01610	0.01780	0.03481



ALLEGATO 2

REPORT MISURE GNSS

report misure

Report misure

03-11-2021 18:54:02

Informazioni lavoro

Nome lavoro:	Canale san nicolo
Data creazione:	03-11-2021 14:38:12
Creatore:	

Informazioni sistema coordinate

Nome sistema coordinate:	ED50/UTM 32
Tipo trasformazione:	Cartografico
Quote:	Ellissoide WGS84
Modello Geoide:	*****
Ellissoide locale:	INTERNATIONAL
Proiezione:	TM

Lat.Origine:	S 0°00'00.0000"
Long.Origine:	E 9°00'00.0000"
Falso Est:	500000.000m
Falso Nord:	0.000m
Scala:	0,999600

DATUM trasformazione

Nome DATUM:	ED50-ITALY
-------------	------------

Parametro	Valore
Trasl.X	-87.000000m
Trasl.Y	-98.000000m
Trasl.Z	-121.000000m
Rot.X	0,0000000
Rot.Y	0,0000000
Rot.Z	0,0000000
Scala	0,0000000

Coordinate GNSS

Baseline	Base: 0059		Rover: INNM
Tipo antenna / S/N:	--		GNSS Zenith 25
Altezza antenna:	0.000m		2.000m

Coordinate locali:

E	707805.938m		714635.643m
N	4965797.037m		4955075.979m
Z	58.333m		46.207m

Tempo trascorso:	03-11-2021 09:26:28	03-11-2021 09:26:31	
Durata:	3"		
Qualità (RMS):	E: 0.014m	N: 0.012m	Z: 0.027m
Vettore Baseline:	S 0°05'54.3263"	E 0°04'54.3598"	45.425m
Distanza 3D:	12711.652m		
Valori DOP:	PDOP: 2,2	HDOP: 1,2	VDOP: 1,8

Baseline	Base: 0059		Rover: SS 1
Tipo antenna / S/N:	--		GNSS Zenith 25
Altezza antenna:	0.000m		2.000m

Coordinate locali:

E	707805.938m		714642.773m
N	4965797.037m		4955078.751m
Z	58.333m		49.473m

Tempo trascorso:	03-11-2021 09:27:45	03-11-2021 09:27:48	
Durata:	3"		
Qualità (RMS):	E: 0.013m	N: 0.010m	Z: 0.019m
Vettore Baseline:	S 0°05'54.2443"	E 0°04'54.6877"	48.691m
Distanza 3D:	12713.145m		
Valori DOP:	PDOP: 1,7	HDOP: 1,1	VDOP: 1,3

Baseline	Base: 0059		Rover: CC099
Tipo antenna / S/N:	--		GNSS Zenith 25
Altezza antenna:	0.000m		0.000m

Coordinate locali:

E	707805.938m		715135.143m
N	4965797.037m		4955267.683m
Z	58.333m		45.863m

Tempo trascorso:	03-11-2021 09:38:11	03-11-2021 09:38:14	
Durata:	3"		
Qualità (RMS):	E: 0.011m	N: 0.006m	Z: 0.017m
Vettore Baseline:	S 0°05'48.6594"	E 0°05'17.3277"	45.081m
Distanza 3D:	12829.057m		
Valori DOP:	PDOP: 1,7	HDOP: 1,1	VDOP: 1,3

Baseline

Base: 0059

Rover: CC100

Tipo antenna / S/N:	--		GNSS Zenith 25
Altezza antenna:	0.000m		0.000m

Coordinate locali:

E	707805.938m		715135.141m
N	4965797.037m		4955267.683m
Z	58.333m		45.862m

Tempo trascorso:	03-11-2021 09:38:17	03-11-2021 09:38:20	
Durata:	3"		
Qualità (RMS):	E: 0.012m	N: 0.007m	Z: 0.017m
Vettore Baseline:	S 0°05'48.6594"	E 0°05'17.3276"	45.080m
Distanza 3D:	12829.056m		
Valori DOP:	PDOP: 1,4	HDOP: 0,8	VDOP: 1,2

Baseline	Base: 0059		Rover: SS 2
Tipo antenna / S/N:	--		GNSS Zenith 25
Altezza antenna:	0.000m		2.000m

Coordinate locali:

E	707805.938m		715740.021m
N	4965797.037m		4955505.299m
Z	58.333m		46.147m

Tempo trascorso:	03-11-2021 09:43:27	03-11-2021 09:43:30	
Durata:	3"		
Qualità (RMS):	E: 0.011m	N: 0.006m	Z: 0.017m
Vettore Baseline:	S 0°05'41.6217"	E 0°05'45.1510"	45.365m
Distanza 3D:	12994.988m		
Valori DOP:	PDOP: 1,5	HDOP: 0,9	VDOP: 1,2

Baseline	Base: 0059		Rover: SS 3
Tipo antenna / S/N:	--		GNSS Zenith 25
Altezza antenna:	0.000m		2.000m

Coordinate locali:

E	707805.938m		716236.074m
N	4965797.037m		4955707.111m
Z	58.333m		44.661m

Tempo trascorso:	03-11-2021 09:58:33	03-11-2021 09:58:36	
Durata:	3"		
Qualità (RMS):	E: 0.010m	N: 0.006m	Z: 0.015m

Vettore Baseline:	S 0°05'35.6267"	E 0°06'07.9804"	43.879m
Distanza 3D:	13148.155m		
Valori DOP:	PDOP: 1,4	HDOP: 0,8	VDOP: 1,1

Baseline	Base: 0059		Rover: SS 4
Tipo antenna / S/N:	--		GNSS Zenith 25
Altezza antenna:	0.000m		0.000m

Coordinate locali:

E	707805.938m		716235.615m
N	4965797.037m		4955707.615m
Z	58.333m		45.727m

Tempo trascorso:	03-11-2021 09:59:30	03-11-2021 09:59:33	
Durata:	3"		
Qualità (RMS):	E: 0.012m	N: 0.009m	Z: 0.018m
Vettore Baseline:	S 0°05'35.6099"	E 0°06'07.9604"	44.945m
Distanza 3D:	13147.474m		
Valori DOP:	PDOP: 1,4	HDOP: 0,9	VDOP: 1,1

Baseline	Base: 0059		Rover: CC101
Tipo antenna / S/N:	--		GNSS Zenith 25
Altezza antenna:	0.000m		0.000m

Coordinate locali:

E	707805.938m		716235.638m
N	4965797.037m		4955707.617m
Z	58.333m		45.714m

Tempo trascorso:	03-11-2021 10:00:33	03-11-2021 10:00:36	
Durata:	3"		
Qualità (RMS):	E: 0.013m	N: 0.008m	Z: 0.019m
Vettore Baseline:	S 0°05'35.6099"	E 0°06'07.9615"	44.932m
Distanza 3D:	13147.487m		
Valori DOP:	PDOP: 1,4	HDOP: 0,8	VDOP: 1,1

Baseline	Base: 0059		Rover: CC102
Tipo antenna / S/N:	--		GNSS Zenith 25
Altezza antenna:	0.000m		0.000m

Coordinate locali:

E	707805.938m		719050.183m
N	4965797.037m		4958140.143m
Z	58.333m		46.920m

Tempo trascorso:	03-11-2021 10:31:34	03-11-2021 10:31:37	
Durata:	3"		
Qualità (RMS):	E: 0.008m	N: 0.006m	Z: 0.014m
Vettore Baseline:	S 0°04'19.9440"	E 0°08'19.5047"	46.138m
Distanza 3D:	13603.720m		
Valori DOP:	PDOP: 1,4	HDOP: 0,8	VDOP: 1,2

Baseline	Base: 0059		Rover: 118010
Tipo antenna / S/N:	--		GNSS Zenith 25
Altezza antenna:	0.000m		2.000m

Coordinate locali:

E	707805.938m		719049.395m
N	4965797.037m		4958142.068m
Z	58.333m		44.772m

Tempo trascorso:	03-11-2021 10:32:33	03-11-2021 10:32:36	
Durata:	3"		
Qualità (RMS):	E: 0.010m	N: 0.008m	Z: 0.017m
Vettore Baseline:	S 0°04'19.8809"	E 0°08'19.4719"	43.989m
Distanza 3D:	13601.988m		
Valori DOP:	PDOP: 1,4	HDOP: 0,8	VDOP: 1,2

Baseline	Base: 0059		Rover: SS 10
Tipo antenna / S/N:	--		GNSS Zenith 25
Altezza antenna:	0.000m		2.000m

Coordinate locali:

E	707805.938m		719048.235m
N	4965797.037m		4958142.492m
Z	58.333m		44.757m

Tempo trascorso:	03-11-2021 10:33:15	03-11-2021 10:33:18	
Durata:	3"		
Qualità (RMS):	E: 0.008m	N: 0.006m	Z: 0.014m
Vettore Baseline:	S 0°04'19.8658"	E 0°08'19.4199"	43.975m
Distanza 3D:	13600.790m		
Valori DOP:	PDOP: 1,4	HDOP: 0,8	VDOP: 1,2

Baseline	Base: 0059		Rover: CC087
Tipo antenna / S/N:	--		GNSS Zenith 25
Altezza antenna:	0.000m		2.000m

Coordinate locali:

E	707805.938m		719084.814m
N	4965797.037m		4958111.287m
Z	58.333m		45.532m

Tempo trascorso:	03-11-2021 10:34:36	03-11-2021 10:34:39	
Durata:	3"		
Qualità (RMS):	E: 0.008m	N: 0.007m	Z: 0.015m
Vettore Baseline:	S 0°04'20.9162"	E 0°08'21.0331"	44.750m
Distanza 3D:	13648.589m		
Valori DOP:	PDOP: 1,6	HDOP: 0,9	VDOP: 1,3

Baseline	Base: 0059		Rover: SS 11
Tipo antenna / S/N:	--		GNSS Zenith 25
Altezza antenna:	0.000m		2.000m

Coordinate locali:

E	707805.938m		720349.049m
N	4965797.037m		4959296.940m
Z	58.333m		44.566m

Tempo trascorso:	03-11-2021 10:41:17	03-11-2021 10:41:20	
Durata:	3"		
Qualità (RMS):	E: 0.009m	N: 0.007m	Z: 0.017m
Vettore Baseline:	S 0°03'43.9327"	E 0°09'20.2949"	43.784m
Distanza 3D:	14127.317m		
Valori DOP:	PDOP: 1,4	HDOP: 0,8	VDOP: 1,2

Baseline	Base: 0059		Rover: CC104
Tipo antenna / S/N:	--		GNSS Zenith 25
Altezza antenna:	0.000m		2.000m

Coordinate locali:

E	707805.938m		726034.964m
N	4965797.037m		4961675.677m
Z	58.333m		43.992m

Tempo trascorso:	03-11-2021 10:58:02	03-11-2021 10:58:05	
Durata:	3"		
Qualità (RMS):	E: 0.011m	N: 0.010m	Z: 0.028m
Vettore Baseline:	S 0°02'33.3176"	E 0°13'42.3668"	43.210m
Distanza 3D:	18689.120m		

Valori DOP:	PDOP: 1,7	HDOP: 0,9	VDOP: 1,5
-------------	-----------	-----------	-----------

Baseline	Base: 0059		Rover: 116141
Tipo antenna / S/N:	--		GNSS Zenith 25
Altezza antenna:	0.000m		2.000m

Coordinate locali:

E	707805.938m		726018.380m
N	4965797.037m		4961695.680m
Z	58.333m		44.440m

Tempo trascorso:	03-11-2021 11:00:51	03-11-2021 11:00:54	
Durata:	3"		
Qualità (RMS):	E: 0.010m	N: 0.009m	Z: 0.025m
Vettore Baseline:	S 0°02'32.6513"	E 0°13'41.6452"	43.658m
Distanza 3D:	18668.540m		
Valori DOP:	PDOP: 1,7	HDOP: 0,9	VDOP: 1,5

Baseline	Base: 0059		Rover: CC106
Tipo antenna / S/N:	--		GNSS Zenith 25
Altezza antenna:	0.000m		2.000m

Coordinate locali:

E	707805.938m		726238.113m
N	4965797.037m		4961741.261m
Z	58.333m		44.062m

Tempo trascorso:	03-11-2021 11:06:36	03-11-2021 11:06:39	
Durata:	3"		
Qualità (RMS):	E: 0.011m	N: 0.010m	Z: 0.027m
Vettore Baseline:	S 0°02'31.4259"	E 0°13'51.7024"	43.280m
Distanza 3D:	18873.119m		
Valori DOP:	PDOP: 1,5	HDOP: 0,8	VDOP: 1,3

Baseline	Base: 0059		Rover: SS20
Tipo antenna / S/N:	--		GNSS Zenith 25
Altezza antenna:	0.000m		2.000m

Coordinate locali:

E	707805.938m		726238.079m
N	4965797.037m		4961741.332m
Z	58.333m		44.079m

Tempo trascorso: 03-11-2021 11:06:56 03-11-2021 11:06:59

Durata:	3"		
Qualità (RMS):	E: 0.014m	N: 0.013m	Z: 0.035m
Vettore Baseline:	S 0°02'31.4236"	E 0°13'51.7009"	43.297m
Distanza 3D:	18873.070m		
Valori DOP:	PDOP: 1,5	HDOP: 0,8	VDOP: 1,3

Baseline	Base: 0059		Rover: CC108
Tipo antenna / S/N:	--		GNSS Zenith 25
Altezza antenna:	0.000m		2.000m

Coordinate locali:

E	707805.938m		726710.579m
N	4965797.037m		4962132.340m
Z	58.333m		44.054m

Tempo trascorso:	03-11-2021 11:19:56	03-11-2021 11:19:59	
Durata:	3"		
Qualità (RMS):	E: 0.009m	N: 0.008m	Z: 0.021m
Vettore Baseline:	S 0°02'19.3059"	E 0°14'13.7968"	43.272m
Distanza 3D:	19256.575m		
Valori DOP:	PDOP: 1,3	HDOP: 0,6	VDOP: 1,1

Baseline	Base: 0059		Rover: SS30
Tipo antenna / S/N:	--		GNSS Zenith 25
Altezza antenna:	0.000m		2.000m

Coordinate locali:

E	707805.938m		726710.397m
N	4965797.037m		4962132.861m
Z	58.333m		44.073m

Tempo trascorso:	03-11-2021 11:20:20	03-11-2021 11:20:23	
Durata:	3"		
Qualità (RMS):	E: 0.009m	N: 0.008m	Z: 0.021m
Vettore Baseline:	S 0°02'19.2889"	E 0°14'13.7894"	43.291m
Distanza 3D:	19256.297m		
Valori DOP:	PDOP: 1,3	HDOP: 0,6	VDOP: 1,1

Baseline	Base: 0059		Rover: SS31
Tipo antenna / S/N:	--		GNSS Zenith 25
Altezza antenna:	0.000m		2.000m

Coordinate locali:

E	707805.938m		727060.039m
N	4965797.037m		4962419.148m
Z	58.333m		46.228m

Tempo trascorso:	03-11-2021 11:24:31	03-11-2021 11:24:34	
Durata:	3"		
Qualità (RMS):	E: 0.008m	N: 0.007m	Z: 0.019m
Vettore Baseline:	S 0°02'10.4216"	E 0°14'30.1367"	45.446m
Distanza 3D:	19548.163m		
Valori DOP:	PDOP: 1,3	HDOP: 0,6	VDOP: 1,1

ALLEGATO 3

SPECIFICHE TECNICHE STRUMENTAZIONE GNSS

Ricevitore GNSS

Serie Zenith25



Estremamente Robusto

- IP68 resistente a polvere e acqua
- Ribaltamento 2 m della Palina
- Resistente a Vibrazioni



A prova di futuro

- GSM/GPRS Quad-Band
- A prova di futuro: GPS, GLONASS, Galileo
- Radio UHF et Bluetooth®



Potente Controller

- Camera Integrata (5M Px)
- Bussola & Altimetro
- Comunicazione 3G Mobile

Serie Zenith25

Equipaggiato con lo stato dell'arte della tecnologia GNSS, lo Zenith25 garantisce prestazioni estreme. Il sistema GNSS robusto ed affidabile che "works when you do" – anche negli ambienti più estremi.



I ricevitori Zenith25 sono sufficientemente robusti per resistere ad una caduta dalla palina o ad una immersione completa in acqua. Una tecnologia a prova di futuro che supporta i sistemi GPS, Glonass e Galileo con una ineguagliata tecnologia Q-Lock™ che assicura verifiche regolari ed indipendenti sull'affidabilità del fissaggio rendono la serie Zenith25 idonea per ogni tipo di applicazione.

Specifiche del ricevitore

Tecnologia Q-Lock™	Alta disponibilità ed affidabilità
Canali	120, doppia frequenza
Max N. Satelliti	60 Satelliti simultaneamente
GPS	L1, L2, L2C
GLONASS	L1, L2
Galileo	*
Abilitato	Abilitato
Frequenza Posizionamento	20Hz, 5Hz
SBAS	EGNOS, WAAS, MSAS, GAGAN

Precisione Ricevitore**

Statico orizzontale	5 mm ± 0.5 ppm (rms)
Statico verticale	10 mm ± 0.5 ppm (rms)
Statico orizzontale lungo	3 mm ± 0.1 ppm (rms)
Statico verticale lungo	3.5 mm ± 0.4 ppm (rms)
Cinematico orizzontale	10 mm ± 1 ppm (rms)
Cinematico verticale	20 mm ± 1 ppm (rms)

Interfacce

Tastiera	On/Off e tasti funzione
Indicatori di stato LED	Posizione, batteria, Bluetooth®, ricezione RTK, trasmissione RTK, Scheda di Memoria
Modalità indicatori LED	Rover, base, statico
Memoria	MicroSD card removibile (8 GB)
GSM/TCP/IP	SIM card removibile

Altri marchi e nomi sono dei rispettivi proprietari.



Copyright Geomax AG. Illustrazioni, descrizioni e specifiche tecniche non sono vincolanti e possono cambiare.
04.14 / 819787 it

Comunicazione

Modulo GSM/GPRS	800, 900, 1800, 1900 MHz antenna interna
Modulo radio UHF	1000 mW ricetrasmittente, 406-480 MHz
Bluetooth®	Dispositivo Classe II
Connettore TNC	Antenna UHF
Porte di comunicazione	USB, seriale & alimentazione

Alimentazione

Batteria interna	Removibile 2.2 Ah / 7.4 V
Durata di esercizio	8 h in statico / 5 h in rover
Alimentazione esterna	10.5 V to 28 V

Specifiche Fisiche

Dimensioni	Altezza 95 mm, ø 198 mm
Peso	1.20 kg incl. batt. e radio UHF interna
Temp. Operativa	da -40°C a +65°C
Protezione	IP68 resistente a polvere e impermeabile
Umidità	100%, senza condensa
Vibrazioni	Resistente a stress meccanico conforme a ISO 9022-36-05
Ribaltamenti	Resistente a ribaltamenti della palina da 2 m su superfici dure

*Il tracciamento opzionale Galileo sarà disponibile non appena saranno disponibili sufficienti satelliti

** Le precisioni di misurazione, esattezza ed affidabilità dipendono da diversi fattori quali il numero di satelliti tracciati, geometria, ostacoli, tempi di osservazione, condizioni ionosferiche, multipath, ecc. - I dati sopraelencati assumono condizioni da normali a favorevoli.

ALLEGATO 4

REPORT LETTURE DI CONTROLLO GNSS - CAPOSALDI DI RIFERIMENTO



SCAN SOLUTIONS s.r.l

Via Annibale Zucchini, 61 - 44122 FERRARA

P IVA e Codice Fiscale n. 02034290383

Cap. sociale: € 10.000 i.v

tel. 0532 684083 – cell. 338 8822298

e-mail: info@scansolutions.it

Commessa 132-21-CONSORZIO BONIFICA-LS-Canale Bonifica Ferrara-

Oggetto.

Servizio rilievo lidar aereo e restituzione grafica del rilievo eseguito.

CUP: J96G20000500001 - CIG: Z4F3279B3F

Titolo.

Allegato 03-01. REPORT LETTURE DI CONTROLLO GNSS - CAPOSALDI DI RIFERIMENTO

MONOGRAFIA CAPOSALDI DI RIFERIMENTO

CONSORZIO BONIFICA PIANURA FERRARA

NOME	COORDINATE		
	EST	NORD	Q ELLISSOIDICA
INNM	714634.00	955080.00	-
CC099	715133.05	955269.26	45.83
CC101	716233.52	955709.22	45.69
CC129	716370.36	955868.34	41.82
118010	719050.00	958139.00	-
CC087	719082.70	958112.93	45.53
116141	726015.00	961697.00	-
CC104	726032.74	961677.26	43.98
CC106	726235.92	961742.90	44.06
CC108	726708.33	962134.01	44.07
CC109	726979.91	962372.98	46.98

COORDINATE CAPOSALDI DI RIFERIMENTO DA RILIEVO GPS

TRASFORMAZIONE COORDINATE EFFETTUATE TRAMITE SITO IGM

NOME	COORDINATE		
	EST	NORD	Q ELLISSOIDICA
INNM	714633.56	4955077.60	46.21
CC099	715133.06	4955269.31	45.86
CC101	716233.54	4955709.24	45.71
CC129	-	-	-
118010	719047.26	4958143.69	44.77
CC087	719082.68	4958112.91	45.53
116141	726016.16	4961697.33	44.44
CC104	726032.74	4961677.32	43.99
CC106	726235.89	4961742.91	44.06
CC108	726708.35	4962133.99	44.05
CC109	-	-	-

SCOSTAMENTI

EST [M]	NORD [M]
-0.44	-2.40
0.01	0.04
0.02	0.02
-	-
-2.74	4.69
-0.02	-0.02
1.16	0.33
0.00	0.06
-0.03	0.01
0.02	-0.02
-	-

CC104 - CAPOSALDO DI RIFERIMENTO PER IL RIALLACCIO

SCOSTAMENTI PLANO-ALTIMETRICI FRA I PUNTI s.l.m.m.

NOME	x [m]	y [m]	z [m]
INNM	-0.440	-2.460	-0.400
CC099	0.006	-0.020	-0.420
CC101	0.020	-0.040	-0.380
118010	-2.740	4.630	-0.210
CC087	-0.030	-0.080	-0.220
116141	1.160	0.260	-0.030
CC104	0.000	0.000	0.000
CC106	-0.030	-0.060	-0.020
CC108	0.017	-0.090	-0.008

Scostamenti plano-altimetrici tra i caposaldi da monografia e i caposaldi rilevati con ricevitore GNSS - riallaccio del rilievo al caposaldo CC104.



Rilievo GNSS con ricevitore serie Geomax Zenith 25 Pro e antenna montata su palina. Posizionamento sui caposaldi di riferimento del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara