

COMUNE DI VERBANIA (VB)



**ACQUA
NOVARA.VCO**
S.p.A.

Via Triggiani, 9 - 28100 NOVARA (NO)
Tel. 0321 413111 - Fax. 0321 458729
@mail: info@acquanovaravco.eu
@pec: segreteria@pec.acquanovaravco.eu



TITOLO COMMESSA:

RIDUZIONE PERDITE IDRICHE NEL COMUNE DI VERBANIA

OGGETTO:

Relazione geologica e geotecnica

SCALA:

-

AVANZAMENTO PROGETTO:
DEFINITIVO

Data Rev. N° 0 :
NOVEMBRE 2022

Rev. N°	Modifiche	Data
1	–	-/-/-
2	–	-/-/-
3	–	-/-/-
4	–	-/-/-

Rif. N° Commessa:

Y00M - 10037452

CUP:

D59E17000010002

RUP:

Ing. Giuseppe Caranti

Il Progettista

Dott. Geol. Andrea Ferrarotti

Elaborato N°:

GE.01.001

PROPRIETA' RISERVATA
QUESTO DISEGNO NON PUO' ESSERE RIPRODOTTO NE' COMUNICATO A TERZI SENZA
AUTORIZZAZIONE DI ACQUA NOVARA.VCO s.p.a.



INDICE

1. PREMESSA.....	1
2. NORMATIVA.....	3
3. SINTESI DELLE ATTIVITA' SVOLTE E METODOLOGIA DI LAVORO.....	4
4. DESCRIZIONE DEI LUOGHI	6
5. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PREVISIONE.....	10
6. VINCOLISTICA SOVRAORDINATA DI CARATTERE GEOLOGICO ED ANALISI DEL RISCHIO IDRAULICO E GEOMORFOLOGICO.....	11
6.1 PREMESSA	11
6.2 ANALISI DEL DISSESTO E DELLA PERICOLOSITÀ E RISCHIO IDRAULICO	16
6.3 ANALISI DEL DISSESTO E DELLA PERICOLOSITÀ E RISCHIO GEOMORFOLOGICO	18
6.4 CARTA DELL'IDONEITÀ URBANISTICA	20
6.5 VINCOLO IDROGEOLOGICO	23
7. INQUADRAMENTO GEOLOGICO - STRUTTURALE E GEOMORFOLOGICO.....	26
8. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E LITOLOGICO.....	29
9. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	37
10. INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE PREGRESSE	39
11. SONDAGGI GEOGNOSTICI.....	40
11.1 PREMESSA	40
11.2 STRUMENTAZIONE	42
11.3 METODOLOGIA DI PERFORAZIONE	42
11.4 RIVESTIMENTO.....	43
11.5 RISULTANZE.....	43
12. INDAGINE GEORADAR.....	46
13. MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO E PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE.....	48

13.1	PREMESSA	48
13.2	CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SITO	50
13.3	CATEGORIE DI PROFILO STRATIGRAFICO DEL SUOLO DI FONDAZIONE.....	52
13.4	AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA	54
13.5	AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA.....	54
13.6	ANALISI DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA E DELLE AZIONI DI PROGETTO.....	55
13.7	STATI LIMITE DI RIFERIMENTO.....	56
13.8	PARAMETRI SISMICI DI RIFERIMENTO	58
13.9	STABILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE	64
14.	MODELLO GEOLOGICO E LITOSTRATIGRAFICO	67
15.	MODELLO GEOTECNICO E PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA	68
16.	SCAVI E OPERE DI SOSTEGNO	70
17.	INDICAZIONI E PRESCRIZIONI DI CARATTERE GEOLOGICO.....	72
17.1	PROGETTAZIONE DEFINITIVA/ESECUTIVA	72
17.1.1	Scavi, opere provvisionali, opere di sostegno ed opere di contenimento ..	72
17.1.2	Opere fondazionali.....	72
17.1.3	Prescrizioni generali	73
17.2	FASE DI CANTIERE ED ESECUZIONE LAVORI.....	73
17.2.1	Scavi, opere provvisionali, opere di sostegno ed opere di contenimento ..	73
17.2.2	Opere fondazionali (se previste)	76
18.	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	77
19.	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI, CARTOGRAFICI E DOCUMENTALI	78
20.	REPORT ED ALLEGATI.....	79
-	Report sondaggi geognostici	
-	Report georadar e sezioni interpretative con ipotesi individuazione zona contatto tra materiale sciolto e substrato roccioso	

Comune di Verbania (VB)

DISTRETTO UNCHIO – SOSTITUZIONE TUBAZIONE DI VIA PER COSSOGNO
PROGETTO DEFINITIVO

- Ubicazione indagini geognostiche e assetto litologico locale zona impianto
- Sezioni stratigrafiche e litologiche schematiche interpretative

1. PREMESSA

La presente relazione geologica e geotecnica è stata redatta, al fine di ottemperare a quanto previsto dal D.M. 17.01.2018 e dalle NTA del vigente P.R.G.C., a supporto del progetto definitivo relativo al seguente progetto: *“Distretto Unchio – Sostituzione tubazione di via per Cossogno, in comune di Verbania (VB)”*, nell’ambito dell’*“Accordo Quadro con due operatori per l’affidamento dei servizi tecnici di progettazione, assistenza al RUP, Direzione Lavori, assistenza lavori, collaudi, Coordinatore in fase di progettazione (CSP) e/o di coordinatore in fase di esecuzione (CSE) ad esclusione della parte depurazione acque reflue. 2020_04 Rr”*.

Gli studi, i rilievi e le indagini, eseguite nell’ambito territoriale di possibile influenza degli interventi e delle opere in previsione, hanno avuto pertanto la finalità di illustrare il contesto geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico del sito di progetto, di individuare eventuali criticità e di fornire le indicazioni preliminari relative alle problematiche geologiche e geotecniche che dovranno essere affrontate nell’ambito della progettazione ed esecuzione delle future opere, valutando in base al quadro dissestivo, vincolistico e pianificatorio in ambito geologico, la fattibilità degli interventi anche sulla base di una serie di sopralluoghi, indagini e prove eseguite in sito.

Ai sensi del D.M. 17.01.2018 *“Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»*.” (indicato nel seguito con la sigla NTC/18), il presente elaborato, in relazione ai contenuti ed alle indagini eseguite, ingloba in un unico elaborato le seguenti relazioni specialistiche previste dalla Circolare Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7 (indicata nel seguito con la sigla Circ./19), ovvero: la relazione geologica sulle indagini, caratterizzazione e modellazione geologica del sito (par. 6.2.1 delle NTC/18 e par. 6.2.1 della Circ./19), relazione geotecnica sulle indagini, caratterizzazione e modellazione del volume significativo di terreno (par. 6.2.2 delle NTC/18 e par. 6.2.2 della Circ./19) e la relazione sulla modellazione sismica concernente la “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione (par. 3.2 delle NTC/18 e par. 3.2 della Circ./19), contenente il riferimento a tutti i parametri ed i coefficienti in base ai quali sono state determinate le azioni sismiche da applicare.

Relativamente alla progettazione e verifica delle opere fondazionali e di contenimento, che saranno definite dal progettista sulla base delle risultanze del presente elaborato, queste saranno riportate nella Relazione sulle fondazioni/strutturale.

La Relazione geologica ai sensi del par. 6.2.1 delle NTC/18 è ricompresa nei capitoli 3, 4, 5, 6, 7 e 8 del presente elaborato, la Relazione geotecnica e sismica ai sensi del par. 6.2.2 e del par. 3.2 delle NTC/18 è ricompresa nei capitoli 9, 10, 11, 12, 13, 14 e 15 del presente elaborato.

Al fine di permettere una caratterizzazione geologica e geotecnica del sito d'intervento sono stati definiti, sulla base delle analisi cartografiche e bibliografiche, sui rilievi eseguiti, sulle risultanze delle indagini e prove geotecniche, geognostiche e sismiche, il modello geologico ed il modello geotecnico di riferimento. Il modello geologico di riferimento è la ricostruzione concettuale della storia evolutiva dell'area di studio, attraverso la descrizione delle peculiarità genetiche dei diversi terreni presenti, delle dinamiche dei diversi termini litologici, dei rapporti di giustapposizione reciproca, delle vicende tettoniche subite e dell'azione dei diversi agenti morfogenetici. In funzione della tipologia di opere e di interventi previsti all'interno del contesto geologico nel quale si inserisce l'opera, sono state eseguite una serie di specifiche indagini finalizzate alla ricostruzione del modello geologico. La caratterizzazione e la modellazione geologica del sito ha, infatti, compreso la ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio, descritti e sintetizzati dal modello geologico di riferimento il quale è stato sviluppato in modo da costituire il punto di partenza al fine di inquadrare i problemi geotecnici e per definire il programma delle ulteriori indagini geotecniche ritenute necessarie.

Il modello geotecnico di riferimento rappresenta, invece, uno schema rappresentativo del volume significativo di terreno, suddiviso in unità omogenee sotto il profilo fisico-meccanico, che devono essere caratterizzate con riferimento allo specifico problema geotecnico. Nel modello geotecnico di sottosuolo sono stati definiti i valori caratteristici dei parametri geotecnici basati sulle indagini e prove preliminari eseguite nonché sui valori di letteratura.

2. NORMATIVA

Di seguito sono riportati i principali riferimenti normativi su cui si sono basati gli studi e le indagini eseguite.

- ☐ Circolare 617 C.S.LL.PP. del 2 febbraio 2009. Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.
- ☐ Circolare 3/AMB del 31 agosto 2018 del Presidente della Giunta regionale. Legge regionale 9 agosto 1989, n. 45 (Nuove norme per gli interventi da eseguire in terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici). Note interpretative e indicazioni procedurali. Revoca della circolare 4/AMD/2012.
- ☐ Circolare 7 C.S.LL.PP del 21 gennaio 2019. Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- ☐ D.G.R. 65-7656 del 21 maggio 2014 - Aggiornamento e adeguamento delle procedure di controllo e gestione delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico (O.P.C.M. 3074/2003 - O.P.C.M. 3519/2006)".
- ☐ D.G.R. 4-3084 del 12 novembre 2011 - Approvazione della D.G.R. n. 11-13058 del 19 gennaio 2010.
- ☐ D.G.R. n. 6-887/2019. Presa d'atto e approvazione dell'aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Piemonte, di cui alla D.G.R. del 21 maggio 2014, n. 65- 7656
- ☐ D.M. 14 gennaio 2008 - Nuove norme tecniche per le costruzioni.
- ☐ D.M. 17 gennaio 2018 - Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni
- ☐ D.Lgs 152/2006 - Norme in materia ambientale.
- ☐ D.P.R. 380/2001 e s.m.i. - Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia - Norme Tecniche di Attuazione del P.R.G.C. e relativi elaborati tecnici.
- ☐ L.R. 45 del 09.08.1989 in materia di vincolo idrogeologico.
- ☐ Norme Tecniche di Attuazione del P.R.G.C. e relativi elaborati tecnici.
- ☐ OPCM 3274/2003 - Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zone sismiche.

3. SINTESI DELLE ATTIVITA' SVOLTE E METODOLOGIA DI LAVORO

Ai fini dello svolgimento dell'incarico si è proceduto all'esecuzione di una serie di sopralluoghi e rilievi finalizzati, oltre che alla ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio, alla ricostruzione del *modello geologico* e del *modello geotecnico* ricadenti nell'area d'intervento. Le attività svolte si sono basate in particolare su:

- Rilievi geologici e morfologici eseguiti in sito
- Analisi dei dati rilevati dallo scrivente durante i sopralluoghi effettuati sull'area di intervento e in un suo intorno significativo
- Consultazione di database scientifici
- Consultazione di cartografie geologiche specifiche
- Consultazione di pubblicazioni scientifiche
- Consultazione degli elaborati geologici allegati ai P.R.G.C.
- Consultazione di elaborati di carattere tecnico professionale
- Consultazione di Piani Territoriali

In particolare, sono stati consultati in via preliminare i seguenti documenti:

- “Tavole di delimitazione delle fasce fluviali” - Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico - PAI predisposto dall'Autorità di Bacino del Fiume Po ai sensi dell'art. 17 della Legge n° 183/89
- Geoportale a cura dell'ARPA Piemonte: cartografia relativa ai conoidi alluvionali, Banca Dati Geotecnica (sondaggi geognostici e campioni di terreno), cartografia del SIFraP (Sistema Informativo Frane in Piemonte), cartografie relative agli eventi alluvionali, cartografia della Banca Dati Geologica (Carta delle aree inondabili, carta delle frane, carta dei tributari minori e delle conoidi, carta delle aree instabili, carta degli alveo tipi e portate, carta dei danni ai centri abitati, carta dei danni alla rete viaria)
- Geoportale Nazionale, a cura del Ministero dell'Ambiente, il quale permette la visualizzazione e l'utilizzo della cartografia di base nazionale, prodotta a seguito dell'accordo integrativo tra Stato e Regioni del 12 ottobre 2000 sul Sistema Cartografico di Riferimento

- Gis Browser relativo al Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni, Direttiva 2007/60/CE recepita nel diritto italiano con D.Lgs. 49/2010 – Scenari di alluvioni/Pericolosità e Scenari di Rischio
- Piano Regolatore Generale Comunale (tavole e relazioni)

Come previsto dalle NTC/18, la presente relazione geologica è stata sviluppata in modo tale da costituire un utile elemento di riferimento per i Progettisti al fine di inquadrare le eventuali problematiche geologiche – geotecniche. Si elencano di seguito i contenuti principali del presente elaborato:

- Scopo del lavoro
- Aspetti normativi e pianificatori
- Descrizione degli interventi previsti da progetto
- Inquadramento geologico – strutturale del territorio
- Inquadramento geomorfologico
- Analisi dello stato vincolistico
- Analisi dello stato dissestivo
- Inquadramento geologico – litologico con individuazione delle formazioni principali caratterizzanti l'area in esame
- Inquadramento idrogeologico con individuazione e caratterizzazione degli acquiferi principali e valutazioni sulle caratteristiche di permeabilità dei terreni
- Risultanze delle prove ed indagini geognostiche e/o geotecniche
- Analisi della sismicità locale
- Creazione del modello geologico generale dell'area
- Creazione del modello geotecnico generale dell'area
- Prescrizioni e raccomandazioni di carattere geologico e geotecnico da seguirsi in fase di progettazione ed in fase esecutiva
- Considerazioni conclusive e fattibilità degli interventi.

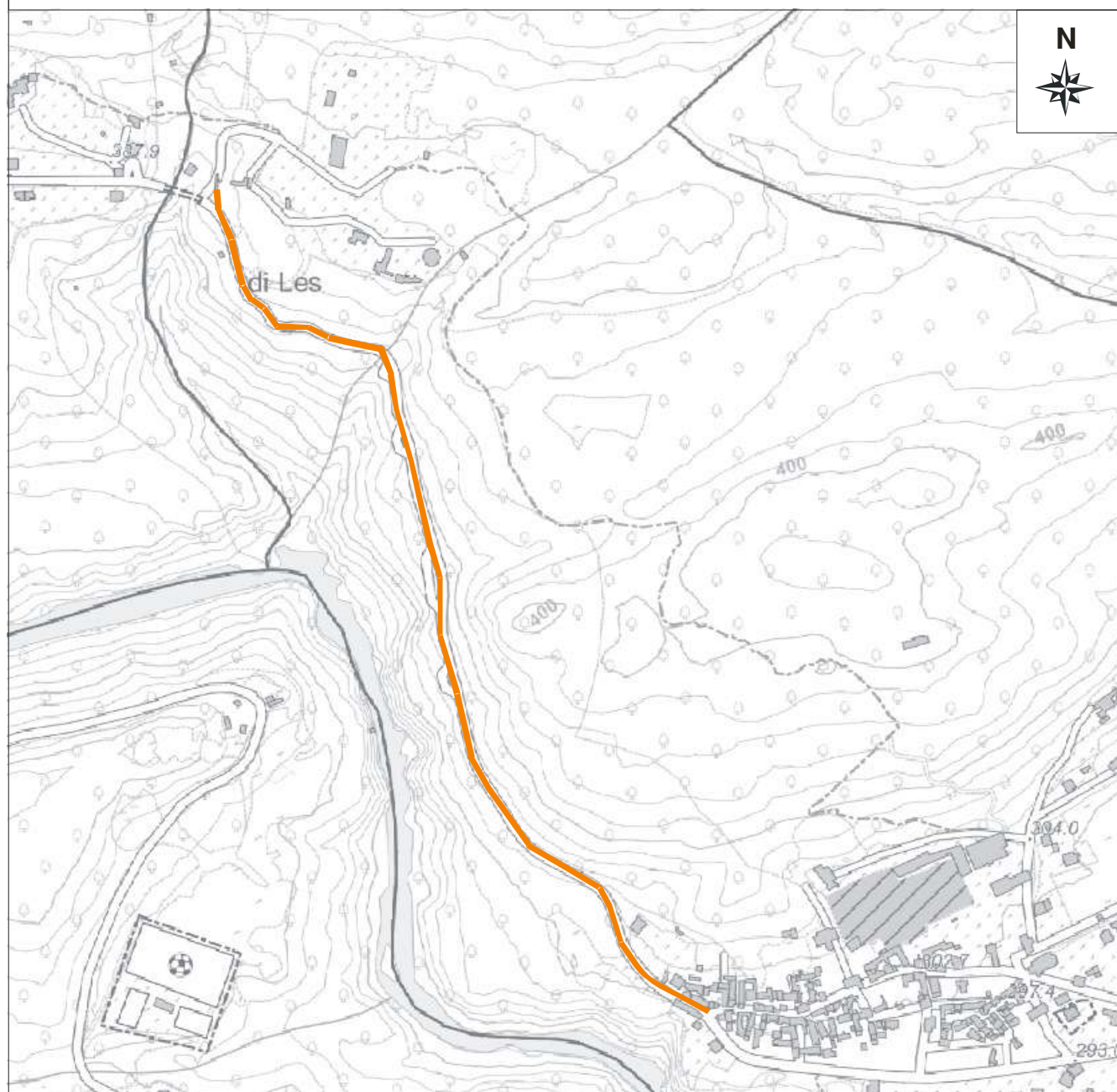
4. DESCRIZIONE DEI LUOGHI

L'area in esame rientra in un settore montano da boscato a prativo che rappresenta una transizione tra il versante montano ed il fondovalle inciso dal torrente San Bernardino.

L'area d'intervento si colloca su di un versante a mezza costa tagliato longitudinalmente da via per Cossogno, presente tra le quote di circa 320 e 300 m s.l.m. che unisce gli abitati di Cossogno e Unchio.

Il tracciato in esame interessa l'intero tratto stradale in oggetto fino alla piazzola ubicata su di un versante ad elevata acclività in cui è presente il serbatoio di Unchio che insiste direttamente sul torrente San Bernardino.

CARTA DI INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO (BDTRE PIEMONTE)



Scala: 1:5.000
Comune: Verbania
Provincia: Verbano Cusio Ossola
Estratto:
BDTRE - Regione Piemonte

— Tracciato

CARTA DI INQUADRAMENTO FOTOGRAFICO AEREO



Scala: 1:5.000

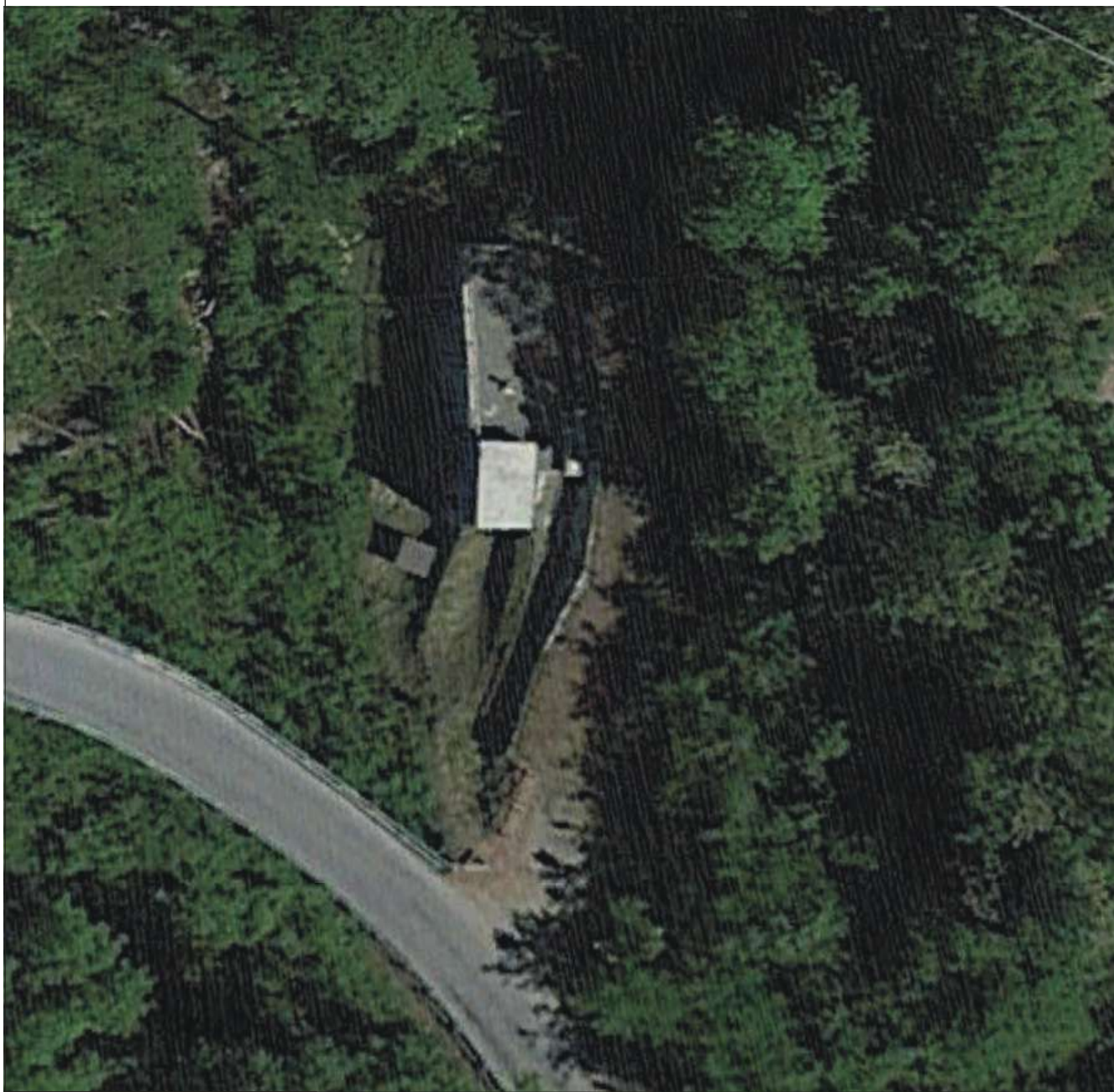
Comune: Verbania

Provincia: Verbano Cusio Ossola

Estratto:
Ortofoto Regione Piemonte

— Tracciato

CARTA DI INQUADRAMENTO FOTOGRAFICO AEREO DI DETTAGLIO AREA IMPIANTO



Comune: Verbania

Provincia: Verbano Cusio Ossola

— Tracciato

Comune di Verbania (VB)

DISTRETTO UNCHIO – SOSTITUZIONE TUBAZIONE DI VIA PER COSSOGNO
PROGETTO DEFINITIVO

5. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PREVISIONE

Sulla base di quanto fornito dai progettisti nonché dagli elaborati a disposizione emerge che le previsioni progettuali riguardano essenzialmente la sostituzione e la posa di 2 condotte acquedottistiche.

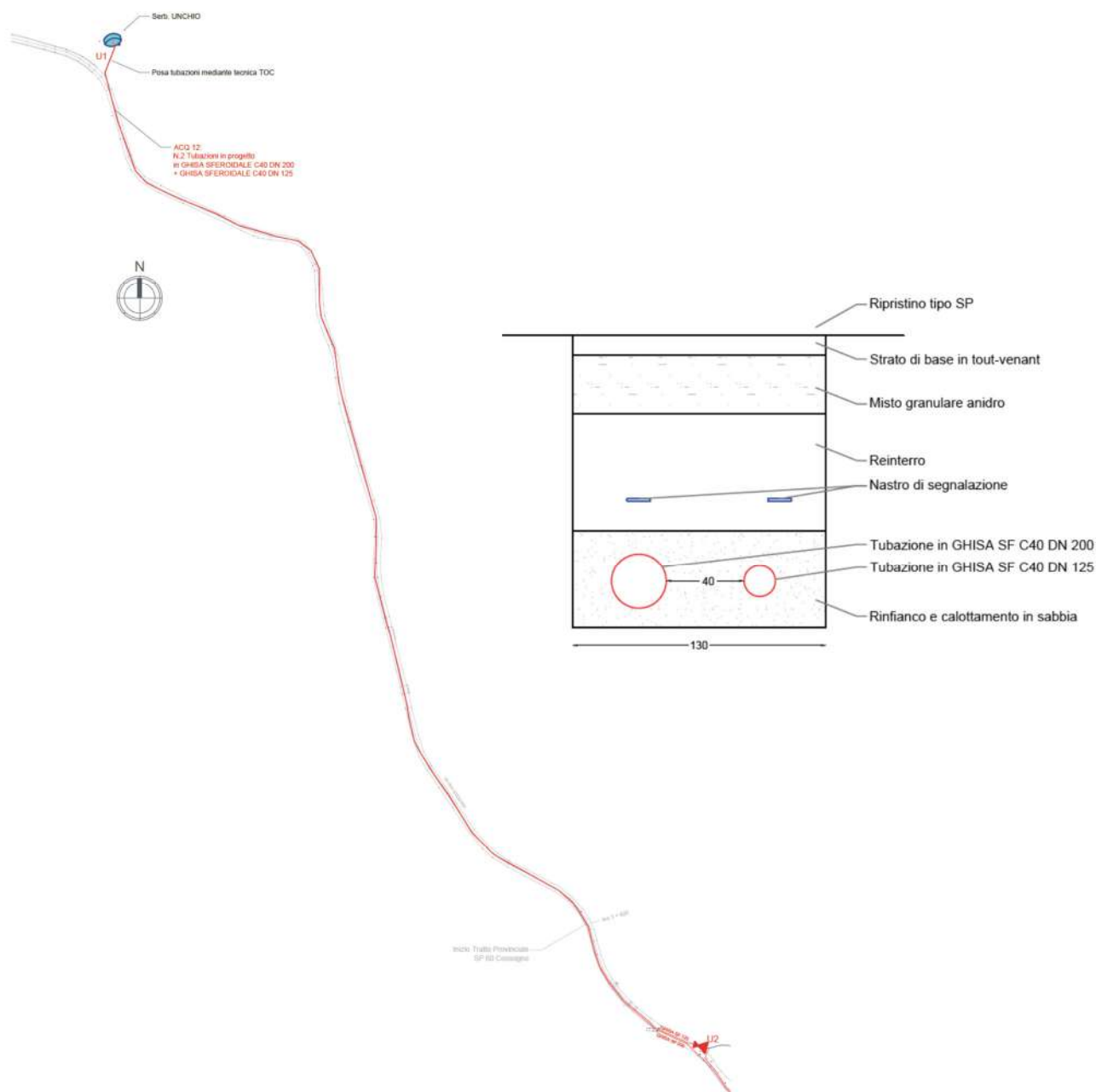


Fig. 5.1 – Planimetria dell'intervento in previsione e sezione tipo di progetto

Per quanto riguarda le specifiche di dettaglio degli interventi si rimanda agli elaborati progettuali.

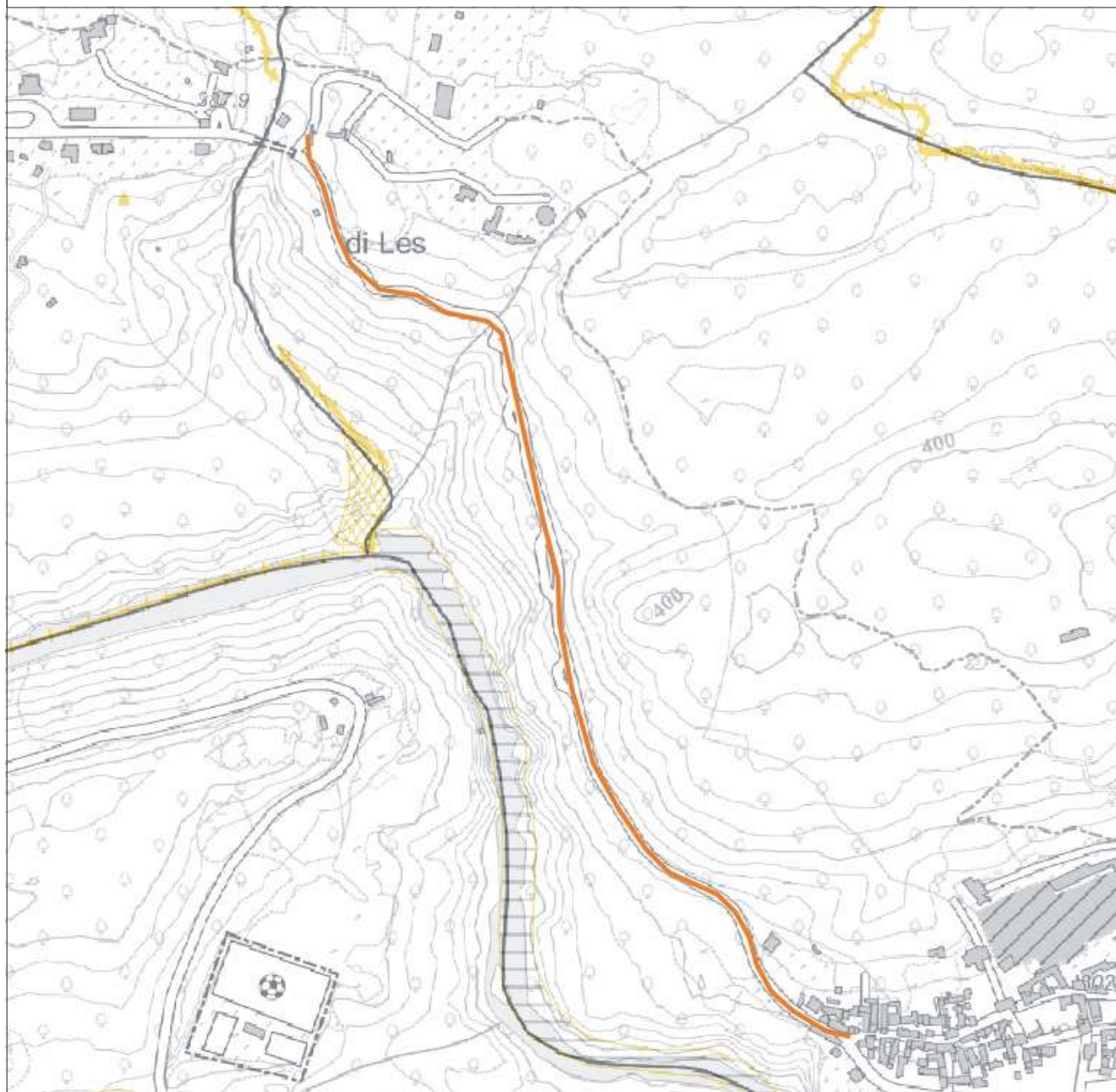
6. VINCOLISTICA SOVRAORDINATA DI CARATTERE GEOLOGICO ED ANALISI DEL RISCHIO IDRAULICO E GEOMORFOLOGICO

6.1 PREMESSA

L'analisi dello stato dissestivo legata al concetto di pericolosità e di rischio idraulico e geomorfologico del territorio in esame è stata effettuata, oltre che da un'indagine diretta, anche mediante l'analisi della cartografia tematica allegata al P.G.R.A. (Piano di Gestione Rischio Alluvione), al P.A.I. (Piano di Assetto Idrogeologico del fiume Po), al P.R.G.C. (Piano Regolatore Generale Comunale), al Sistema SICOD (Catasto delle opere di difesa), al Progetto IFFI/SIFRAP – Sistema Informativo dei fenomeni FRANosi in Piemonte e Rete Regionale di Controllo Movimenti Franosi (ReRCoMF) ed alla cartografia delle aree instabili di ARPA Piemonte, alla Carta Geologica d'Italia nonché sulla base delle informazioni storiche acquisite.

Nel documento di seguito vengono riportati gli stralci cartografici ritenuti più significativi.

CARTA DEI DISSESTI (P.A.I.)



Scala: 1:5.000

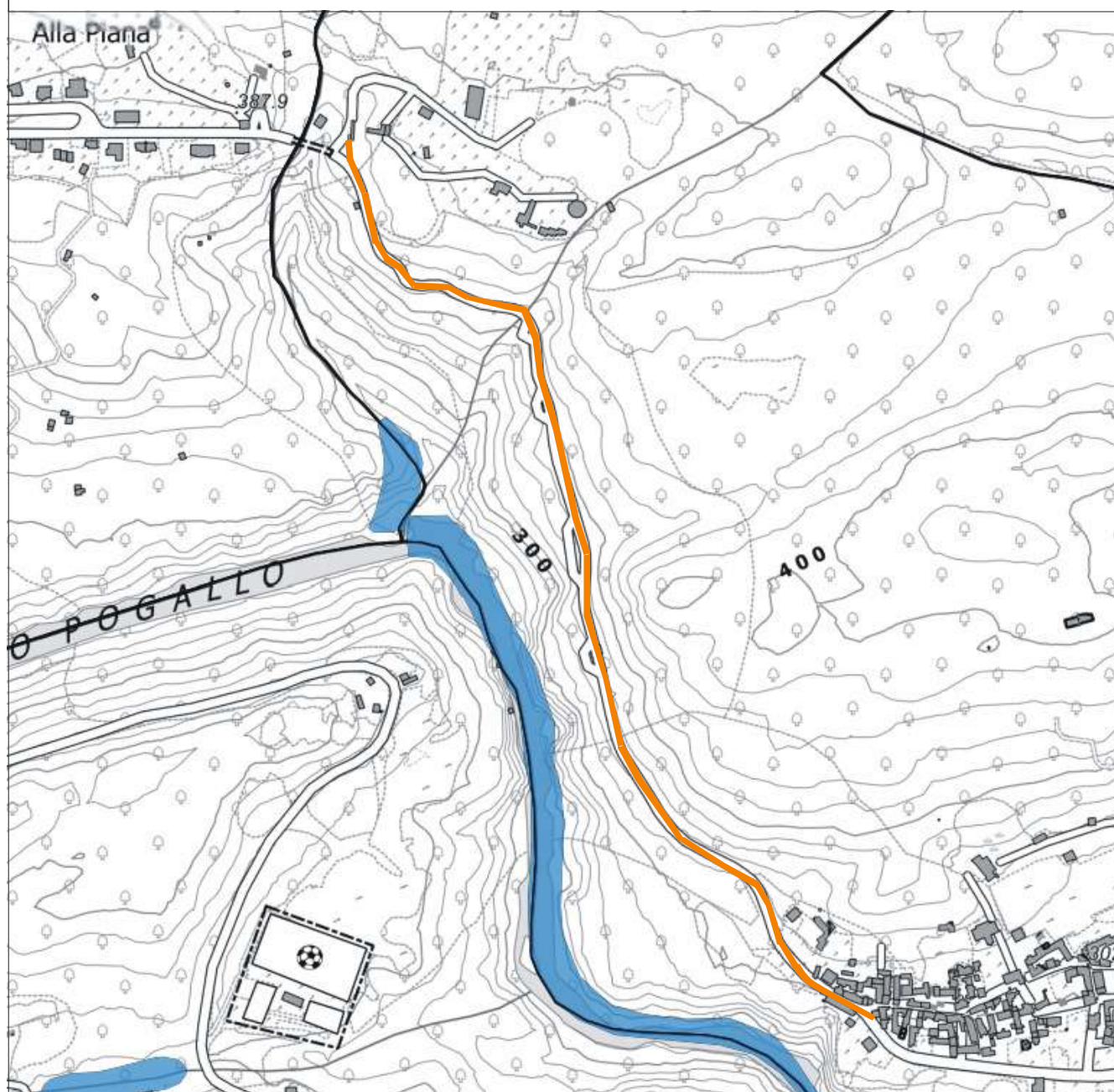
Comune: Verbania

Provincia: Verbano Cusio Ossola

Estratto:
P.A.I. (Piano di assetto
Idrogeologico del fiume Po)

— Tracciato

CARTA DI PERICOLOSITA' DA ALLUVIONE (P.G.R.A.)



Scala: 1:5.000

Comune: Verbania

Provincia: Verbano Cusio Ossola

Estratto:
P.G.R.A. (Piano Gestione Rischio
Alluvione)

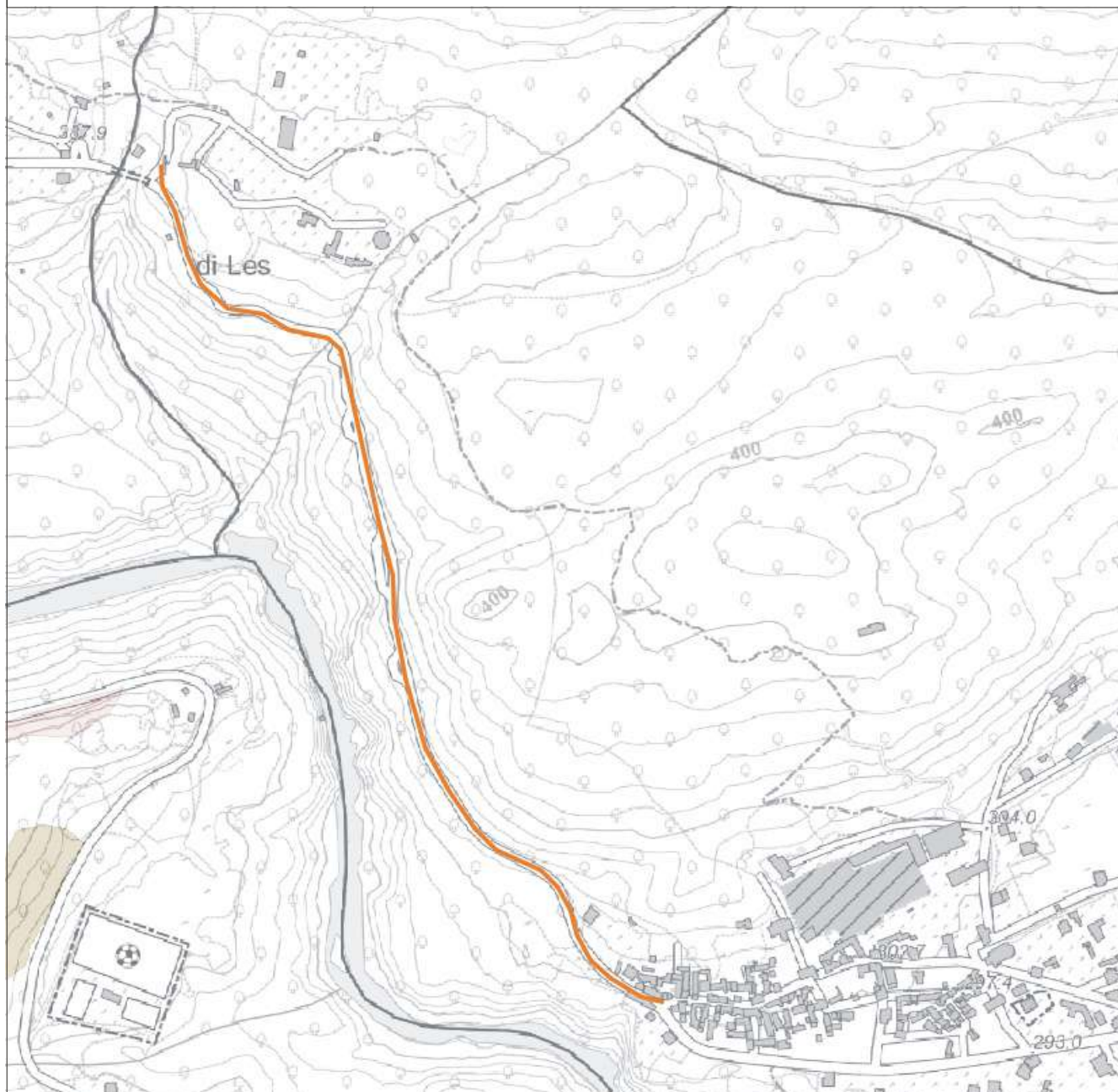
Tracciato

Legenda

Scenari di alluvioni - Pericolosità - 2020

- Probabilità di alluvioni elevata (tr. 10/20)
- Probabilità di alluvioni media (tr. 100/200)
- Probabilità di alluvioni scarsa (tr. 500)

CARTA DEI DISSESTI (I.F.F.I./SI.FRA.P.)



Scala: 1:5.000

Comune: Verbania

Provincia: Verbano Cusio Ossola

Estratto:

I.F.F.I. (Inventario dei fenomeni
franosì in Italia)

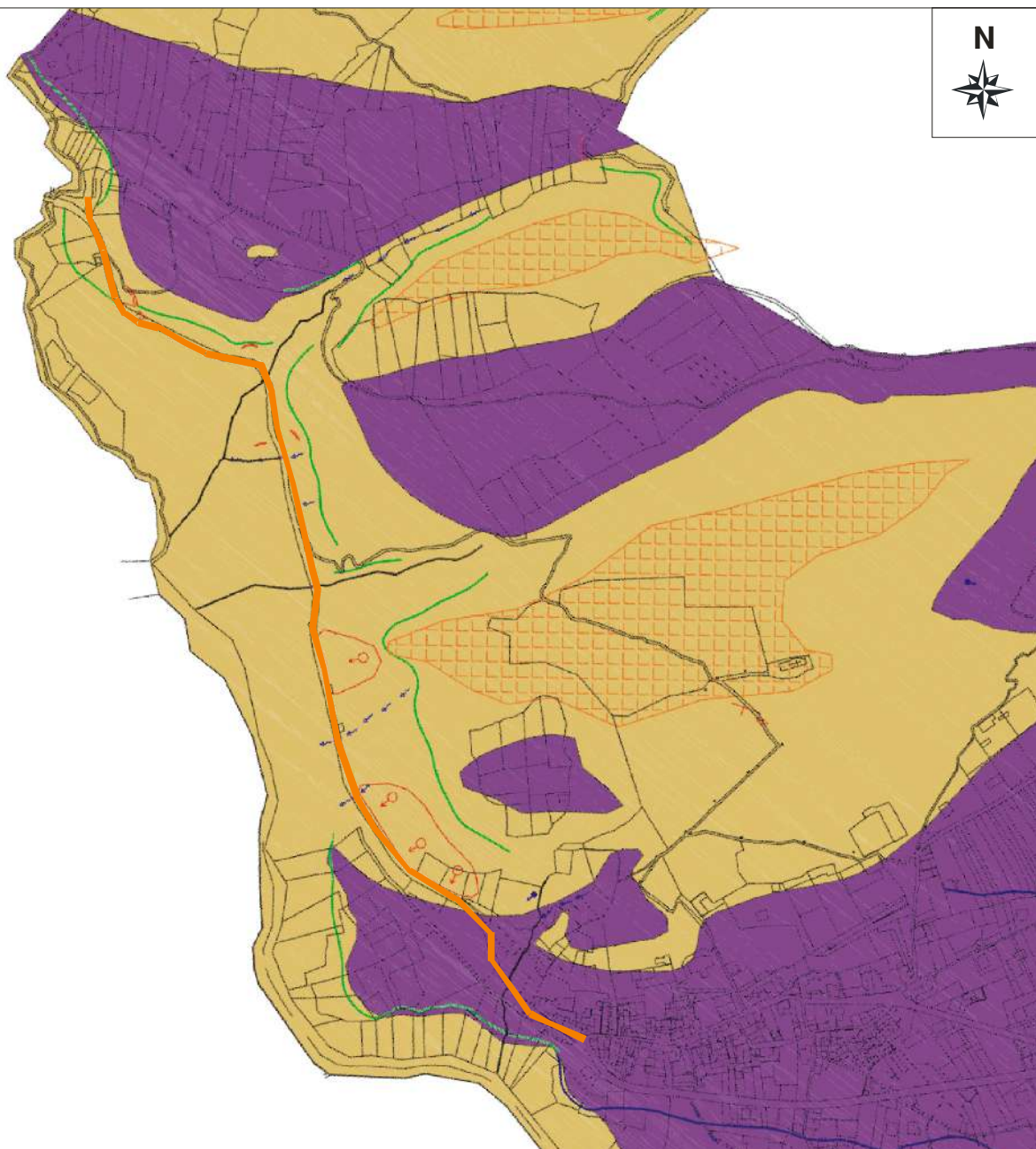
SI.Fra.P. (Sistema Informativo
Frane in Piemonte)

Tracciato

- Aree soggette a crolli/ribaltamenti diffusi
- Aree soggette a frane superficiali diffuse
- Aree soggette a sprofondamenti diffusi
- Colamento lento
- Colamento rapido
- Complesso
- Crollo/Ribaltamento
- DGPV
- Espansione
- Scivolamento rotazionale/traslativo

Relazione geologica - geotecnica

CARTA GEOMORFLOGICA E DEL DISSESTO (P.R.G.C.)



Scala: 1:10.000

Comune: Verbania

Provincia: Verbano Cusio Ossola

Estratto:
Carta geologica, geomorfologica
e del dissesto
P.R.G.C.

Tracciato



Micasclisti e paragneiss a due miche, appartenenti agli "Scisti del Laghi", affioranti o ricoperti da limitati spessori di coltre detritico-eluviale, colluviale o morenica



a) Aree con morfologia a dossi allungati e arrotondati per dinamica glaciale su follazione del substrato



Depositi alluvionali antichi terrazzati dei torrenti S. Bernardino e S. Giovanni (ghiaie e sabbie grossolane), costituenti forse antico conoide o delta progradante nel Lago Maggiore in occasione di elevati livelli lacustri



Area con possibilità di distacchi di massi o lastre rocciose. Stato di attività: attivo e/o riattivabile



Nicchia di smottamento in depositi sciolti. Stato di attività: corpi di frana stabilizzati naturalmente, ma parzialmente riattivabili sul ciglio



Ruscellamento concentrato o linea di deflusso

Relazione geologica - geotecnica

6.2 ANALISI DEL DISSESTO E DELLA PERICOLOSITÀ E RISCHIO IDRAULICO

Ai fini della valutazione dello stato dissestivo e del rischio idraulico del settore in esame, sono state analizzate una serie di cartografie tematiche (vedasi Piani territoriali riportati in premessa) che permettono di individuare eventuali settori coinvolti o potenzialmente coinvolgibili da eventi alluvionali o fenomeni di esondazioni per piene ordinarie e straordinarie ad opera della rete idrografica principale e secondaria.

Strumento di pianificazione	Tavola	Zona di rischio	Descrizione
P.G.R.A. (Piano di Gestione Rischio Alluvione)	Carta degli scenari da alluvione	-	-
P.A.I. (Piano di Assetto Idrogeologico del fiume Po)	Carta dei dissesti	-	-
P.R.G.C. (Piano Regolatore Generale Comunale)	Carta geomorfologica e del dissesto	Ruscellamento lineare o diffuso	Presenza di alcuni settori lungo il tracciato interessati dalla presenza di evidenze di fenomeni di ruscellamento lineare e secondariamente diffuso legato allo scorrimento delle acque di precipitazione che scorrono lungo il versante fino ad interessare la strada in oggetto

Il rischio idraulico dell'area d'intervento è legata alla presenza di alcuni settori lungo il tracciato interessati dalla presenza di evidenze di fenomeni di ruscellamento lineare e secondariamente diffuso legato allo scorrimento delle acque di precipitazione che scorrono lungo il versante fino ad interessare la strada in oggetto.

Evidenti solchi di erosione lineare sono visibili inoltre nell'area del serbatoio, presente immediatamente a monte del torrente San Bernardino, responsabile dell'erosione visibile ai piedi del versante su cui poggia il predetto serbatoio.

Comune di Verbania (VB)

DISTRETTO UNCHIO – SOSTITUZIONE TUBAZIONE DI VIA PER COSSOGNO
PROGETTO DEFINITIVO



Fig. 6.1 – Fenomeni di erosione lineare nell’area del serbatoio



Fig. 6.2 – Fenomeni di erosione lineare nell’area del serbatoio



Fig. 6.3 - Fenomeni di erosione lineare nell'area del serbatoio

La presenza di rischi residuali, e comunque di incertezze che non possano essere esplicitamente introdotte nelle analisi degli studi propedeutici, sono spesso legate alla presenza di opere idrauliche esistenti (tombinature, rete fognarie, etc.) spesso non adeguate alle particolari situazioni geomorfologiche, idrologiche ed idrogeologiche (con particolare riferimento alle coperture di corsi d'acqua che rappresentano necessariamente una fonte permanente di rischio residuo).

6.3 ANALISI DEL DISSESTO E DELLA PERICOLOSITÀ E RISCHIO GEOMORFOLOGICO

Ai fini della valutazione dello stato dissestivo e del rischio geomorfologico del settore in esame, sono state analizzate una serie di cartografie tematiche quali il Sistema Informativo Frane in Piemonte (SiFraP) dell'ARPA Piemonte – Centro Regionale per le Ricerche Territoriali e Geologiche che rappresenta la banca dati sulle frane più completa e di dettaglio esistente in Italia, per la scala della cartografia adottata (1:10.000) e per il numero di parametri ad esse associati. E' stata inoltre analizzata la cartografia dei dissesti del Piano di Assetto Idrogeologico del fiume Po (PAI) dell'Autorità di Bacino Distrettuale del fiume Po, la cartografia delle aree instabili di ARPA Piemonte Piemonte e la carta geomorfologica e dei dissesti del vigente P.R.G.C.

Tali cartografie permettono di individuare eventuali settori coinvolti o potenzialmente coinvolgibili da eventi dissestivi (frane).

Strumento di pianificazione	Tavola	Zona di rischio	Descrizione
IFFI/SIFRAP (Sistema Informativo Frane in Piemonte)	Carta dei dissesti	-	-
P.A.I. (Piano di Assetto Idrogeologico del fiume Po)	Carta dei dissesti	-	-
P.R.G.C. (Piano Regolatore Generale Comunale)	Carta geomorfologica e dei dissesti	Area con possibilità di distacchi o lastre rocciose attiva o riattivabile	Nel versante a monte della strada per Cossogno sono presenti alcuni settori di versante soggetti a distacchi di blocchi rocciosi
		Nicchia di smottamento in depositi sciolti. Corpi di frana stabilizzati naturalmente, ma parzialmente riattivabili sul ciglio	Nel versante a monte della strada per Cossogno sono presenti depositi sciolti soggetti localmente a mobilitazione


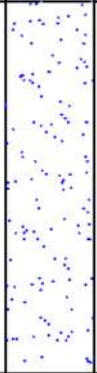
Il rischio geomorfologico dell'area d'intervento è legato alla presenza di alcuni settori di versante a monte di strada per Cossogno soggetti a distacchi di blocchi rocciosi e alla presenza di depositi sciolti soggetti localmente a mobilitazione.

Occorre inoltre evidenziare, dai rilievi eseguiti in sito, la presenza di locali dissesti puntuali legati essenzialmente a fenomeni erosivi lungo il versante a monte del torrente San Bernardino, presente a valle del serbatoio Unchio, che si sviluppano normalmente durante le piene o in corrispondenza di eventi meteorici particolarmente intensi e/o prolungati.

Si rappresenta in ogni caso che la posa delle condotte, realizzata unicamente sotto strada, non coinvolge direttamente il versante di monte.


6.4 CARTA DELL'IDONEITÀ URBANISTICA

L'analisi di tutti gli elementi di carattere geolitologico, geomorfologico, idrogeologico, idrologico effettuata dai Tecnici redattori della componente geologica del P.R.G.C. ha consentito una valutazione oggettiva della propensione al dissesto nell'intero ambito comunale. Tale determinazione, sulla base dei dati acquisiti, degli eventi storici, delle risultanze di indagini geologiche a corredo di precedenti strumenti urbanistici, della bibliografia e cartografia della Regione Piemonte, ha permesso di effettuare una zonazione del territorio riportata nella *"Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità urbanistica"*. Questa ultima ha consentito la definizione di aree omogenee dal punto di vista della pericolosità geomorfologica intrinseca in funzione all'uso urbanistico suddiviso in settori omogeneamente distinti.

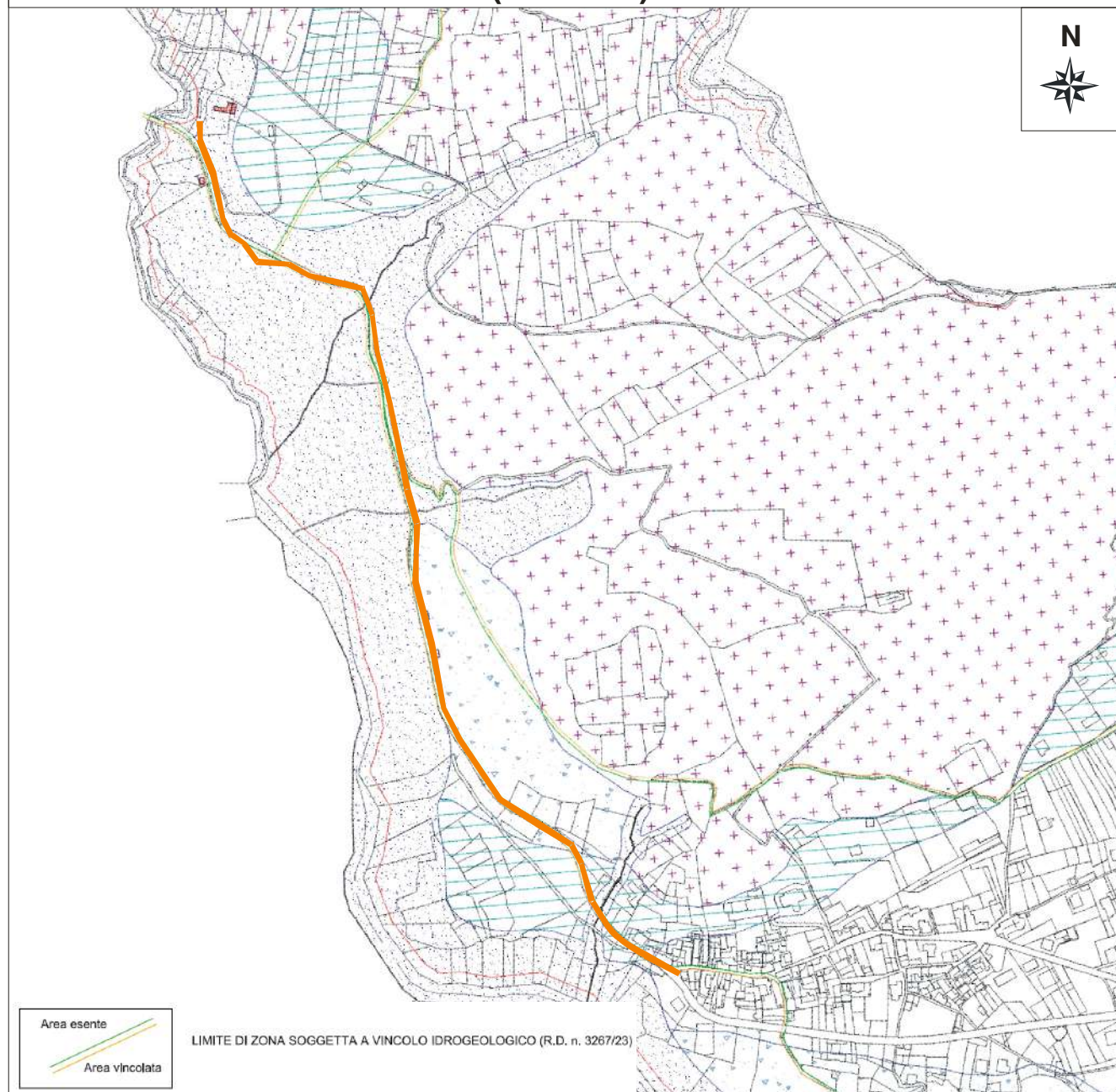
IIa		Zone di versante con acclività da medio-bassa a medio-alta, in cui il substrato è a tratti affiorante oppure è ricoperto da depositi superficiali di limitato spessore, le cui caratteristiche geotecniche possono essere localmente scadenti; sono comprese aree subpianeggianti intercluse o situate alla base o alla sommità del versante.	Aree sia inedificate che edificate. Rischio basso.
IIIa4		Fasce di pertinenza dei corsi d'acqua torrentizi: - zone d'alveo e fasce spondali soggette a dinamica attiva attuale o di evoluzione della dinamica naturale; - fasce spondali acclivi in condizioni di incisione valliva, comprensive di franco sommitale; - fasce spondali con importanti effetti per la laminazione delle piene; - aree di pertinenza per la realizzazione di nuove opere idrauliche o l'adeguamento e la manutenzione di quelle esistenti.	Aree inedificate, con rara presenza di infrastrutture tecniche, opere pertinenziali o secondarie, rustici non residenziali e attività agricole. Rischio nullo in quanto inedificate; rischio localmente elevato per le Infrastrutture e le opere secondarie.

Comune di Verbania (VB)

DISTRETTO UNCHIO – SOSTITUZIONE TUBAZIONE DI VIA PER COSSOGNO
PROGETTO DEFINITIVO

<p>IIIa8</p>		<p>Fasce di territorio potenzialmente soggette a dinamica gravitativa, antica o recente, di tipo naturale o dovuta ad attività antropica.</p>	<p>Aree inedificate, con rara presenza di infrastrutture tecniche, opere pertinenziali o secondarie, rustici non residenziali e attività agricole. Rischio nullo in quanto inedificate; rischio localmente elevato per le infrastrutture e le opere secondarie.</p>
---------------------	---	---	---

CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA E DELL'IDONEITA' ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA (P.R.G.C.)



Scala: 1:5.000

Comune: Verbania

Provincia: Verbano Cusio Ossola

Estratto:
Carta di sintesi base CTR
P.R.G.C.

— Tracciato

IIIa4	
IIIa8	
IIa	

Relazione geologica - geotecnica

6.5 VINCOLO IDROGEOLOGICO

Il tracciato in progetto ricade all'interno di aree soggette a vincolo idrogeologico ai sensi del R.D.L. 1126 del 16 maggio 1926 della L.R. 45 del 9 Agosto 1989 e s.m.i.

Tuttavia il tracciato d'intervento che ricade nell'area soggetta a vincolo è interamente all'interno del sedime stradale e dunque, anche in base alla *“Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità urbanistica”*

CARTA DEL VINCOLO IDROGEOLOGICO



Scala: 1:5.000

Comune: Verbania

Provincia: Verbano Cusio Ossola

Estratto:
Carta del Vincolo idrogeologico
Regione Piemonte



Vincolo idrogeologico

— Tracciato

Comune di Verbania (VB)

DISTRETTO UNCHIO – SOSTITUZIONE TUBAZIONE DI VIA PER COSSOGNO

PROGETTO DEFINITIVO

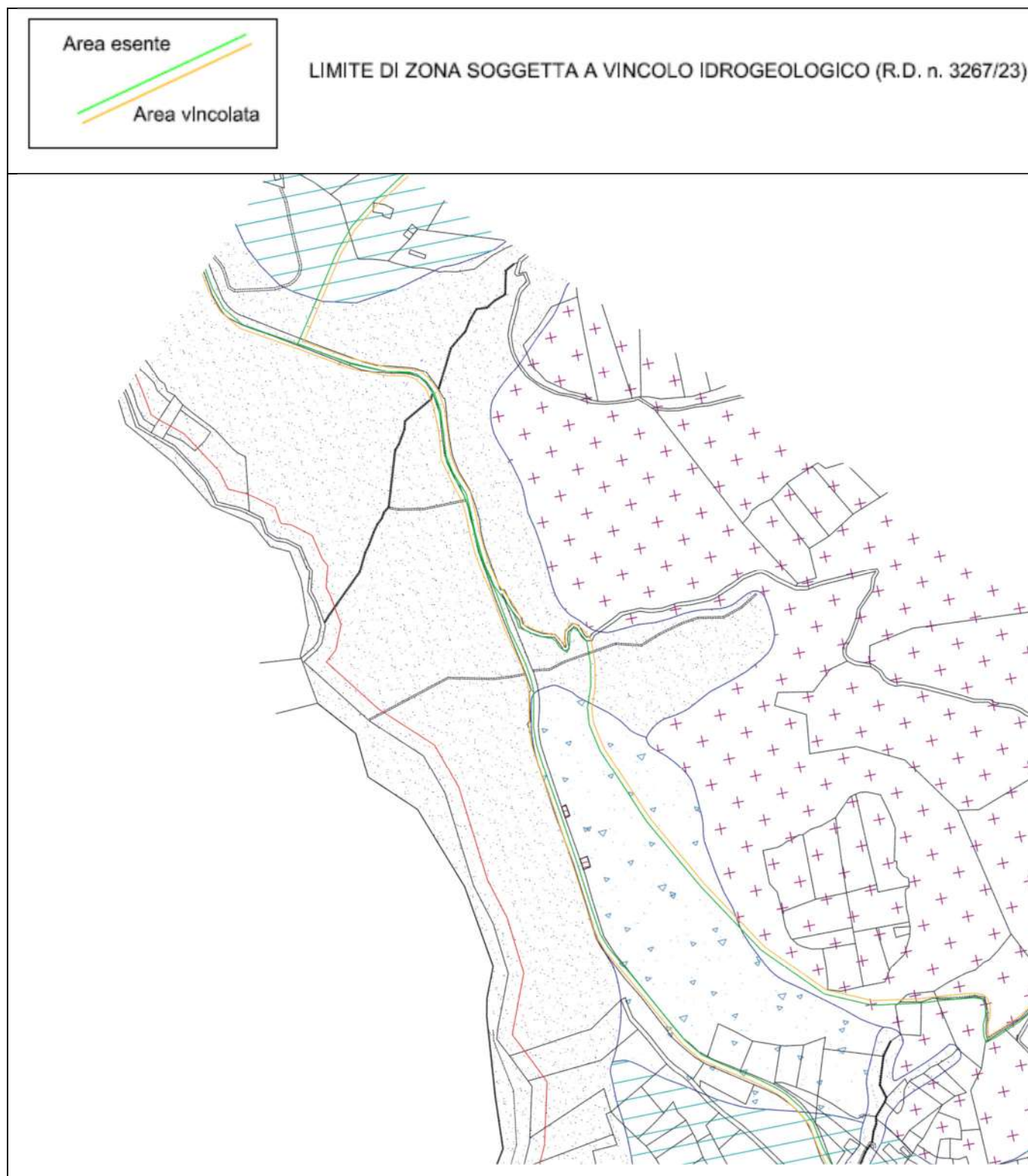


Fig. 6.4 – Estratto dalla “Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell’idoneità urbanistica”

7. INQUADRAMENTO GEOLOGICO - STRUTTURALE E GEOMORFOLOGICO

Il settore in esame ricade nel dominio geologico-strutturale Sud-Alpino o delle Alpi Meridionali costituito da due unità principali, a contatto tettonico tra loro: la Zona Ivrea-Verbania che caratterizza le parti settentrionali al di fuori del territorio in esame, e la Serie dei Laghi.

Si tratta di una struttura costituita da falde di basamento e copertura sud-vergenti, separata dalle unità a vergenza europea dal lineamento Periadriatico (qui rappresentato dalla linea del Canavese) e che, a differenza di queste ultime, non ha subito il metamorfismo polifasico alpino.

Le Alpi Meridionali rappresentano una sezione completa di crosta continentale pre-alpina: la Zona Ivrea-Verbania (corpi basici, ultrabasici e kinzigiti) ne costituiva la crosta continentale inferiore, mentre la Serie dei Laghi ne rappresentava la crosta intermedia e superiore.

La Serie dei Laghi caratterizza quasi completamente le zone poste ad Ovest del Lago Maggiore; in particolare, nel territorio in esame, si trova una delle principali sub-unità che la compongono, ovvero, gli Scisti dei Laghi (prevalenti micascisti e paragneiss a due miche, talora con granato e Ca-silicati) i quali rappresentano la crosta superiore pre-alpina, di natura essenzialmente pelitica, caratterizzata anch'essa da metamorfismo ercinico, in facies anfibolitica, localmente retrocessa in facies scisti verdi; all'età permiana si fa risalire l'intrusione, in tale basamento, dei plutoni granitici e dello sciame dei corpi filoniani ad essi collegati.

Comune di Verbania (VB)

**DISTRETTO UNCHIO – SOSTITUZIONE TUBAZIONE DI VIA PER COSSOGNO
PROGETTO DEFINITIVO**

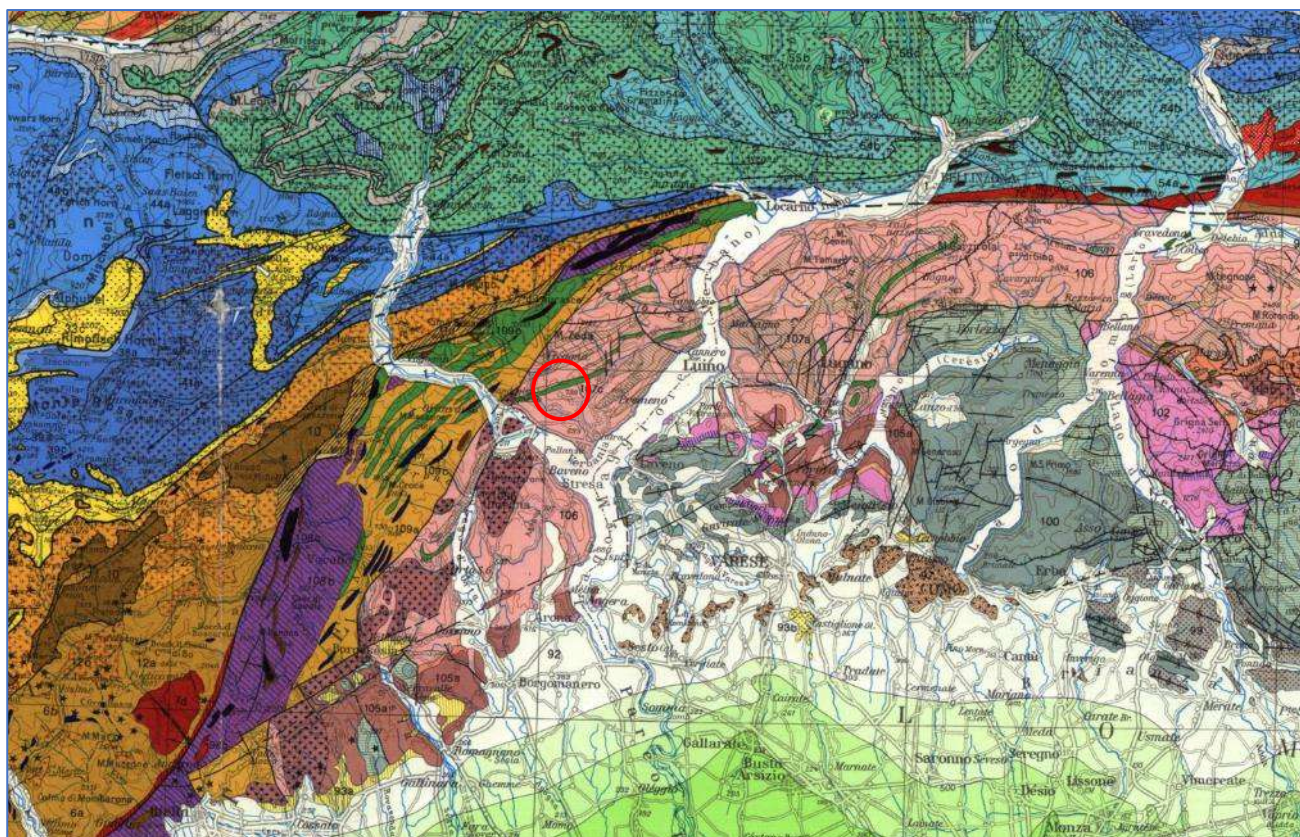


Fig. 7.1 – Estratto dal Modello Strutturale d'Italia

I limiti della Serie dei Laghi sono essenzialmente tettonici e sono rappresentati da lineamenti di diversa età e con differenti caratteristiche: a Nord il confine coincide con la linea Insubrica e a Sud con la linea della Cremona. Verso Ovest, il limite con la Zona Ivrea-Verbania è rappresentato dalla linea Cossato-Mergozzo Brissago, di età tardo-ercinica, caratterizzata da movimenti distensivi a basso angolo, con componente trascorrente; successivamente tale lineamento e le strutture adiacenti sarebbero state intersecate e dislocate, con una trascorrenza laterale sinistra di circa 11 km, dalla linea Pogallo-Lago d'Orta, che viene fatta risalire all'epoca dell'intrusione dei graniti dei Laghi, di età Permiana. Altri importanti lineamenti tettonici sono rappresentati da alcune faglie inverse e da sovrascorrimenti vergenti verso SE, che ritroviamo frequentemente anche nei territori ad Est del Lago Maggiore.

L'azione glaciale quaternaria, attraverso diverse fasi di espansione e ritiro (pulsazioni) delle masse glaciali, ha contribuito enormemente al modellamento morfologico del territorio, sia per gli effetti dovuti ai processi di esarazione, sia per quelli legati alle fasi deposizionali; tali forme sono conservate, con maggiore o minore evidenza, in parecchi settori del territorio. Tuttavia, la morfogenesi alpina del

marginale Sudalpino risulta in atto già precedentemente alle glaciazioni pleistoceniche; il drastico abbassamento del livello di base dell'erosione nel messiniano, conseguente all'evento di disseccamento del Mar Mediterraneo, determinò l'erosione di profondi canyons, in seguito colmati dai depositi pliocenici-villafranchiani; le masse glaciali pleistoceniche occuparono tale pattern idrografico in sovrapposizione ai depositi glaciali.

Le forme geomorfologiche presenti nell'area d'intervento sono legate a forme fluviali e di versante dovute al dilavamento connesse all'azione delle acque superficiali e che possono essere distinte in due categorie a seconda che tale azione si concentri lungo i corsi d'acqua (reticolo idrografico) o che risulti diffusa sui versanti.

La dinamica fluvio-torrentizia, ed in misura minore quella gravitativa dei versanti, si sono sovrapposte alle forme di ambiente glaciale, in parte obliterandole, soprattutto lungo i fondovalle principali ed alla base dei rilievi.

Nell'ambito del territorio si notano tanto le tratte torrentizie in erosione, quanto quelle, meno acclivi, caratterizzate da deposizione del carico solido e formazione di barre deposizionali, eventualmente soggette a reincisione in caso di elevata energia del corso d'acqua, in occasione di eventi alluvionali di particolare intensità.

L'area in esame rientra in un settore montano che rappresenta una transizione tra il versante montano ed il fondovalle inciso dal torrente San Bernardino.

L'area d'intervento si colloca su di un versante a mezza costa tagliato longitudinalmente da via per Cossogno, presente tra le quote di circa 380 e 300 m s.l.m. che unisce gli abitati di Cossogno e Unchio.

Il tracciato in esame interessa l'intero tratto stradale in oggetto fino alla piazzola ubicata su di un versante ad elevata acclività in cui è presente il serbatoio di Unchio che insiste direttamente sul torrente San Bernardino. Lungo le sponde naturali del torrente sono presenti locali evidenze di dissesto causate da fenomeni erosivi da parte delle acque di piena.

8. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E LITOLOGICO

Per quanto riguarda gli aspetti geologici e litologici caratteristici dell'area in esame è stata analizzata la seguente cartografia ufficiale, ritenuta più completa ed esaustiva per il settore d'interesse:

- Carta Geologica d'Italia - Foglio n° 31 “Varese” alla scala 1.100.000
- Carta geologica della zona di Verbania “Consiglio Nazionale delle Ricerche, Centro di Studi per la Petrografia e la Stratigrafia delle Alpi Centrali”
- Carta geologica allegata al P.R.G.C. alla scala 1:10.000

Comune di Verbania (VB)

DISTRETTO UNCHIO – SOSTITUZIONE TUBAZIONE DI VIA PER COSSOGNO

PROGETTO DEFINITIVO

CARTA GEOLOGICA D'ITALIA 1:100.000 (FOGLIO 31 - VARESE)



Scala: 1:50.000

Comune: Verbania

Provincia: Verbano Cusio Ossola

Estratto:

Foglio 31 Varese

Carta Geologica d'Italia

alla scala 1:100.000

Tracciato



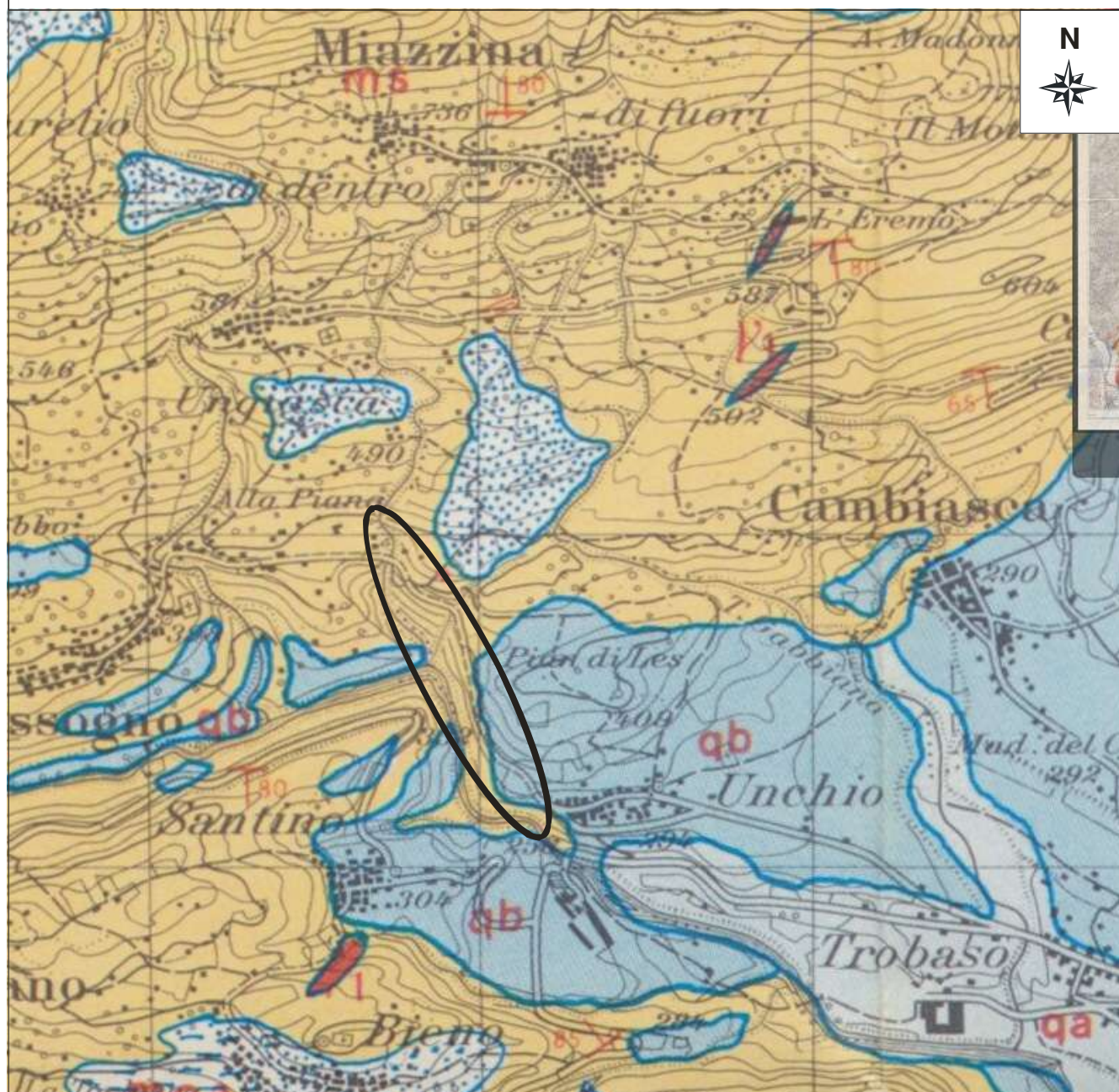
Micascisti a biotite e muscovite, talvolta granatiferi con gneis minuti intercalati. Filoni di quarzo.

Comune di Verbania (VB)

DISTRETTO UNCHIO – SOSTITUZIONE TUBAZIONE DI VIA PER COSSOGNO

PROGETTO DEFINITIVO

CARTA GEOLOGICA DELLA ZONA DI VERBANIA



Scala: 1:25.000

Comune: Verbania

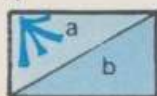
Provincia: Verbano Cusio Ossola

Estratto:
Carta geologica della zona di
Verbania

Tracciato

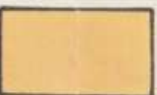
Relazione geologica - geotecnica

q



Alluvioni recenti (a) e terrazze (b), conoidi.

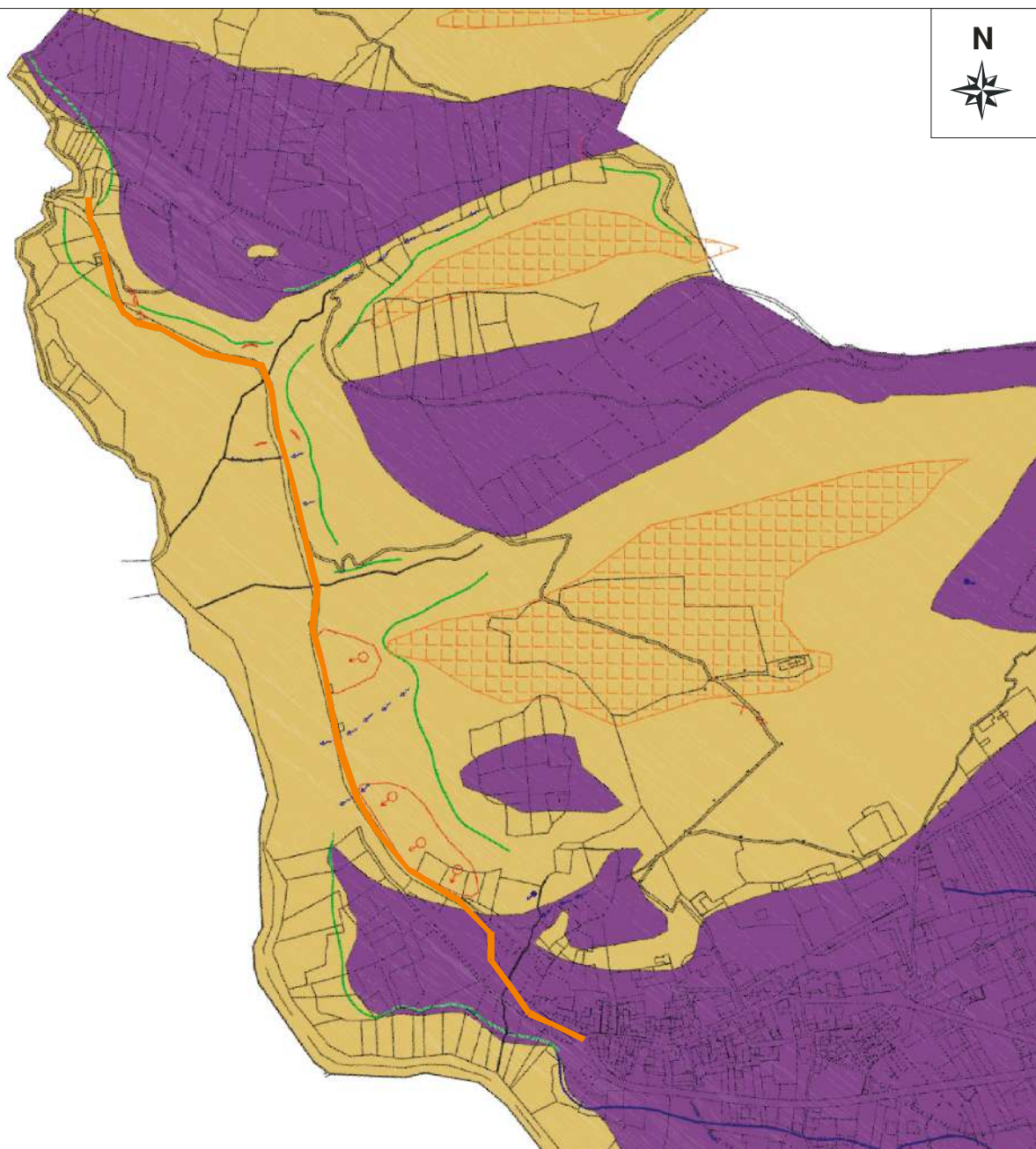
ms



« SCISTI DEI LAGHI »

Micascisti e paragneiss a due miche, talora con granato, cianite, staurolite. Rare intercalazioni di scisti anfibolici. Diffusa retrocessione metamorfica nella dorsale M. Faiè-Pallanza.

CARTA GEOLOGICA (P.R.G.C.)



Scala: 1:5.000

Comune: Verbania

Provincia: Verbano Cusio Ossola

Estratto:
Carta geologica
PRGC

— Tracciato



Micasclisti e paragneiss a due miche, appartenenti agli "Scisti dei Laghi", affioranti o ricoperti da limitati spessori di coltre detritico-eluviale, colluviale o morenica
a) Aree con morfologia a dossi allungati e arrotondati per dinamica glaciale su foliazione del substrato



Depositi alluvionali antichi terrazzati dei torrenti S. Bernardino e S. Giovanni (ghiaie e sabbie grossolane), costituenti forse antico conoide o delta progradante nel Lago Maggiore in occasione di elevati livelli lacustri



Area con possibilità di distacchi di massi o lastre rocciose. Stato di attività: attivo e/o riattivabile



Ruscaldamento concentrato o linea di deflusso

Il tracciato in progetto interessa le seguenti formazioni litologiche:

Depositi alluvionali antichi terrazzati

Depositi alluvionali antichi terrazzati del torrente San Bernardino costituito da ghiaie e sabbie grossolane, costituenti forse antico conoide o delta progradante nel lago Maggiore. Questi depositi si distinguono dalle alluvioni recenti in quanto risultano localizzati a quote superiori rispetto agli alvei attuali, in modo tale da non essere più esondabili e sono caratterizzati da un elevato grado di addensamento, oltre che da fenomeni di “cementificazione” della matrice, che conferiscono ai materiali un buon grado di pseudo-coesione.

Tali depositi interessano unicamente il settore finale SW del tracciato in corrispondenza dell’abitato.

Micascisti e paragneiss della Serie dei Laghi

Il substrato roccioso, sebbene non affiorante lungo il tracciato in progetto, è costituito dalla Serie degli Scisti dei Laghi. Gli Scisti dei Laghi sono dati da alternanze di paragneiss e micascisti (quest’ultimi prevalenti nel settore in esame), con sporadiche intercalazioni di filoni aplitici (talvolta anche metrici). I componenti essenziali di queste rocce sono quarzo, feldspati, biotite e muscovite con frequente presenza di granati e, più raramente, di staurolite e/o di cianite; localmente possono essere presenti lenti o livelli di anfiboliti; la struttura è fortemente scistosa e la grana varia da media a grossolana. La distinzione tra micascisti e paragneiss è data dalla prevalenza, rispettivamente, di minerali fillosilicatici o granoblastici; sono piuttosto frequenti lenti, vene e boudin quarzosi, a volte di notevole spessore, con andamento generalmente concorde a quello delle superfici di scistosità. Gli ammassi appaiono interessati da discontinuità pervasive singenetiche (superfici di scistosità, immergenti ad alto angolo verso Sud o SSE) e da due-tre sistemi principali di discontinuità fragili epigenetiche (da persistenti a sub-persistenti). Il grado di alterazione è localmente intenso, con formazione di patine bruno-rossicce specie lungo le superfici di discontinuità. E’ stata riscontrata frequentemente una tendenza alla separazione di elementi lastriformi lungo le superfici di scistosità, che debbono pertanto essere considerate come superfici di debolezza preferenziale lungo le quali si possono verificare fenomeni di rottura.

Tali litotipi affiorano estesamente per quasi l’intero tracciato lungo il taglio stradale di monte di strada per Cossogno.

Il substrato è generalmente ricoperto da una depositi eluvo - colluviali e detritico - colluviali costituiti da sabbia eterometrica con ciottoli e blocchi (spessore medio compreso tra 0,5 e 1,5 m), generati da una disaggregazione del substrato roccioso o rappresentanti una sottile copertura glaciale.

Nel tratto di versante ove è presente l'impianto, in base alla stratigrafia emersa dal sondaggio geognostico S1, è emersa la presenza di depositi detritico - colluviali di versante e depositi glaciali costituiti da sabbia eterometrica con ciottoli e blocchi con spessore di circa 15 m a partire dalla quota del piano strada di accesso all'impianto. Tali depositi risulterebbero con buona probabilità depositi di versante che venivano richiamati dall'azione erosiva del torrente sottostante che ha inciso una valle con sezione a V circondata da ripide scarpate, localmente in roccia, come si evince a valle dei piedritti del ponte. Tali depositi, in rapporto del loro spessore elevato osservato nel sondaggio, in funzione degli affioramenti rocciosi immediatamente affioranti a monte della strada e nel sondaggio S2, suggerirebbero la presenza di un substrato roccioso immergente ad alto angolo in direzione del torrente (vedasi "Sezioni stratigrafiche e litologiche" allegate)

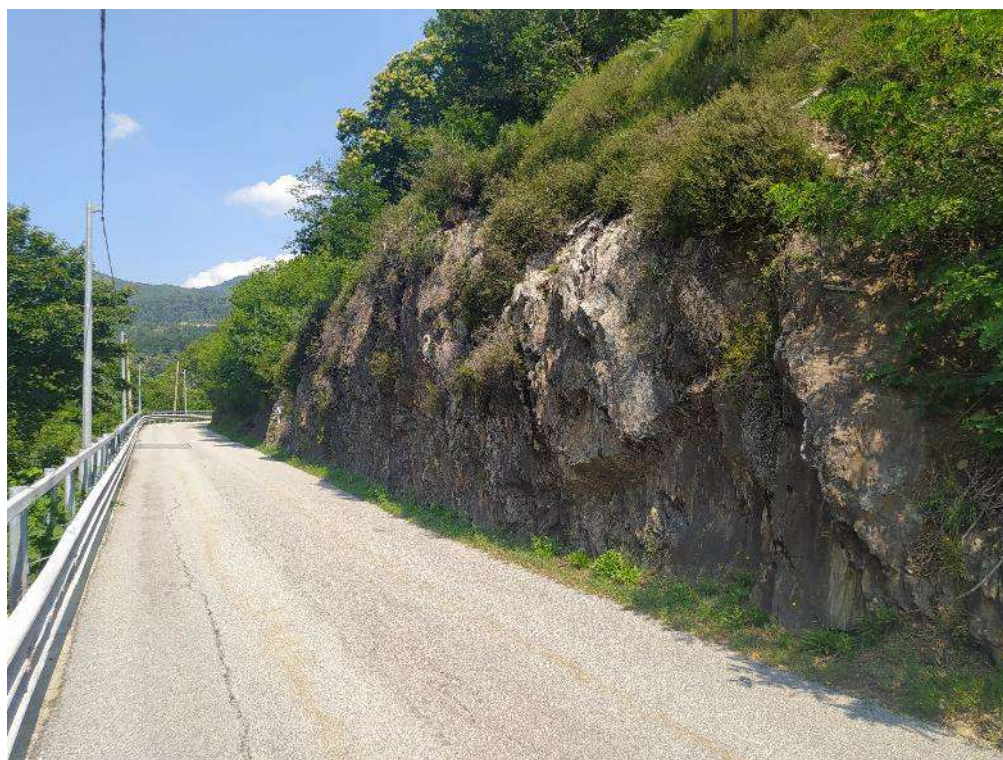


Fig. 8.1 – Affioramento roccioso di paragneiss e micascisti lungo il versante di monte di strada per Cossogno

Comune di Verbania (VB)

DISTRETTO UNCHIO – SOSTITUZIONE TUBAZIONE DI VIA PER COSSOGNO
PROGETTO DEFINITIVO



Fig. 8.2 – Affioramento roccioso di paragneiss e micascisti lungo il versante di monte di strada per Cossogno



Fig. 8.3 – Affioramento roccioso di paragneiss e micascisti lungo il versante di monte di strada per Cossogno

Comune di Verbania (VB)

DISTRETTO UNCHIO – SOSTITUZIONE TUBAZIONE DI VIA PER COSSOGNO
PROGETTO DEFINITIVO



Fig. 8.4 – Affioramento roccioso di paragneiss e micascisti lungo il versante di monte di strada per Cossogno

9. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Nel settore in esame è possibile individuare in prima approssimazione due complessi litologici relativamente omogenei dal punto di vista geoidrologico, considerando che il flusso idrico sotterraneo avviene con modalità ed intensità estremamente variabili, in base al tipo ed al grado di permeabilità dei terreni.

Le formazioni litoidi che rappresentano il substrato in posto sono caratterizzate da una permeabilità di tipo secondario, dipendente dal grado di fratturazione della roccia; uno studio di dettaglio di queste caratteristiche esula dagli scopi del presente lavoro, tuttavia, si può affermare che la permeabilità del substrato roccioso, da affiorante a sub-affiorante nel territorio esaminato, sia generalmente caratterizzata da valori tendenzialmente molto bassi, fatto salvo nei settori in cui tale substrato risulta essere maggiormente fratturato. La circolazione idrica sotterranea profonda risulta quindi strettamente connessa all'andamento delle superfici di discontinuità e di fratturazione dell'ammasso roccioso, che rappresentano le vie preferenziali di infiltrazione e di circolazione delle acque nel sottosuolo. Una circolazione disomogenea delle acque sotterranee si rinviene un po' ovunque, resa possibile da uno stato di fratturazione non omogeneo ma continuo, prodottosi nei suddetti litotipi per decompressione in seguito agli eventi tettonici che hanno coinvolto il territorio in esame.

I materiali di copertura (depositi alluvionali e detritici di conoide) sono invece caratterizzati da una permeabilità di tipo primario, legata alla porosità efficace; la composizione granulometrica ed il grado di addensamento dei depositi sono gli elementi che, in prima approssimazione, permettono di distinguere corpi con diversa permeabilità. I depositi alluvionali evidenziano una permeabilità medio-alta ($K = 10$ 10 cm/sec).

I terreni superficiali sono sede di un acquifero libero, essenzialmente a carattere discontinuo, generalmente poco produttivo, impostato nella porzione più superficiale delle sequenze affioranti ed in particolare nel passaggio coltre di alterazione/substrato. Tale acquifero risulta costituito da numerosi sistemi indipendenti fra loro, anche molto diversi per livelli idrici, sospesi e alimentanti spesso sorgenti dalle portate limitate e tuttavia, in alcuni limitati casi, perenni. Sono presenti, inoltre, frequenti falde sospese di carattere locale, alimentate localmente da fenomeni di infiltrazione delle acque di precipitazione e di scorrimento superficiale.

Non sono a disposizione dati sulla profondità della falda nel settore in esame. Si ritiene tuttavia che questa possa essere strettamente connessa, perlomeno nella parte finale più pianeggiante, con i livelli delle acque all'interno dell'alveo del torrente San Bernardino.

In fase di esecuzione dei lavori che prevedono operazioni di scavo e sbancamento, con realizzazione di strutture interrato, al fine di evitare di intercettare tali venute idriche, non facilmente prevedibili ed individuabili, occorrerà realizzare un adeguato sistema di drenaggio ed impermeabilizzazione a tergo delle opere e delle strutture controterra.

Comune di Verbania (VB)

DISTRETTO UNCHIO – SOSTITUZIONE TUBAZIONE DI VIA PER COSSOGNO
PROGETTO DEFINITIVO

10. INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE PREGRESSE

Non sono disponibili indagini pregresse eseguite in prossimità dell'area d'intervento.

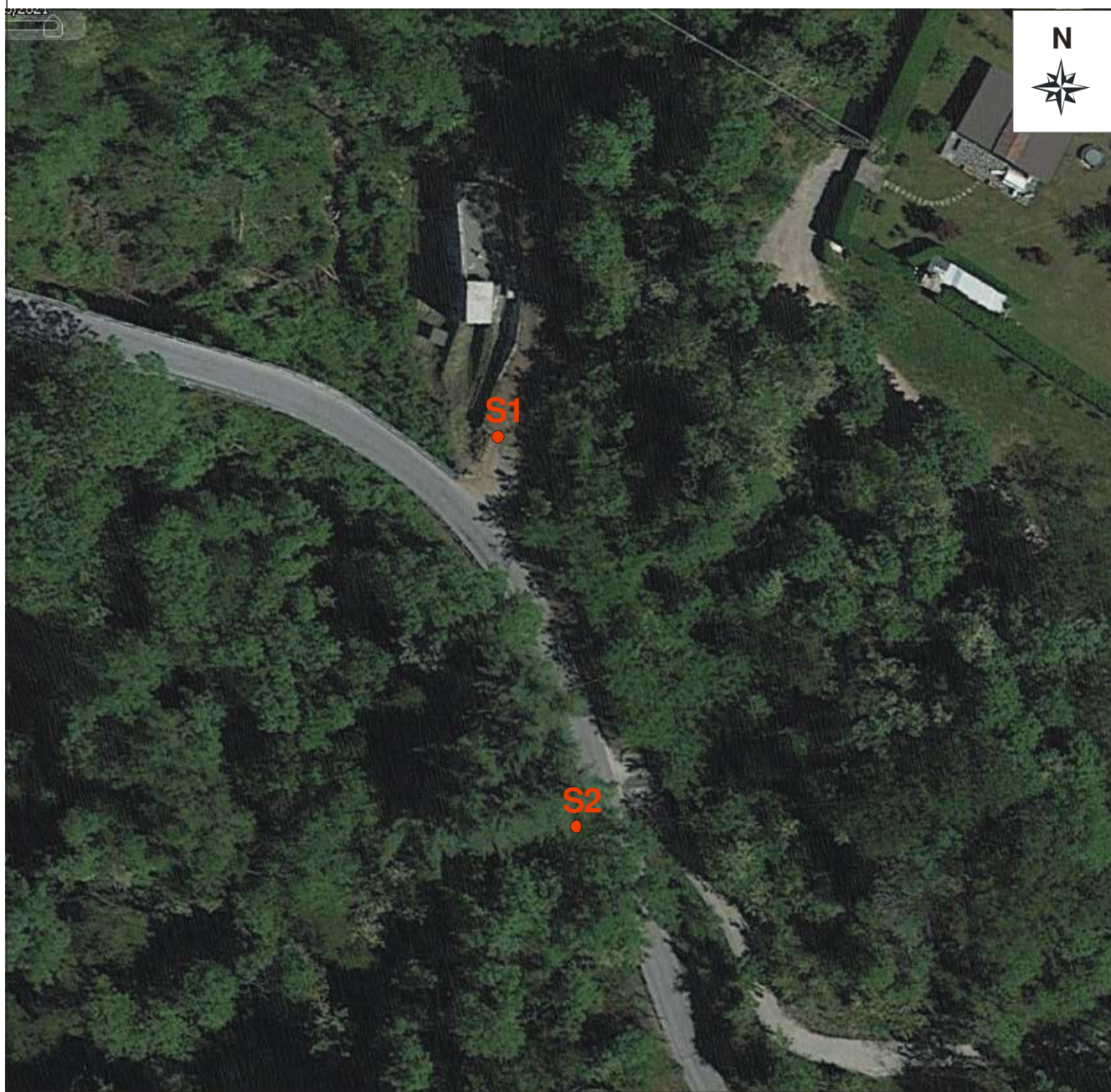
11. SONDAGGI GEOGNOSTICI

11.1 PREMESSA

In data 11 - 14 Giugno 2022 sono stati realizzati dalla Tecnosuolo S.r.l. n. 2 sondaggi a carotaggio continuo. La terebrazione è stata effettuata nei punti indicati nella cartografia allegata.

Codice sondaggio	Lunghezza (m)	Inclinazione rispetto la verticale (°)
S1	18	5
S2	10	0

UBICAZIONE INDAGINI E PROVE GEOGNOSTICHE, GEOTECNICHE E SISMICHE



Scala: 1:100

Comune: Verbania

Provincia: Verbano Cusio Ossola

Sn
●

Sondaggio geognostico

— Tracciato



Fig. 11.1 – Fase di perforazione

11.2 STRUMENTAZIONE

La terebrazione è stata eseguita impiegando una sonda idraulica FRASTE ML allestita su carro cingolato gommato.

11.3 METODOLOGIA DI PERFORAZIONE

La perforazione è stata condotta con rotazione a carotaggio continuo del terreno attraversato utilizzando carotiere doppio dotato di corona diamantata di diametro 127 mm e rivestimento diametro 101 mm, tali da rendere minimo il disturbo dei materiali attraversati e da consentire il prelievo dei campioni rappresentativi (carote).

11.4 RIVESTIMENTO

La natura del terreno e la finalità dell'intervento hanno determinato la necessità di rivestire i fori per il sostegno delle pareti: a tal scopo sono stati impiegati rivestimenti provvisori consistenti in tubi di acciaio speciale filettati, della lunghezza di 1,5 m. Durante le operazioni di posa del rivestimento provvisorio si è reso necessario l'impiego di fluidi di perforazione per il raffreddamento del tagliente (scarpa) e l'asportazione del detrito: a tale scopo si è impiegata circolazione diretta di acqua chiara.

11.5 RISULTANZE

La stratigrafia di dettaglio dei sondaggi è stata riportata di seguito e nel report allegato.

Comune di Verbania (VB)

DISTRETTO UNCHIO – SOSTITUZIONE TUBAZIONE DI VIA PER COSSOGNO


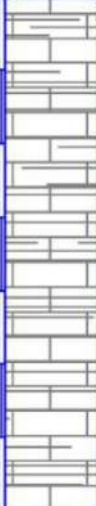
PROGETTO DEFINITIVO

<p>Tecnosuolo s.r.l. 27040 Casatisma (Pv) S.S. Mi-Ge n° 10 Tel. (0383) 891852</p> <p>INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE</p>				COMMITTENTE: ACQUA NOVARA VCO				SONDAGGIO			
				LOCALITA': VERBANIA – via per Cossogno				N° S1			
				QUOTA INIZIO: p.c. – inclinazione 5°				DATA 13/14.06.2022			
profondità strati mt.	spessore strati mt.	stratigrafia	carotaggio	CAMPIONI	H ₂ O	DESCRIZIONE LITOLOGICA	K cm/s	P.P. Kg/cmq	RQD %	S.P.T.	NOTE
0.00											
1.20						Ciottoli e trovanti in rara matrice sabbiosa					
9.00						Sabbia media e grossolana con ghiaia eterometrica e ciottoli					
14.30						Sabbia limosa con ghiaia eterometrica					
15.20						Ghiaia eterometrica					
18.00						Alternanze di micascisti e paragneiss			30% 20% 60%		
20.00											

Comune di Verbania (VB)

DISTRETTO UNCHIO – SOSTITUZIONE TUBAZIONE DI VIA PER COSSOGNO

PROGETTO DEFINITIVO

<p>Tecnosuolo s.r.l. 27040 Casatisma (Pv) S.S Mi-Ge n° 10 Tel. (0383) 891852</p> <p>INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE</p>				COMMITTENTE: ACQUA NOVARA VCO				SONDAGGIO		
				LOCALITA': VERBANIA – via per Cossogno				N° S2		
				QUOTA INIZIO: p.c.				DATA 12.06.2022		
profondità strati mt.	spessore strati mt.	stratigrafia	CAMPIONI	H ₂ O	DESCRIZIONE LITOLOGICA	K cm/s	P.P. Kg/cm ²	RQD %	S.P.T.	NOTE
0.00			tipo	prof. mt.						
3.00					Sabbia da debolmente a limosa con resti vegetali, con ghiaia eterometrica					
10.00					Alternanze di micascisti e paragneiss			60% 70% 100% 70% 30% 100% 70%		
20.00										

12. INDAGINE GEORADAR

In data 24 Giugno 2022 è stata eseguita un'indagine georadar IDS GeoRadar dalla DATEK22 s.r.l.

L'indagine oltre all'individuazione di anomalie legate a sottoservizi ha permesso di individuare anomalie legate alla presenza della zona di contatto tra i depositi sciolti di copertura (riporto stradale e coltre detritica) ed il sottostante substrato roccioso ampiamente affiorante.

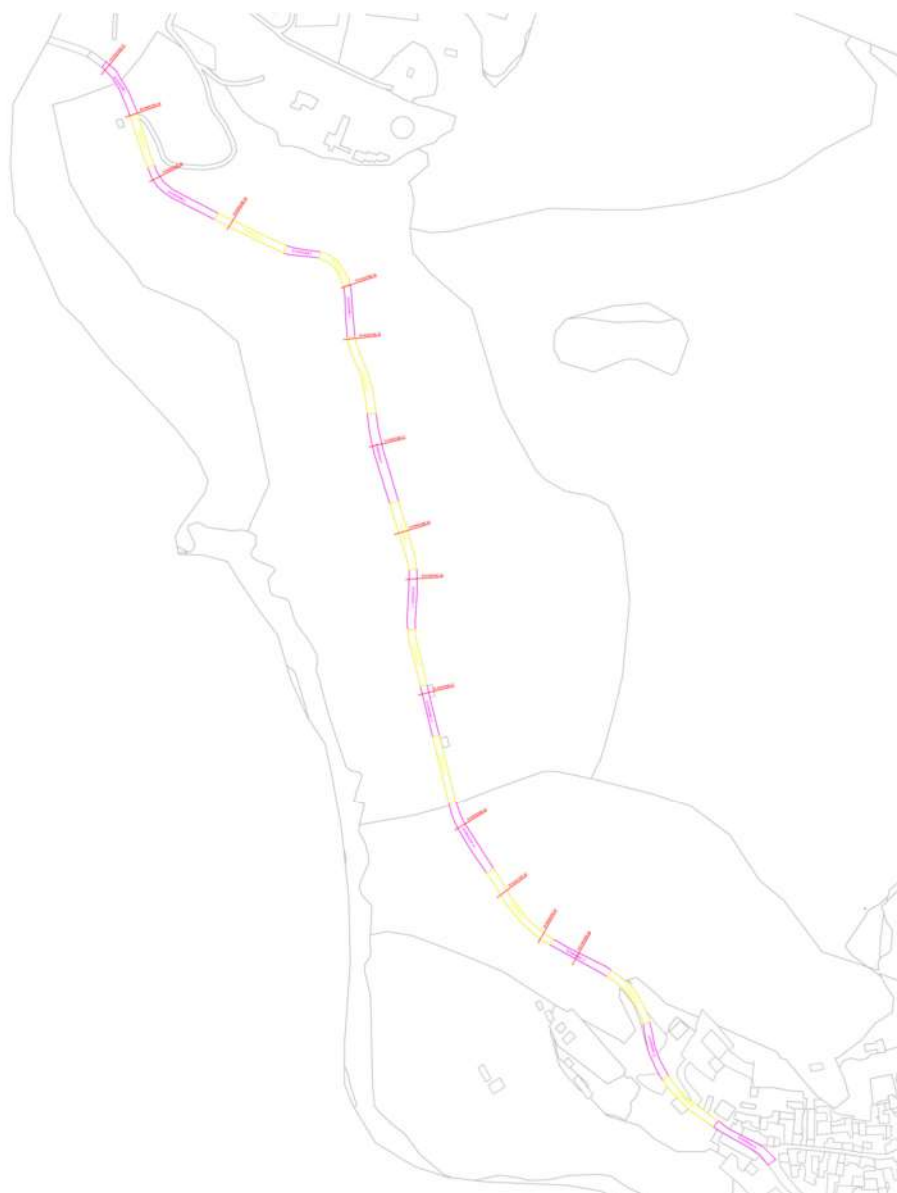


Fig. 12.1 – Ubicazione indagine georadar

Il report di tale indagine è riportato in allegato. Oltre le normali scansioni sono state riportate anche le sezioni interpretative ottenute utilizzando solo il segnale a bassa frequenza. In quasi tutte le sezioni è emersa un'anomalia compresa tra 0,5 m e 1,5 m, legata alla probabile presenza della zona di contatto tra riporto e substrato roccioso. Tale discontinuità è stata evidenziata nelle sezioni con un tratto rosso.

Dal momento che si tratta di un'indagine indiretta si consiglia di eseguire alcuni scavi a campione preliminarmente alla fase di esecutiva per accertare la situazione emersa.

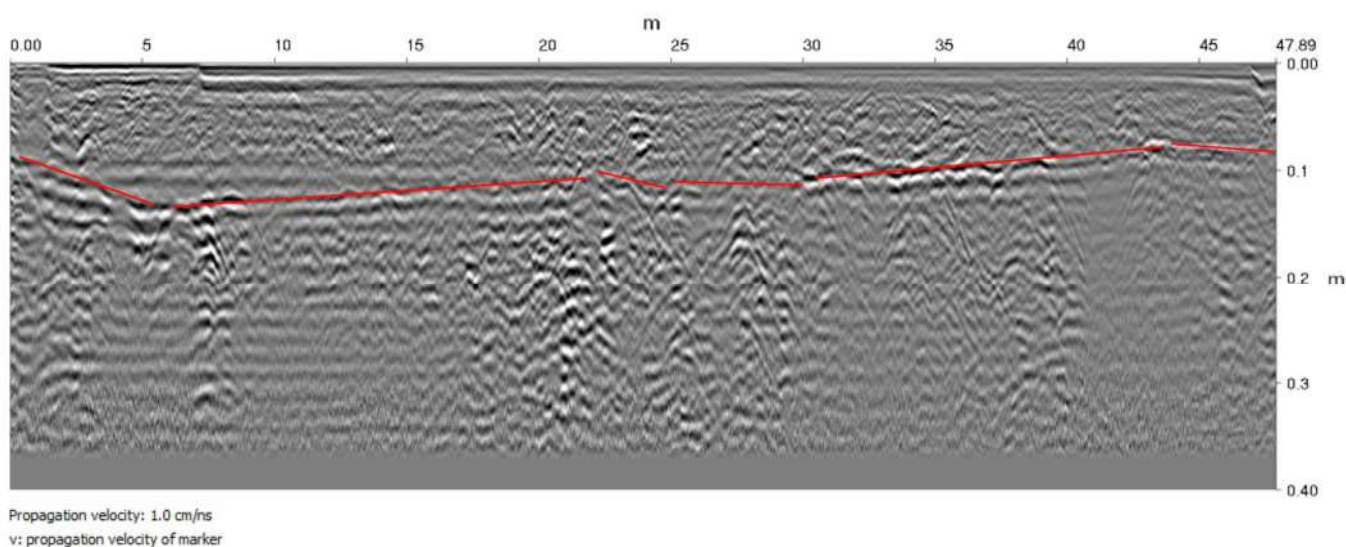


Fig. 12.2 – Esempio di sezione interpretativa ove è stato evidenziato il possibile passaggio tra riporto stradale e substrato roccioso alla profondità di circa 1 m

13. MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO E PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

13.1 PREMESSA

Dal punto di vista sismico il territorio regionale piemontese è sede di attività sismica, modesta come intensità, ma notevole come frequenza; i terremoti si manifestano principalmente lungo due direttrici che riflettono chiaramente l'assetto tettonico regionale essendo quasi coincidenti, entro un ragionevole margine di distribuzione, l'uno con il fronte Pennidico e l'altro con il limite fra le unità pennidiche e la pianura padana. Osservando infatti la localizzazione degli epicentri dei terremoti registrati dalla rete sismica si nota chiaramente una distribuzione dispersa lungo due direttrici principali:

- una segue la direzione dell'Arco Alpino occidentale nella sua parte interna in corrispondenza del massimo gradiente orizzontale della gravità (zona sismogenetica 908);
- l'altra (zona sismogenetica 909) più dispersa segue l'allineamento dei massicci cristallini esterni in corrispondenza del minimo gravimetrico delle Alpi Occidentali francesi.

Le due direttrici convergono nella zona del Cuneese, per riaprirsi a ventaglio verso la costa, interessando il Nizzardo e l'Imperiese. Una terza direttrice, infine, interessa il fronte occidentale dell'Appennino sepolto ed il suo prolungamento nel Monferrato.

Il D.M. 14.01.2008 ed il successivo D.M. 17.01.2018 hanno introdotto un nuovo elemento metodologico nella stima della pericolosità sismica di base la quale non risulta più associata alla zona sismica di appartenenza (criterio “zona dipendente”) ma viene definita mediante un approccio “sito dipendente”. Pertanto essa è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero (free field) su sito di riferimento con superficie topografica orizzontale (di categoria A quale definita al § 3.2.2 delle NTC 2018), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR nel periodo di riferimento VR. In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito.

La normativa prevede che le azioni sismiche di progetto agenti su una costruzione si definiscano a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione, la quale è rappresentata dalla probabilità che in un fissato lasso di tempo (periodo di riferimento VR espresso in anni) nel sito si verifichi un evento

sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato; tale probabilità è denominata “Probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento” (PVR).

Per la caratterizzazione della pericolosità sismica del settore in studio si può fare riferimento alle banche dati ufficiali dell’ARPA Piemonte e del INGV (Catalogo terremoti italiani 2015 – Database macrosismico italiano 2015).

Di seguito si riporta la scheda di sintesi del Comune più prossimo a quello in esame presente nel database.

Comune di Verbania (VB)

DISTRETTO UNCHIO – SOSTITUZIONE TUBAZIONE DI VIA PER COSSOGNO
PROGETTO DEFINITIVO



Fig. 13.1 – Terremoti storici (tratto da <https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>)

13.2 CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SITO

Per classificazione sismica si intende un sistema di normative che determina in che modo e dove gli edifici di nuova costruzione vanno costruiti secondo criteri antisismici, in modo cioè da resistere senza crollare alle forze sismiche. Il rischio sismico è definibile come l'incrocio tra dati di pericolosità (definizione delle strutture sismogenetiche e capacità di caratterizzazione dell'eccitazione sismica ad esse associata), di vulnerabilità (capacità degli oggetti esposti di resistere alle sollecitazioni) e di esposizione (presenza sul territorio di manufatti a rischio). Il sistema della classificazione sismica (e le

mappe da esso previste) è finalizzato a fornire a chi costruisce un edificio nuovo un livello di riferimento convenzionale delle forze sismiche rispetto al quale gli edifici vanno progettati per poter rispondere alle sollecitazioni senza crollare. Un edificio antisismico può quindi danneggiarsi in caso di terremoto (anzi, nel caso di certe tipologie edilizie l'edificio "deve" danneggiarsi, poiché tale danneggiamento aiuta a scaricare l'energia sismica ed a impedire il crollo).

Il Comune interessato dall'intervento in progetto, in base alla Deliberazione della Giunta Regionale 30 dicembre 2019, n. 6-887 ed all'ordinanza OPCM 3519/2006. Presa d'atto e approvazione dell'aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Piemonte, di cui alla D.G.R. del 21 maggio 2014, n. 65- 7656, è inserito nella classificazione sismica dei Comuni italiani in **zona 4**.

Nel seguito si riportano indicazioni tratte dalle linee guida dell'Associazione Geotecnica Italiana e dal D.M. 17/01/2018 “*Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni*”.

Le condizioni del sito di riferimento rigido non corrispondono, in generale, alle condizioni reali. E' necessario, pertanto, tenere conto delle condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera ed anche delle condizioni topografiche, poiché entrambi questi fattori concorrono a modificare l'azione sismica in superficie rispetto a quella attesa su un sito rigido con superficie orizzontale. Tali modifiche, in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, sono il risultato della risposta sismica locale.

Si denomina “*risposta sismica locale*” l'azione sismica che emerge in “*superficie*” a seguito delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza subite trasmettendosi dal substrato rigido. Per individuare in modo univoco la risposta sismica si assume come “*superficie*” il “*piano di riferimento*” così come definito, per le diverse tipologie strutturali, al § 3.2.2 delle NTC/2018. Le modifiche sopra citate corrispondono a:

- *effetti stratigrafici*, legati alla successione stratigrafica, alle proprietà meccaniche dei terreni, alla geometria del contatto tra il substrato rigido e i terreni sovrastanti ed alla geometria dei contatti tra gli strati di terreno;
- *effetti topografici*, legati alla configurazione topografica del piano campagna. La modifica delle caratteristiche del moto sismico per effetto della geometria superficiale del terreno e dovuta alla focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta dei rilievi a seguito dei fenomeni di

riflessione delle onde sismiche ed all'interazione tra il campo d'onda incidente e quello diffratto. I fenomeni di amplificazione cresta-base aumentano in proporzione al rapporto tra l'altezza del rilievo e la sua larghezza.

13.3 CATEGORIE DI PROFILO STRATIGRAFICO DEL SUOLO DI FONDAZIONE

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3 delle NTC/2018. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s . I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità V_s per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al § 6.2.2 delle NTC/2018.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

Dove:

- h_i spessore dell'i-esimo strato;
- $V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- N numero di strati;
- H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s.

Si tratta in pratica di una variazione sul tema rispetto al parametro V_{s30} (in quel caso il valore di H era ed è fissato a 30 m). Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente

delle onde di taglio VSeq è definita dal parametro VS30, ottenuto ponendo H=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Con il nuovo D.M. delle Infrastrutture 17.01.2018, punto 3.2.2 “Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche”, vengono definite le seguenti categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione.

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

Il terreno indagato, sulla base degli affioramenti visibili praticamente lungo l'intero tracciato è classificabile, secondo lo schema presente nel D.M. 17.01.2018, come suolo appartenente alla **Categoria A**, mentre l'area impianto, essendo interessata da 15 m di depositi sciolti poggianti sul substrato litoide è classificabile, secondo lo schema presente nel D.M. 17.01.2018, come suolo appartenente alla **Categoria E**.

13.4 AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA

Ai sensi del nel § 3.2.3.2.1 “Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali delle NTC/2018”, per sottosuolo di categoria A i coefficienti S_s e C_c valgono 1. Per le categorie di sottosuolo B, C, D ed E i coefficienti S_s e C_c possono essere calcolati, in funzione dei valori di F_0 e T_c^* relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni fornite nella Tab. 3.2.IV delle NTC/2018, nelle quali $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ è l'accelerazione di gravità e T_c^* è espresso in secondi.

Tab. 3.2.IV – Espressioni di S_s e di C_c

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

13.5 AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico ST riportati nella Tab. 3.2.V delle NTC/2018, in funzione delle categorie topografiche definite nel § 3.2.2 e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$

T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^{\circ} \leq i \leq 30^{\circ}$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^{\circ}$

La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o del rilievo, dalla sommità o dalla cresta, dove ST assume il valore massimo riportato nella Tab. 3.2.V, fino alla base, dove ST assume valore unitario.

L'area oggetto d'indagine ricade in prevalenza nella Categoria **T2**.

13.6 ANALISI DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA E DELLE AZIONI DI PROGETTO

La “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo (“Periodo di riferimento” VR espresso in anni), in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato. Questa probabilità è denominata “probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento” Pvr. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa ag in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido, con superficie topografica orizzontale e, in un sito generico, deve essere descritta sia in termini geografici che in termini temporali fornendo i risultati dello studio di pericolosità:

- in termini di valori di accelerazione orizzontale massima ag e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC (nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale sopra definite).
- in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distano più di 10 km).
- per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno TR.

Secondo quanto previsto dalle NTC/2018 gli stati limite (SL) per i quali l'opera viene progettata sono definiti, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento Pvr, a partire dai seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- ag accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

- T*c periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Nelle NTC/2018 la stima della pericolosità sismica è basata su una griglia di 10751 punti ove viene fornita la terna di valori a_g , F_o e T^*C per nove distinti periodi.

13.7 STATI LIMITE DI RIFERIMENTO

Ai sensi del par. 3.2.1. delle NTC/2018, gli stati limite di riferimento nei confronti delle azioni sismiche, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti. Gli stati limite di esercizio sono:

- Stato Limite di Operatività (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- Stato Limite di Danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono invece:

- Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali, cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC): a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali. Le

probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_vR , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella Tab. 3.2.I delle NTC:

Stati Limite		Pvr; Probabilità di superamento nel periodo di riferimento
Stati limite di esercizio	SL	81%
	SL	63%
Stati limite ultimi	SL	10%
	SLC	5%

Sono stati dunque portati a due gli Stati Limite di Esercizio (SLE), facendo precedere lo Stato Limite di Danno (SLD) - ridefinito come stato limite da rispettare per garantire inagibilità solo temporanee nelle condizioni postsismiche - dallo Stato Limite di immediata Operatività (SLO), particolarmente utile come riferimento progettuale per le opere che debbono restare operative durante e subito dopo il terremoto (ospedali, caserme, centri della protezione civile, etc.), in tal modo articolando meglio le prestazioni della struttura in termini di esercizio. In modo analogo, sono stati portati a due gli Stati Limite Ultimi (SLU) facendo seguire allo Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV), individuato definendo puntualmente lo stato limite ultimo, lo Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC), particolarmente utile come riferimento progettuale per alcune tipologie strutturali (strutture con isolamento e dissipazione di energia) e, più in generale, nel quadro complessivo della progettazione antisismica.

I quattro stati limite così definiti, consentono di individuare quattro situazioni diverse che, al crescere progressivo dell'azione sismica, ed al conseguente progressivo superamento dei quattro stati limite ordinati per azione sismica crescente (SLO, SLD, SLV, SLC), fanno corrispondere una progressiva crescita del danneggiamento all'insieme di struttura, elementi non strutturali ed impianti, per individuare così univocamente ed in modo quasi "continuo" le caratteristiche prestazionali richieste alla generica costruzione.

Ai quattro stati limite sono stati attribuiti (Cfr.: Tabella 3.2.I delle NTC) valori della probabilità di superamento P_vR pari rispettivamente a 81%, 63%, 10% e 5%, valori che restano immutati qualunque sia la classe d'uso della costruzione considerata; tali probabilità, valutate nel periodo di riferimento VR

proprio della costruzione considerata, consentono di individuare, per ciascuno stato limite, l'azione sismica di progetto corrispondente.

13.8 PARAMETRI SISMICI DI RIFERIMENTO

Di seguito vengono riportati i parametri ed i coefficienti sismici di riferimento (ed in particolare la terna di valori a_g , F_0 e T^*C) ottenuti dalla stima della pericolosità sismica basata sulla griglia di riferimento.

1) Area impianto

Sito in esame.

latitudine:	45,965859
longitudine:	8,52032
Classe:	2
Vita nominale:	50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 9809	Lat: 45,9811	Lon: 8,4604	Distanza: 4930,714
Sito 2	ID: 9810	Lat: 45,9841	Lon: 8,5320	Distanza: 2216,733
Sito 3	ID: 10032	Lat: 45,9341	Lon: 8,5362	Distanza: 3735,479
Sito 4	ID: 10031	Lat: 45,9312	Lon: 8,4646	Distanza: 5778,680

Parametri sismici

Categoria sottosuolo:	E
Categoria topografica:	T1
Periodo di riferimento:	50anni
Coefficiente c_u :	1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento:	81	%
Tr:	30	[anni]
ag:	0,017	g
Fo:	2,570	
Tc*:	0,154	[s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento:	63	%
Tr:	50	[anni]
ag:	0,021	g
Fo:	2,537	
Tc*:	0,185	[s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	475	[anni]
ag:	0,047	g
Fo:	2,644	
Tc*:	0,281	[s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	975	[anni]

Comune di Verbania (VB)

DISTRETTO UNCHIO – SOSTITUZIONE TUBAZIONE DI VIA PER COSSOGNO
PROGETTO DEFINITIVO

ag:	0,057 g
Fo:	2,724
Tc*:	0,304 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss:	1,600
Cc:	2,430
St:	1,000
Kh:	0,005
Kv:	0,003
Amax:	0,262
Beta:	0,200

SLD:

Ss:	1,600
Cc:	2,260
St:	1,000
Kh:	0,007
Kv:	0,003
Amax:	0,334
Beta:	0,200

SLV:

Ss:	1,600
Cc:	1,910

Comune di Verbania (VB)

DISTRETTO UNCHIO – SOSTITUZIONE TUBAZIONE DI VIA PER COSSOGNO
PROGETTO DEFINITIVO

St: 1,000

Kh: 0,015

Kv: 0,008

Amax: 0,739

Beta: 0,200

SLC:

Ss: 1,600

Cc: 1,850

St: 1,000

Kh: 0,018

Kv: 0,009

Amax: 0,891

Beta: 0,200

2) Tracciato stradale

Sito in esame.

latitudine: 45,961652

longitudine: 8,523216

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 9809 Lat: 45,9811 Lon: 8,4604 Distanza: 5314,366

Sito 2 ID: 9810 Lat: 45,9841 Lon: 8,5320 Distanza: 2582,940

Sito 3 ID: 10032 Lat: 45,9341 Lon: 8,5362 Distanza: 3220,560

Sito 4 ID: 10031 Lat: 45,9312 Lon: 8,4646 Distanza: 5655,763

Parametri sismici

Categoria sottosuolo:	A
Categoria topografica:	T1
Periodo di riferimento:	50anni
Coefficiente cu:	1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento:	81	%
Tr:	30	[anni]
ag:	0,017	g
Fo:	2,570	
Tc*:	0,154	[s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento:	63	%
Tr:	50	[anni]
ag:	0,021	g
Fo:	2,536	
Tc*:	0,185	[s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	475	[anni]

Comune di Verbania (VB)

DISTRETTO UNCHIO – SOSTITUZIONE TUBAZIONE DI VIA PER COSSOGNO
PROGETTO DEFINITIVO

ag: 0,047 g
Fo: 2,644
Tc*: 0,281 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
ag: 0,057 g
Fo: 2,725
Tc*: 0,304 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss: 1,000
Cc: 1,000
St: 1,000
Kh: 0,003
Kv: 0,002
Amax: 0,163
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,000
Cc: 1,000
St: 1,000

Comune di Verbania (VB)

DISTRETTO UNCHIO – SOSTITUZIONE TUBAZIONE DI VIA PER COSSOGNO
PROGETTO DEFINITIVO

Kh: 0,004

Kv: 0,002

Amax: 0,209

Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,000

Cc: 1,000

St: 1,000

Kh: 0,009

Kv: 0,005

Amax: 0,460

Beta: 0,200

SLC:

Ss: 1,000

Cc: 1,000

St: 1,000

Kh: 0,011

Kv: 0,006

Amax: 0,555

Beta: 0,200

13.9 STABILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE

L'entità delle deformazioni che subisce il terreno dipende dal grado di addensamento. Se la sabbia è sciolta la pressione dei pori aumenterà molto velocemente, se la sabbia è densa le deformazioni avvengono più lentamente e sono associate ad un aumento di volume (dilatanza).

Per effetto della dilatazione la pressione interstiziale subisce una caduta ed il terreno riesce a sviluppare una resistenza al taglio sufficiente a sostenere le sollecitazioni indotte dai carichi ciclici. A tale proposito Casagrande afferma che sabbie sciolte con densità relative minori del 40% possono essere soggette a liquefazioni; nelle sabbie fortemente dilatanti, con densità relative maggiori del 70 % è invece normalmente impossibile che le pressioni neutre raggiungano quelle di confinamento, per cui si possono attendere solo assestamenti di lieve entità.

Secondo la normativa vigente la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti cinque circostanze:

- accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g;
- profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna suborizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata* $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) delle NTC/2018 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) delle NTC/2018 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

Nel caso specifico le accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) risultano $< 0,1$ g.

Comune di Verbania (VB)

**DISTRETTO UNCHIO – SOSTITUZIONE TUBAZIONE DI VIA PER COSSOGNO
PROGETTO DEFINITIVO**

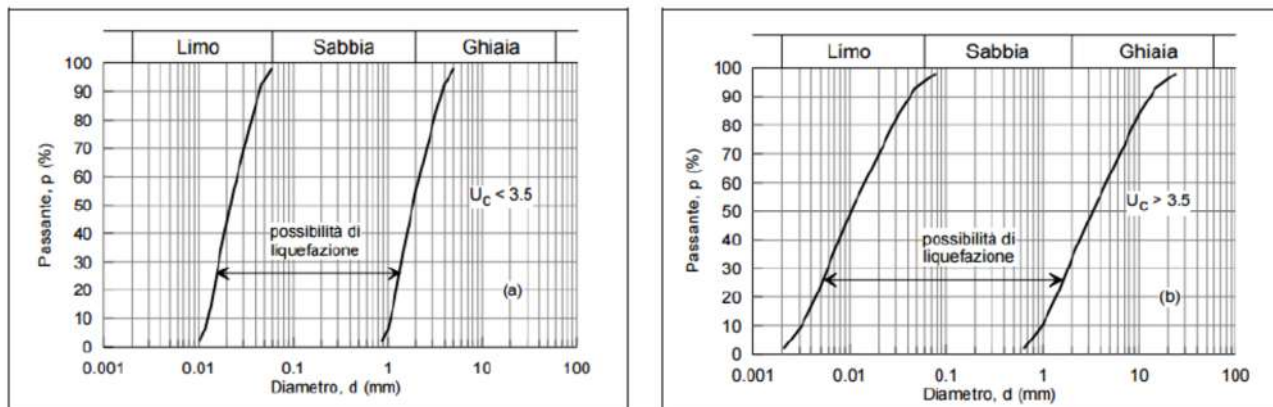


Fig. 13.2 - Fusi granulometrici di terreni suscettibili a liquefazione

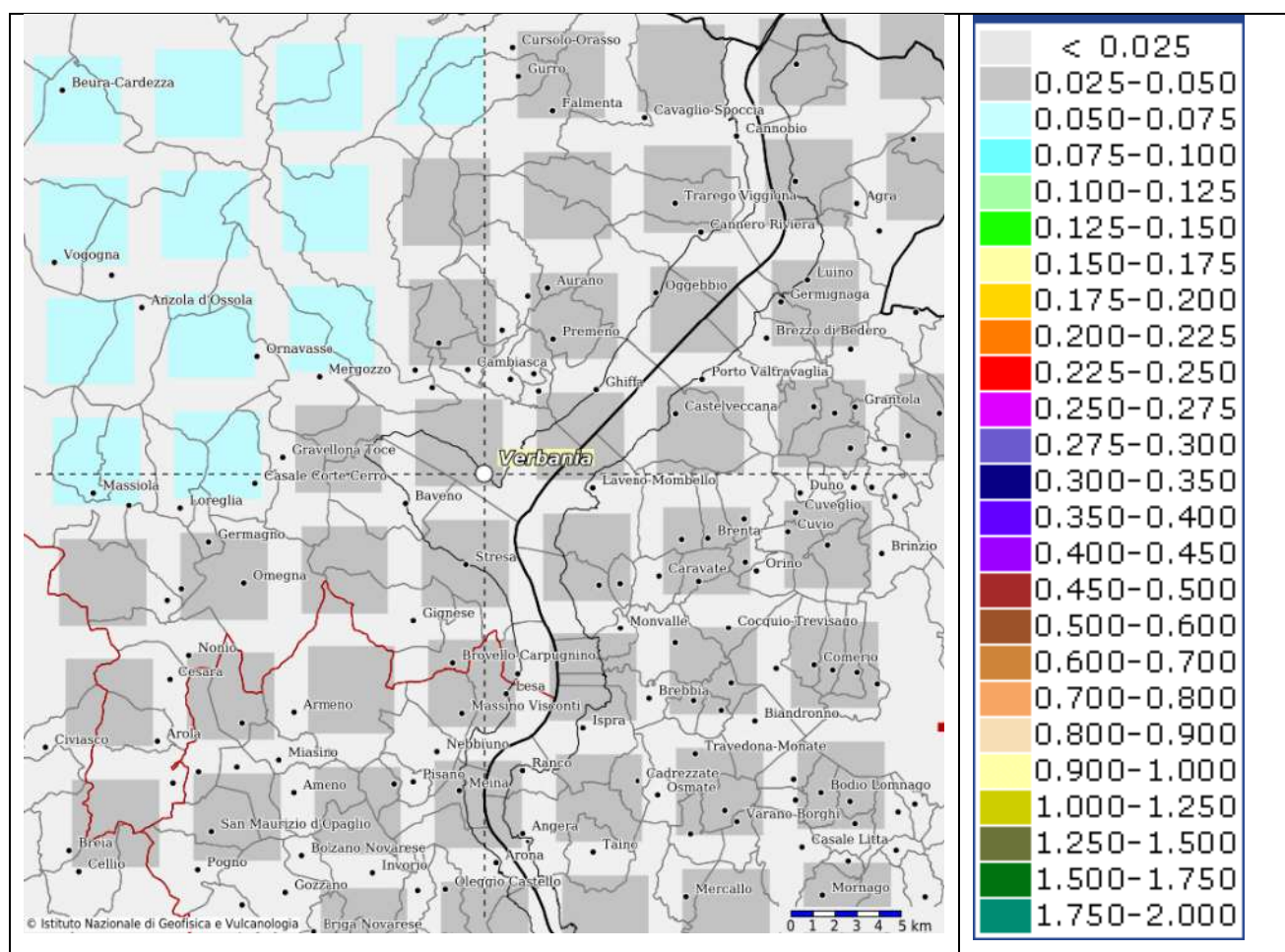


Fig. 13.3 - Mappa interattiva di pericolosità sismica INGV (tratto da: <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>)

In via preliminare, stante la composizione granulometrica dei terreni di fondazione, il loro addensamento ed in particolare le accelerazioni massime previste, si ritiene che rispetto alle magnitudo attese i fenomeni di liquefazione siano da escludere.

14. MODELLO GEOLOGICO E LITOSTRATIGRAFICO

Sulla base di quanto emerso dai sopralluoghi, supportati da una verifica della cartografia tematica, è stato possibile ipotizzare sommariamente le seguenti Unità Litologiche, dedotte per omogeneità delle caratteristiche litologiche e geotecniche.

SETTORE SERBATOIO UNCHIO			
Unità litologica	Descrizione interpretativa	Spessore (m)	Stato di addensamento e consistenza
UL1	Depositi detritico - colluviali di versante e depositi glaciali costituiti da sabbia eterometrica con ciottoli e blocchi	15	Da moderatamente addensato ad addensato
UL2	Substrato costituito da micascisti e paragneis	> 15	Litoide

SETTORE SEDE STRADALE			
Unità litologica	Descrizione interpretativa	Spessore (m)	Stato di addensamento e consistenza
UL1	Depositi eluvio - colluviali e detritico - colluviali costituiti da sabbia eterometrica con ciottoli e blocchi	0,5 – 1,5	Da moderatamente addensato ad addensato
UL2	Substrato costituito da micascisti e paragneis	> 0,5/1,5	Litoide

15. MODELLO GEOTECNICO E PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA

Mentre il modello geologico di riferimento è la ricostruzione concettuale della storia evolutiva dell'area di studio, attraverso la descrizione delle peculiarità genetiche dei diversi terreni presenti, delle dinamiche dei diversi termini litologici, dei rapporti di giustapposizione reciproca, delle vicende tettoniche subite e dell'azione dei diversi agenti morfogenetici, il modello geotecnico di riferimento rappresenta, invece, uno schema rappresentativo del volume significativo di terreno, suddiviso in unità omogenee sotto il profilo fisico-meccanico, che devono essere caratterizzate con riferimento allo specifico problema geotecnico.

Sulla base di quanto emerso dai rilievi eseguiti all'interno dell'area in esame, supportate da una verifica della cartografia tematica, è stato possibile individuare le seguenti unità – litotecniche con un'ipotesi dei relativi parametri, costituita dai seguenti strati principali, dedotti per omogeneità delle caratteristiche litologiche e geotecniche.

La presenza di numerosi blocchi e trovanti non hanno permesso la realizzazione di prove penetrometriche SPT in quanto sarebbero state sfalsate dalla presenza del materiale grossolano. Si è quindi fatto riferimento a valori di letteratura utilizzando quelli più cautelativi.

SETTORE SERBATOIO UNCHIO						
Unità litologica	Descrizione interpretativa	Stato di addensamento e consistenza	γ	Φ'	C	Rc
			t/m ³	°	Kg/cm ²	Kg/cm ²
UL1	Depositi detritico - colluviali di versante e depositi glaciali costituiti da sabbia eterometrica con ciottoli e blocchi	Da moderatamente addensato ad addensato	1,8 – 1,9	30 - 32	0,0	-
UL2	Substrato costituito da micascisti e paragneis	Litoide	2,6 – 2,7	35- 38	2 - 4	800 - 1500

dove:

- γ : peso di volume
- ϕ' : angolo di attrito interno
- C: coesione efficace
- Rc: resistenza a compressione uniassiale

Comune di Verbania (VB)

DISTRETTO UNCHIO – SOSTITUZIONE TUBAZIONE DI VIA PER COSSOGNO

PROGETTO DEFINITIVO

SETTORE SEDE STRADALE						
Unità litologica	Descrizione interpretativa	Stato di addensamento e consistenza	γ	Φ'	C	Rc
			t/m ³	°	Kg/cm ²	Kg/cm ²
UL1	Depositi eluvio - colluviali e detritico - colluviali costituiti da sabbia eterometrica con ciottoli e blocchi	Da moderatamente addensato ad addensato	1,8 – 1,9	30 - 32	0,0	-
UL2	Substrato costituito da micascisti e paragneis	Litoide	2,6 – 2,7	35- 38	2 - 4	800 - 1500

dove:

- γ : peso di volume
- ϕ' : angolo di attrito interno
- C: coesione efficace
- Rc: resistenza a compressione uniassiale

16. SCAVI E OPERE DI SOSTEGNO

In base alla tipologia di opere previste, si individuano le seguenti tecnologie possibili di realizzazione dello scavo:

- utilizzo dello scavo manuale, la cui esecuzione deve essere ricondotta ad interventi di estensione limitata e comunque per profondità non superiore a mezzo metro, sia quando venga effettuato in superficie che sul fondo dello scavo;
- utilizzo di macchine movimento terra per l'effettuazione di scavi tradizionali a cielo aperto ed in trincea;
- utilizzo di martelloni per l'effettuazione di scavi in roccia od in presenza di massi metrici.

Per quanto riguarda l'inclinazione indicativa delle pareti di scavo con fronte di scavo di altezza inferiore a 1,5 m, occorrerà fare riferimento alle prescrizioni riportate nella figura seguente dove vengono individuati i rapporti con le caratteristiche litologiche.

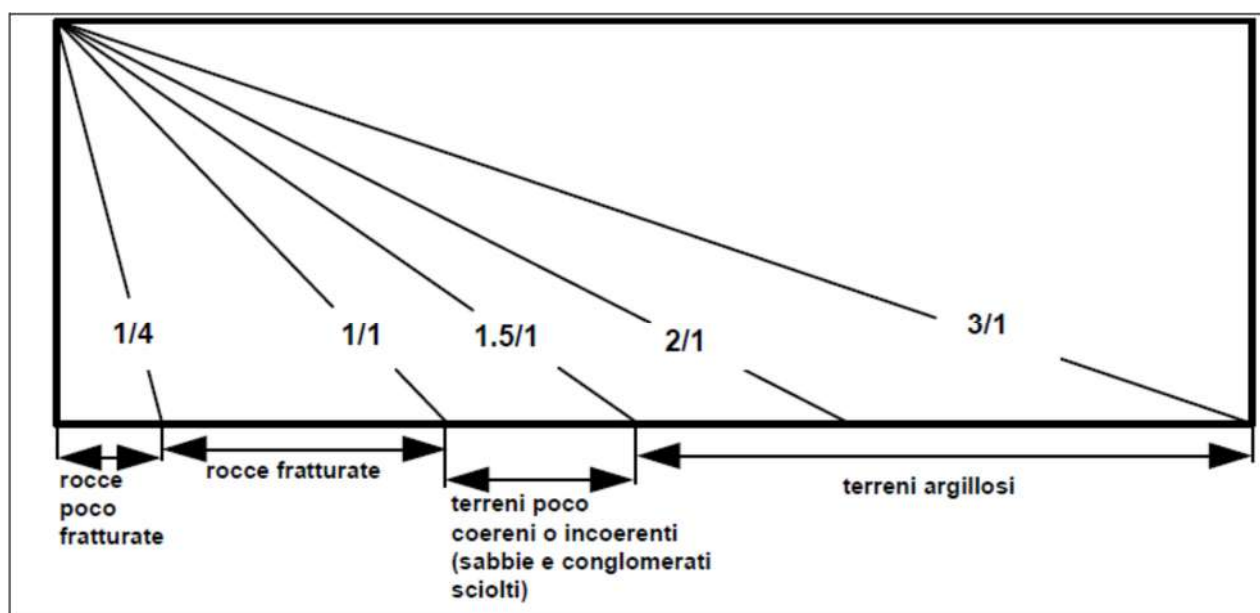


Fig. 16.1 - Schema rapporti inclinazione/litologia per fronti di scavo con altezza inferiore a 1,5 m

Comune di Verbania (VB)

**DISTRETTO UNCHIO – SOSTITUZIONE TUBAZIONE DI VIA PER COSSOGNO
PROGETTO DEFINITIVO**

Unità litologica	Descrizione interpretativa	Inclinazione degli scavi secondo lo schema sopra riportato
UL1	Depositi detritico - colluviali di versante e depositi glaciali costituiti da sabbia eterometrica con ciottoli e blocchi	Da 1/1 a 1,5/1
	Depositi eluvio - colluviali e detritico - colluviali costituiti da sabbia eterometrica con ciottoli e blocchi	
UL2	Substrato costituito da micascisti e paragneis	Da 1/4 a 1/1

Ai fini di evitare dissesti o crolli localizzati, i lavori di scavo e sbancamento dovranno interessare fronti di scavo di lunghezza limitata, avendo cura di predisporre un'adeguata copertura dei fronti non sostenuti con teli impermeabili ad elevata resistenza, adeguatamente picchettati, in particolar modo in caso di maltempo che possa far presagire l'avvento di precipitazioni meteoriche o eventi temporaleschi.

Per fronti di scavo con altezza superiore a 1,5 m, al fine di evitare franamenti e dissesti dei fronti stessi, occorrerà invece provvedere obbligatoriamente al sostegno preliminare dei fronti mediante opere e sistemi sostegno e di blindaggio degli scavi (blindo scavo) adeguatamente progettati e dimensionati ai sensi della vigente normativa.

Dal momento che potranno essere rinvenute locali venute idriche legate ad una circolazione delle acque sotterranee al contatto tra depositi sciolti superficiali ed il substrato roccioso, in particolare durante periodi dell'anno particolarmente piovosi o durante lo scioglimento delle nevi, occorrerà provvedere localmente all'aggettamento delle acque all'interno degli scavi.

17. INDICAZIONI E PRESCRIZIONI DI CARATTERE GEOLOGICO

Alla luce delle indagini e verifiche eseguite, si riportano alcune indicazioni e prescrizioni ai fini della salvaguardia del territorio e dell'area d'intervento nonché delle opere esistenti ed in previsione, da ottemperare nelle diverse fasi progettuali e durante l'esecuzione dei lavori. Particolare attenzione dovrà essere posta in fase di progettazione, adottando provvedimenti che mitigino il rischio nelle aree esistenti, con particolare riferimento al mantenimento dell'efficienza della rete scolante e di smaltimento delle acque meteoriche, il cui corretto dimensionamento ed adeguatezza rappresentano i fattori principali per la stabilità e la sicurezza dei luoghi.

17.1 PROGETTAZIONE DEFINITIVA/ESECUTIVA

17.1.1 Scavi, opere provvisori, opere di sostegno ed opere di contenimento

- Il Progettista degli interventi e delle strutture, sulla base del modello geotecnico del sottosuolo, dovrà realizzare delle soluzioni progettuali, nel pieno rispetto della normativa in materia (NTC/2018), che comprendano la previsione quantitativa degli effetti direttamente indotti dagli scavi al contorno dello scavo ed in superficie, con riferimento anche agli scavi poco profondi in ambienti urbanizzati, da cui deve derivare la scelta del metodo e delle tecniche di scavo e degli eventuali interventi di miglioramento e rinforzo in fase di avanzamento.
- Il Progettista degli interventi e delle strutture dovrà provvedere alla progettazione, nel pieno rispetto della normativa in materia (NTC/2018), di tutte le opere di contenimento e di sostegno, ove necessario, in modo tale che rispettino gli standard di sicurezza previsti dalla normativa, contrastando quindi le forze agenti dovute al terreno.

17.1.2 Opere fondazionali

- Il Progettista degli interventi e delle strutture, relativamente alle opere fondazionali che allo stato attuale non sono però previste, dovrà eseguire, in caso si rendessero necessarie in fase esecutiva, tutte le verifiche ai fini della valutazione delle prestazioni attese nei confronti dei diversi Stati Limite strutturali (STR) e geotecnici (GEO) utilizzando gli approcci previsti dalla vigente normativa in materia (NTC/2018).

17.1.3 Prescrizioni generali

- Il Progettista degli interventi dovrà seguire quanto prescritto nella presente relazione, avendo cura, una volta redatto il progetto esecutivo delle strutture, di provvedere all'esecuzione di tutte le verifiche delle prestazioni attese nei confronti dei diversi Stati Limite strutturali (STR) e geotecnici (GEO) utilizzando gli approcci previsti dalla vigente normativa in materia (NTC/2018) relativamente alle opere fondazionali ed alle opere di contenimento, tenendo conto dell'interazione tra strutture e terreni.
- Il Progettista degli interventi e delle strutture dovrà valutare i possibili effetti negativi che si potrebbero creare a seguito della realizzazione delle opere e degli interventi previsti sui manufatti attigui e sull'ambiente circostante.
- Il Progettista degli interventi e delle strutture dovrà progettare un adeguato sistema di gestione delle acque meteoriche dirette, di ruscellamento superficiale e sotterranee, in particolare relativo alla fase di cantiere.

17.2 FASE DI CANTIERE ED ESECUZIONE LAVORI

17.2.1 Scavi, opere provvisionali, opere di sostegno ed opere di contenimento

- Prima dell'inizio lavori occorrerà procedere alla realizzazione di verifiche puntuali sui tratti di pendio a monte delle aree di cantiere, finalizzate ad individuare l'eventuale presenza di blocchi o settori instabili sul pendio nonché di muri a secco in cattivo stato conservativo, che possono essere soggetti a movimentazione e/o a dissesto, mediante operazioni di sistemazione e disaggio.
- Alla luce della natura dei terreni, anche in relazione a possibili fenomeni meteorici, infiltrazioni, fenomeni di gelo o disgelo, etc. occorrerà provvedere al sostegno preliminare del terreno mediante opere provvisionali e successivamente definitive per gli scavi di altezza superiore a 1,5 m o anche per scavi di altezza inferiore ubicati in settori particolarmente acclivi o con particolari problematiche .
- Per evitare fenomeni di dissesto e scoscendimento dei terreni, per quanto concerne la stabilità dei fronti di scavo o sbancamento con altezza inferiore a 1,5 m, se non contrastati, dovranno presentare inclinazioni adeguate secondo quanto prescritto nella tabella riportata nel capitolo

relativo a “Scavi e opere di sostegno”. Tutti i fronti con altezza superiore a 1,5 m dovranno invece essere sostenuti preliminarmente da opere di sostegno provvisorie in grado di sostenere lo scavo per l’intera durata del cantiere.

- Idonee armature e precauzioni devono essere adottate nelle sottomurazioni e quando in vicinanza dei relativi scavi vi siano fabbricati e/o manufatti le cui fondazioni possano essere scoperte o indebolite dagli scavi.
- Gli scavi e gli sbancamenti dovranno essere eseguiti in periodi asciutti avendo cura di proteggere a fine giornata i fronti di scavo non sostenuti ancora aperti con teli impermeabili, adeguatamente picchettati nel terreno, in modo da evitare fenomeni di ruscellamento ad opera delle acque meteoriche che potrebbero innescare scoscendimenti e franamenti.
- I movimenti terra dovranno essere eseguiti a regola d'arte ed effettuati possibilmente in periodi non immediatamente successivi ad intense e/o prolungate precipitazioni piovose ed allo scioglimento delle nevi e dovranno essere eseguiti tenendo conto delle caratteristiche geotecniche dei materiali.
- I mezzi di scavo e di trasporto del materiale non dovranno sostare in prossimità dei fronti di scavo al fine di evitare vibrazioni dannose per la stabilità ed evitare il rischio di crolli.
- Preliminarmente alla realizzazione degli sbancamenti e delle trincee occorrerà realizzare localmente un sistema di gestione delle acque di pioggia, al fine di evitare fenomeni di ruscellamento superficiale incontrollato che potrebbero defluire all’interno dello scavo creando fenomeni di dissesto dei fronti di scavo e vie preferenziali di deflusso delle acque.
- Le acque sotterranee che circolano all’interno dei depositi fluviali, specie in seguito ad eventi meteorici particolarmente prolungati, dovranno essere adeguatamente intercettate ed allontanate dagli scavi, avendo cura di drenarle all’interno di un idoneo ricettore.
- Le acque uscenti dai sistemi di gestione delle acque meteoriche e dalle opere di drenaggio realizzate a tergo delle opere di sostegno e contenimento (se presenti) dovranno essere convogliate al di fuori dell’area di cantiere all’interno di un ricettore finale idoneo ad ospitare tali apporti idrici.
- Durante gli scavi, in caso di presenza di acqua, predisporre sul fondo dello scavo uno strato di ghiaietto e, qualora le condizioni lo richiedano, una tubazione drenante per favorire l’allontanamento delle acque. Potranno essere utilizzati altresì sistemi di aggettamento delle acque tramite pompaggi localizzati.

- Occorrerà provvedere ad un'ispezione costante dei fronti di scavo per valutare la presenza di eventuali segnali di instabilità, quali rilasci tensionali, fratturazioni del terreno e microcrolli, provvedendo in caso di necessità al consolidamento immediato del fronte.
- Al fine di evitare il rotolamento di blocchi e detriti nell'area di cantiere occorrerà procedere con particolare attenzione alla movimentazione del materiale evitando così di creare condizioni di instabilità, provvedendo anche alla stabilizzazione e gradonatura del materiale scavato e del relativo piano di appoggio, allontanando in ogni caso dai fronti di scavo il materiale escavato.
- I fronti di scavo e di sbancamento dovranno essere richiusi e/o contrastati nel più breve tempo possibile al fine di evitare una eccessiva esposizione ai fenomeni meteorici responsabili dello scadimento delle caratteristiche geotecniche dei terreni che potrebbero quindi essere soggetti a dissesto.
- In caso di necessità di realizzazione di opere interrato e controterra, non previste in fase di progettazione, queste dovranno essere dotate di un setto drenante continuo costituito da tubi drenanti microfessurati, rivestiti di tessuto non tessuto, immersi in materiale granulare drenante vagliato. Il dreno dovrà presentare uno scarico finale in un idoneo ricettore finale.
- Nella fase di scavo saranno presenti frequentemente trovanti di grosse dimensioni (anche plurimetri); occorrerà pertanto prevedere l'estrazione e/o la demolizione, mediante mezzi meccanici, fino a raggiungere la profondità minima per la posa della tubazione tubi e la realizzazione del piano di sottofondo dei manufatti (vasche di accumulo e pozzetti).
- Si dovrà porre attenzione e cura nella movimentazione dei blocchi detritici in modo tale da non generare condizioni di instabilità sugli accumuli di detrito e disporli adeguatamente evitando lo sviluppo di fenomeni di rotolamento e, in particolare nei settori di versanti molto acclivi, si dovrà provvedere alla preparazione della superficie di riporto con eventuale gradonatura della superficie naturale.
- La trincea dovrà essere riempita con terreno scelto sopra la tubazione e successivamente con il materiale di risulta opportunamente vagliato e selezionato e correttamente costipato al fine di evitare assestamenti successivamente alla fase di rinterro.
- Nel caso in cui la profondità di scavo sia minore di quella prevista, le tubazioni dovranno essere protette mediante appositi manufatti, così come in corrispondenza di incisioni ed impluvi o lungo la viabilità.

17.2.2 Opere fondazionali (se previste)

- In seguito all'apertura degli scavi e/o alle operazioni di splateamento preliminari alla realizzazione del piano di appoggio delle opere fondazionali, occorrerà verificare con cura le caratteristiche litologiche, fisico-meccaniche e geotecniche dei terreni che costituiscono il piano fondazionale, se necessario mediante prove in sito, valutando, in caso di disomogeneità o anomalie, il ricorso ad indagini supplementari.
- Il piano di posa degli elementi strutturali di fondazione dovrà essere dapprima regolarizzato mediante asportazione della porzione più superficiale soggetta a gelivazione o comunque mediante asportazione dello spessore di terreno previsto da progetto, e successivamente regolarizzato con materiale misto stabilizzato adeguatamente rullato e costipato mediante rullo compattatore, fino ad ottenere le caratteristiche geotecniche di progetto, su cui verrà appoggiata la fondazione in previsione.
- I terreni utilizzati come piano di appoggio delle opere fondazionali dovranno presentare caratteristiche litologiche e geotecniche omogenee anche in termini di resistenza. Infatti, in caso di eccessiva disomogeneità dei terreni (specie in corrispondenza di settori non pianeggianti) potranno crearsi fenomeni di assestamento con l'innescò di cedimenti di tipo differenziale che porterebbero a ripercussioni sulla struttura.
- Il terreno di fondazione dovrà avere caratteristiche adeguate ai carichi agenti, in caso contrario approfondire ulteriormente lo scavo e/o costipare opportunamente il terreno in modo da migliorarne le caratteristiche di portanza, così come il materiale granulare di sottofondo, al fine di escludere un cedimento del sistema "opera-terreno".
- Per quanto riguarda l'eventuale messa in opera di vasche o pozzetti di dimensioni significative, le fondazioni dovranno essere dimensionate, tenendo conto non solo del carico ammissibile del terreno di fondazione, ma anche della pendenza del sito e dell'eccentricità dei carichi agenti e perfezionate successivamente alla verifica della situazione litologica puntuale.

18. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La presente relazione geologica e geotecnica è stata redatta, al fine di ottemperare a quanto previsto dal D.M. 17.01.2018 e dalle NTA del vigente P.R.G.C., a supporto del progetto definitivo relativo al seguente progetto: *“Distretto Unchio – Sostituzione tubazione di via per Cossogno, in comune di Verbania (VB)”*, nell’ambito dell’*“Accordo Quadro con due operatori per l’affidamento dei servizi tecnici di progettazione, assistenza al RUP, Direzione Lavori, assistenza lavori, collaudi, Coordinatore in fase di progettazione (CSP) e/o di coordinatore in fase di esecuzione (CSE) ad esclusione della parte depurazione acque reflue. 2020_04 Rr”*.

Gli studi, i rilievi e le indagini, eseguite nell’ambito territoriale di possibile influenza degli interventi e delle opere in previsione, hanno avuto pertanto la finalità di illustrare il contesto geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico del sito di progetto, di individuare eventuali criticità e di fornire le indicazioni preliminari relative alle problematiche geologiche e geotecniche che dovranno essere affrontate nell’ambito della progettazione ed esecuzione delle future opere, valutando in base al quadro dissestivo, vincolistico e pianificatorio in ambito geologico, la fattibilità degli interventi anche sulla base di una serie di sopralluoghi, indagini e prove eseguite in sito.

Sulla base dei rilievi, delle indagini e verifiche eseguite, tenendo conto delle caratteristiche geomorfologiche, idrogeologiche, geotecniche e di rischio idraulico e geomorfologico dei luoghi, in funzione della tipologia di opere previste, si può attestare la compatibilità e fattibilità degli interventi, nel pieno rispetto delle indicazioni e prescrizioni fornite, finalizzate alla tutela e salvaguardia del territorio.

Dott. Geol. Andrea FERRAROTTI



19. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI, CARTOGRAFICI E DOCUMENTALI

- AdPo, P.A.I. Piano di Assetto Idrogeologico del fiume Po
- Arpa Piemonte, Regione Piemonte. Gli eventi alluvionali in Piemonte
- Arpa Piemonte, 2018. ReRCoMF. Rete Regionale di Controllo Movimenti Franosi
- Arpa Piemonte - Studi e ricerche geologiche, Sistema Informativo Prevenzione rischi, 2003 Eventi alluvionali in Piemonte 2000 - 2002: 13-16 ottobre 2000
- Biella, G., Polino, R., deFranco, R., Rossi, P.M., Clari, P., Corsi, A., & Gelati, R. (1997). The crustal structure of the western Po plain: Reconstruction from the integrated geological and seismic data. *Terra Nova*, 9, 28–31
- CNR - Centro di Studi per la Petrografia e la Stratigrafia delle Alpi Centrali. Carta geologica della zona di Verbania (Lago Maggiore, provincia di Novara) /Attilio Boriani, Biagio Bigioggero, Evelina Origoni Giobbi
- Gruppo di Lavoro MPS, 2004. Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003. Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici
- INGV, 2015. Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani
- ISPRA, 2018. Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia)
- Lombardo, V., Piana, F., Fioraso, G., Irace, A., Mimmo, D., Mosca, P., ... Giardino, M. (2016). The Classification Scheme of the Piemonte Geological Map and the “OntoGeonous” initiative. *Rendiconti Online della Società Geologica Italiana*, 39(...), 117–120.
- Regione Piemonte, 2018 – Piano Tutela delle Acque
- Spallarossa D., Barani S., 2007. Disaggregazione della pericolosità sismica in termini di M-R-e. Progetto DPC-INGV S1, Deliverable D14.

Comune di Verbania (VB)

DISTRETTO UNCHIO – SOSTITUZIONE TUBAZIONE DI VIA PER COSSOGNO
PROGETTO DEFINITIVO

20. REPORT ED ALLEGATI

REPORT SONDAGGI GEOGNOSTICI



COMUNE DI VERBANIA – Via per Cossogno

INDAGINI GEOGNOSTICHE PER SOSTITUZIONE TUBAZIONE

Redatto da:

Dott. Geol. Mauro Saleri



Casatisma (PV), giugno 2022

Si trasmette, di seguito, la documentazione relativa all'indagine geognostica eseguita in via per Cossogno a Verbania per conto di Acquanovara VCO, nel periodo dal 12 al 14 giugno 2022.

L'indagine ha comportato l'esecuzione di due sondaggi a carotaggio continuo, realizzati tramite sonda idraulica a rotazione tipo FRASTE ML allestita su carro cingolato gommato ed attrezzata con carotiere doppio dotato di corona diamantata con diametro 101mm e rivestimento diam. 127mm.

I sondaggi, denominati S1 ed S2, sono stati spinti rispettivamente alle profondità di 18m e 10m dal p.c. e i campioni di roccia estratti sono stati riposti in apposite cassette catalogatrici.

Negli schemi stratigrafici allegati vengono riportati i valori relativi alla caratterizzazione geomeccanica delle carote (RQD %).

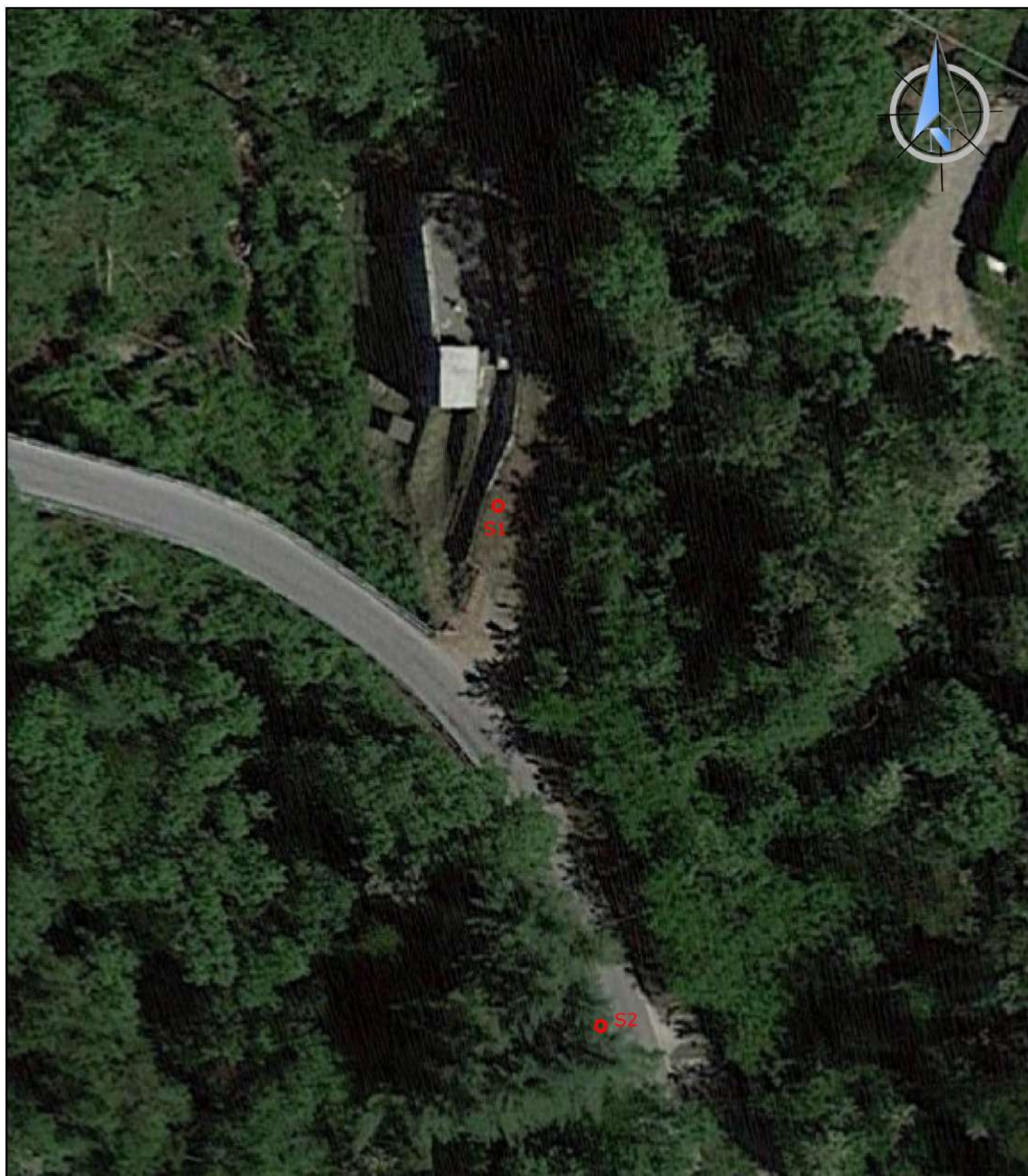
Casatisma (PV), giugno 2022



Dott. Geol. Mauro SALERI

SI ALLEGA:

- Allegato 1 - Planimetria con ubicazione punti di indagine
- Allegato 2 - Stratigrafia dei sondaggi
- Allegato 3 – Documentazione fotografica



Legenda Sondaggi a carotaggio continuo	Immagine satellitare con ubicazione punti di indagine		ALL.1
	Committente: ACQUANOVARA VCO	A cura di: TECNOSUOLO S.r.l. S.S. MI-GE n.10 27040 Casatisma (PV)	Data: Giugno 2022 Scala: //

**INDAGINI GEOGNOSTICHE
SOSTITUZIONE TUBAZIONE DI VIA COSSOGNO
COMUNE DI VERBANIA**

Stratigrafie dei sondaggi

ALL.2

Committente:
ACQUANOVARA VCO

A cura di:
TECNOSUOLO S.r.l.
S.S. MI-GE n.10
27040 Casatisma (PV)

Data:
Giugno 2022

Scala:
//

Tecnosuolo s.r.l

27040 Casatisma (Pv) S.S Mi-Ge n° 10
Tel. (0383) 891852

INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE

COMMITTENTE: ACQUA NOVARA VCO


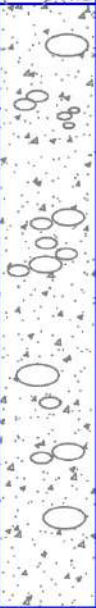

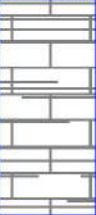
LOCALITA': VERBANIA – via per Cossogno

QUOTA INIZIO: p.c. – inclinazione 5°





SONDAGGIO



N° S1

DATA
13/14.06.2022

profondità strati mt.	spessore strati mt.	stratigrafia	carotaggio	CAMPIONI		H ₂ O	DESCRIZIONE LITOLOGICA	K cm/s	P.P. Kg/cmq	RQD %	S.P.T.			NOTE
				tipo	prof. mt.									
0.00														
1.20							Ciottoli e trovanti in rara matrice sabbiosa							
9.00							Sabbia media e grossolana con ghiaia eterometrica e ciottoli							
14.30							Sabbia limosa con ghiaia eterometrica							
15.20							Ghiaia eterometrica							
18.00							Alternanze di micascisti e paragneiss			30% 20% 60%				
20.00														

CAMPIONE: ☐ Rimaneggiato ☐ Ambientale • Indisturbato

 ARGILLA
 LIMO
 SABBIA
 GHIAIA
 TERRENO VEGET.
 TORBA

 ARGILLITE
 MARNA
 CALCARE
 ARENARIA
 CONGLOMERATO
 ROCCE IGNEE

CASSETTE CATALOGATRICI

n° 4

LIVELLO FALDA

DATA	Piano camp.	Testa pozzo

Tecnosuolo s.r.l 27040 Casatisma (Pv) S.S Mi-Ge n° 10 Tel. (0383) 891852 INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE	COMMITTENTE: ACQUA NOVARA VCO		SONDAGGIO N° S2
	LOCALITA': VERBANIA — via per Cossogno		
	QUOTA INIZIO: p.c.		DATA 12.06.2022

profondità strati mt.	spessore strati mt.	stratigrafia	carotaggio	CAMPIONI		H ₂ O	DESCRIZIONE LITOLOGICA	K cm/s	P.P. Kg/cm ²	RQD %	S.P.T.			NOTE
				tipo	prof. mt.									
0.00														
3.00							Sabbia da debolmente a limosa con resti vegetali, con ghiaia eterometrica							
10.00							Alternanze di micascisti e paragneiss			60% 70% 100% 70% 30% 100% 70%				
20.00														

CAMPIONE: <input type="checkbox"/> Rimaneggiato <input checked="" type="checkbox"/> Ambientale • Indisturbato		CASSETTE CATALOGATRICI n° 2	LIVELLO FALDA			
			DATA	Piano camp.	Testa pozzo	

ARGILLA	LIMO	SABBIA	GHIAIA	TERRENO VEGET.	TORBA
ARGILLITE	MARNA	CALCARE	ARENARIA	CONGLOMERATO	ROCCE IGNEE

**INDAGINI GEOGNOSTICHE
SOSTITUZIONE TUBAZIONE DI VIA COSSOGNO
COMUNE DI VERBANIA**

Documentazione fotografica

ALL.3

Committente:

ACQUANOVARA VCO

A cura di:

TECNOSUOLO S.r.l.
S.S. MI-GE n.10
27040 Casatisma (PV)

Data:

Giugno 2022

Scala:

//



Foto 1: postazione S1



Foto 2: S1-cassa 1 (0÷5 m)



Foto 3: S1-cassa 2 (5÷10 m)



Foto 4: S1-cassa 3 (10÷15 m)



Foto 5: S1-cassa 4 (15÷18 m)



Foto 6: postazione S2

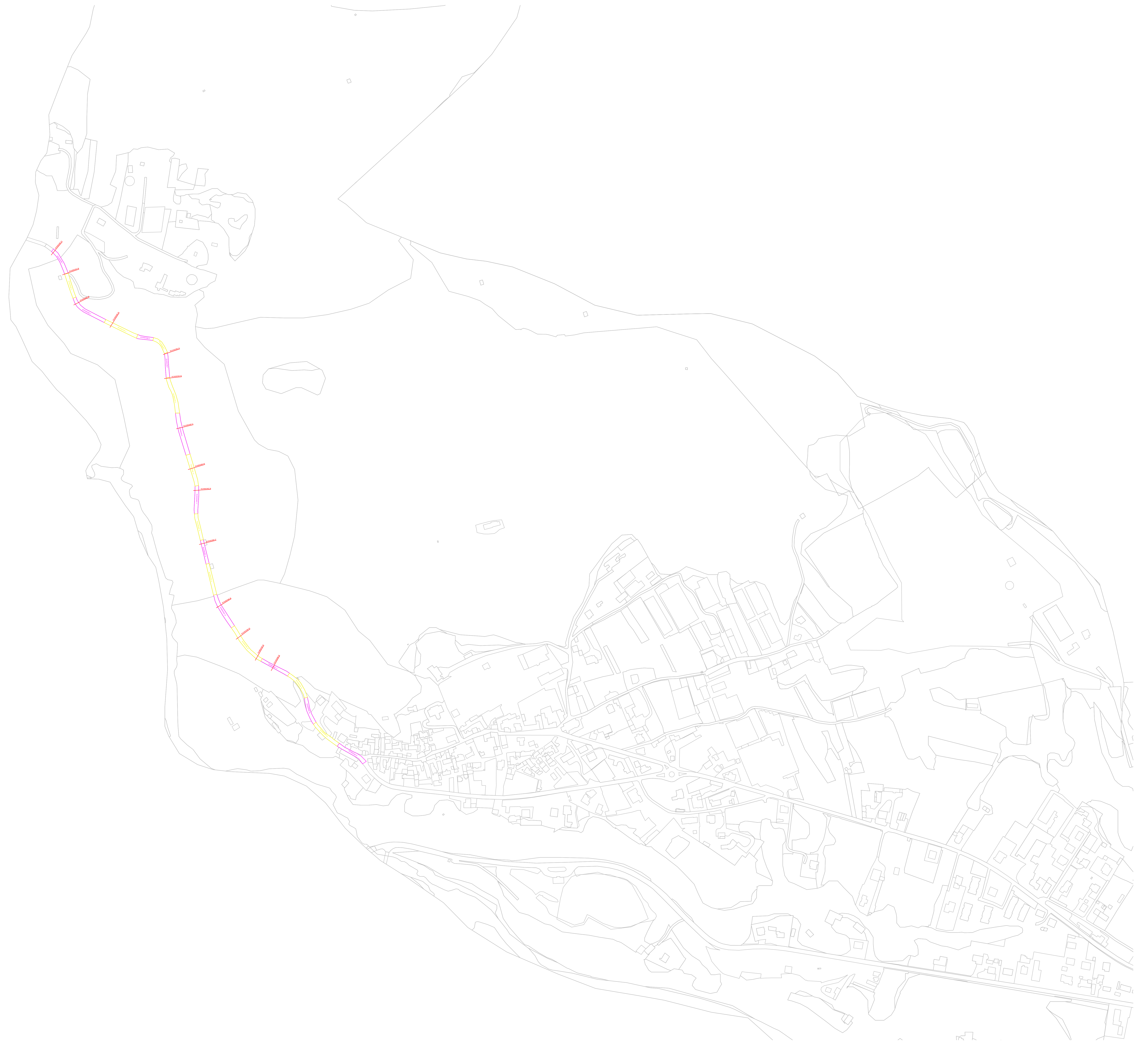


Foto 7: S2-cassa 1 (0÷5 m)



Foto 8: S2-cassa 2 (5÷10 m)

REPORT INDAGINE GEORADAR



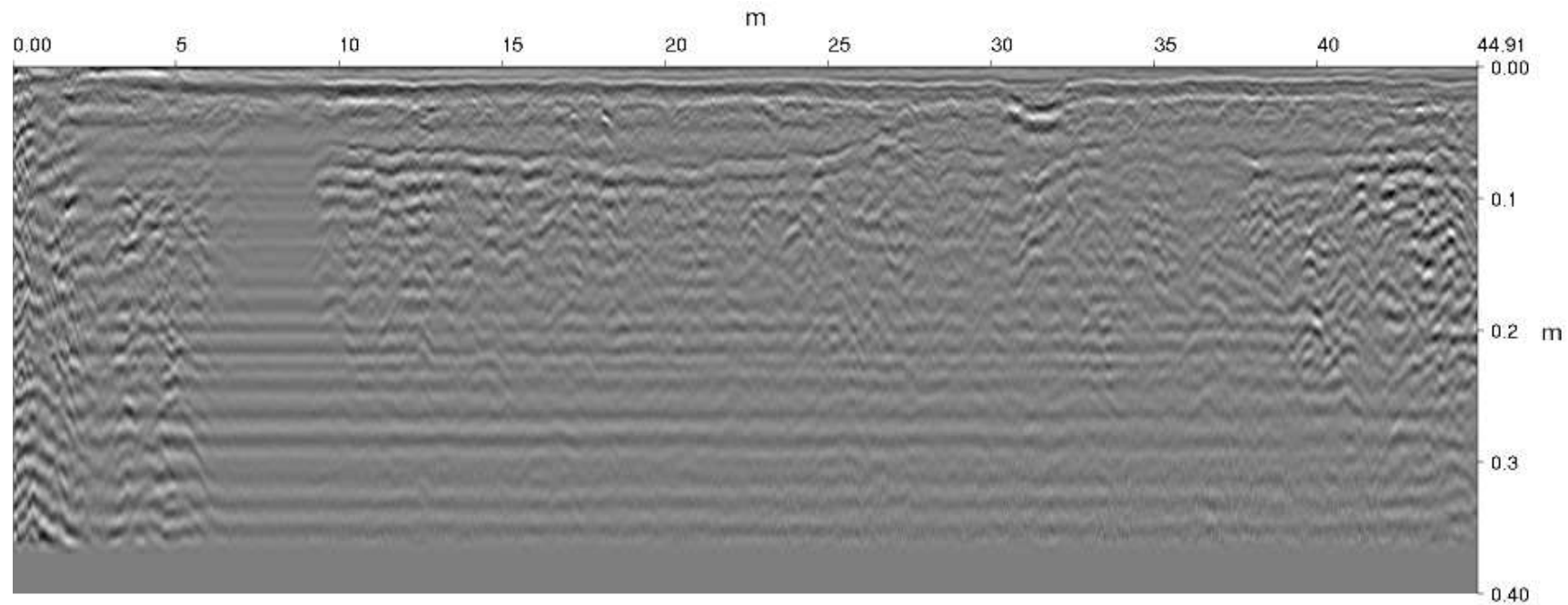


IDS GeoRadar

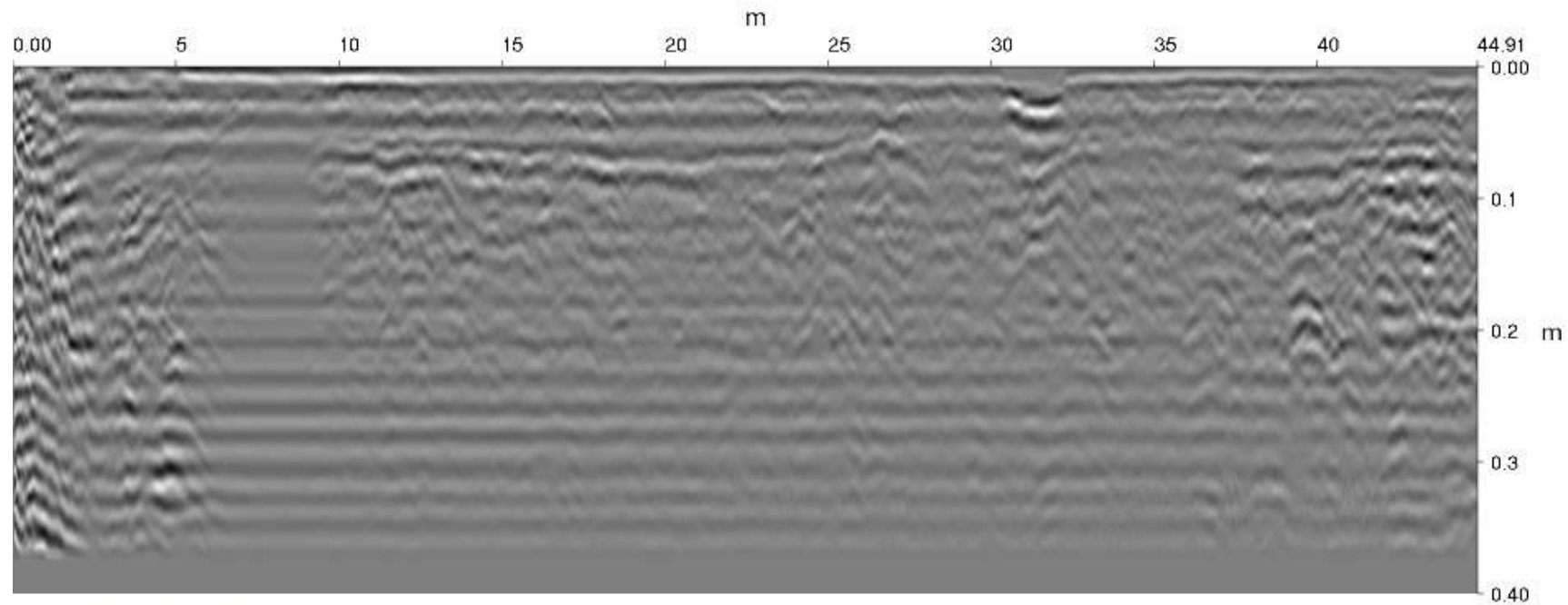
VERBANIA

DATA ANALYSIS REPORT

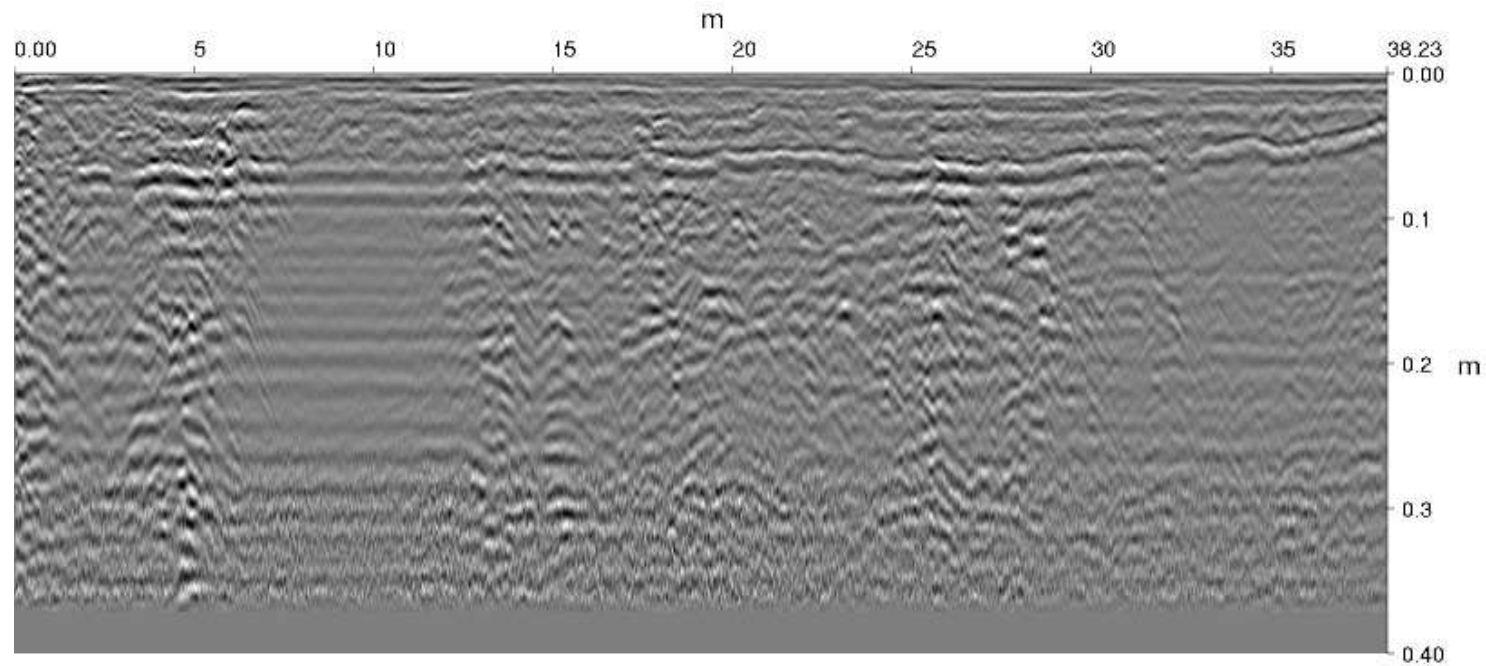
Utilities detection with the
IDS OPERA DUO
Ground Penetrating Radar



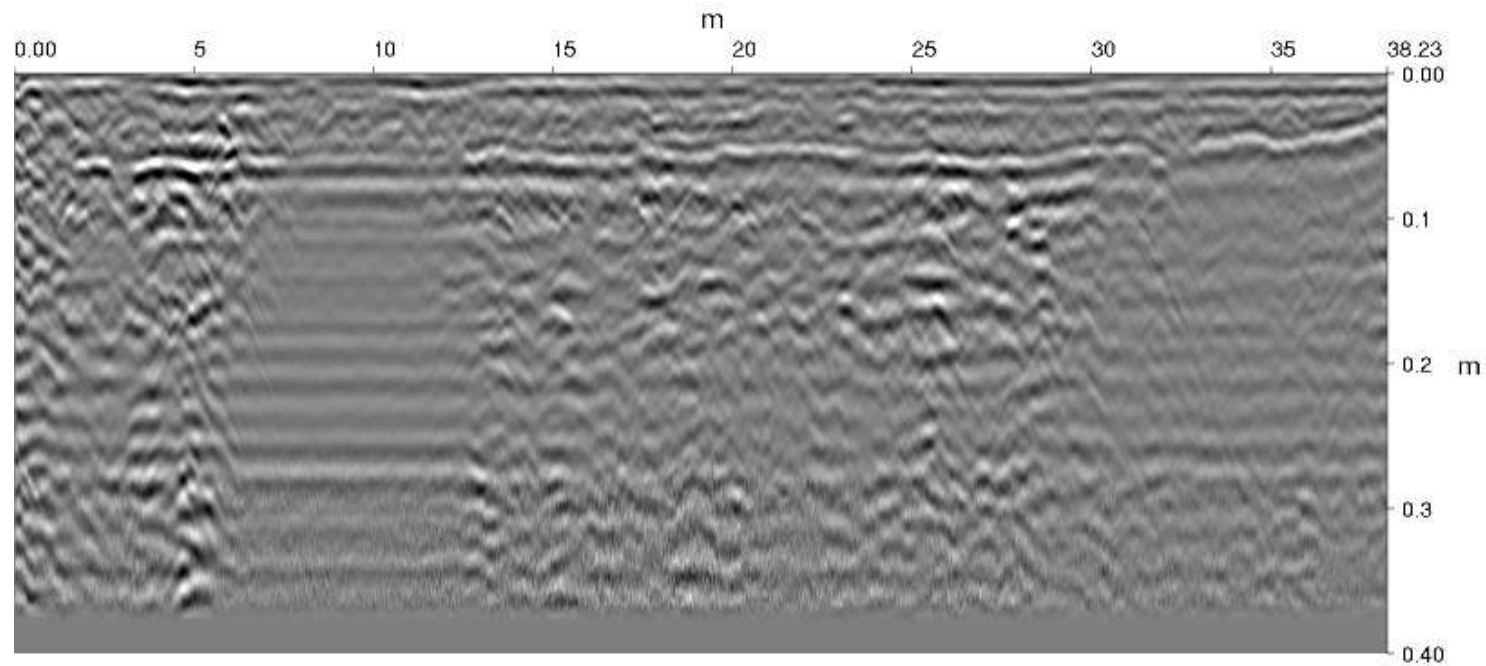
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



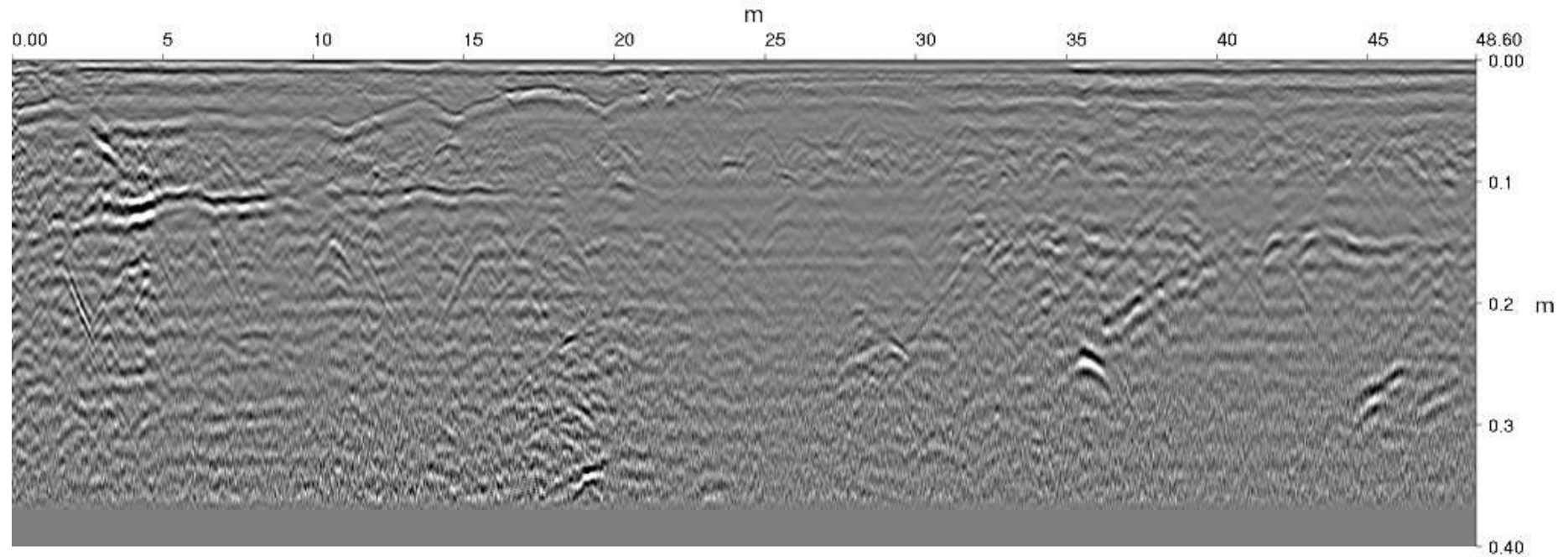
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



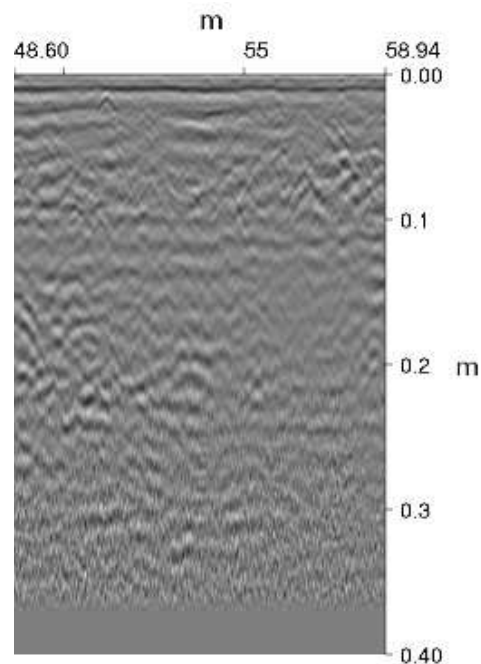
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



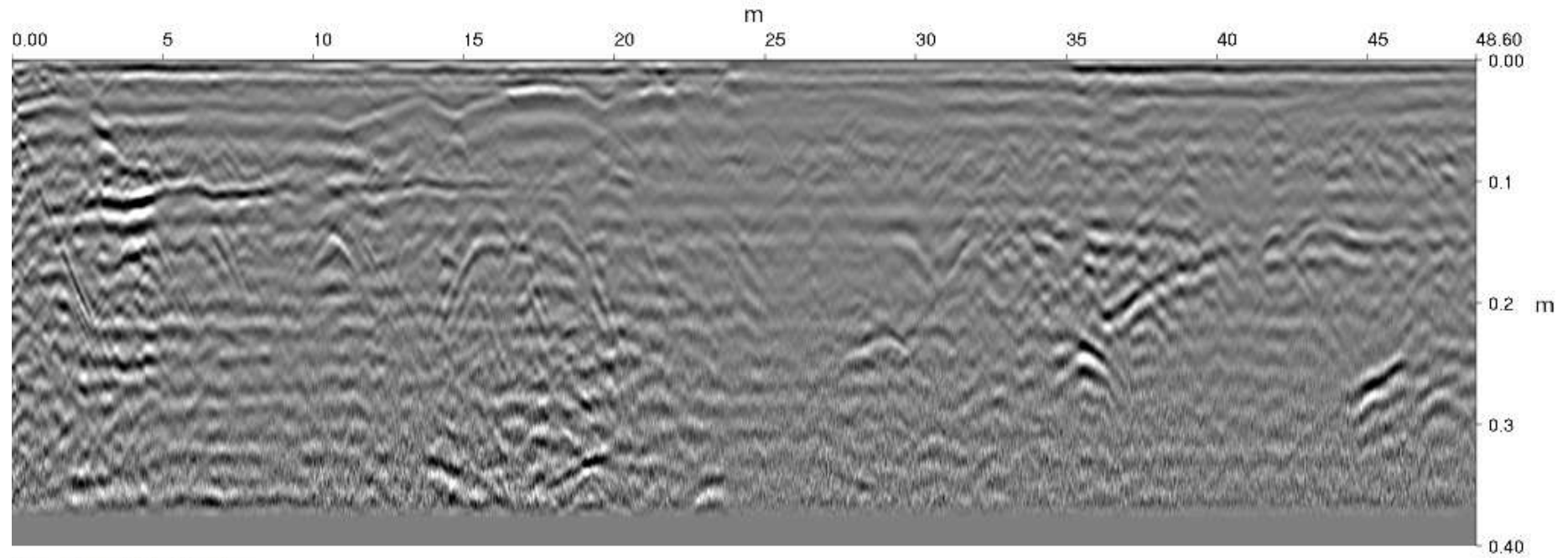
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



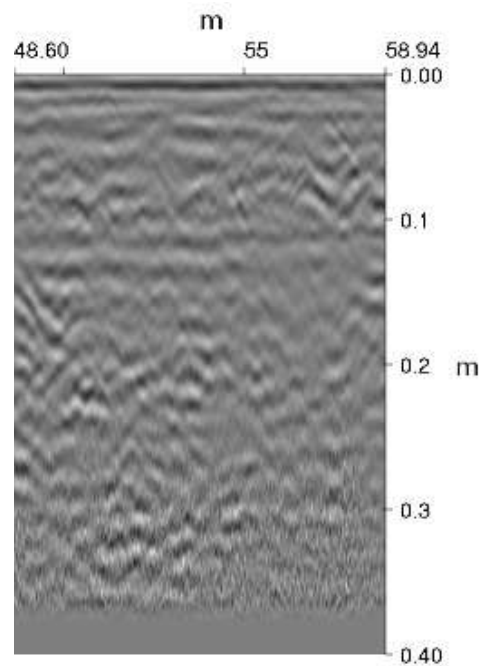
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



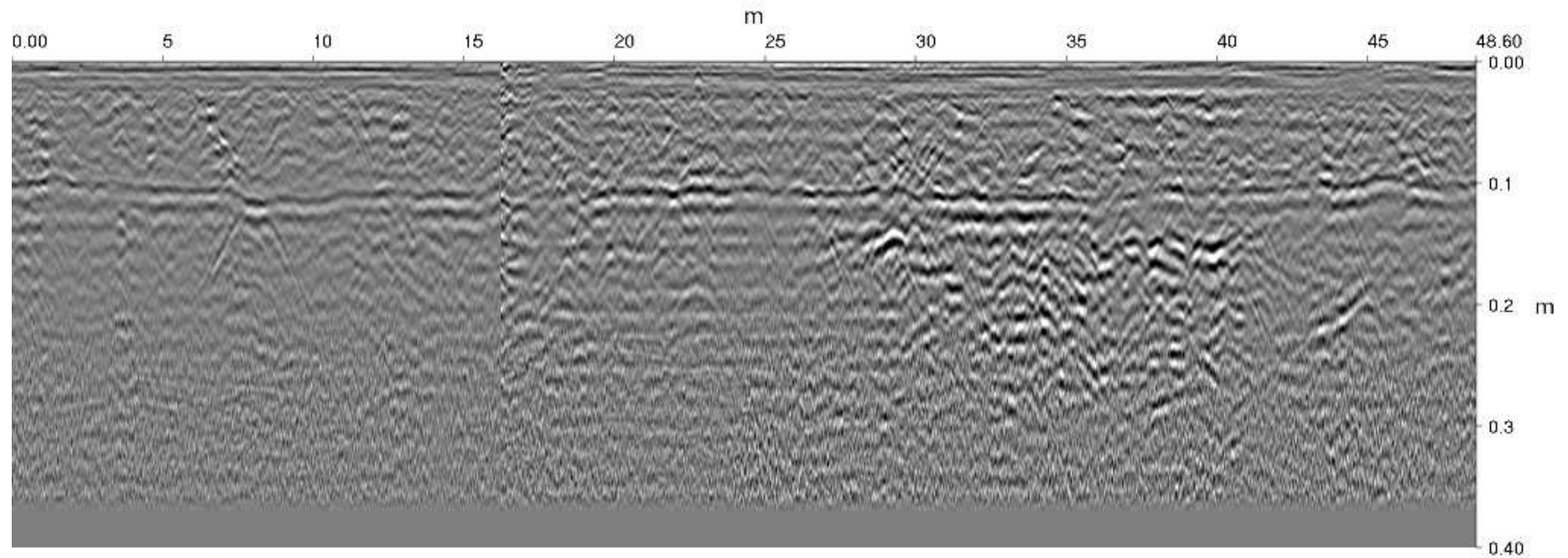
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



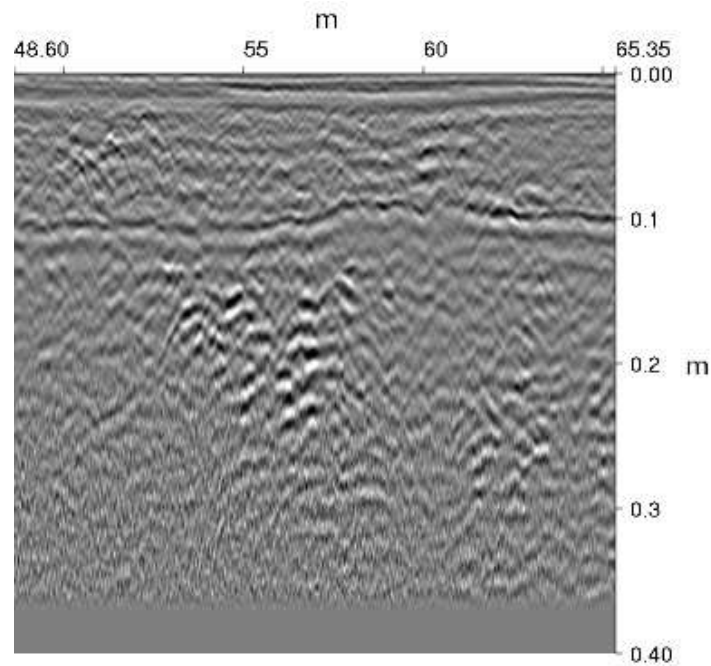
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



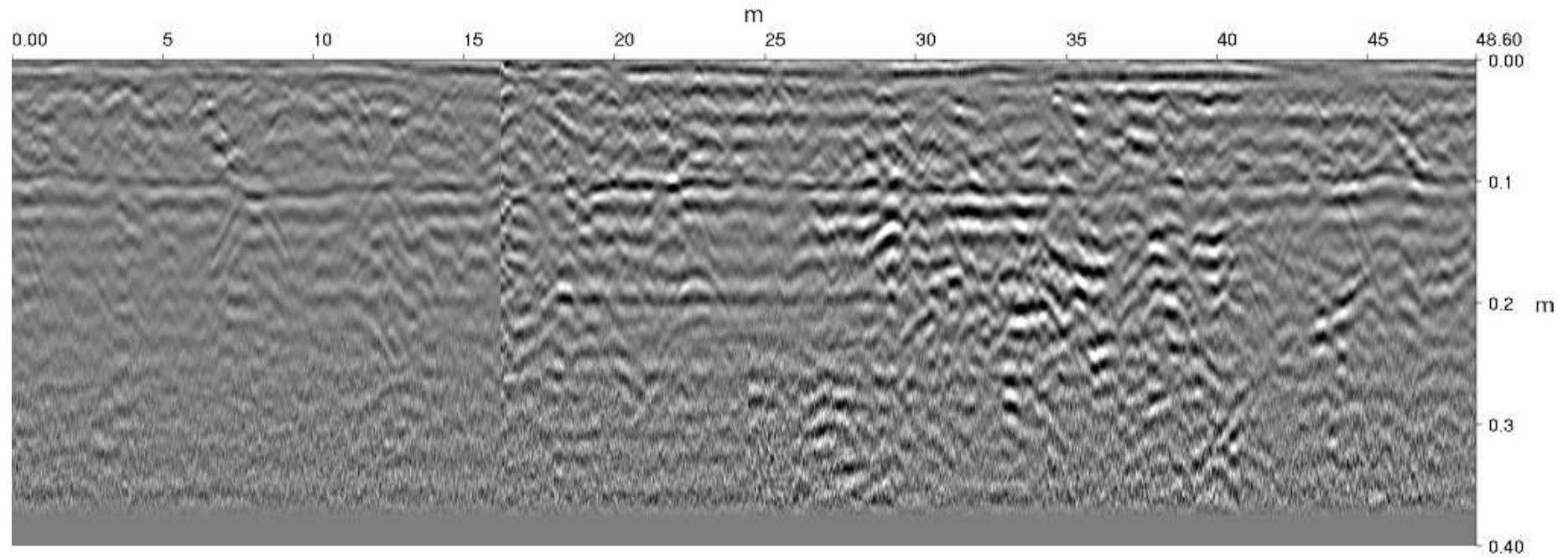
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



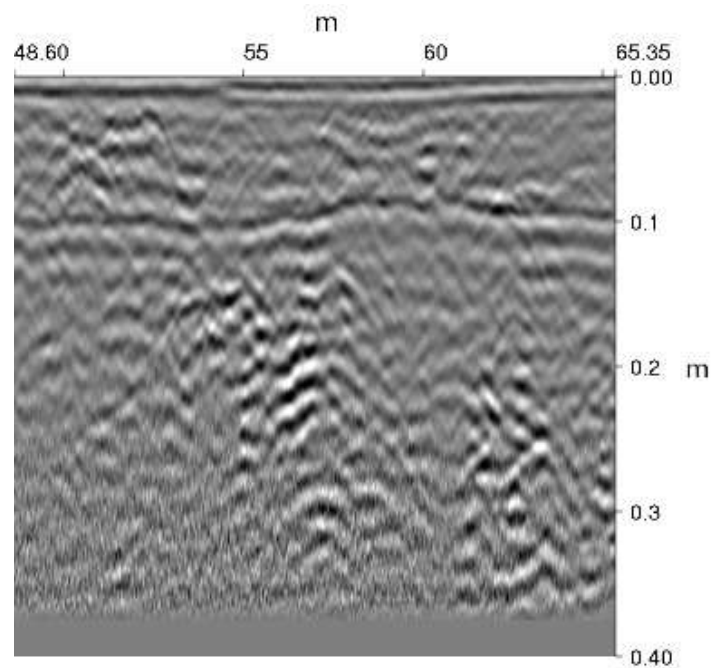
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



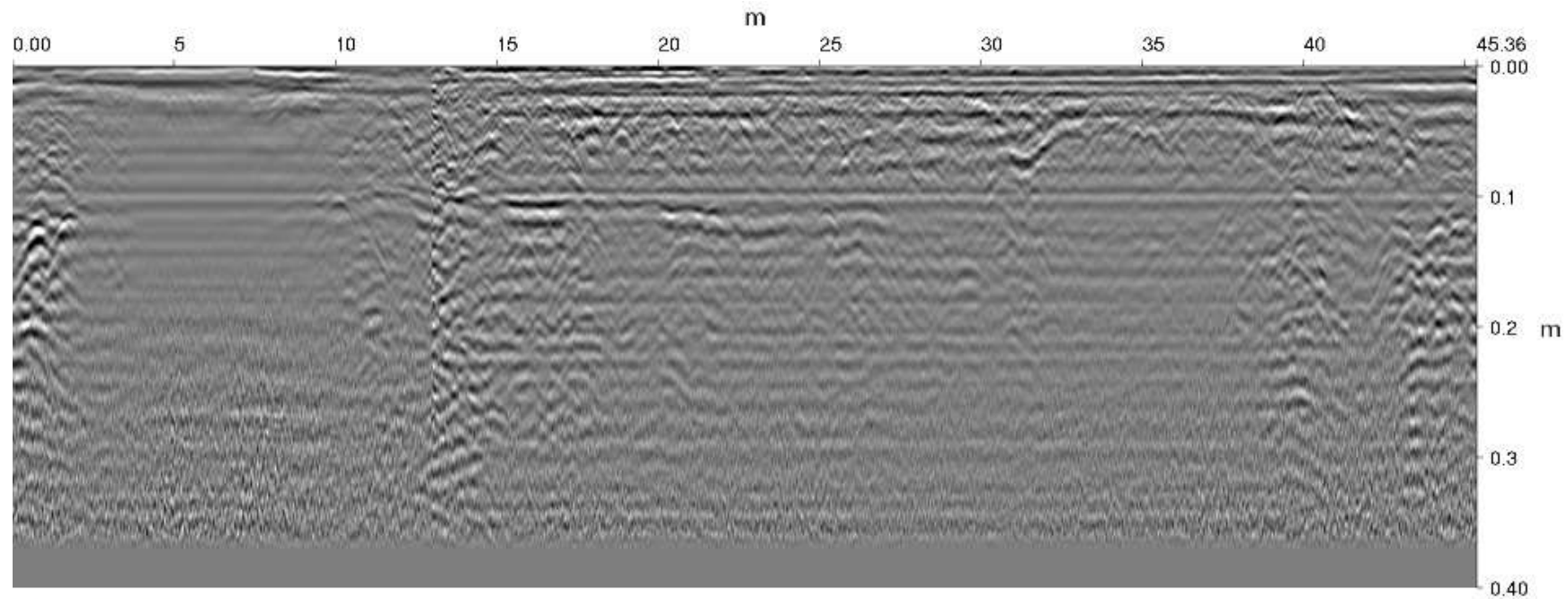
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



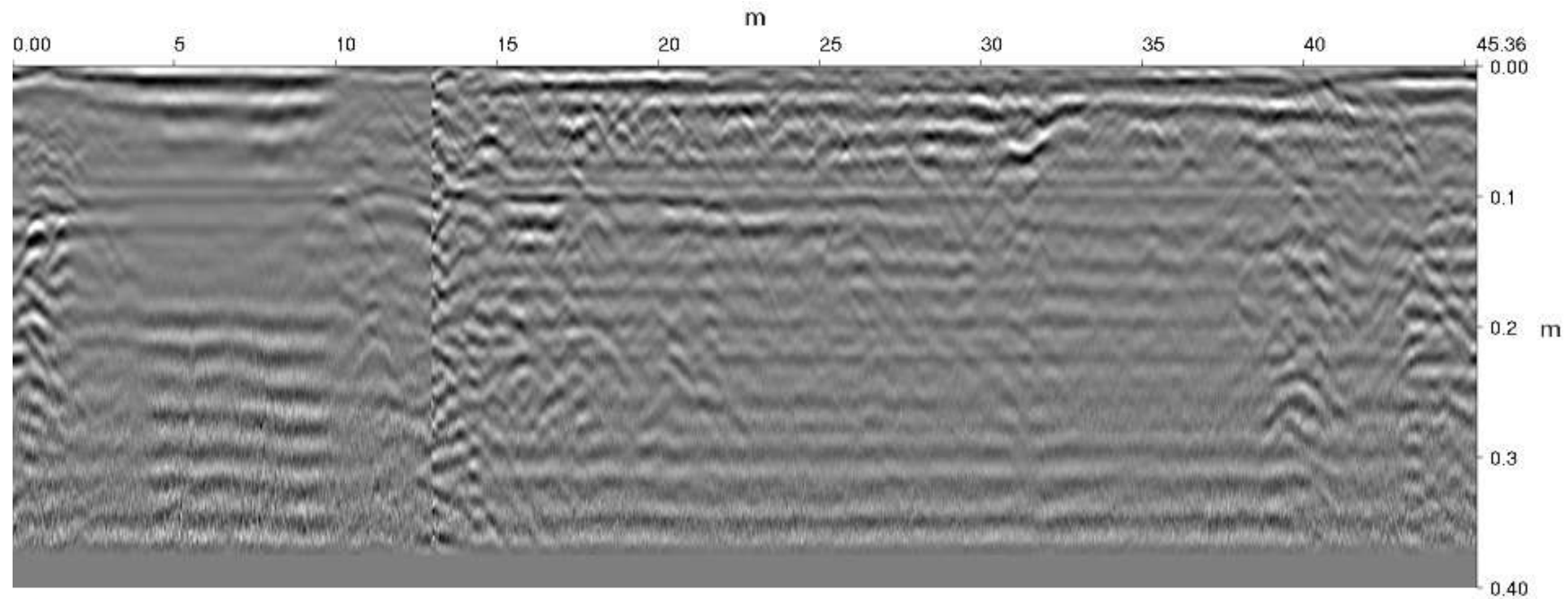
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



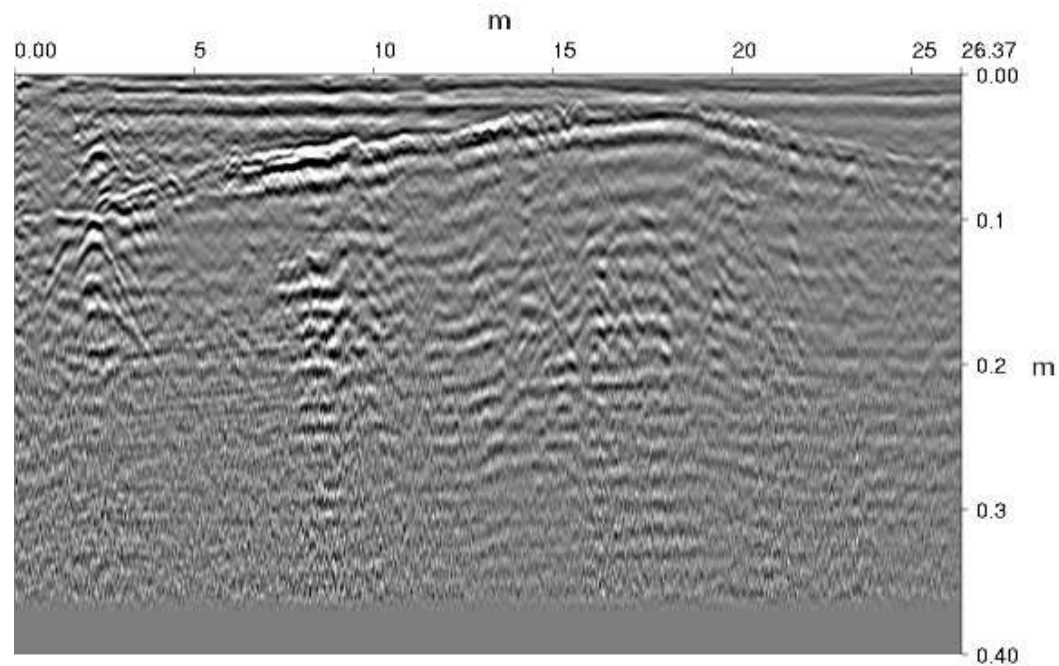
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



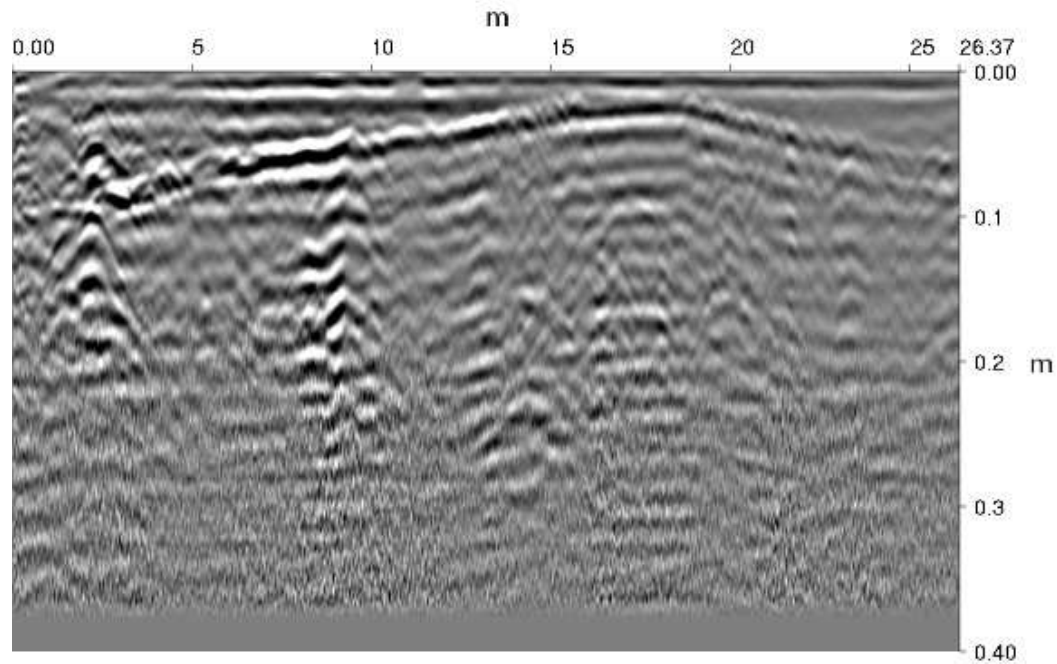
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



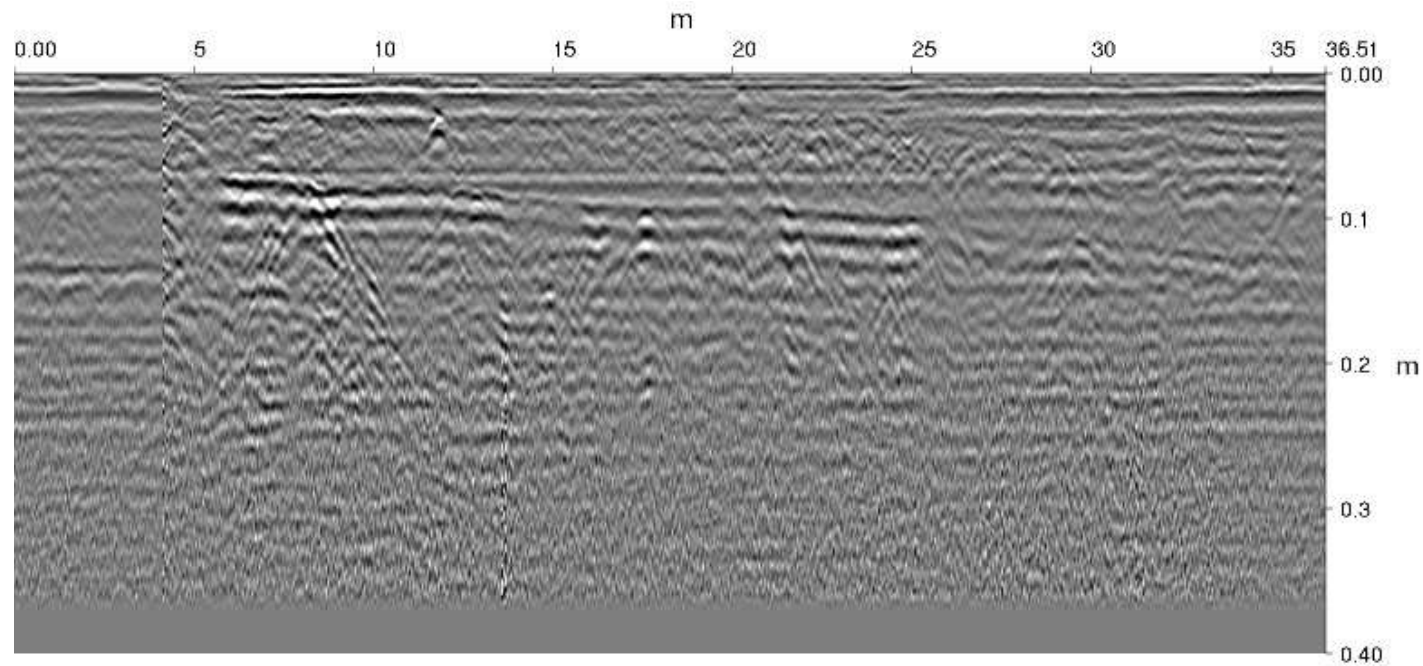
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



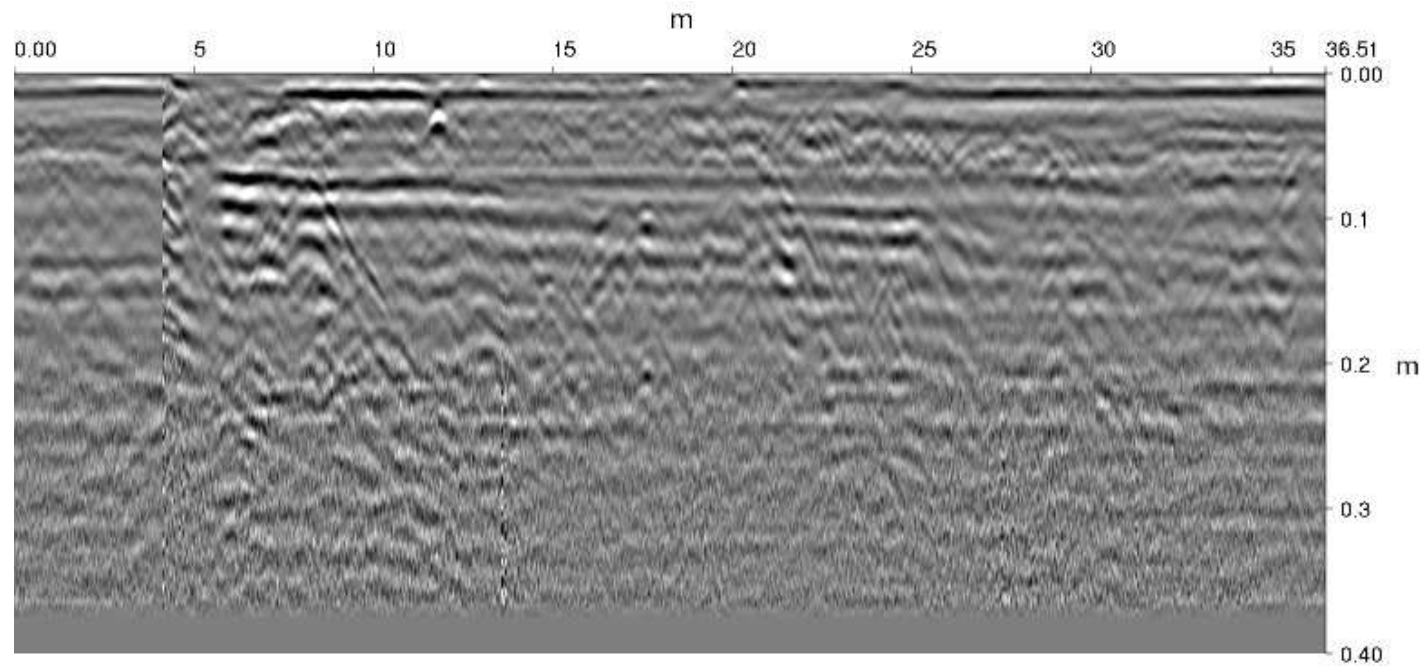
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



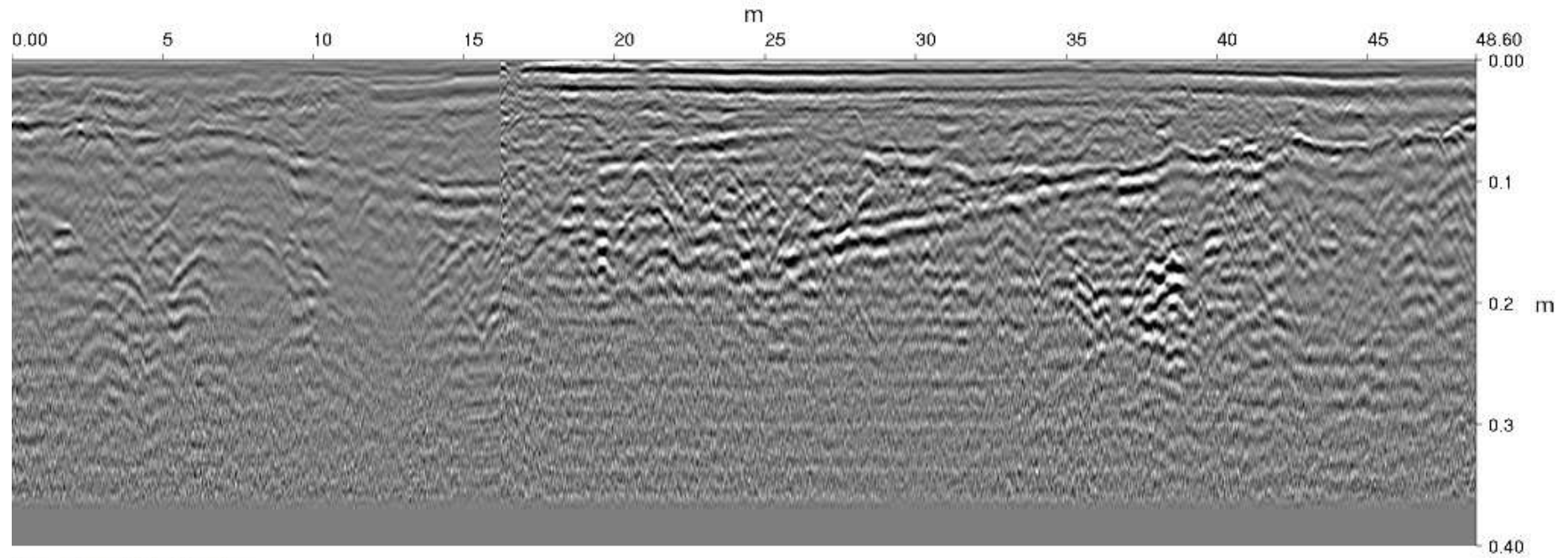
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



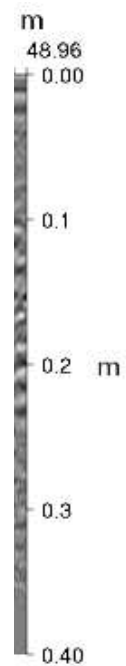
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



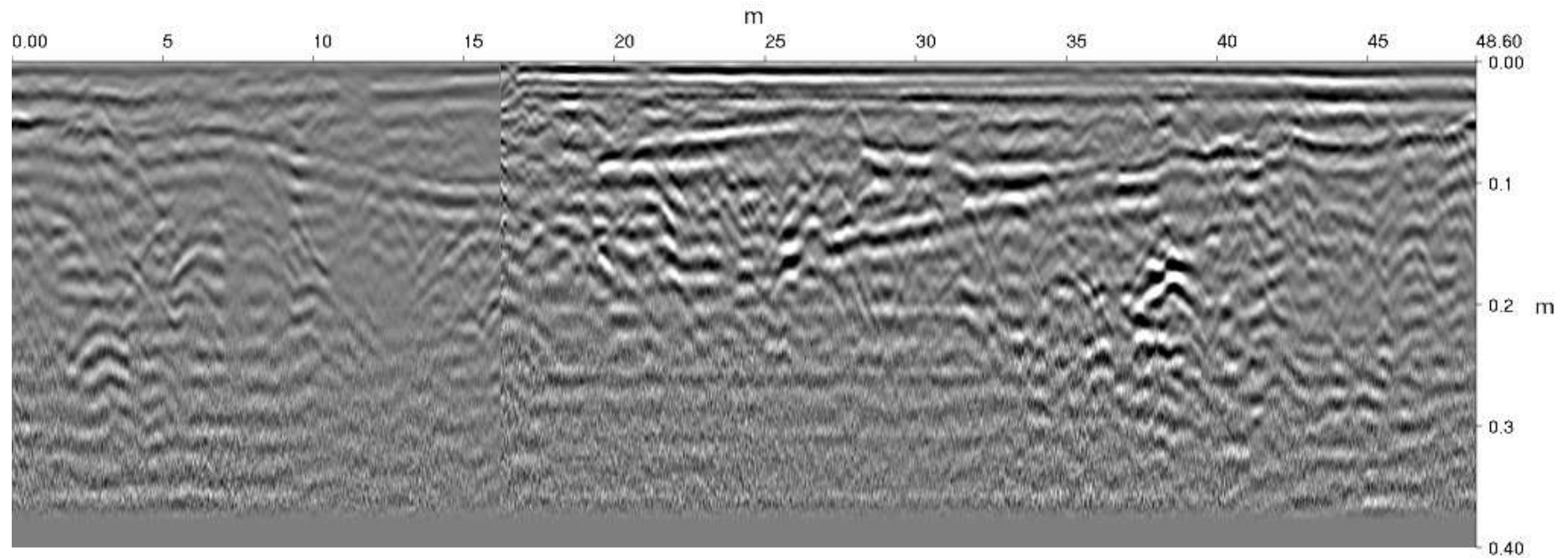
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



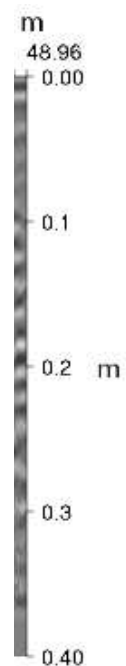
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



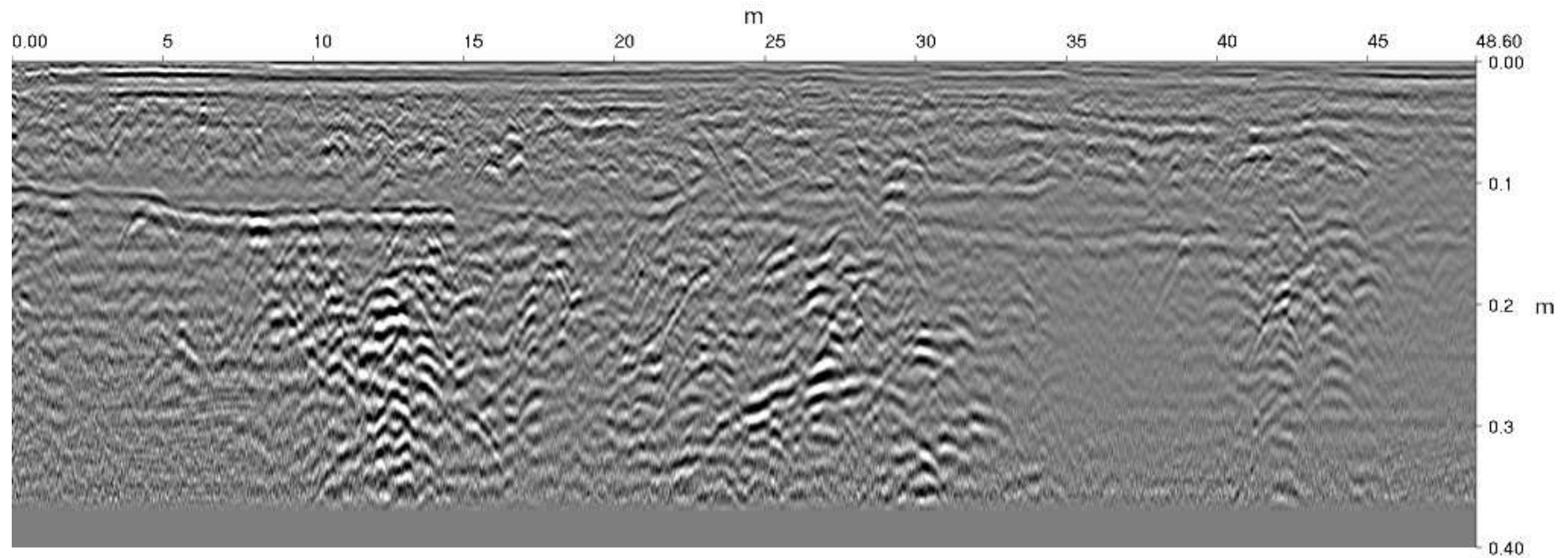
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



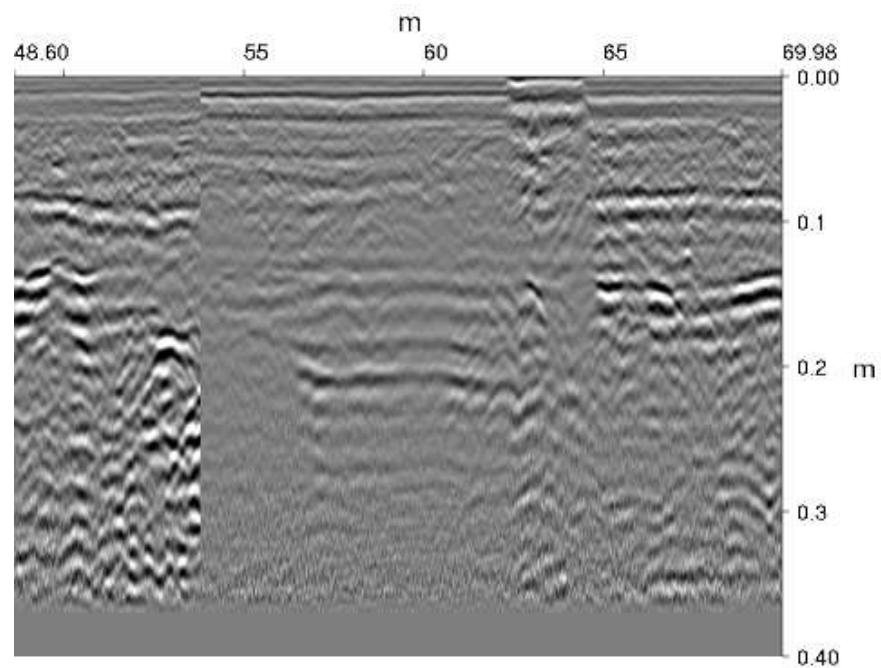
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



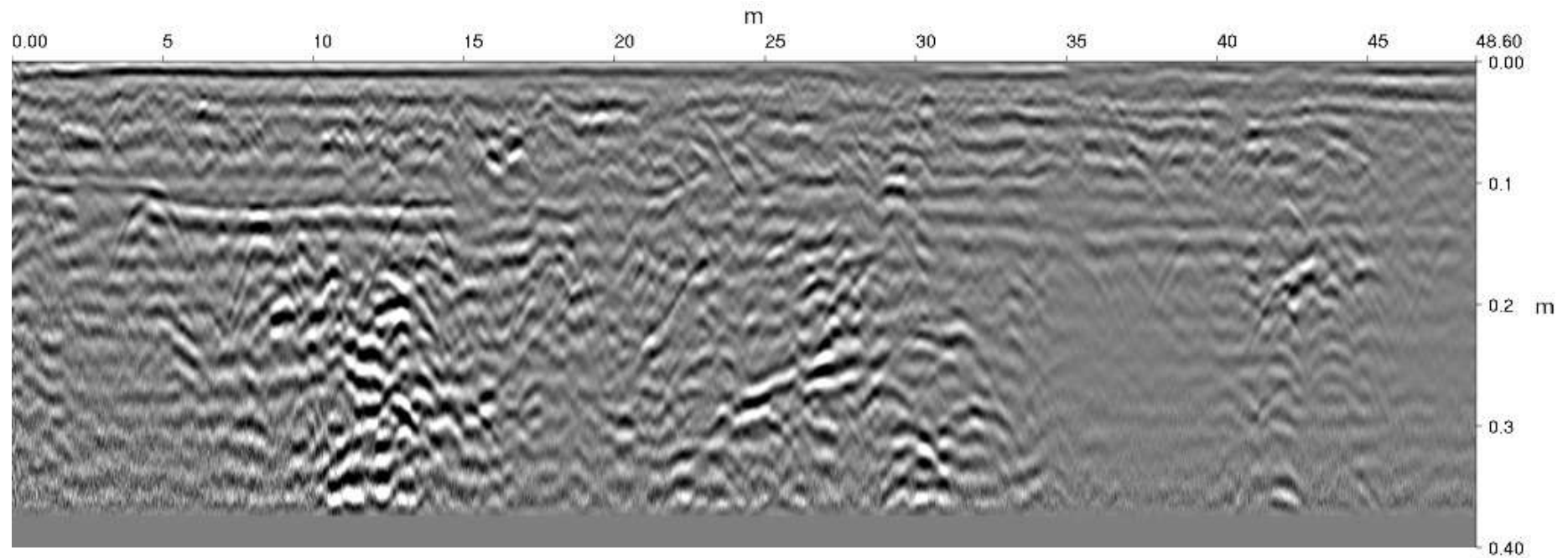
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



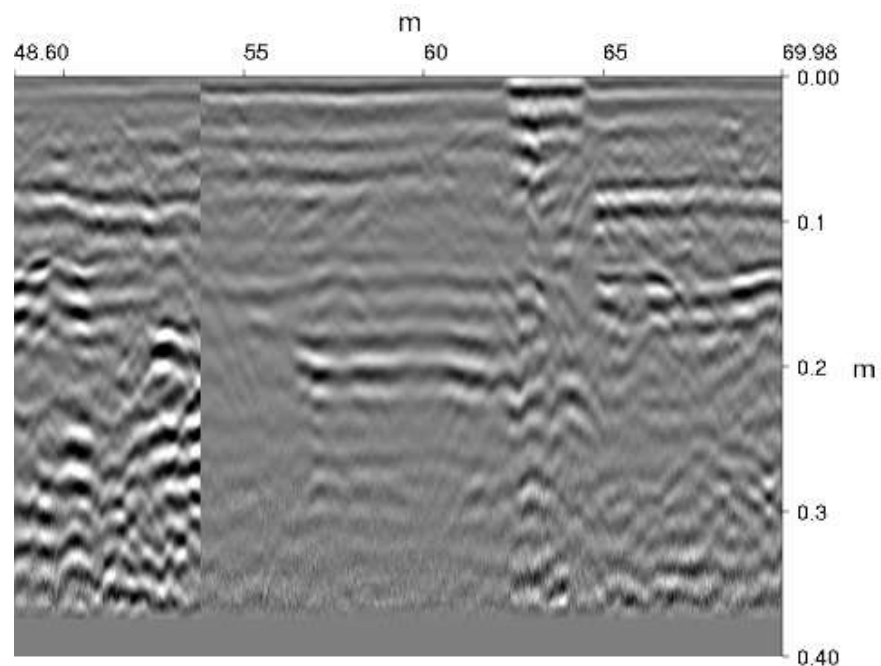
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



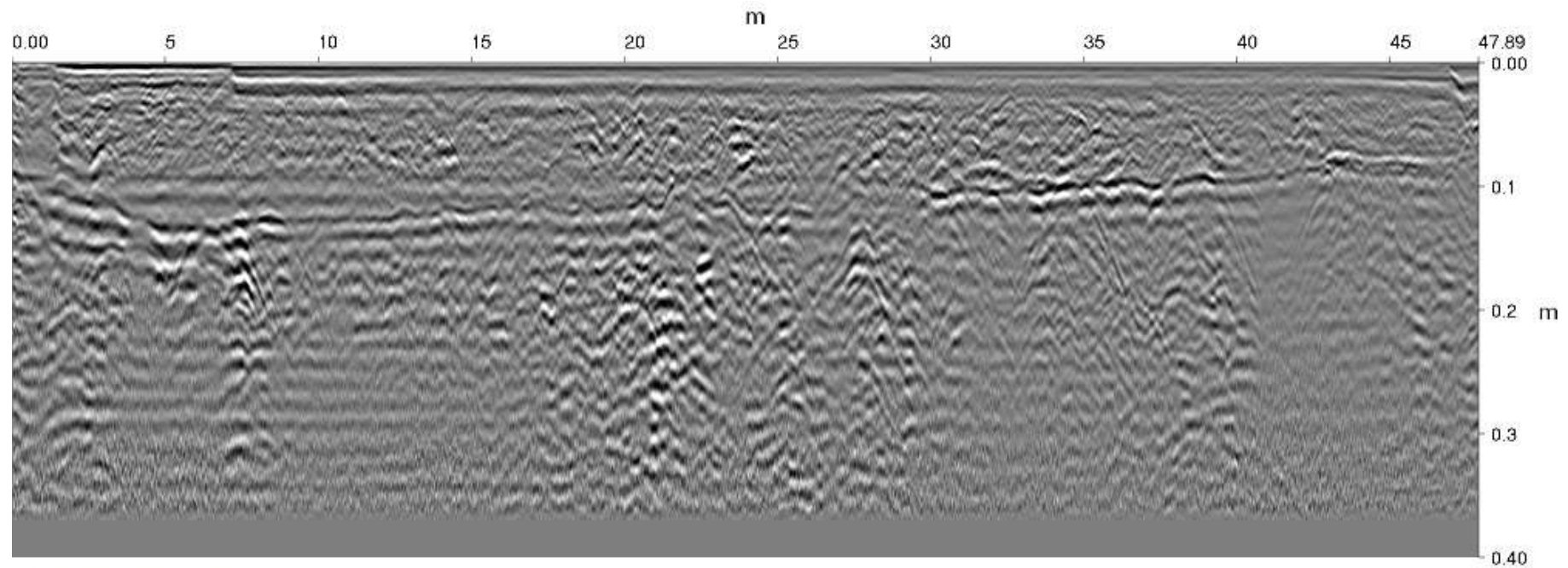
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



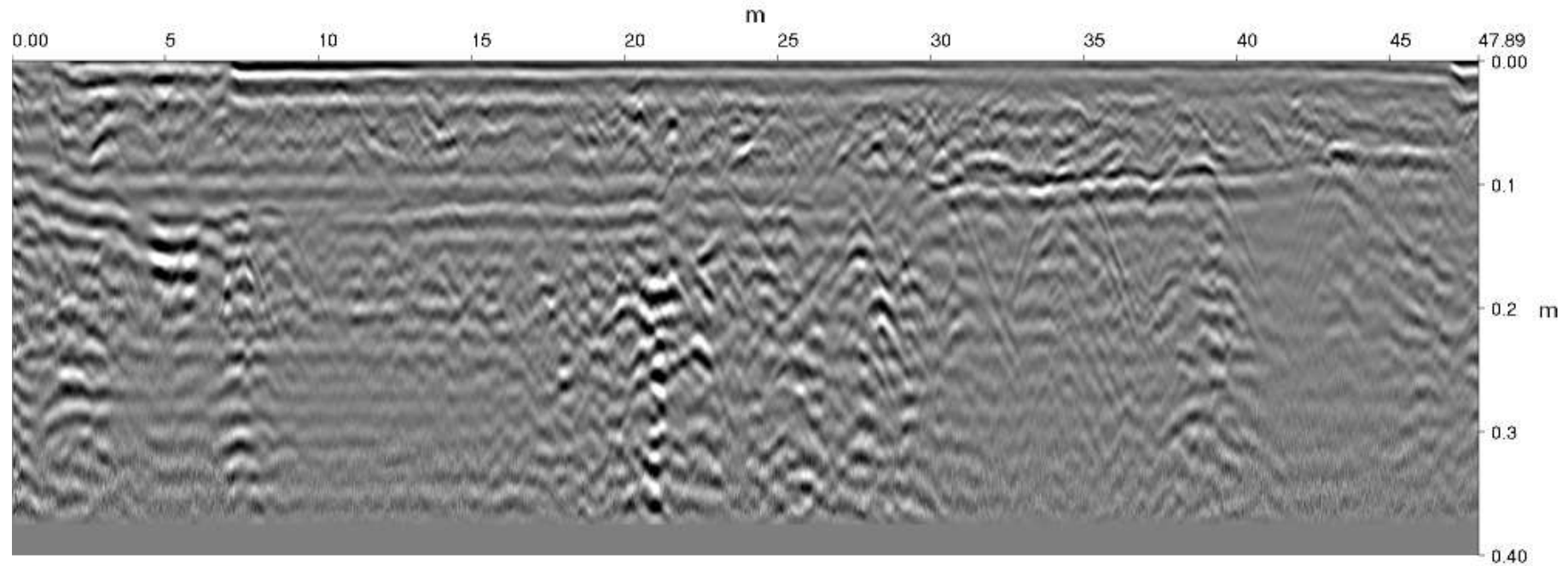
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



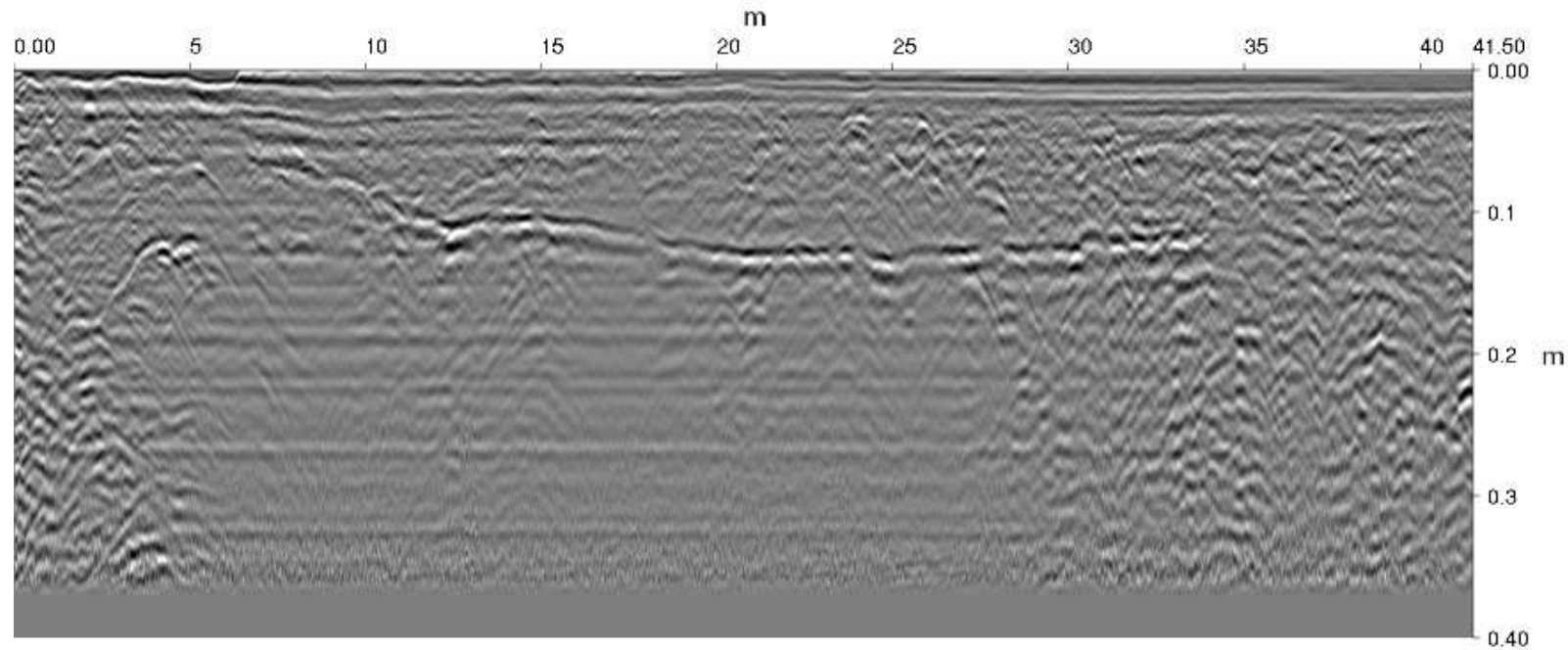
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



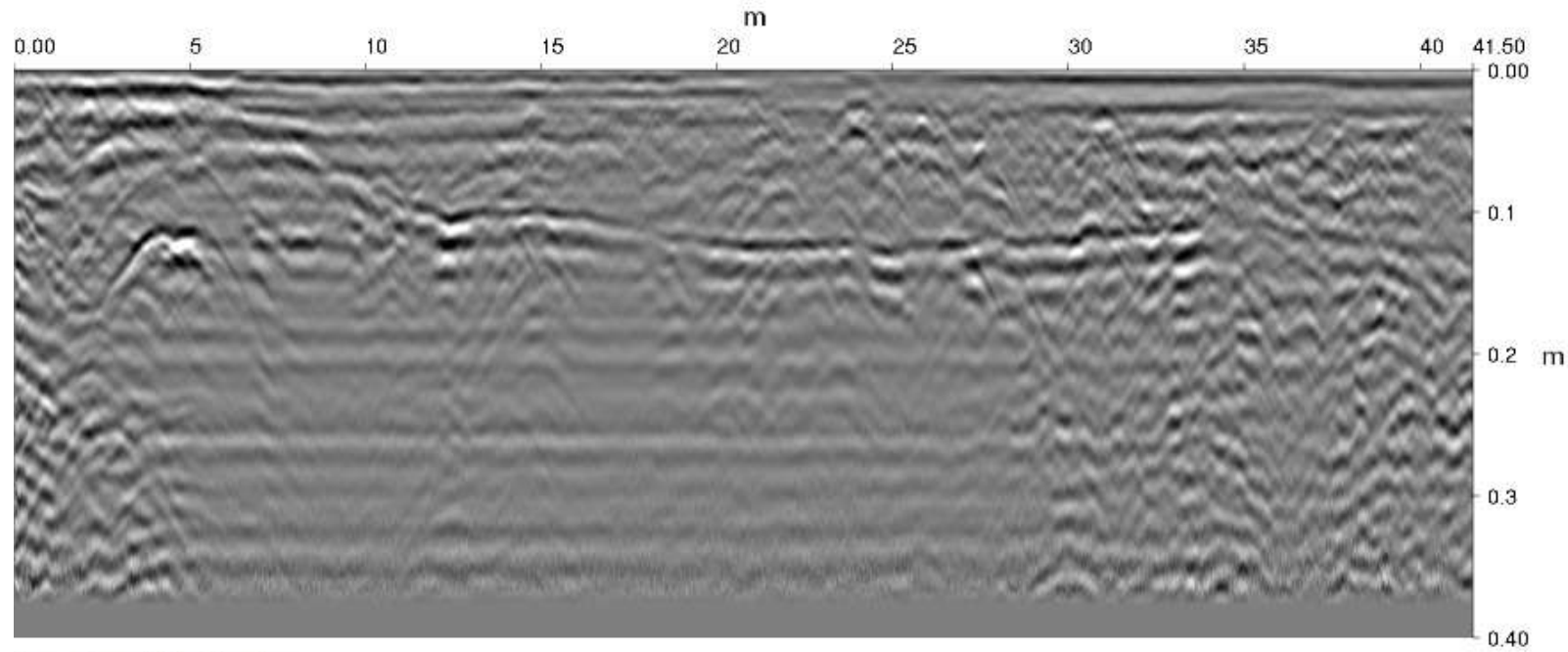
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



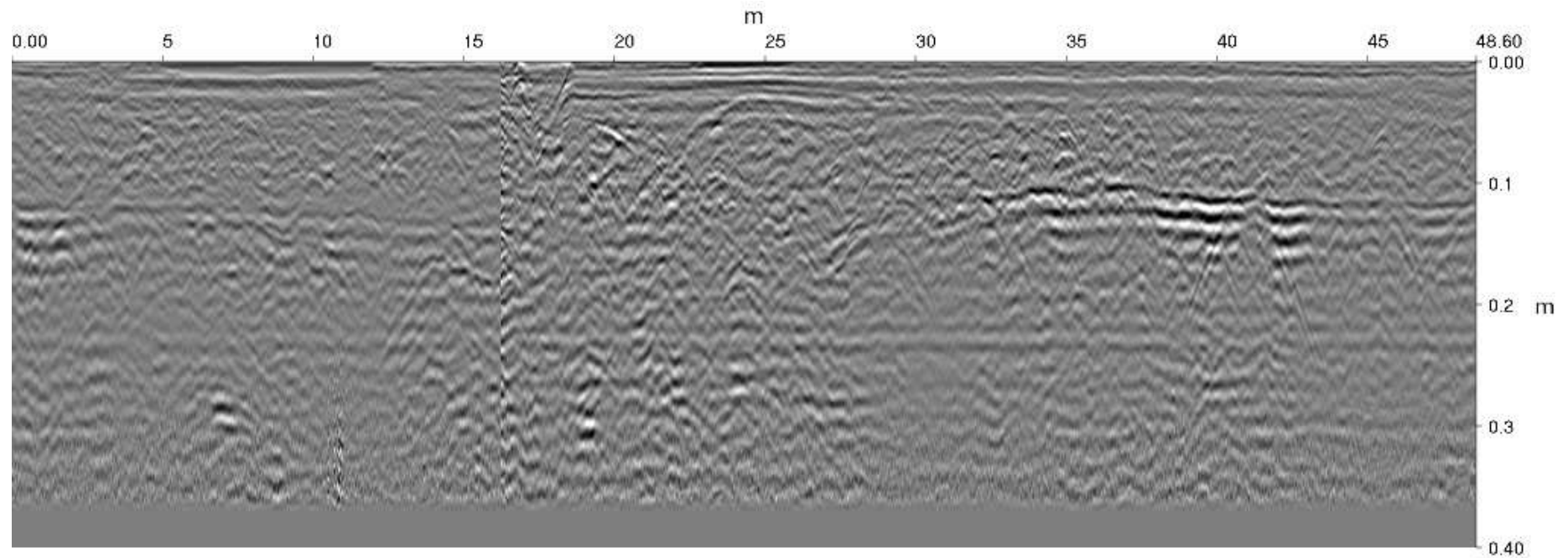
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



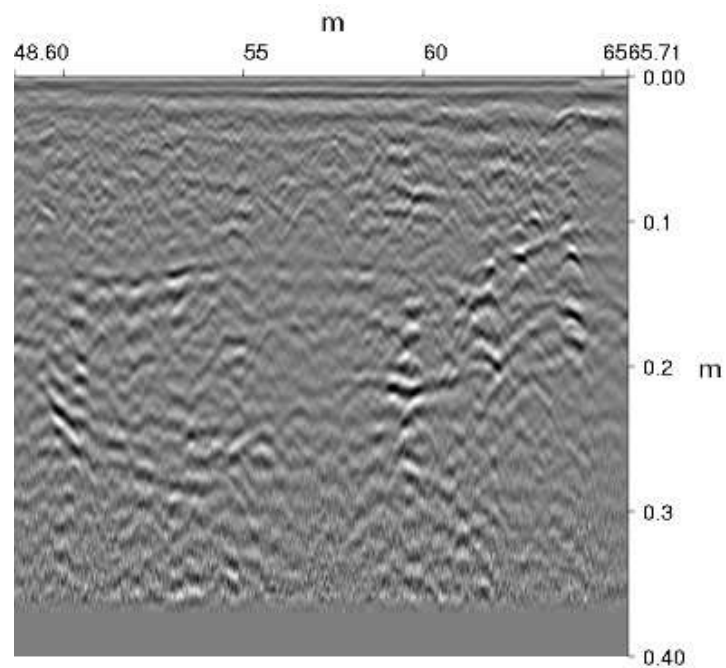
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



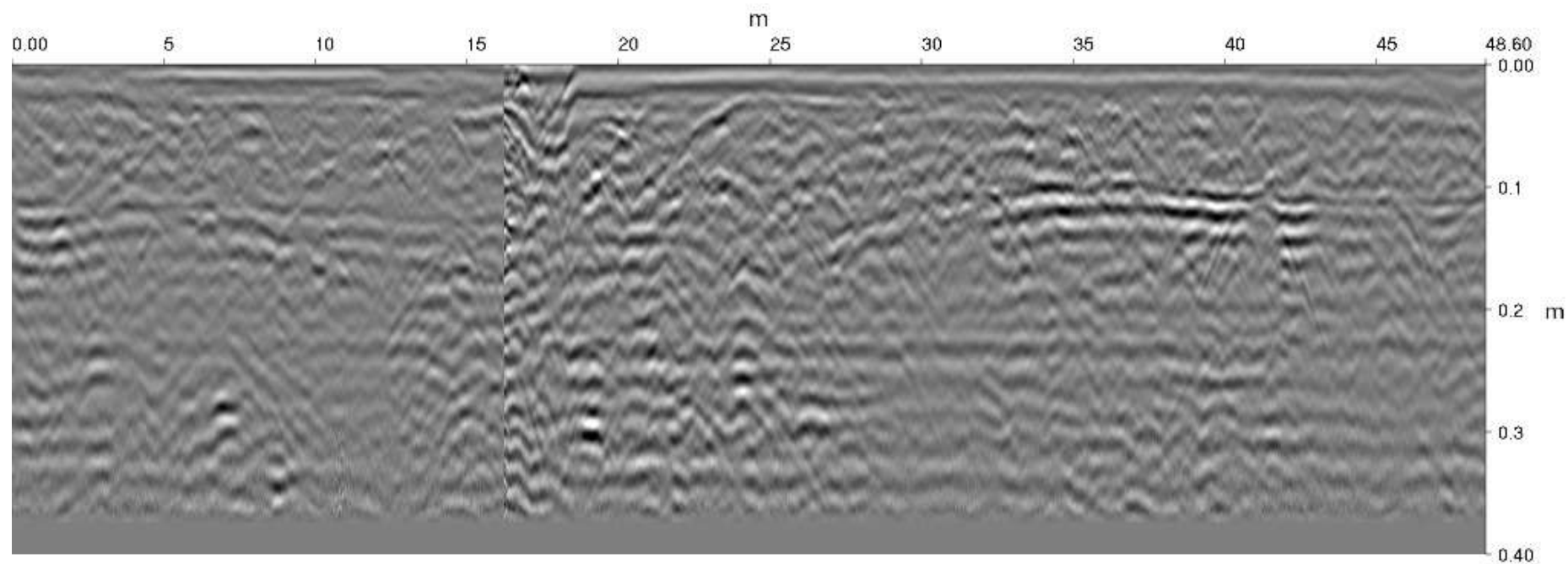
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



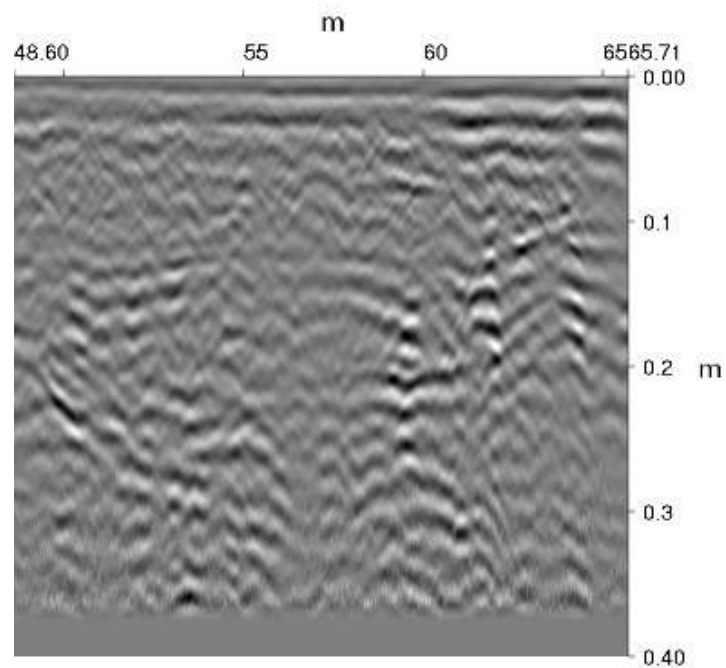
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



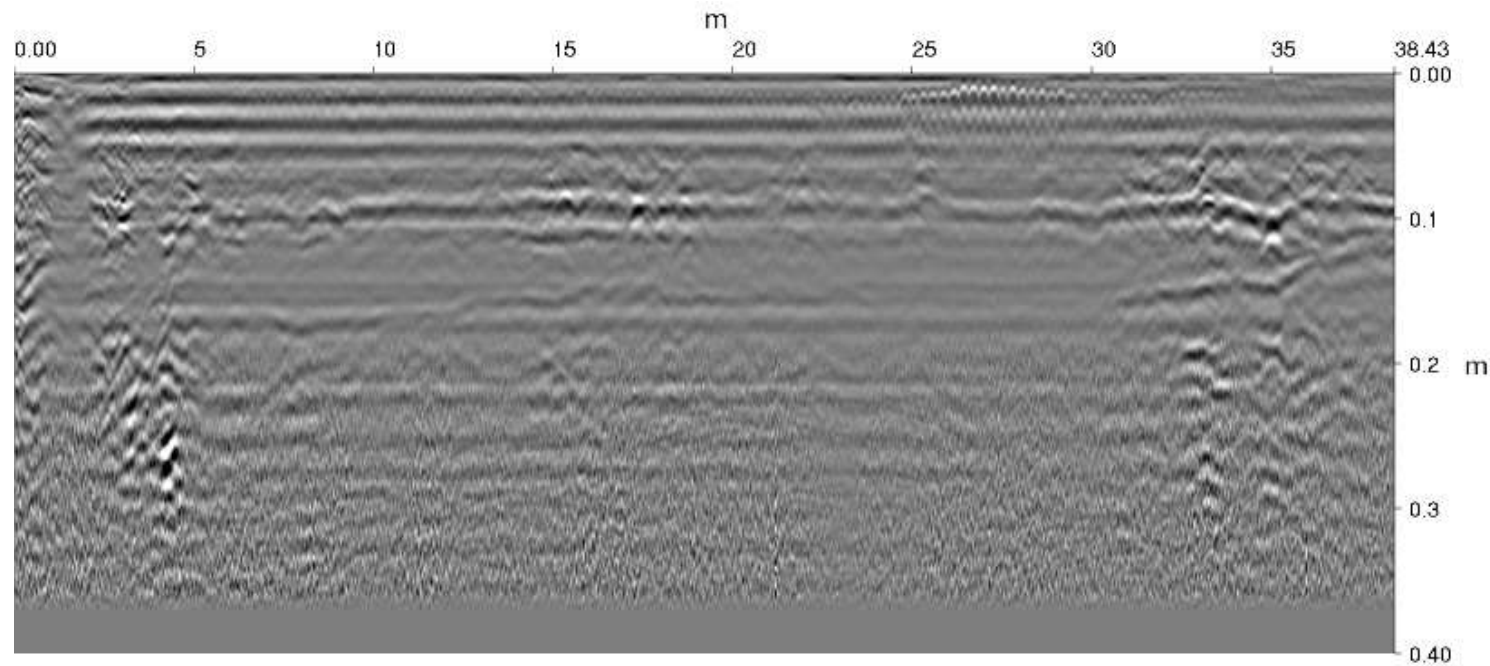
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



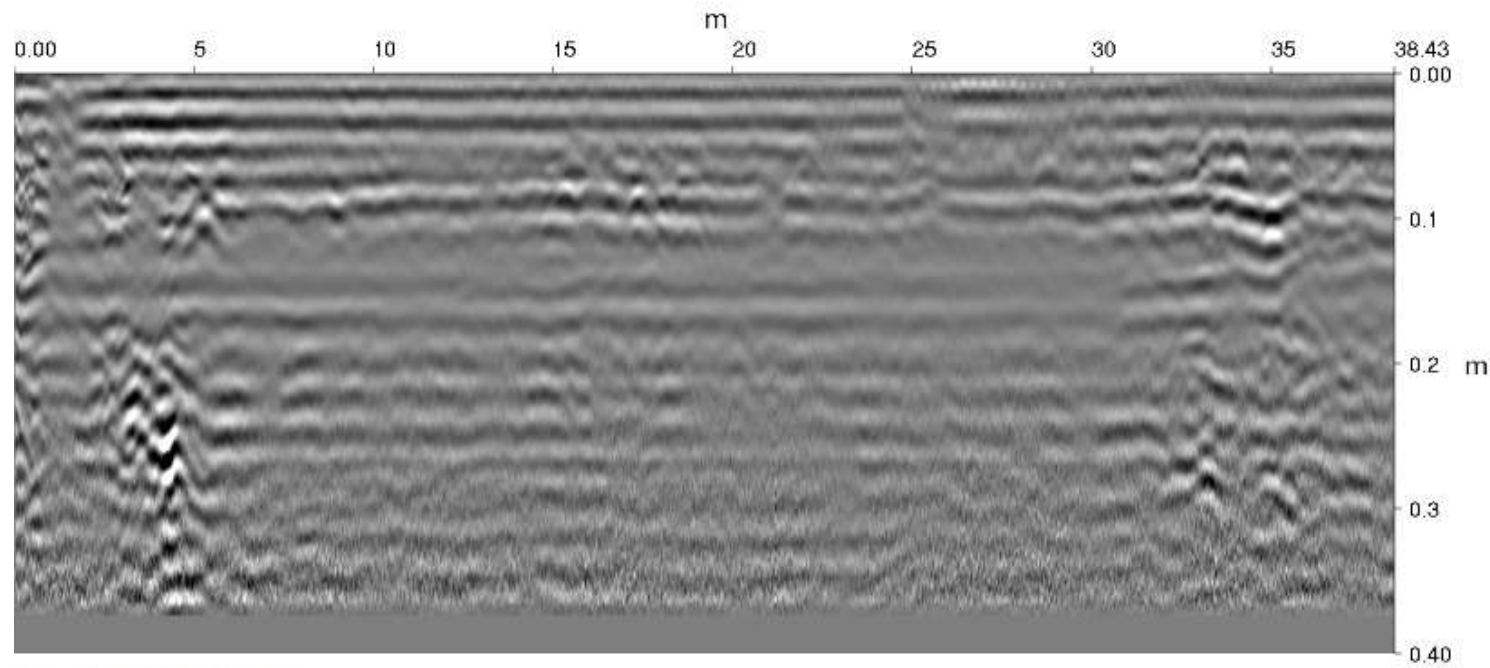
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



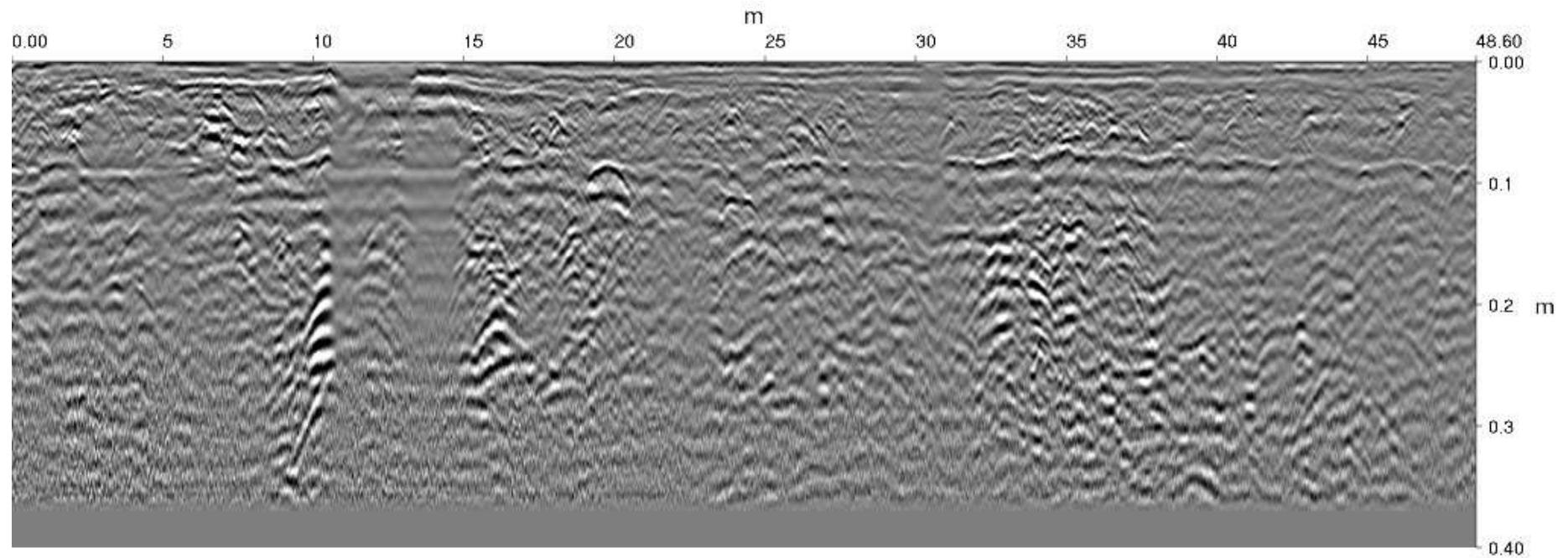
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



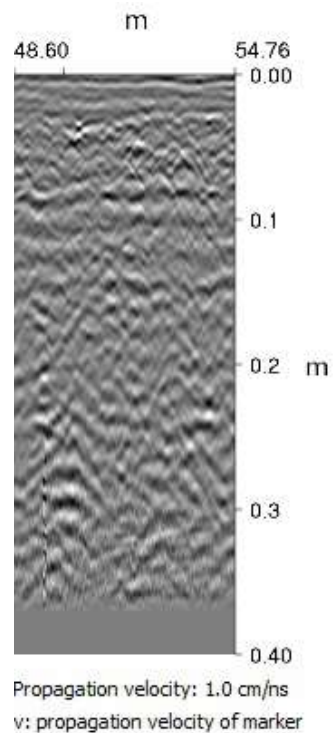
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker

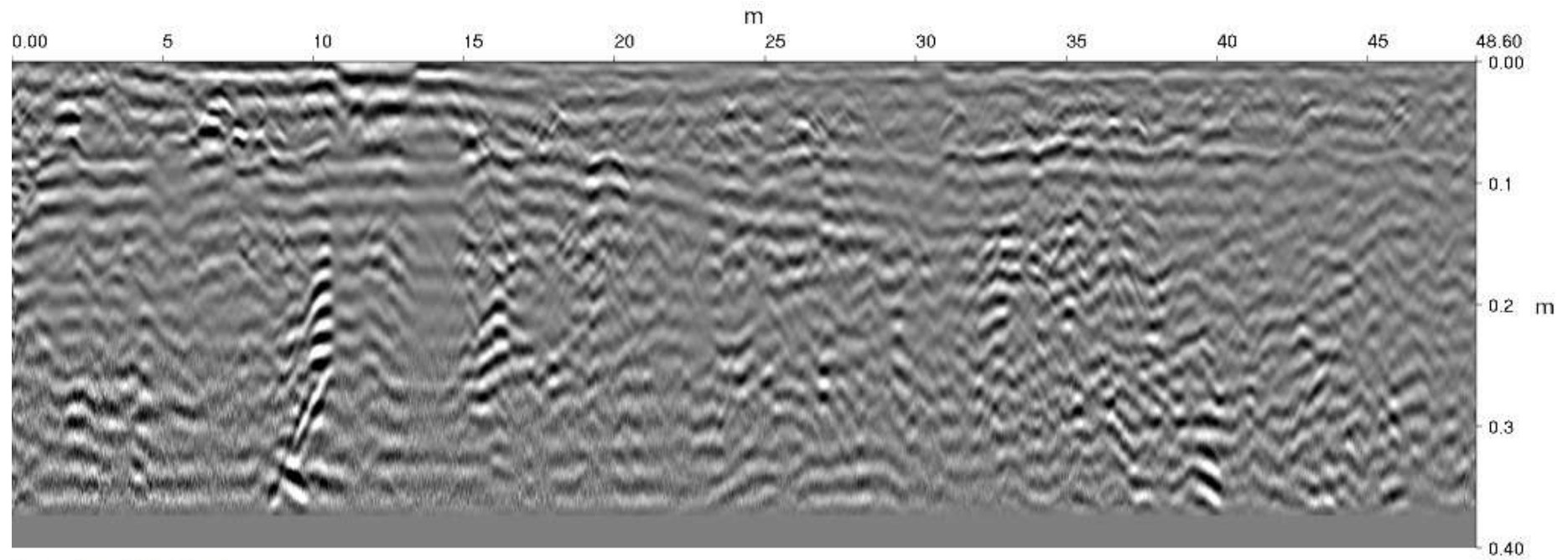


Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker

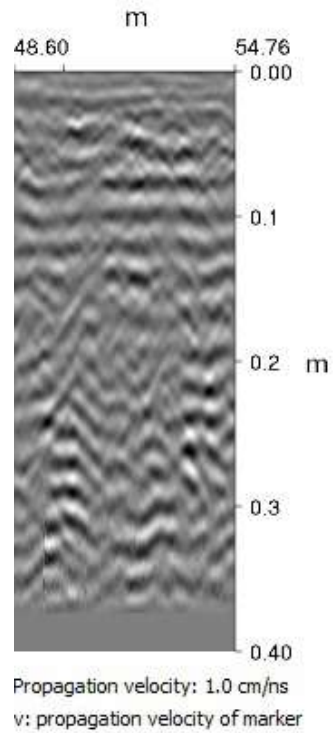


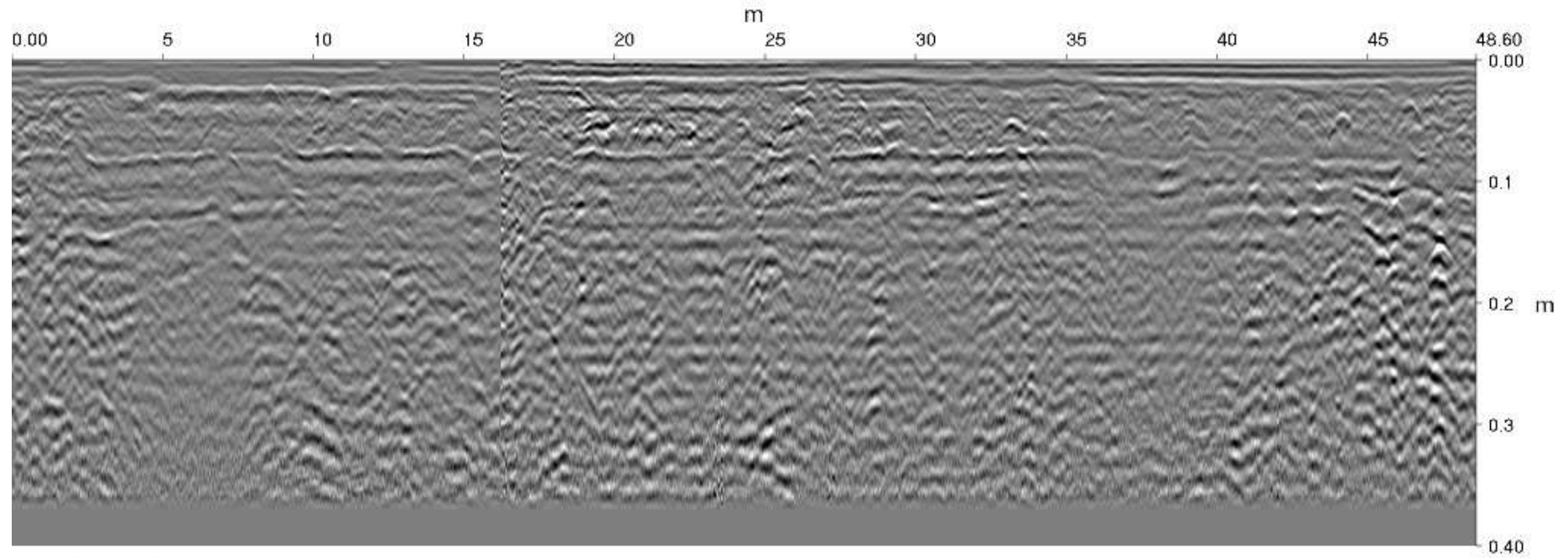
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



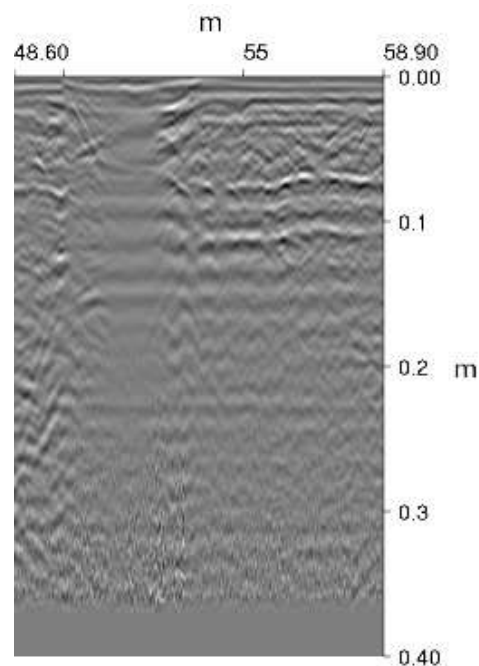


Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker

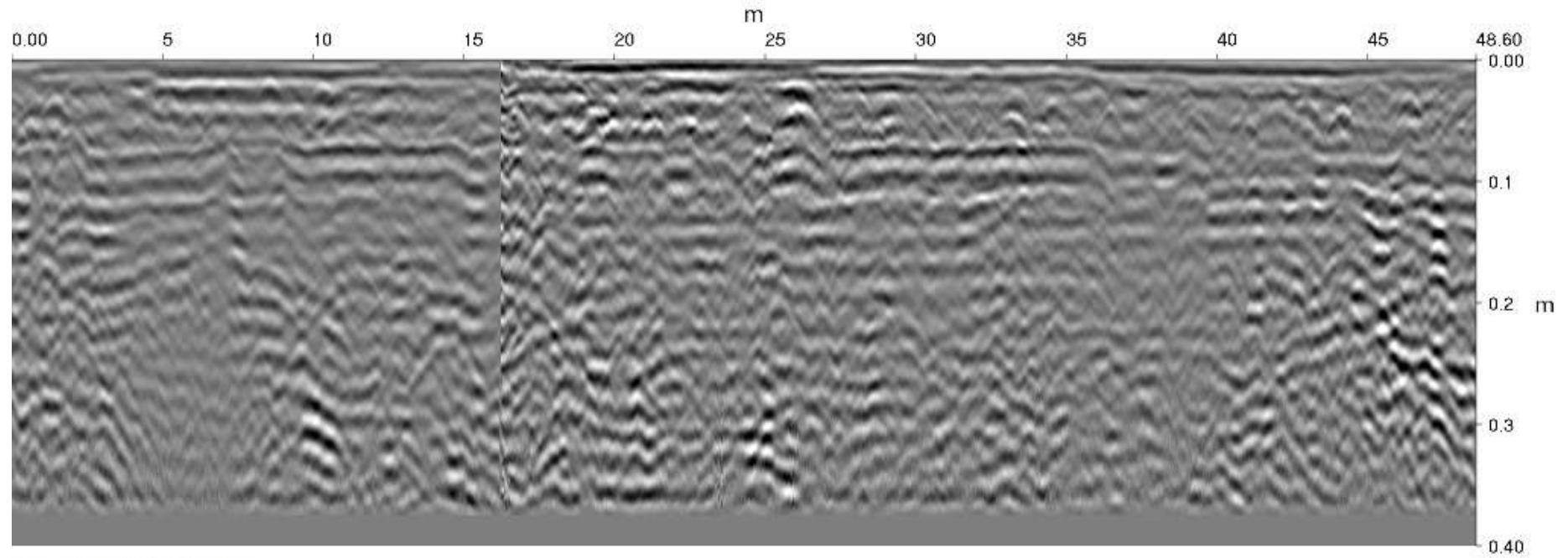




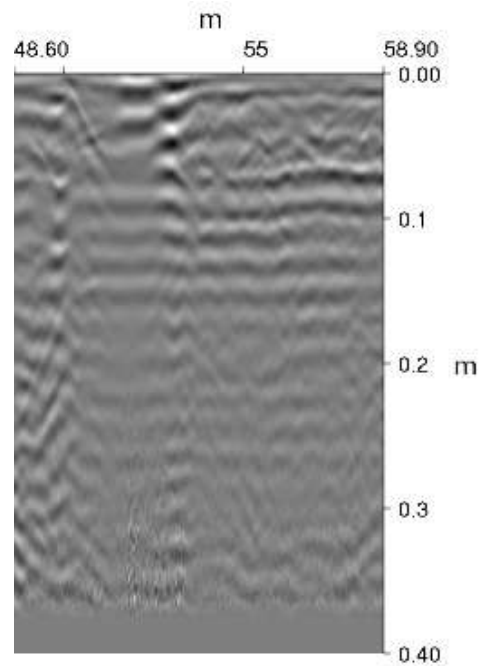
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



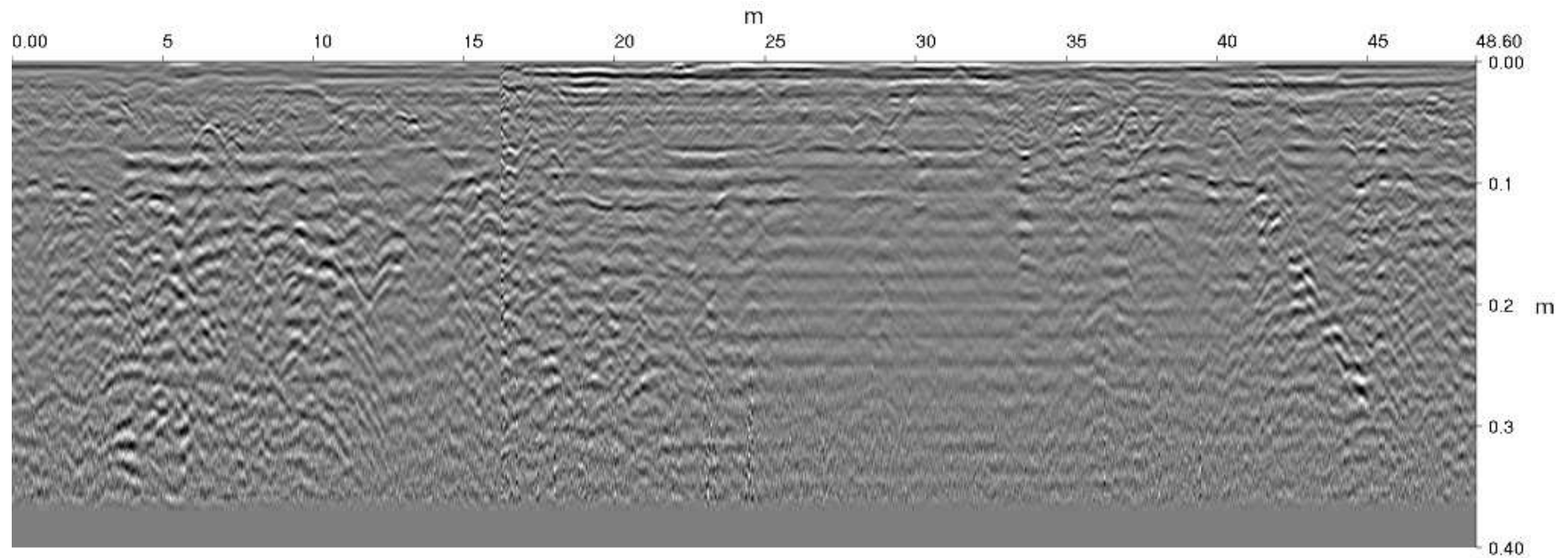
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



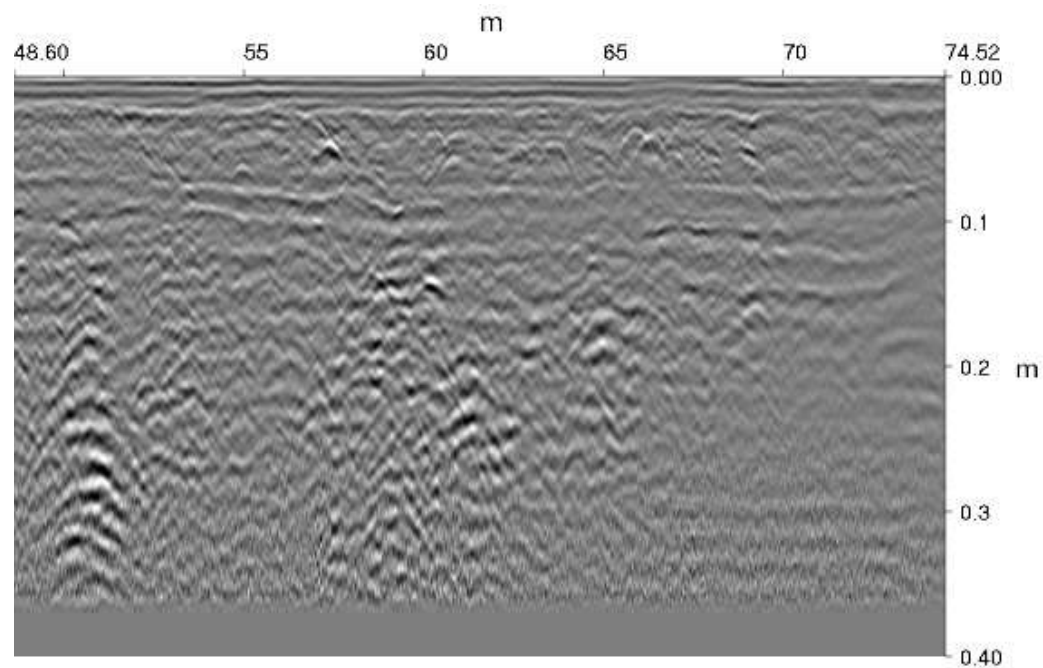
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



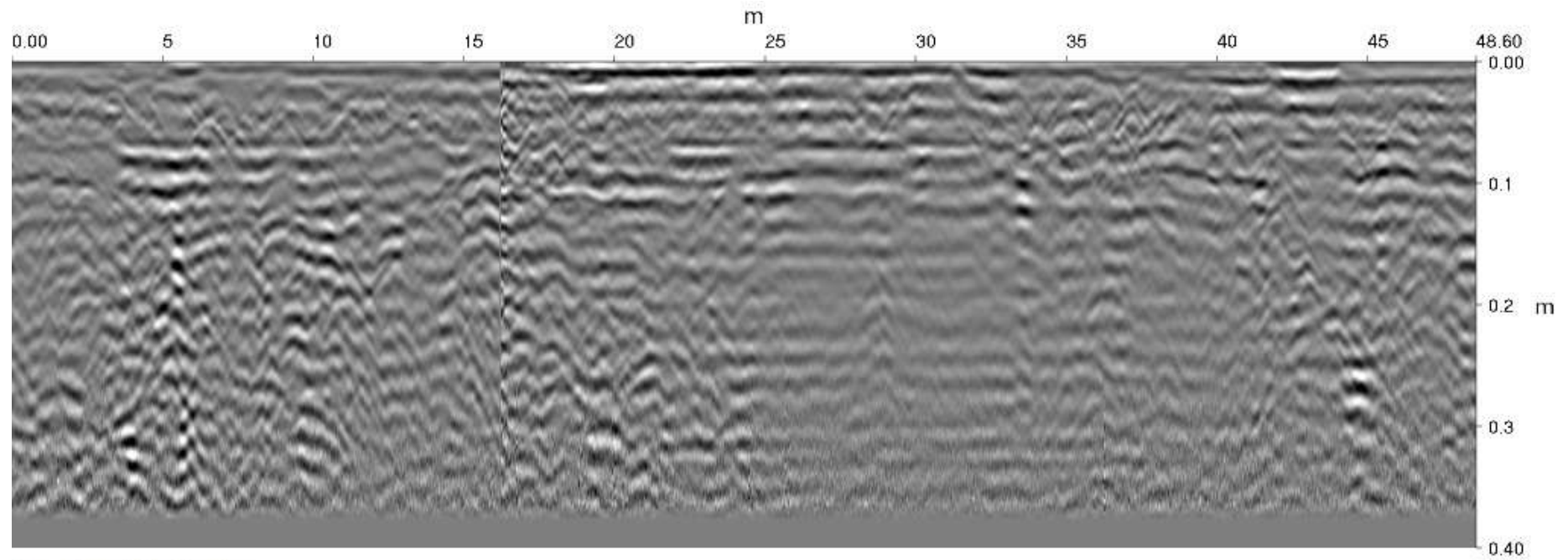
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



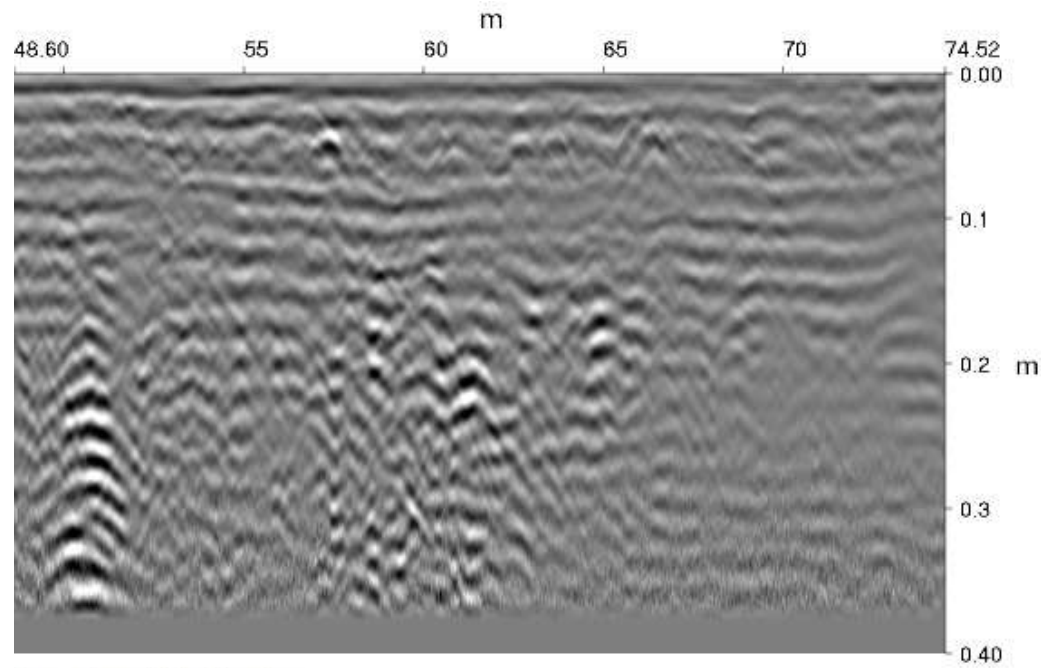
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



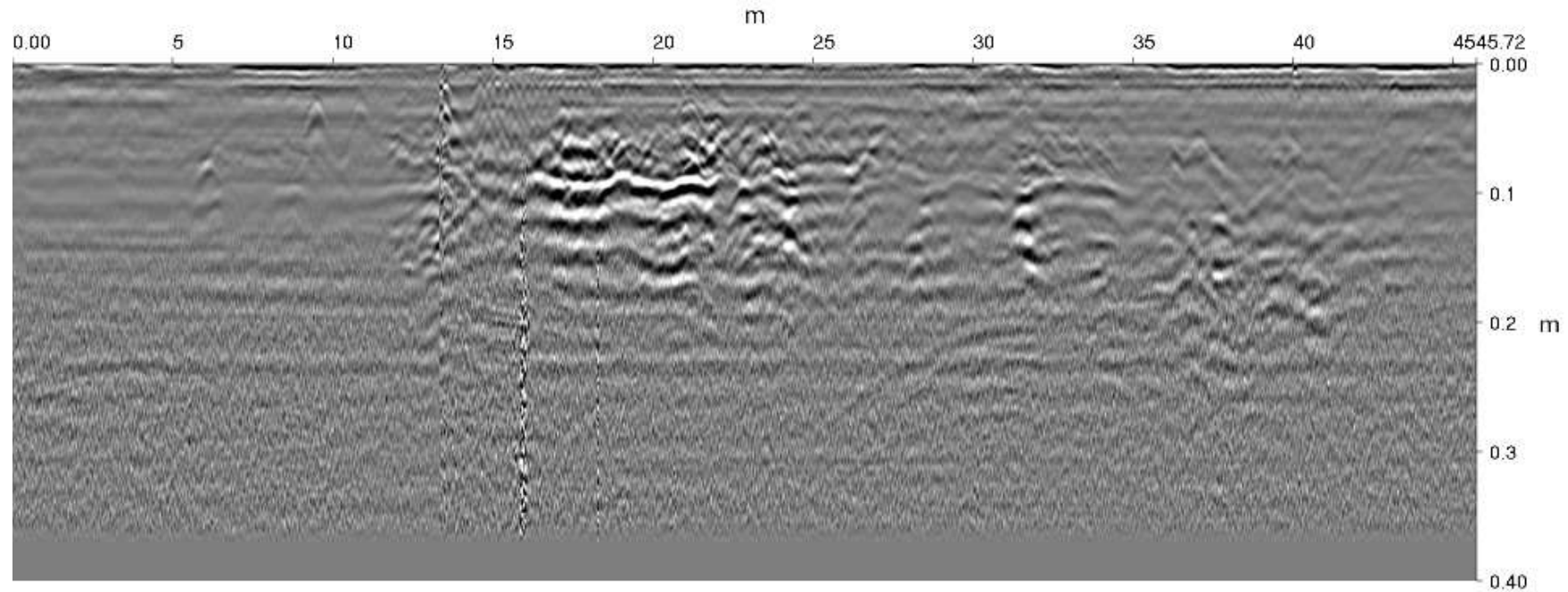
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



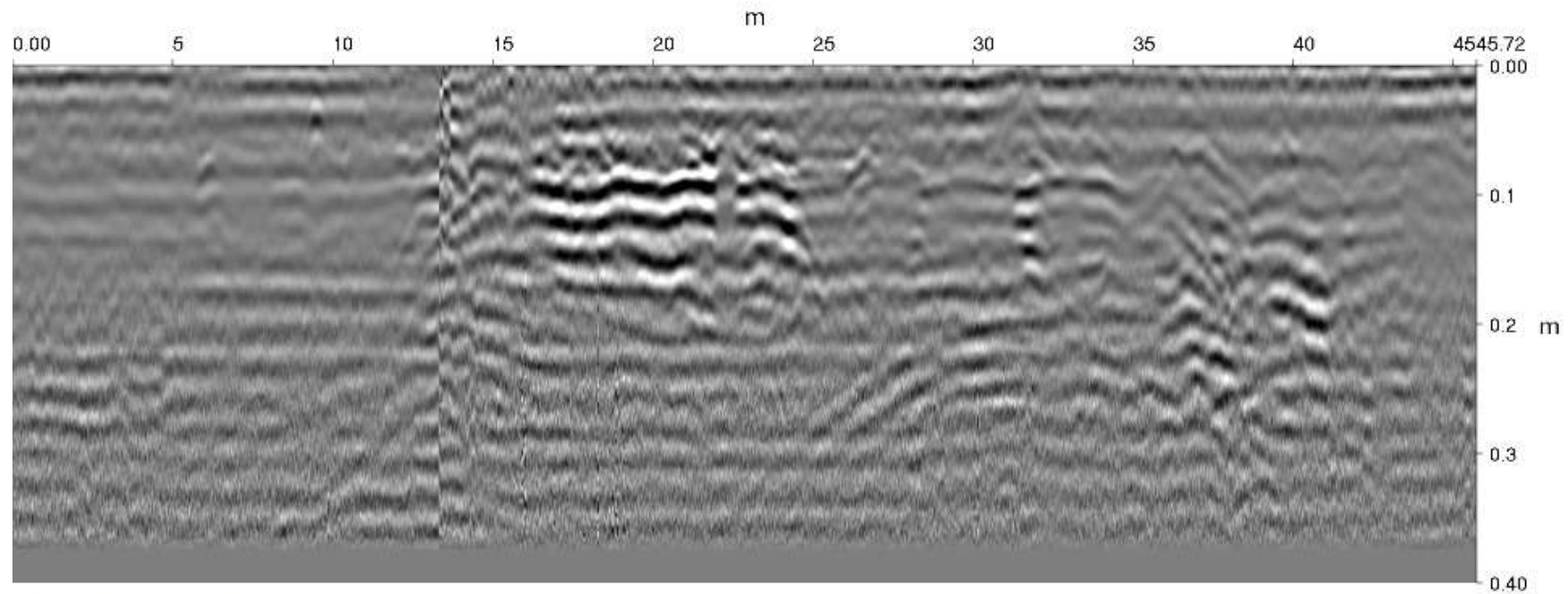
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



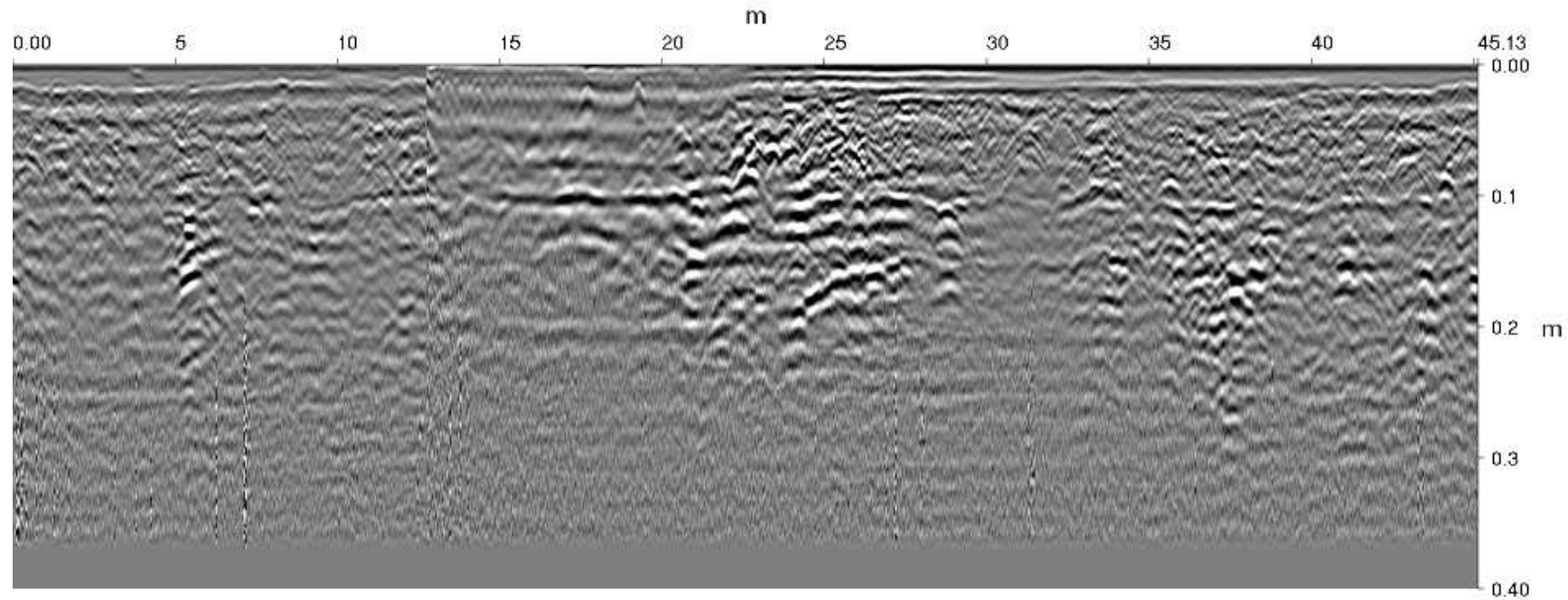
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



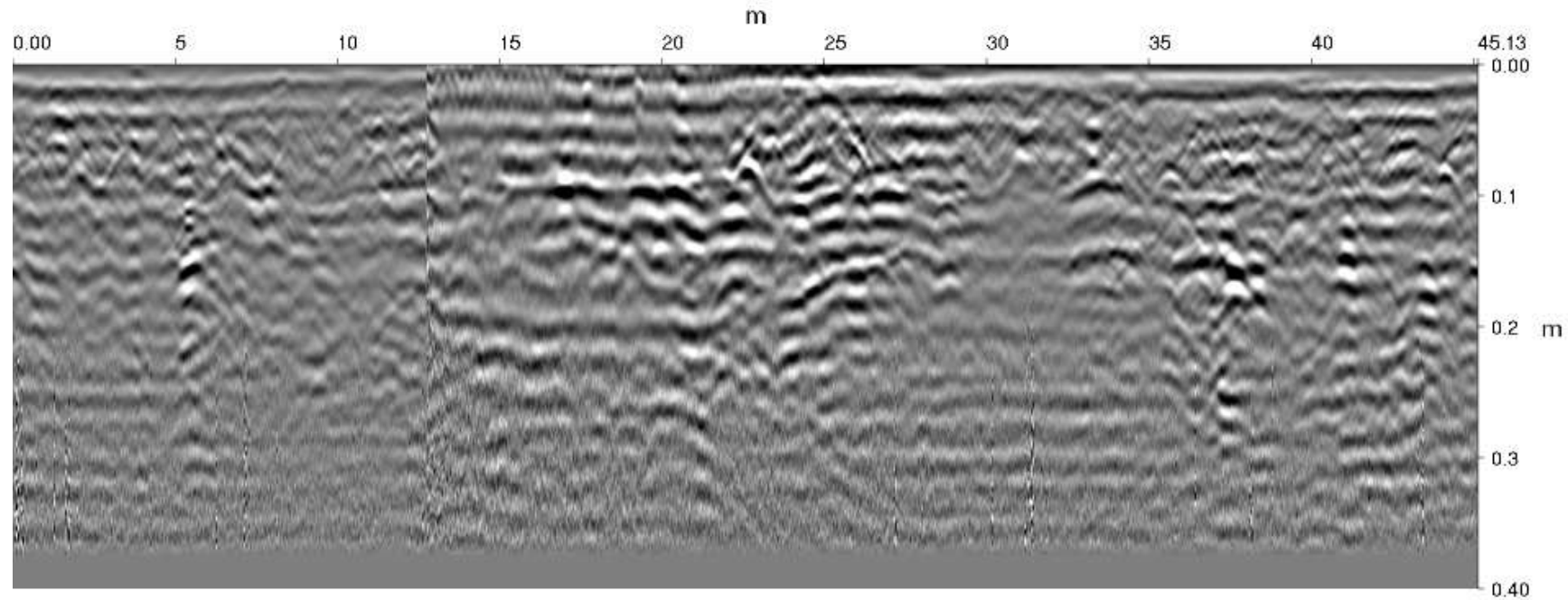
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



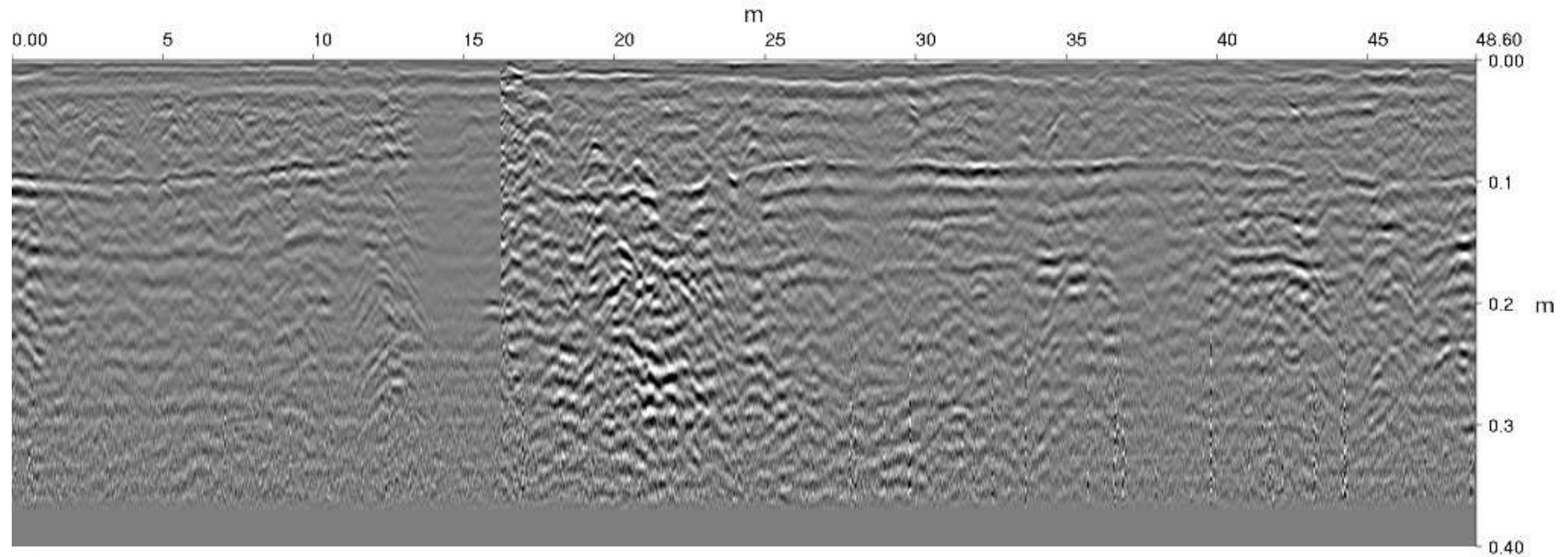
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



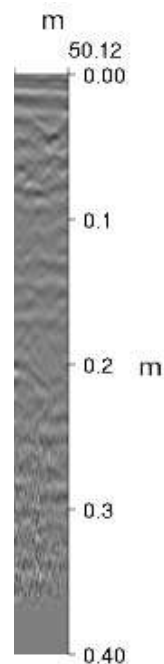
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



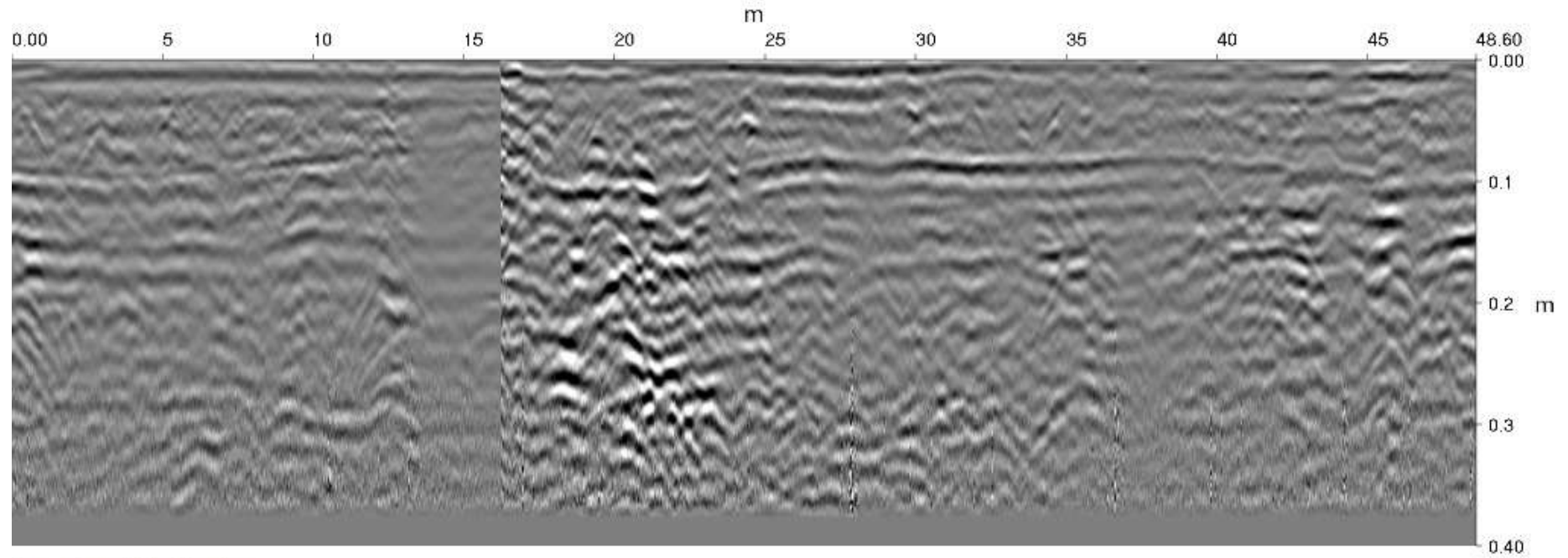
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



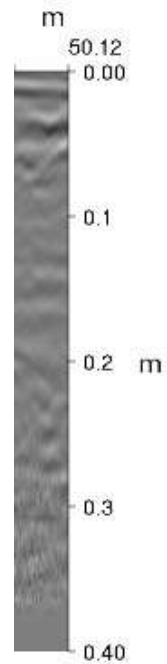
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



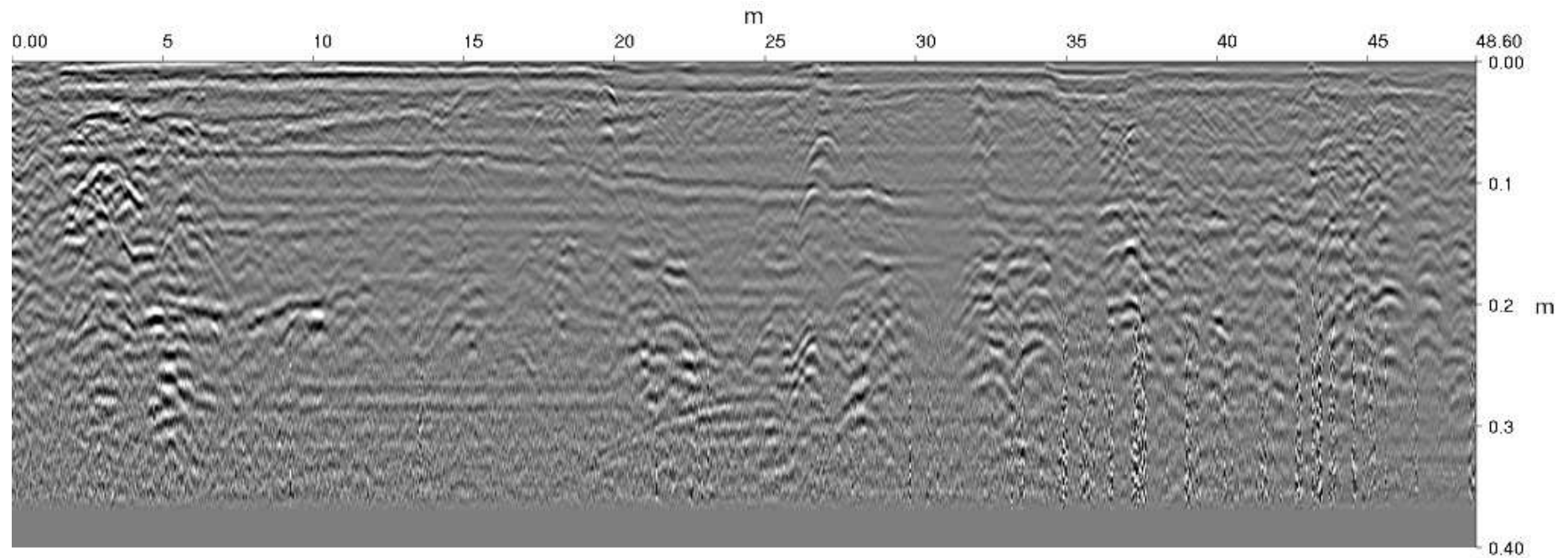
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



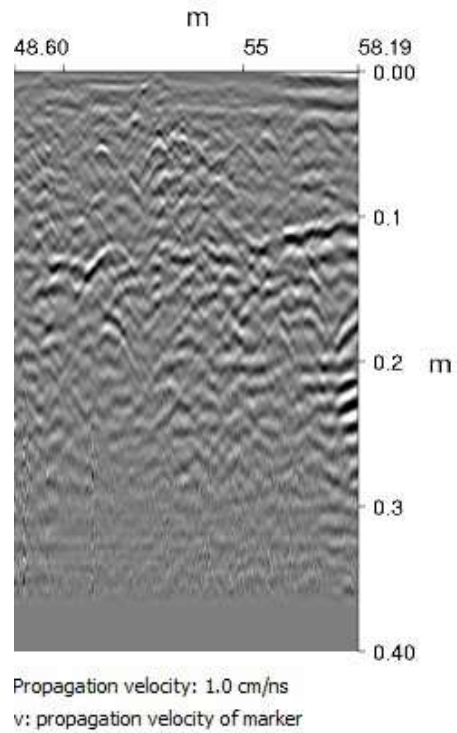
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker

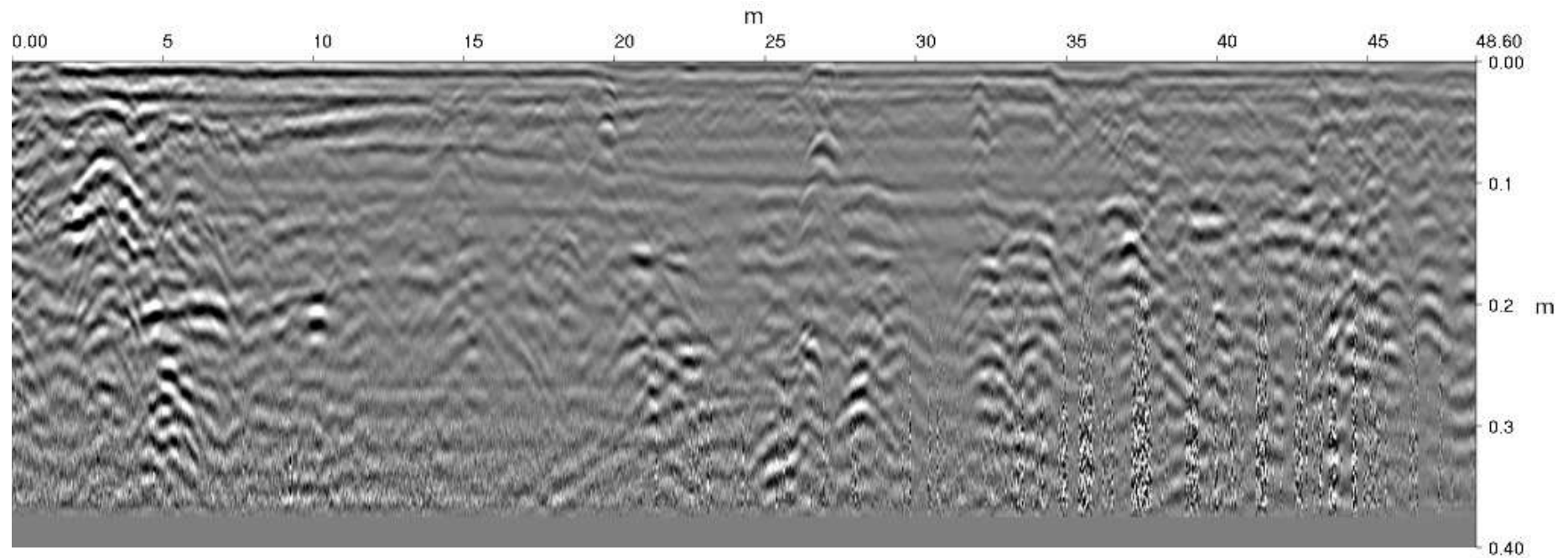


Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker

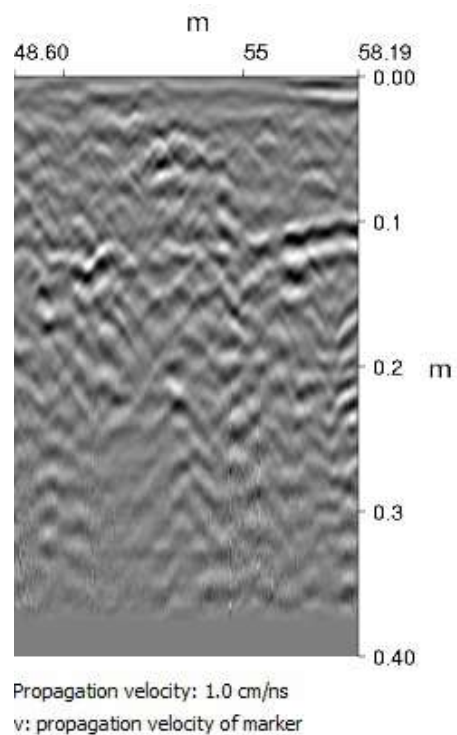


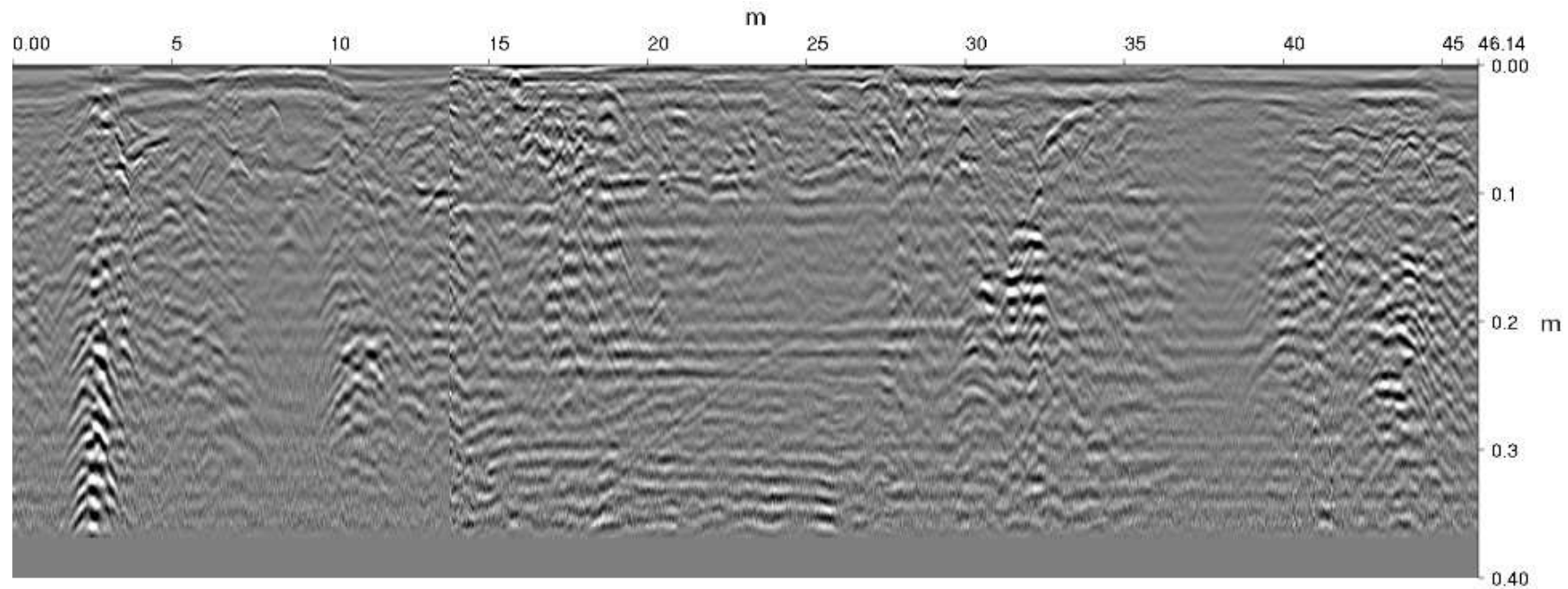
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



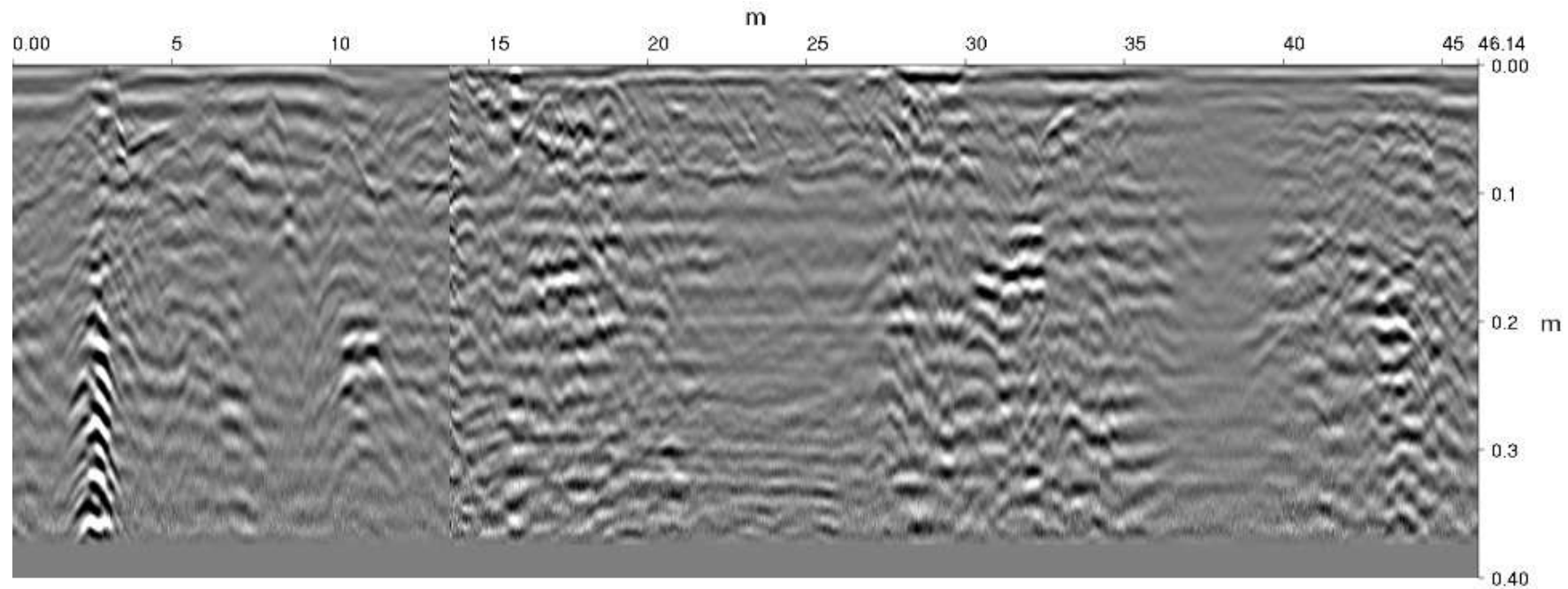


Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker

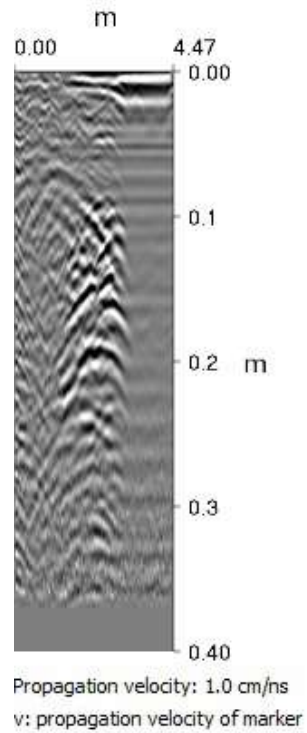


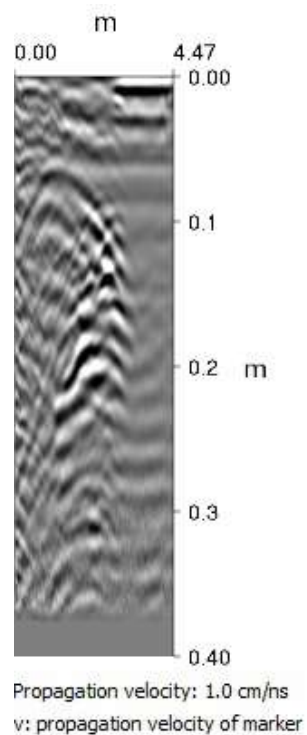


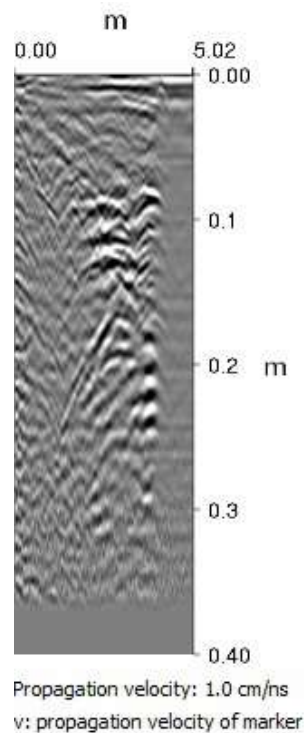
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker

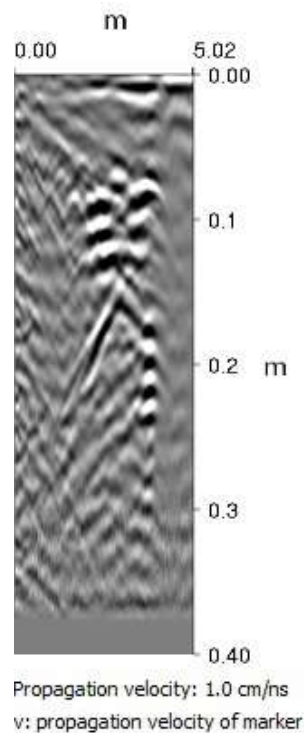


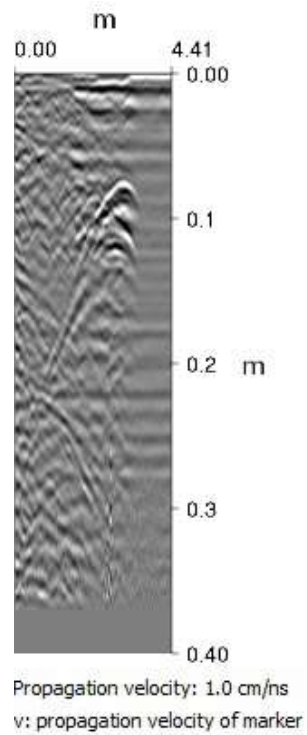
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker

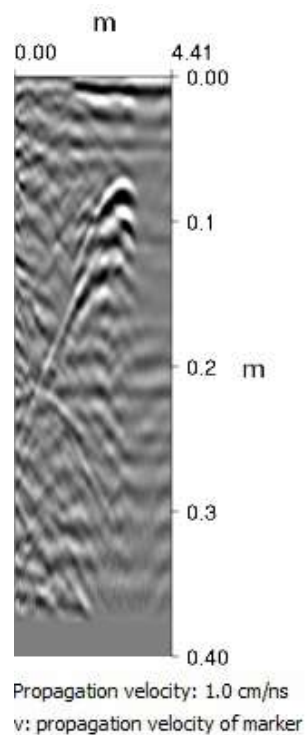


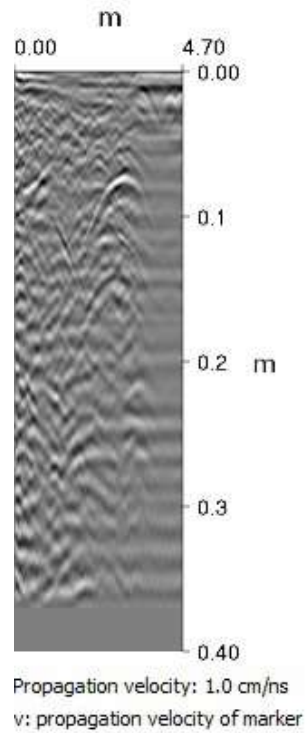


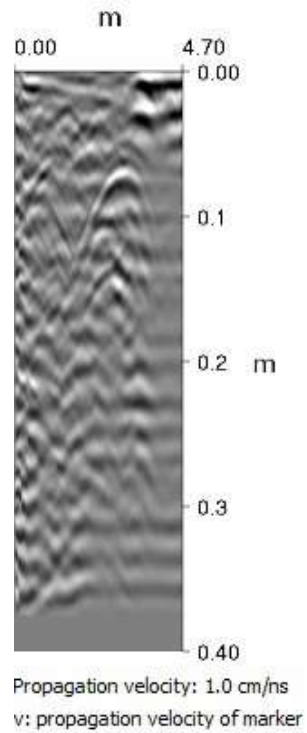


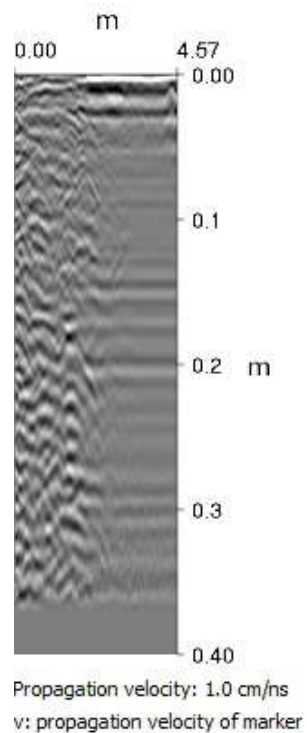


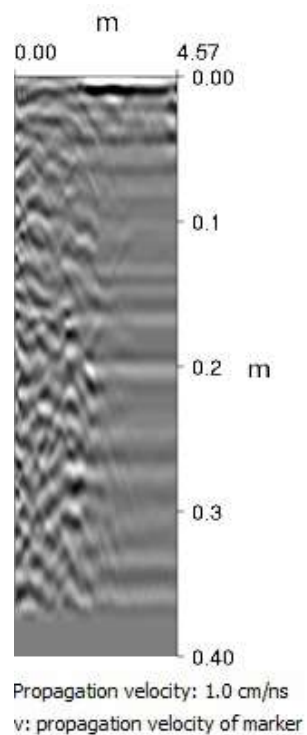


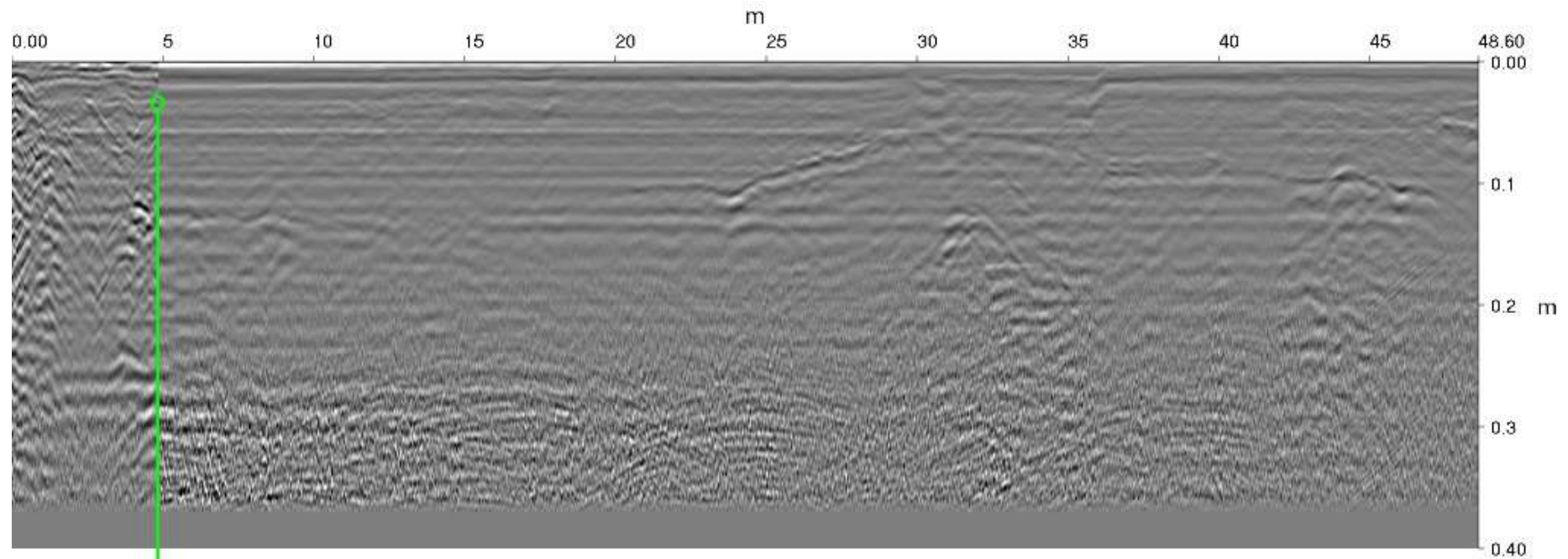






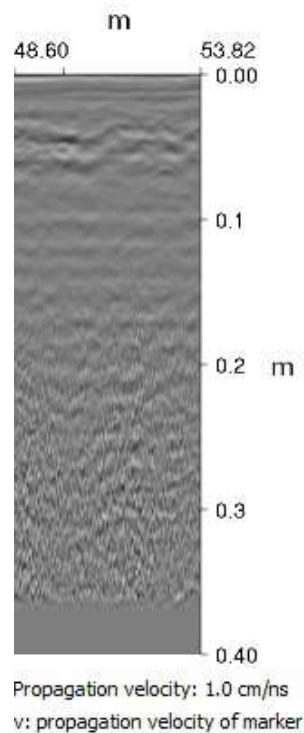


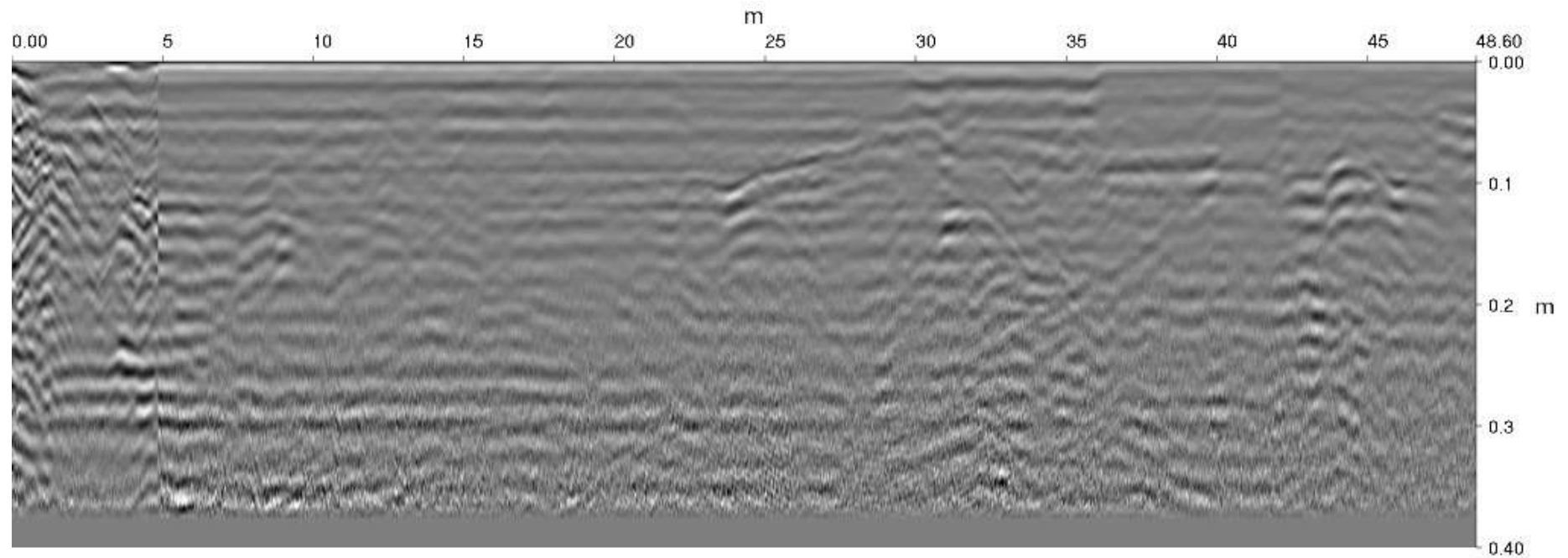




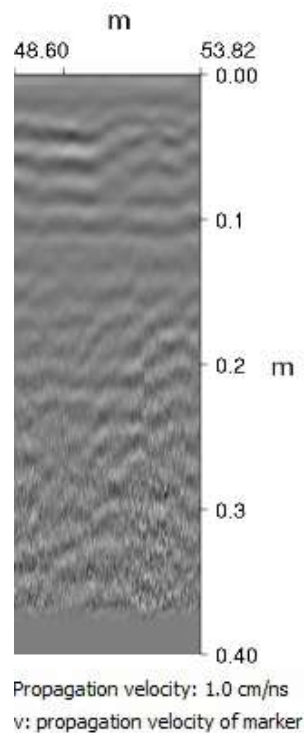
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker

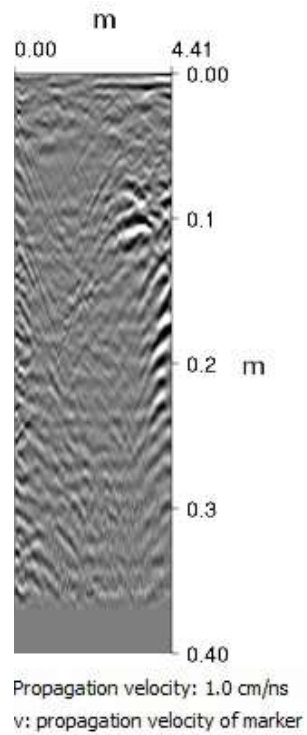
INTERRUZIONE SCANSIONE 28
(4.83m;0.03m)
v: 1.0 cm/ns
DOPO MARKER SCANSIONE ERRATA

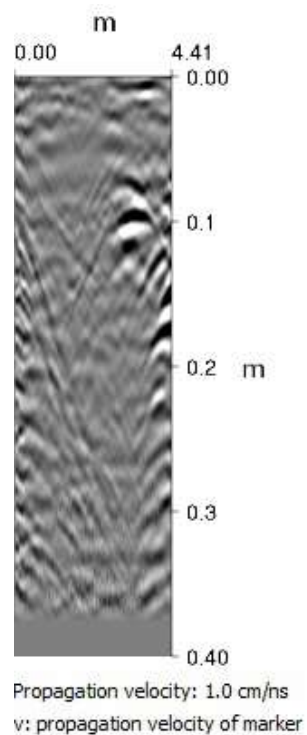


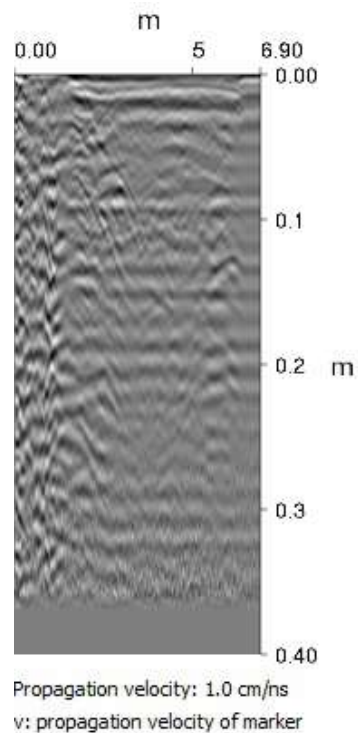


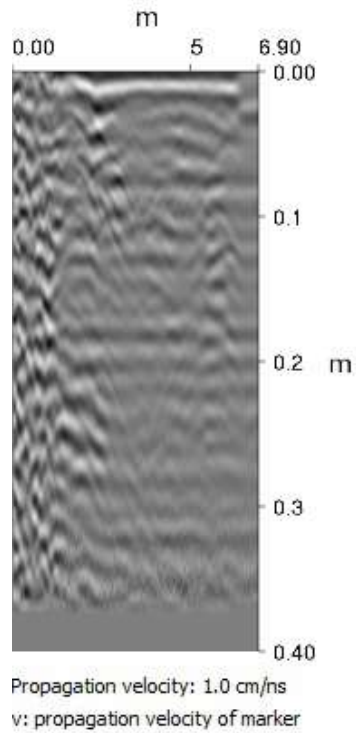
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker

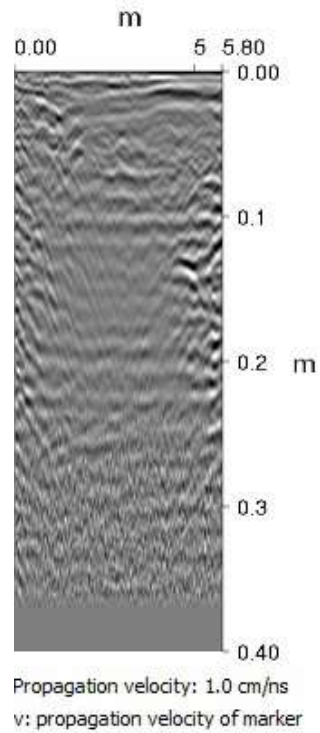


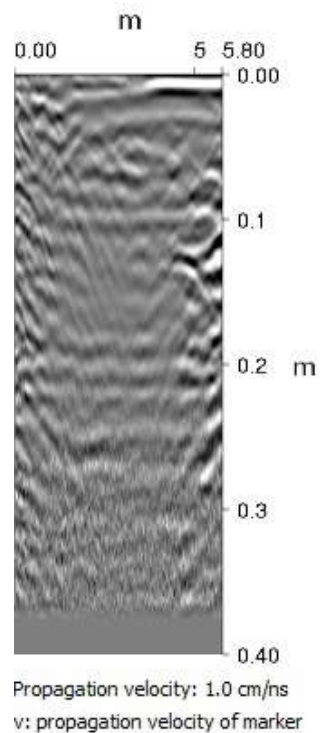


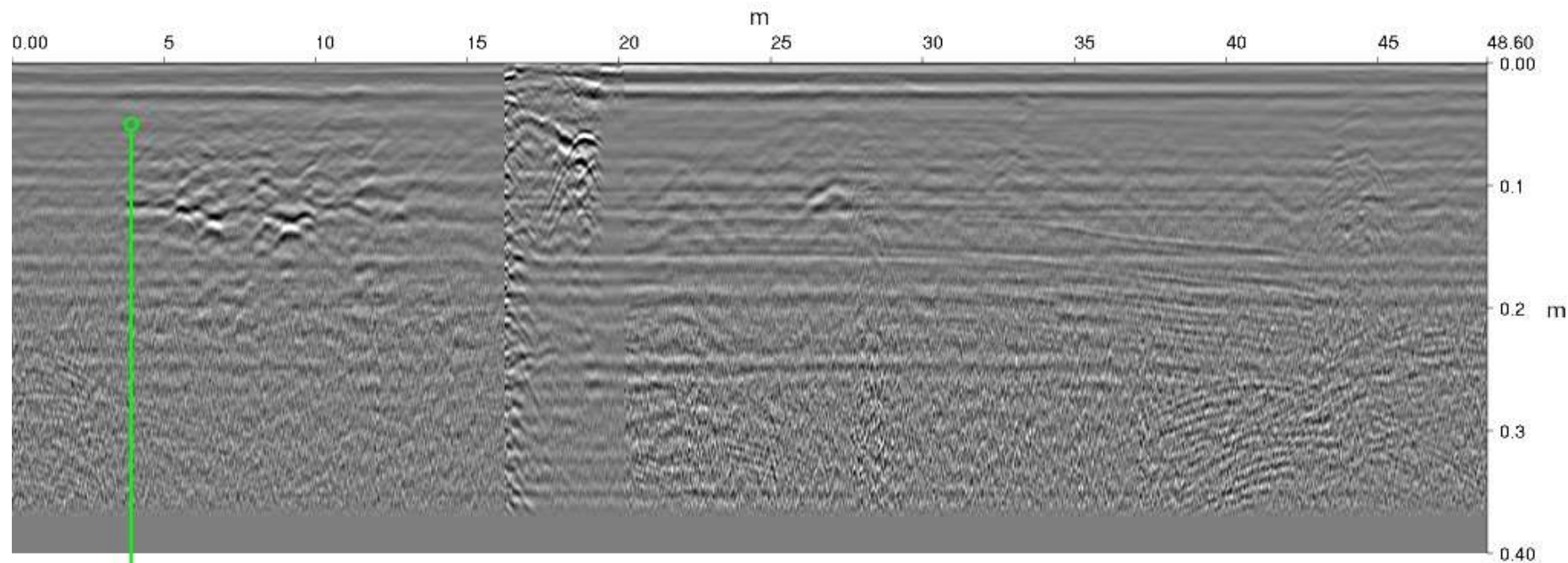






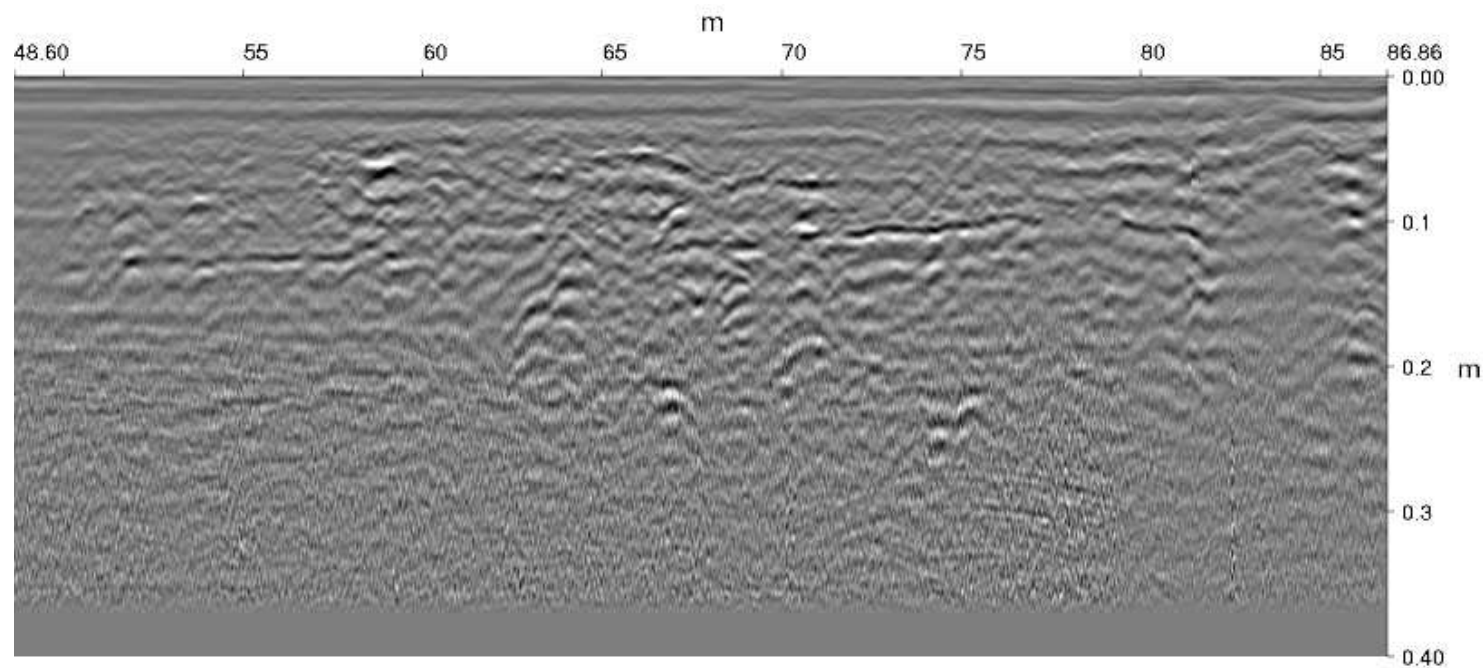




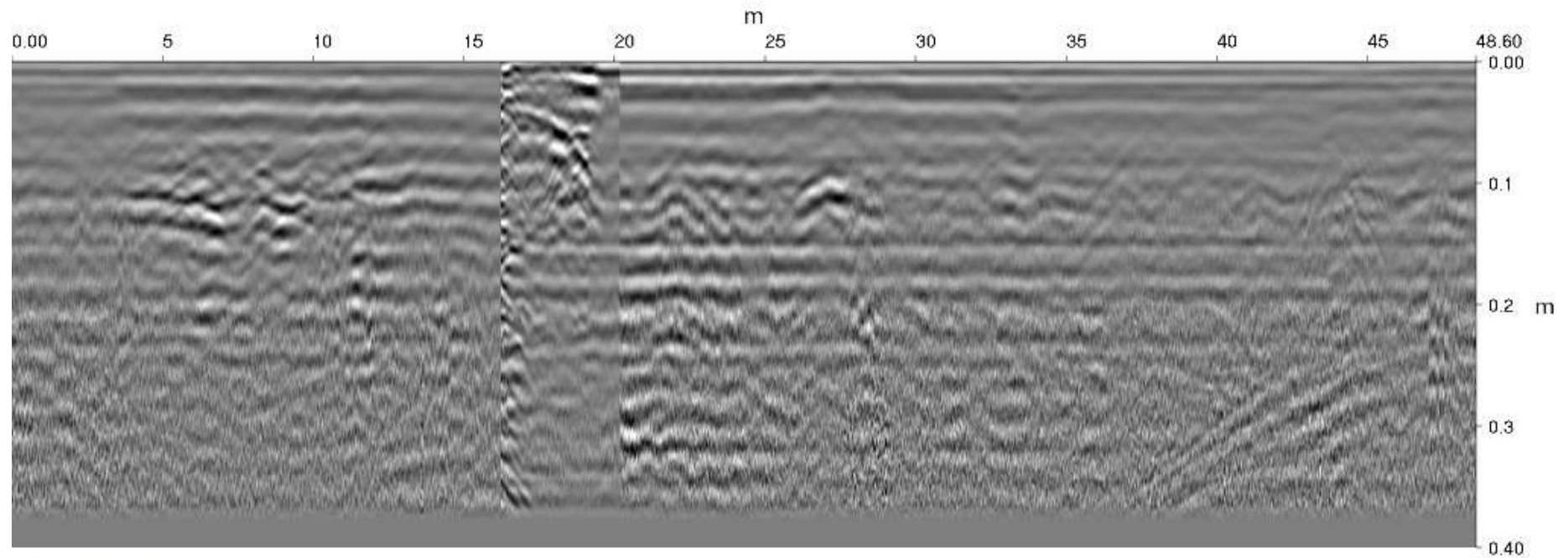


Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker

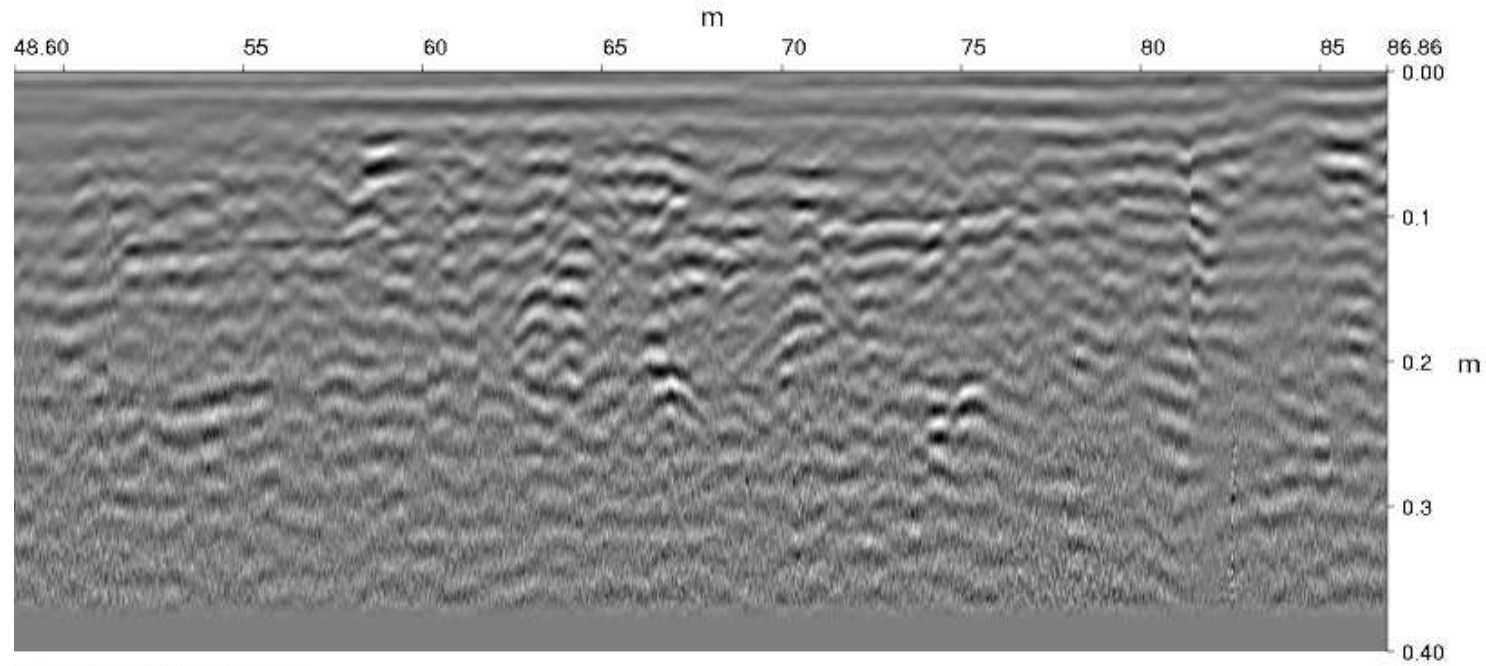
INTERRUZIONE SCANSIONE 33
(3.92m;0.05m)
v: 1.0 cm/ns
DOPO MARKER SCANSIONE ERRATA



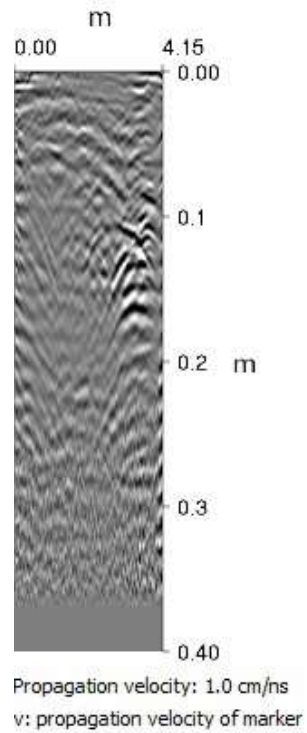
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker

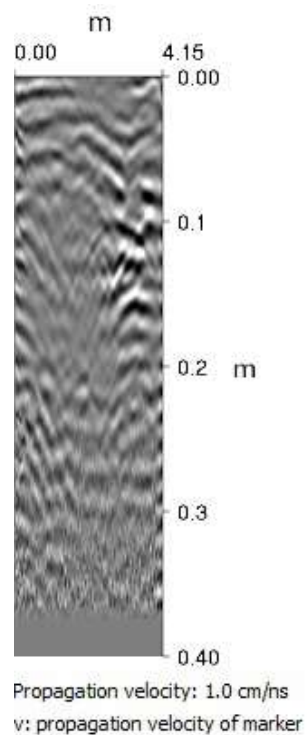


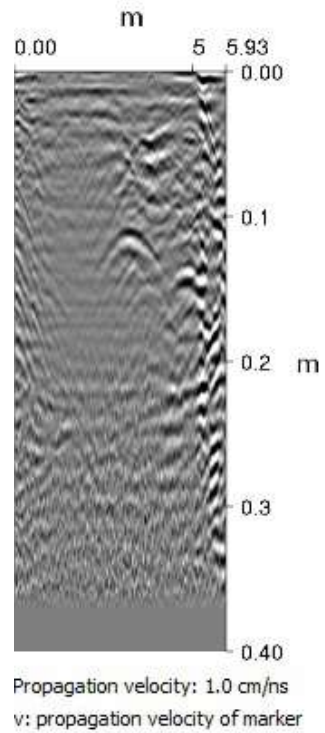
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker

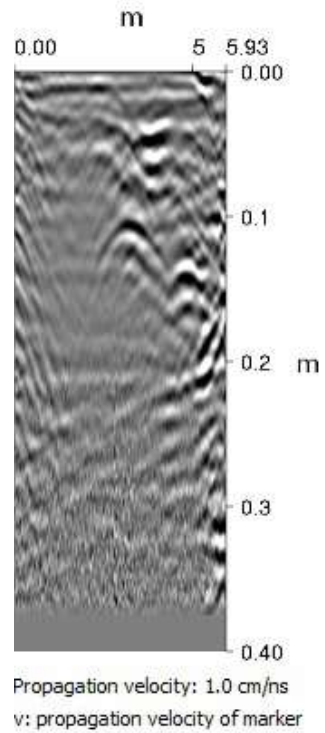


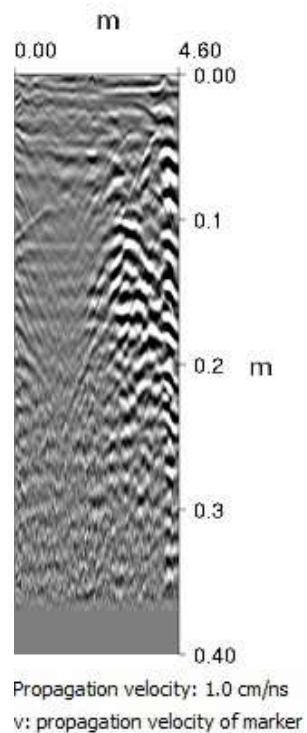
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker

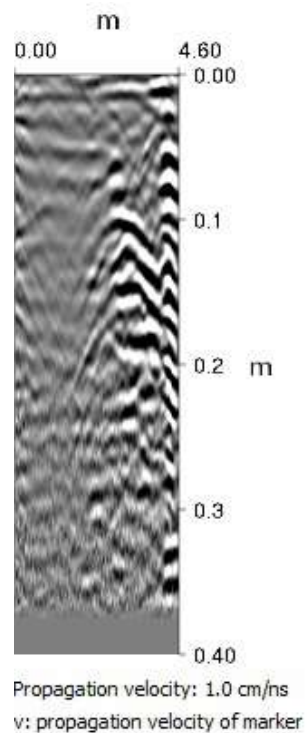


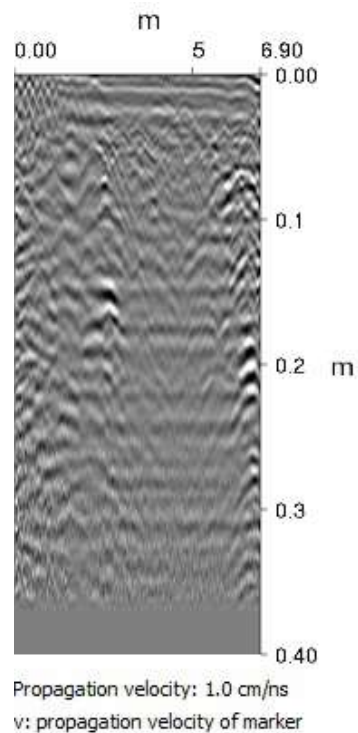


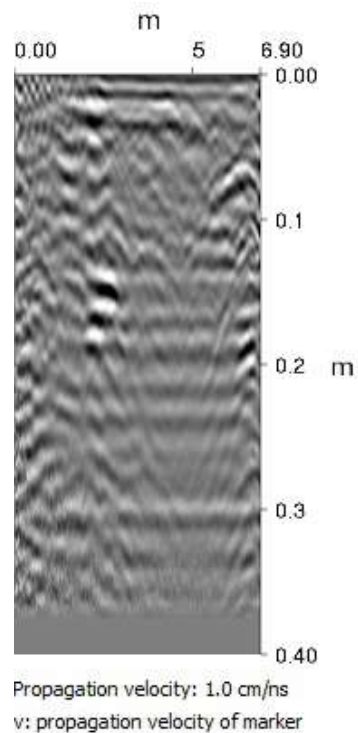












**SEZIONI INTERPRETATIVE GEORADAR CON IPOTESI
INDIVIDUAZIONE ZONA CONTATTO TRA
MATERIALE SCIOLTO E SUBSTRATO ROCCIOSO**

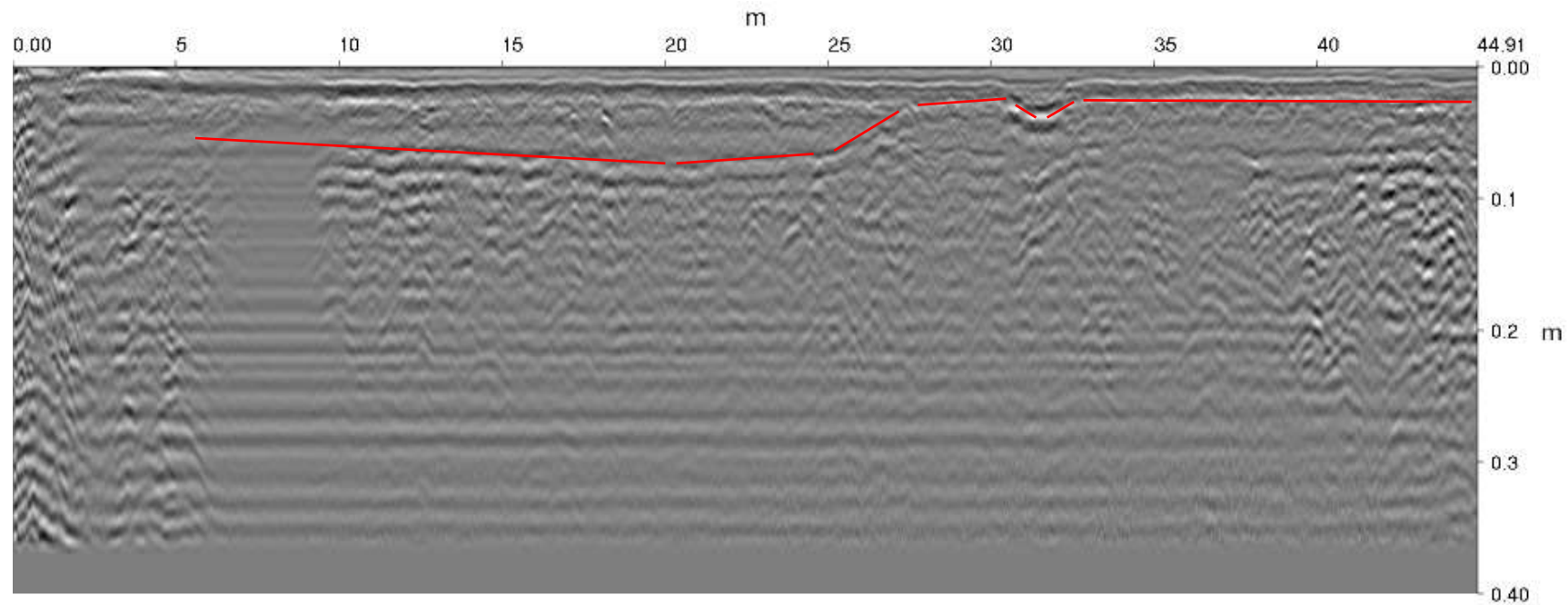


IDS GeoRadar

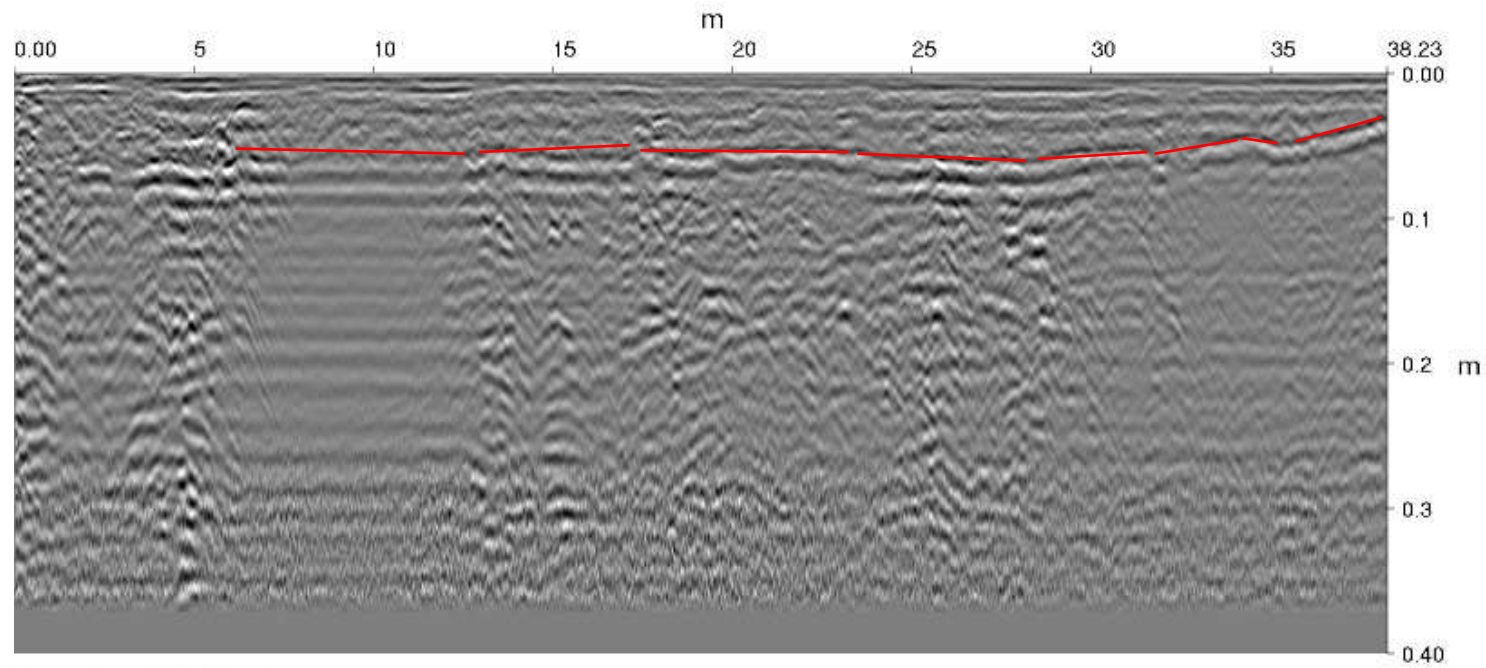
VERBANIA

DATA ANALYSIS REPORT

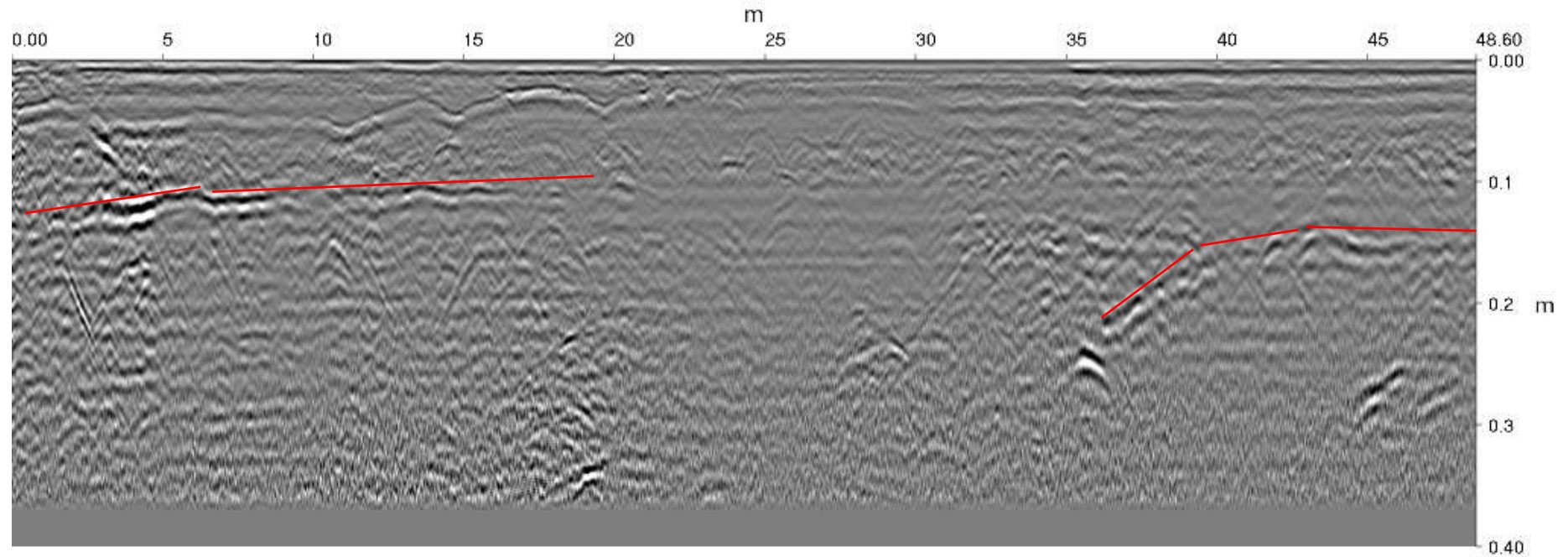
Utilities detection with the
IDS OPERA DUO
Ground Penetrating Radar



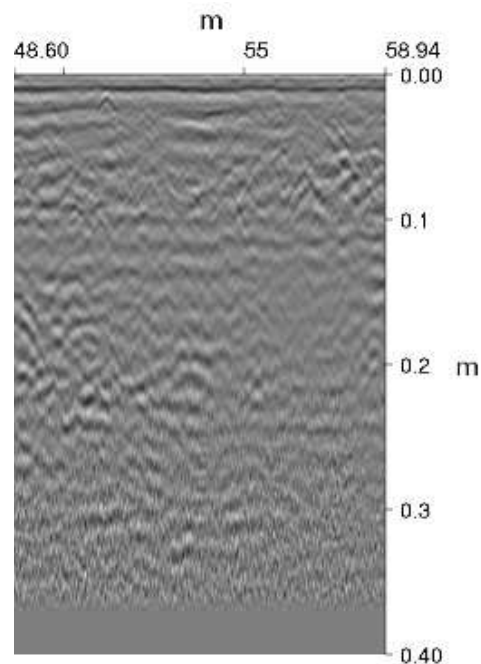
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



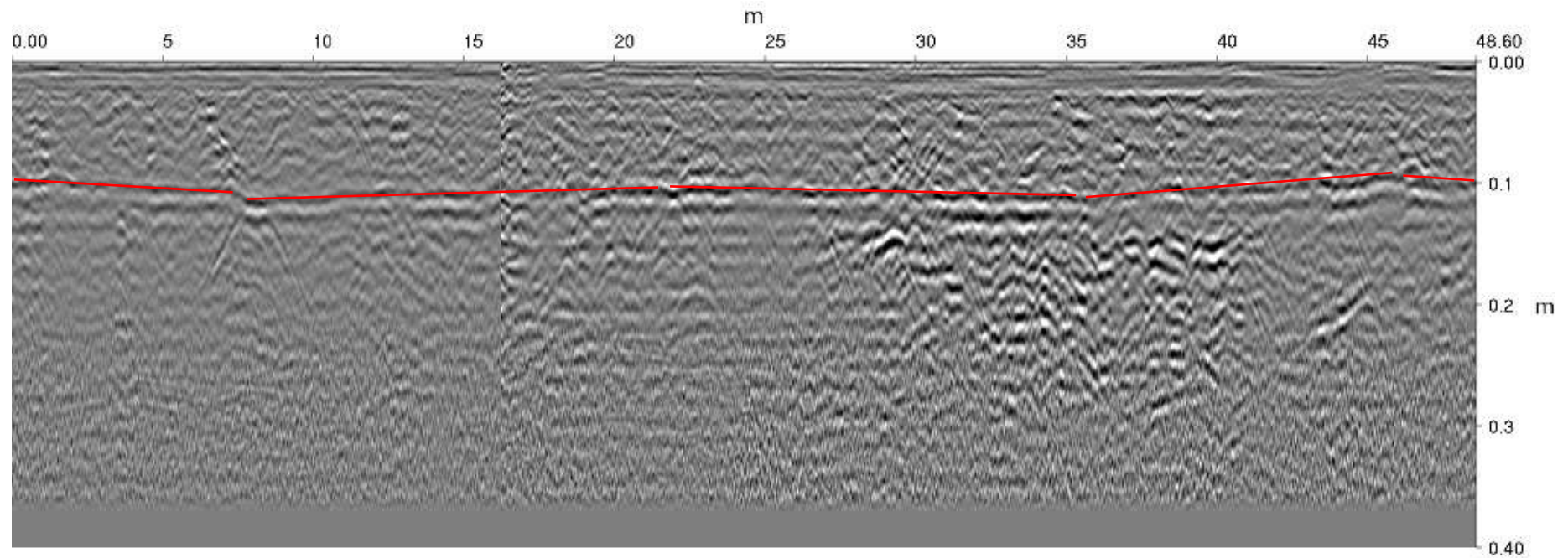
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



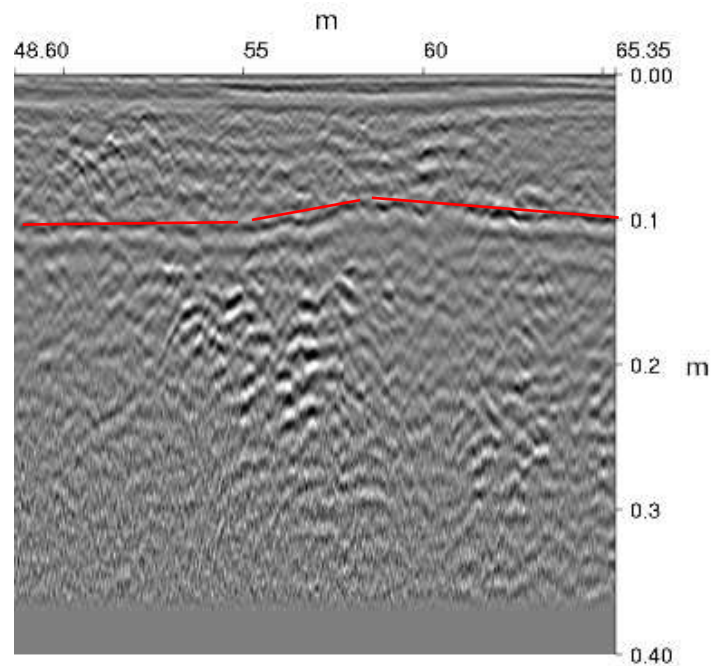
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



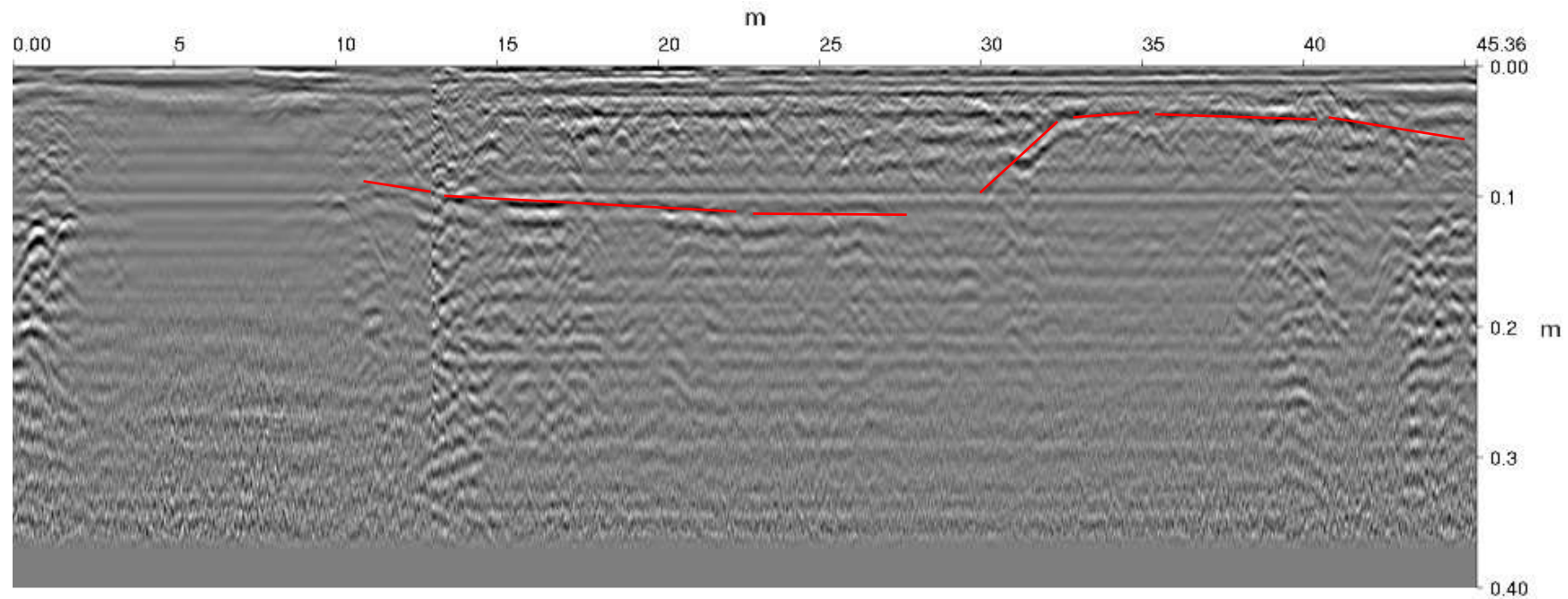
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



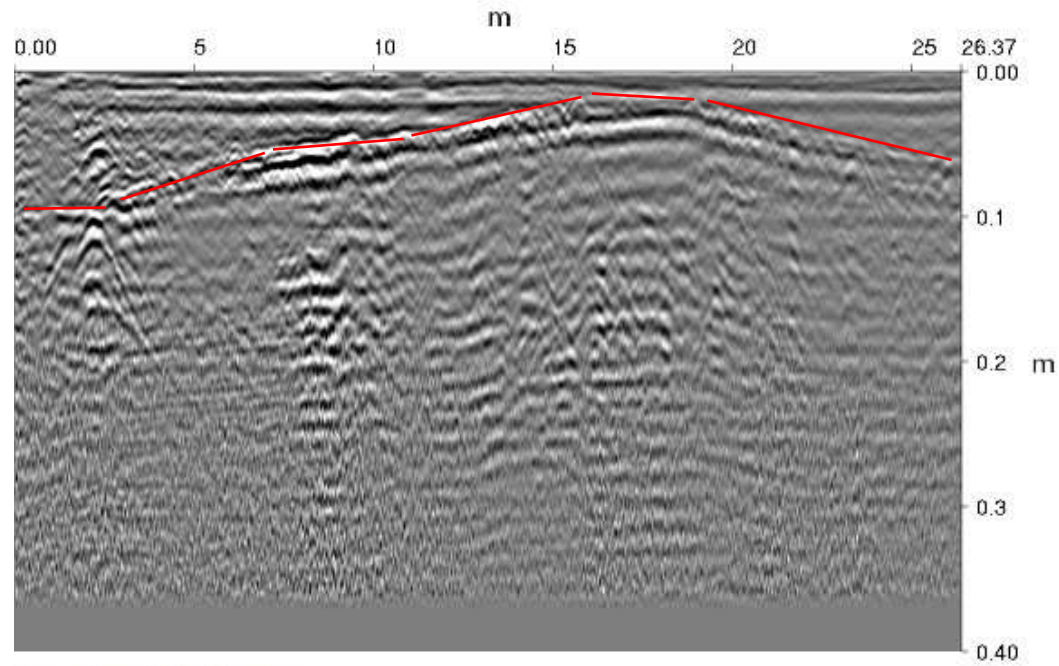
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



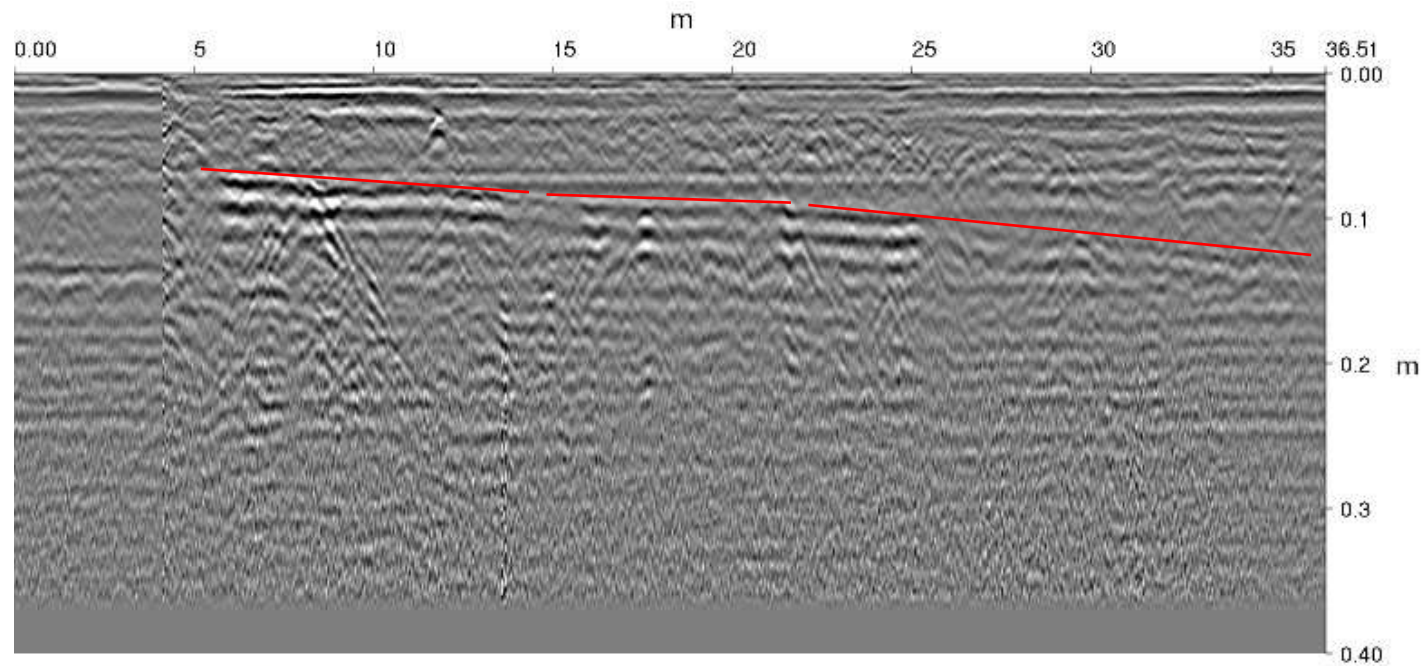
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



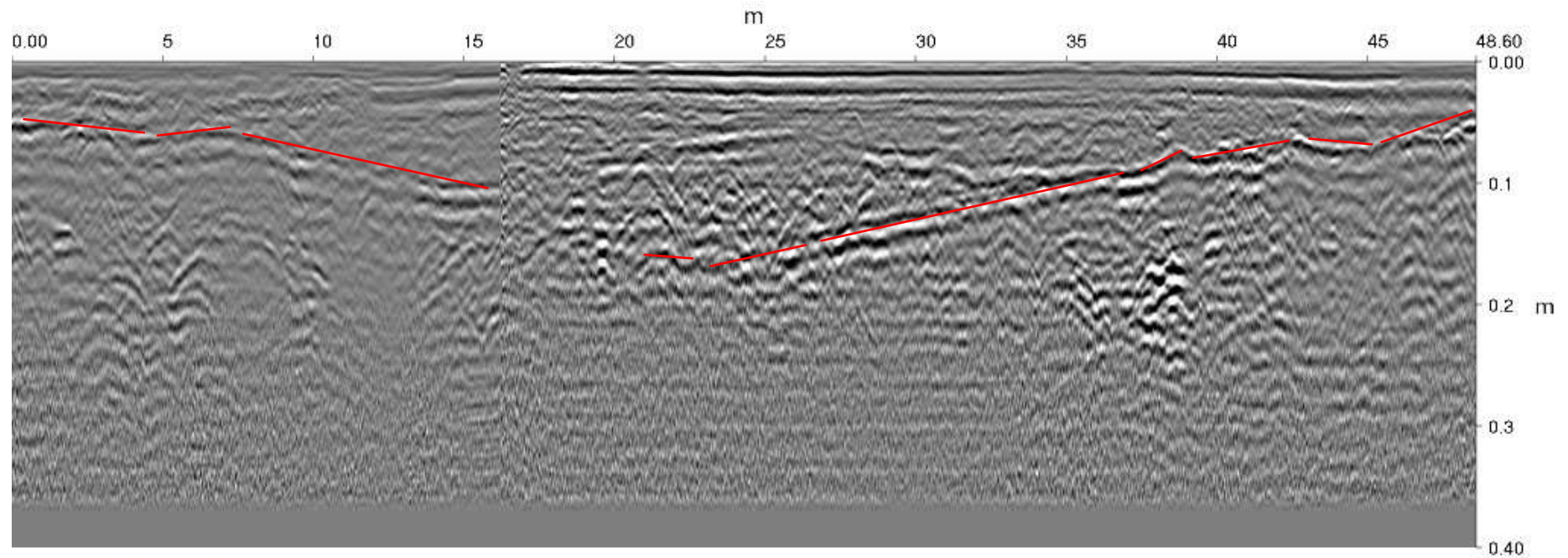
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



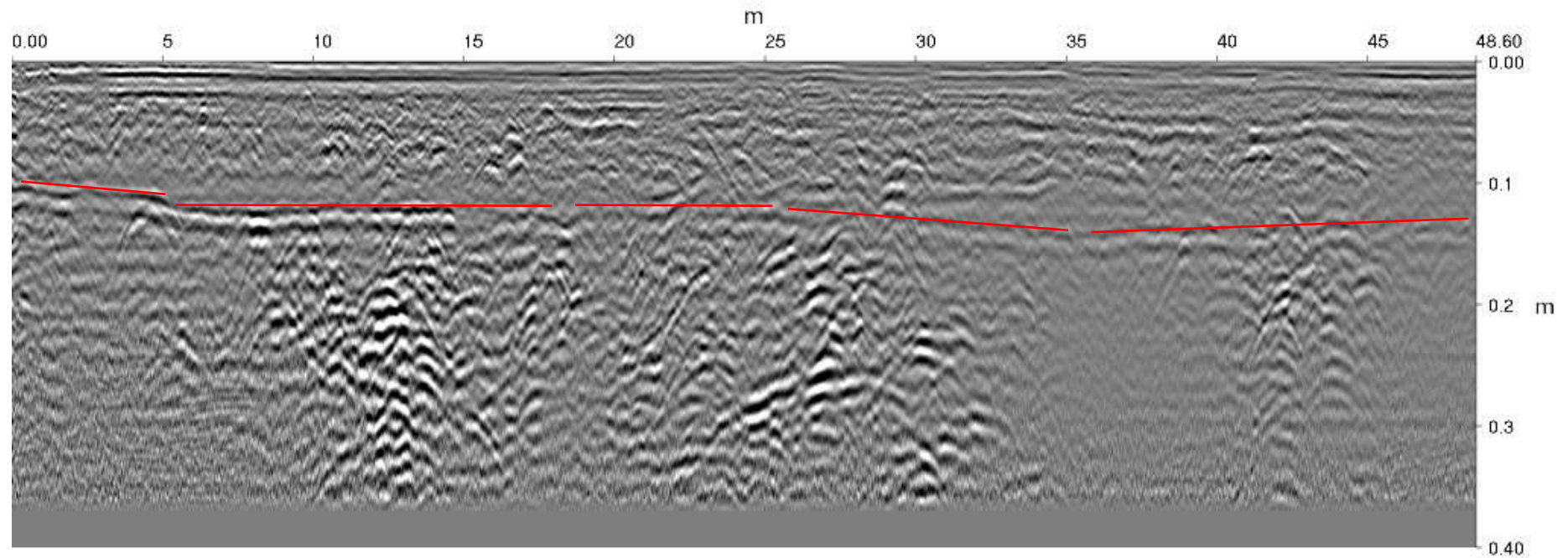
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



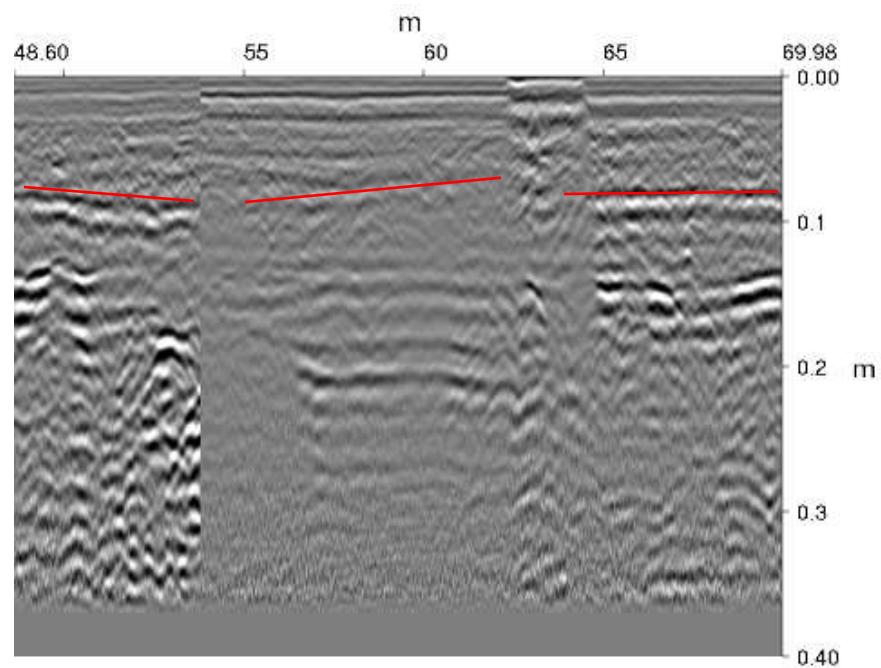
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



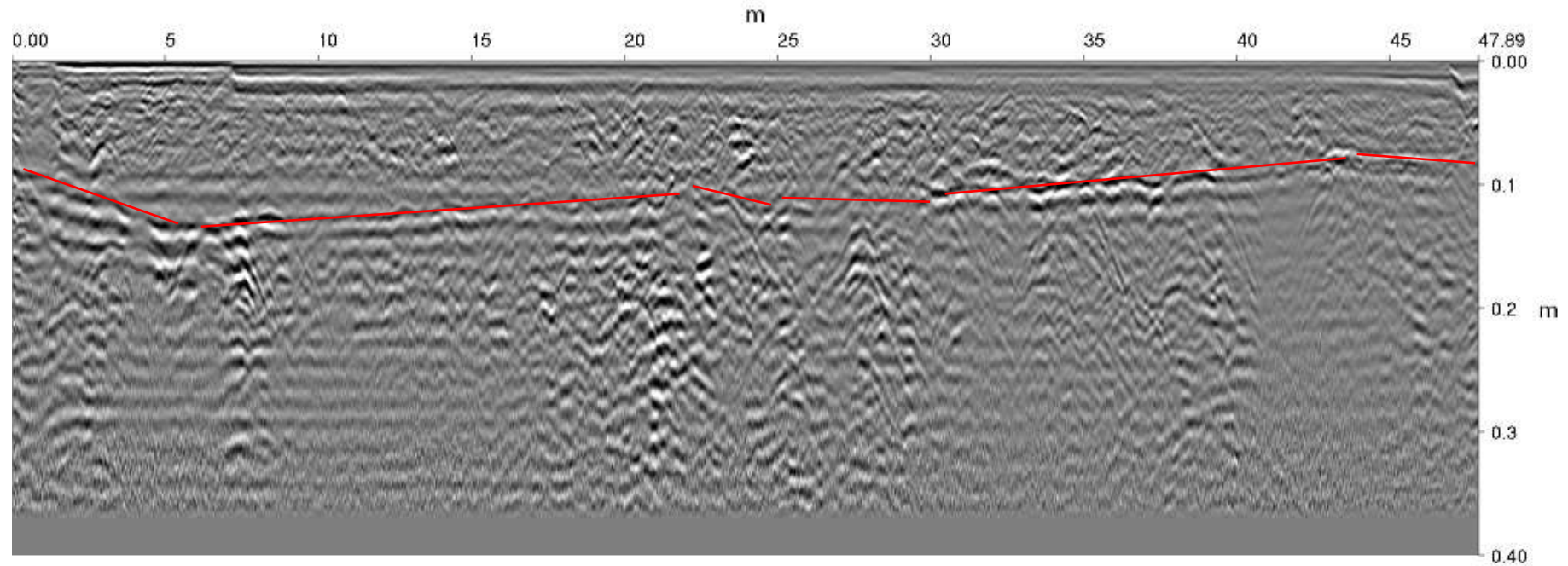
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



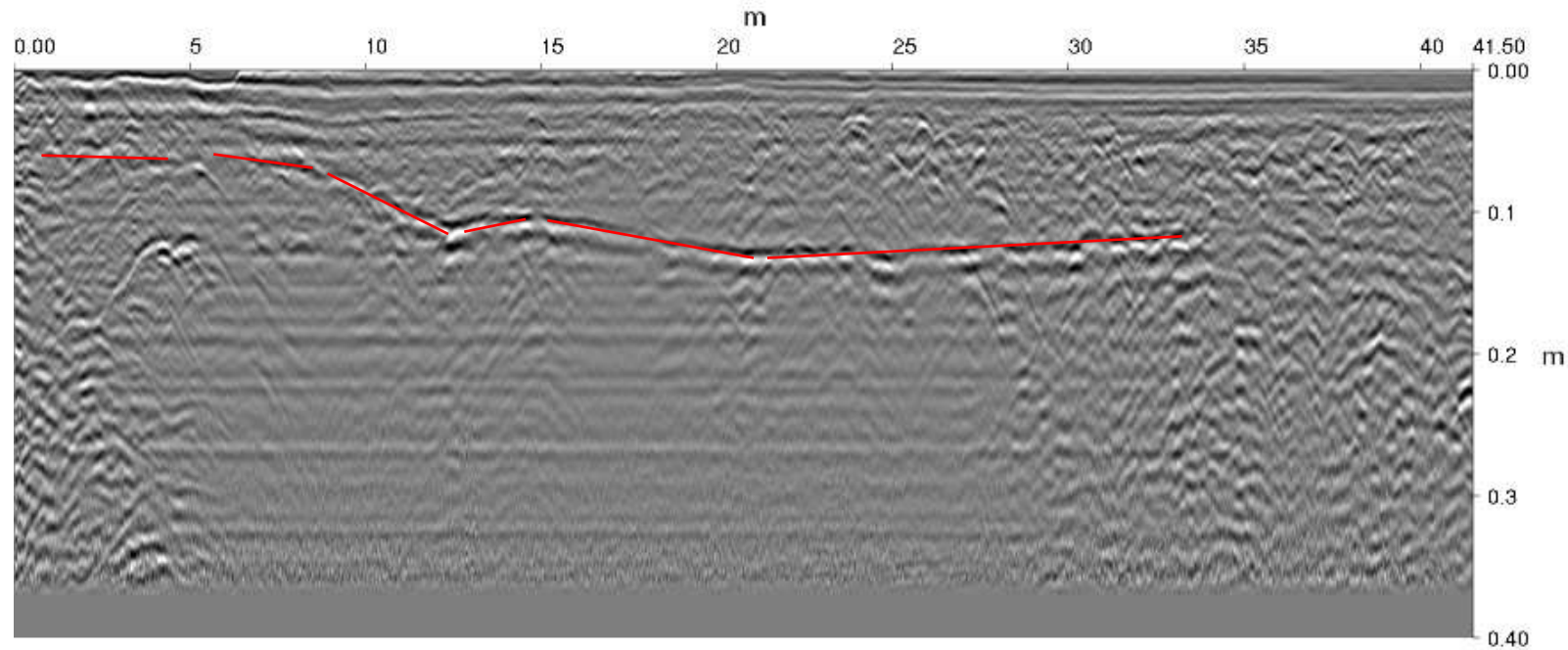
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



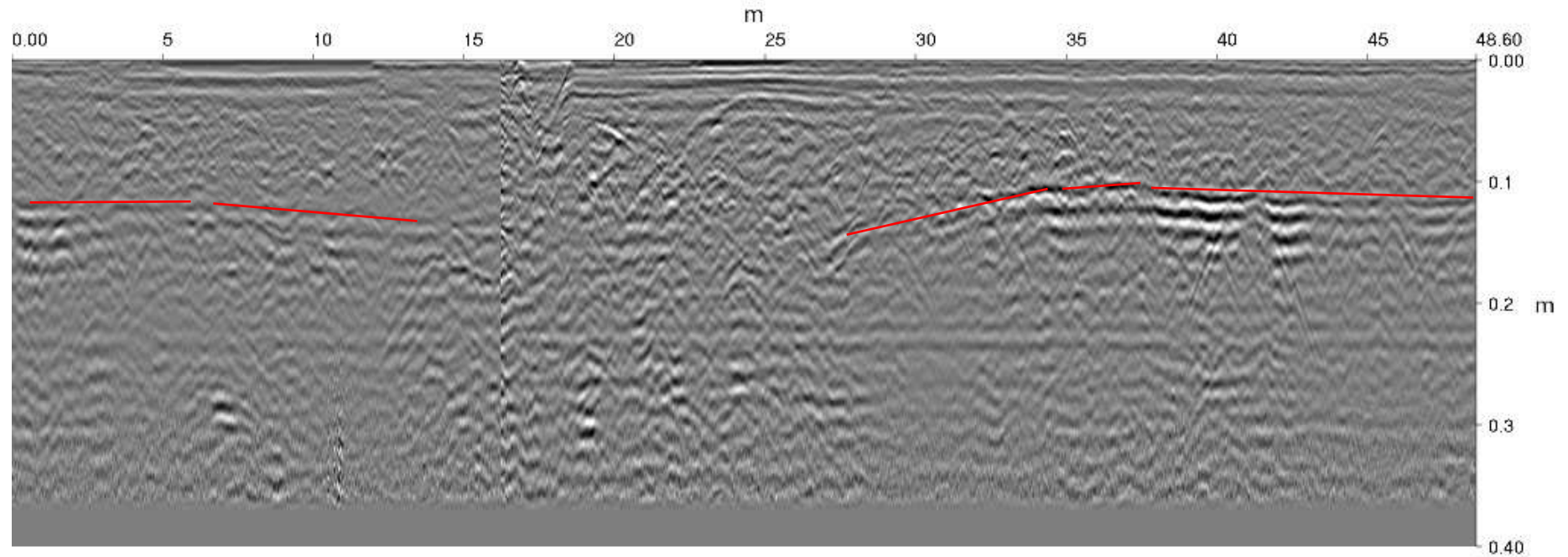
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



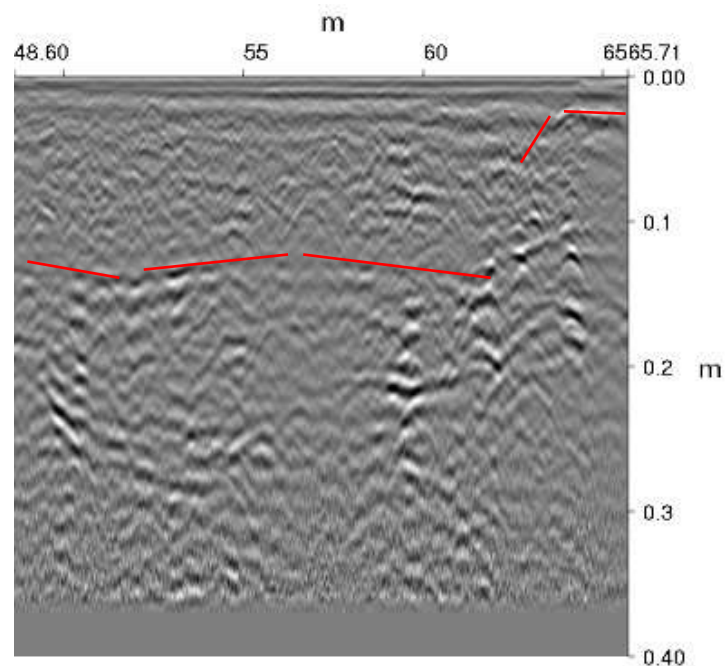
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



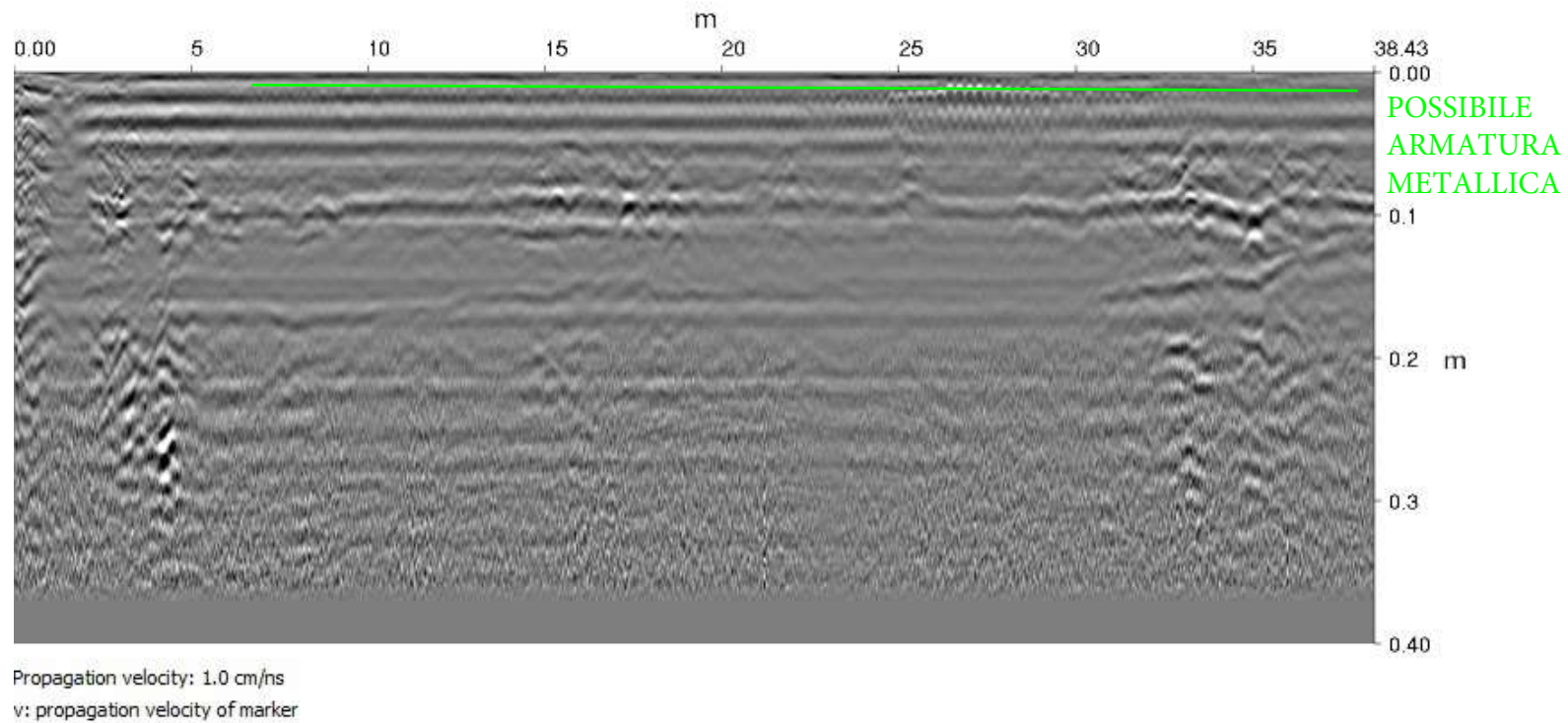
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker

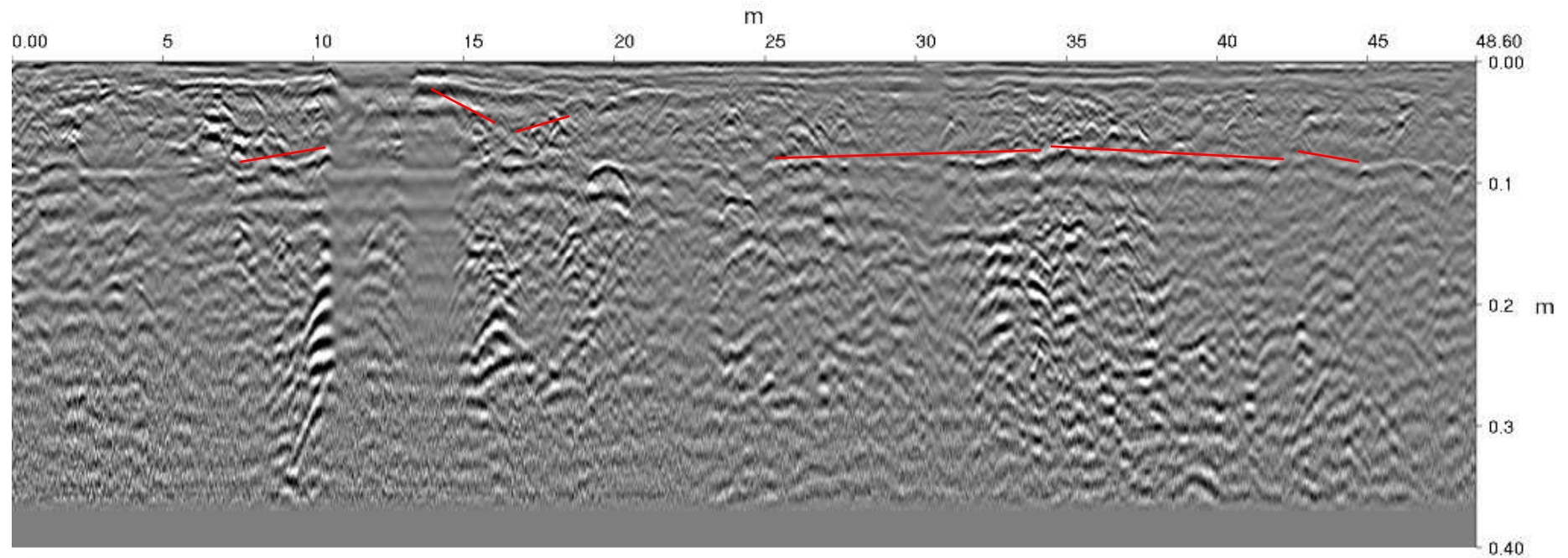


Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker

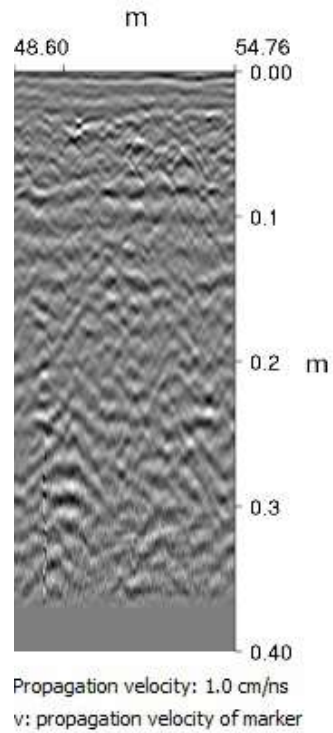


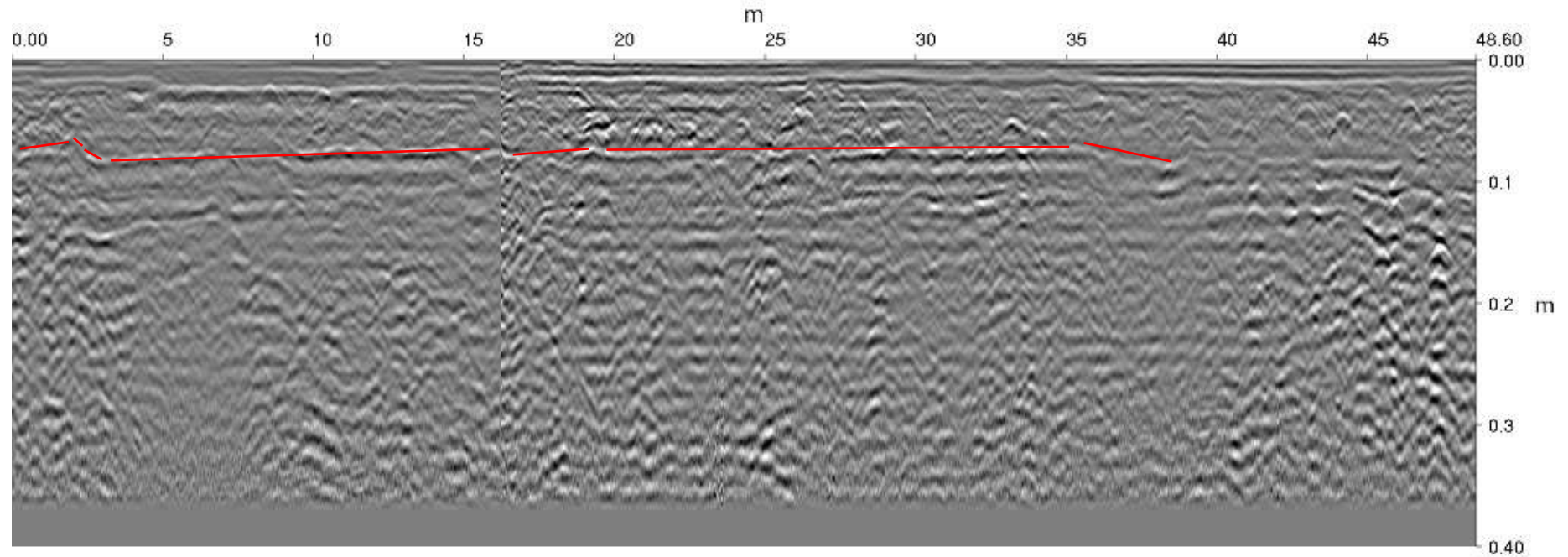
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



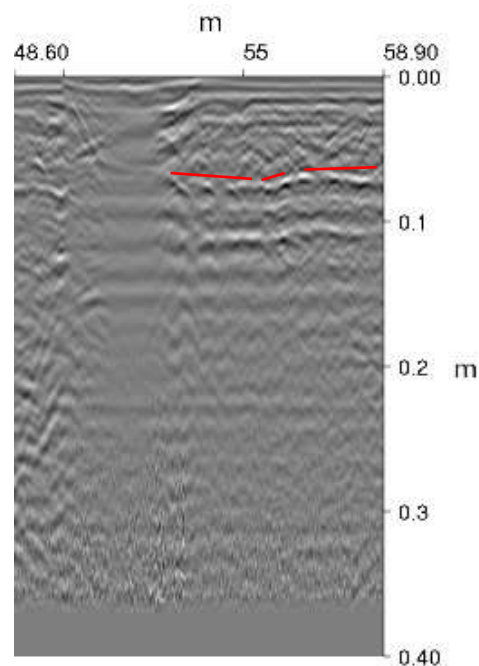


Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker

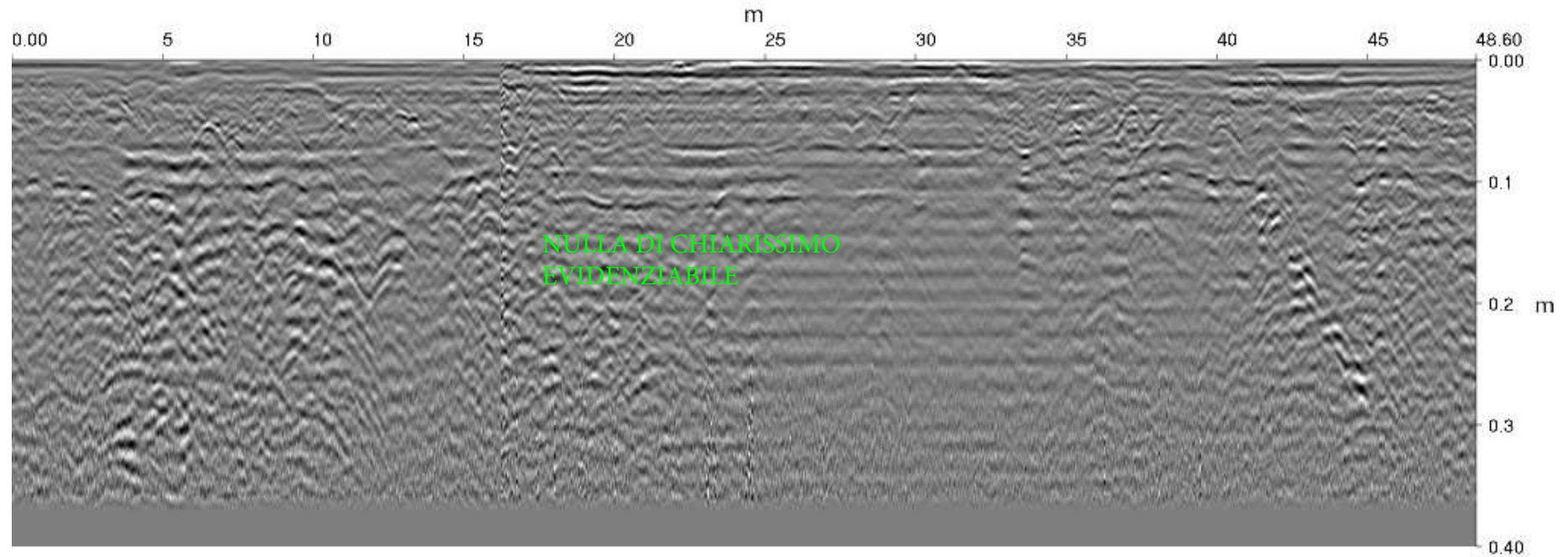




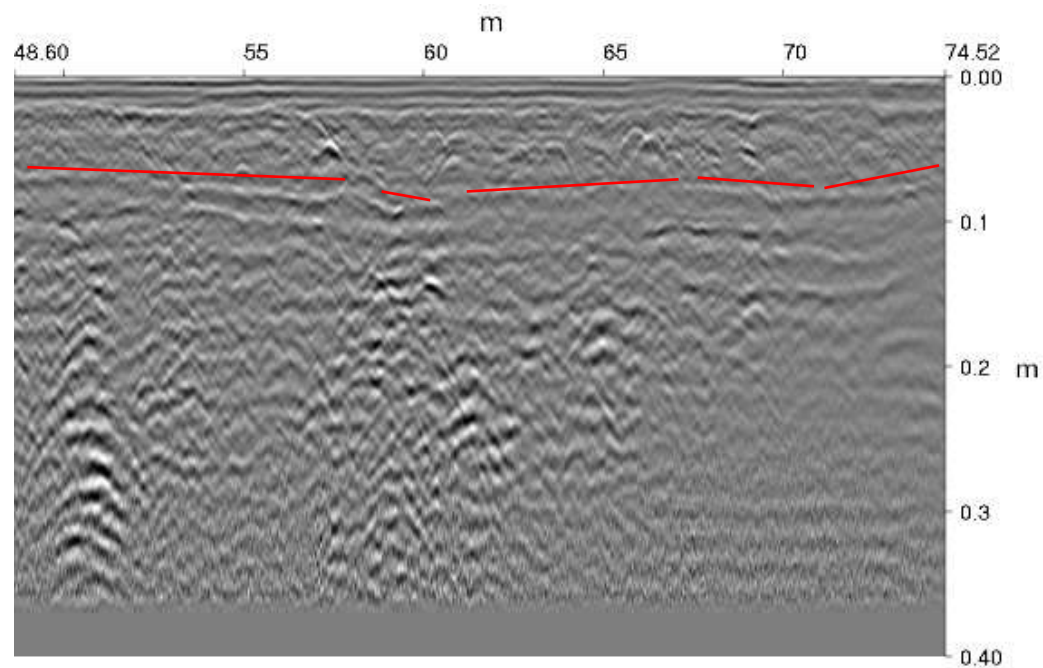
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



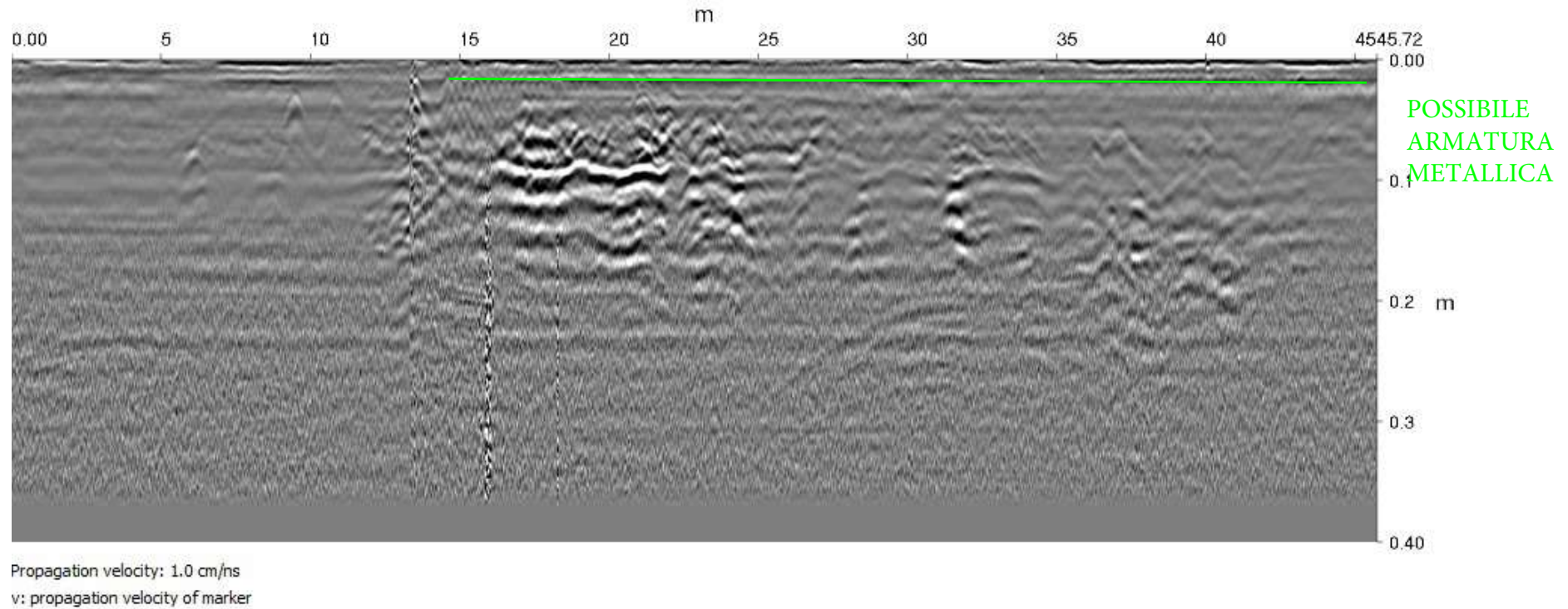
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker

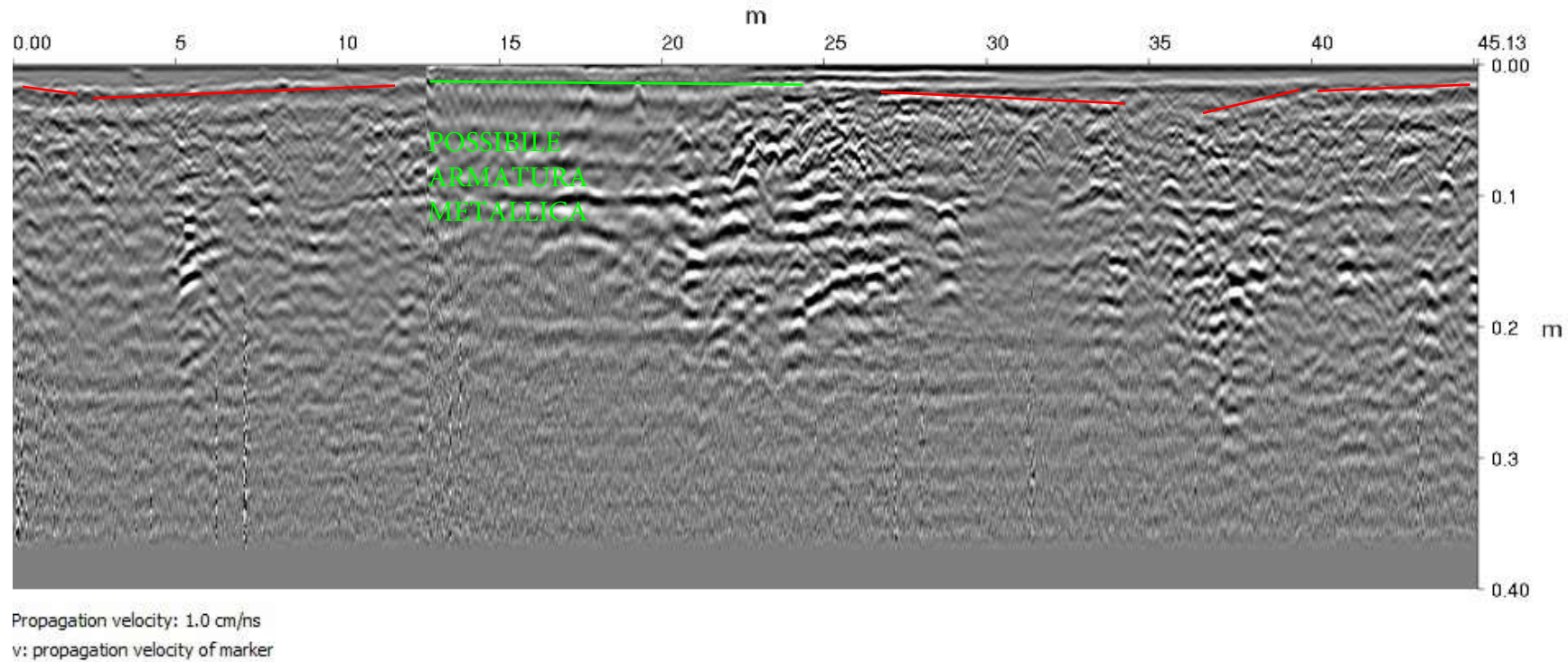


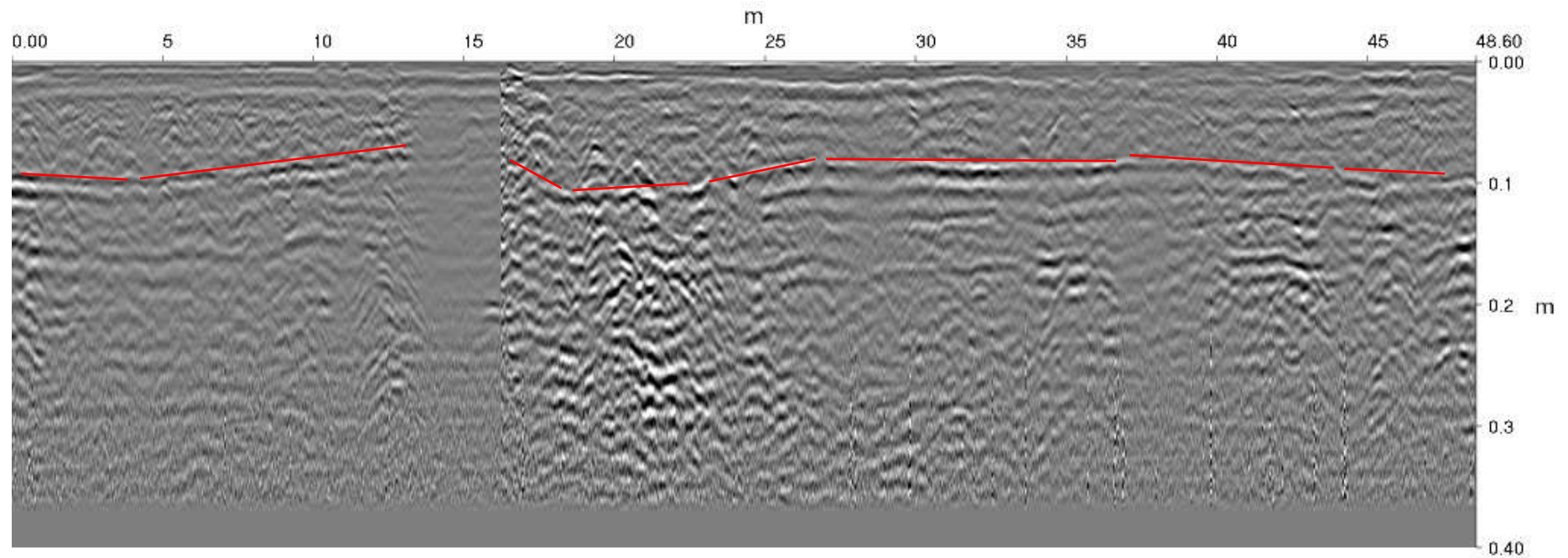
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



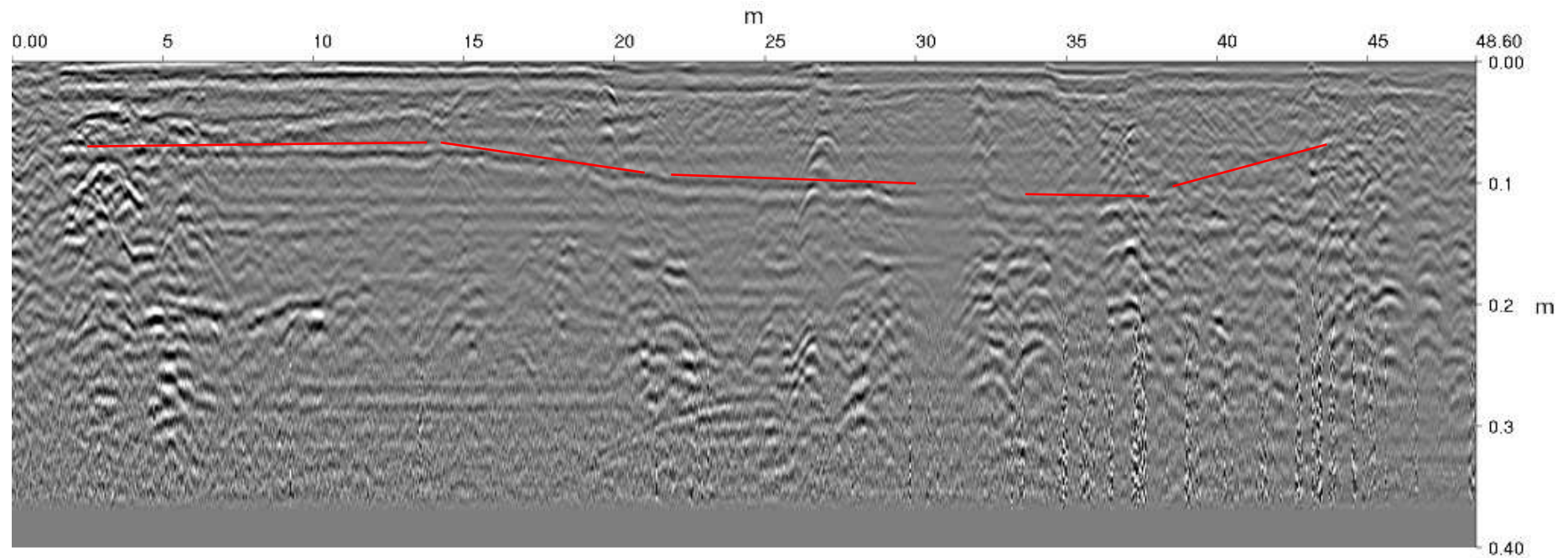
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



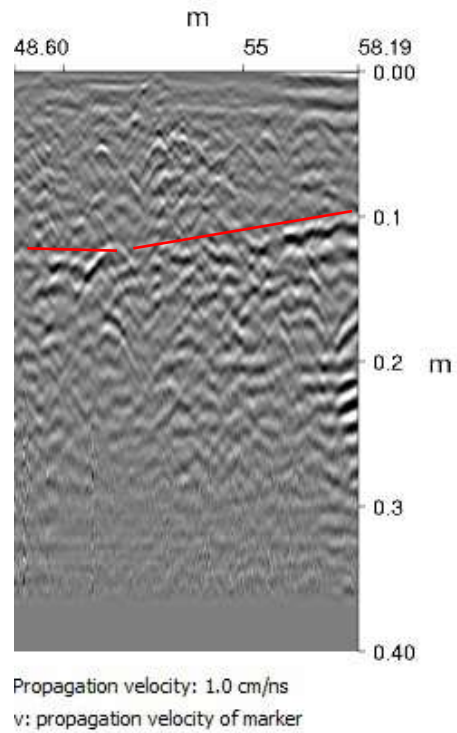


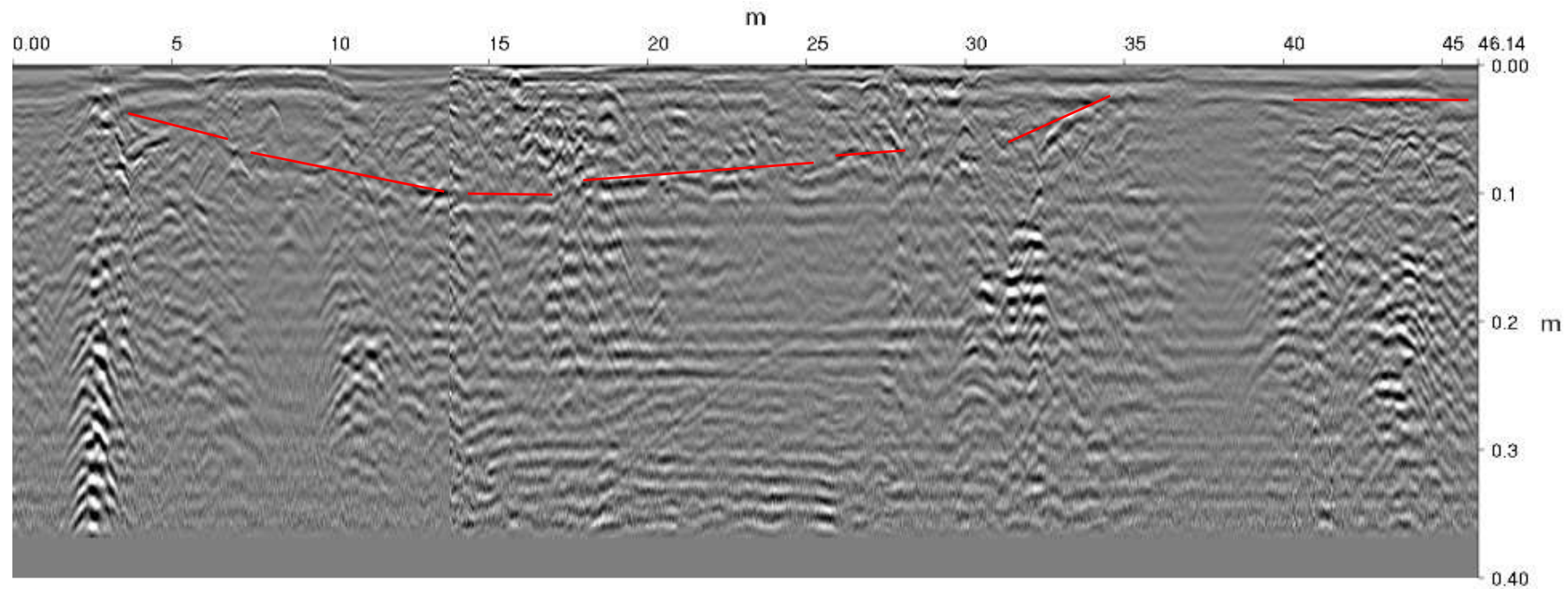


Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker

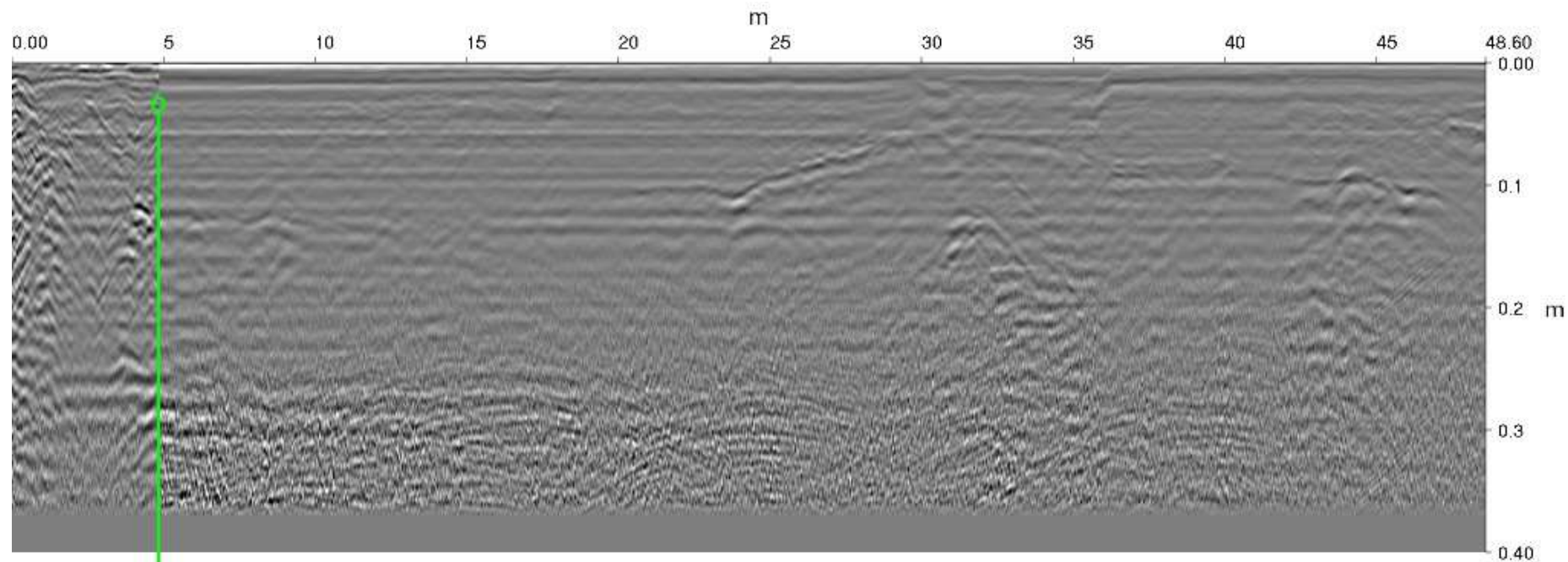


Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



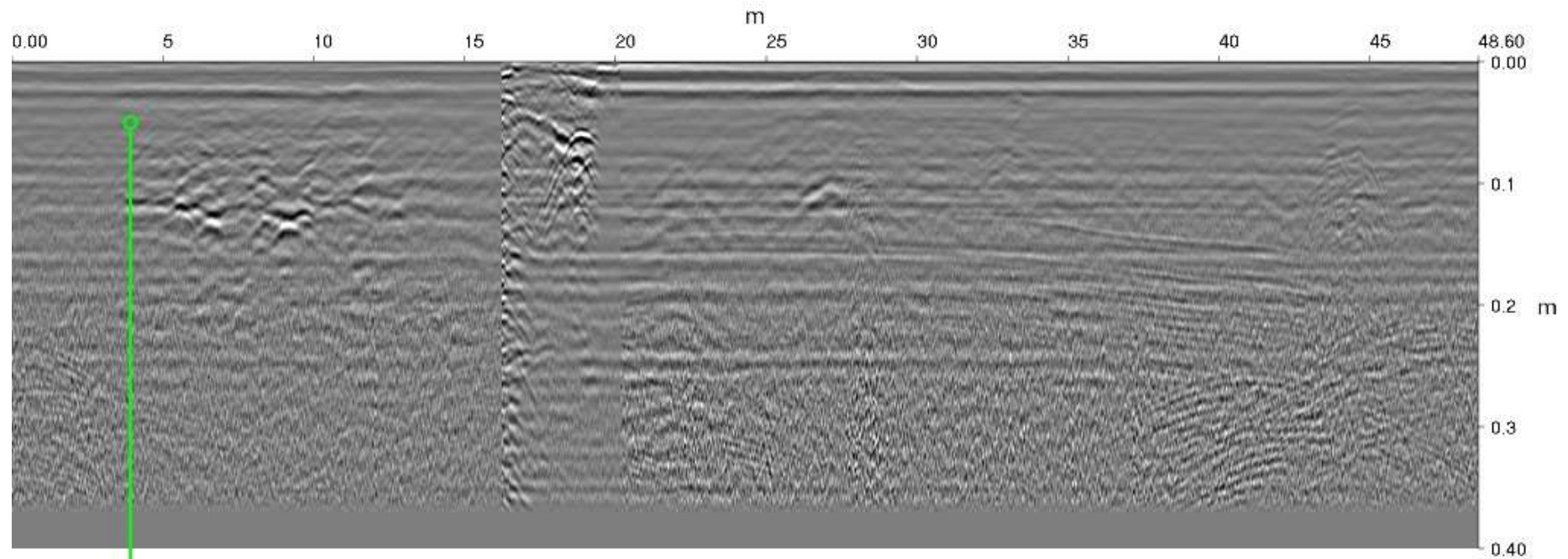


Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker



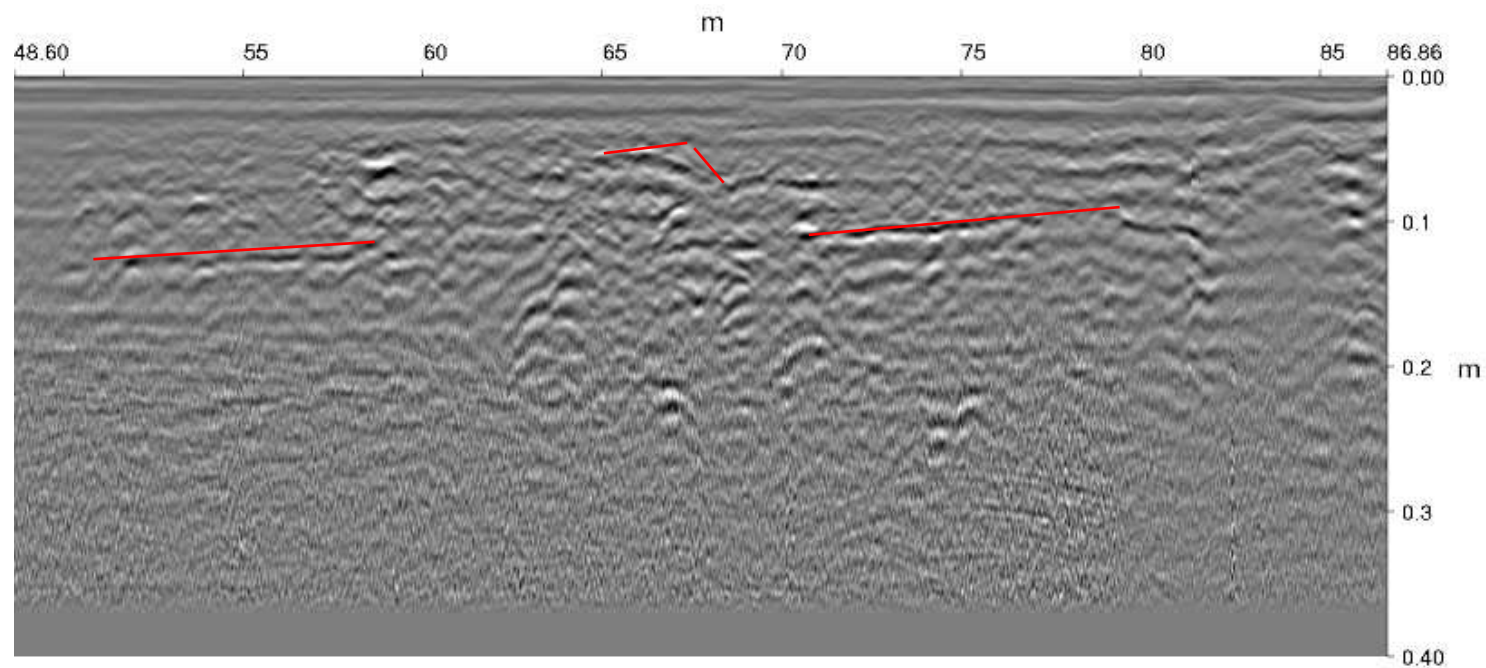
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker

INTERRUZIONE SCANSIONE 28
(4.83m;0.03m)
v: 1.0 cm/ns
DOPO MARKER SCANSIONE ERRATA



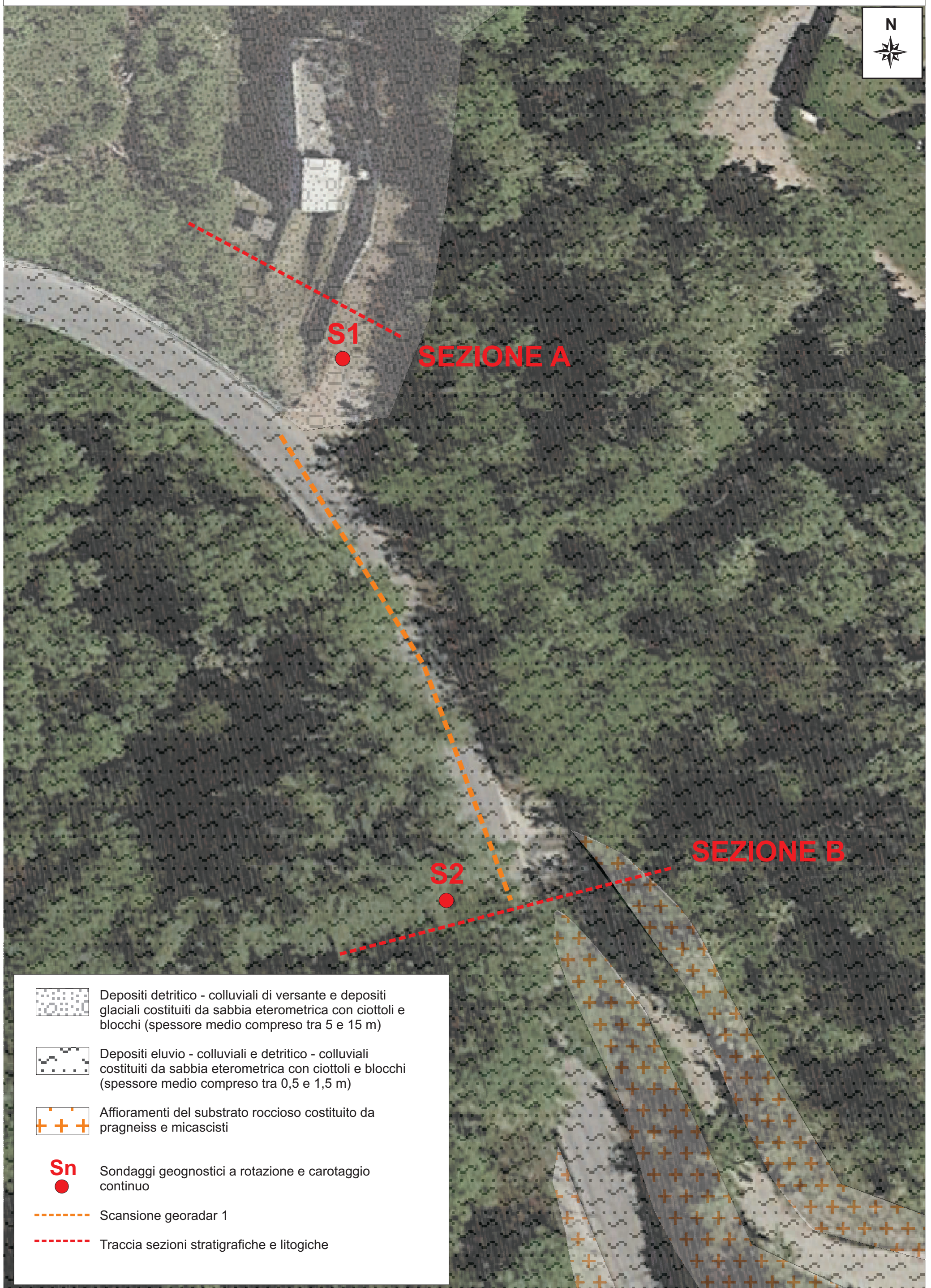
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker

INTERRUZIONE SCANSIONE 33
(3.92m;0.05m)
v: 1.0 cm/ns
DOPO MARKER SCANSIONE ERRATA



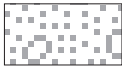
Propagation velocity: 1.0 cm/ns
v: propagation velocity of marker

UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE E ASSETTO LITOLOGICO LOCALE ZONA IMPIANTO

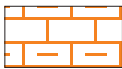


SEZIONE STRATIGRAFICA E LITOTECNICA SCHEMATICA INTERPRETATIVA (SEZIONE A)

LEGENDA



UL1 - Depositi detritico - colluviali di versante e depositi glaciali costituiti da sabbia eterometrica con ciottoli e blocchi



UL2 - Substrato roccioso costituito da pragneiss e micascisti

Sn

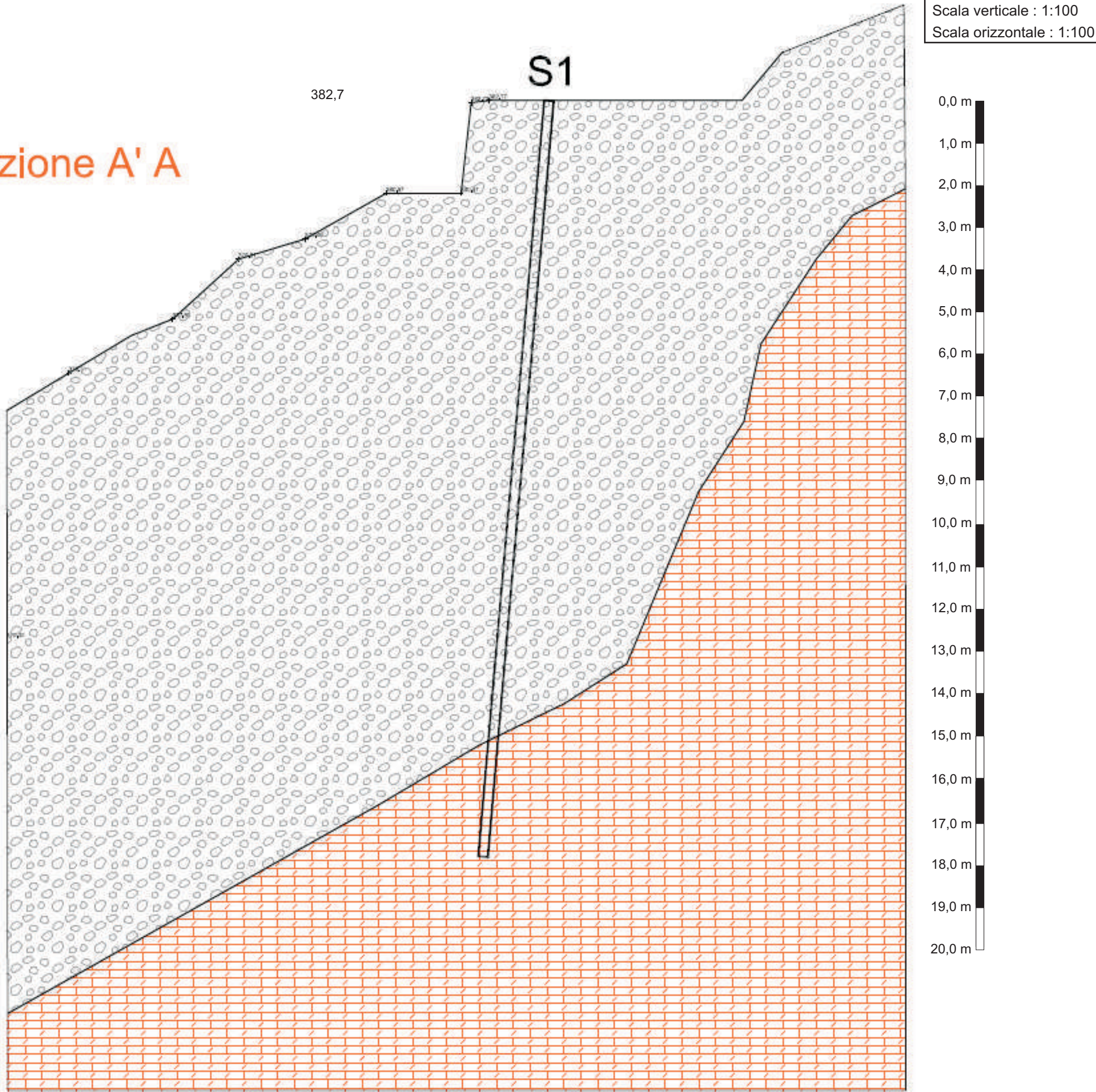


Sondaggi geognostici a rotazione e carotaggio continuo

TRACCIA SEZIONI STRATIGRAFICHE E LITOTECNICHE



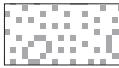
sezione A' A

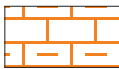



SEZIONE STRATIGRAFICA E LITOTECNICA SCHEMATICA INTERPRETATIVA (SEZIONE B)

Scala verticale : 1:100
Scala orizzontale : 1:100

LEGENDA

 **UL1** - Depositi eluvio - colluviali e detritico - colluviali costituiti da sabbia eterometrica con ciottoli e blocchi

 **UL2** - Substrato roccioso costituito da pragneiss e micascisti

Sn
 Sondaggi geognostici a rotazione e carotaggio continuo

TRACCIA SEZIONI STRATIGRAFICHE E LITOTECNICHE

