

COMUNE DI MASONE

CITTÀ METROPOLITANA DI GENOVA

INTERVENTO DI CONSOLIDAMENTO DEL MOVIMENTO FRANOSO DI VERSANTE IN LOC. REGALLI INCIDENTE SULL'ASTA DEL T.STURA IMMEDIATAMENTE A MONTE DELL'ABITATO E DELLE AREE PRODUTTIVE

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE ILLUSTRATIVO E DI COMPATIBILITA' IDRAULICA



STUDIO DI INGEGNERIA TIZIANO DE SILVESTRI
VIA AURELIA, 110 - 18017 SAN LORENZO AL MARE (IM)
TEL. 0183/930010 - FAX 0183/930009

MOBILE: 348 3109207

E-MAIL: UFFICIO@INGSL.IT - POSTA CERTIFICATA: TIZIANO.DESILVESTRI@INGPEC.EU

P.IVA: 015 50 64 00 88 C.F. DSLTZN 57 C 171480 X

INDICE

1.	<u>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO</u>	3
2.	<u>INQUADRAMENTO GEOLITOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO</u>	3
3.	<u>DESCRIZIONE SOMMARIA DELLA FRANA</u>	6
4.	<u>INDAGINI GEOGNOSTICHE</u>	8
5.	<u>CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DEI TERRENI</u>	8
6.	<u>DEFINIZIONE DEL RISCHIO</u>	9
7.	<u>OPERE A PROGETTO</u>	10
8.	<u>COMPATIBILITÀ IDRAULICA</u>	17
	20

1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

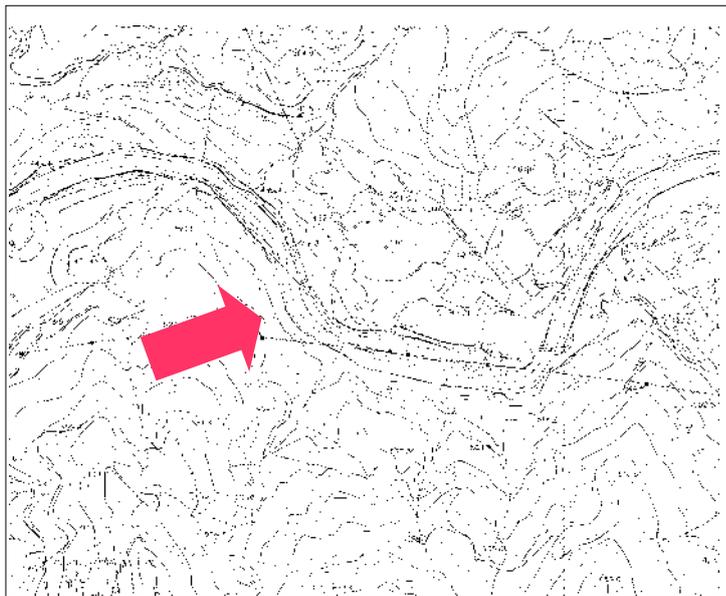


Figura 1 – Ubicazione frana in esame

La frana in esame, rappresentata in cartografia sulla C.T.R. della Regione Liguria in scala 1:5.000, Elemento n°213104 “Punta Martin”, è localizzata al limite orientale del territorio comunale di Masone, in località “Regalli” e si estende tra le quote di 460–545 mt.s.l.m.m.

2. INQUADRAMENTO GEOLITOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED

IDROGEOLOGICO

Dal punto di vista geologico la zona in esame fa parte del Gruppo di Voltri ed appartiene, facendo riferimento alla nuova cartografia geologica del progetto CARG Foglio 213–230 “Genova” – Sezione 213/4 “Campo Ligure”, all’Unità tettonometamorfica Voltri, composta da ofioliti con metasedimenti e scaglie lherzolitiche.

Il substrato dell’area è riferibile alla Formazione dei Calcescisti del Turchino,



Foto 1 – Serpentinocisti alterati affioranti in

metasedimenti, rappresentati da diversi litotipi (calcescisti s.s., quarzoscisti e micascisti) e caratterizzati da alternanze di livelli pelitici con una componente maggiormente filladica a prevalenti miche bianche e clorite e livelli quarzo carbonatici con

subordinati minerali micacei ed alla Formazione dei serpentinoscisti antigoritici del Bric del Dente, costituita da serpentiniti antigoritiche massicce e da serpentinoscisti derivanti dal metamorfismo di grado medio-basso di rocce peridotitiche, di cui conservano localmente sia le caratteristiche strutturali e tessiturali sia relitti paragenetici.

In particolare i calcescisti affiorano al piede della frana, mentre le serpentiniti affiorano nel settore centrale ed apicale della frana.

Affioramenti diffusi di calcescisti sono visibili lungo l'alveo del T. Stura; in affioramento la roccia si presenta massiccia e molto fratturata, localmente interessata da una scistosità pervasiva.

Affioramenti di serpentiniti sono ben visibili in corrispondenza del ciglio della frana, dove la roccia è costituita da serpentinoscisti e talcoscisti completamente alterati in minute scaglie e/o frammenti lapidei di dimensioni centimetriche in matrice argillosa ed a monte dello stesso dove la roccia è invece costituita da serpentiniti massicce da fratturate a molto fratturate.

Un esteso affioramento di serpentiniti massicce molto fratturate è visibile anche in corrispondenza della frana di crollo immediatamente a Nord della frana in esame.

In corrispondenza del settore centrale e basale del frana il substrato roccioso è ricoperto da una coltre detritica colluviale, costituita da frammenti lapidei e blocchi di serpentinite in matrice argilloso-sabbiosa; lo spessore della coltre può essere stimato in questa fase variabile tra 3-6 mt.

Dal punto di vista geomorfologico la frana in esame interessa il tratto di versante compreso tra la cima del Bric Ciogallo ed il T. Stura.

Il versante è caratterizzato da valori di acclività alti, mediamente superiori al 70% in corrispondenza del ciglio di frana e del fronte del corpo di frana e bassi, mediamente tra il 20%-50%, in corrispondenza del corpo di frana.

L'idrografia principale è rappresentata dal T. Stura, che scorre al piede della frana e da un Rio senza nome, tributario di sinistra del T. Stura che scorre lungo il lato sud-orientale della frana, delimitandola.

Si tratta nel caso del T. Stura di un corso d'acqua a carattere torrentizio, caratterizzato nel tratto in esame da un andamento curvilineo con lo sviluppo di una forte azione erosiva in sponda sinistra proprio in corrispondenza del piede della frana in esame.

Il Rio senza nome è un piccolo rivo a regime discontinuo, caratterizzato da un elevato trasporto solido, che ha sviluppato un'azione prevalentemente erosiva, soprattutto in corrispondenza di eventi meteorologici di forte intensità e scorre profondamente incassato all'interno del substrato roccioso.

All'interno dell'area in frana il sistema di corrivazione delle acque superficiali risulta invece poco definito; nella parte apicale prevale il ruscellamento diffuso e le acque affluiscono in maniera disordinata nel settore centrale in corrispondenza del corpo di frana, si infiltrano e imbibiscono il terreno fino a saturarlo.

Dal punto di vista idrogeologico il substrato serpentinitico massiccio è caratterizzato da permeabilità medio-alta per fessurazione e fratturazione. Tale litologia infatti si presenta fratturata o molto fratturata ed è sede di circuiti idrici, anche profondi, fortemente condizionati dall'andamento (orientazione e densità) e dalla persistenza delle diverse discontinuità presenti.

Anche i calcescisti, interessati da una intensa fessurazione, sono caratterizzati da permeabilità secondaria per fratturazione. Nonostante le condizioni di fratturazione i calcescisti possono comunque essere considerati come semipermeabili. Il ridotto grado di permeabilità associato ai calcescisti, in rapporto al comportamento delle ultramafiti, è fortemente connesso ai fenomeni di alterazione che interessano tali materiali. I prodotti d'alterazione a matrice argillosa, infatti, tendono ad intasare le discontinuità presenti rallentando e limitando i processi di circolazione idrica.

I serpentinoscisti ed i talcoscisti completamente alterati possono essere considerati da poco permeabili a impermeabili.

La coltre detritica colluviale è caratterizzata da una permeabilità primaria per porosità medio-bassa, in funzione della percentuale di frazione argillosa, che limita la circolazione idrica alle fasce con maggiore frazione sabbiosa e lapidea.

Il contrasto di permeabilità esistente tra le serpentiniti massicce e fratturate a monte, che rappresentano un bacino idrico importante ed il livello di serpentinoscisti alterati e la coltre detritica, caratterizzati da valori di permeabilità bassi o molto bassi, testimoniato dalla presenza di emergenze idriche in corrispondenza del settore centrale della frana, dà origine in periodi di intensa piovosità alla formazione di fenomeni di impregnazione e saturazione della coltre e del substrato roccioso completamente alterato.

Quindi oltre alle acque di ruscellamento superficiale anche le acque sotterranee che scaturiscono nel settore centrale della frana in corrispondenza del corpo di frana contribuiscono alla saturazione dei terreni.

3. DESCRIZIONE SOMMARIA DELLA FRANA

La frana, già individuata sulla cartografia del P.A.I. (Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) dell'Autorità di Bacino del Fiume Po) come frana attiva, con una perimetrazione ridotta, si è riattivata a seguito delle intense ed abbondanti precipitazioni degli ultimi due mesi (ottobre–novembre 2014).



Foto 2 – Porzione del corpo di frana nel settore centrale

Si tratta di una frana complessa, caratterizzata da un movimento di scivolamento rotazionale evolvente in colamento, che ha interessato la coltre detritica colluviale e parte del substrato roccioso alterato.

La frana, che si estende su di una superficie di circa 17000 mt², ha movimentato un volume di materiale stimabile in circa 40000 mt³.

Il movimento di colamento del corpo di frana, caratterizzato attualmente da una cinematica lenta, sta riversando la massa franosa in minima parte lungo il Rio senza nome tributario di sinistra del T. Stura ed in massima parte sul T. Stura.

Le cause predisponenti la frana sono rappresentate principalmente dalle scadenti caratteristiche geotecniche della coltre detritica, a matrice argilloso-sabbiosa e del substrato roccioso completamente alterato e dall'azione erosiva esercitata al piede dal T. Stura e dal Rio senza nome. La causa innescante è da individuare nella completa impregnazione e saturazione della coltre detritica e del substrato completamente alterato, con meccanismi che sono stati descritti nel paragrafo precedente.



Foto 3 – Fronte della frana in movimento sul T. Stura

Infatti in periodi di intensa piovosità i fenomeni sopraccitati (diffusione superficiale, impregnazione e circolazione freatica) entrano sostanzialmente in crisi e contribuiscono ad alterare le già pessime caratteristiche geotecniche della massa franosa fino a provocarne condizioni di sovra-saturazione.

Per quanto riguarda l'azione erosiva esercita al piede dal T. Stura, nel 1996 è stata realizzata al piede della frana, per il ripristino dei danni a seguito dell'alluvione del novembre 1994, una scogliera in massi, che potenzialmente potrebbe necessitare di interventi di ripristino e rinforzo, seppur in oggi sia plausibile ipotizzare stante la profondità della stessa rispetto al profilo attuale che possa essere ancora perfettamente intatta.

4. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per tali aspetti si rimanda alla Relazione Geologica ed al Rapporto trasmesso dalla ditta esecutrice della Campagna geognostica qui integralmente richiamato.

5. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DEI TERRENI

Per tali aspetti si rimanda alla Relazione Geologica.

I parametri geotecnici riportati di seguito, sono stati ricavati dalla suddetta Relazione Geologica la quale li desume sulla base dei dati forniti dal presente studio, facendo riferimento anche a dati ottenuti da prove di laboratorio già eseguite su terreni simili ed alle informazioni note nella letteratura specifica:

Coltre detritica colluviale

$$\gamma = 1,9 \text{ t/mt}^3$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 2,1 \text{ t/mt}^3$$

In condizioni drenate:

$$\phi' = 29^\circ$$

$$c' = 0$$

Calcescisti completamente alterati

$$\gamma = 2,0 \text{ t/mt}^3$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 2,2 \text{ t/mt}^3$$

In condizioni drenate:

$$\phi' = 31^\circ$$

$$c' = 0$$

Talcoscisti

$$\gamma = 2,0 \text{ t/mt}^3$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 2,1 \text{ t/mt}^3$$

In condizioni drenate:

$$\phi' = 28^\circ$$

$$c' = 0$$

In condizioni non drenate:

Serpentiniti completamente alterate

$$\gamma = 2,2 \text{ t/mt}^3$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 2,3 \text{ t/mt}^3$$

In condizioni drenate:

$$\phi' = 30^\circ$$

$$c' = 15 \text{ kPa}$$

In condizioni non drenate:

$$c_u = 40 \text{ kPa}$$

Calcescisti massicci fratturati

$$\gamma = 2,5 \text{ t/mt}^3$$

$$\phi = 33^\circ$$

$$c = 200 \text{ kPa}$$

6. DEFINIZIONE DEL RISCHIO

Le gravi condizioni di rischio oggi presenti sono relative:

- alle aree insediate poste a valle lungo il corso del Torrente Stura, in ragione della possibile disalveazione del Torrente Stura e la generazione di possibili onde anomale causate dagli ingenti quantitativi di materiale di franamento in alveo (stimati in $\sim 10.000\text{m}^3$);
- alla viabilità Comunale presente in sponda destra del Torrente stesso, direttamente posta a rischio dal dissesto in corso;



aree insediate a rischio

t. Stura

areale in dissesto

7. OPERE A PROGETTO

La frana allo stato attuale è caratterizzata da un movimento lento che si attiva in corrispondenza di periodi di intensa piovosità quando si registra la saturazione degli strati più superficiali. Dal monitoraggio inclinometrico si è evidenziato uno scivolamento alla profondità di 6m ca., in corrispondenza dello strato di talcoscisti, come da immagine allegata.

I° LOTTO

- ✓ raccolta delle acque della pista sterrata mediante realizzazione di cunetta trapezoidale in terra con scarico nel canale da realizzarsi nel corpo di frana, di cui di seguito, per la captazione delle acque dilavanti lungo la pista posizionata a monte rispetto al corpo di frana e provenienti dal versante di monte al fine di contrastarne il deflusso incontrollato;
- ✓ disciplinamento, per quanto possibile, dei deflussi superficiali attraverso la raccolta e l'adeguata regimentazione delle acque di ruscellamento superficiale, con sorgenti esistenti nel settore centrale del corpo di frana, per impedire che le acque non incanalate ed adeguatamente corrivate vadano a disperdersi nel corpo di frana. Nell'immagine sottostante lo schema tipologico di intervento dei canali di superficie, da realizzarsi ai bordi del movimento franoso, completati da un geocomposito composto da tre strati resi solidali mediante procedimento termico, costituiti da:
 - strato impermeabile in poliolefine di spessore mm 05 da utilizzare a contatto con il terreno;
 - strato di rinforzo e collegamento tra gli strati, in geotessile non tessuto agugliato 100% polipropilene ad alta tenacità di peso 140 gr./mq (EN 965), resistenza a trazione KN/m 8 (EN/ISO 10319);
 - strato di intasamento composto da una geostuoia grimpante 100% polipropilene ad elevato indice alveolare di peso minimo 650 gr/mq (EN 965) di spessore mm 21(EN 965) resistenza a trazione KN/m 1,8 (EN/ISO10319) successivamente intasato con terreno naturale a matrice fine a mitigazione dell'impatto ambientale;



il tutto ancorato mediante l'utilizzo di picchetti in ferro B450C ad aderenza migliorata piegati a manico d'ombrello $\varnothing 8\text{mm}$ e lunghezza minima cm 30 in ragione di n° 4 picchetti a metro lineare, di cui due sul fondo ed uno per ciascun lato in sommità. I canali sono sostenuti e intercalati da briglie in legname e pietrame, formate da strutture cellulari realizzate con tondame di castagno, fissata con chiodi e tondino di acciaio ad aderenza migliorata, e fondazione in gabbioni in pietrame con rivestimento ZnAl ad alta durabilità;



I canali in terra trapezoidali avranno larghezza alla base $L=1,00\text{m}$ ed altezza $h=1,00\text{m}$ con pendenza longitudinale definita da n°5 sezioni di controllo in briglie in legname di altezza $h=100\text{cm}$. Nota la pendenza media del versante pari a $i=35\%\text{ca.}$, la scabrezza del versante $K_s=30 \text{ m}^{1/3} \cdot \text{s}^{-1}$ e la portata duecentennale $Q=1 \text{ mc/s}$ (determinata utilizzando un contributo unitario pari a 40 mc/s per ogni chilometro quadrato di superficie del bacino sotteso al canale pari a $A=0.025\text{kmq}$), risulta che, in moto uniforme, il livello idrico nel canale sarebbe pari a $L.I.=40\text{cm ca.}$: la portata defluirebbe in sicurezza con adeguato franco. Si osservi che il dimensionamento è stato condotto a favore di sicurezza in quanto, trattandosi di canali di regimazione delle acque di versante, il tempo di ritorno di riferimento assunto risulta sovrastimato;

- ✓ abbassamento superficiale in modo durevole e funzionale del livello delle acque nel corpo di frana con l'intercettazione e la raccolta delle acque sub-superficiali attraverso la realizzazione di trincee drenanti che scaricheranno nei suddetti canali. Il sistema delle trincee drenanti previsto consente la realizzazione di drenaggi delle acque nei terreni mediante l'utilizzo di pannelli prefabbricati ad alte prestazioni idraulico-meccaniche, costituiti da uno scatolare esterno in gabbione rivestito con geotessile ritentore e separatore, mentre il nucleo drenante è costituito da "ciottoli" di polistirolo non riciclato, imputrescibile, insolubile e chimicamente inerte alle acque;



- ✓ **abbassamento profondo** in modo durevole e funzionale **del livello delle acque nel corpo di frana** mediante la posa di n°2 batterie di dreni sub-orizzontali per il drenaggio delle acque profonde da realizzarsi a tergo della cunetta trapezoidale in terra realizzanda per la captazione delle acque dilavanti lungo la pista posizionata a monte rispetto al corpo di frana e a tergo della scogliera di cui al punto successivo. Detti dreni verranno realizzati con l'esecuzione di perforazione dal terreno con impiego di attrezzature a rotopercolazione, posando in totale rispettivamente n°14+13 tubi dreno in pvc fessurato e rivestito in geotessile di lunghezza L=30m;
- ✓ **ripristino della sezione di deflusso del T. Stura mediante movimentazione del materiale litoide con contestuale rimessa a giorno della scogliera in massi investita dal materiale di frana,** nel tratto già realizzato nel 1996, **con soprastante palificata di consolidamento del versante di altezza h=2,00m, da realizzarsi anche in sommità ed a metà del corpo di frana,** al fine di consentire il transito della portata di piena nelle medesime condizioni ante frana. Di seguito sono riportate immagini dell'esecuzione dei lavori dell'epoca;

1996: FASI DI COSTRUZIONE DELL'OPERA. IN PRIMO PIANO L'OPERA DI SOSTEGNO ATTIVA E LA PRIMA PORZIONE DI MANTELLATA



2008: LAVORI DI RIFACIMENTO DELLA SCOGLIERA NEL TRATTO PIU' A MONTE LADDOVE SI EVINCE L'ASSENZA DELLA BERLINESE A MONTE



Si prevede la movimentazione sul versante di un volume di materiale pari a 2.000mc ca. che verrà conferito a discarica in quanto, in oggi, risulta essere collocato al di fuori del limite demaniale e la movimentazione in alveo del restante volume di materiale pari a 7.500mc ca. che verrà riposizionato nell'ambito dell'alveo stesso, come da Tav.5, in quanto collocato in demanio;

- ✓ realizzazione di n°3 file di palificata viva a doppia parete per il consolidamento superficiale del versante. Le stesse avranno struttura cellulare, realizzata con tondame di castagno scortecciato e/o resinose preimpregnate a pressione della lunghezza minima di 3,00 m, posto in opera con opportune chiodature e legature con tondino di acciaio ad aderenza migliorata mm 1, previo scavo di fondazione, formando una contropendenza del 10% rispetto alla verticale;

II° LOTTO (LOTTO DI COMPLETAMENTO FUTURO)

- ✓ cordoli in c.a. su pali e tiranti da realizzarsi a consolidamento profondo del versante. I tiranti avranno interasse pari a 3.5m, Lunghezza totale 30m (lunghezza fondazione: 20m), inclinazione di 15°, diametro di perforazione $\varnothing 140$, Orditura con n°3 trefoli $\varnothing 6/10^\circ$. I micropali avranno foro $\varnothing 220$ mm, lunghezza $l=18.00$ m (cordolo di valle - Tipo A) e $l=10.00$ m (cordolo di monte - Tipo B), con armatura $\varnothing 168.3$ di spessore 10mm ad interasse 80cm sfalsati;

Per una migliore comprensione si rimanda alle Tav.3 e Tav.4 allegate.

8. COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Al fine di comprovare la compatibilità idraulica della movimentazione del materiale in alveo, sono state condotte due differenti simulazioni di calcolo con il programma HEC-RAS, una relativa allo stato di fatto ed una relativa allo stato di progetto, inserendo le sezioni da rilievo topografico di dettaglio (da sezione 290.7 a 289.3) nel modello idraulico dello Studio fasce della V.B.P. mantenendo come condizione al contorno di monte la medesima dello *Stura 1* in sezione 302 e come condizione al contorno di valle il livello idrico risultante dal suddetto studio in sezione 284.

Dal raffronto tra il modello V.B.P e lo stato di fatto, risulta che il materiale in oggi in alveo determina un restringimento tale da comportare una transizione di regime con risalto verso monte nel tratto investito dalla frana con conseguente innalzamento dei livelli idrici in una zona già ad oggi perimetrata in fascia rossa, con conseguente aumento delle condizioni di rischio (vedi Figura 1).

Lo stato di progetto prevede la rimozione del materiale in alveo in corrispondenza del movimento franoso, pari a 7.500mc ca., con ripristino della sezione di deflusso ante frana, anche sulla scorta delle quote di fondo di un vecchio rilievo realizzato prima del verificarsi dell'evento, ed il riposizionamento del materiale in alveo, come da Tav.5, verso valle per una lunghezza complessiva di 2,5km ca., a realizzazione di una savanella centrale con abbancamenti lungo un solo lato di altezza digradante da 25cm ca. a 80cm ca. rispetto all'esistente per una lunghezza di 1650m ca. e con gli stessi abbancamenti lungo entrambe i lati per i restanti 850m. Si sottolinea che detto riposizionamento di materiale è ascrivibile a mero intervento di manutenzione ordinaria come da D.G.C.n°824/2008 e che la significativa lunghezza del tratto di alveo interessato dal deposito del materiale deriva da abbancamenti minimali in corrispondenza delle sezioni di deflusso che verranno trasportati così naturalmente a valle dalla corrente e, pertanto, tali da non influire sulle condizioni idrauliche in essere.

Dal raffronto tra detto stato di progetto e il modello V.B.P. risulta che vengono ripristinate le condizioni di deflusso ante frana (vedi Figura 2).

Vedi Figura 1 e 2 Allegate.

9. QUADRO ECONOMICO

Vedi Computo Metrico Estimativo

Masone, 18/11/2020

Il Tecnico

Ing. Tiziano De Silvestri



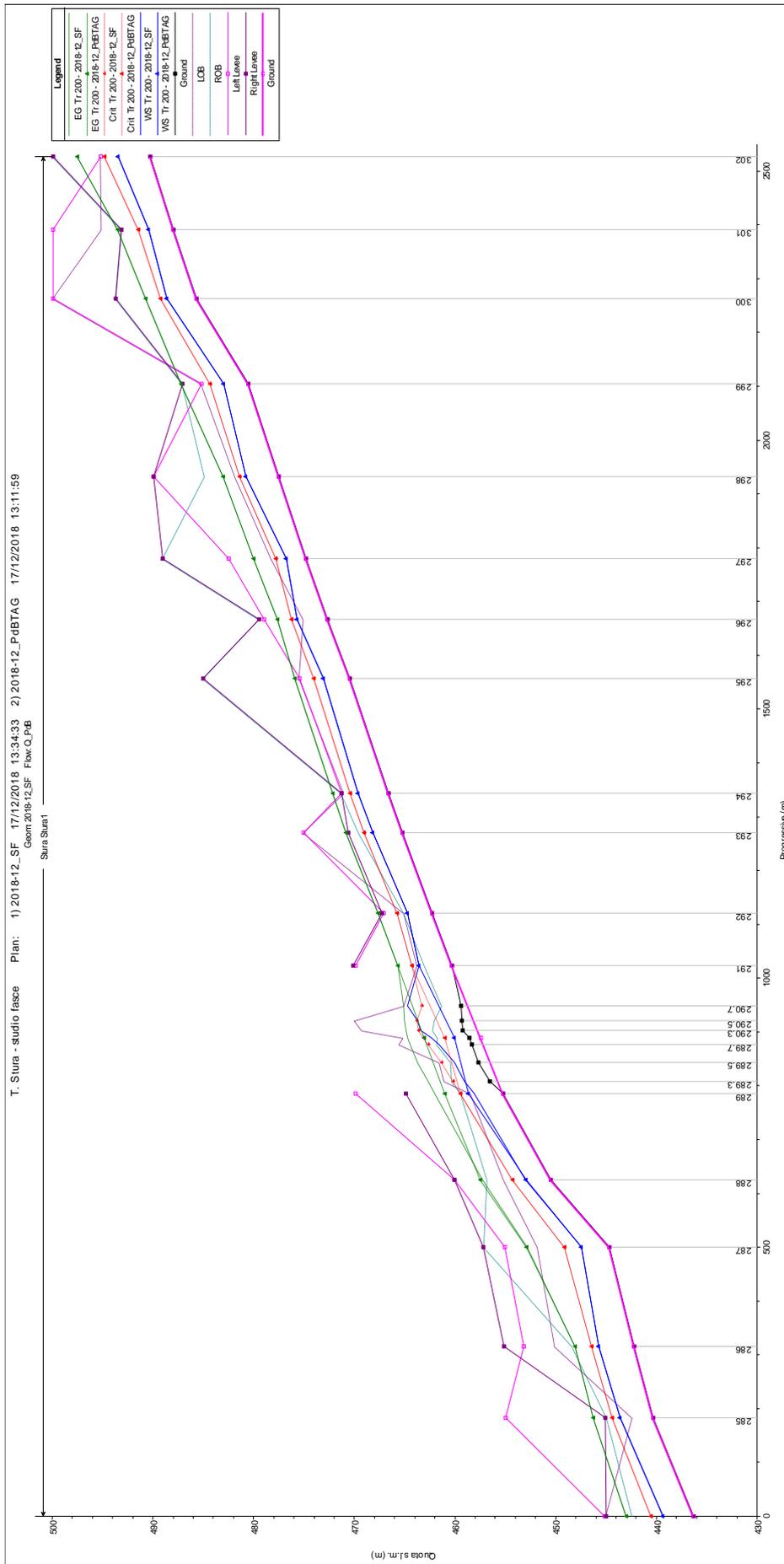


FIGURA 1

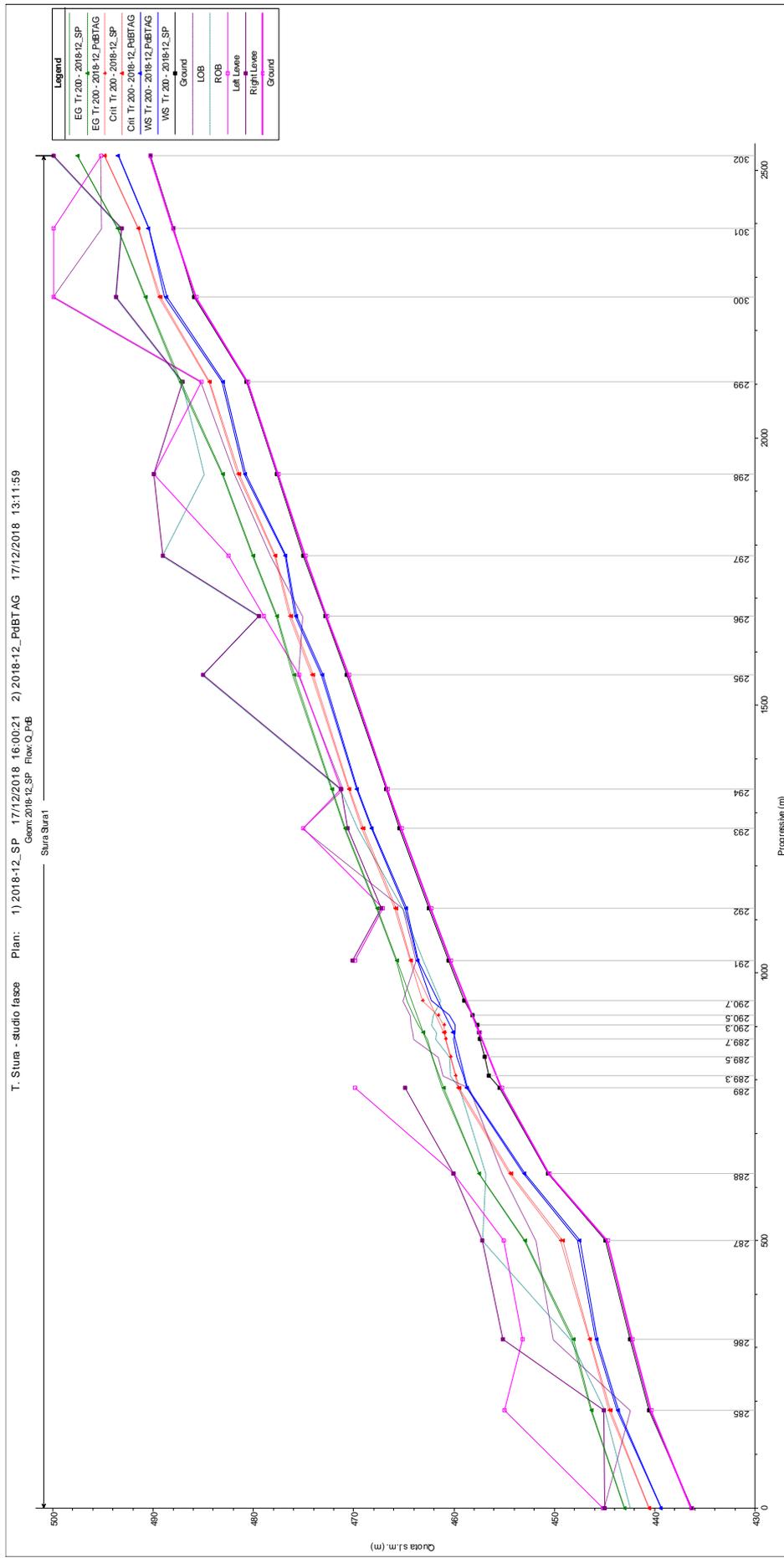


FIGURA 2