



COMUNE DI GENOVA

DIREZIONE PROGETTAZIONE

DETERMINAZIONE DIRIGENZIALE N. 2019-188.0.0.-41

L'anno 2019 il giorno 20 del mese di Maggio il sottoscritto Patrone Luca in qualita' di dirigente di Direzione Progettazione, ha adottato la Determinazione Dirigenziale di seguito riportata.

OGGETTO ACCORDO QUADRO PER L'AFFIDAMENTO DEGLI INTERVENTI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DI VERSANTI IN FRANA PER EVENTI DI TIPO ALLUVIONALE DI COMPETENZA COMUNALE NELL'AMBITO DEL TERRITORIO CITTADINO, ANNI 2016-2017.

APPROVAZIONE DI VARIANTE TECNICA ALLA DOCUMENTAZIONE PROGETTUALE ESECUTIVA INERENTE GLI INTERVENTI SITI IN LOC. FIORINO SPONDA DESTRA DEL T. CERUSA, VIA VILLINI NEGRONE (N. 3 AREE), DA ESEGUIRSI NELL'AMBITO DEL 1° CONTRATTO APPLICATIVO.

CUP I° ANNUALITÀ: B34H15000340004 - MOGE 13981

Adottata il 20/05/2019
Esecutiva dal 21/05/2019

20/05/2019	PATRONE LUCA
------------	--------------

Sottoscritto digitalmente dal Dirigente Responsabile



COMUNE DI GENOVA

DIREZIONE PROGETTAZIONE

DETERMINAZIONE DIRIGENZIALE N. 2019-188.0.0.-41

OGGETTO: ACCORDO QUADRO PER L’AFFIDAMENTO DEGLI INTERVENTI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DI VERSANTI IN FRANA PER EVENTI DI TIPO ALLUVIONALE DI COMPETENZA COMUNALE NELL’AMBITO DEL TERRITORIO CITTADINO, ANNI 2016-2017.

APPROVAZIONE DI VARIANTE TECNICA ALLA DOCUMENTAZIONE PROGETTUALE ESECUTIVA INERENTE GLI INTERVENTI SITI IN LOC. FIORINO SPONDA DESTRA DEL T. CERUSA, VIA VILLINI NEGRONE (N. 3 AREE), DA ESEGUIRSI NELL’AMBITO DEL 1° CONTRATTO APPLICATIVO.

CUP I° ANNUALITÀ: B34H15000340004 - MOGE 13981

IL DIRIGENTE RESPONSABILE

Su proposta del Responsabile del Procedimento Geol. Giorgio Grassano

Premesso che

- con deliberazione di Giunta Comunale n. 262 del 24.11.2016 è stata approvata la documentazione tecnica e il relativo quadro economico degli interventi urgenti di manutenzione straordinaria di versanti in frana per eventi di tipo alluvionale di competenza comunale nell’ambito del territorio cittadino – anno 2016, per un importo complessivo di Euro 1.000.000,00 finanziato per Euro 989.500,00 con mutuo contratto nell’esercizio 2016 con D.D. n. 2016/180.2.0./57 del 28.11.2016 - Acc.to 2016/1802 e per Euro 10.500.00 (incentivo) con risorse proprie dell’Ente;
- con Determinazione Dirigenziale 2016_176.0.0.-88 del 22.12.2016, come modificata e integrata con DD 2017-176.0.0.-25 del 18/04/2017, DD 2017-176.0.0.-28 del 09/05/2017 e DD. 2017-176.0.0.-45 del 09/06/2017, sono stati approvati i lavori, le procedure di gara e l’impegno di spesa degli interventi suddetti, da attuarsi median-

Sottoscritto digitalmente dal Dirigente Responsabile

te Accordo Quadro di cui all'art. 54 del d.lgs. n. 50/2016 della durata di anni due, per un importo lavori complessivo di euro 1.400.000 oltre IVA, come da prospetto seguente;

A	IMPORTO LAVORI		totale	1° Annualità	2° Annualità
	Lavori a misura				
	Totale A	€	1.240.000,00	620.000,00	620.000,00
B	ONERI DELLA SICUREZZA				
	Totale B	€	60.000,00	30.000,00	30.000,00
C	OPERE IN ECONOMIA	€	100.000,00	50.000,00	50.000,00
	TOTALE IMPORTO A BASE GARA (A + B + C)	€	1.400.000,00	700.000,00	700.000,00
D	SOMME A DISPOSIZIONE DELLA STAZIONE APPALTANTE				
D.1	Spese per Imprevisti (I.V.A. compresa)	€	100.000,00	50.000,00	50.000,00
D.2	Spese Tecniche e di Gara (I.V.A. compresa)	€	171.000,00	85.500,00	85.500,00
D.3	IVA 22% sull'importo base gara	€	308.000,00	154.000,00	154.000,00
D.4	Accantonamento art. 113 D.Lgs 50/2016 (1,5%)	€	21.000,00	10.500,00	10.500,00
	Totale D	€	600.000,00	300.000,00	300.000,00
	TOTALE GENERALE	€	2.000.000,00	1.000.000,00	1.000.000,00

- con deliberazione di Giunta Comunale n. 259 del 02.11.2017 è stata approvata la documentazione tecnica e il relativo quadro economico degli interventi urgenti non programmabili di manutenzione straordinaria di versanti in frana per eventi di tipo alluvionale di competenza comunale nell'ambito del territorio cittadino – anno 2017 (seconda annualità), per un importo complessivo di Euro 700.000,00 finanziato per Euro 692.500,00 con mutuo contratto nell'esercizio 2017 con D.D. n. 2017/180.2.0./59 del 16.11.2017 - Acc.to 2017/1800 e per Euro 7.500,00 (incentivo) con risorse proprie dell'Ente;
- con Determinazione Dirigenziale 2017_176.0.0.-108 del 14.12.2017, sono stati approvati i suddetti lavori e l'impegno di spesa per la seconda annualità;

Sottoscritto digitalmente dal Dirigente Responsabile

- per quanto sopra, il quadro economico sulle due annualità assomma ad Euro 1.700.000,00 di cui Euro 1.200.000,00 per lavori, compresi Euro 52.600,00 per oneri sicurezza ed Euro 93.400,00 per opere in economia, il tutto oltre IVA, come da prospetto seguente;

A	IMPORTO LAVORI		totale	1° Annualità	2° Annualità
	Lavori a misura				
	Totale A	€	1.054.000,00	620.000,00	434.000,00
B	ONERI DELLA SICUREZZA				
	Totale B	€	52.600,00	30.000,00	22.600,00
C	OPERE IN ECONOMIA	€	93.400,00	50.000,00	43.400,00
	TOTALE IMPORTO A BASE GARA (A + B + C)	€	1.200.000,00	700.000,00	500.000,00
D	SOMME A DISPOSIZIONE DELLA STAZIONE APPALTANTE				
D.1	Spese per Imprevisti (I.V.A. compresa)	€	75.000,00	50.000,00	25.000,00
D.2	Spese Tecniche e di Gara (I.V.A. compresa)	€	143.000,00	85.500,00	57.500,00
D.3	IVA 22% sull'importo base gara	€	264.000,00	154.000,00	110.000,00
D.4	Accantonamento art. 113 D.Lgs 50/2016 (1,5%)	€	18.000,00	10.500,00	7.500,00
	Totale D	€	500.000,00	300.000,00	200.000,00
	TOTALE GENERALE	€	1.700.000,00	1.000.000,00	700.000,00

- con Determinazione Dirigenziale 2018_188.0.0.-08 del 01.03.2018 sono stati impegnati Euro 39.333,46 (oltre IVA al 22% pari ad euro 8.653,36 per complessivi Euro 47.986,82) di tal che la relativa somma per quota lavori della prima annualità viene a ridursi di pari importo;
- per tutto quanto sopra indicato, l'importo complessivo per lavori sulle due annualità di Euro 1.200.000,00 viene a ridursi ad Euro 1.160.666,54, compresi Euro 52.600,00 per oneri sicurezza ed Euro 93.400,00 per opere in economia, il tutto oltre IVA.

-

- con Determinazione Dirigenziale della Direzione Progettazione n. 2018-188.0.0.-18 del 29/3/2018 l'Accordo Quadro in oggetto è stato aggiudicato in via definitiva al Consorzio Stabile VALORI S.c.a.r.l., con sede in Roma, Via degli Scipioni, 153 – C.A.P. 00192 – Codice Fiscale e Partita I.V.A. n. 08066951008 con il punteggio finale di 98,60 punti e il ribasso del 45,87%;
- il Consorzio Valori ha stipulato in data 19.06.2018 l'Accordo Quadro biennale con rep. N. 68216;
- con determinazione dirigenziale n. 2018/188.0.0.-27 del 15.05.2018 è stato conferito all'Ing. Emanuele Tatti l'incarico di redigere parte della progettazione esecutiva e coordinamento sicurezza di alcuni degli interventi inseriti nella prima annualità dell'Accordo Quadro in oggetto;
- con Determinazione Dirigenziale della Direzione Progettazione n. N. 2018-188.0.0.-41 del 02/07/2018 è stata approvata la documentazione progettuale esecutiva inerente gli interventi siti in loc. Fiorino sponda destra del T. Cerusa, via Villini Negrone (n. 3 aree), da eseguirsi nell'ambito del 1° contratto applicativo;
- con il 1° contratto applicativo rep. Contratti n. 846/2018 del 03/07/2018, è stata affidata l'esecuzione di una prima tranche di interventi per un importo di Euro 276.520,00.

Considerato che:

- nel corso dei lavori di cui ante, per questioni di ordine operativo e di sicurezza in cantiere e tenuto conto delle condizioni geologiche effettivamente riscontrate, si è reso necessario apportare alcune variazioni tecniche alle soluzioni di cui ai progetti approvati;
- le suddette variazioni riguardano in particolare:
 - o intervento Fiorino: esecuzione di opere provvisorie finalizzate alla esecuzione in sicurezza degli scavi per la realizzazione della prevista scogliera in massi cementati, consistenti in due ordini palificate a parete doppia in legname e pietrame e grata in legname;
 - o interventi Via Villini Negrone: modifiche all'opera comprendente micropali in area 3 (H) e all'opera in terre armate in area 2 (F), secondo quanto riportato in dettaglio nella documentazione tecnica allegata alla presente;
- nel rispetto della normativa vigente, ancorché trattasi di interventi urgenti di manutenzione straordinaria, è opportuno procedere all'approvazione delle suddette variazioni progettuali, anche in previsione della futura messa in esercizio delle strutture realizzate;
- a tal fine, con riferimento agli interventi siti in via
Villini Negrone "MESSA IN SICUREZZA DI TRE FRANE IN VIA VILLINI NEGRONE A GENOVA PRÀ", la documentazione integrativa relativa alle variazioni introdotte è costituita da:

Sottoscritto digitalmente dal Dirigente Responsabile

- Relazione Geotecnica e sulle strutture – terre armate AREA2 (F) – REV 2
 - Relazione Geotecnica e sulle strutture – muro in c.a. e micropali AREA3 (H) – REV 2
 - TAV. 8 Planimetria e sezioni stato a progetto - AREA 2 (F) - – REV 2
 - TAV. 9 Planimetria e sezioni stato a progetto - strutture - AREA 2 (F) - – REV 2
 - TAV. 11 Planimetria e sezioni stato a progetto - AREA 3 (H) - REV 2
 - TAV. 12 Planimetria e sezioni stato a progetto - strutture - AREA 3 (H) - REV 2
- per le specifiche caratteristiche degli interventi in argomento, i suddetti documenti sono da ritenersi esaustivi;
- gli elaborati di variante al progetto esecutivo, come sopra indicati, sono stati verificati, ai sensi dell'art. 26 D. Lgs. 50/2016, con esito positivo, dal RUP, in contraddittorio con i progettisti, come dato atto dal verbale di verifica in data 15/05/2019 allegato al presente provvedimento quale parte integrante e sostanziale.

Dato atto:

- che il presente provvedimento è regolare sotto il profilo tecnico, amministrativo e contabile ai sensi dell'art. 147 bis. comma 1 del D.lgs. 267/2000 (TUEL);
- dell'avvenuto accertamento dell'insussistenza di situazioni di conflitto di interessi ai sensi dell'art. 42 D.Lgs. 50/2016 e art. 6 bis L. 241/1990.

Atteso che la presente determinazione non comporta alcuna assunzione di spesa a carico del Bilancio Comunale.

Visto l'art. 107 del d.lgs. 18/8/2000, n. 267;
 Visti gli art. 77 e 80 dello Statuto del Comune di Genova;
 Visto l'art. 4, comma 2, del d.lgs. 30/3/2001, n. 165;

DETERMINA

- 1) che le premesse costituiscono parte integrante e sostanziale del presente provvedimento;
- 2) di approvare gli elaborati di variante tecnica dei progetti esecutivi inerenti il 1° contratto applicativo dell'Accordo Quadro per interventi urgenti di manutenzione straordinaria di versanti in frana per eventi di tipo alluvionale di competenza comunale nell'ambito del territorio cittadino, anni 2016-2017, interventi siti in loc. Fiorino sponda destra del T. Cerusa, via Villini Negrone (n. 3 aree), di cui alla Determinazione Dirigenziale

Sottoscritto digitalmente dal Dirigente Responsabile

n. N. 2018-188.0.0.-41 del 02/07/2018;

- 3) di dare atto che il presente provvedimento è stato redatto nel rispetto della normativa sulla tutela dei dati personali.

Il Dirigente
Arch. Luca Patrone



COMUNE DI GENOVA

ALLEGATO ALLA DETERMINAZIONE DIRIGENZIALE N. 2019-188.0.0.-41
AD OGGETTO: ACCORDO QUADRO PER L’AFFIDAMENTO DEGLI INTERVENTI
URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DI VERSANTI IN FRANA PER EVENTI
DI TIPO ALLUVIONALE DI COMPETENZA COMUNALE NELL’AMBITO DEL
TERRITORIO CITTADINO, ANNI 2016-2017.
APPROVAZIONE DI VARIANTE TECNICA ALLA DOCUMENTAZIONE PROGETTUALE
ESECUTIVA INERENTE GLI INTERVENTI SITI IN LOC. FIORINO SPONDA DESTRA DEL
T. CERUSA, VIA VILLINI NEGRONE (N. 3 AREE), DA ESEGUIRSI NELL’AMBITO DEL 1°
CONTRATTO APPLICATIVO.
CUP I° ANNUALITÀ: B34H15000340004 - MOGE 13981

**Ai sensi dell’articolo 2, comma 5, e dell’articolo 6, comma 3, del Regolamento di Contabilità,
si appone visto di riscontro contabile.**

Il Funzionario Responsabile
[Ornella Armiliato]

Sottoscritto digitalmente dal Responsabile



COMUNE DI GENOVA

DIREZIONE PROGETTAZIONE
Struttura Geotecnica e Idrogeologia

Oggetto: ACCORDO QUADRO PER L’AFFIDAMENTO DEGLI INTERVENTI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DI VERSANTI IN FRANA PER EVENTI DI TIPO ALLUVIONALE DI COMPETENZA COMUNALE NELL’AMBITO DEL TERRITORIO CITTADINO, ANNI 2016-2017.

- **PROGETTI ESECUTIVI PER INTERVENTI SITI IN:**
- **MESSA IN SICUREZZA DI TRE FRANE IN VIA VILLINI NEGRONE A GENOVA PRÀ"**

VERBALE DI VERIFICA DELLE VARIANTI PROGETTUALI

(ai sensi dell’art. 26 del D. Lgs. 50/2016)

Considerato:

- che gli interventi in esame sono inseriti nell’ambito della prima annualità dell’Accordo Quadro in oggetto previsto nel Programma Triennale dei Lavori Pubblici 2016-2018, approvato con Deliberazione del Consiglio Comunale N. 29 del 12.05.2016 e successivo adeguamento approvato con deliberazione del Consiglio Comunale n. 49 del 25/10/2016, per la somma di Euro 1.000.000,00;
- con Determinazione Dirigenziale della Direzione Progettazione n. N. 2018-188.0.0.-41 del 02/07/2018 è stata approvata la documentazione progettuale esecutiva inerente gli interventi siti in loc. Fiorino sponda destra del T. Cerusa, via Villini Negrone (n. 3 aree), da eseguirsi nell’ambito del 1° contratto applicativo;
- che nel corso dei lavori di cui ante, per questioni di ordine operativo e di sicurezza in cantiere e tenuto conto delle condizioni geologiche effettivamente riscontrate, si è reso necessario apportare alcune variazioni tecniche alle soluzioni di cui ai progetti approvati;
- che in data 14/05/2019, l’Ing. Emanuele Tatti, Progettista incaricato degli aspetti strutturali, ha consegnato gli elaborati contenenti le variazioni tecniche in coerenza con le indicazioni del Responsabile Unico del Procedimento;
- che a tal fine, con riferimento agli interventi siti in via Villini Negrone “MESSA IN SICUREZZA DI TRE FRANE IN VIA VILLINI NEGRONE A GENOVA PRÀ”, la documentazione integrativa relativa alle variazioni introdotte è costituita da:
 - Relazione Geotecnica e sulle strutture – terre armate AREA2 (F) – REV 2



COMUNE DI GENOVA

DIREZIONE PROGETTAZIONE
Struttura Geotecnica e Idrogeologia

- Relazione Geotecnica e sulle strutture – muro in c.a. e micropali AREA3 (H) – REV 2
- TAV. 8 Planimetria e sezioni stato a progetto - AREA 2 (F) -- REV 2
- TAV. 9 Planimetria e sezioni stato a progetto - strutture - AREA 2 (F) -- REV 2
- TAV. 11 Planimetria e sezioni stato a progetto - AREA 3 (H) - REV 2
- TAV. 12 Planimetria e sezioni stato a progetto - strutture - AREA 3 (H) - REV 2

Il Responsabile Unico di Procedimento Geol. Grassano Giorgio ha verificato in contraddittorio con il Capoprogetto:

a) per le relazioni specialistiche:

- che i contenuti presenti siano coerenti con le specifiche esplicitate dal committente;
- che i contenuti presenti siano coerenti con le norme cogenti;
- che i contenuti presenti siano coerenti con le norme tecniche applicabili, anche in relazione alla completezza della documentazione progettuale;
- che i contenuti presenti siano coerenti con le regole di progettazione;
- che i contenuti della relazione tecnica siano congruenti con i contenuti della relazione geologico-geotecnica;

b) per gli elaborati grafici:

- che ogni elemento, identificabile sui grafici, sia descritto in termini geometrici e che, ove sono dichiarate le sue caratteristiche, esso sia identificato inequivocabilmente attraverso un codice ovvero attraverso altro sistema di identificazione che possa porlo in riferimento alla descrizione di altri elaborati, ivi compresi documenti prestazionali e capitolari.

Il Capoprogetto dichiara di non dover presentare controdeduzioni a quanto sopra riportato.

Il presente verbale viene letto e sottoscritto in data odierna dal Responsabile Unico di Procedimento e dal Capoprogetto.

Genova, lì 15 maggio 2019

Il Capoprogetto
Geol. Stefano Battilana

Il Responsabile Unico del Procedimento
Geol. Giorgio Grassano

Comune di Genova
Provincia di Genova

18041_03/R002

RELAZIONE DI CALCOLO
Muro in c.a. e micropali - AREA 3(H)
REV.2

OGGETTO: Accordo Quadro per interventi urgenti di manutenzione straordinaria di versanti in frana per eventi di tipo alluvionale di competenza comunale nell'ambito del territorio cittadino di Genova.

Contenimento e allargamento stradale (frana alta) in Via Villini
Negrone – PRA'

COMMITTENTE:

Comune di Genova

Assessorato ai Lavori Pubblici
Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologica.

Genova, 14/05/2019

Il Progettista

ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI GENOVA
Ing. Emanuele TATTI
Settore Civile e Ambientale
Iscritto al N. 114 d'Albo - Sezione B degli Ingegneri



Studio Tecnico di Ingegneria Civile
Ing. Emanuele Tatti

Via Caterina Rossi 2/2, 16154, Genova (GE)
Tel. +39 349 8083558 | E-mail: ema.tatti@gmail.com

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone			
Contenimento e allargamento stradale (frana alta) – AREA 3 (H)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_03/R002 - Relazione di calcolo: muro in c.a. e micropali	02	2 / 35

RELAZIONE DI CALCOLO

II **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione è costituita dalle Norme Tecniche per le costruzioni emanate con il D.M. 17/01/2018 pubblicato nel suppl. 8 G.U. 42 del 20/02/2018, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 2 Febbraio 2009, n. 617 "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".

• **CALCOLO DELLE SPINTE**

Il calcolo delle spinte viene convenzionalmente riferito ad un metro di profondità di paratia. Pertanto tutte le grandezze riportate in stampa, sia per i dati di input che per quelli di output, debbono di conseguenza attribuirsi ad un metro di profondità della paratia stessa.

Per rendere più completa la trattazione relativa alla determinazione delle spinte sarà opportuno distinguere i seguenti casi:

- Spinta delle terre:

- a) *con superficie del terreno rettilinea*
- b) *con superficie del terreno spezzata*

- Spinta del sovraccarico ripartito uniforme:

- a) *con superficie del terreno rettilinea*
- b) *con superficie del terreno spezzata*

- Spinta del sovraccarico ripartito parziale

- Spinta del sovraccarico concentrato lineare

- Spinte in presenza di coesione

- Spinta interstiziale in assenza o in presenza di moto di filtrazione

- Spinta passiva

• **SPINTA DELLE TERRE**

Trattandosi di terreni stratificati, discretizzato il diaframma in un congruo numero di punti, si determina la spinta sulla parete come risultante delle pressioni orizzontali in ogni concio, calcolate come:

$$\sigma_h = \sigma_v \cdot K \cdot \cos \delta$$

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone			
Contenimento e allargamento stradale (frana alta) – AREA 3 (H)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_03/R002 - Relazione di calcolo: muro in c.a. e micropali	02	3 / 35

dove:

- σ_h = pressione orizzontale
- σ_v = pressione verticale
- K = coefficiente di spinta dello strato di calcolo
- δ = coefficiente di attrito terra–parete

La pressione verticale è data dal peso del terreno sovrastante:

- in termini di tensioni totali:

$$\sigma_v = \tau \cdot z$$

- τ = peso specifico del terreno
- z = generica quota di calcolo della pressione a partire dall'estradosso del terrapieno

- in termini di tensioni efficaci in assenza di filtrazione:

$$\sigma_v = \tau' \cdot z$$

- τ' = peso specifico efficace del terreno

- in termini di tensioni efficaci in presenza di filtrazione discendente dal terrapieno:

$$\sigma_v = [\tau - \tau_w \cdot (1 - I_w)] \cdot z$$

dove:

- τ = peso specifico del terreno
- τ_w = peso specifico dell'acqua
- I_w = gradiente idraulico: $\delta H / \delta L$
- δH = differenza di carico idraulico
- δL = percorso minimo di filtrazione

- in termini di tensioni efficaci in presenza di filtrazione ascendente dal terrapieno:

$$\sigma_v = [\tau - \tau_w \cdot (1 + I_w)] \cdot z$$

a) **Con superficie del terreno rettilinea**

Lo schema di calcolo è basato sulla teoria di *Coulomb* nell'ipotesi di assenza di falda:

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(\beta + \phi)}{\text{sen}^2 \beta \cdot \text{sen}(\beta - \delta) \cdot \left[1 + \left(\frac{\text{sen}(\phi + \delta) \cdot \text{sen}(\phi - \varepsilon)}{\text{sen}(\beta - \delta) \cdot \text{sen}(\beta + \varepsilon)} \right)^{\frac{1}{2}} \right]^2} \quad (\text{Muller-Breslau})$$

avendo indicato con :

- $\beta = 90^\circ$: inclinazione del paramento interno rispetto all'orizzontale;
- ϕ = angolo d'attrito interno del terreno;
- δ = angolo di attrito terra–muro;

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone			
Contenimento e allargamento stradale (frana alta) – AREA 3 (H)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_03/R002 - Relazione di calcolo: muro in c.a. e micropali	02	4 / 35

ε = angolo di inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale.

b) Con superficie del terreno spezzata

In questo caso, pur mantenendo le ipotesi di *Coulomb*, la ricerca del cuneo di massima spinta non conduce alla determinazione di un unico coefficiente, come nella forma di *Muller-Breslau*, giacché il diagramma di spinta non è più triangolare bensì poligonale.

Posto l_i = lunghezza, in orizzontale, del tratto inclinato:

$$dh = l_i \times \tan \varepsilon$$

e, permanendo la solita simbologia, si procede alla determinazione del cuneo di massima spinta ricavando l'angolo di inclinazione della corrispondente superficie di scorrimento, detto ro tale angolo, si ottiene, per $\beta = 90^\circ$:

$$\tan(ro) = \frac{1}{-\tan(ro) + \left[(1 + \tan^2 \phi) \cdot \left(1 + \frac{l_i \cdot dh}{(H + dh)^2 \cdot \tan \phi} \right) \right]^{\frac{1}{2}}}$$

Tracciando una retta inclinata di ' ro ' a partire dal vertice della spezzata si stacca ,sulla superficie di spinta, un segmento di altezza:

$$h = l_i \cdot \frac{(\tan(ro) - \tan \varepsilon) \cdot \tan \beta}{\tan(ro) + \tan \beta}$$

su questo tratto della superficie di spinta si assumerà il seguente coefficiente di spinta attiva:

$$K_{a1} = \frac{(\tan \beta + \tan(ro)) \cdot \left(1 + \frac{\tan \varepsilon}{\tan \beta} \right) \cdot \tan(ro - \phi)}{\tan \beta \cdot (\tan(ro) - \tan \varepsilon)}$$

mentre per il restante tratto di altezza ($H - h$) si assumerà:

$$K_{a2} = \frac{(\tan \beta + \tan(ro)) \cdot \tan(ro - \phi)}{\tan \beta \cdot \tan(ro)}$$

c) Incremento di spinta sismica:

- Calcolo dell'incremento di spinta sismica secondo D.M. 16/01/96:

$$K_{as} = K' - A \cdot K_a$$

essendo:

$$A = \frac{\cos^2(\alpha + \tau)}{\cos^2 \alpha + \cos \tau}$$

con:

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone			
Contenimento e allargamento stradale (frana alta) – AREA 3 (H)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_03/R002 - Relazione di calcolo: muro in c.a. e micropali	02	5 / 35

α = angolo formato dall'intradosso con la verticale

$\tau = \arctan C$

C = coefficiente di intensità sismica

K' = coefficiente calcolato staticamente per $\varepsilon' = \varepsilon + \tau$ e $\beta' = \beta - \tau$

La pressione ottenuta ha un andamento lineare, con valore zero al piede del diaframma e valore massimo in sommità.

- Calcolo dell'incremento di spinta sismica secondo N.T.C.: in assenza di studi specifici, i coefficienti sismici orizzontale (k_h) e verticale (k_v) che interessano tutte le masse sono calcolati come (7.11.6.3.1):

$$g \cdot K_h = \alpha \cdot \beta \cdot a_{\max}$$

$$a_{\max} = a_g \cdot S_S \cdot S_T$$

$$K_v = 0,5 \cdot K_h$$

La forza di calcolo viene denotata come E_d da considerarsi come la risultante delle spinte statiche e dinamiche del terreno. Tale spinta totale di progetto E_d , esercitata dal terrapieno ed agente sull'opera di sostegno, è data da:

$$E_d = \frac{1}{2} \cdot \tau' \cdot (1 \pm K_v) \cdot K \cdot H^2 + E_{ws}$$

dove:

H è l'altezza del muro;

E_{ws} è la spinta idrostatica;

τ' è il peso specifico del terreno (definito ai punti seguenti);

K è il coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico).

Il coefficiente di spinta del terreno può essere calcolato mediante la formula di *Mononobe e Okabe*.

- Se $\beta \leq \phi - \Theta$:

$$K_a = \frac{\sin^2(\alpha + \phi - \Theta)}{\cos \Theta \cdot \sin^2 \alpha \cdot \sin(\phi - \Theta - \delta) \cdot \left[1 + \left(\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta - \Theta)}{\sin(\phi - \Theta - \delta) \cdot \sin(\alpha + \beta)} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}}$$

Se $\beta > \phi - \Theta$:

$$K_a = \frac{\sin^2(\alpha + \phi - \Theta)}{\cos \Theta \cdot \sin^2 \alpha \cdot \sin(\phi - \Theta - \delta)}$$

- ϕ : è il valore di calcolo dell'angolo di resistenza a taglio del terreno in condizioni di sforzo efficace;

- α, β : sono gli angoli di inclinazione rispetto all'orizzontale rispettivamente della parete del muro rivolta a monte e della superficie del terrapieno;

- δ : è il valore di calcolo dell'angolo di resistenza a taglio tra terreno e muro;

- Θ : è l'angolo definito successivamente in funzione dei seguenti casi:

Livello di falda al di sotto del muro di sostegno:

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone			
Contenimento e allargamento stradale (frana alta) – AREA 3 (H)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_03/R002 - Relazione di calcolo: muro in c.a. e micropali	02	6 / 35

$\tau' = \tau$ peso specifico del terreno

$$\tan \Theta = \frac{K_h}{1 \pm K_v}$$

Terreno al di sotto del livello di falda:

$\tau' = \tau - \tau_w$ peso immerso del terreno

τ_w : peso specifico dell'acqua

$$\tan \Theta = \frac{\tau}{\tau - \tau_w} \cdot \frac{K_h}{1 \pm K_v}$$

b) *Inerzia della parete:*

In presenza di sisma l'opera è soggetta alle forze di inerzia della parete:

- Forze di inerzia secondo D.M. 16/01/96:

$$F_i = C \cdot W$$

con C = coefficiente di intensità sismica

- Forze di inerzia secondo N.T.C.:

$$F_{ih} = K_h \cdot W$$

$$F_{iv} = K_v \cdot W$$

$$K_h = \frac{S \cdot a_g}{r}$$

$$K_v = \frac{K_h}{2}$$

Al fattore r può essere assegnato il valore 2 nel caso di opere di sostegno che ammettano spostamenti, per esempio i muri a gravità, o che siano sufficientemente flessibili. In presenza di terreni non coesivi saturi deve essere assunto il valore 1.

• ***SPINTA DEL SOVRACCARICO RIPARTITO UNIFORME***

a) Con superficie del terreno rettilinea

In questo caso ,intendendo per Q il sovraccarico per metro lineare di proiezione orizzontale:

$$\sigma_v = Q$$

b) Con superficie del terreno spezzata

Una volta determinata la superficie di scorrimento del cuneo di massima spinta (ro), quindi il diagramma di carico che grava sul cuneo di spinta ,si scompone tale diagramma in due strisce; la prima agente sul tratto di terreno inclinato, la seconda sul rimanente tratto orizzontale.

Ognuna delle strisce di carico genererà un diagramma di pressioni sul muro i cui valori saranno determinati secondo la formulazione di *Terzaghi* che esprime la pressione alla generica profondità z come:

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone			
Contenimento e allargamento stradale (frana alta) – AREA 3 (H)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_03/R002 - Relazione di calcolo: muro in c.a. e micropali	02	7 / 35

$$\sigma_h = \frac{2 \cdot Q \cdot W}{\pi} \cdot (\Theta - \sin\Theta \cdot \cos 2\tau)$$

dove:

$$W = \frac{\sin \beta}{\sin(\beta + \varepsilon)}$$

- **SPINTA DEL SOVRACCARICO CONCENTRATO LINEARE**

Il carico concentrato lineare genera un diagramma delle pressioni sul muro che può essere determinato usando la teoria di Boussinesq:

Essendo:

d_l = distanza del sovraccarico dal muro, in orizzontale

q_l = intensità del carico;

e posto

$$m = \frac{d_l}{H}$$

si ottiene il valore della pressione alla generica profondità z in base alle seguenti relazioni:

a) per $m \leq 0,4$

$$\sigma_h = 0,203 \cdot \frac{q_l}{H} \cdot \frac{\frac{z}{H}}{\left[0,16 + \left(\frac{z}{H}\right)^2\right]^2}$$

b) per $m > 0,4$

$$\sigma_h = 4 \cdot \frac{q_l}{H \cdot \pi} \cdot \frac{m \cdot \frac{z}{H}}{\left[m^2 + \left(\frac{z}{H}\right)^2\right]^2}$$

- **SPINTA ATTIVA DOVUTA ALLA COESIONE**

La coesione determina una contospinta sulla parete, pari a:

$$\sigma_h = -2 \cdot C \cdot \sqrt{K_a} \cdot \sqrt{1 + R_{ac}}$$

essendo:

C = coesione dello strato

R_{ac} = rapporto aderenza/coesione

- **SPINTA INTERSTIZIALE**

La spinta risultante dovuta all'acqua è pari alla differenza tra la pressione interstiziale di monte e di valle.

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone			
Contenimento e allargamento stradale (frana alta) – AREA 3 (H)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_03/R002 - Relazione di calcolo: muro in c.a. e micropali	02	8 / 35

Nel caso di filtrazione discendente da monte e ascendente da valle:

$$\sigma_h = \tau_w \cdot [H_{wm} \cdot (1 - I_w) - H_{wv} \cdot (1 + I_w)]$$

dove:

H_{wm} = quota della falda di monte

H_{wv} = quota della falda di valle

Nel caso di filtrazione discendente da valle e ascendente da monte:

$$\sigma_h = \tau_w \cdot [H_{wm} \cdot (1 + I_w) - H_{wv} \cdot (1 - I_w)]$$

- **SPINTA PASSIVA**

$$\sigma_{hp} \cdot R_p = \sigma_v \cdot K_p \cdot \cos \delta + 2 \cdot C \cdot \sqrt{K_p} \cdot \sqrt{1 + R_{ac}}$$

dove:

σ_{hp} = pressione passiva orizzontale

R_p = coefficiente di riduzione della spinta passiva

σ_v = pressione verticale

K_p = coefficiente di spinta passiva dello strato di calcolo

δ = coefficiente di attrito terra-parete

C = coesione

R_{ac} = rapporto aderenza/coesione

a) per $\phi < 0$:

$$K_p = \frac{\text{sen}^2(\beta - \phi)}{\text{sen}^2 \beta \cdot \text{sen}(\beta + \delta) \cdot \left[1 - \left(\frac{\text{sen}(\phi + \delta) \cdot \text{sen}(\phi + \varepsilon)}{\text{sen}(\beta + \delta) \cdot \text{sen}(\beta + \varepsilon)} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}}$$

b) per $\phi = 0$:

$$K_p = 1$$

- **EQUILIBRIO DELLA PARATIA E CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI**

Il diaframma è una struttura deformabile, per cui in funzione degli spostamenti che assume è in grado di mobilitare pressioni dal terreno circostante. Nella trattazione classica per determinare le spinte sul tratto infisso della paratie si ipotizza che il terreno circostante sia in condizioni di equilibrio limite, per cui ipotizzata una deformata si possono determinare le zone attive e passive del terreno e le relative pressioni.

Questo modo di procedere fornisce buoni risultati nei problemi di progetto e nel caso si vogliano determinare dei valori globali di sicurezza mentre non permette di valutare con buona approssimazione i diagrammi delle sollecitazioni. Inoltre un grande limite è rappresentato dal fatto che i metodi classici non permettono di tenere conto la presenza di più di un tirante.

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone			
Contenimento e allargamento stradale (frana alta) – AREA 3 (H)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_03/R002 - Relazione di calcolo: muro in c.a. e micropali	02	9 / 35

Un modo più moderno di affrontare il problema dell'equilibrio delle paratie è quello di utilizzare delle tecniche di soluzione più generali quali quello degli elementi finiti. L'algoritmo di soluzione utilizzato nel programma si può riassumere nei seguenti passi principali:

- 1 - discretizzazione della paratia con elementi trave elastici.
- 2 - modellazione dei tiranti con molle elastiche che reagiscono solo nel caso la paratia si allontani dal terreno (tiranti o sbadacchi).
- 3 - modellazione del terreno in cui e' infissa la paratia con molle non lineari con legame costitutivo di tipo bilatero.
- 4 - algoritmo di soluzione per sistemi di equazioni non lineari che utilizza la tecnica della matrice di rigidezza secante.
- 5 - calcolo degli spostamenti della paratia, in particolare gli spostamenti dei tiranti e del fondo scavo che danno preziose informazioni sulla deformabilità del sistema terreno- paratia.
- 6 - calcolo delle sollecitazioni degli elementi trave (taglio, momento).
- 7 - calcolo delle pressioni sul terreno dove e' infissa la paratia.

Descrizione dell'algoritmo

Si discretizza la paratia in $n-1$ conci di trave connessi ad n nodi. Si calcola quindi la matrice di rigidezza elementare del concio e quindi si esegue l'assemblaggio della matrice globale. Ogni nodo presenta due gradi di libertà (spostamento trasversale e rotazione), quindi si hanno in totale $2 \times n$ gradi di libertà globali.

La matrice di rigidezza assemblata di dimensioni $(2n \times 2n)$ risulta non invertibile in quando la struttura ammette moti rigidi. I moti rigidi e quindi la labilità della struttura vengono eliminati modellando il terreno in cui la paratia risulta infissa ed i tiranti.

Sia il terreno che i tiranti vengono modellati con delle molle i cui valori di rigidezza vengono sommati agli elementi diagonali della matrice globale. I tiranti hanno un legame costitutivo unilatero.

RIGIDEZZA DEL TIRANTE:

Se:

- L = lunghezza
- A = Area del tirante/interasse
- E = modulo elastico del tirante
- f = angolo di inclinazione
- T = sforzo sul tirante/puntone v = spostamento

ne consegue:

$$K = \frac{A \cdot E}{L} \cdot \cos^2 f$$

$$T = K \times v \quad \text{se } v \geq 0$$

$$T = 0 \quad \text{se } v < 0 \text{ (la paratia si avvicina al terreno)}$$

RIGIDEZZA DEL TERRENO (Bowles, *Fondazioni* pag.649):

Se:

- c = coesione
- g peso specifico efficace

- Nc, Nq, Ng coefficienti di portanza
- z quota infissione

$$K = 40 \times (c \times Nc + 0,5 \times g \times 1 \times Ng) + 40 \times (g \times Nq \times z)$$

Il legame costitutivo pressione terreno–spostamento v della paratia si assume di tipo non lineare bilatero:

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone			
Contenimento e allargamento stradale (frana alta) – AREA 3 (H)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_03/R002 - Relazione di calcolo: muro in c.a. e micropali	02	10 / 35

$v_l = 1,5$ cm spostamento limite elastico
 P_p = pressione passiva
 $P_u = \min(v_l \times K, P_p)$ pressione massima sopportata dal terreno
 $K \times v \leq P_u$ (fase elastica)
 $P(v) = P_u$ se $K \times v > P_u$ (fase plastica)

Il sistema non lineare risolvibile risulta quindi:

$K(v)$ matrice secante
 F = forze nodali
 $F = K(v) v$
 $v_i = \text{inv}(K(v_{i-1})) F$ per $i = 0, \dots, n$

Risolto iterativamente il sistema non lineare si ottengono gli spostamenti nodali e quindi pressioni, sollecitazioni e forze ai tiranti. È importante al fine di una corretta verifica della paratia controllare lo spostamento al fondo scavo della paratia.

• **ANCORAGGI**

La lunghezza minima del tirante è determinata in maniera tale che la retta passante dalla punta estrema dell'ancoraggio e dal piede del diaframma formi un angolo pari a ϕ (angolo di attrito interno) con la verticale.

BLOCCO DI ANCORAGGIO

Il blocco di ancoraggio, nell'ipotesi che esso sia continuo lungo tutta la lunghezza del diaframma, deve dimensionarsi sulla base di un coefficiente di sicurezza che vale:

$$\mu_a = \frac{\tau \cdot H_a^2 \cdot (K_p - K_a)}{2 \cdot T_r}$$

dove:

τ = peso specifico del terreno
 H_a = affondamento del blocco di ancoraggio nel terreno
 K_p = coefficiente di spinta passiva
 K_a = coefficiente di spinta attiva
 T_r = forza di trazione sull'ancoraggio

BULBO DI ANCORAGGIO DI CALCESTRUZZO INIETTATO SOTTO PRESSIONE

Se:

T_u = sforzo resistente
 T_r = forza di trazione sull'ancoraggio
 μ_a = coefficiente di sicurezza
 A = area bulbo
 p_v = pressione verticale
 f = angolo di attrito del terreno
 $K_0 = 1 - \sin(f)$ (spinta a riposo)
 c = coesione

allora:

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone			
Contenimento e allargamento stradale (frana alta) – AREA 3 (H)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_03/R002 - Relazione di calcolo: muro in c.a. e micropali	02	11 / 35

$$T_u = A \cdot \left[p_v \cdot K_o \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot f\right) + 0,8 \cdot c \right]$$

• VERIFICHE

Il programma esegue le verifiche di resistenza sugli elementi strutturali in funzione della tipologia della paratia. Le verifiche verranno eseguite per tutte le tipologie a scelta dell'utente sia con il metodo delle tensioni ammissibili che con il metodo degli SLU.

Per la generica in particolare la verifica agli S.L.U. prevede solo l'utilizzo di materiali assimilabili ai sensi della normativa vigente all'acciaio Fe360, Fe430 e Fe510. In particolare per il metodo degli S.L.U. si prevede che le azioni di calcolo utilizzate per le verifiche di resistenza derivanti vengano incrementate di un coefficiente parziale pari a 1,50.

Per le sezioni in acciaio la verifica S.L.U. viene effettuato al limite elastico.

Le verifiche saranno effettuate, coerentemente con il metodo selezionato (T.A. S.L.U), rispettando la normativa vigente per le strutture in c.a. ed in acciaio.

Le verifiche saranno effettuate sia sulla sezione della paratia che sugli elementi secondari quali cordoli in c.a. ed in acciaio, testata di ancoraggio in acciaio per le berlinesi.

Le sollecitazioni agenti sul cordolo vengono calcolate schematizzandolo come una trave continua caricata con forze concentrate.

Nel caso di cordoli in c.a. vengono effettuate le verifiche consuete per le travi soggette a momento flettente e taglio.

Nel caso di cordoli realizzati in acciaio vengono effettuate le seguenti verifiche:

- 1) verifica del profilo del longherone calcolato a trave continua e caricato con forze concentrate.
- 2) Verifica del comportamento a mensola della piattabanda del profilo a contatto con i pali della berlinese.
- 3) Verifica che la risultante inclinata del tirante sia interna alla area di contatto costituita dalle piattabande dei profili.
- 4) Verifica della piastra forata della testata sollecitata dal tiro del tirante irrigidita con eventuali nervature.
- 5) Verifica della piastra forata della testata in corrispondenza dello incastro con le nervature laterali della testata. Verifica della saldature corrispondente di tipo II classe a T o completa penetrazione.

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone			
Contenimento e allargamento stradale (frana alta) – AREA 3 (H)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_03/R002 - Relazione di calcolo: muro in c.a. e micropali	02	12 / 35

- **SPECIFICHE CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

La simbologia riportata in tabella va interpretata secondo le descrizioni dei campi riportate di seguito:

Str. N.ro	: <i>Numero dello strato</i>
Spess.	: <i>Spessore dello strato</i>
Coesione	: <i>Coesione</i>
Rapp. ader/co	: <i>Rapporto Aderenza/Coesione</i>
Ang. attr.	: <i>Angolo di attrito interno del terreno dello strato in esame</i>
Peso spec.	: <i>Peso specifico del terreno in situ</i>
Peso eff.	: <i>Peso specifico efficace del terreno saturo</i>
Attr. terra-muro	: <i>Angolo di attrito terra–muro</i>
Descriz.	: <i>Descrizione sintetica dello strato</i>

- **SPECIFICHE CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

La simbologia riportata in tabella va interpretata secondo le descrizioni dei campi riportate di seguito:

Ka	: <i>Coefficiente di spinta attiva</i>
Kas	: <i>Coefficiente di spinta attiva sismica</i>
Kp	: <i>Coefficiente di spinta passiva</i>

- **SPECIFICHE CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

La simbologia riportata in tabella va interpretata secondo le descrizioni dei campi riportate di seguito:

Pq	: <i>pressioni (superiore e inferiore) da sovraccarico distribuito</i>
Pl	: <i>pressioni da sovraccarico lineare</i>

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone			
Contenimento e allargamento stradale (frana alta) – AREA 3 (H)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_03/R002 - Relazione di calcolo: muro in c.a. e micropali	02	13 / 35

Pa	: <i>pressioni (superiore e inferiore) da spinta attiva</i>
Pc	: <i>pressioni da coesione</i>
Ps	: <i>pressioni (superiore e inferiore) da incremento sismico</i>
Pn	: <i>pressioni inerziali</i>
Pwm	: <i>pressioni interstiziali da monte</i>
Pwv	: <i>pressioni interstiziali da valle</i>
Pwm	: <i>Incremento sismico pressioni interstiziali da monte</i>
Pwvs	: <i>Incremento sismico pressioni interstiziali da valle</i>

Dove presente il dato del rigo superiore si riferisce al valore della grandezza all'estremità superiore e quello del rigo inferiore al valore della grandezza all'estremità inferiore del concio di paratia esaminato.

- **SPECIFICHE CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

La simbologia riportata in tabella va interpretata secondo le descrizioni dei campi riportate di seguito:

Nro	: <i>Numero del concio a partire dalla testa della paratia</i>
Quota	: <i>Quota del fondo del concio, a partire dalla testa della paratia</i>
Pr	: <i>Pressione risultante orizzontale (superiore ed inferiore)</i>
Pv	: <i>Pressione verticale risultante (superiore ed inferiore)</i>
Mf	: <i>Momento flettente</i>
N	: <i>Sforzo normale</i>
Tg	: <i>Taglio (superiore ed inferiore)</i>

Dove presente il dato del rigo superiore si riferisce al valore della grandezza all'estremità superiore e quello del rigo inferiore al valore della grandezza all'estremità inferiore del concio di paratia esaminato.

- **SPECIFICHE CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

La simbologia riportata in tabella va interpretata secondo le descrizioni dei campi riportate di seguito:

METODO DI VERIFICA: STATI LIMITI ULTIMI

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone			
Contenimento e allargamento stradale (frana alta) – AREA 3 (H)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_03/R002 - Relazione di calcolo: muro in c.a. e micropali	02	14 / 35

PARATIA CON SEZIONE RETTANGOLARE IN C.A.

Nr : Numero del concio a partire dalla testa della paratia
Quota : Quota del fondo del concio, a partire dalla testa della paratia
Mf : Momento flettente di progetto riferito ad una sezione di 1 m.
N : Sforzo normale di progetto riferito ad una sezione di 1 m.
Am : Area armature posta sul lembo di monte di una sezione di 1 m.
Av : Area armature posta sul lembo di valle di una sezione di 1 m.
Mu : Momento resistente ultimo di progetto agente su una sezione di 1 m.
T : Taglio di progetto agente su una sezione di 1 m.
Tu : Taglio resistente ultimo relativo ad una sezione di 1 m.
passo st. : Passo armature di ripartizione di progetto

PARATIA CON PALI IN C.A.

Nr : Numero del concio a partire dalla testa della paratia
Quota : Quota del fondo del concio, a partire dalla testa della paratia
Mf : Momento flettente di progetto riferito ad un singolo palo
N : Sforzo normale di progetto riferito ad un singolo palo
Aa : Area armature riferito ad un singolo palo
Mu : Momento resistente ultimo riferito ad un singolo palo
Tu : Taglio resistente ultimo riferito ad un singolo palo
passo st. : Passo armature di ripartizione di progetto

PARATIA CON SEZIONE IN ACCIAIO, BERLINESE E GENERICA

Nr : Numero del concio a partire dalla testa della paratia
Quota : Quota del fondo del concio, a partire dalla testa della paratia
Mf : Momento flettente agente sul singolo profilo o palo
N : Sforzo normale agente sul singolo profilo o palo
T : Taglio agente sul singolo profilo o palo
 σ_M : Tensione normale dovuta a momento flettente
 σ_N : Tensione normale dovuta a sforzo normale
 τ : Tensione tangenziale
 σ_{ideale} : Tensione ideale. Viene stampato **NOVER** in caso ecceda il valore limite elastico

CORDOLO IN CALCESTRUZZO ARMATO

N.ro : Numero del cordolo
Mf : Momento flettente massimo
Aa : Armatura simmetrica posizionata sul lembo teso/compresso
Mu : Momento ultimo di progetto
T : Taglio massimo
Tu : Taglio ultimo di progetto
passo st. : Passo staffe di progetto

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone			
Contenimento e allargamento stradale (frana alta) – AREA 3 (H)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_03/R002 - Relazione di calcolo: muro in c.a. e micropali	02	15 / 35

- **SPECIFICHE CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

La simbologia riportata in tabella va interpretata secondo le descrizioni dei campi riportate di seguito:

CEDIMENTI VERTICALI TERRENO DI MONTE

Tipo di Analisi	: <i>Indica il tipo di combinazione e di tabella dei materiali associata</i>
Comb. N.ro	: <i>Numero combinazione della tabella associata al tipo di analisi (SLU M1, SLU M2, RARA, FREQUENTE, QUASI PERMANENTE)</i>
Volume (mc)	: <i>Volume del terreno deformato</i>
DistMax (m.)	: <i>Distanza massima orizzontale dalla paratia alla quale si annullano i cedimenti</i>
Ced.x =0	: <i>Cedimento verticale a ridosso della paratia</i>
Ced.x =1/4	: <i>Cedimento verticale ad 1/4 della distanza massima</i>
Ced.x =2/4	: <i>Cedimento verticale ad 2/4 della distanza massima</i>
Ced.x =3/4	: <i>Cedimento verticale ad 3/4 della distanza massima</i>

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone			
Contenimento e allargamento stradale (frana alta) – AREA 3 (H)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_03/R002 - Relazione di calcolo: muro in c.a. e micropali	02	16 / 35

DATI GENERALI DI CALCOLO E CARATTERISTICHE MATERIALI			
DATI GENERALI			
PARAMETRI SISMICI			
Vita Nominale (Anni)	50	Classe d' Uso	SECONDA
Longitudine Est (Grd)	8.78449	Latitudine Nord (Grd)	44.43531
Categoria Suolo	B	Coeff. Condiz. Topogr.	1.20000
PARAMETRI SISMICI S.L.D.			
Probabilita' Pvr	0.63	Periodo Ritorno Anni	50.00
Accelerazione Ag/g	0.03	Fattore Stratigr. 'S'	1.20
PARAMETRI SISMICI S.L.V.			
Probabilita' Pvr	0.10	Periodo Ritorno Anni	475.00
Accelerazione Ag/g	0.06	Fattore Stratigr. 'S'	1.20
COEFFICIENTI DI SPINTA SISMICA			
Coeff deformab. Alfa	1.00	Coeff. Spostam. Beta	0.63
Coeff. Orizzontale	0.05	Coeff. Verticale	0.03
DATI PARATIA			
Tipo diaframma	A SBALZO		
Moto di filtrazione	ASSENTE		
Tipo di paratia	BERLINESE		
Tipo verifica sezioni	D.M. 2018		
Numero Condizioni di Carico	2		
Numero Fasi di calcolo	11		
Sbancamento Aggiuntivo Quota Tirante [m]	0.50		
Modellazione Molle con diagramma P-Y	ELASTO-PLASTICO		
COEFFICIENTI PARZIALI GEOTECNICA			
	TABELLA M1	TABELLA M2	
Tangente Resist. Taglio	1.00	1.25	
Peso Specifico	1.00	1.00	
Coesione Efficace (c'k)	1.00	1.25	
Resist. a taglio NON drenata (cuk)	1.00	1.40	

DATI GENERALI DI CALCOLO E CARATTERISTICHE MATERIALI			
CEMENTO ARMATO CORDOLI			
Classe Calcestruzzo	C25/30	Classe Acciaio	B450C
Modulo Elastico CLS	314758 kg/cmq	Modulo Elastico Acc	2100000 kg/cmq
Coeff. di Poisson	0.2	Tipo Armatura	SENSIBILI
Resist.Car. CLS 'fck'	250.0 kg/cmq	Tipo Ambiente	ORDINARIA X0
Resist. Calcolo 'fcd'	141.0 kg/cmq	Resist.Car.Acc 'fyk'	4500.0 kg/cmq
Tens. Max. CLS 'rcd'	141.0 kg/cmq	Tens. Rott.Acc 'ftk'	4500.0 kg/cmq
Def.Lim.El. CLS 'eco'	0.20 %	Resist. Calcolo'fyd'	3913.0 kg/cmq
Def.Lim.Ult CLS 'ecu'	0.35 %	Def.Lim.Ult.Acc'eyu'	1.00 %
Fessura Max.Comb.Rare	mm	Sigma CLS Comb.Rare	150.0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Perm	0.2 mm	Sigma CLS Comb.Perm	112.0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Freq	0.3 mm	Sigma Acc Comb.Rare	3600.0 kg/cmq
Peso Spec.CLS Armato	2500 kg/mc		

DATI GENERALI DI CALCOLO E CARATTERISTICHE MATERIALI	
CEMENTO ARMATO CORDOLI	
Copriferro	4.0 cm
Passo minimo armatura staffe	10 cm
Passo massimo armatura staffe	30 cm
Step passo armatura staffe	5 cm
Diametro ferro staffe	8 mm
Diametro ferro armatura longitudinale	16 mm
Numero minimo ferri	3 --

DATI GENERALI DI CALCOLO E CARATTERISTICHE MATERIALI									
PROFILI IN ACCIAIO									
Sigla Profilo	Peso kg/ml	Mod.Elast. kg/cmq	Spess mm	Ix cm4	Wx cm3	Area cmq	Ay cmq	Tipo Acciaio	fy kg/cmq
TUBOC114,3*10	25.72	2100000		450	79	32.8	16.5	S355	3550

GEOMETRIA PARATIA	
GEOMETRIA DIAFRAMMA	
Sigla profilo	TUBOC114,3*10
Diametro Foro [m]	0.18
Interasse tra i profili [m]	0.50
Quota estradosso terrapieno [m]	0.00
Spessore terrapieno [m]	1.70
Profondita' di infissione [m]	7.00
Quota falda di monte [m]	100.00
Quota falda di valle [m]	100.00
Inclinazione terrapieno di monte [°]	0.00
Inclinazione terrapieno di valle [°]	15.00
Distanza terrapieno orizzontale [m]	0.00
Passo di discretizzazione [m]	0.50
Rigidezza alla trasl. orizz. [t/m]	0.00
Rigidezza alla rotazione [t]	0.00
Numero file pali	1
Tipo sfalsamento pali	Pali Sfalsati

Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_03/R002 - Relazione di calcolo: muro in c.a. e micropali	02	17 / 35

GEOMETRIA PARATIA

GEOMETRIA DIAFRAMMA	
Interasse file [m]	0.50
Aggetto minimo [m]	0.00

GEOMETRIA PARATIA

CORDOLO DI TESTA IN C.L.S.	
Aggetto lato valle [m]	0.20
Aggetto lato monte [m]	0.20
Altezza [m]	0.70

STRATIGRAFIA

STRATIGRAFIA									
Strato N.ro	Spess. m	Coes. kg/cm ²	Rapp. ader/co	Ang. attr Grd	Peso spec kg/mc	Peso effc kg/mc	Attr. terra-muro	Kw Orizz kg/cm ²	Descrizione
1	6.50	0.000	0.000	28.00	1800	800	17.00	BOWELS	Coltre
2	10.00	0.000	0.000	32.00	2000	1000	21.00	BOWELS	Capellacci

SOVRACCARICHI - CONDIZIONE DI CARICO N.ro: 1

SOVRACCARICHI	
Sovraccarico uniform. distrib. sul terrapieno [kg/mq]:	2000.00
Distanza del sovraccarico distrib. dalla paratia [m]:	0.00
Distanza verticale del carico dal piano di campagna [m]:	0.00
Sovraccarico lineare sul terrapieno [kg/m]:	0.00
Distanza del sovraccarico lineare dalla paratia [m]:	0.00
Distanza verticale del carico dal piano di campagna [m]:	0.00
Forza verticale concentrata sulla paratia [kg]:	0
Eccentricita' forza verticale dalla mezzera paratia [m]:	0.00
Forza orizzontale concentrata sulla paratia [kg]:	0
Sovraccarico uniform. distrib. terrap. valle [kg/mq]:	0.00

COMBINAZIONI CARICHI

Cond. Num.	Descrizione Condizione
1	PERMANENTE
2	Traffico Veicolare

COMBINAZIONI CARICHI

COMBINAZIONI DI CARICO S.L.U. M 1											
Comb	Cond.1	Cond.2	Cond.3	Cond.4	Cond.5	Cond.6	Cond.7	Cond.8	Cond.9	Cond.10	Sisma
1	1.50	0.00									0.00
2	1.50	1.50									0.00
3	1.00	1.00									1.00

COMBINAZIONI CARICHI

COMBINAZIONI DI CARICO S.L.U. M 2											
Comb	Cond.1	Cond.2	Cond.3	Cond.4	Cond.5	Cond.6	Cond.7	Cond.8	Cond.9	Cond.10	Sisma
1	1.30	0.00									0.00
2	1.30	1.30									0.00
3	1.00	1.00									1.00

COMBINAZIONI CARICHI

COMBINAZIONI DI CARICO S.L.E. RARA											
Comb	Cond.1	Cond.2	Cond.3	Cond.4	Cond.5	Cond.6	Cond.7	Cond.8	Cond.9	Cond.10	Sisma
1	1.00	0.00									
2	1.00	1.00									

COMBINAZIONI CARICHI

COMBINAZIONI DI CARICO S.L.E. FREQ.											
Comb	Cond.1	Cond.2	Cond.3	Cond.4	Cond.5	Cond.6	Cond.7	Cond.8	Cond.9	Cond.10	Sisma
1	1.00	1.00									
2	1.00	1.00									

COMBINAZIONI CARICHI

COMBINAZIONI DI CARICO S.L.E. PERM.											
Comb	Cond.1	Cond.2	Cond.3	Cond.4	Cond.5	Cond.6	Cond.7	Cond.8	Cond.9	Cond.10	Sisma
1	1.00	1.00									

COMBINAZIONI CARICHI

COMBINAZIONI DI CARICO S.L.U. FASI COSTRUTTIVE											
Comb	Cond.1	Cond.2	Cond.3	Cond.4	Cond.5	Cond.6	Cond.7	Cond.8	Cond.9	Cond.10	Sisma
1	1.40	0.00									

COEFFICIENTI DI SPINTA

N.ro	Quota m	TABELLA 'A1'			TABELLA 'A2'		
		Ka	Kas	Kp	Ka	Kas	Kp
1	0.57	0.32279	0.03662	2.38186	0.38673	0.04186	1.87165
2	1.13	0.32279	0.03662	2.38186	0.38673	0.04186	1.87165

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone			
Contenimento e allargamento stradale (frana alta) – AREA 3 (H)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_03/R002 - Relazione di calcolo: muro in c.a. e micropali	02	18 / 35

COEFFICIENTI DI SPINTA							
N.ro	Quota m	TABELLA 'A1'			TABELLA 'A2'		
		Ka	Kas	Kp	Ka	Kas	Kp
3	1.70	0.32279	0.03662	2.38186	0.38673	0.04186	1.87165
4	2.23			2.38186			1.87165
5	2.77			2.38186			1.87165
6	3.30			2.38186			1.87165
7	3.83			2.38186			1.87165
8	4.37			2.38186			1.87165
9	4.90			2.38186			1.87165
10	5.43			2.38186			1.87165
11	5.97			2.38186			1.87165
12	6.50			2.38186			1.87165
13	7.05			3.19352			2.42046
14	7.60			3.19352			2.42046
15	8.15			3.19352			2.42046
16	8.70			3.19352			2.42046

PRESSIONI ORIZZONTALI - CONDIZIONE N.ro: 1					
N.ro	Quota m	TABELLA 'A1'		TABELLA 'A2'	
		Pq Kg/m	Pl Kg/m	Pq Kg/m	Pl Kg/m
1	0.57	646	0	773	0
2	1.13	646	0	773	0
3	1.70	646	0	773	0

PRESSIONI ORIZZONTALI - CONDIZIONE N.ro: 2					
N.ro	Quota m	TABELLA 'A1'		TABELLA 'A2'	
		Pq Kg/m	Pl Kg/m	Pq Kg/m	Pl Kg/m
1	0.57	0	0	0	0
2	1.13	0	0	0	0
3	1.70	0	0	0	0

PRESSIONI ORIZZONTALI											
N.ro	Quota m	TABELLA 'A1'		TABELLA 'A2'			Pn Kg/m	Pwm Kg/m	Pwv Kg/m	Pwms Kg/m	Pwvs Kg/m
		Pa Kg/m	Pc Kg/m	Pa Kg/m	Pc Kg/m	Ps Kg/m					
1	0.57	329	0	394	0	43	3	0	0	0	0
2	1.13	329	0	394	0	43	3	0	0	0	0
3	1.70	659	0	789	0	85	3	0	0	0	0

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 1							
N.ro	Quota m	PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI					Tg Kg/m
		Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg·m/m	N Kg/m		
1	0.57	968	-296	0		0	
		1462	-447	-195	-241	689	
2	1.13	1462	-447	-860	-566	689	
		1956	-598			1657	
3	1.70	1956	-598	-2153	-926	1657	
		1864	-570			2906	
4	2.23	-586	936	-3536	-376	2906	
		-2308	1229			2284	
5	2.77	-2308	1229	-4262	0	2284	
		-4585	1523			445	
6	3.30	-4585	1523	-3685	0	445	
		-5053	1816			-2248	
7	3.83	-5053	1816	-1670	0	-2248	
		2098	2110			-3254	
8	4.37	2098	2110	-252	0	-3254	
		3489	2403			-1781	
9	4.90	3489	2403	174	0	-1781	
		1624	2697			-387	
10	5.43	1624	2697	137	0	-387	
		201	2990			120	

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone			
Contenimento e allargamento stradale (frana alta) – AREA 3 (H)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_03/R002 - Relazione di calcolo: muro in c.a. e micropali	02	19 / 35

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 1

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg·m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
11	5.97	-160	3284	44	0	135
12	6.50	-160 -150	3284 3577	-4	0	135 62
13	7.05	-150 -39	4491 4913	-9	0	62 -1
14	7.60	-39 13	4913 5336	-3	0	-1 -9
15	8.15	13 10	5336 5758	0	0	-9 -2
16	8.70	10 -1	5758 6180	0	0	-2 0

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 1

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg·m	N Kg	Tg Kg
1	0.57	-98	-120	344
2	1.13	-430	-283	829
3	1.70	-1076	-463	1453
4	2.23	-1768	-188	1142
5	2.77	-2131	0	223
6	3.30	-1842	0	-1124
7	3.83	-835	0	-1627
8	4.37	-126	0	-890
9	4.90	87	0	-193
10	5.43	69	0	60
11	5.97	22	0	68
12	6.50	-2	0	31
13	7.05	-5	0	-1
14	7.60	-1	0	-4
15	8.15	0	0	-1
16	8.70	0	0	0

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 2

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg·m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
1	0.57	968 1462	-296 -447	0 -195	-241	0 689
2	1.13	1462 1956	-447 -598	-860	-566	689 1657
3	1.70	1956 1864	-598 -570	-2153	-926	1657 2906
4	2.23	-586 -2308	936 1229	-3536	-376	2906 2284
5	2.77	-2308 -4585	1229 1523	-4262	0	2284 445
6	3.30	-4585 -5053	1523 1816	-3685	0	445 -2248
7	3.83	-5053 2098	1816 2110	-1670	0	-2248 -3254

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone			
Contenimento e allargamento stradale (frana alta) – AREA 3 (H)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_03/R002 - Relazione di calcolo: muro in c.a. e micropali	02	20 / 35

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 2						
PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg·m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
8	4.37	2098 3489	2110 2403	-252	0	-3254 -1781
9	4.90	3489 1624	2403 2697	174	0	-1781 -387
10	5.43	1624 201	2697 2990	137	0	-387 120
11	5.97	201 -160	2990 3284	44	0	120 135
12	6.50	-160 -150	3284 3577	-4	0	135 62
13	7.05	-150 -39	4491 4913	-9	0	62 -1
14	7.60	-39 13	4913 5336	-3	0	-1 -9
15	8.15	13 10	5336 5758	0	0	-9 -2
16	8.70	10 -1	5758 6180	0	0	-2 0

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 2				
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg·m	N Kg	Tg Kg
1	0.57	-98	-120	344
2	1.13	-430	-283	829
3	1.70	-1076	-463	1453
4	2.23	-1768	-188	1142
5	2.77	-2131	0	223
6	3.30	-1842	0	-1124
7	3.83	-835	0	-1627
8	4.37	-126	0	-890
9	4.90	87	0	-193
10	5.43	69	0	60
11	5.97	22	0	68
12	6.50	-2	0	31
13	7.05	-5	0	-1
14	7.60	-1	0	-4
15	8.15	0	0	-1
16	8.70	0	0	0

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 3						
PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg·m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
1	0.57	648 1015	-198 -310	0 -134	-174	0 471
2	1.13	1015 1382	-310 -422	-593	-411	471 1150
3	1.70	1382 1217	-422 -372	-1496	-665	1150 2037
4	2.23	-531 -2104	936 1229	-2432	-115	2037 1473

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone			
Contenimento e allargamento stradale (frana alta) – AREA 3 (H)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_03/R002 - Relazione di calcolo: muro in c.a. e micropali	02	21 / 35

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 3

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg·m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
5	2.77	-2104 -4192	1229 1523	-2768	0	1473 -207
6	3.30	-4192 -1324	1523 1816	-1913	0	-207 -1909
7	3.83	-1324 2010	1816 2110	-681	0	-1909 -1808
8	4.37	2010 1838	2110 2403	-21	0	-1808 -775
9	4.90	1838 662	2403 2697	117	0	-775 -90
10	5.43	662 -3	2697 2990	66	0	-90 95
11	5.97	-3 -103	2990 3284	16	0	95 68
12	6.50	-103 -72	3284 3577	-5	0	68 25
13	7.05	-72 -12	4491 4913	-5	0	25 -4
14	7.60	-12 9	4913 5336	-1	0	-4 -5
15	8.15	9 4	5336 5758	0	0	-5 -1
16	8.70	4 -1	5758 6180	0	0	-1 0

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 3

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg·m	N Kg	Tg Kg
1	0.57	-67	-87	236
2	1.13	-297	-205	575
3	1.70	-748	-332	1019
4	2.23	-1216	-58	736
5	2.77	-1384	0	-103
6	3.30	-957	0	-955
7	3.83	-341	0	-904
8	4.37	-10	0	-388
9	4.90	58	0	-45
10	5.43	33	0	47
11	5.97	8	0	34
12	6.50	-3	0	13
13	7.05	-2	0	-2
14	7.60	0	0	-2
15	8.15	0	0	0
16	8.70	0	0	0

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 1

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg·m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
		1005	-307	0		0

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone			
Contenimento e allargamento stradale (frana alta) – AREA 3 (H)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_03/R002 - Relazione di calcolo: muro in c.a. e micropali	02	22 / 35

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 1

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg·m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
1	0.57	1518	-464	-203	-249	715
2	1.13	1518 2031	-464 -621	-893	-585	715 1721
3	1.70	2031 2074	-621 -634	-2235	-970	1721 3017
4	2.23	-470 -1831	936 1229	-3711	-420	3017 2520
5	2.77	-1831 -3618	1229 1523	-4665	0	2520 1066
6	3.30	-3618 -5398	1523 1816	-4590	0	1066 -1340
7	3.83	-5398 -1624	1816 2110	-2980	0	-1340 -3406
8	4.37	-1624 3901	2110 2403	-908	0	-3406 -2904
9	4.90	3901 2901	2403 2697	55	0	-2904 -1070
10	5.43	2901 842	2697 2990	192	0	-1070 -43
11	5.97	842 -79	2990 3284	90	0	-43 172
12	6.50	-79 -204	3284 3577	10	0	172 110
13	7.05	-204 -88	4491 4913	-11	0	110 15
14	7.60	-88 3	4913 5336	-5	0	15 -9
15	8.15	3 15	5336 5758	0	0	-9 -5
16	8.70	15 2	5758 6180	0	0	-5 0

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 1

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg·m	N Kg	Tg Kg
1	0.57	-101	-124	358
2	1.13	-446	-293	860
3	1.70	-1118	-485	1508
4	2.23	-1855	-210	1260
5	2.77	-2333	0	533
6	3.30	-2295	0	-670
7	3.83	-1490	0	-1703
8	4.37	-454	0	-1452
9	4.90	27	0	-535
10	5.43	96	0	-22
11	5.97	45	0	86
12	6.50	5	0	55
13	7.05	-5	0	8
14	7.60	-3	0	-5

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone			
Contenimento e allargamento stradale (frana alta) – AREA 3 (H)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_03/R002 - Relazione di calcolo: muro in c.a. e micropali	02	23 / 35

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 1

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg
15	8.15	0	0	-2
16	8.70	0	0	0

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 2

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
1	0.57	1005 1518	-307 -464	0 -203	-249	0 715
2	1.13	1518 2031	-464 -621	-893	-585	715 1721
3	1.70	2031 2074	-621 -634	-2235	-970	1721 3017
4	2.23	-470 -1831	936 1229	-3711	-420	3017 2520
5	2.77	-1831 -3618	1229 1523	-4665	0	2520 1066
6	3.30	-3618 -5398	1523 1816	-4590	0	1066 -1340
7	3.83	-5398 -1624	1816 2110	-2980	0	-1340 -3406
8	4.37	-1624 3901	2110 2403	-908	0	-3406 -2904
9	4.90	3901 2901	2403 2697	55	0	-2904 -1070
10	5.43	2901 842	2697 2990	192	0	-1070 -43
11	5.97	842 -79	2990 3284	90	0	-43 172
12	6.50	-79 -204	3284 3577	10	0	172 110
13	7.05	-204 -88	4491 4913	-11	0	110 15
14	7.60	-88 3	4913 5336	-5	0	15 -9
15	8.15	3 15	5336 5758	0	0	-9 -5
16	8.70	15 2	5758 6180	0	0	-5 0

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 2

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg
1	0.57	-101	-124	358
2	1.13	-446	-293	860
3	1.70	-1118	-485	1508
4	2.23	-1855	-210	1260
5	2.77	-2333	0	533
6	3.30	-2295	0	-670
7	3.83	-1490	0	-1703
8	4.37	-454	0	-1452
9	4.90	27	0	-535

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone			
Contenimento e allargamento stradale (frana alta) – AREA 3 (H)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_03/R002 - Relazione di calcolo: muro in c.a. e micropali	02	24 / 35

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 2

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg
10	5.43	96	0	-22
11	5.97	45	0	86
12	6.50	5	0	55
13	7.05	-5	0	8
14	7.60	-3	0	-5
15	8.15	0	0	-2
16	8.70	0	0	0

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 3

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
1	0.57	776 1213	-237 -371	0 -160	-202	0 564
2	1.13	1213 1651	-371 -505	-709	-479	564 1375
3	1.70	1651 1675	-505 -512	-1789	-797	1375 2434
4	2.23	-413 -1618	936 1229	-2969	-247	2434 1997
5	2.77	-1618 -3205	1229 1523	-3690	0	1997 710
6	3.30	-3205 -4787	1523 1816	-3499	0	710 -1422
7	3.83	-4787 204	1816 2110	-1947	0	-1422 -2860
8	4.37	204 3262	2110 2403	-452	0	-2860 -1981
9	4.90	3262 1894	2403 2697	114	0	-1981 -583
10	5.43	1894 402	2697 2990	142	0	-583 50
11	5.97	402 -115	2990 3284	55	0	50 134
12	6.50	-115 -153	3284 3577	1	0	134 72
13	7.05	-153 -52	4491 4913	-9	0	72 5
14	7.60	-52 8	4913 5336	-3	0	5 -8
15	8.15	8 10	5336 5758	0	0	-8 -3
16	8.70	10 0	5758 6180	0	0	-3 0

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 3

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg
1	0.57	-80	-101	282
2	1.13	-355	-240	688
3	1.70	-894	-398	1217
4	2.23	-1485	-123	999

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone			
Contenimento e allargamento stradale (frana alta) – AREA 3 (H)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_03/R002 - Relazione di calcolo: muro in c.a. e micropali	02	25 / 35

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 3

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg
5	2.77	-1845	0	355
6	3.30	-1750	0	-711
7	3.83	-973	0	-1430
8	4.37	-226	0	-991
9	4.90	57	0	-291
10	5.43	71	0	25
11	5.97	28	0	67
12	6.50	1	0	36
13	7.05	-4	0	2
14	7.60	-2	0	-4
15	8.15	0	0	-1
16	8.70	0	0	0

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE RARA N.ro: 1

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg·m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
1	0.57	646 975	-197 -298	0 -130	-170	0 459
2	1.13	975 1304	-298 -399	-573	-397	459 1105
3	1.70	1304 1056	-399 -323	-1435	-630	1105 1937
4	2.23	-577 -2293	936 1229	-2304	-81	1937 1323
5	2.77	-2293 -4358	1229 1523	-2521	0	1323 -509
6	3.30	-4358 -209	1523 1816	-1498	0	-509 -1966
7	3.83	-209 2159	1816 2110	-415	0	-1966 -1490
8	4.37	2159 1455	2110 2403	53	0	-1490 -512
9	4.90	1455 397	2403 2697	108	0	-512 -2
10	5.43	397 -59	2697 2990	49	0	-2 95
11	5.97	-59 -98	2990 3284	8	0	95 53
12	6.50	-98 -55	3284 3577	-6	0	53 15
13	7.05	-55 -4	4491 4913	-4	0	15 -5
14	7.60	-4 9	4913 5336	-1	0	-5 -4
15	8.15	9 3	5336 5758	0	0	-4 0
16	8.70	3 -2	5758 6180	0	0	0 0

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE RARA N.ro: 1

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone			
Contenimento e allargamento stradale (frana alta) – AREA 3 (H)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_03/R002 - Relazione di calcolo: muro in c.a. e micropali	02	26 / 35

N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg
1	0.57	-65	-85	230
2	1.13	-287	-198	552
3	1.70	-718	-315	969
4	2.23	-1152	-40	661
5	2.77	-1260	0	-254
6	3.30	-749	0	-983
7	3.83	-208	0	-745
8	4.37	27	0	-256
9	4.90	54	0	-1
10	5.43	25	0	47
11	5.97	4	0	27
12	6.50	-3	0	8
13	7.05	-2	0	-3
14	7.60	0	0	-2
15	8.15	0	0	0
16	8.70	0	0	0

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE RARA N.ro: 2						
PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
1	0.57	646 975	-197 -298	0 -130	-170	0 459
2	1.13	975 1304	-298 -399	-573	-397	459 1105
3	1.70	1304 1056	-399 -323	-1435	-630	1105 1937
4	2.23	-577 -2293	936 1229	-2304	-81	1937 1323
5	2.77	-2293 -4358	1229 1523	-2521	0	1323 -509
6	3.30	-4358 -209	1523 1816	-1498	0	-509 -1966
7	3.83	-209 2159	1816 2110	-415	0	-1966 -1490
8	4.37	2159 1455	2110 2403	53	0	-1490 -512
9	4.90	1455 397	2403 2697	108	0	-512 -2
10	5.43	397 -59	2697 2990	49	0	-2 95
11	5.97	-59 -98	2990 3284	8	0	95 53
12	6.50	-98 -55	3284 3577	-6	0	53 15
13	7.05	-55 -4	4491 4913	-4	0	15 -5
14	7.60	-4 9	4913 5336	-1	0	-5 -4
15	8.15	9 3	5336 5758	0	0	-4 0

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone			
Contenimento e allargamento stradale (frana alta) – AREA 3 (H)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_03/R002 - Relazione di calcolo: muro in c.a. e micropali	02	27 / 35

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE RARA N.ro: 2

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg·m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
		3	5758			0
16	8.70	-2	6180	0	0	0

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE RARA N.ro: 2

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg·m	N Kg	Tg Kg
1	0.57	-65	-85	230
2	1.13	-287	-198	552
3	1.70	-718	-315	969
4	2.23	-1152	-40	661
5	2.77	-1260	0	-254
6	3.30	-749	0	-983
7	3.83	-208	0	-745
8	4.37	27	0	-256
9	4.90	54	0	-1
10	5.43	25	0	47
11	5.97	4	0	27
12	6.50	-3	0	8
13	7.05	-2	0	-3
14	7.60	0	0	-2
15	8.15	0	0	0
16	8.70	0	0	0

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE FREQUENTE N.ro: 1

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg·m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
1	0.57	646 975	-197 -298	0 -130	-170	0 459
2	1.13	975 1304	-298 -399	-573	-397	459 1105
3	1.70	1304 1056	-399 -323	-1435	-630	1105 1937
4	2.23	-577 -2293	936 1229	-2304	-81	1937 1323
5	2.77	-2293 -4358	1229 1523	-2521	0	1323 -509
6	3.30	-4358 -209	1523 1816	-1498	0	-509 -1966
7	3.83	-209 2159	1816 2110	-415	0	-1966 -1490
8	4.37	2159 1455	2110 2403	53	0	-1490 -512
9	4.90	1455 397	2403 2697	108	0	-512 -2
10	5.43	397 -59	2697 2990	49	0	-2 95
11	5.97	-59 -98	2990 3284	8	0	95 53
12	6.50	-98 -55	3284 3577	-6	0	53 15

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone			
Contenimento e allargamento stradale (frana alta) – AREA 3 (H)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_03/R002 - Relazione di calcolo: muro in c.a. e micropali	02	28 / 35

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE FREQUENTE N.ro: 1

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg·m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
13	7.05	-55 -4	4491 4913	-4	0	15 -5
14	7.60	-4 9	4913 5336	-1	0	-5 -4
15	8.15	9 3	5336 5758	0	0	-4 0
16	8.70	3 -2	5758 6180	0	0	0 0

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE FREQUENTE N.ro: 1

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg·m	N Kg	Tg Kg
1	0.57	-65	-85	230
2	1.13	-287	-198	552
3	1.70	-718	-315	969
4	2.23	-1152	-40	661
5	2.77	-1260	0	-254
6	3.30	-749	0	-983
7	3.83	-208	0	-745
8	4.37	27	0	-256
9	4.90	54	0	-1
10	5.43	25	0	47
11	5.97	4	0	27
12	6.50	-3	0	8
13	7.05	-2	0	-3
14	7.60	0	0	-2
15	8.15	0	0	0
16	8.70	0	0	0

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE FREQUENTE N.ro: 2

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg·m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
1	0.57	646 975	-197 -298	0 -130	-170	0 459
2	1.13	975 1304	-298 -399	-573	-397	459 1105
3	1.70	1304 1056	-399 -323	-1435	-630	1105 1937
4	2.23	-577 -2293	936 1229	-2304	-81	1937 1323
5	2.77	-2293 -4358	1229 1523	-2521	0	1323 -509
6	3.30	-4358 -209	1523 1816	-1498	0	-509 -1966
7	3.83	-209 2159	1816 2110	-415	0	-1966 -1490
8	4.37	2159 1455	2110 2403	53	0	-1490 -512
		1455	2403			-512

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone			
Contenimento e allargamento stradale (frana alta) – AREA 3 (H)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_03/R002 - Relazione di calcolo: muro in c.a. e micropali	02	29 / 35

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE FREQUENTE N.ro: 2

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg·m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
9	4.90	397	2697	108	0	-2
10	5.43	397 -59	2697 2990	49	0	-2 95
11	5.97	-59 -98	2990 3284	8	0	95 53
12	6.50	-98 -55	3284 3577	-6	0	53 15
13	7.05	-55 -4	4491 4913	-4	0	15 -5
14	7.60	-4 9	4913 5336	-1	0	-5 -4
15	8.15	9 3	5336 5758	0	0	-4 0
16	8.70	3 -2	5758 6180	0	0	0 0

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE FREQUENTE N.ro: 2

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg·m	N Kg	Tg Kg
1	0.57	-65	-85	230
2	1.13	-287	-198	552
3	1.70	-718	-315	969
4	2.23	-1152	-40	661
5	2.77	-1260	0	-254
6	3.30	-749	0	-983
7	3.83	-208	0	-745
8	4.37	27	0	-256
9	4.90	54	0	-1
10	5.43	25	0	47
11	5.97	4	0	27
12	6.50	-3	0	8
13	7.05	-2	0	-3
14	7.60	0	0	-2
15	8.15	0	0	0
16	8.70	0	0	0

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE N.ro: 1

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg·m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
1	0.57	646 975	-197 -298	0 -130	-170	0 459
2	1.13	975 1304	-298 -399	-573	-397	459 1105
3	1.70	1304 1056	-399 -323	-1435	-630	1105 1937
4	2.23	-577 -2293	936 1229	-2304	-81	1937 1323
5	2.77	-2293 -4358	1229 1523	-2521	0	1323 -509

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone			
Contenimento e allargamento stradale (frana alta) – AREA 3 (H)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_03/R002 - Relazione di calcolo: muro in c.a. e micropali	02	30 / 35

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE N.ro: 1

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg·m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
6	3.30	-4358 -209	1523 1816	-1498	0	-509 -1966
7	3.83	-209 2159	1816 2110	-415	0	-1966 -1490
8	4.37	2159 1455	2110 2403	53	0	-1490 -512
9	4.90	1455 397	2403 2697	108	0	-512 -2
10	5.43	397 -59	2697 2990	49	0	-2 95
11	5.97	-59 -98	2990 3284	8	0	95 53
12	6.50	-98 -55	3284 3577	-6	0	53 15
13	7.05	-55 -4	4491 4913	-4	0	15 -5
14	7.60	-4 9	4913 5336	-1	0	-5 -4
15	8.15	9 3	5336 5758	0	0	-4 0
16	8.70	3 -2	5758 6180	0	0	0 0

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE N.ro: 1

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg·m	N Kg	Tg Kg
1	0.57	-65	-85	230
2	1.13	-287	-198	552
3	1.70	-718	-315	969
4	2.23	-1152	-40	661
5	2.77	-1260	0	-254
6	3.30	-749	0	-983
7	3.83	-208	0	-745
8	4.37	27	0	-256
9	4.90	54	0	-1
10	5.43	25	0	47
11	5.97	4	0	27
12	6.50	-3	0	8
13	7.05	-2	0	-3
14	7.60	0	0	-2
15	8.15	0	0	0
16	8.70	0	0	0

VERIFICHE DI SICUREZZA

RISULTATI DI CALCOLO	
Momento flettente massimo [kg·m/m]	-4665
Quota di momento flettente massimo [m]	2.77
Spostamento a fondo scavo [mm]	62.24
Scarto finale della analisi non lineare (E-04)	0
Convergenza analisi non lineare	SODDISFATTA
Infissione analisi non lineare	SUFFICIENTE
Coefficiente di sicurezza dell' infissione	2.1875

Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_03/R002 - Relazione di calcolo: muro in c.a. e micropali	02	31 / 35

VERIFICHE DI SICUREZZA

RISULTATI DI CALCOLO	
Moltiplicatore di collasso dei carichi	1.2000

VERIFICHE DI RESISTENZA SEZIONI PARATIA A FLESSIONE

VERIFICHE SEZIONI PARATIA								
Nr.	Quota (m)	Mf (kgm)	N (Kg)	T (kg)	σM Kg/cm ²	σN Kg/cm ²	τ Kg/cm ²	σ ideale Kg/cm ²
1	0.57	-101	-124	358	129	4	22	138
2	1.13	-446	-293	860	567	9	52	583
3	1.70	-1118	-485	1508	1420	15	92	1444
4	2.23	-1855	-210	1508	2358	6	92	2370
5	2.77	-2333	0	1260	2965	0	76	2968
6	3.30	-2295	0	-670	2917	0	41	2918
7	3.83	-1490	0	-1703	1894	0	103	1902
8	4.37	-454	0	-1703	577	0	103	604
9	4.90	27	0	-1452	35	0	88	156
10	5.43	96	0	-535	122	0	32	134
11	5.97	45	0	86	57	0	5	58
12	6.50	5	0	86	7	0	5	11
13	7.05	-5	0	55	7	0	3	9
14	7.60	-3	0	8	3	0	0	3
15	8.15	0	0	-5	0	0	0	1
16	8.70	0	0	-2	0	0	0	0

CEDIMENTI VERTICALI TERRENO DI MONTE

Tipo di Analisi	Comb. N.ro	Volume (mc)	DistMax (m)	Ced.x=0 mm	Ced.1/4 mm	Ced.2/4 mm	Ced.3/4 mm
SLU M1	1	0.170	2.30	295.0	165.9	73.8	18.4
SLU M1	2	0.170	2.30	295.0	165.9	73.8	18.4
SLU M1	3	0.093	1.98	188.6	106.1	47.1	11.8
SLU M2	1	0.234	2.30	406.3	228.5	101.6	25.4
SLU M2	2	0.234	2.30	406.3	228.5	101.6	25.4
SLU M2	3	0.167	2.30	289.8	163.0	72.4	18.1
RARA	1	0.077	1.98	155.3	87.3	38.8	9.7
RARA	2	0.077	1.98	155.3	87.3	38.8	9.7
FREQ.	1	0.077	1.98	155.3	87.3	38.8	9.7
FREQ.	2	0.077	1.98	155.3	87.3	38.8	9.7
PERM.	1	0.077	1.98	155.3	87.3	38.8	9.7

SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 1

Quota m	SpostOriz (mm)								
0.57	93.82	1.13	68.09	1.70	44.00	2.23	24.67	2.77	10.50
3.30	2.42	3.83	-0.47	4.37	-0.69	4.90	-0.29	5.43	-0.03
5.97	0.03	6.50	0.02	7.05	0.00	7.60	0.00	8.15	0.00
8.70	0.00								

SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 2

Quota m	SpostOriz (mm)								
0.57	93.82	1.13	68.09	1.70	44.00	2.23	24.67	2.77	10.50
3.30	2.42	3.83	-0.47	4.37	-0.69	4.90	-0.29	5.43	-0.03
5.97	0.03	6.50	0.02	7.05	0.00	7.60	0.00	8.15	0.00
8.70	0.00								

SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 3

Quota m	SpostOriz (mm)								
0.57	53.47	1.13	37.92	1.70	23.50	2.23	12.25	2.77	4.50
3.30	0.63	3.83	-0.45	4.37	-0.37	4.90	-0.12	5.43	0.00
5.97	0.02	6.50	0.01	7.05	0.00	7.60	0.00	8.15	0.00
8.70	0.00								

SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 1

Quota m	SpostOriz (mm)								
0.57	123.44	1.13	91.99	1.70	62.24	2.23	37.72	2.77	18.66
3.30	6.37	3.83	0.61	4.37	-0.78	4.90	-0.52	5.43	-0.14
5.97	0.02	6.50	0.03	7.05	0.01	7.60	0.00	8.15	0.00
8.70	0.00								

SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 2

Quota m	SpostOriz (mm)								
0.57	123.44	1.13	91.99	1.70	62.24	2.23	37.72	2.77	18.66
3.30	6.37	3.83	0.61	4.37	-0.78	4.90	-0.52	5.43	-0.14
5.97	0.02	6.50	0.03	7.05	0.01	7.60	0.00	8.15	0.00
8.70	0.00								

Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_03/R002 - Relazione di calcolo: muro in c.a. e micropali	02	32 / 35

SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 3

Quota m	SpostOriz (mm)								
0.57	89.83	1.13	66.22	1.70	43.96	2.23	25.79	2.77	11.98
3.30	3.50	3.83	-0.05	4.37	-0.65	4.90	-0.34	5.43	-0.07
5.97	0.02	6.50	0.02	7.05	0.01	7.60	0.00	8.15	0.00
8.70	0.00								

SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - COMBINAZIONE RARA N.ro: 1

Quota m	SpostOriz (mm)								
0.57	45.09	1.13	31.43	1.70	18.85	2.23	9.24	2.77	2.93
3.30	0.10	3.83	-0.48	4.37	-0.29	4.90	-0.07	5.43	0.01
5.97	0.02	6.50	0.01	7.05	0.00	7.60	0.00	8.15	0.00
8.70	0.00								

SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - COMBINAZIONE RARA N.ro: 2

Quota m	SpostOriz (mm)								
0.57	45.09	1.13	31.43	1.70	18.85	2.23	9.24	2.77	2.93
3.30	0.10	3.83	-0.48	4.37	-0.29	4.90	-0.07	5.43	0.01
5.97	0.02	6.50	0.01	7.05	0.00	7.60	0.00	8.15	0.00
8.70	0.00								

SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - COMBINAZIONE FREQUENTE N.ro: 1

Quota m	SpostOriz (mm)								
0.57	45.09	1.13	31.43	1.70	18.85	2.23	9.24	2.77	2.93
3.30	0.10	3.83	-0.48	4.37	-0.29	4.90	-0.07	5.43	0.01
5.97	0.02	6.50	0.01	7.05	0.00	7.60	0.00	8.15	0.00
8.70	0.00								

SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - COMBINAZIONE FREQUENTE N.ro: 2

Quota m	SpostOriz (mm)								
0.57	45.09	1.13	31.43	1.70	18.85	2.23	9.24	2.77	2.93
3.30	0.10	3.83	-0.48	4.37	-0.29	4.90	-0.07	5.43	0.01
5.97	0.02	6.50	0.01	7.05	0.00	7.60	0.00	8.15	0.00
8.70	0.00								

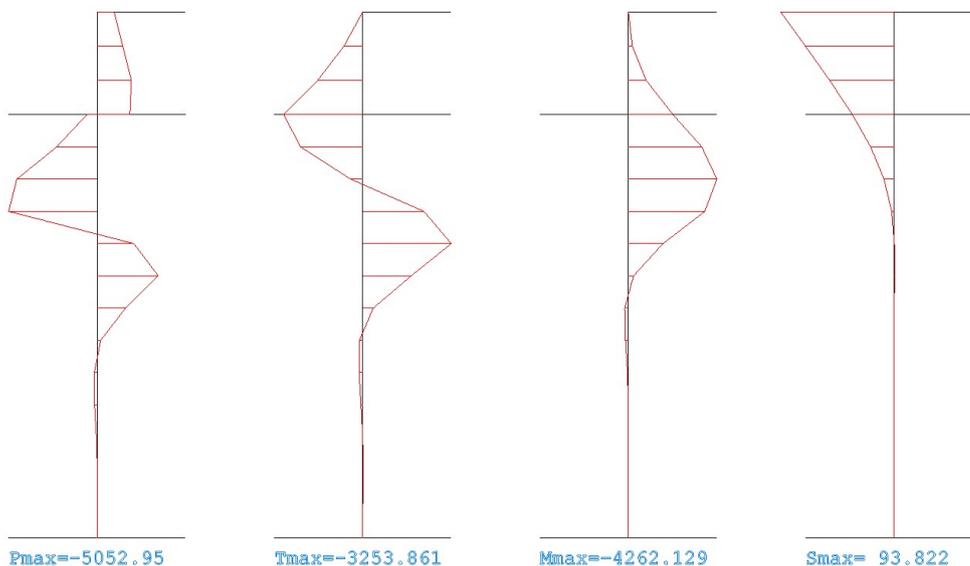
SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE N.ro: 1

Quota m	SpostOriz (mm)								
0.57	45.09	1.13	31.43	1.70	18.85	2.23	9.24	2.77	2.93
3.30	0.10	3.83	-0.48	4.37	-0.29	4.90	-0.07	5.43	0.01
5.97	0.02	6.50	0.01	7.05	0.00	7.60	0.00	8.15	0.00
8.70	0.00								

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone			
Contenimento e allargamento stradale (frana alta) – AREA 3 (H)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_03/R002 - Relazione di calcolo: muro in c.a. e micropali	02	33 / 35

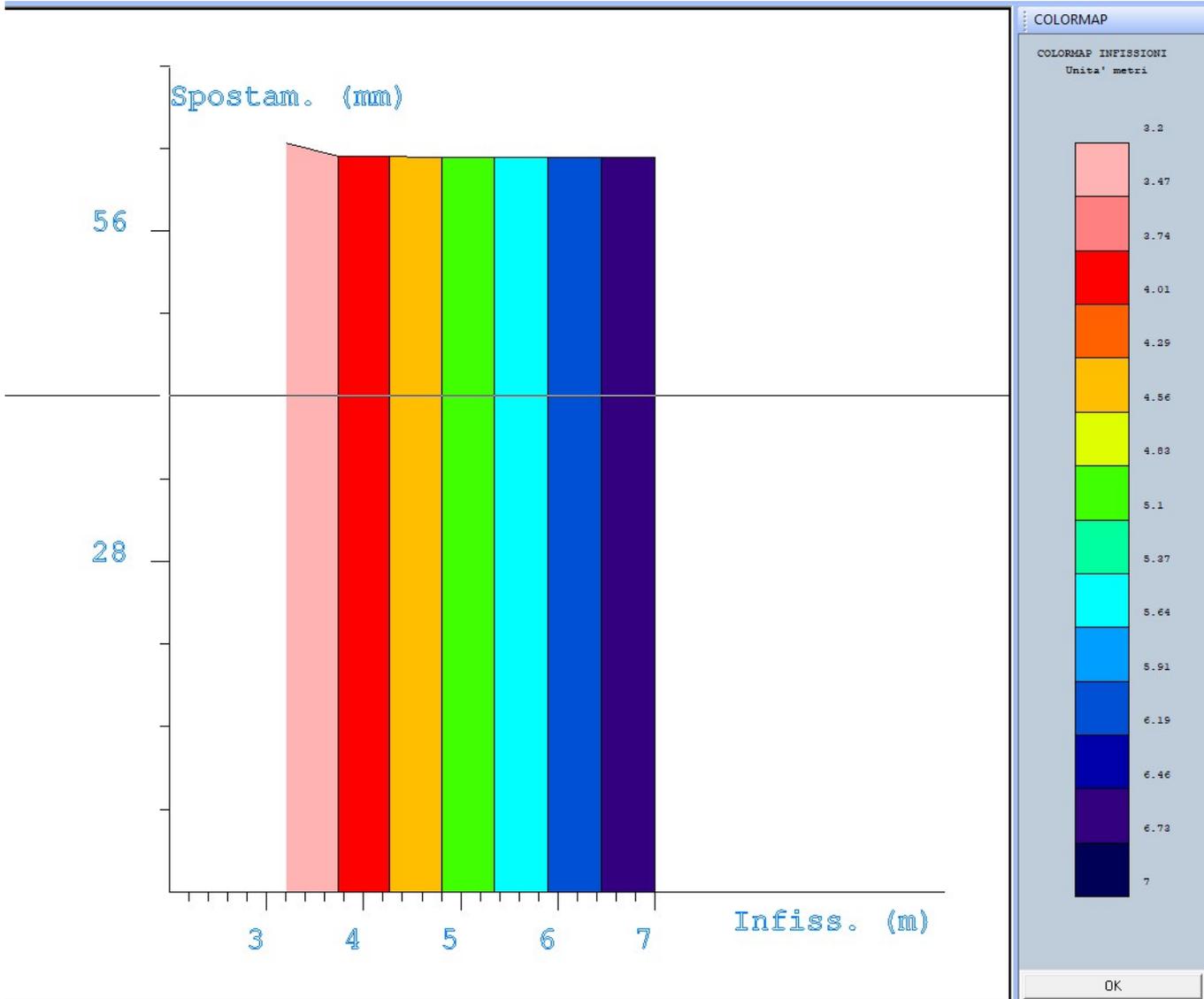
RAPPRESENTAZIONI GRAFICHE

DIAGRAMMI PRESSIONI E SOLLECITAZIONI PARATIA



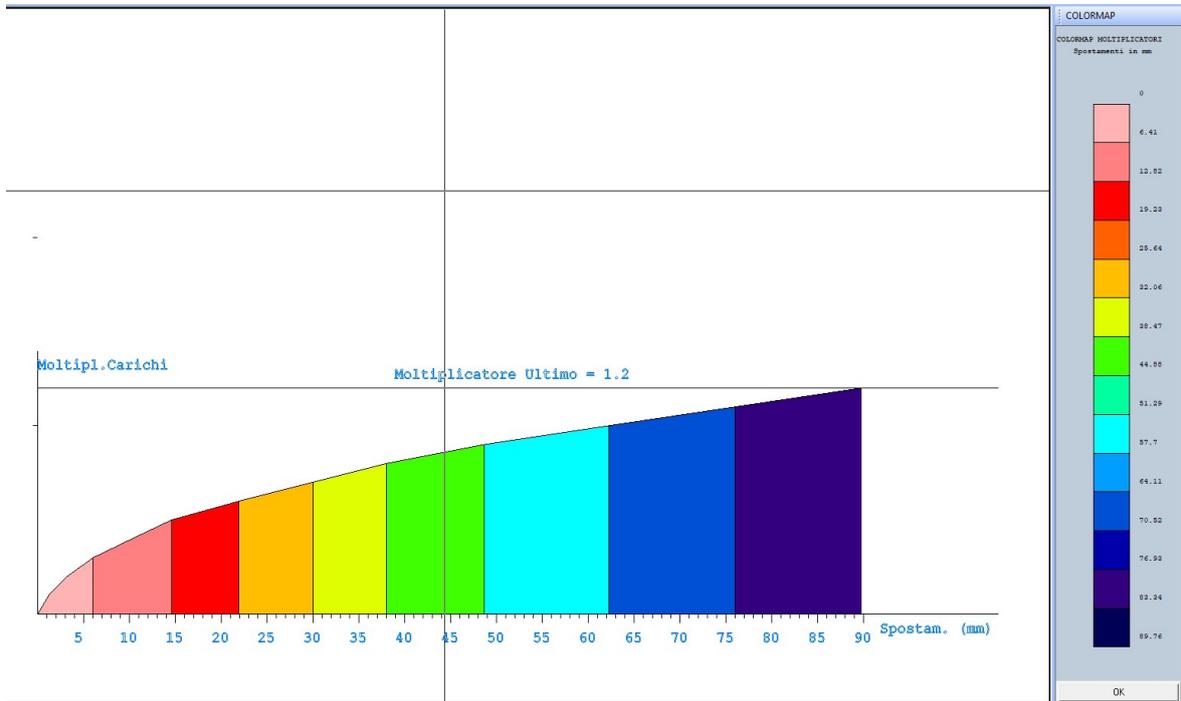
INVILUPPO SOLLECITAZIONI E SPOSTAMENTI PARATIA

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone			
Contenimento e allargamento stradale (frana alta) – AREA 3 (H)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_03/R002 - Relazione di calcolo: muro in c.a. e micropali	02	34 / 35



VERIFICA INFISSIONE PARATIA

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone			
Contenimento e allargamento stradale (frana alta) – AREA 3 (H)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_03/R002 - Relazione di calcolo: muro in c.a. e micropali	02	35 / 35



MOLTIPLICATORE ULTIMAO A COLLASSO

Comune di Genova
Provincia di Genova

18041_02/R002
RELAZIONE DI CALCOLO
terre armate
REV. 03

OGGETTO: Accordo Quadro per interventi urgenti di manutenzione straordinaria di versanti in frana per eventi di tipo alluvionale di competenza comunale nell'ambito del territorio cittadino di Genova.

Consolidamento versante (AREA 2 _F) in Via Villini Negrone – PRA'

COMMITTENTE:

Comune di Genova

Assessorato ai Lavori Pubblici
Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologica.

Genova, 14/05/2019

Il Progettista

(Ing. Emanuele Tatti)

Studio Tecnico di Ingegneria Civile

Ing. Emanuele Tatti

Via Caterina Rossi 2/2, 16154, Genova (GE)

Tel. +39 349 8083558 | E-mail: ema.tatti@gmail.com

VERIFICHE DI STABILITA'

PROGRAMMA DI CALCOLO

Generalità

Tutte le verifiche di stabilità sono state eseguite utilizzando il software "SSAP2010" elaborato dal Dr. Geol. Lorenzo Borselli del C.N.R. - IRPI. Questo programma valuta il grado di stabilità di un pendio, in condizioni statiche o dinamiche (per azioni sismiche), nei confronti di movimenti gravitativi, attraverso la determinazione del cosiddetto "Fattore o Coefficiente di Sicurezza" indicato con il simbolo **Fs**.

Tale coefficiente è un indice della stabilità del pendio in oggetto ed è definito come il rapporto tra la somma delle forze (o dei momenti) risultanti che tendono ad opporsi al movimento della massa, e la somma delle forze risultanti destabilizzanti che tendono a provocarlo, cioè:

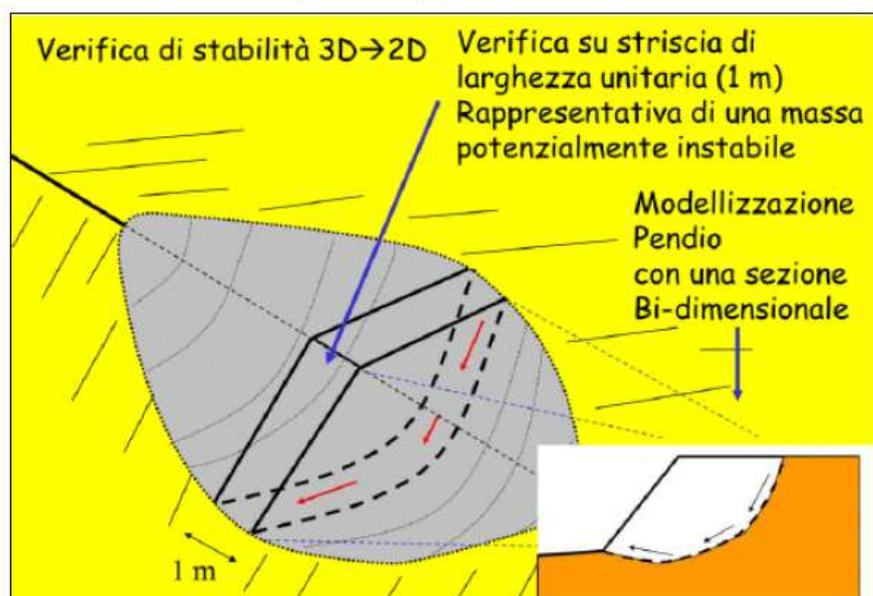
$$F_s = \text{Forze resistenti} / \text{Forze destabilizzanti}$$

Valori di F_s minori o uguali ad 1,0 sono indicativi di condizioni di instabilità, mentre per valori maggiori di 1,1 le condizioni sono a favore della stabilità. Questo è il concetto di base di tutti i modelli per la verifica di stabilità che si rifanno al concetto dell'equilibrio limite.

I metodi di calcolo di F_s impiegati si basano sulle tecniche di verifica dette *LIMIT EQUILIBRIUM METHOD* (che di seguito indicheremo sempre come LEM). Nei metodi LEM il calcolo di F_s viene effettuato su una specifica superficie di scivolamento definita entro un pendio.

Dato che le porzioni potenzialmente instabili sono definibili in un spazio 3D il calcolo viene sviluppato sopra una striscia rappresentativa di larghezza unitaria, quindi bi-dimensionale (2D) della superficie di potenziale scivolamento (figura 1).

figura 1 - schema esplicativo di una generica superficie di scivolamento



Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone Consolidamento versante (AREA 2_F)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_02/R002 - Relazione geotecnica - Verifica di stabilità dei pendii: terre armate	3	3 / 18

Nell'applicazione del metodo dell'equilibrio limite tale superficie separa la parte di pendio stabile da quella potenzialmente instabile. La parte stabile inferiore rimane indeformata e non subisce rotture. Si suppone che la massa superiore, fino al momento della rottura, non subisca deformazioni.

Collassi e deformazioni sono posteriori allo sviluppo di una superficie di rottura. Viene quindi assunto un comportamento a rottura rigido perfettamente plastico: non si deforma fino a quando non arriva a rottura. Tuttavia il valore di F_s (e quindi il suo grado di stabilità o propensione al movimento) si riferisce alle condizioni precedenti al fenomeno di rottura.

Per ogni superficie di potenziale scivolamento si può quindi derivare lo sforzo di taglio totale mobilitato τ_m (domanda), e la resistenza al taglio disponibile τ_f (capacità) e quindi è possibile definire F_s come:
(eq. 1.1)

$$F_s = \frac{\tau_f}{\tau_m}$$

Usando ad esempio il criterio di rottura *Mohr-Coulomb*: F_s è il fattore per cui occorre dividere i parametri della resistenza al taglio del terreno lungo i vari tratti della superficie, per provocare la rottura del pendio lungo tutta la superficie considerata e nel medesimo tempo, ovvero:

(eq. 1.2)

$$\tau_f = \frac{c'}{F_s} + \frac{\sigma' \tan \phi'}{F_s}$$

La rottura avverrà qualora sia verificata la condizione di eguaglianza tra sforzi mobilitati e disponibili, ovvero tra domanda e capacità.

Se $F_s > 1.0$ siamo in condizioni di stabilità, mentre per $F_s < 1.0$ siamo in condizioni instabili dovuti a un generalizzato deficit di resistenza. Un altro assunto fondamentale dei metodi LEM è che nel caso di variabilità delle caratteristiche di resistenza al taglio lungo la superficie di scivolamento, sebbene F_s possa essere in realtà localmente variabile, si assume che F_s sia costante lungo tutta la Superficie di potenziale scivolamento assunta. Ovvero abbiamo dovunque la medesima frazione di resistenza al taglio mobilitata rispetto a quella massima mobilitabile.

F_s deve essere valutato entro un preciso riferimento spaziale. E' perciò necessario considerare una potenziale superficie di scorrimento nella massa del pendio e valutare tutte le forze (e momenti) agenti (ovvero che inducono lo scivolamento) e resistenti (che si oppongono allo scivolamento) su detta superficie.

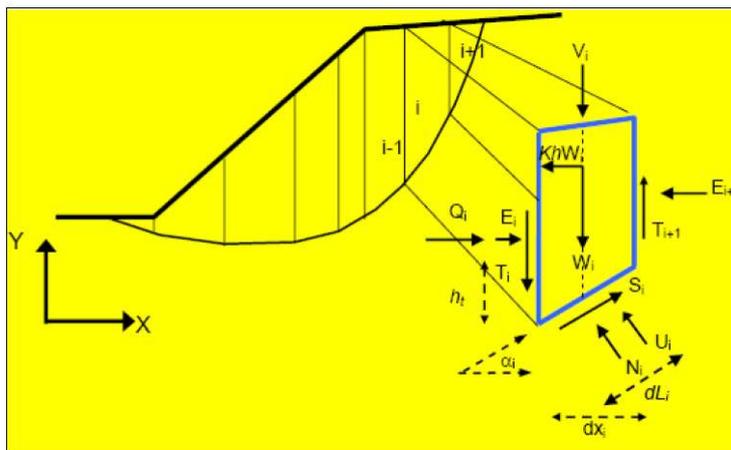
In pratica, essendo infinite le superfici di scivolamento possibili, F_s viene valutato per ognuna delle superfici di un campione rappresentativo, generate con un certo criterio entro il volume del pendio assunto.

In tal modo il "**FATTORE DI SICUREZZA**" del pendio sarà quello che compete alla superficie di scorrimento con F_s più basso. Tale superficie è detta anche "**SUPERFICIE CRITICA**".

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone Consolidamento versante (AREA 2_F)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_02/R002 - Relazione geotecnica - Verifica di stabilità dei pendii: terre armate	3	4 / 18

Una superficie di scivolamento assunta divide in due parti distinte il pendio (figura 1); superiormente abbiamo una massa potenzialmente instabile supposta rigida e inferiormente una massa rigida stabile. La eq.(1.1) permette di determinare la stabilità del pendio nei confronti della superficie considerata precedentemente.

figura 2- forze agenti su ogni concio



i = indice numerico del concio

$\square i$ = angolo di inclinazione della base del concio

dl = lunghezza della base del concio

dx = larghezza concio

H = altezza verticale concio

h_t = altezza punto di applicazione forze interconcio

c' = coesione del terreno sulla base del concio

\square' = angolo d'attrito del terreno sulla base del concio

W = forza peso agente sulla base del concio

Kh = Coefficiente sismico orizzontale

U = pressione interstiziale alla base del concio

T = forza tangenziali verticale interconcio

E = forza orizzontale interconcio

Q = risultante delle forze orizzontali esterne ad ogni concio (es: azioni sismiche, o opere disostegno)

V = risultante delle forze verticali esterne ad ogni concio (es: azioni sismiche o sovraccarichi verticalio opere di sostegno)

Le forze agenti sono le componenti tangenziali del peso proprio della massa e degli eventuali sovraccarichi superficiali agenti sulla superficie di scivolamento, mentre le forze resistenti sono le resistenze al taglio mobilitate nei vari punti di detta superficie che dipendono dagli sforzi normali applicati e dalla resistenza al taglio locale del suolo.

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone Consolidamento versante (AREA 2_F)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_02/R002 - Relazione geotecnica - Verifica di stabilità dei pendii: terre armate	3	5 / 18

Sistemi di forze interne esterne (es. opere di rinforzo) influiscono nella stabilità globale del pendio e devono essere considerate opportunamente; cosa che viene effettuata in tutti i metodi di calcolo rigorosi considerati.

Per procedere con il calcolo di F_s la massa potenzialmente instabile viene suddivisa in "Fette" detti "conci" delimitate da superficie verticali (figura 2). Su ogni concio vengono valutate singolarmente le forze agenti e resistenti. L'insieme delle forze agenti sul concio singolo (figura 2) sono W =Peso del concio, S =Forza di taglio mobilitata sulla base del concio, N =Forza peso normale alla base del concio, U =Forza esercitata dal carico idraulico agente sulla base, T =Forza verticale interconci, E =Forza orizzontale interconci .

Il fattore di sicurezza F_s può essere determinato mediante gruppi di equazioni per l'equilibrio dei corpi rigidi, ovvero ci deve essere equilibrio alla traslazione nelle direzioni verticali e orizzontali ed equilibrio alla rotazione rispetto a un punto:

(eq. 1.3)

$$\begin{cases} \sum V_i = 0 \\ \sum H_i = 0 \\ \sum M_i = 0 \end{cases}$$

In pratica tutto il sistema di forze verticali, orizzontali e dei momenti devono garantire una somma 0 (eq. 1.3).

Quando tutti i parametri di interesse sono noti si passa al calcolo di F_s . L'algoritmo di calcolo può implementare uno dei diversi metodi esistenti nell'ambito dei modelli LEM dove i procedimenti di calcolo avvengono in modo iterativo. I vari metodi, BISHOP (1955), MORGESTERN & PRICE (1965), SPENCER (1967), JANBU (1973) sono tutti riconducibili al " General equilibrium metod" di FREDLUND et al. (1981), abbreviato con GLE. Questi metodi si diversificano per il tipo delle assunzioni e semplificazioni fatte per ridurre il numero delle incognite nel problema, tuttavia come mostrato in numerosi studi comparativi (Fredlund et al. 1981 e Duncan 1996), la differenza percentuale dei valori di F_s calcolati generalmente non supera il 10%, il che è perfettamente compatibile con il grado di incertezza insito in tale tipo di analisi.

Analisi in presenza di sisma

L'analisi di stabilità viene effettuata anche in condizioni dinamiche (cioè in presenza di sisma) mediante il metodo pseudostatico e i coefficienti amplificatori delle azioni sismiche (coefficiente sismico).

In questo caso una forza sismica orizzontale viene applicata al baricentro di ogni concio e pari a $K_h W_i$ dove K_h è il coefficiente sismico orizzontale che è corrispondente ad una frazione del valore della accelerazione orizzontale efficace indotta dal sisma generalmente $K_h = f(a_g)$ che dipende dalle caratteristiche sismiche dell'area cioè dalla accelerazione massima orizzontale a_g (espressa in frazione di g ovvero in frazione di 9.81 m/s^2 che è la accelerazione di gravità) assunta per ciascuna zona sismica in cui è suddiviso il territorio nazionale e dai coefficienti correttivi S_a e S_t che dipendono rispettivamente dalla caratterizzazione litologica e sismica locale e dalla posizione

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone Consolidamento versante (AREA 2_F)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_02/R002 - Relazione geotecnica - Verifica di stabilità dei pendii: terre armate	3	6 / 18

morfologica del sito nonché dal coefficiente α che dipende pure dalle caratteristiche del sito, ovvero: $K_h = \alpha \cdot S_a \cdot S_t$ ag.

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone Consolidamento versante (AREA 2_F)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_02/R002 - Relazione geotecnica - Verifica di stabilità dei pendii: terre armate	3	7 / 18

TABULATI DI CALCOLO TERRE ARMATE

SSAP 4.9.9 - Slope Stability Analysis Program (1991,2018)

WWW.SSAP.EU

Build No. 11033

BY

Dr. Geol. LORENZO BORSELLI *,**

*UASLP, San Luis Potosi, Mexico

e-mail: lborselli@gmail.com

CV e WEB page personale: WWW.LORENZO-BORSELLI.EU

** Gia' Ricercatore CNR-IRPI fino a Luglio 2011

 Ultima Revisione struttura tabelle del report: 6 aprile 2019

File report: C:\Users\User\Desktop\Via villini Tatti\TATTI.txt

Data: 14/5/2019

Localita' :

Descrizione:

Modello pendio: TATTI.mod

----- PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO -----

___ PARAMETRI GEOMETRICI - Coordinate X Y (in m) ___

SUP T. SUP 2 SUP 3 SUP 4

X Y X Y X Y X Y

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone Consolidamento versante (AREA 2_F)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_02/R002 - Relazione geotecnica - Verifica di stabilità dei pendii: terre armate	3	8 / 18

0.00	0.00	3.72	0.00	-	-	-	-
3.72	0.52	3.72	2.01	-	-	-	-
3.72	2.01	4.13	2.01	-	-	-	-
4.13	2.01	4.13	0.00	-	-	-	-
7.67	2.81	3.72	0.00	-	-	-	-
8.53	4.32	-	-	-	-	-	-
10.10	4.32	-	-	-	-	-	-
11.13	6.12	-	-	-	-	-	-
16.94	6.27	-	-	-	-	-	-
17.73	7.72	-	-	-	-	-	-

ASSENZA DI FALDA

----- PARAMETRI GEOMECCANICI -----

STR_IDX	sgci	fi` GSI	mi	C` D	Cu	Gamm	Gamm_sat
1.484	STRATO 1 0.00	26.00 0.00	0.00	0.00	0.00	18.00	19.00
1.117	STRATO 2 0.00	0.00 0.00	25.00	0.00	0.00	25.00	25.00

LEGENDA: fi` _____ Angolo di attrito interno efficace(in gradi)

C` _____ Coesione efficace (in Kpa)

Cu _____ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)

Gamm _____ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m^3)

Gamm_sat _____ Peso di volume terreno immerso (in KN/m^3)

STR_IDX _____ Indice di resistenza (usato in solo in 'SNIFF SEARCH')
(adimensionale)

---- SOLO Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI - Parametri Criterio di Rottura di Hoek (2002)-

sigci _____ Resistenza Compressione Uniassiale Roccia Intatta (in MPa)

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone Consolidamento versante (AREA 2_F)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_02/R002 - Relazione geotecnica - Verifica di stabilità dei pendii: terre armate	3	9 / 18

GSI _____ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)

mi _____ Indice litologico ammasso(adimensionale)

D _____ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)

Fattore di riduzione NTC2018 gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 - DISATTIVATO
(solo per ROCCE)

Uso CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2006) - non-lineare - Generalizzato secondo
Lei et al.(2016)

----- SOVRACCARICHI PRESENTI -----

SOVRACCARICO N.1

Carico in X1 (Kpa): 2.00

Carico in X2 (Kpa): 2.00

Posizione carico da X1 m.: 11.94

a X2 m.: 17.00

Inclinazione carico (gradi): 90.00

Componenti distribuzione forza unitaria applicata:

#Orizzontale (per metro di proiezione Verticale) (kN/m): da 0.00 a 0.00

#Verticale (per metro di proiezione Orizzontale) (kN/m): da 2.00 a 2.00

##Nota: la distribuzione del carico e delle forze unitarie puo' variare

in modo lineare tra gli estremi di coordinate X1 e X2

----- GEOGRIGLIE PRESENTI -----

GEOGRIGLIA N.1

Coordinata X Testa (m): 4.47

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone Consolidamento versante (AREA 2_F)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_02/R002 - Relazione geotecnica - Verifica di stabilità dei pendii: terre armate	3	10 / 18

Coordinata Y Testa (m) : 0.12
 Lunghezza geogriglia L (m) : 4.00
 Resistenza Massima Ammissibile T (kN/m) : 50.00
 Fattore di interazione suolo/griglia - fb : 0.75
 Fattore scala Pull-out - alpha : 0.80
 Lunghezza risolto Lws (m) a sinistra : 2.50
 Lunghezza risolto Lwd (m) a destra : 2.50
 coefficiente Omega=Th/T : 0.10

GEOGRIGLIA N.2

Coordinata X Testa (m) : 4.81
 Coordinata Y Testa (m) : 0.72
 Lunghezza geogriglia L (m) : 4.00
 Resistenza Massima Ammissibile T (kN/m) : 50.00
 Fattore di interazione suolo/griglia - fb : 0.75
 Fattore scala Pull-out - alpha : 0.80
 Lunghezza risolto Lws (m) a sinistra : 2.50
 Lunghezza risolto Lwd (m) a destra : 2.50
 coefficiente Omega=Th/T : 0.10

GEOGRIGLIA N.3

Coordinata X Testa (m) : 5.15
 Coordinata Y Testa (m) : 1.32
 Lunghezza geogriglia L (m) : 4.00
 Resistenza Massima Ammissibile T (kN/m) : 50.00
 Fattore di interazione suolo/griglia - fb : 0.75
 Fattore scala Pull-out - alpha : 0.80

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone Consolidamento versante (AREA 2_F)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_02/R002 - Relazione geotecnica - Verifica di stabilità dei pendii: terre armate	3	11 / 18

Lunghezza risolto Lws (m) a sinistra : 2.50
Lunghezza risolto Lwd (m) a destra : 2.50
coefficiente $\Omega = Th/T$: 0.10

GEOGRIGLIA N.4

Coordinata X Testa (m) : 7.17
Coordinata Y Testa (m) : 1.92
Lunghezza geogriglia L (m) : 6.70
Resistenza Massima Ammissibile T (kN/m) : 50.00
Fattore di interazione suolo/griglia - fb : 0.75
Fattore scala Pull-out - alpha : 0.80
Lunghezza risolto Lws (m) a sinistra : 2.50
Lunghezza risolto Lwd (m) a destra : 2.50
coefficiente $\Omega = Th/T$: 0.10

GEOGRIGLIA N.5

Coordinata X Testa (m) : 7.51
Coordinata Y Testa (m) : 2.52
Lunghezza geogriglia L (m) : 6.36
Resistenza Massima Ammissibile T (kN/m) : 50.00
Fattore di interazione suolo/griglia - fb : 0.75
Fattore scala Pull-out - alpha : 0.80
Lunghezza risolto Lws (m) a sinistra : 2.50
Lunghezza risolto Lwd (m) a destra : 2.50
coefficiente $\Omega = Th/T$: 0.10

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone Consolidamento versante (AREA 2_F)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_02/R002 - Relazione geotecnica - Verifica di stabilità dei pendii: terre armate	3	12 / 18

GEOGRIGLIA N.6

Coordinata X Testa (m) :	7.85
Coordinata Y Testa (m) :	3.12
Lunghezza geogriglia L (m) :	6.02
Resistenza Massima Ammissibile T (kN/m) :	50.00
Fattore di interazione suolo/griglia - fb :	0.75
Fattore scala Pull-out - alpha :	0.80
Lunghezza risolto Lws (m) a sinistra :	2.50
Lunghezza risolto Lwd (m) a destra :	2.50
coefficiente Omega=Th/T :	0.10

GEOGRIGLIA N.7

Coordinata X Testa (m) :	8.19
Coordinata Y Testa (m) :	3.72
Lunghezza geogriglia L (m) :	5.68
Resistenza Massima Ammissibile T (kN/m) :	50.00
Fattore di interazione suolo/griglia - fb :	0.75
Fattore scala Pull-out - alpha :	0.80
Lunghezza risolto Lws (m) a sinistra :	2.50
Lunghezza risolto Lwd (m) a destra :	2.50
coefficiente Omega=Th/T :	0.10

GEOGRIGLIA N.8

Coordinata X Testa (m) :	10.10
Coordinata Y Testa (m) :	4.32
Lunghezza geogriglia L (m) :	3.77

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone Consolidamento versante (AREA 2_F)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_02/R002 - Relazione geotecnica - Verifica di stabilità dei pendii: terre armate	3	13 / 18

Resistenza Massima Ammissibile T (kN/m): 50.00

Fattore di interazione suolo/griglia - fb : 0.75

Fattore scala Pull-out - alpha : 0.80

Lunghezza risolto Lws (m) a sinistra : 2.50

Lunghezza risolto Lwd (m) a destra : 2.50

coefficiente Omega=Th/T : 0.10

GEOGRIGLIA N.9

Coordinata X Testa (m): 10.45

Coordinata Y Testa (m): 4.92

Lunghezza geogriglia L (m): 3.43

Resistenza Massima Ammissibile T (kN/m): 50.00

Fattore di interazione suolo/griglia - fb : 0.75

Fattore scala Pull-out - alpha : 0.80

Lunghezza risolto Lws (m) a sinistra : 2.50

Lunghezza risolto Lwd (m) a destra : 2.50

coefficiente Omega=Th/T : 0.10

GEOGRIGLIA N.10

Coordinata X Testa (m): 10.76

Coordinata Y Testa (m): 5.46

Lunghezza geogriglia L (m): 3.12

Resistenza Massima Ammissibile T (kN/m): 50.00

Fattore di interazione suolo/griglia - fb : 0.75

Fattore scala Pull-out - alpha : 0.80

Lunghezza risolto Lws (m) a sinistra : 2.50

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone Consolidamento versante (AREA 2_F)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_02/R002 - Relazione geotecnica - Verifica di stabilità dei pendii: terre armate	3	14 / 18

Lunghezza risolto Lwd (m) a destra : 2.50
 coefficiente Omega=Th/T : 0.10

GEOGRIGLIA N.11

Coordinata X Testa (m) : 11.64
 Coordinata Y Testa (m) : 6.12
 Lunghezza geogriglia L (m) : 2.23
 Resistenza Massima Ammissibile T (kN/m) : 50.00
 Fattore di interazione suolo/griglia - fb : 0.75
 Fattore scala Pull-out - alpha : 0.80
 Lunghezza risolto Lws (m) a sinistra : 2.50
 Lunghezza risolto Lwd (m) a destra : 2.50
 coefficiente Omega=Th/T : 0.10

----- INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM -----

*** PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

METODO DI RICERCA: CONVEX RANDOM - Chen (1992)

FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO

COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 3.72 4.13 0.00

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m) : 0.7 (+/-) 50%

INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax) : 0.35
 16.31

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin) : 0.00

INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax) : 2.13
 17.38

*** TOTALE SUPERFICI GENERATE : 10000

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone Consolidamento versante (AREA 2_F)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_02/R002 - Relazione geotecnica - Verifica di stabilità dei pendii: terre armate	3	15 / 18

----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO -----

METODO DI CALCOLO : MORGENSTERN - PRICE (Morgenstern & Price, 1965)

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.0240

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Nnegativo) : -0.0120

COEFFICIENTE $c=Kv/Kh$ UTILIZZATO : 0.5000

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kN/m): 0.00

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kN/m): 0.00

N.B. Le forze orizzontali addizionali in testa e alla base sono poste uguali a 0

durante le tutte le verifiche globali.

I valori >0 impostati dall'utente sono utilizzati solo in caso di verifica singola

----- RISULTATO FINALE ELABORAZIONI -----

* DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs *

Fattore di sicurezza (FS)	1.0799	- Min. -	X	Y	Lambda=	1.5000
			7.83	3.10		
			8.69	3.73		
			9.01	4.10		
			9.15	4.32		

Fattore di sicurezza (FS)	1.0849	- N.2 --	X	Y	Lambda=	1.5000
			7.84	3.10		
			8.69	3.73		

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone Consolidamento versante (AREA 2_F)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_02/R002 - Relazione geotecnica - Verifica di stabilità dei pendii: terre armate	3	16 / 18

9.06 4.18

9.18 4.32

Fattore di sicurezza (FS) 1.0868 - N.3 -- X Y Lambda= 1.5000

7.85 3.12

8.71 3.73

9.04 4.06

9.29 4.32

Fattore di sicurezza (FS) 1.0875 - N.4 -- X Y Lambda= 1.5000

7.84 3.11

8.68 3.74

8.97 3.99

9.33 4.32

Fattore di sicurezza (FS) 1.0904 - N.5 -- X Y Lambda= 1.5000

7.84 3.11

8.65 3.73

8.91 4.02

9.17 4.32

Fattore di sicurezza (FS) 1.0924 - N.6 -- X Y Lambda= 1.5000

7.83 3.09

8.62 3.74

9.14 4.24

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone Consolidamento versante (AREA 2_F)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_02/R002 - Relazione geotecnica - Verifica di stabilità dei pendii: terre armate	3	17 / 18

9.22 4.32

Fattore di sicurezza (FS) 1.0924 - N.7 -- X Y Lambda= 1.5000

7.84 3.11

8.66 3.72

9.10 4.23

9.16 4.32

Fattore di sicurezza (FS) 1.0936 - N.8 -- X Y Lambda= 1.5000

7.85 3.12

8.71 3.73

9.02 4.07

9.23 4.32

Fattore di sicurezza (FS) 1.0946 - N.9 -- X Y Lambda= 1.5000

7.84 3.11

8.66 3.73

8.93 4.04

9.18 4.32

Fattore di sicurezza (FS) 1.0974 - N.10 -- X Y Lambda= 1.5000

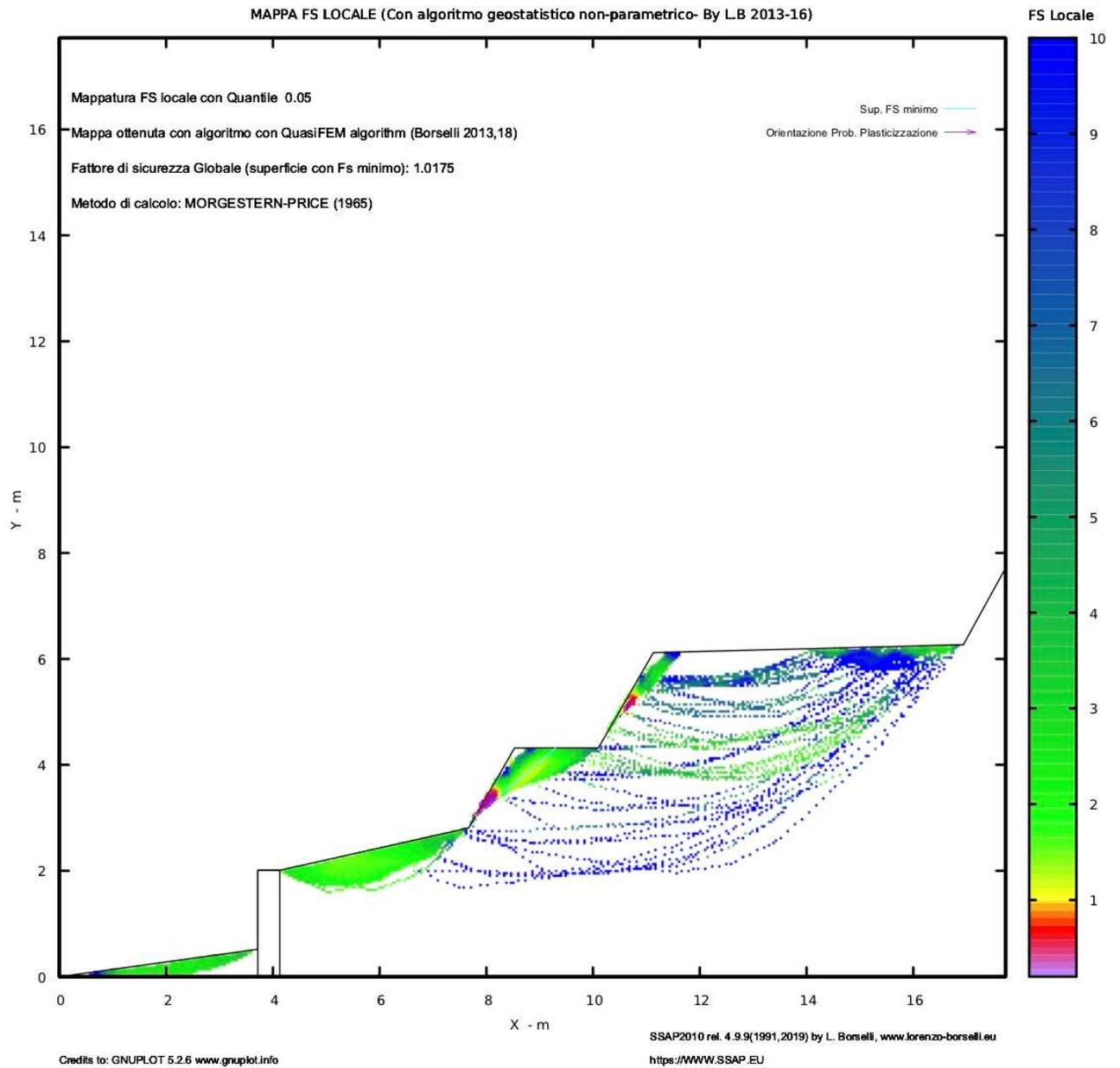
7.84 3.12

8.68 3.72

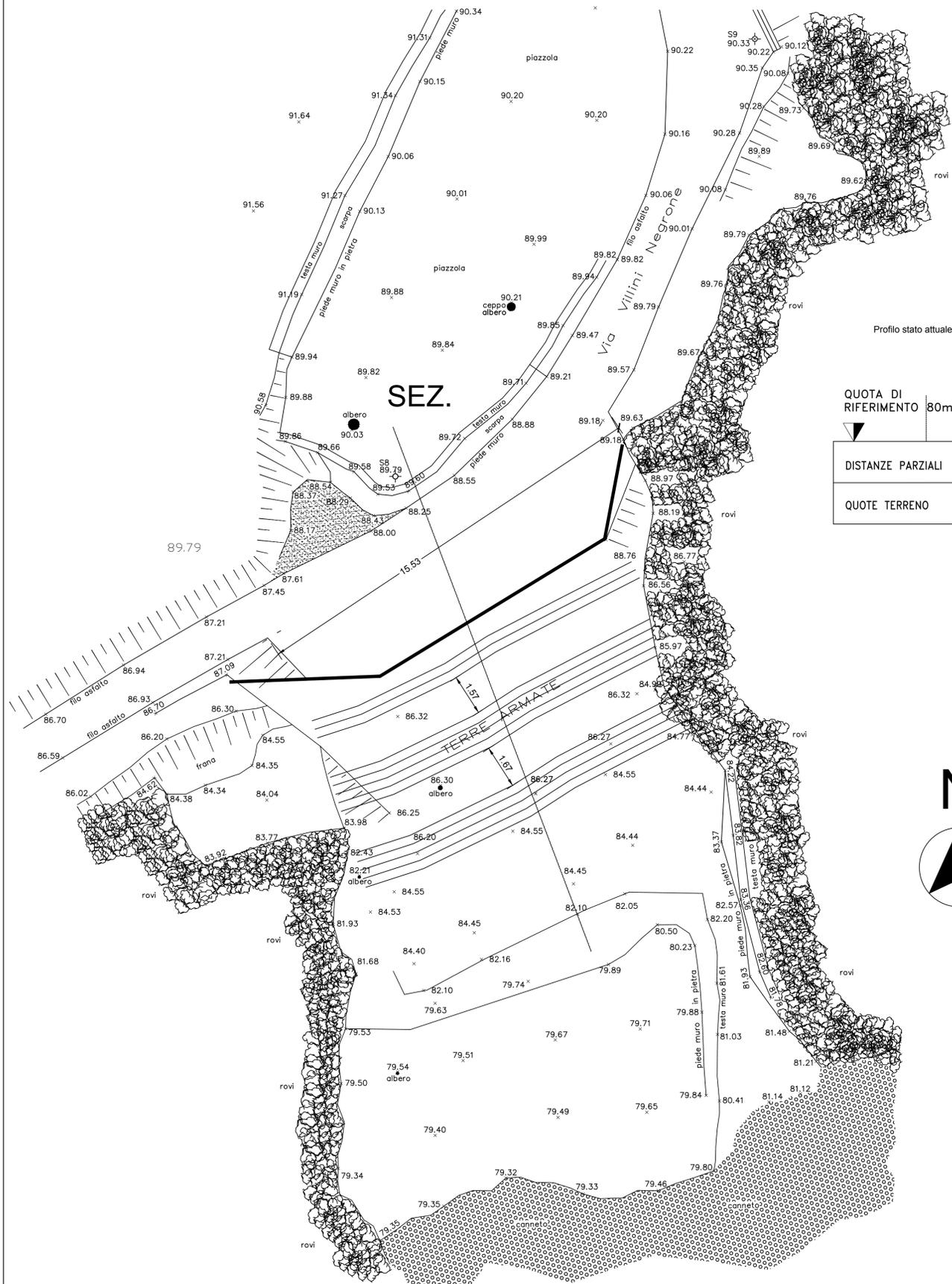
8.96 4.06

9.19 4.32

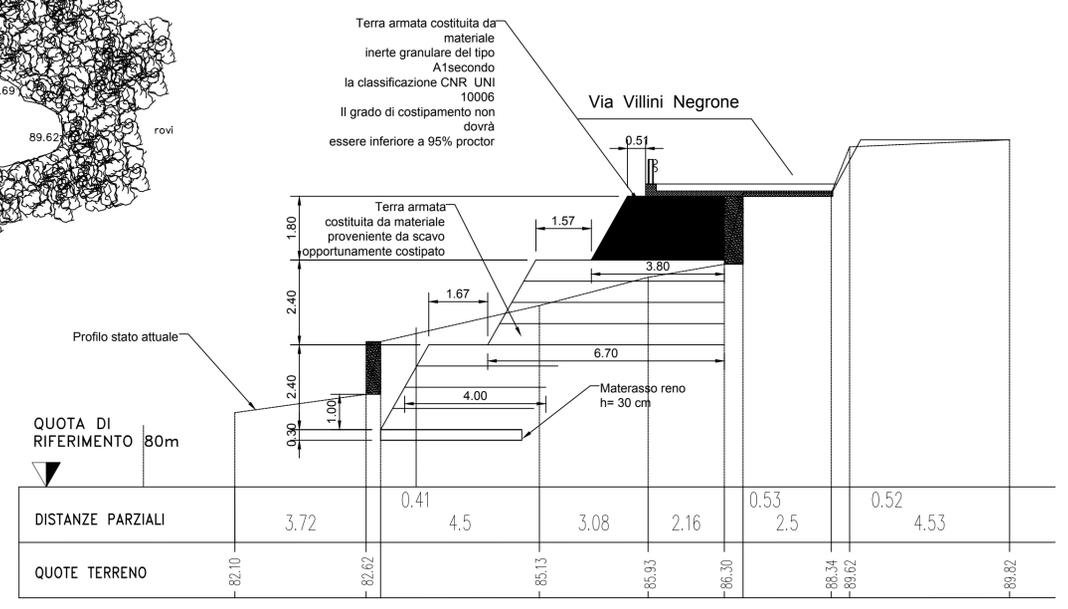
Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – Via Villini Negrone Consolidamento versante (AREA 2_F)			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
14/05/2019	P18041_02/R002 - Relazione geotecnica - Verifica di stabilità dei pendii: terre armate	3	18 / 18



PLANIMETRIA AREA D'INTERVENTO



SEZIONE DEL TERRENO

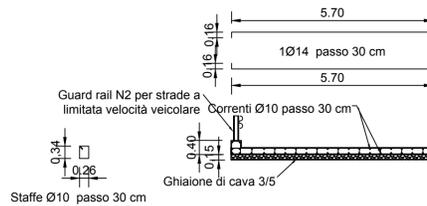


02	05/2019	PRIMA EMISSIONE	Ing. E. Tatti	Geol. S. Battilana	Geol. G. Grassano	Geol. G. Grassano
Revisione	Data	Oggetto revisione	Redatto	Controllato	Verificato	Approvato
COMUNE DI GENOVA						
DIREZIONE PROGETTAZIONE					Direttore Arch. Luca PATRONE	
STRUTTURA GEOTECNICA E IDROGEOLOGIA					Responsabile Geol. Giorgio GRASSANO	
Committente ASSESSORATO AI LAVORI PUBBLICI					Progetto SGI_02.02.02	
CAPO PROGETTO	Geol. Stefano Battilana		RESPONSABILE UNICO PROCEDIMENTO	Geol. Giorgio GRASSANO		
Progetto GEOTECNICO- IDROGEOLOGICO	Responsabile Geol. Stefano Battilana		Rilievi	Arch. Ivano Boreggi		
Collaboratori	Ing. Daria Franzetti		Collaboratori	Geom. Bartolomeo Caviglia I.S.T. Giuseppe Strogapede		
Verifiche IDRAULICHE	Responsabile Collaboratori		Coordinatore per la Sicurezza (in Fase di Progettazione)	Ing. Emanuele Tatti		
Progetto STRUTTURALE	Responsabile Collaboratori		Verifica accessibilità	Altro (Progetto prevenzione incendi)		
Computi metrici - Capitolato	Geom. Illeana Notario		Altro (Progetto aspetti vegetazionali)			
Intervento/Opera	Accordo Quadro per interventi urgenti di manutenzione straordinaria di versanti in frana per eventi di tipo alluvionale di competenza comunale nell'ambito del territorio cittadino di Genova				Municipio	07
	"Messa in sicurezza di tre frane in Via Villini Negrone a Genova Prà"				Quartiere	08
Oggetto della tavola	PLANIMETRIA E SEZIONI STATO DI PROGETTO AREA 2 (F)				N° prog. tav.	N° tot. tav.
					9	
					Scala	Data
					1:100	Maggio 2019
Livello Progettazione					Tavola N°	
ESECUTIVO		GEOTECNICO		TAV.08		
Codice MOGE		Codice OPERA		Architettonico		
13981	SGI_02.02.02					
I DISegni E LE INFORMAZIONI IN ESSi CONTENUTE SONO PROPRIETÀ ESCLUSIVA DEL COMUNE DI GENOVA E NON POSSONO ESSERE MODIFICATE, RIPRODOTTE, RESE PUBBLICHE O UTILIZZATE PER USI DIFFERENTI DA QUELLI PER CUI SONO STATI REDATTI, SALVO AUTORIZZAZIONE SCRITTA.						
Elaborato tecnico di proprietà del Comune di Genova.						

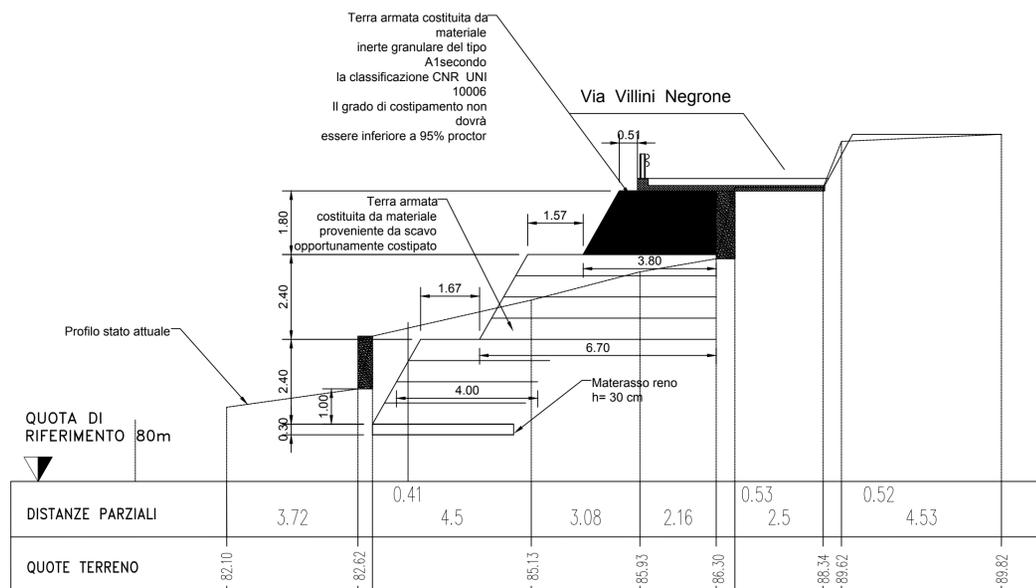
SEZIONE STRUTTURALE

LE DIMENSIONI E IL PIANO DI POSA DELLE TERRE ARMATE A PROGETTO SONO INDICATIVI E DOVRANNO ESSERE VALUTATI IN SITO IN ACCORDO CON LA DIREZIONE DEI LAVORI PREVIA STESA SISMICA O REALIZZAZIONE DI POZZETTI ESPLORATIVI

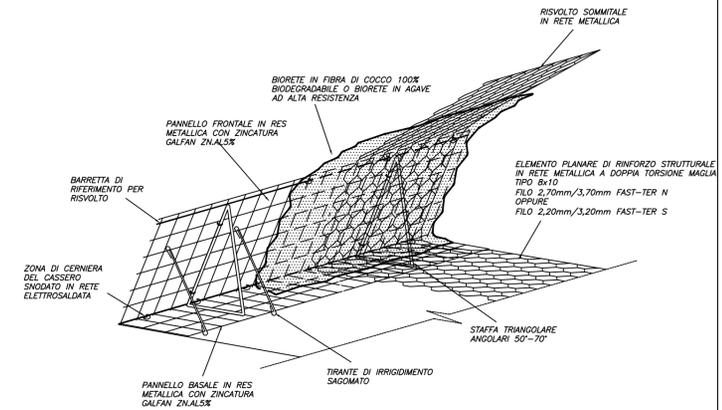
SPECIFICA FERRI DI ARMATURA



SEZIONE DEL TERRENO



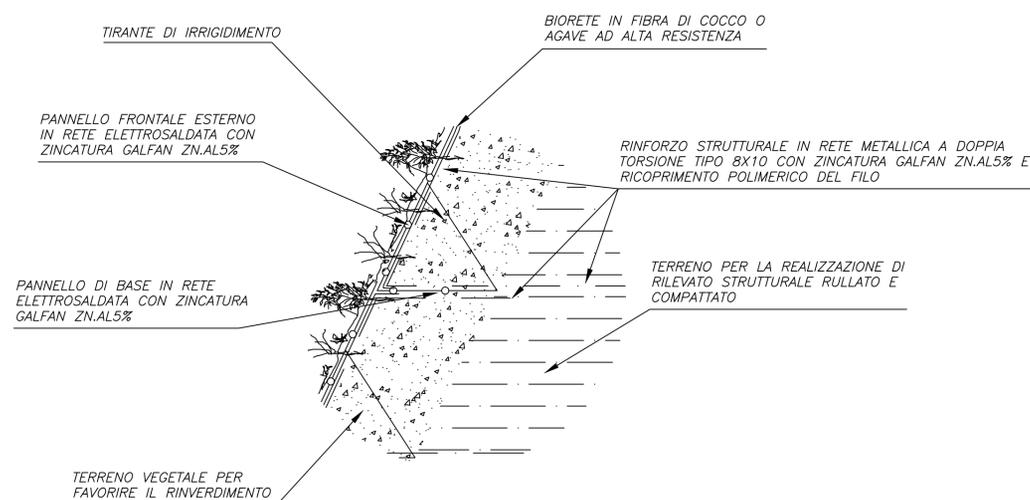
ELEMENTO MODULARE PREFABBRICATO FAST-TER



Ammasso roccioso molto alterato (eluvio)

Ammasso roccioso da poco a mediamente alterato e fratturato

DETTAGLIO DEL PARAMENTO FRONTALE



02	05/2019	PRIMA EMISSIONE	Ing. E. Tatti	Geol. S. Battilana	Geol. G. Grassano	Geol. G. Grassano
Revisione	Data	Oggetto revisione	Redatto	Controllato	Verificato	Approvato

COMUNE DI GENOVA

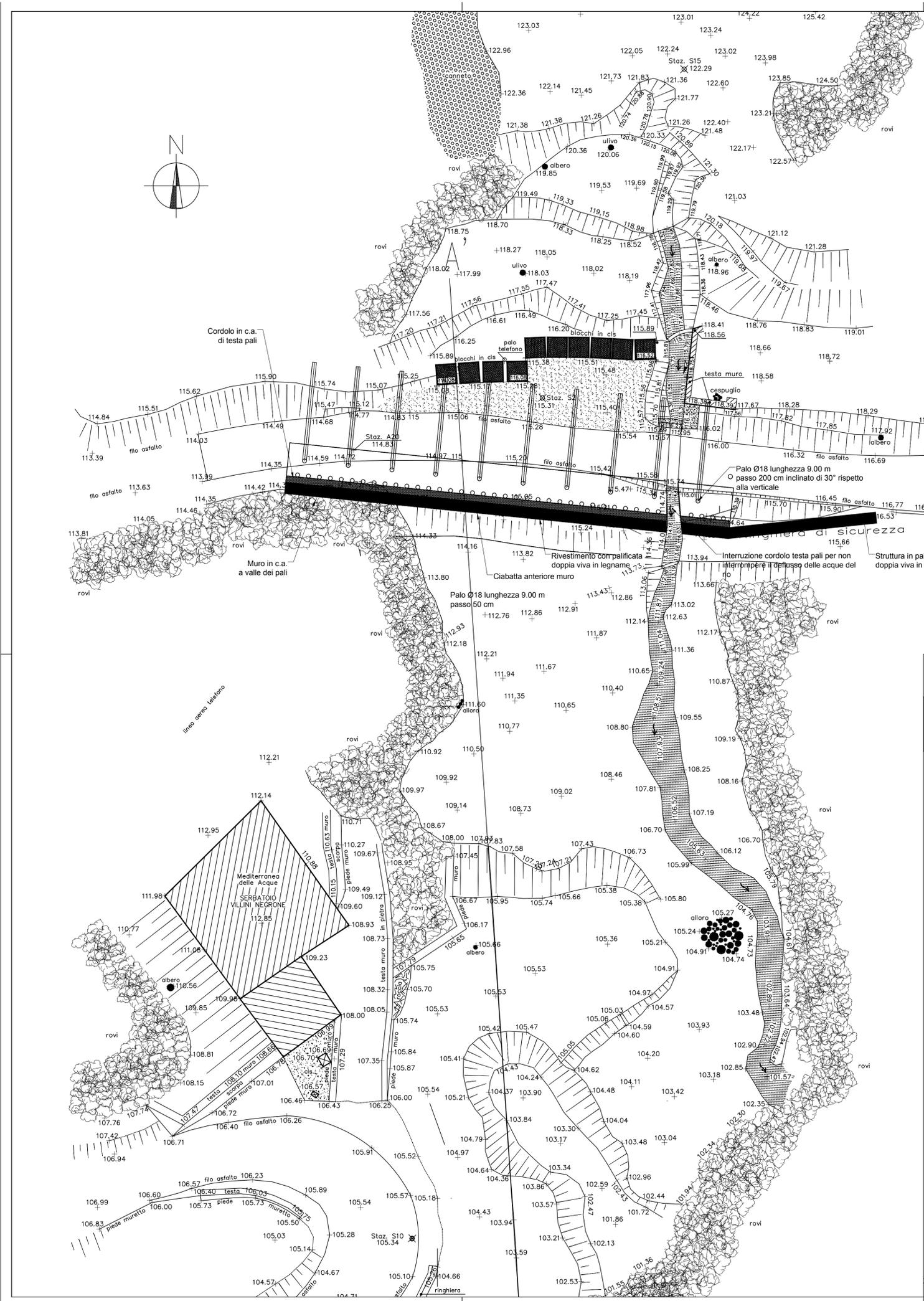


DIREZIONE PROGETTAZIONE		Direttore Arch. Luca PATRONE
STRUTTURA GEOTECNICA E IDROGEOLOGIA		Responsabile Geol. Giorgio GRASSANO
Committente ASSESSORATO AI LAVORI PUBBLICI		Progetto SGI_02.02.02

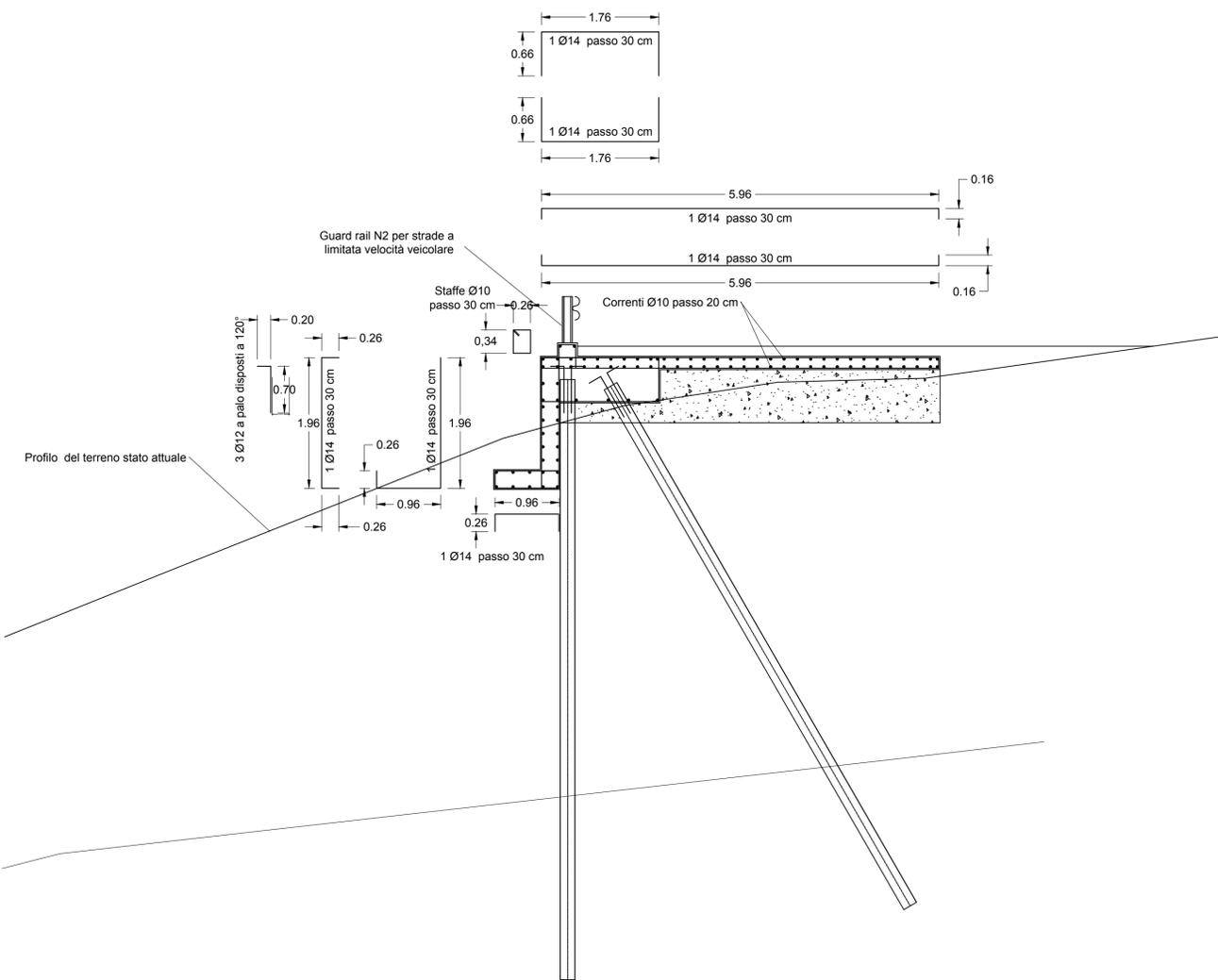
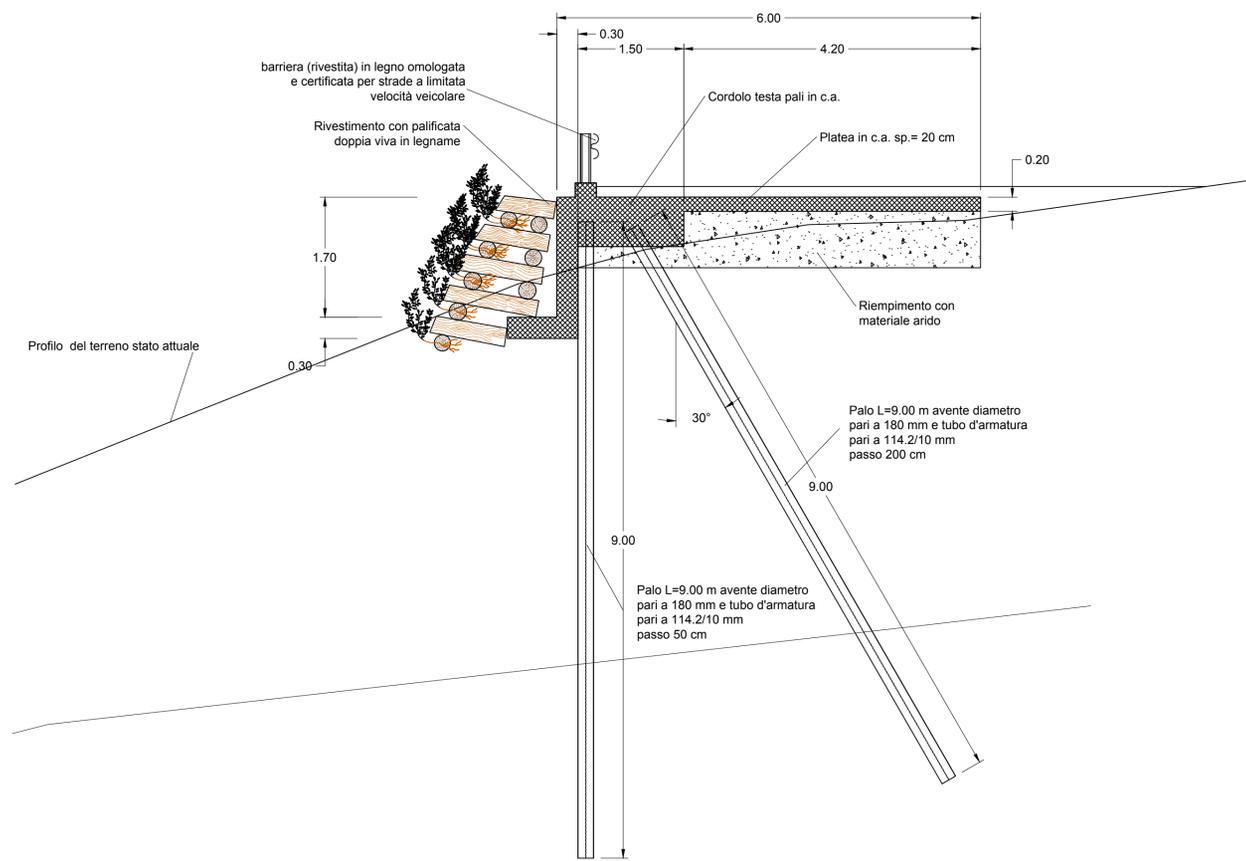
CAPO PROGETTO	Geol. Stefano Battilana	RESPONSABILE UNICO PROCEDIMENTO	Geol. Giorgio GRASSANO
Progetto GEOTECNICO- IDROGEOLOGICO	Responsabile Geol. Stefano Battilana Collaboratori Ing. Daria Franzetti	Rilievi	Arch. Ivano Boreggi Geom. Bartolomeo Caviglia I.S.T. Giuseppe Stragapede
Verifiche IDRAULICHE	Responsabile Collaboratori	Coordinatore per la Sicurezza (in Fase di Progettazione)	Ing. Emanuele Tatti
Progetto STRUTTURALE	Responsabile Collaboratori Ing. Emanuele Tatti	Verifica accessibilità	
Computi metrici - Capitolato	Geom. Illeana Notario	Altro (Progetto prevenzione incendi)	
		Altro (Progetto aspetti vegetazionali)	

Intervento/Opera	Accordo Quadro per interventi urgenti di manutenzione straordinaria di versanti in frana per eventi di tipo alluvionale di competenza comunale nell'ambito del territorio cittadino di Genova "Messa in sicurezza di tre frane in Via Villini Negrone a Genova Prà"	Municipio	Ponente	07
Oggetto della tavola	SEZIONI DI PROGETTO - PARTICOLARI COSTRUTTIVI STRUTTURE - AREA 2 (F)	Quartiere	Prà	08
		N° prog. lav.	10	N° tot. lav.
		Scala	1:100	Data
				Maggio 2019

Livello Progettazione		ESECUTIVO	GEOTECNICO
Codice MOGE	13981	Codice PROGETTAZIONE	SGI_02.02.02
		Codice OPERA	
		Codice ARCHIVIO	
			Tavola N°
			TAV.09
			Strutturale



02	05/2019	PRIMA EMISSIONE	Ing. E. Tatti	Geol. S. Battilana	Geol. G. Grassano Geol. S. Battilana	Geol. G. Grassano
Revisione	Data	Oggetto revisione	Redatto	Controllato	Verificato	Approvato
COMUNE DI GENOVA						
DIREZIONE PROGETTAZIONE				Direttore Arch. Luca PATRONE		
STRUTTURA GEOTECNICA E IDROGEOLOGIA				Responsabile Geol. Giorgio GRASSANO		
Committente ASSESSORATO AI LAVORI PUBBLICI				Progetto SGI_02.02.00		
CAPO PROGETTO	Geol. Stefano Battilana		RESPONSABILE UNICO PROCEDIMENTO	Geol. Giorgio GRASSANO		
Progetto	GEOTECNICO- IDROGEOLOGICO		Rilievi	Arch. Ivano Boreggi		
Responsabile	Geol. Stefano Battilana		Responsabile	Geom. Bartolomeo Caviglia		
Collaboratori	Ing. Daria Franzetti		Collaboratori	S.T. Giuseppe Stragapeda		
Verifiche IDRAULICHE			Coordinatore per la Sicurezza (in Fase di Progettazione)	Ing. Emanuele Tatti		
Responsabile	Ing. Emanuele Tatti		Verifica accessibilità			
Collaboratori	---		Altro (Progetto prevenzione incendi)			
Computi metrici - Capitolato	Geom. Illeana Notario		Altro (Progetto apporti vegetazionali)			
Intervento/Opera Accordo Quadro per interventi urgenti di manutenzione straordinaria di versanti in frana per eventi di tipo alluvionale di competenza comunale nell'ambito del territorio cittadino di Genova "Messia in sicurezza di tre frane in Via Villini Negrone a Genova Prà"				Municipio	07	
				Quartiere	Prà	
				N° prog. tav.	12	
				N° tot. tav.	08	
Oggetto della tavola PLANIMETRIA STATO DI PROGETTO - AREA 3 (H) REV.2				Scala	1:100	
				Data	Maggio 2019	
				Tavola N° TAV. 11		
				Strutturale		
<small>LE IDEE E LE INFORMAZIONI IN ESSO CONTENUTE SONO PROPRIETA' ESCLUSIVA DEL COMUNE DI GENOVA E NON POSSONO ESSERE MODIFICATE, RIPRODOTTE, RESE PUBBLICHE O UTILIZZATE PER USI DIFFERENTI DA QUELLI PER CUI SONO STATI REDATTE, SALVO AUTORIZZAZIONE SCRITTA.</small>						



FASI ESECUTIVE

ESECUZIONE PARATIA BERLINESE TRAMITE:

- REALIZZAZIONE MICROPALI (PERFORAZIONE, INIEZIONE, MATURAZIONE)
- REALIZZAZIONE TRAVE DI CORONAMENTO IN C.A.

TABELLA MATERIALI

C.L.S. :

- MISCELA CEMENTIZIA MICROPALI:
 - Rck \geq 30 MPa
 - A/C \leq 0,5
 - Additivi fluidificanti
 - dosaggio cemento tipo R425 minimo 750kg al mc
- TRAVE DI TESTATA e MURO DI PARAMENTO:
 - Rck \geq 25 MPa
 - A/C \leq 0,5
 - Lavorabilità S4~S5
 - dosaggio cemento > 320kg al mc di impasto
 - Tipo cemento CEM III-V
- MAGRONE DI FONDAZIONE:
 - Rck \geq 15 MPa
 - Tipo cemento CEM I-V

ACCIAIO :

- ARMATURA TRAVI DI TESTATA E PARAMENTO MURO: Fec 450b CONTROLLATO
- ACCIAIO TUBI MICROPALI: FeS 355

COPRIFERRO: \geq 2cm

INCIDENZA ARMATURA

- MURO DI PARAMENTO: 80 Kg/m
- TRAVE DI TESTATA : 120 Kg/m

MICROPALI	PERFORAZIONE ϕ 180mm; PASSO 0.50m
ARMATURA MICROPALI	TUBO ACCIAIO FES 355 ϕ 114.2 Sp=10 mm
MURO DI PARAMENTO	DI RIVESTIMENTO Sp=20cm

02	05/2019	PRIMA EMISSIONE	Ing.E.Tatti	Geol.S.Battilana	Geol.G.Grassano	Geol.G.Grassano
Revisione	Data	Oggetto revisione	Redatto	Controllato	Verificato	Approvato

COMUNE DI GENOVA

DIREZIONE PROGETTAZIONE

STRUTTURA GEOTECNICA E IDROGEOLOGIA

Committente: ASSESSORATO AI LAVORI PUBBLICI

Progetto: SGI_02.02.00

CAPO PROGETTO	Geol. Stefano Battilana	RESPONSABILE UNICO PROCEDIMENTO	Geol.Giorgio GRASSANO
Progetto GEOTECNICO- IDROGEOLOGICO	Responsabile: Geol. Stefano Battilana Collaboratori: Ing. Dario Franzetti	Rilievi	Arch. Ivano Boreggi
Verifiche IDRAULICHE	Responsabile: ... Collaboratori: ...	Collaboratori	Geom. Bartolomeo Caviglia I.S.T. Giuseppe Strogopeda
Progetto STRUTTURALE	Responsabile: Ing. Emanuele Tatti Collaboratori: ...	Verifica accessibilità	Coordinatore per la Sicurezza (in Fase di Progettazione): Ing. Emanuele Tatti
Computi metrici - Capitolato	Geom. Ilseona Notario	Altro (Progetto prevenzione incendi)	Altro (Progetto apporti vegetazionali)

Intervento/Opera: **Accordo Quadro per interventi urgenti di manutenzione straordinaria di versanti in frana per eventi di tipo alluvionale di competenza comunale nell'ambito del territorio cittadino di Genova**

Oggetto della tavola: **SEZIONI STATO DI PROGETTO - AREA 3(H)**

REV. 2

Municipio: Ponente 07

Quartiere: Prà 08

N° prog. tav. 13

N° tot. tav. ...

Scala: 1:50

Data: Maggio 2019

TAV.12

Strutturale

Livello Progettazione	ESECUTIVO	GEOTECNICO
Codice MOGE	13981	Codice OPERA
Codice PROGETTAZIONE	SGI_02.02.00	Codice ARCHIVIO

I DISegni E LE INFORMAZIONI IN ESSi CONTENUTE SONO PROPRIETÀ ESCLUSIVA DEL COMUNE DI GENOVA E NON POSSONO ESSERE MODIFICATE, RIPRODOTTE, RESE PUBBLICHE O UTILIZZATE PER USI DIFFERENTI DA QUELLI PER CUI SONO STATI REDATTI, SALVO AUTORIZZAZIONE SCRITTA.