



CITTA' DI TORINO

VICE DIREZIONE GENERALE SERVIZI TECNICI
SETTORE GRANDI OPERE DEL VERDE PUBBLICO

OPERE DI CONSOLIDAMENTO DELLA SPONDA DESTRA DEL PO

Tratto compreso tra il confine con il Comune
di Moncalieri e la Sisport Fiat

PROGETTO ESECUTIVO

Titolo elaborato:

D.M. 11/03/88
RELAZIONE GEOLOGICA

F 2103/18

CONSULENZA GEOLOGICA		PROGETTAZIONE ESECUTIVA	
Dott. Geol. Giuseppe GENOVESE		STUDIO DI INGEGNERIA CIVILE Dott. Ing. Marco BAGETTO	
Genovese & Associati - studio di geologia applicata Via Camogli 10 - 10134 TORINO tel/fax 0113199507 e mail genovese@iol.it p.IVA 07282110019			
IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO		L' ENTE	
dirigente Settore Grandi Opere del Verde Pubblico Dott. Ing. Riccardo GUALA			

INDICE

1.	PREMESSA E SCOPO DEL LAVORO	2
2.	OPERE IN PROGETTO E SITUAZIONE NORMATIVA	3
3.	DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ ESEGUITE	4
4.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO.....	4
5.	COMMENTO ALLE PROVE IN SITO	6
5.1	Prove Penetrometriche in foro (Standard Penetration Test).....	6
5.2	Prove SCPT con Penetrometro DPSH conforme alle normative A.G.I. [1977] e ISSMFE [1988].....	6
5.3	Prove speditive per la valutazione della Consistenza dei terreni coesivi (pocket penetrometer).....	7
5.4	Prove di permeabilità "LEFRANC" a livello costante.....	7
6.	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	8
7.	VERIFICHE DI STABILITA'	8
7.1	configurazione di progetto: dimensionamento di massima della terra rinforzata	10
8.	CONCLUSIONI	13

TAVOLE NEL TESTO

TAVOLA 1 : COROGRAFIA CON UBICAZIONE DEI SONDAGGI

APPENDICI AL TESTO

- Appendice 1: campagna agosto 2005 "STRATIGRAFIA SONDAGGI, PROVE SPT E PROVE PERMEABILITÀ IN FORO"
- Appendice 2: campagna febbraio 2002 "STRATIGRAFIA SONDAGGI, PROVE SPT E PROVE PENETROMETRICHE DP"
- Appendice 3: "VERIFICHE DI STABILITÀ SCARPATA SPONDALE"
- Appendice 4: "VERIFICHE DIMENSIONAMENTO TELI TERRA RINFORZATA"

1. PREMESSA E SCOPO DEL LAVORO

Con Determinazione Dirigenziale N. cronologico 231 approvata il 27 maggio 2005, la Città di Torino, nella persona del Dirigente del Settore Grandi Opere del Verde Pubblico, ing. Riccardo GUALA, ha affidato al dott. geol. Giuseppe Genovese dello studio Genovese & Associati l'incarico dello studio geologico a corredo della **progettazione esecutiva** per la pista ciclabile e opere di consolidamento spondale del fiume Po in sponda destra nel tratto compreso tra la Sisport Fiat e il confine di Moncalieri. Nello specifico le indagini geognostiche hanno interessato il tratto spondale compreso tra il rio Sappone e i Ronchi Verdi.

I risultati dei rilievi e delle indagini geognostiche eseguite in situ ed in laboratorio sono in accordo a quanto prescritto dal vigente **D.M. 11 marzo 1988** *"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"*.

Lo studio comprende l'analisi della situazione geologico-stratigrafica, della dinamica spondale (in relazione all'attività del corso d'acqua) e delle possibili soluzioni d'intervento; per la sua stesura ci si è avvalsi dello studio geologico (a firma del geol. Zeno Vangelista) e della connessa campagna geognostica (eseguita dall'Impresa Geotek di Torino) realizzati nel 2002 a corredo della progettazione definitiva.

Il responsabile della consulenza : geol. Giuseppe Genovese



2. Opere in progetto e situazione normativa

Per quanto riguarda gli interventi di consolidamento della scarpata spondale destra del Po, connessi alla realizzazione della pista ciclabile che si snoderà per lunghi tratti lungo il ciglio spondale superiore, si prevede di realizzare, allo stato attuale delle conoscenze e dell'iter progettuale, una protezione antiersiva al piede spondale mediante un cordolo in c.a. su micropali e tiranti sormontato da una scogliera in massi di altezza ridotta : il rimodellamento e il consolidamento del tratto medio-superiore della scarpata sarà prevedibilmente affidato a rilevati in terra rinforzata o ad analoghe strutture di sostegno e rinforzo a basso impatto quali ad esempio le palificate doppie di sostegno in legname.

Nel "**PROGETTO di PIANO stralcio per l'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)** - Interventi sulla rete idrografica e sui versanti - redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Po ai sensi della Legge 18 maggio 1989, n.183, art.17, comma 6-ter, ed Adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n.1 in data 11.05.1999" la scarpata spondale e il tracciato della pista ciclabile ricadono entro la **fascia A**.

Sulla base della nuova proposta di riclassificazione sismica secondo **l'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20 marzo 2003** "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" pubblicata sul supplemento ordinario n. 72 della G.U. n. 105 del 8/5/2003, l'area d'intervento ricade in zona 4.

Secondo quanto riportato nelle Norme tecniche del summenzionato D.P.C.M. (capo 3 Azione Sismica, comma 3.1), il sedime fondazionale imposto per le soluzioni di intervento appartiene alla Categoria di suolo di fondazione D: "*Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di $V_{S30} < 180$ m/s ($N_{SPT} < 15$, $c_u < 70$ kPa*".

Il tratto spondale in oggetto **non** ricade inoltre in area sottoposta a vincolo idrogeologico ai sensi della **L.R. 9/08/89 n° 45**.

3. Descrizione delle attività eseguite

Nella presente relazione vengono presi in esame i seguenti aspetti geologici e geotecnici :

1. caratterizzazione geomorfologica, geologica ed idrogeologica dell'area;
2. ricostruzione litostratigrafica e caratterizzazione geotecnica di dettaglio;
3. verifiche di stabilità della scarpata spondale nella situazione attuale e nella configurazione di progetto in condizioni di magra e nelle fasi critiche di ritiro a seguito dell'onda di piena

L'attività d'indagine si è esplicitata con l'effettuazione di :

- raccolta ed organizzazione dei dati geologici e stratigrafici esistenti;
- rilevamento geolitologico e geomorfologico dell'area e del suo intorno;
- esecuzione di n.3 sondaggi a carotaggio continuo (eseguiti dalla ditta GEOTECNO di Acqui Terme) spinti fino a 15m di profondità con esecuzione in foro di complessive n.15 prove SPT, di n.6 prove di permeabilità "Lefranc" a livello costante e installazione nel sondaggio S1 di piezometro a tubo aperto.

La campagna geognostica ha integrato, come già accennato, quella eseguita nel 2002 e consistita per il tratto in questione (dal rio Sappone ai Ronchi Verdi) nelle seguenti indagini:

- n°1 sondaggio geognostico (S2) eseguito all'interno parcheggio Riverside
- n°3 prove penetrometriche dinamiche continue (DP) presso Riverside Club (postazione n°1)
- n°3 prove penetrometriche dinamiche continue (DP) presso i Ronchi Verdi (postazione n°3)

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO

Le opere interessano la sponda idrografica destra del Fiume Po nel tratto compreso tra il rio Sappone e i Ronchi Verdi : in questo tratto il Fiume Po è inoltre caratterizzato in sponda sinistra dalla confluenza con il Torrente Sangone.

Il tratto di fiume compreso tra la confluenza del rio Sappone in destra e l'immissione, in sinistra, del torrente Sangone è caratterizzato da un'ansa destrorsa per poi proseguire subrettilineo fino alla passerella del Fioccardo; in riva destra, in

corrispondenza della riva interna dell'ansa summenzionata prevalgono i processi di sedimentazione mentre nel tratto a valle dell'immissione del Sangone prevalgono i processi erosivi evidenziati, nel tratto corrispondente ai Ronchi Verdi, da una maggiore acclività della scarpata spondale a cui si associa una diffusa instabilità legata sia direttamente che indirettamente all'azione dinamica dell'acqua in fase di piena.

All'azione diretta di trascinamento e asporto di materiale sia vegetale che terrigeno dalla sponda ad opera del fiume in fase di piena vanno infatti aggiunti i dissesti delle porzioni medio superiori della sponda per collassamento a seguito della privazione del piede di appoggio nei tratti a più intensa erosione.

In questo settore della sponda destra, tra il corso d'acqua e l'apparato collinare, si sviluppa un terrazzo alluvionale continuo costituito da depositi alluvionali distinti nella Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 F°56 - Torino - come **a²** *"depositi ghiaiosi con lenti argillose, fiancheggianti i principali corsi d'acqua, talora debolmente terrazzati, anche attualmente inondabili (alluvioni medio-recenti)"*.

L'elemento caratterizzante l'area in studio è però rappresentato dalla presenza continua negli strati superficiali (da piano campagna a profondità variabili da 4,50 a 10,0 metri) di terreno di riporto costituito da ghiaia eterometrica (\varnothing_{\max} 6cm), poligenica, da angolare a subarrotondata, e sabbia grossa e media limosa con abbondanti resti di laterizi, conglomerato bituminoso e macerie.

Al di sotto dello strato di riporto, costituente la colmata di precedenti aree di cava localmente spinte ben al di sotto del pelo libero del fiume, affiora sabbia media e fine limosa di colore grigio cenere. Tale strato risulta esiguo in S2, tra 9,60 e 10,40m, o addirittura assente nel sondaggio Geotek c/o Riverside, con riporto fino a 10m di profondità, mentre nei sondaggi S1 e S3 (con riporto rispettivamente fino a 4,50 e 6,30m) affiora fino a 9,00 e 13,00 metri.

Al di sotto di 10 metri di profondità mediamente si intercetta il materasso di ghiaia eterometrica poligenica (\varnothing_{\max} 6cm) da angolare a subarrotondata e sabbia grossa e media limosa di colore da grigio cenere a nocciola.

Tale complesso poggia sui depositi marini terziari, intercettati dal sondaggio geognostico Geotek c/o Riverside a circa 15 m di profondità: trattasi di limi argillosi di colore grigio plumbeo, addensati e plastici.

La soggiacenza della falda freatica, misurata nel piezometro installato in S1, corrisponde alla quota del pelo libero del Po raggiungendo quindi circa il piano campagna del terrazzo alluvionale in caso di piena.

5. COMMENTO ALLE PROVE IN SITO

5.1 Prove Penetrometriche in foro (Standard Penetration Test)

I terreni ed i tipi litologici descritti nelle stratigrafie dei sondaggi geognostici sono stati ulteriormente caratterizzati mediante l'esecuzione in foro di prove penetrometriche standard (SPT). I dati penetrometrici mostrano per i differenti complessi litologici le seguenti caratteristiche :

Riporto presenta valori di N_{SPT} medi (14 colpi/piede), localmente elevati (>30 colpi/piede); in S1 si ha l'unico valore < 14 e pari a 8 N_{SPT} .

Sabbie valori compresi tra 14 e 23 N_{SPT} .

Ghiaie valori generalmente elevati (>40 N_{SPT})

5.2 Prove SCPT con Penetrometro DPSH conforme alle normative A.G.I. [1977] e ISSMFE [1988]

Nella campagna d'indagine 2002 l'Impresa Geotek eseguì anche n°3 prove penetrometriche dinamiche continue (DP) presso il Riverside Club (postazione n°1) e ulteriori n°3 prove DP presso i Ronchi Verdi (postazione n°3). Per codeste prove penetrometriche dinamiche continue SCPT si utilizzò un penetrometro superpesante Standard DPSH - mod. PAGANI TG 73/100 KN attrezzato con massa battente da 73 kg, altezza di caduta = 0,75 m, punta conica con diametro di base = 51 mm ed angolo di apertura = 60°.

I risultati delle prove penetrometriche dinamiche vengono espressi in termini di N_{30} , intendendo con tale quantità il numero di colpi necessario all'avanzamento della punta del penetrometro DPSH per un tratto di 30 cm: per la parametrizzazione geotecnica tali valori verranno poi normalizzati al termine N_{SPT} della resistenza penetrometrica standard precedentemente descritta in base al rapporto di energia esistente con quella rilevata con il penetrometro DPSH Pagani TG 73/100 KN, assunto pari a

$$N_{SPT} = N_{30} / 0,6.$$

Le prove hanno evidenziato una buona omogeneità areale dei valori di resistenza penetrometrica, mostrando però una scarsa corrispondenza con i valori delle prove SPT dei sondaggi : pur risultando evidente l'incremento di resistenza in corrispondenza delle ghiaie, nel riporto e nelle sabbie sottostanti i valori normalizzati che si ottengono risultano comunque significativamente bassi dell'ordine di $6 \div 8 N_{SPT}$. Per un maggiore dettaglio si rimanda ai diagrammi dei certificati di prova in allegato.

Ai fini delle verifiche di stabilità, in considerazione della natura granulare di entrambi i complessi, si è ritenuto di accorpate in un'unica unità il riporto e le sabbie utilizzando per la parametrizzazione geotecnica il valore cautelativo di $8 N_{SPT}$

5.3 Prove speditive per la valutazione della Consistenza dei terreni coesivi (pocket penetrometer)

Durante l'esecuzione di **S1** e **S3**, per valutare la consistenza delle facies limoso-sabbiose, sulla carota appena estratta e scortecciata, è stata misurata, la resistenza al penetrometro tascabile. I valori di resistenza, al di sotto di $4,5 \div 6,3$ m di profondità, risultano dell'ordine di $0,5 \div 1,0$ kg/cm² (terreno moderatamente consistente).

5.4 Prove di permeabilità "LEFRANC" a livello costante

Durante l'esecuzione dei sondaggi S1, S2 e S3, a 3,0 e 6,0 metri di profondità, è stata condotta la misurazione diretta in sito della "conducibilità idraulica" (o permeabilità l.s.) del terreno.

Si è pertanto proceduto alla realizzazione di prove di permeabilità in foro di tipo LE FRANC a livello costante, prova che consente una valutazione diretta ed effettiva della conducibilità idraulica. Per cinque delle sei prove effettuate l'assorbimento del foro di prova è risultato superiore alla portata massima della pompa. Ciò non ha permesso un risultato numerico preciso ma è indice di terreni altamente permeabili valutabili con un valore di conducibilità idraulica molto elevato

$$k > 10 E^{-1} \text{ cm/sec}$$

Solo in S3 è stato possibile completare una prova, effettuata nel riporto, che ha fornito un valore di conducibilità idraulica pari a

$$k = 1,7 E^{-3} \text{ cm/sec}$$

6. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

La determinazione dei parametri fisici e meccanici dei terreni costituenti la scarpata spondale (riporto + sabbia) è stata elaborata sulla base di:

1. dati penetrometrici (SPT e DP)
2. prove speditive per la valutazione dello stato di consistenza dei terreni coesivi superficiali

L'unità geotecnica riporto + sabbia così individuata ha le seguenti caratteristiche geologico-geotecniche :

$$\gamma_n = \text{peso di volume naturale} = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\phi'_p = \text{angolo di resistenza al taglio di picco} = 33^\circ$$

$$c' = \text{coesione efficace} = 0,0 \text{ kPa}$$

7. VERIFICHE DI STABILITA'

Ai sensi del punto D.5 del D.M. 11/03/88 è stata dapprima effettuata l'analisi di stabilità lungo le tre sezioni-tipo S1, S2 e S3 individuate nel progetto nella configurazione attuale (profilo attuale) con 3 differenti situazioni di falda e con 4 differenti modalità di scivolamento sia planari che circolari.

L'elevata permeabilità dell'unità riporto+sabbia, desunta dalle prove di permeabilità eseguite nei fori di sondaggio S1, S2, S3, permette di operare in condizioni drenate. Ciò significa che nelle fasi più delicate ai fini della stabilità spondale, durante il ritiro dell'onda di piena, la falda non continua a saturare completamente il rilevato spondale ma tende pressochè immediatamente ad equilibrarsi con il pelo libero del fiume in progressivo abbassamento.

Le 3 differenti condizioni di falda considerate rispecchiano questa impostazione :

1. fase di magra con falda orizzontale pari al pelo libero del fiume (verifiche 1, 4, 7)
2. fase di ritiro dell'onda di piena con falda che tende rapidamente ad equilibrarsi con il pelo libero del fiume (verifiche 2, 5, 8 : situazione a parere dello scrivente che meglio descrive le effettive condizioni della fase di ritiro dell'onda di piena)

3. fase di ritiro dell'onda di piena con falda che tende comunque ad equilibrarsi con il pelo libero del fiume ma con un gradiente più elevato cioè con un'"inerzia maggiore" (verifiche 3, 6, 9 : situazione che descrive le condizioni della fase di ritiro dell'onda di piena in termini più cautelativi)

Il grado di stabilità di un versante, in questo caso rappresentato dalla scarpata spondale, è espresso numericamente dal **fattore di sicurezza (F_s)** che si ottiene come rapporto tra le forze resistenti e quelle destabilizzanti.

Sebbene la condizione limite di stabilità sia soddisfatta per valori di F_s compresi tra 1,0÷1,3 tuttavia la vigente normativa richiede un $F_s \geq 1,3$; sono considerate non stabili le superfici con $F_s \leq 1,0$.

Allo scopo è stato utilizzato un programma di calcolo della *Geo & Soft* che si avvale del metodo di analisi di Sarma (1979) modificato da Hoek (1981, 1983, 1987) basato sulla ricerca della superficie di rottura critica, caratterizzata da una configurazione geometrica predefinita; per il caso in questione sono state ipotizzate superfici di scivolamento sia planari sia circolari progressivamente interessanti volumi maggiori di terreno. Lungo queste superfici si ha il rapporto minimo tra le forze resistenti e quelle mobilizzanti.

Il volume dei materiali che costituiscono il fronte di scivolamento non viene considerato nella sua configurazione geometrica tridimensionale, ma viene analizzato lungo un piano normale alla direzione di massima pendenza; il fronte considerato è quello che presenterà dunque le caratteristiche geometriche peggiori ai fini della stabilità.

Questa semplificazione geometrica, che porta inoltre a rappresentare la superficie di scivolamento con una linea, rende trascurabili le forze di resistenza laterale e conferisce ai risultati delle analisi di stabilità un significato cautelativo.

Nelle verifiche relative alla fase di ritiro dell'onda di piena, per ottenere un fattore di sicurezza $F_s \geq 1,3$ ed ottenere quindi indicazioni per la progettazione delle opere di consolidamento, è stata introdotta l'azione della paratia di micropali e dei tiranti di ancoraggio mediante l'applicazione di un'opera di sostegno con risultante inclinata di 30°, variandone progressivamente la resistenza critica per determinare la spinta minima di contrasto necessaria a garantire le condizioni di stabilità.

Nella tabella sottostante sono riportati, per le tre sezioni-tipo S1, S2, S3, i valori del minimo fattore di sicurezza ottenuto per la configurazione attuale in condizioni di magra e la spinta di contrasto necessaria a garantire le condizioni di stabilità (simulando l'azione di una paratia intirantata) nelle due fasi a differente criticità di ritiro dell'onda di piena :

	fase di magra	fase di ritiro onda di piena	
	falda in equilibrio con pelo libero del fiume	falda quasi in equilibrio con pelo libero del fiume	falda in disequilibrio con pelo libero del fiume
S1	$F_s = 1,20$	35 kN/m	90 kN/m
S2	$F_s = 1,01$	70 kN/m	130 kN/m
S3	$F_s = 1,00$	30 kN/m	70 kN/m

Le verifiche effettuate nelle condizioni di magra confermano una buona adesione alla realtà dei parametri geotecnici adottati evidenziando una situazione al limite della stabilità ($F_s \approx 1$) quale quella che si può constatare in sito.

7.1 configurazione di progetto: dimensionamento di massima della terra rinforzata

Per la messa in sicurezza e risagomatura spondale, a corollario della protezione antiersiva al piede spondale mediante un cordolo in c.a. su micropali e tiranti sormontato da una scogliera in massi di altezza ridotta, il rimodellamento e il consolidamento del tratto medio-superiore della scarpata sarà prevedibilmente affidato a rilevati in terra rinforzata: la terra rinforzata consente il raggiungimento di elevate caratteristiche costruttive (in termini di stabilità e resistenza dell'opera) utilizzando il materiale disponibile in loco, geotecnicamente mediocre, rinforzato però dall'interposizione di geogriglie.

La terra rinforzata è una tecnica costruttiva ormai conosciuta e di comune utilizzo nella progettazione di rilevati e di opere di sostegno ed in tutte quelle strutture di contenimento a cui si desidera associare un perfetto inserimento nell'ambiente circostante.

Il rinforzo del terreno con l'inserimento di geogriglie permette di realizzare rilevati in terra con paramento anche fortemente inclinato, completamente rinverdibile.

Per la verifica di stabilità spondale nella configurazione di progetto e per il dimensionamento dei teli di rinforzo si è utilizzato il programma GEOSYNTH della Geo&Soft, strumento di calcolo avanzato dedicato alla progettazione automatica ed alla verifica delle terre armate e rinforzate. Gli obiettivi che il programma persegue nel calcolo delle terre rinforzate sono fondamentalmente due:

- ottenimento della stabilità locale (Tieback)
- ottenimento della stabilità globale (Compound)

Per le verifiche di stabilità il programma GEOSYNTH utilizza anch'esso il metodo di Sarma. L'uso di un metodo basato sull'equilibrio limite presenta numerosi vantaggi, tra cui la possibilità di trattare pendii con qualsiasi geometria e con terreno stratificato in modo arbitrario, la possibilità di considerare famiglie complesse di superfici di scivolamento e la possibilità di considerare spinte idrauliche e componenti sismiche.

Per ciascuna delle condizioni di stabilità si determinano le massime forze applicate ai teli di rinforzo e le minime lunghezze dei teli di rinforzo; la configurazione finale deve quindi essere predisposta in modo tale da soddisfare le condizioni statiche peggiori.

Il primo passo del calcolo è consistito nella determinazione del diagramma di spinta, cioè della curva che descrive l'andamento delle spinte orizzontali ad ogni quota interessata dall'opera di stabilizzazione.

Partendo dal piede del rilevato, e ripetendo l'operazione per ogni ciclo di compattazione del terreno, è stata identificata la superficie di scivolamento in corrispondenza della quale vengono esercitate le massime spinte sull'ipotetica opera di sostegno.

Conoscendo come dato di progetto la resistenza dei teli (in questo caso il programma è stato fatto girare per una resistenza di 50kN) si è determinata la massima distanza tra un telo ed il telo successivo valutando le quote parziali di carico ottenute sul diagramma di spinta; la distanza tra i teli è stata successivamente approssimata per difetto al più vicino multiplo dello spessore dei cicli di compattazione. Ogni telo, infatti, deve come minimo poter resistere alla propria quota di spinta misurata sul diagramma di spinta.

La superficie critica è quella lungo la quale verrebbe esercitata la massima spinta su un unico ipotetico telo infinitamente resistente posizionato al piede del

versante da stabilizzare. Tale spinta è equivalente alla sommatoria delle spinte che vengono esercitate dal terreno su ciascun telo: tutti i teli devono quindi avere una lunghezza tale da consentirne l'ancoraggio al di là della superficie stessa offrendo così il proprio contributo alla stabilizzazione di essa.

La forza stabilizzante richiesta per garantire la stabilità globale è normalmente superiore alla resistenza di un singolo telo. Risulta quindi necessario che un certo numero di teli abbia una lunghezza sufficiente a garantire l'ancoraggio nel terreno non coinvolto da potenziali fenomeni di instabilità.

Il procedimento di calcolo utilizzato (Leshchinsky et al.) si basa sull'identificazione delle più profonde superfici che risultano ancora instabili nonostante l'applicazione di forze stabilizzanti pari alla resistenza di progetto dei teli sottostanti. La superficie più profonda sarà quella che determina la lunghezza del primo telo. La lunghezza dei teli successivi risulterà poi progressivamente decrescente in quanto l'incremento della forza stabilizzante dovuto ai teli sottostanti porta ad una diminuzione del numero di superfici, la più profonda delle quali si avvicina progressivamente a quella critica.

Le lunghezze minime dei teli di rinforzo sono ovviamente state scelte come le maggiori tra quelle ottenute nelle differenti fasi di calcolo.

Ai valori precedentemente calcolati sono state infine aggiunte le lunghezze di infissione al di là delle superfici critiche ed i risvolti, in modo da garantire che non si verifichi lo sfilamento di nessuna delle due estremità dei teli.

Ai fini della verifica sono stati imposti i seguenti parametri per la definizione e il dimensionamento dei rilevati in terra rinforzata :

distanza minima fra i teli	0,1 m
distanza massima tra i teli	0,6 m
resistenza max a trazione del telo	40 kN/m
Fattore riduzione danneggiamento meccanico	1.1
Fattore riduzione durata	1.1
Fattore riduzione creep	1.1
Fs Tieback	1.3
Fs Compound	1.2

Con il programma Geosynth sono state verificate le tre sezioni-tipo nelle tre condizioni di falda già utilizzate per le verifiche spondali nella configurazione attuale.

Dall'osservazione dei diagrammi e dei tabulati di cui all'appendice 4 risultano le seguenti lunghezze massime dei teli:

		fase di magra	fase di ritiro onda di piena	
		falda in equilibrio con pelo libero del fiume	falda quasi in equilibrio con pelo libero del fiume	falda in disequilibrio con pelo libero del fiume
lungh.	S1	3,538131	3,538131	7,890494
max. tot.	S2	3,142833	3,142833	5,655701
teli (m)	S3	3,684520	3,684520	5,197894

8. CONCLUSIONI

Le campagne geognostiche effettuate nel tratto in sponda destra del Po compreso tra il rio Sappone e i Ronchi Verdi ha evidenziato la presenza continua negli strati superficiali (da piano campagna a profondità variabili da 4,50 a 10,0 metri) di terreno di riporto costituito da ghiaia eterometrica (\varnothing_{\max} 6cm), poligenica, da angolare a subarrotondata, e sabbia grossa e media limosa con abbondanti resti di laterizi, conglomerato bituminoso e macerie.

Al di sotto dello strato di riporto, costituente la colmata di precedenti aree di cava localmente spinte ben al di sotto del pelo libero del fiume, affiora sabbia media e fine limosa di colore grigio cenere passante, all'incirca a partire da 10 metri di profondità, a ghiaia eterometrica poligenica (\varnothing_{\max} 6cm) da angolare a subarrotondata e sabbia grossa e media limosa di colore da grigio cenere a nocciola.

Tale complesso poggia sui depositi marini terziari, intercettati dal sondaggio geognostico Geotek c/o Riverside a circa 15 m di profondità: trattasi di limi argillosi di colore grigio plumbeo, addensati e plastici.

L'elevata permeabilità dell'unità riporto+sabbia, desunta dalle prove di permeabilità eseguite nei fori di sondaggio, permette di operare in condizioni drenate. Ciò significa che nelle fasi più delicate ai fini della stabilità spondale, durante il ritiro dell'onda di piena, la falda non continua a saturare completamente il rilevato spondale ma tende pressochè immediatamente ad equilibrarsi con il pelo libero del fiume in progressivo abbassamento.

Le verifiche effettuate sia per il dimensionamento delle opere di rinforzo, protezione e contenimento al piede spondale (cordolo su micropali e tiranti sormontato da una scogliera) sia per il rimodellamento e consolidamento del tratto spondale medio-superiore (terra rinforzata) sono state quindi effettuate per le 3 differenti condizioni di falda:

1. fase di magra con falda orizzontale pari al pelo libero del fiume
2. fase di ritiro dell'onda di piena con falda che tende rapidamente ad equilibrarsi con il pelo libero del fiume
3. fase di ritiro dell'onda di piena con falda che tende comunque ad equilibrarsi con il pelo libero del fiume ma con un gradiente più elevato cioè con un'"inerzia maggiore"

La configurazione 2 risulta essere, a parere dello scrivente, la situazione che meglio descrive le effettive condizioni della fase di ritiro dell'onda di piena mentre la configurazione 3 descrive le condizioni della fase di ritiro dell'onda di piena in termini più cautelativi. Sicuramente cautelativo risulta il dimensionamento (nella configurazione 3) della lunghezza dei teli non essendo stata inserita nelle verifiche l'azione di contrasto offerta dalla paratia di micropali intirantata sottesa al rilevato di terra rinforzata.

Torino, lì 26 agosto 2005

il geologo: dott. Giuseppe Genovese





COROGRAFIA GENERALE con ubicazione dei sondaggi effettuati

APPENDICE 1

campagna agosto 2005

**"STRATIGRAFIA SONDAGGI,
PROVE PENETROMETRICHE SPT E PROVE DI
PERMEABILITA' IN FORO"**

GEOTECNO S.r.l. Via Circonvallazione 53 15011 Acqui Terme (AL)	Sistema Qualità		Pag. 1.1
	MODULO 7.3.4		
	PROVA DI PERMEABILITA' "LEFRANC" A LIVELLO COSTANTE		

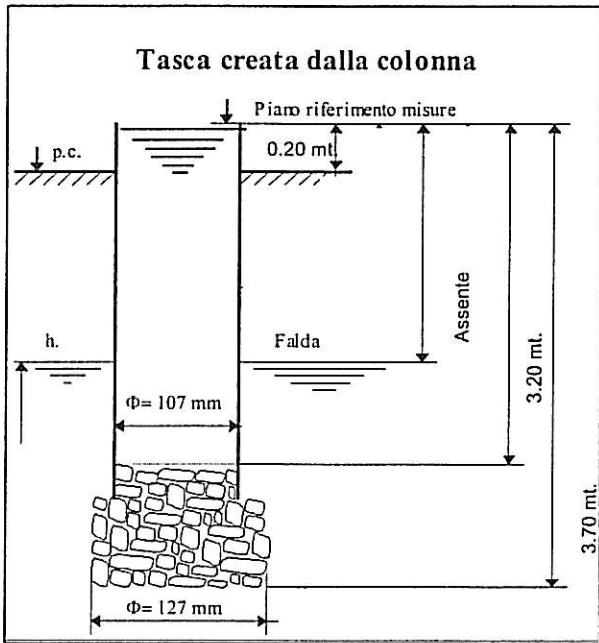
Committente: CITTA' DI TORINO

Data: 04/08/05

Cantiere: Torino - Ronchi Verdi

Sondaggio n°. S 1

Prova n°. 1



Prova in:

Immissione

XXX

Estrazione

Prova eseguita:

da 3,00 mt. a 3,50 mt. da p.c.

Falda: Assente mt. da p.c.

Contatore tipo:

A Ugello Unico

Terreno:

Ghiaia e sabbia limosa

Portata	Litri	> 1000							
	Secondi	300	600	900	1200	1500	1800	2100	2400
Livello costante (m)									

Osservazioni:

Tempo di saturazione circa 30 minuti

Assorbimento del foro superiore alla portata massima della pompa (200 lit/min)

COEFFICIENTE DI PERMEABILITA' = > 10 E-01 cm/sec

GEOTECNO S.r.l. Via Circonvallazione 53 15011 Acqui Terme (AL)	Sistema Qualità	Pag. 1.1
	MODULO 7.3.4	
	PROVA DI PERMEABILITA' "LEFRANC" A LIVELLO COSTANTE	Foglio di

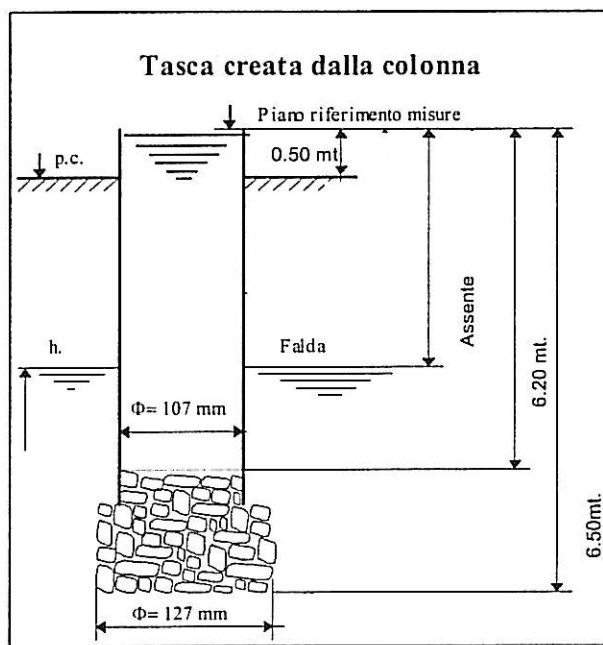
Committente: CITTA' DI TORINO

Data: 04/08/05

Cantiere: Torino - Ronchi Verdi

Sondaggio n°. S 1

Prova n°. 2



Prova in:

Immissione

XXX

Estrazione

Prova eseguita:

da 5,70 mt. a 6,00 mt. da p.c.

Falda: Assente mt. da p.c.

Contatore tipo:

A Ugello Unico

Terreno:

Sabbia medio-fine limosa

Portata	Litri	> 1000							
	Secondi	300	600	900	1200	1500	1800	2100	2400
Livello costante (m)									

Osservazioni:

Tempo di saturazione circa 30 minuti

Assorbimento del foro superiore alla portata massima della pompa (200 lit/min)

COEFFICIENTE DI PERMEABILITA' = > 10 E-01 cm/sec

COMMITTENTE: Città di Torino
 LOCALITA': Torino-Ronchi verdi
 metodo perforazione: Carotaggio continuo
 diam. perf.: 101/127
 quota inizio: p.c.

SONDAGGIO N. S 2
 COMMESSA N. 59/05
 RCN : Dott. D. Grandis
 CSQ : sig. El Machi M.

Data: dal 01.08.2005 al: 02.08.2005

Data	Profondita'	Stratigrafia	Scala 1:100	Descrizione	Carotaggio	Manovre carot.	N.° S.P.T.
01/08/2005	0.00		1	Terreno di riporto costituito da sabbia media e fine da limosa a con limo di colore nocciola, debolmente umida con rara ghiaia eterometrica (Ø max 2cm) poligenica da angolare ad arrotondata.	20 40 60 80	0.70	
	1.50		2	Terreno di riporto costituito da sabbia media fine limosa di colore niocciola, debolmente umida con ghiaia eterometrica (Ø max 3cm) poligenica subarrotondata . Abbondanti frammenti di laterizi.		1.50	
	3.00		3			2.50	
			4			3.00	6-15-23
			5	Terreno di riporto costituito da ghiaia eterometrica (Ø max 6cm) poligenica da angolare a subarrotondata , ciottoli (Pot. max 8cm) e sabbia grossa e media limosa di colore nocciola , debolmente umida moderatamente addensata. Presenza di frammenti di laterizi. Tra 5.6 e 5.85 presenza di conglomerato cementizio armato.		5.00	
			6			6.00	18-27-10
			7			7.00	
			8			8.00	
			9	Terreno di riporto costituito da ghiaia eterometrica (Ø max 6cm) poligenica, da angolare a subarrotondata , e sabbia grossa e media da limosa a con limo di colore olivastro, umida, addensata. Presenza di abbondanti laterizi di conglomerato bituminoso.		9.00	22-29-36
			10	Sabbia media e fine limoso di colore grigio cenere, umida con rara ghiaia eterometrica (Ø max 2cm) poligenica arrotondata.		9.60	
02/08/2005	10.40		11				
			12			12.00	20-12-8
			13	Ghiaia eterometrica (Ø max 6 cm) poligenica, subarrotondata, e sabbia grossa e media limosa di colore da olivastro a nocciola, umida, poco addensata.		13.00	
			14				
			15			15.00	17-23-21
			16	FINE SONDAGGIO			

Effettuate 2 prove Lefranc a carico costante con tasche da : mt 3.00 3.50 e mt 5.70 6.00

GEOTECNO S.r.l.
Via Circonvallazione 53
15011 Acqui Terme (AL)

MODULO 7.3.4

PROVA DI PERMEABILITA' "LEFRANC" A LIVELLO COSTANTE

Foglio di

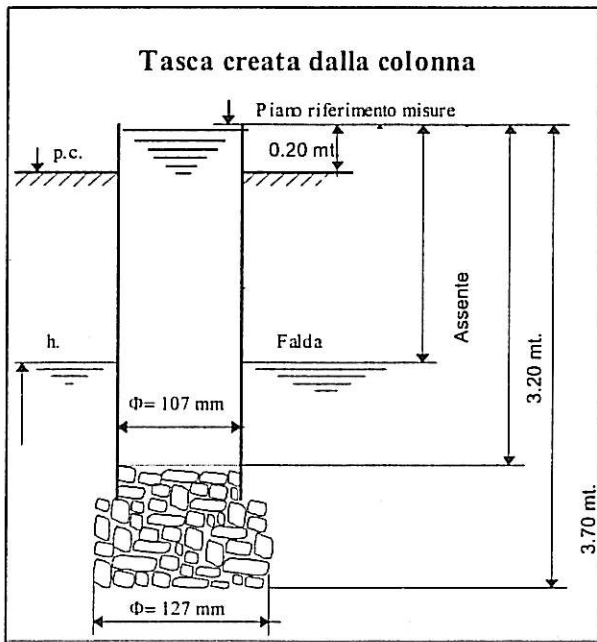
Committente: CITTA' DI TORINO

Data: 01/08/05

Cantiere: Torino - Ronchi Verdi

Sondaggio n°. S 2

Prova n°. 1



Prova in:

Immissione

XXX

Estrazione

Prova eseguita:

da 3,00 mt. a 3,50 mt. da p.c.

Falda: Assente mt. da p.c.

Contatore tipo:

A Ugello Unico

Terreno:

Ghiaia e sabbia limosa

Portata	Litri	> 1000							
	Secondi	300	600	900	1200	1500	1800	2100	2400
Livello costante (m)									

Osservazioni:

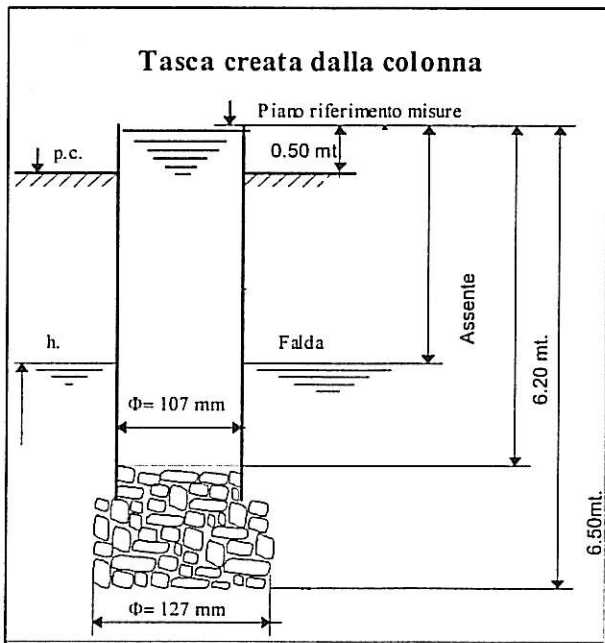
Tempo di saturazione circa 30 minuti

Assorbimento del foro superiore alla portata massima della pompa (200 lit/min)

COEFFICIENTE DI PERMEABILITA' = > 10 E-01 cm/sec

GEOTECNO S.r.l. Via Circonvallazione 53 15011 Acqui Terme (AL)	Sistema Qualità MODULO 7.3.4	Pag. 1.1
	PROVA DI PERMEABILITA' "LEFRANC" A LIVELLO COSTANTE	

Committente: CITTA' DI TORINO Cantiere: Torino - Ronchi Verdi	Data: 01/08/05 Sondaggio n°. S 2 Prova n°. 2
--	--



Prova in:

Immissione

XXX

Estrazione

Prova eseguita:

da 5,70 mt. a 6,00 mt. da p.c.

Falda: Assente mt. da p.c.

Contatore tipo:

A Ugello Unico

Terreno:

Ghiaia e sabbia limosa

Portata	Litri	> 1000							
	Secondi	300	600	900	1200	1500	1800	2100	2400
Livello costante (m)									

Osservazioni:
 Tempo di saturazione circa 30 minuti
 Assorbimento del foro superiore alla portata massima della pompa (200 lit/min)

COEFFICIENTE DI PERMEABILITA' = > 10 E-01 cm/sec

GEOTECNO S.r.l. Via Circonvallazione 53 15011 Acqui Terme (AL)	Sistema Qualità		Pag. 1.1
	MODULO 7.3.4		
	PROVA DI PERMEABILITA' "LEFRANC" A LIVELLO COSTANTE		

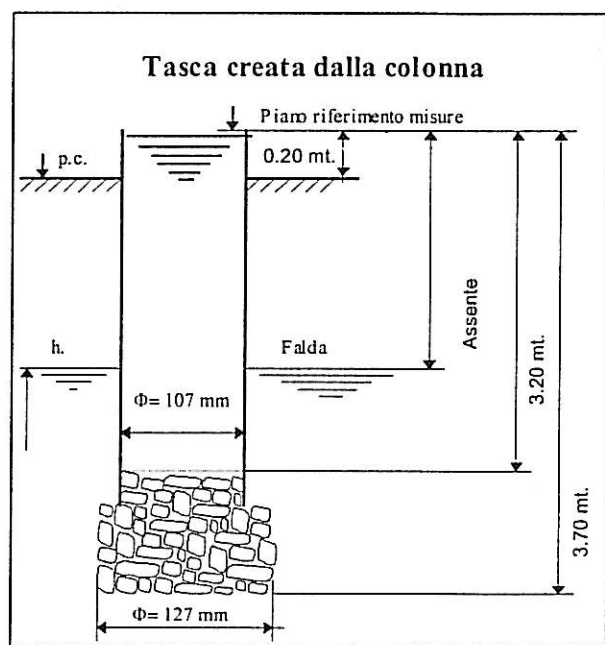
Committente: CITTA' DI TORINO

Data: 02/08/05

Cantiere: Torino - Ronchi Verdi

Sondaggio n° S 3

Prova n° 1



Prova in:

Immissione

XXX

Estrazione

Prova eseguita:

da 3,00 mt. a 3,50 mt. da p.c.

Falda: Assente mt. da p.c.

Contatore tipo:

A Ugello Unico

Terreno:

Ghiaia e sabbia limosa

Portata	Litri	39,80	85,50	109,00	148,40	178,90	204,80	231,40	255,60
	Secondi	300	600	900	1200	1500	1800	2100	2400
Livello costante (m)		0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20

Osservazioni:

Tempo di saturazione circa 20 minuti

COEFFICIENTE DI PERMEABILITA': $k = 1,7E-03$ cm/sec

GEOTECNO S.r.l. Via Circonvallazione 53 15011 Acqui Terme (AL)	Sistema Qualità	Pag. 1.1
	MODULO 7.3.4	
PROVA DI PERMEABILITA' "LEFRANC" A LIVELLO COSTANTE		Foglio di

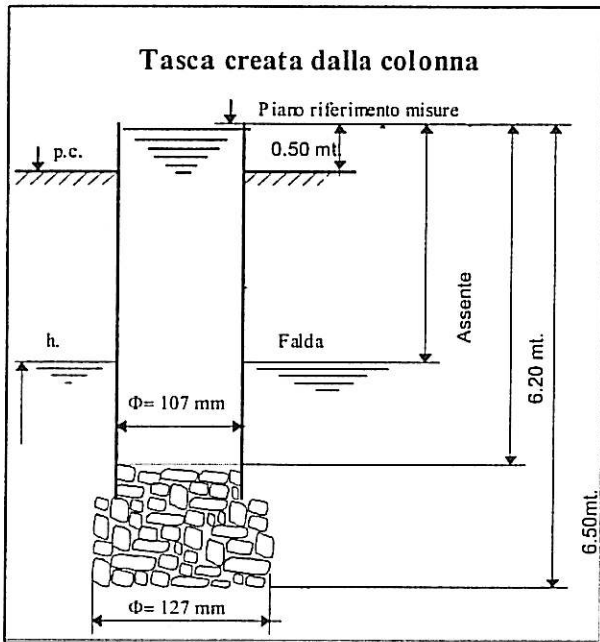
Committente: CITTA' DI TORINO

Data: 03/08/05

Cantiere: Torino - Ronchi Verdi

Sondaggio n°. S 3

Prova n°. 2



Prova in:

Immissione

XXX

Estrazione

Prova eseguita:

da 5,70 mt. a 6,00 mt. da p.c.

Falda: Assente mt. da p.c.

Contatore tipo:

A Ugello Unico

Terreno:

Ghiaia e sabbia limosa

Portata	Litri	> 1000							
	Secondi	300	600	900	1200	1500	1800	2100	2400
Livello costante (m)									

Osservazioni:

Tempo di saturazione circa 30 minuti

Assorbimento del foro superiore alla portata massima della pompa (200 lit/min)

COEFFICIENTE DI PERMEABILITA' = > 10 E-01 cm/sec

APPENDICE 2

campagna febbraio 2002

**"STRATIGRAFIA SONDAGGI,
PROVE PENETROMETRICHE SPT E PROVE
PENETROMETRICHE DP"**

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE (DP)

Committente: Comune di Torino – Consorzio GEOGRUPPO

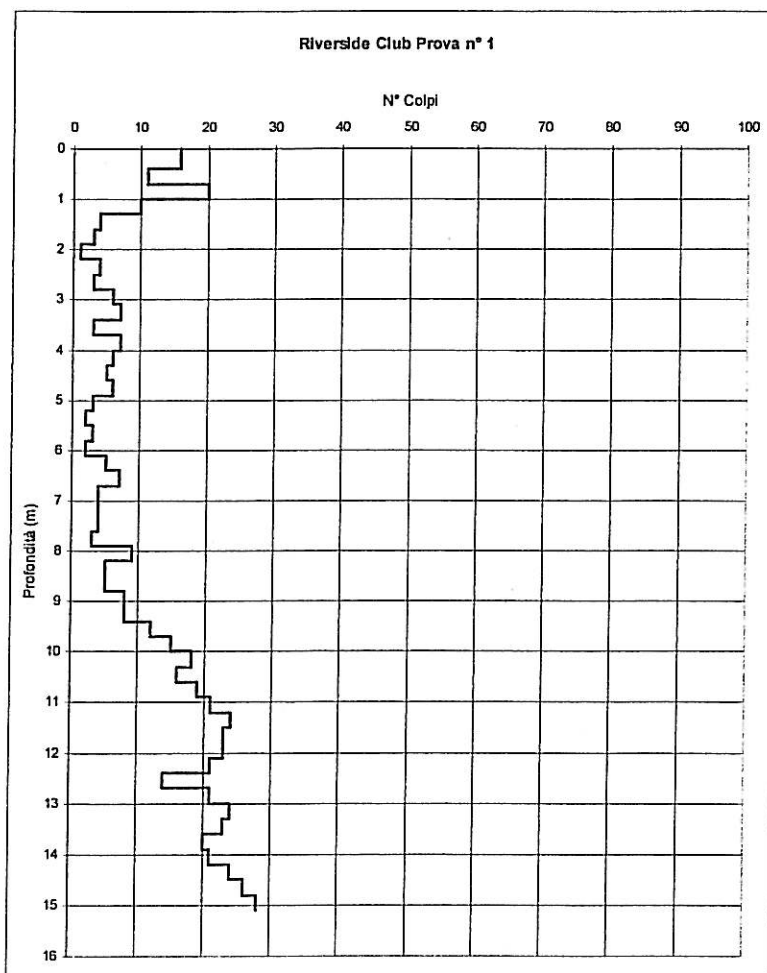
Data esecuzione: 13/02/2002

Ubicazione: RIVERSIDE Club

Prova n°: 1

Attrezzatura: Penetrometro dinamico Pagani mod. TG 73/100

N° colpi	Profondità (m)	N° colpi	Profondità (m)
16	0	3	7.60
16	0.4	3	7.90
11	0.4	9	7.90
11	0.7	9	8.20
20	0.7	9	8.20
20	1.00	5	8.50
10	1.00	5	8.50
10	1.30	5	8.80
4	1.30	8	8.80
4	1.60	8	9.10
3	1.60	8	9.10
3	1.90	8	9.40
1	1.90	12	9.40
1	2.20	12	9.70
4	2.20	15	9.70
4	2.50	15	10.00
3	2.50	18	10.00
3	2.80	18	10.30
6	2.80	16	10.30
6	3.10	16	10.60
7	3.10	19	10.60
7	3.40	19	10.90
3	3.40	21	10.90
3	3.70	21	11.20
7	3.70	24	11.20
7	4.00	24	11.50
6	4.00	23	11.50
6	4.30	23	11.80
5	4.30	23	11.80
5	4.60	23	12.10
6	4.60	21	12.10
6	4.90	21	12.40
3	4.90	14	12.40
3	5.20	14	12.70
2	5.20	21	12.70
2	5.50	21	13.00
3	5.50	24	13.00
3	5.80	24	13.30
2	5.80	23	13.30
2	6.10	23	13.60
5	6.10	20	13.60
5	6.40	20	13.90
7	6.40	21	13.90
7	6.70	21	14.20
4	6.70	24	14.20
4	7.00	24	14.50
4	7.00	26	14.50
4	7.30	26	14.80
4	7.30	28	14.80
4	7.60	28	15.10



PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE (DP)

Committente: Comune di Torino – Consorzio GEOGRUPPO

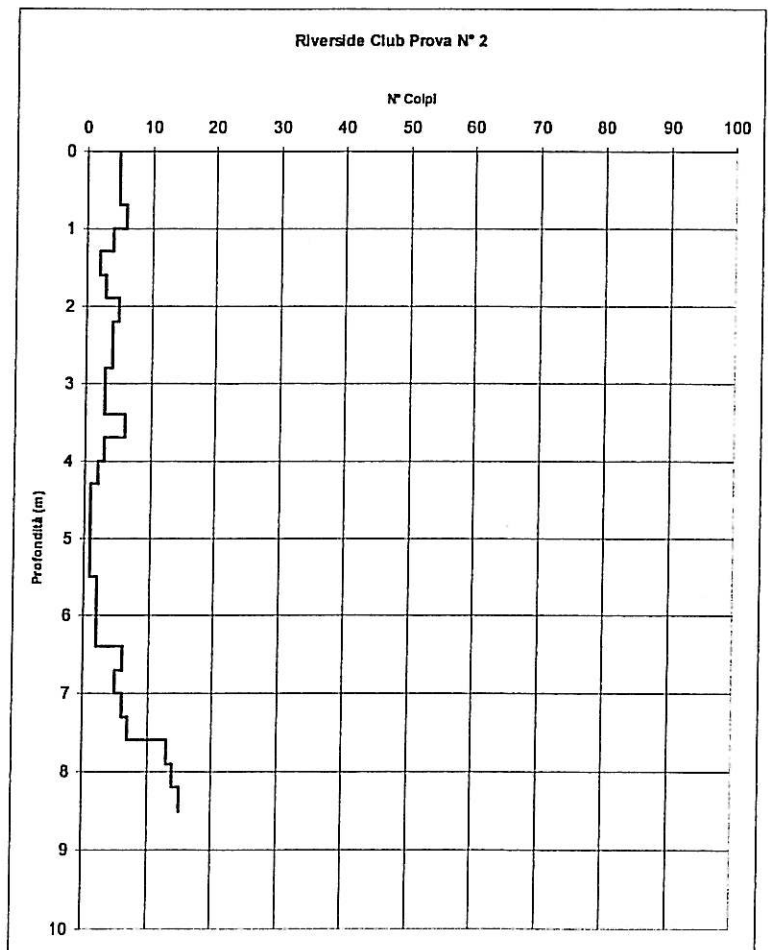
Data esecuzione: 13/02/2002

Ubicazione: RIVERSIDE Club

Prova n°: 2

Attrezzatura: Penetrometro dinamico Pagani mod. TG 73/100

N° colpi	Profondità (m)	N° colpi	Profondità (m)
5	0	7	7.60
5	0.4	13	7.60
5	0.4	13	7.90
5	0.7	14	7.90
6	0.7	14	8.20
6	1.00	15	8.20
4	1.00	15	8.50
4	1.30		
2	1.30		
2	1.60		
3	1.60		
3	1.90		
5	1.90		
5	2.20		
4	2.20		
4	2.50		
4	2.50		
4	2.80		
3	2.80		
3	3.10		
3	3.10		
3	3.40		
6	3.40		
6	3.70		
3	3.70		
3	4.00		
2	4.00		
2	4.30		
1	4.30		
1	4.60		
1	4.60		
1	4.90		
1	4.90		
1	5.20		
1	5.20		
1	5.50		
2	5.50		
2	5.80		
2	5.80		
2	6.10		
2	6.10		
2	6.40		
6	6.40		
6	6.70		
5	6.70		
5	7.00		
6	7.00		
6	7.30		
7	7.30		



PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE (DP)

Committente: Comune di Torino – Consorzio GEOGRUPPO

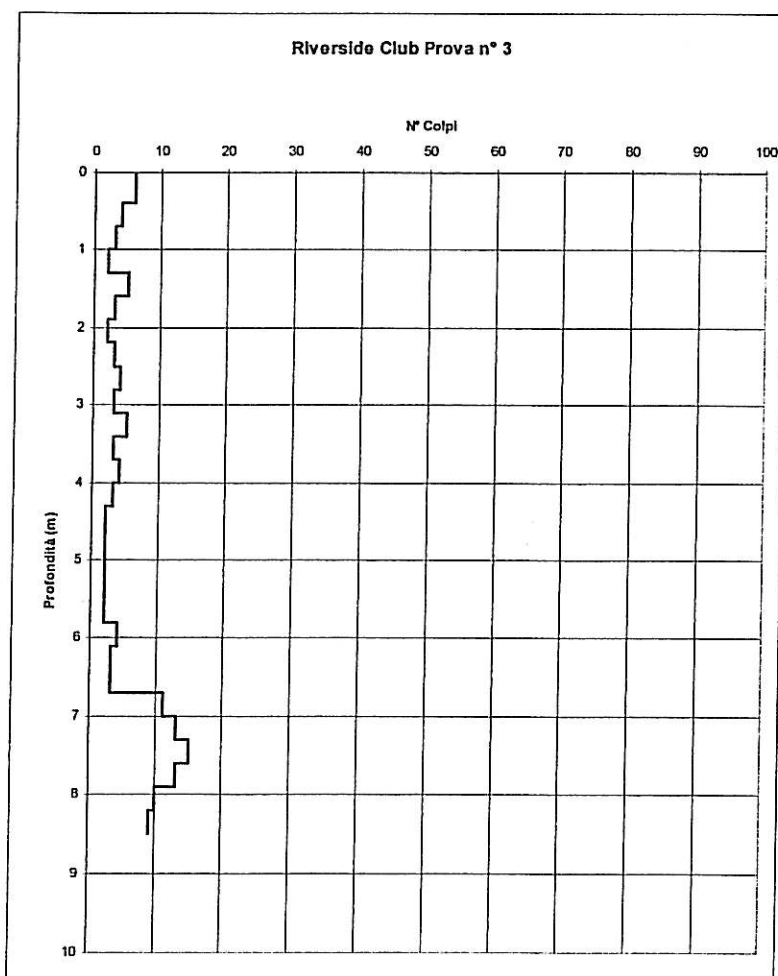
Data esecuzione: 13/02/2002

Ubicazione: RIVERSIDE Club

Prova n°: 3

Attrezzatura: Penetrometro dinamico Pagani mod. TG 73/100

N° colpi	Profondità (m)	N° colpi	Profondità (m)
6	0	15	7.60
6	0.4	13	7.60
4	0.4	13	7.90
4	0.7	10	7.90
3	0.7	10	8.20
3	1.00	9	8.20
2	1.00	9	8.50
2	1.30		
5	1.30		
5	1.60		
3	1.60		
3	1.90		
2	1.90		
2	2.20		
3	2.20		
3	2.50		
4	2.50		
4	2.80		
3	2.80		
3	3.10		
5	3.10		
5	3.40		
3	3.40		
3	3.70		
4	3.70		
4	4.00		
3	4.00		
3	4.30		
2	4.30		
2	4.60		
2	4.60		
2	4.90		
2	4.90		
2	5.20		
2	5.20		
2	5.50		
2	5.50		
2	5.80		
4	5.80		
4	6.10		
3	6.10		
3	6.40		
3	6.40		
3	6.70		
11	6.70		
11	7.00		
13	7.00		
13	7.30		
15	7.30		



PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE (DP)

Committente: Comune di Torino – Consorzio GEOGRUPPO

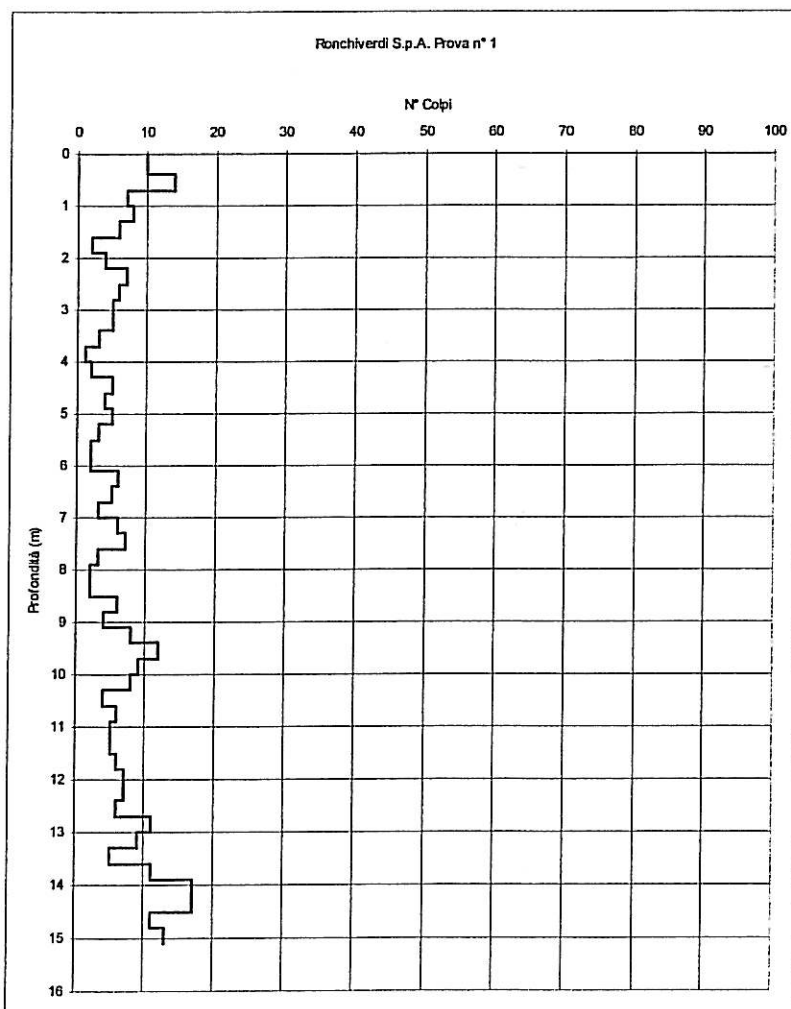
Data esecuzione: 13/02/2002

Ubicazione: RONCHIVERDI S.p.A.

Prova n°: 1

Attrezzatura: Penetrometro dinamico Pagani mod. TG 73/100

N° colpi	Profondità (m)	N° colpi	Profondità (m)
10	0	3	7.60
10	0.4	3	7.90
14	0.4	2	7.90
14	0.7	2	8.20
7	0.7	2	8.20
7	1.00	2	8.50
8	1.00	6	8.50
8	1.30	6	8.80
6	1.30	4	8.80
6	1.60	4	9.10
2	1.60	8	9.10
2	1.90	8	9.40
4	1.90	12	9.40
4	2.20	12	9.70
7	2.20	9	9.70
7	2.50	9	10.00
6	2.50	8	10.00
6	2.80	8	10.30
5	2.80	4	10.30
5	3.10	4	10.60
5	3.10	6	10.60
5	3.40	6	10.90
3	3.40	5	10.90
3	3.70	5	11.20
1	3.70	5	11.20
1	4.00	5	11.50
2	4.00	6	11.50
2	4.30	6	11.80
5	4.30	7	11.80
5	4.60	7	12.10
4	4.60	7	12.10
4	4.90	7	12.40
5	4.90	6	12.40
5	5.20	6	12.70
3	5.20	11	12.70
3	5.50	11	13.00
2	5.50	9	13.00
2	5.80	9	13.30
2	5.80	5	13.30
2	6.10	5	13.60
6	6.10	11	13.60
6	6.40	11	13.90
5	6.40	17	13.90
5	6.70	17	14.20
3	6.70	17	14.20
3	7.00	17	14.50
6	7.00	11	14.50
6	7.30	11	14.80
7	7.30	13	14.80
7	7.60	13	15.10



PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE (DP)

Committente: Comune di Torino – Consorzio GEOGRUPPO

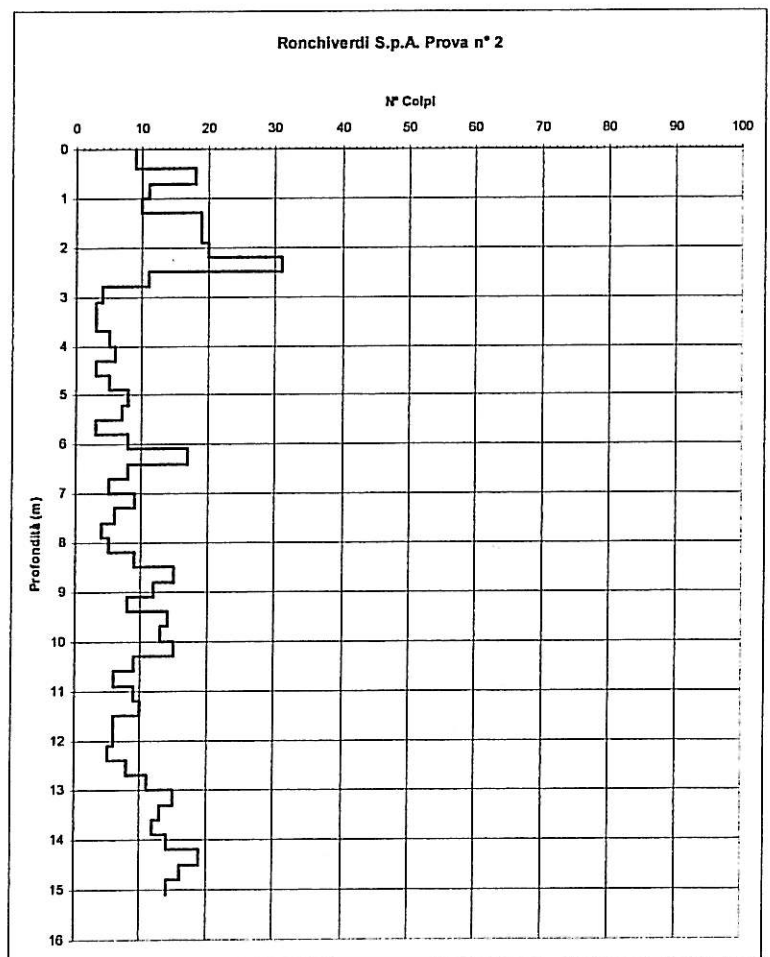
Data esecuzione: 13/02/2002

Ubicazione: RONCHIVERDI S.p.A.

Prova n°: 2

Attrezzatura: Penetrometro dinamico Pagani mod. TG 73/100

N° colpi	Profondità (m)	N° colpi	Profondità (m)
9	0	4	7.60
9	0.4	4	7.90
18	0.4	5	7.90
18	0.7	5	8.20
11	0.7	9	8.20
11	1.00	9	8.50
10	1.00	15	8.50
10	1.30	15	8.80
19	1.30	12	8.80
19	1.60	12	9.10
19	1.60	8	9.10
19	1.90	8	9.40
20	1.90	14	9.40
20	2.20	14	9.70
31	2.20	13	9.70
31	2.50	13	10.00
11	2.50	15	10.00
11	2.80	15	10.30
4	2.80	9	10.30
4	3.10	9	10.60
3	3.10	6	10.60
3	3.40	6	10.90
3	3.40	9	10.90
3	3.70	9	11.20
5	3.70	10	11.20
5	4.00	10	11.50
6	4.00	6	11.50
6	4.30	6	11.80
3	4.30	6	11.80
3	4.60	6	12.10
5	4.60	5	12.10
5	4.90	5	12.40
8	4.90	8	12.40
8	5.20	8	12.70
7	5.20	11	12.70
7	5.50	11	13.00
3	5.50	15	13.00
3	5.80	15	13.30
8	5.80	13	13.30
8	6.10	13	13.60
17	6.10	12	13.60
17	6.40	12	13.90
8	6.40	14	13.90
8	6.70	14	14.20
5	6.70	19	14.20
5	7.00	19	14.50
9	7.00	16	14.50
9	7.30	16	14.80
6	7.30	14	14.80
6	7.60	14	15.10



PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE (DP)

Committente: Comune di Torino – Consorzio GEOGRUPPO

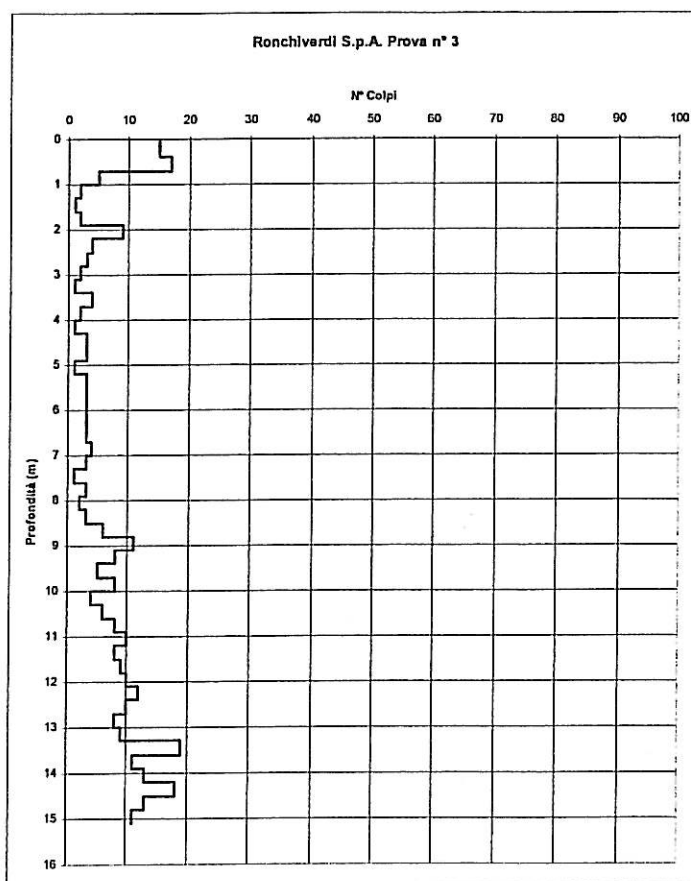
Data esecuzione: 13/02/2002

Ubicazione: RONCHIVERDI S.p.A.

Prova n°: 3

Attrezzatura: Penetrometro dinamico Pagani mod. TG 73/100

N° colpi	Profondità (m)	N° colpi	Profondità (m)
15	0	3	7.60
15	0.4	3	7.90
17	0.4	2	7.90
17	0.7	2	8.20
5	0.7	3	8.20
5	1.00	3	8.50
2	1.00	6	8.50
2	1.30	6	8.80
1	1.30	11	8.80
1	1.60	11	9.10
2	1.60	8	9.10
2	1.90	8	9.40
9	1.90	5	9.40
9	2.20	5	9.70
4	2.20	8	9.70
4	2.50	8	10.00
3	2.50	4	10.00
3	2.80	4	10.30
2	2.80	6	10.30
2	3.10	6	10.60
1	3.10	8	10.60
1	3.40	8	10.90
4	3.40	10	10.90
4	3.70	10	11.20
2	3.70	8	11.20
2	4.00	8	11.50
1	4.00	9	11.50
1	4.30	9	11.80
3	4.30	10	11.80
3	4.60	10	12.10
3	4.60	12	12.10
3	4.90	12	12.40
1	4.90	10	12.40
1	5.20	10	12.70
3	5.20	8	12.70
3	5.50	8	13.00
3	5.50	9	13.00
3	5.80	9	13.30
3	5.80	19	13.30
3	6.10	19	13.60
3	6.10	11	13.60
3	6.40	11	13.90
3	6.40	13	13.90
3	6.70	13	14.20
4	6.70	18	14.20
4	7.00	18	14.50
3	7.00	13	14.50
3	7.30	13	14.80
1	7.30	11	14.80
1	7.60	11	15.10



APPENDICE 3

"VERIFICHE DI STABILITA' SCARPATA SPONDALE"

3° stralcio - opere consolidamento spondale del Po

Tratto 2 - sezione tipo S1

verifica stato attuale n°4a

fase di magra

falda in equilibrio con pelo libero fiume

azione tirante di contrasto = nessuna

Scala 1:150

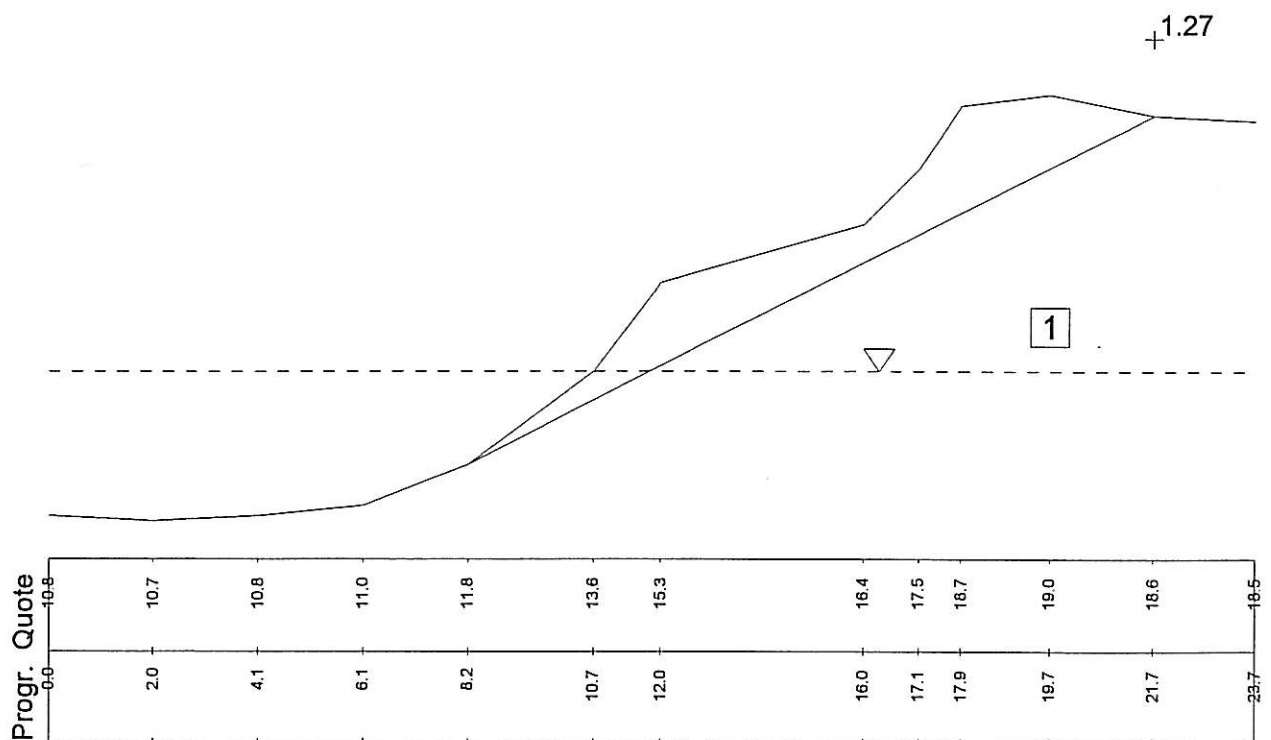
Litotipo 1: ϕ [°] = 33

c [kN/m²] = 0

γ [kN/m³] = 19

Gamma acqua [kN/m³] = 10

Metodo: Sarma



3° stralcio - opere consolidamento spondale del Po

Tratto 2 - sezione tipo S1

verifica stato attuale n°4b

fase di magra

falda in equilibrio con pelo libero fiume

azione tirante di contrasto = nessuna

Scala 1:150

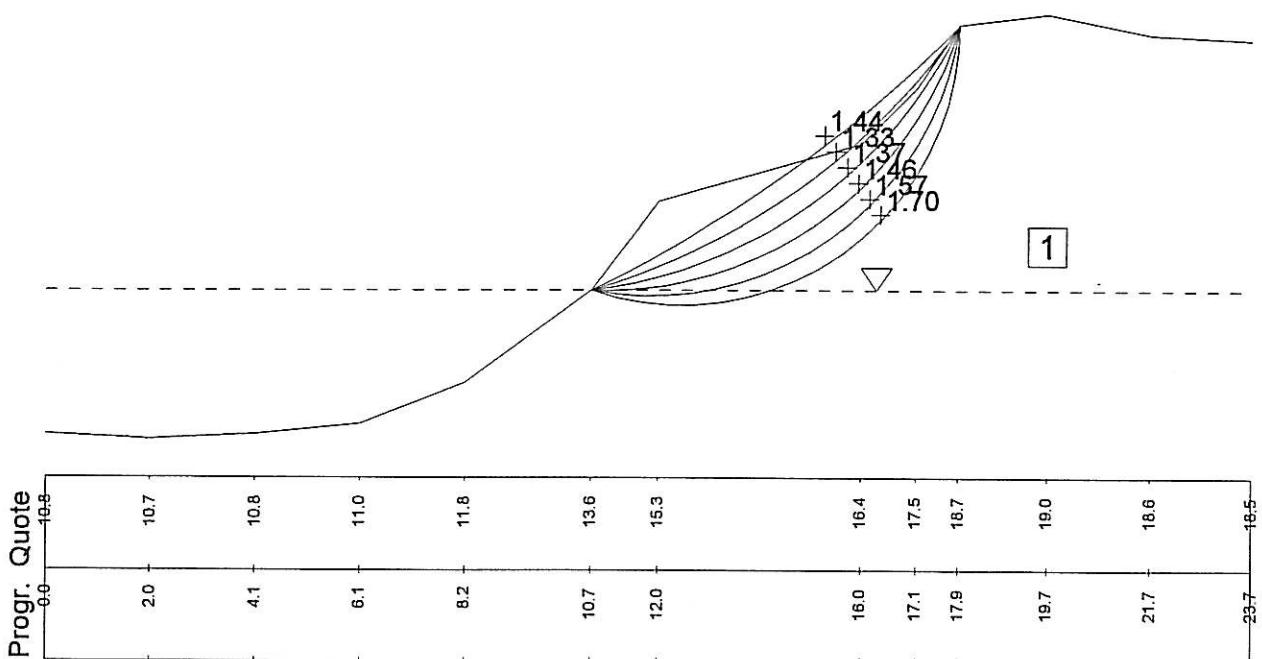
Litotipo 1: ϕ [°] = 33

c [kN/m²] = 0

gamma [kN/m³] = 19

Gamma acqua [kN/m³] = 10

Metodo: Sarma



3° stralcio - opere consolidamento spondale del Po

Tratto 2 - sezione tipo S1

verifica stato attuale n°4c

fase di magra

falda in equilibrio con pelo libero fiume

azione tirante di contrasto = nessuna

Scala 1:150

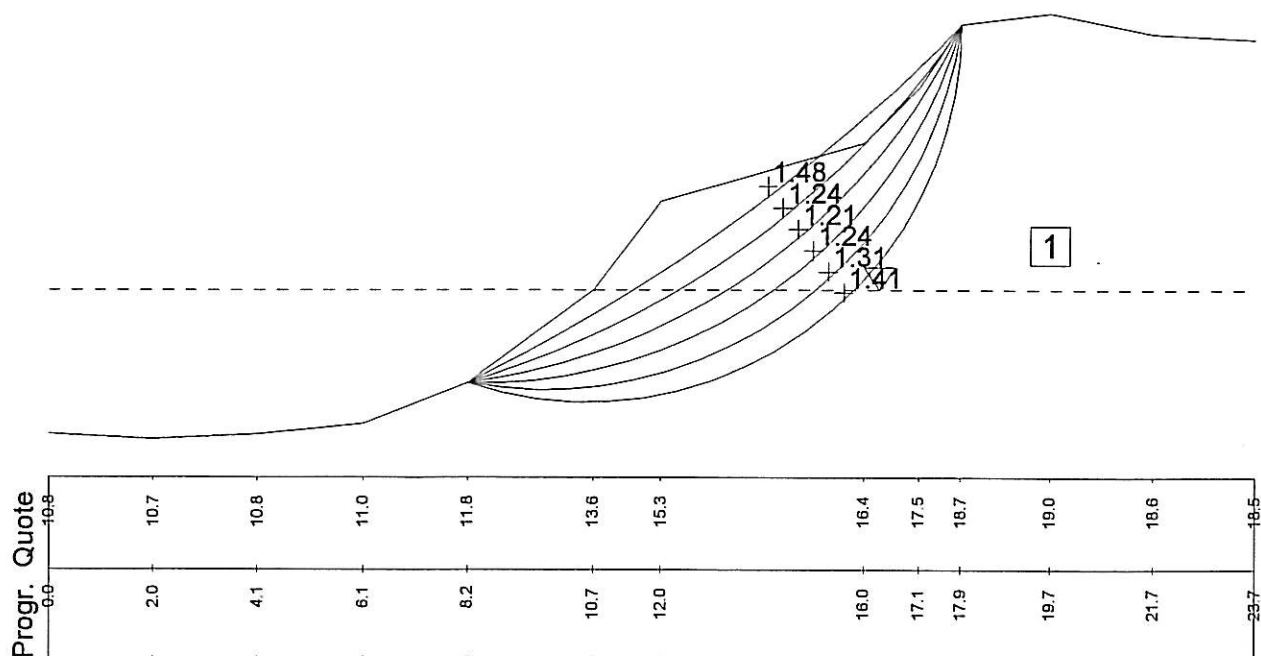
Litotipo 1: phi [°] = 33

c [kN/m²] = 1

gamma [kN/m³] = 19

Gamma acqua [kN/m³] = 10

Metodo: Sarma



3° stralcio - opere consolidamento spondale del Po

Tratto 2 - sezione tipo S1

verifica stato attuale n°4d

fase di magra

falda in equilibrio con pelo libero fiume

azione tirante di contrasto = nessuna

Scala 1:150

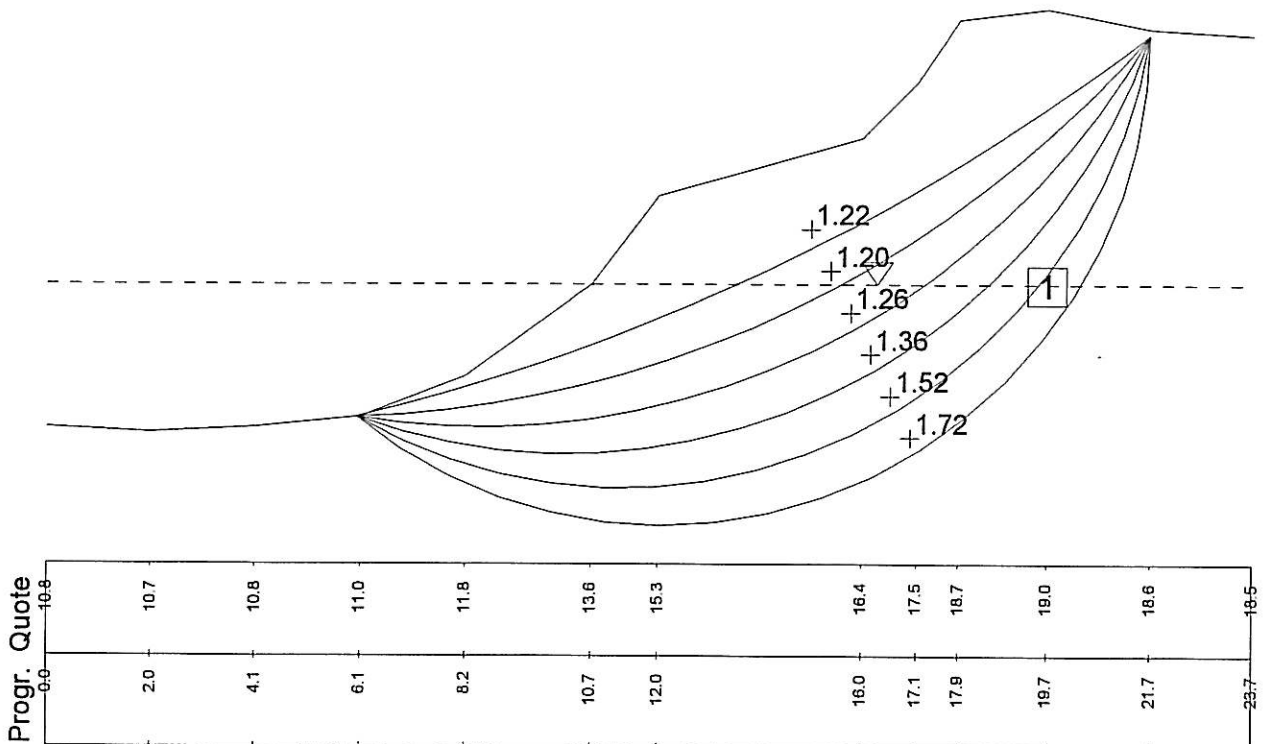
Litotipo 1: ϕ [°] = 33

c [kN/m²] = 0

gamma [kN/m³] = 19

Gamma acqua [kN/m³] = 10

Metodo: Sarma



3° stralcio - opere consolidamento spondale del Po

Tratto 2 - sezione tipo S1

verifica stato attuale n°5a

fase in esaurimento onda di piena

falda quasi in equilibrio con pelo libero fiume

azione tirante di contrasto = 10 kN/m

Scala 1:150

Litotipo 1:

ϕ [°] = 33

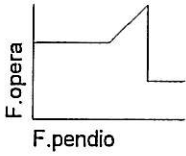
c [kN/m²] = 0

γ [kN/m³] = 19

Gamma acqua [kN/m³] = 10

Metodo: Sarma

C
P
R



C (res. critica) = 10

P (precarico) = 0

R (res. residua) = 0

RN	FS
X%	RT

FS: fatt. sicurezza ottenibile

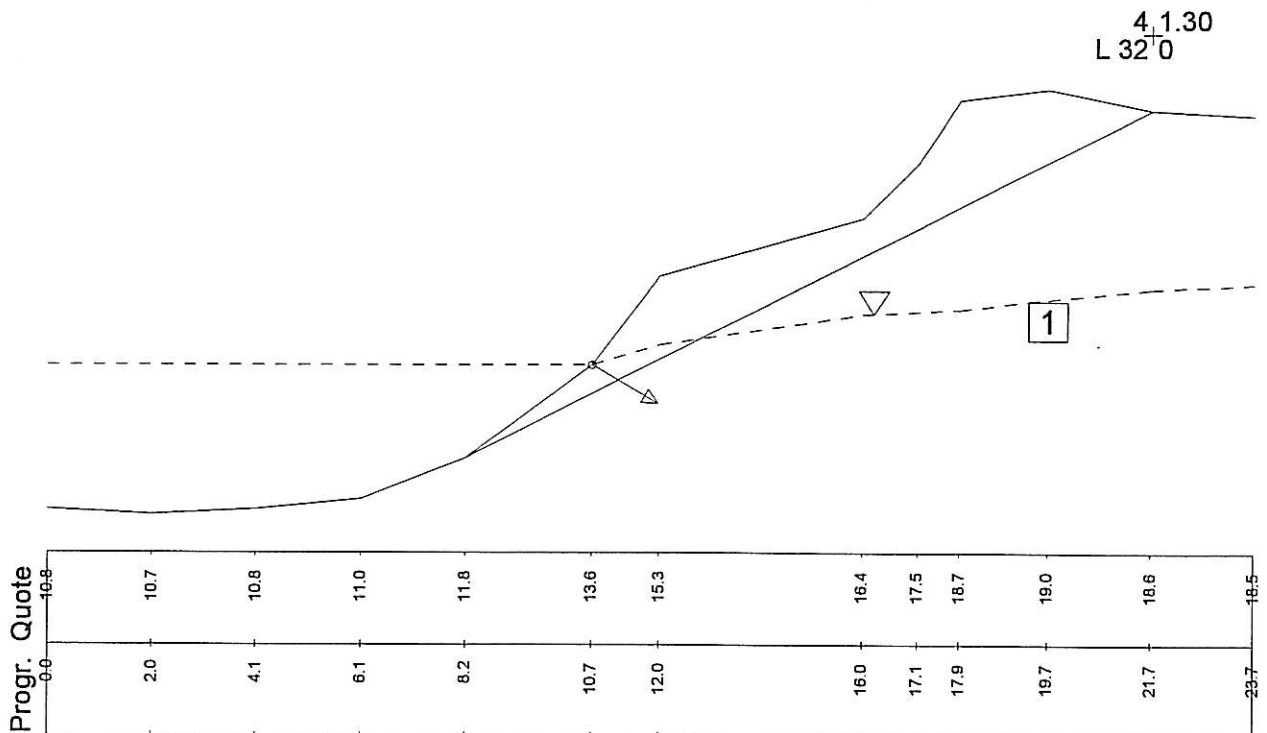
RN: rez. per avere FS= 1.3

RT: res. a rottura del terreno

%: utilizzo resistenza critica

X: L=lineare; T=rottura terreno

P=precarico; R=residuo



3° stralcio - opere consolidamento spondale del Po

Tratto 2 - sezione tipo S1

verifica stato attuale n°5b

fase in esaurimento onda di piena

falda quasi in equilibrio con pelo libero fiume

azione tirante di contrasto = nessuna

Scala 1:150

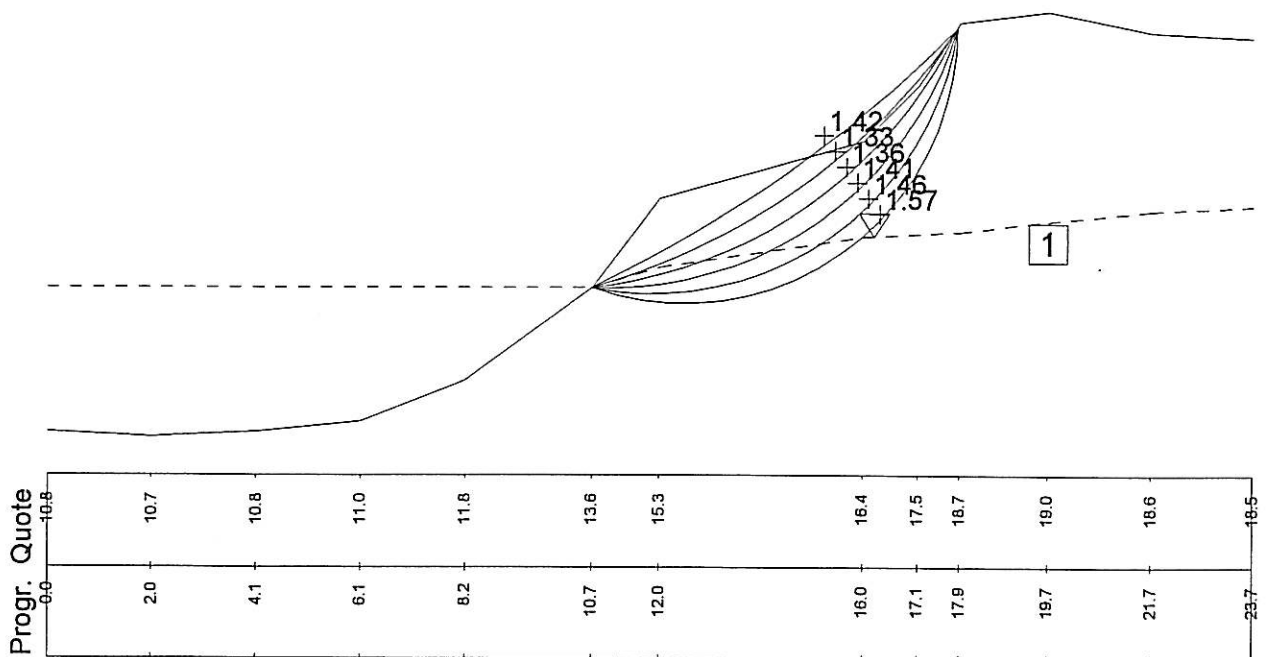
Litotipo 1: ϕ [°] = 33

c [kN/m²] = 0

gamma [kN/m³] = 19

Gamma acqua [kN/m³] = 10

Metodo: Sarma



3° stralcio - opere consolidamento spondale del Po

Tratto 2 - sezione tipo S1

verifica stato attuale n°5c

fase in esaurimento onda di piena

falda quasi in equilibrio con pelo libero fiume

azione tirante di contrasto = 30 kN/m

Scala 1:150

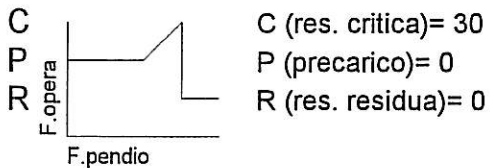
Litotipo 1: ϕ [°] = 33

c [kN/m²] = 0

gamma [kN/m³] = 19

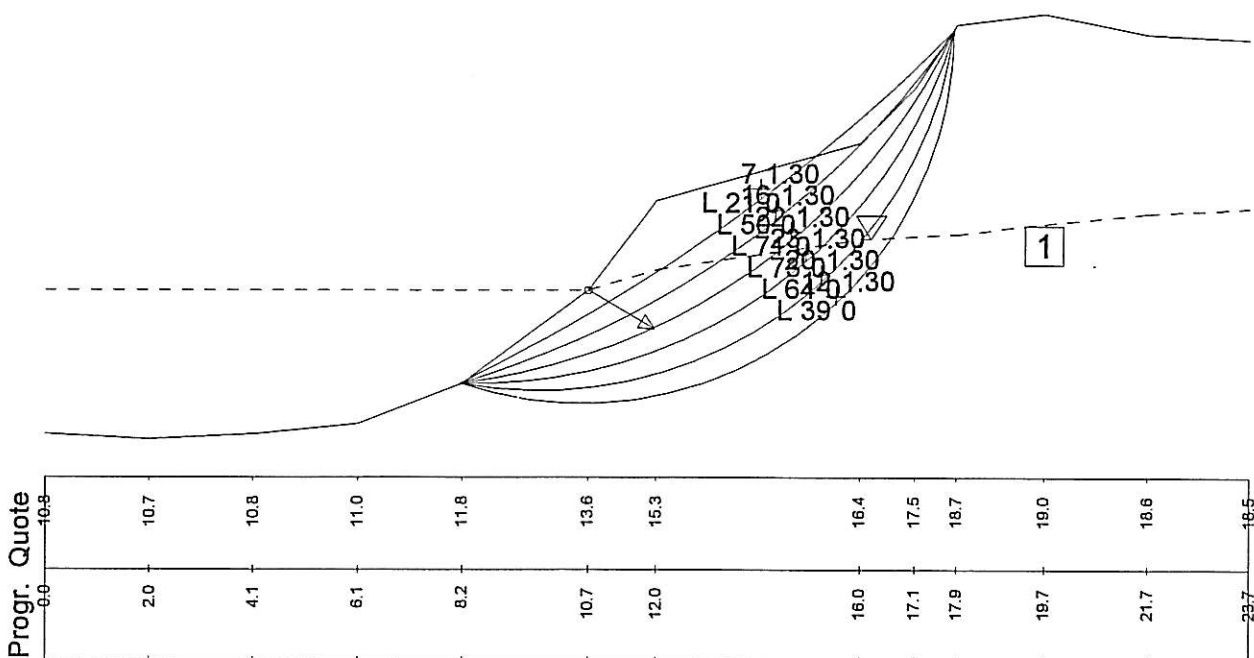
Gamma acqua [kN/m³] = 10

Metodo: Sarma



FS: fatt. sicurezza ottenibile
 RN: reaz. per avere FS= 1.3
 RT: res. a rottura del terreno
 %: utilizzo resistenza critica
 X: L=lineare; T=rottura terreno
 P=precarico; R=residuo

RN	FS
X%	RT



3° stralcio - opere consolidamento spondale del Po

Tratto 2 - sezione tipo S1

verifica stato attuale n°5d

fase in esaurimento onda di piena

falda quasi in equilibrio con pelo libero fiume

azione tirante di contrasto = 35 kN/m

Scala 1:150

Litotipo 1:

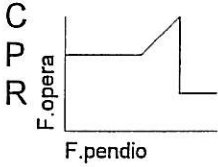
ϕ [°] = 33

c [kN/m²] = 0

γ [kN/m³] = 19

Gamma acqua [kN/m³] = 10

Metodo: Sarma



C (res. critica) = 35

P (precarico) = 0

R (res. residua) = 0

RN | FS
X% | RT

FS: fatt. sicurezza ottenibile

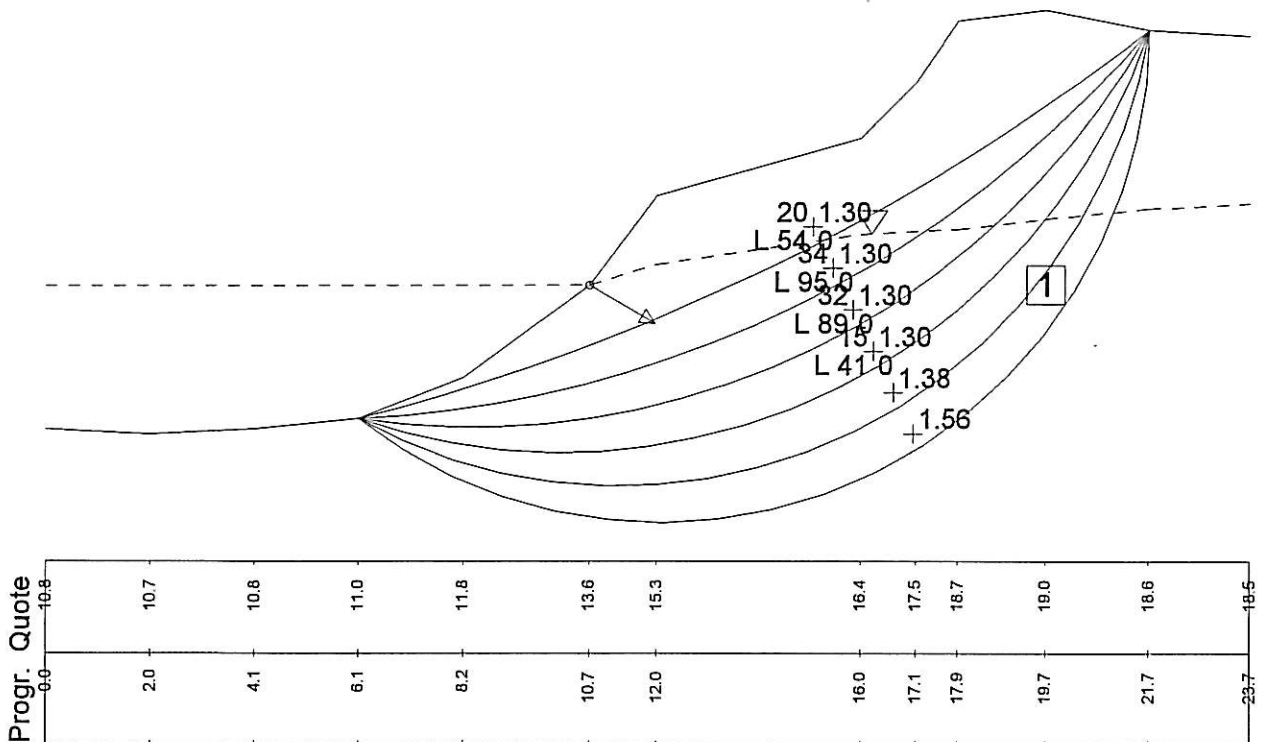
RN: reaz. per avere FS= 1.3

RT: res. a rottura del terreno

%: utilizzo resistenza critica

X: L=lineare; T=rottura terreno

P=precarico; R=residuo



3° stralcio - opere consolidamento spondale del Po

Tratto 2 - sezione tipo S1

verifica stato attuale n°6a

fase in esaurimento onda di piena

falda in disequilibrio con pelo libero fiume

azione tirante di contrasto = 10 kN/m

Scala 1:150

Litotipo 1:

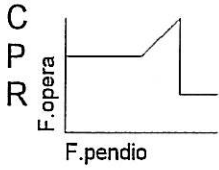
ϕ [°] = 33

c [kN/m²] = 0

gamma [kN/m³] = 19

Gamma acqua [kN/m³] = 10

Metodo: Sarma



C (res. critica) = 10

P (precarico) = 0

R (res. residua) = 0

RN | FS
X% | RT

FS: fatt. sicurezza ottenibile

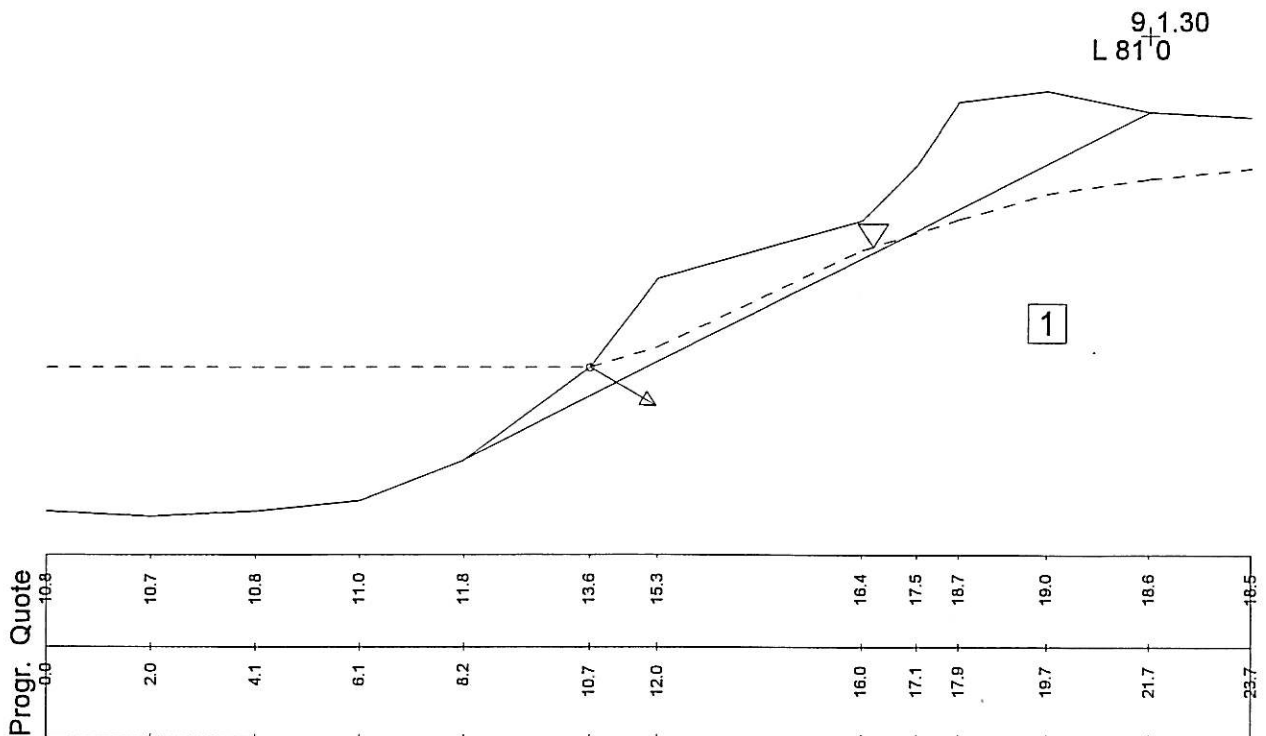
RN: reaz. per avere FS= 1.3

RT: res. a rottura del terreno

%: utilizzo resistenza critica

X: L=lineare; T=rottura terreno

P=precarico; R=residuo



9,1.30
L 81'0

1

3° stralcio - opere consolidamento spondale del Po

Tratto 2 - sezione tipo S1

verifica stato attuale n°6b

fase in esaurimento onda di piena

falda in disequilibrio con pelo libero fiume

azione tirante di contrasto = 10 kN/m

Scala 1:150

Litotipo 1:

ϕ [°] = 33

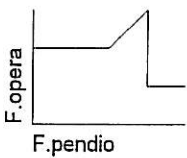
c [kN/m²] = 0

γ [kN/m³] = 19

Gamma acqua [kN/m³] = 10

Metodo: Sarma

C
P
R



C (res. critica) = 10

P (precarico) = 0

R (res. residua) = 0

$\frac{RN}{X\%}$ | $\frac{FS}{RT}$

FS: fatt. sicurezza ottenibile

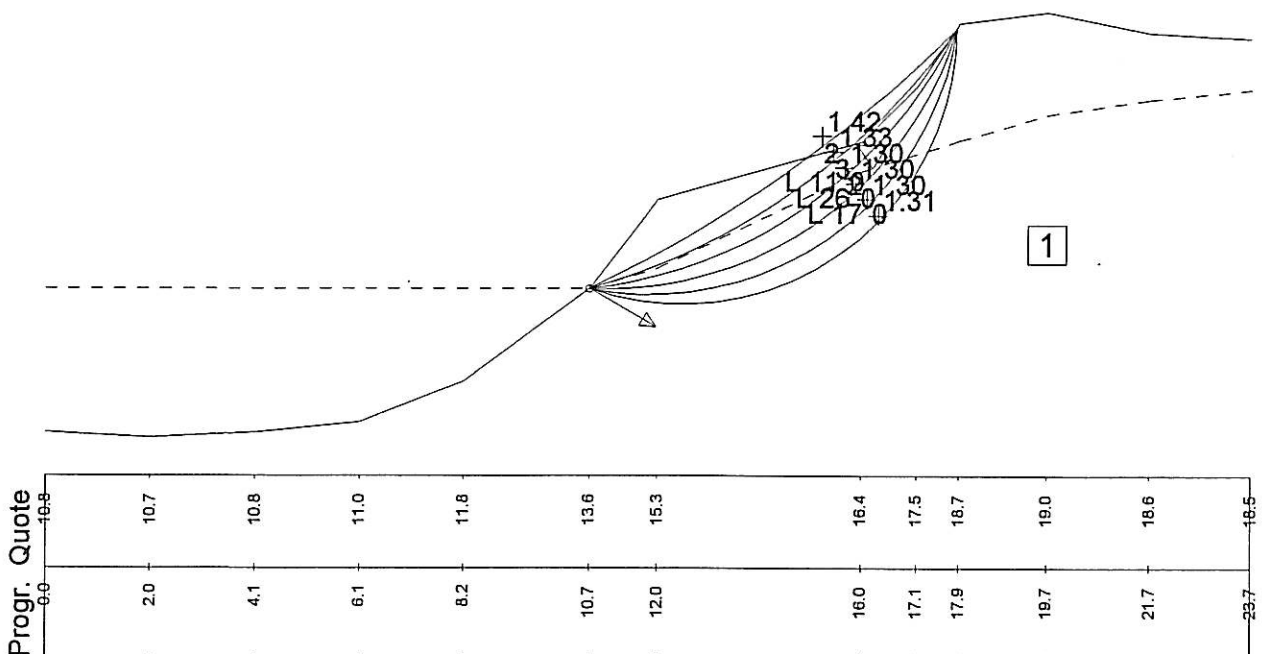
RN: reaz. per avere FS= 1.3

RT: res. a rottura del terreno

%: utilizzo resistenza critica

X: L=lineare; T=rottura terreno

P=precarico; R=residuo



3° stralcio - opere consolidamento spondale del Po

Tratto 2 - sezione tipo S1

verifica stato attuale n°6c

fase in esaurimento onda di piena

falda in disequilibrio con pelo libero fiume

azione tirante di contrasto = 40 kN/m

Scala 1:150

Litotipo 1:

ϕ [°] = 33

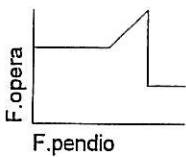
c [kN/m²] = 0

gamma [kN/m³] = 19

Gamma acqua [kN/m³] = 10

Metodo: Sarma

C
P
R



C (res. critica) = 40

P (precarico) = 0

R (res. residua) = 0

RN	FS
X%	RT

FS: fatt. sicurezza ottenibile

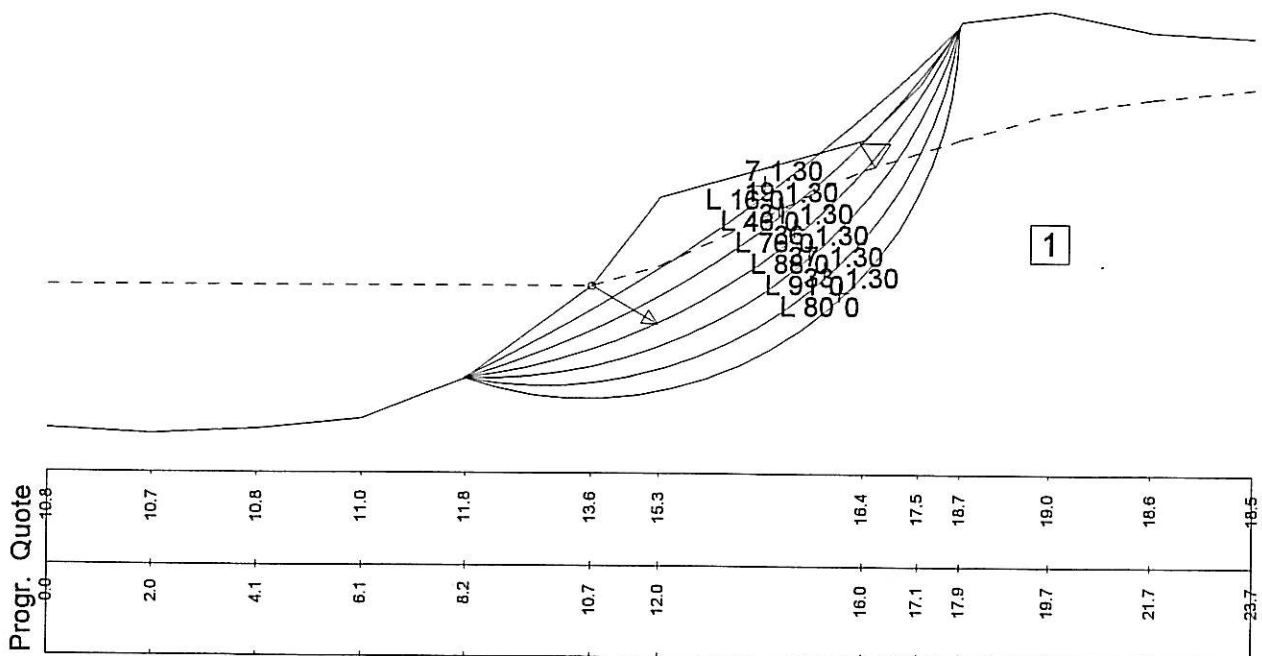
RN: reaz. per avere FS= 1.3

RT: res. a rottura del terreno

%: utilizzo resistenza critica

X: L=lineare; T=rottura terreno

P=precarico; R=residuo



3° stralcio - opere consolidamento spondale del Po

Tratto 2 - sezione tipo S1

verifica stato attuale n°6d

fase in esaurimento onda di piena

falda in disequilibrio con pelo libero fiume

azione tirante di contrasto = 90 kN/m

Scala 1:150

Litotipo 1:

ϕ [°] = 33

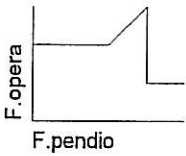
c [kN/m²] = 0

γ [kN/m³] = 19

Gamma acqua [kN/m³] = 10

Metodo: Sarma

C
P
R



C (res. critica) = 90

P (precarico) = 0

R (res. residua) = 0

RN	FS
X%	RT

FS: fatt. sicurezza ottenibile

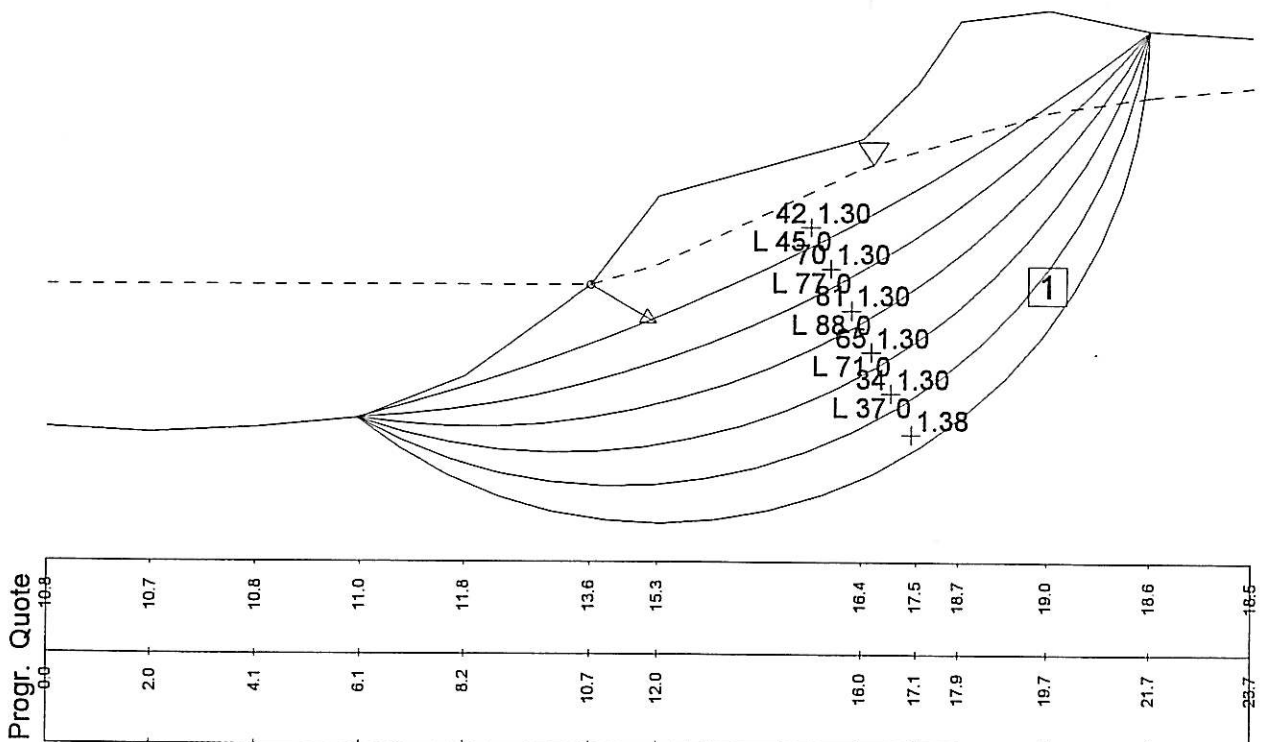
RN: rez. per avere FS= 1.3

RT: res. a rottura del terreno

%: utilizzo resistenza critica

X: L=lineare; T=rottura terreno

P=precarico; R=residuo



3° stralcio - opere consolidamento spondale del Po

Tratto 3 - sezione tipo S2

verifica stato attuale n°1a

fase di magra

falda in equilibrio con pelo libero fiume

azione tirante di contrasto = nessuna

Scala 1:150

Litotipo 1:

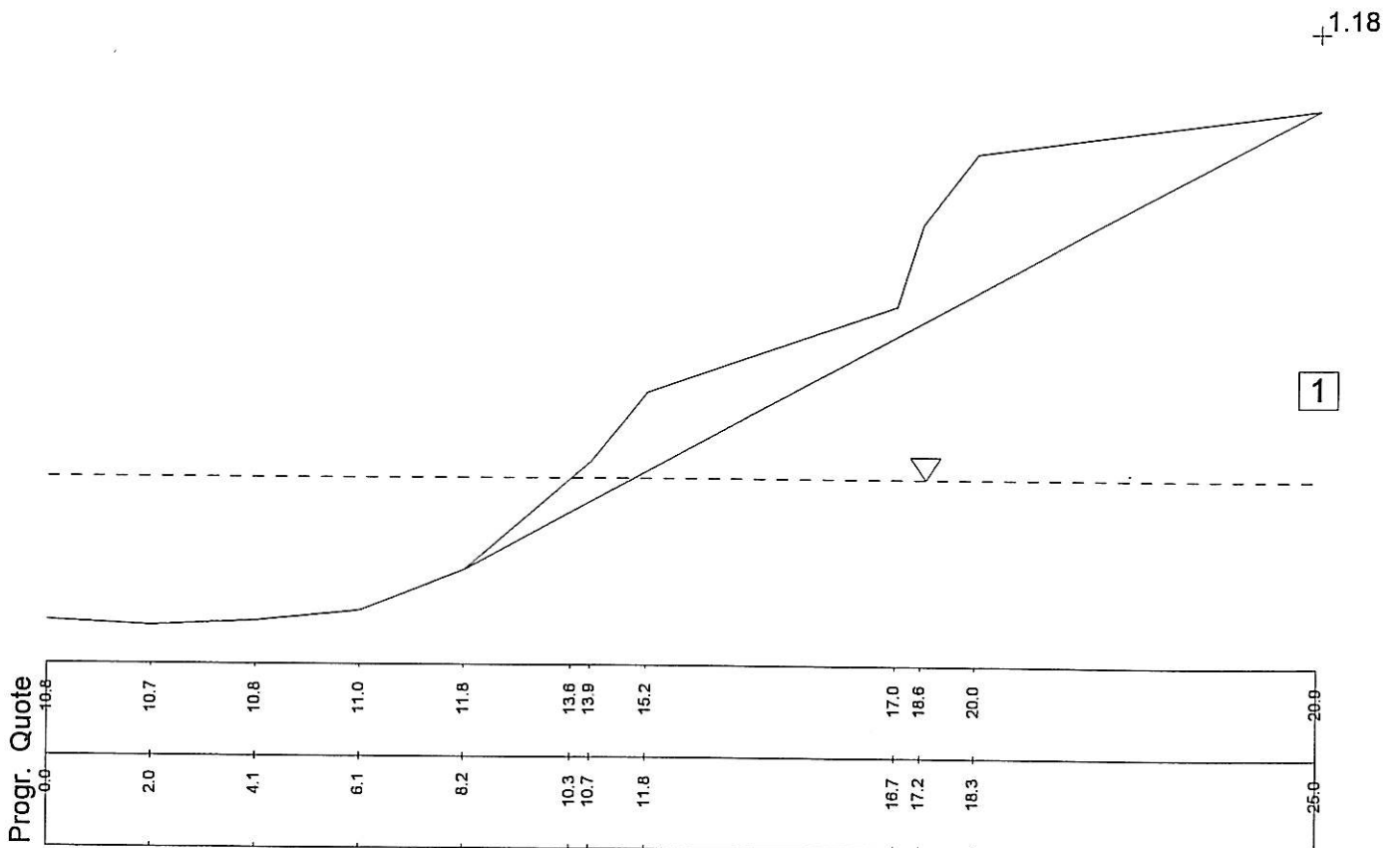
ϕ [°] = 33

c [kN/m²] = 0

γ [kN/m³] = 19

Gamma acqua [kN/m³] = 10

Metodo: Sarma



3° stralco - opere consolidamento spondale del Po

Tratto 3 - sezione tipo S2

verifica stato attuale n°1b

fase di magra

falda in equilibrio con pelo libero del fiume

azione tirante di contrasto = nessuna

Scala 1:150

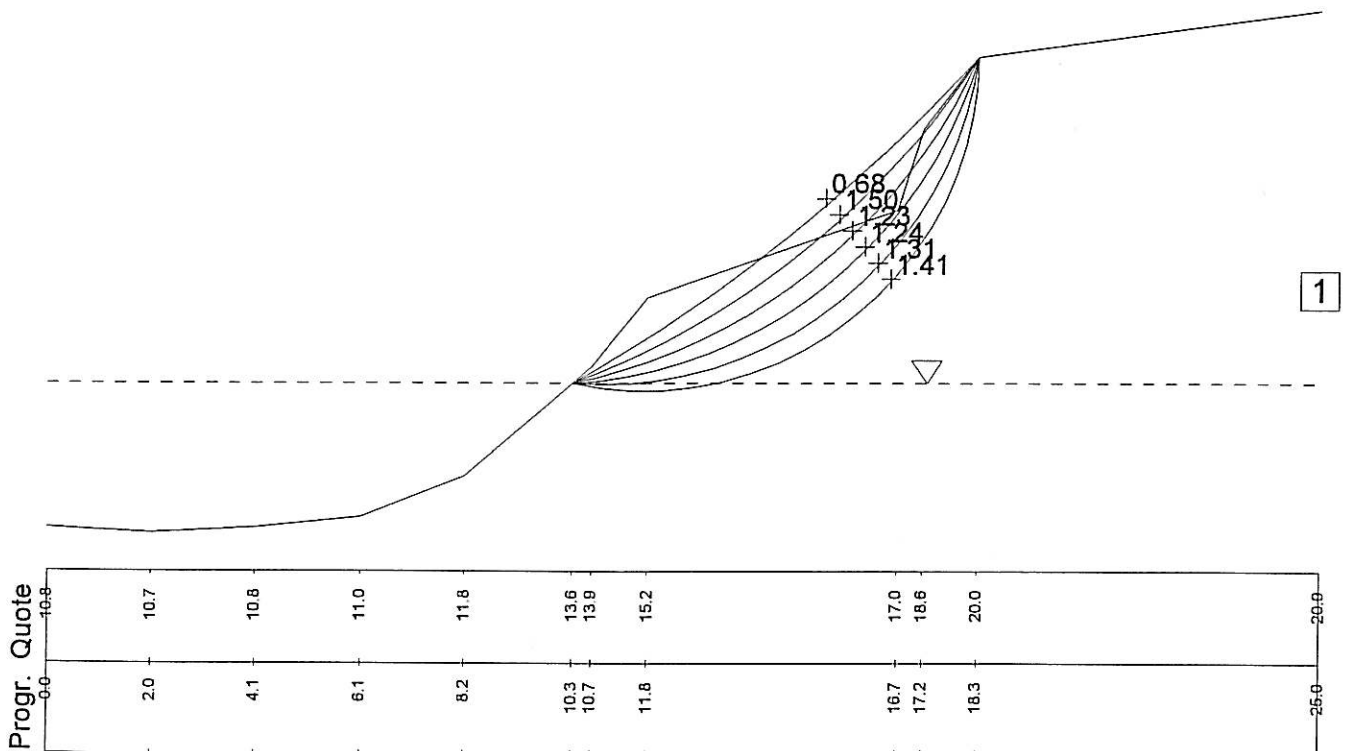
Litotipo 1: ϕ [°] = 33

c [kN/m²] = 0

gamma [kN/m³] = 19

Gamma acqua [kN/m³] = 10

Metodo: Sarma



3° stralcio - opere consolidamento spondale del Po

Tratto 3 - sezione tipo S2

verifica stato attuale n°1c

fase di magra

falda in equilibrio con pelo libero del fiume

azione tirante di contrasto = nessuna

Scala 1:150

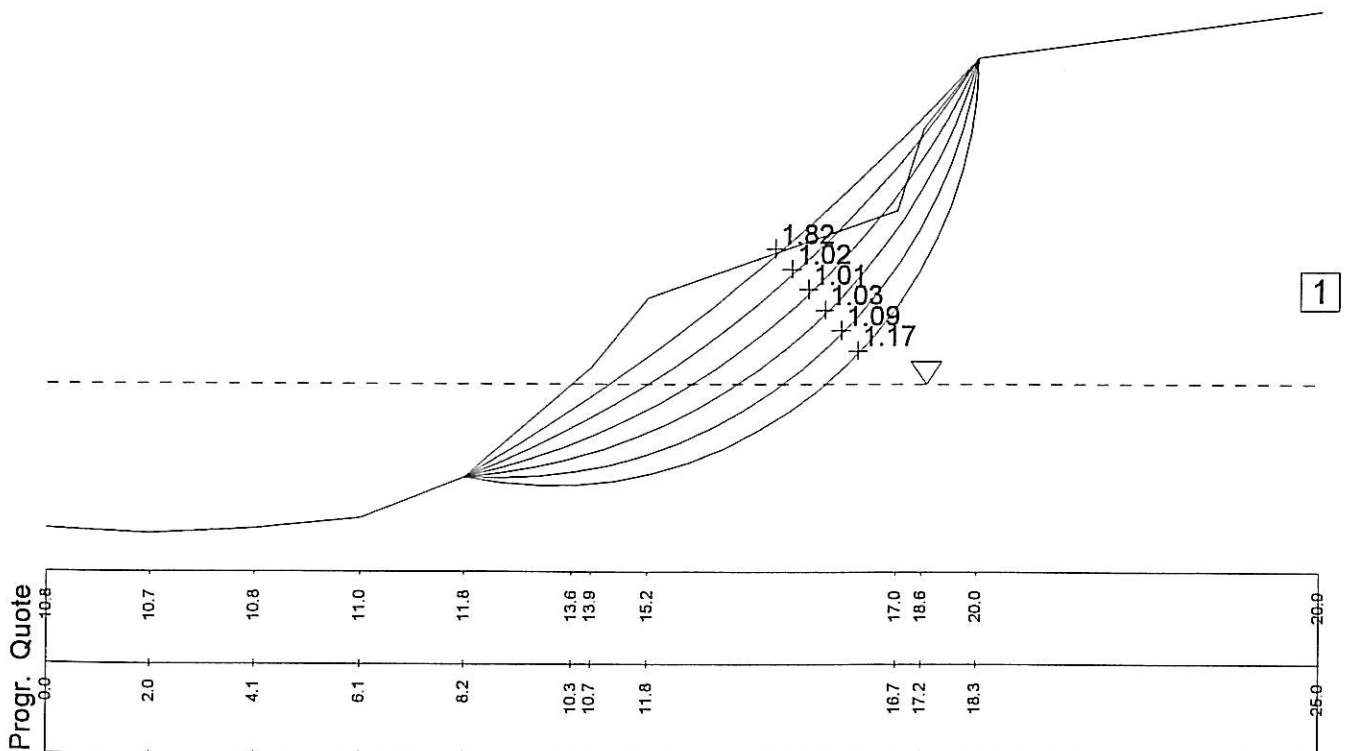
Litotipo 1: phi [°] = 33

c [kN/m²] = 0

gamma [kN/m³] = 19

Gamma acqua [kN/m³] = 10

Metodo: Sarma



3° stralcio - opere consolidamento spondale del Po

Tratto 3 - sezione tipo S2

verifica stato attuale n°1d

fase di magra

falda in equilibrio con pelo libero del fiume

azione tirante di contrasto = nessuna

Scala 1:150

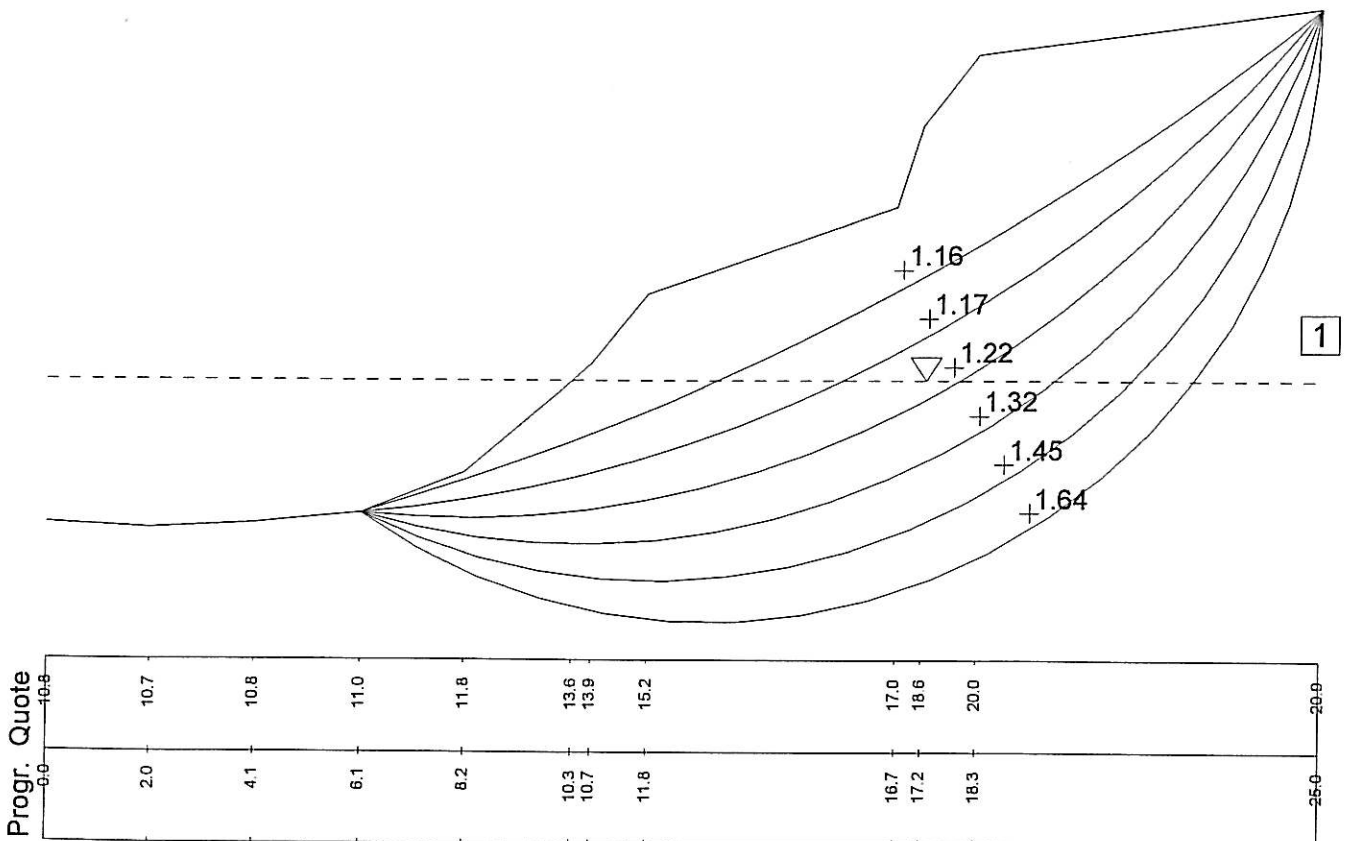
Litotipo 1: ϕ [°] = 33

c [kN/m²] = 0

γ [kN/m³] = 19

Gamma acqua [kN/m³] = 10

Metodo: Sarma



3° stralcio - opere consolidamento spondale del Po

Tratto 3 - sezione tipo S2

verifica stato attuale n°2a

fase in esaurimento onda di piena :

falda quasi in equilibrio con pelo libero fiume

azione tirante di contrasto = 20 kN/m

Scala 1:150

Litotipo 1:

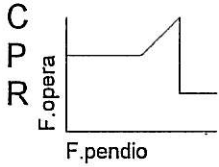
ϕ [°] = 33

c [kN/m²] = 0

γ [kN/m³] = 19

Gamma acqua [kN/m³] = 10

Metodo: Sarma



C (res. critica) = 20

P (precarico) = 0

R (res. residua) = 0

RN	FS
X%	RT

FS: fatt. sicurezza ottenibile

RN: reaz. per avere FS= 1.3

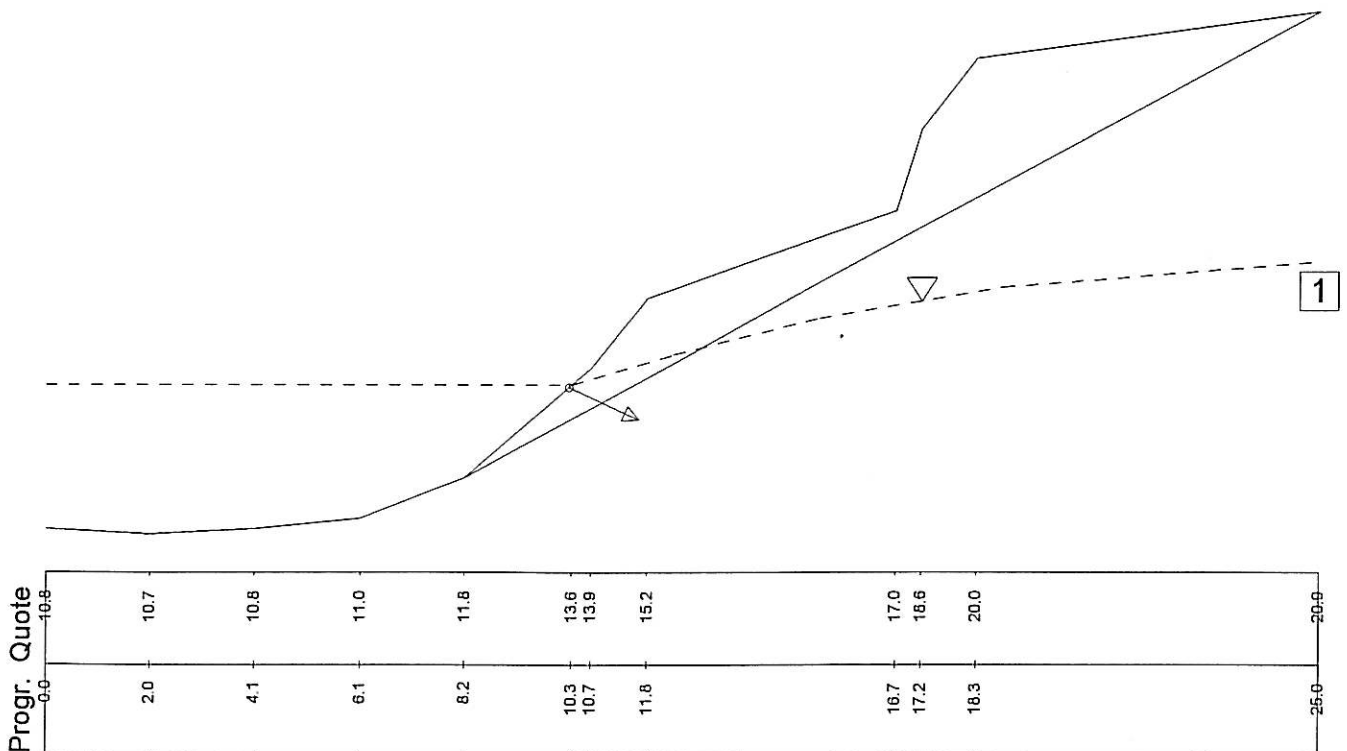
RT: res. a rottura del terreno

#: utilizzo resistenza critica

X: L=lineare; T=rottura terreno

P=precarico; R=residuo

17,1.30
L 83+0



3° stralcio - opere consolidamento spondale del Po

Tratto 3 - sezione tipo S2

verifica stato attuale n°2c

fase in esaurimento onda di piena :

falda quasi in equilibrio con pelo libero fiume

azione tirante di contrasto = 60 kN/m

Scala 1:150

Litotipo 1:

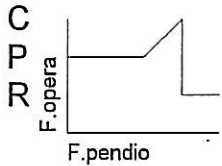
ϕ [°] = 33

c [kN/m²] = 0

γ [kN/m³] = 19

Gamma acqua [kN/m³] = 10

Metodo: Sarma



C (res. critica) = 60

P (precarico) = 0

R (res. residua) = 0

RN	FS
X%	RT

FS: fatt. sicurezza ottenibile

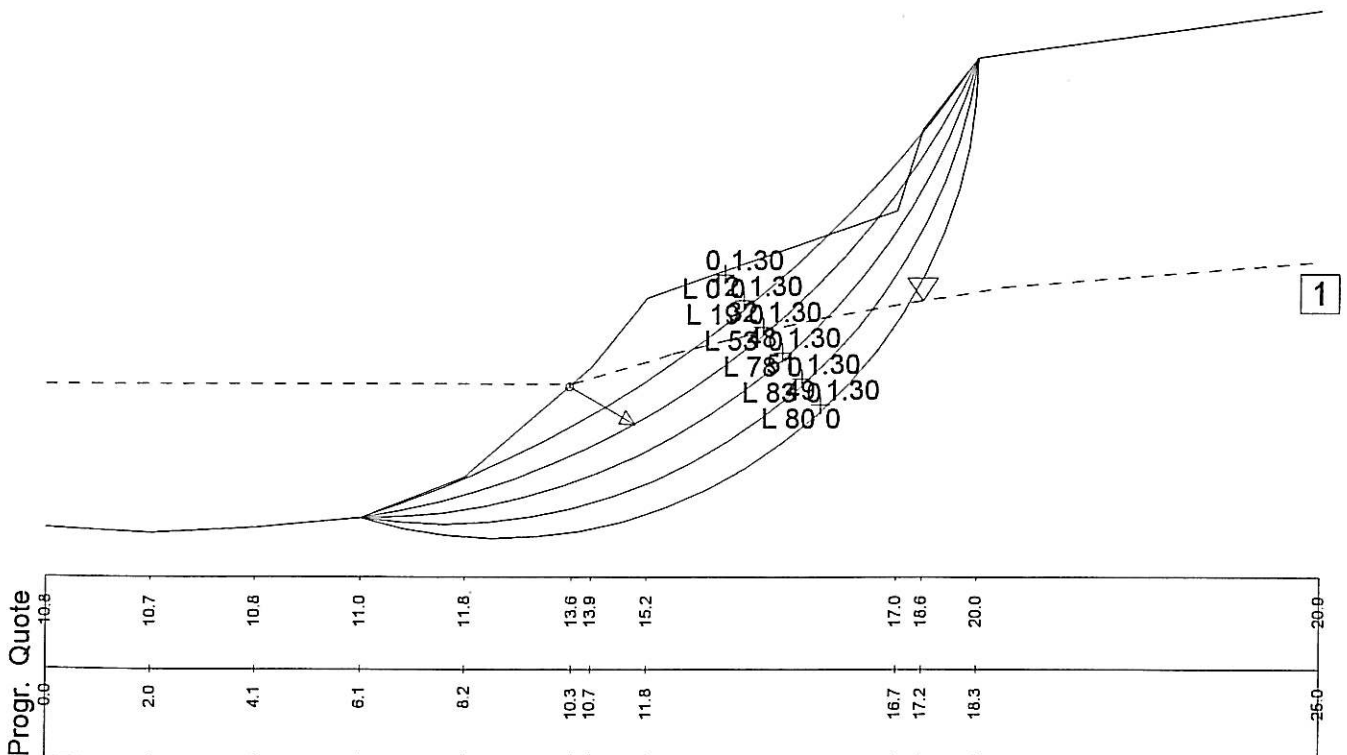
RN: rez. per avere FS= 1.3

RT: res. a rottura del terreno

%: utilizzo resistenza critica

X: L=lineare; T=rottura terreno

P=precarico; R=residuo



3° stralcio - opere consolidamento spondale del Po

Tratto 3 - sezione tipo S2

verifica stato attuale n°2d

fase in esaurimento onda di piena :

falda quasi in equilibrio con pelo libero fiume

azione tirante di contrasto = 70 kN/m

Scala 1:150

Litotipo 1:

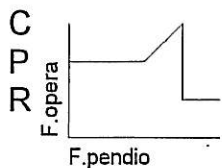
ϕ [°] = 33

c [kN/m²] = 0

γ [kN/m³] = 19

Gamma acqua [kN/m³] = 10

Metodo: Sarma



C (res. critica) = 70

P (precarico) = 0

R (res. residua) = 0

RN	FS
X%	RT

FS: fatt. sicurezza ottenibile

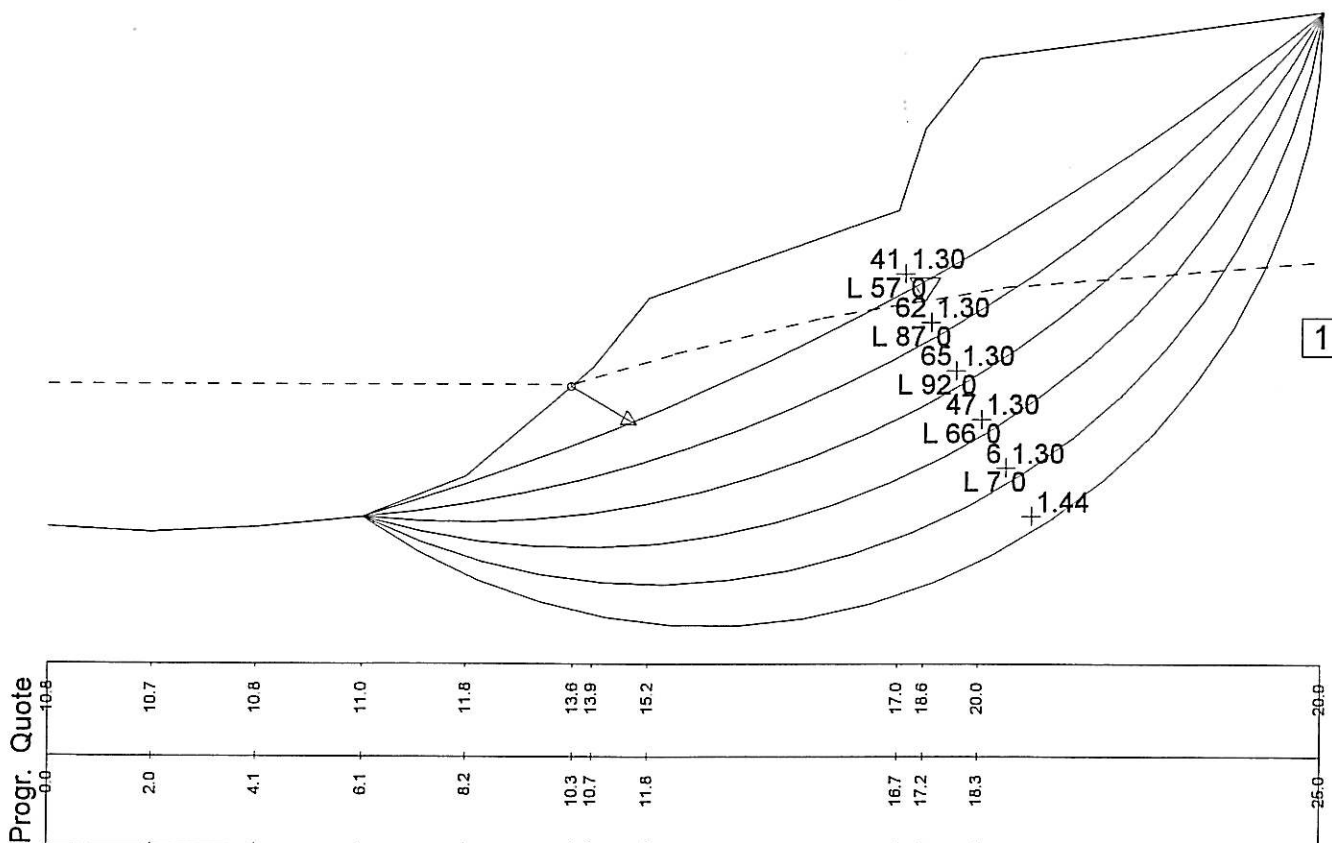
RN: rez. per avere FS= 1.3

RT: res. a rottura del terreno

%: utilizzo resistenza critica

X: L=lineare; T=rottura terreno

P=precarico; R=residuo



3° stralcio - opere consolidamento spondale del Po

Tratto 3 - sezione tipo S2

verifica stato attuale n°3a

fase di ritiro onda di piena :

falda in disequilibrio con pelo libero fiume

azione tirante di contrasto = 40 kN/m

Scala 1:150

Litotipo 1:

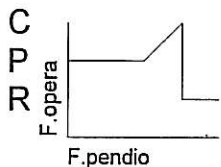
ϕ [°] = 33

c [kN/m²] = 0

gamma [kN/m³] = 19

Gamma acqua [kN/m³] = 10

Metodo: Sarma



C (res. critica) = 40

P (precarico) = 0

R (res. residua) = 0

RN	FS
X%	RT

FS: fatt. sicurezza ottenibile

RN: rez. per avere FS= 1.3

RT: res. a rottura del terreno

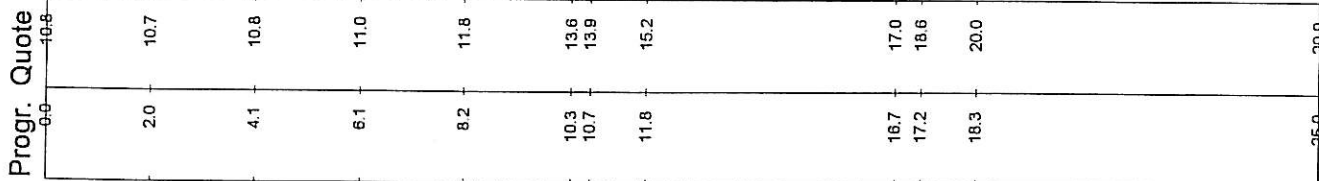
%: utilizzo resistenza critica

X: L=lineare; T=rottura terreno

P=precarico; R=residuo

33,1.30
L 81'0

1



3° stralcio - opere consolidamento spondale del Po

Tratto 3 - sezione tipo S2

verifica stato attuale n°3b

fase di ritiro onda di piena :

falda in disequilibrio con pelo libero fiume

azione tirante di contrasto = 60 kN/m

Scala 1:150

Litotipo 1:

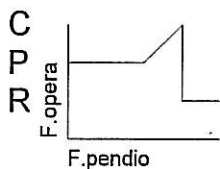
ϕ [°] = 33

c [kN/m²] = 0

gamma [kN/m³] = 19

Gamma acqua [kN/m³] = 10

Metodo: Sarma



C (res. critica) = 60

P (precarico) = 0

R (res. residua) = 0

RN	FS
X%	RT

FS: fatt. sicurezza ottenibile

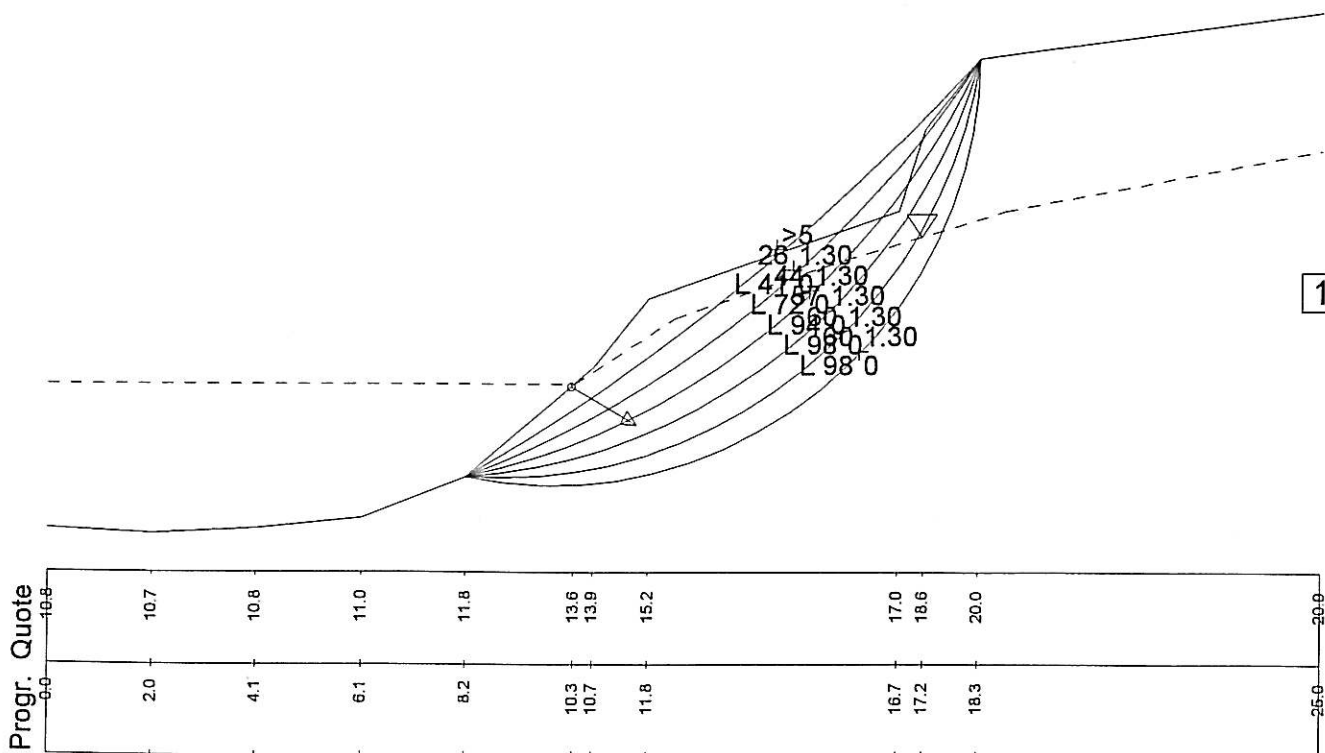
RN: reaz. per avere FS= 1.3

RT: res. a rottura del terreno

#: utilizzo resistenza critica

X: L=lineare; T=rottura terreno

P=precarico; R=residuo



1

3° stralcio - opere consolidamento spondale del Po

Tratto 3 - sezione tipo S2

verifica stato attuale n°3c

fase di ritiro onda di piena :

falda in disequilibrio con pelo libero fiume

azione tirante di contrasto = 20 kN/m

Scala 1:150

Litotipo 1:

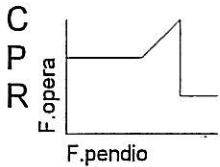
ϕ [°] = 33

c [kN/m²] = 0

gamma [kN/m³] = 19

Gamma acqua [kN/m³] = 10

Metodo: Sarma



C (res. critica)= 20

P (precarico)= 0

R (res. residua)= 0

RN	FS
X%	RT

FS: fatt. sicurezza ottenibile

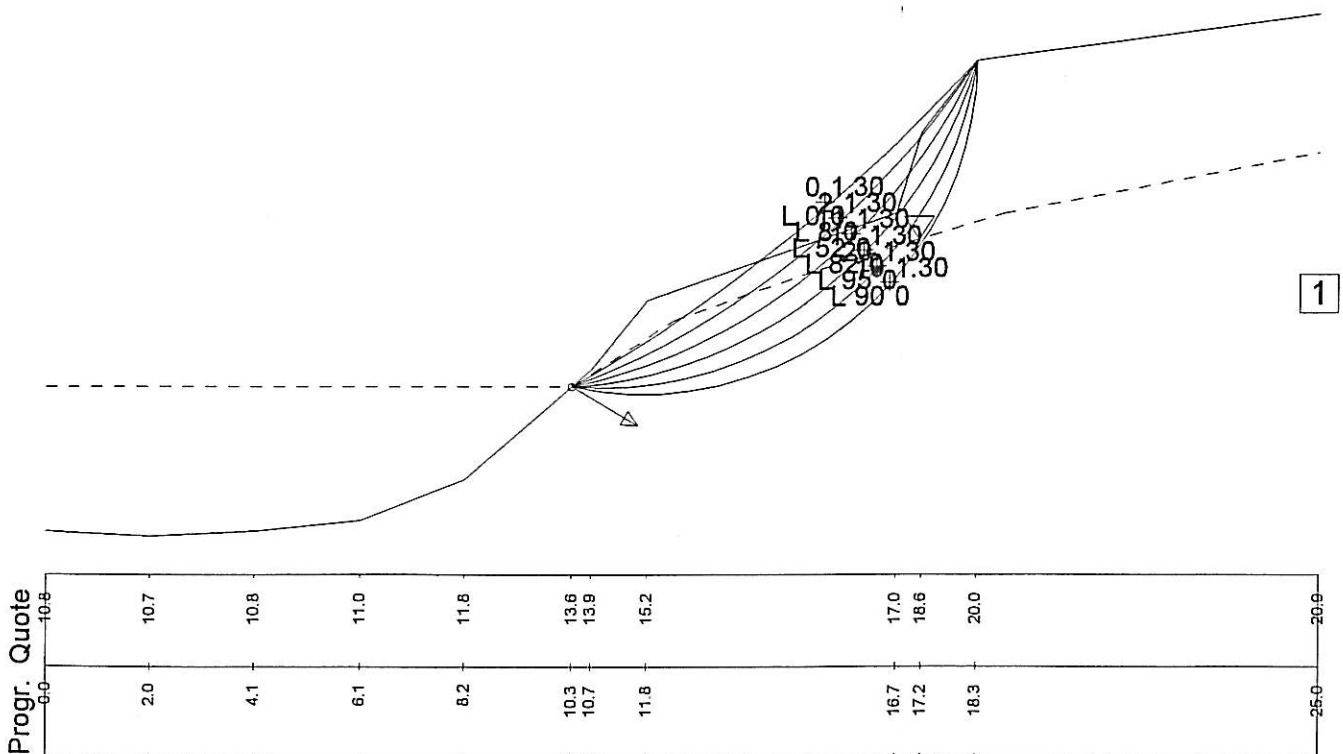
RN: reaz. per avere FS= 1.3

RT: res. a rottura del terreno

#: utilizzo resistenza critica

X: L=lineare; T=rottura terreno

P=precarico; R=residuo



3° stralcio - opere consolidamento spondale del Po

Tratto 3 - sezione tipo S2

verifica stato attuale n°3d

fase di ritiro onda di piena :

falda in disequilibrio con pelo libero fiume

azione tirante di contrasto = 130 kN/m

Scala 1:150

Litotipo 1:

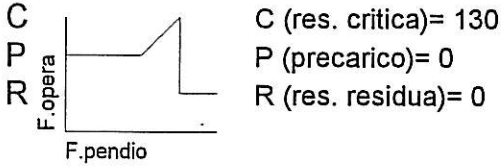
ϕ [°] = 33

c [kN/m²] = 0

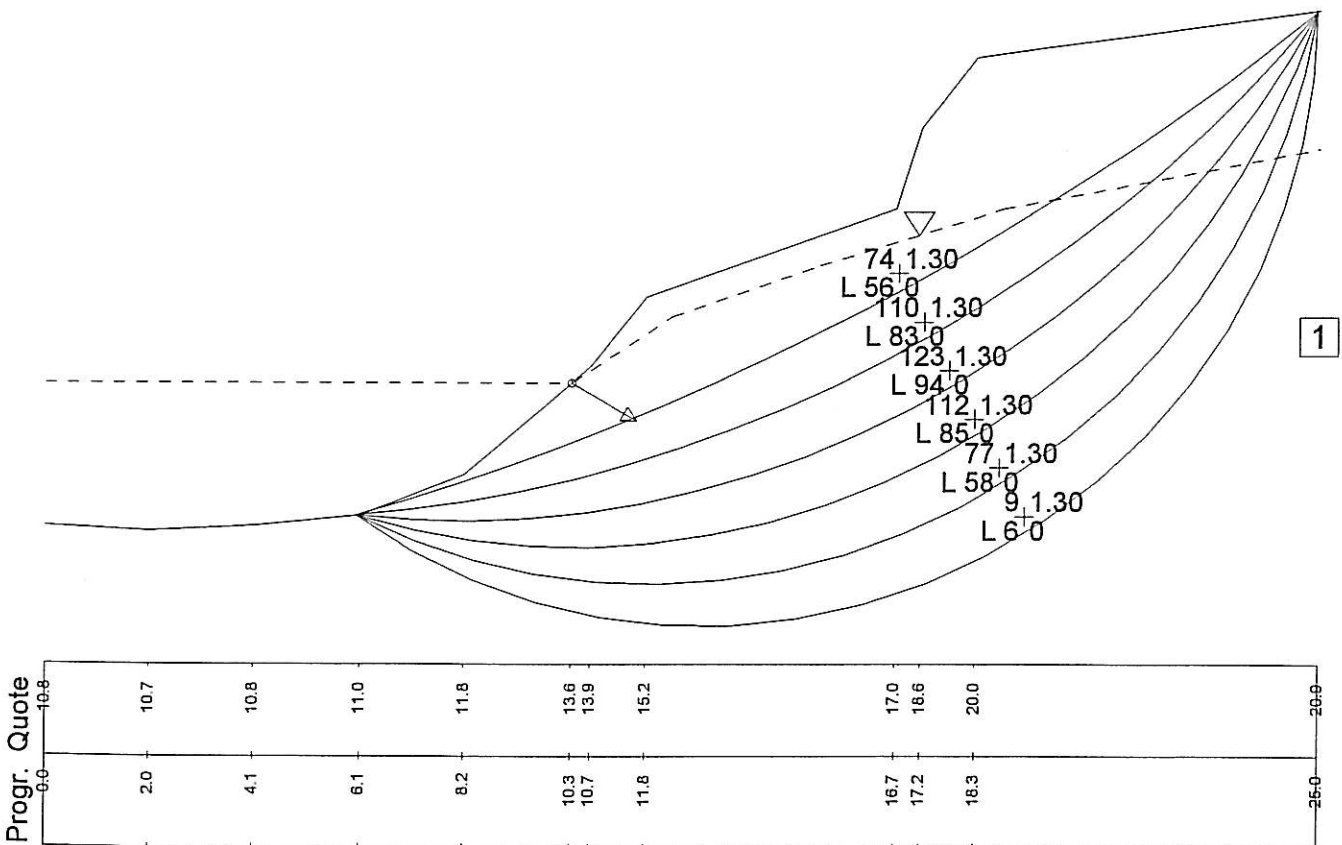
gamma [kN/m³] = 19

Gamma acqua [kN/m³] = 10

Metodo: Sarma



FS: fatt. sicurezza ottenibile
RN: reaz. per avere FS= 1.3
RT: res. a rottura del terreno
X%: utilizzo resistenza critica
X: L=lineare; T=rottura terreno
P=precarico; R=residuo



3° stralcio - opere consolidamento spondale del Po

Tratto 1 - sezione tipo S3

verifica stato attuale n°7a

fase di magra

falda in equilibrio con pelo libero fiume

azione tirante di contrasto = nessuna

Scala 1:150

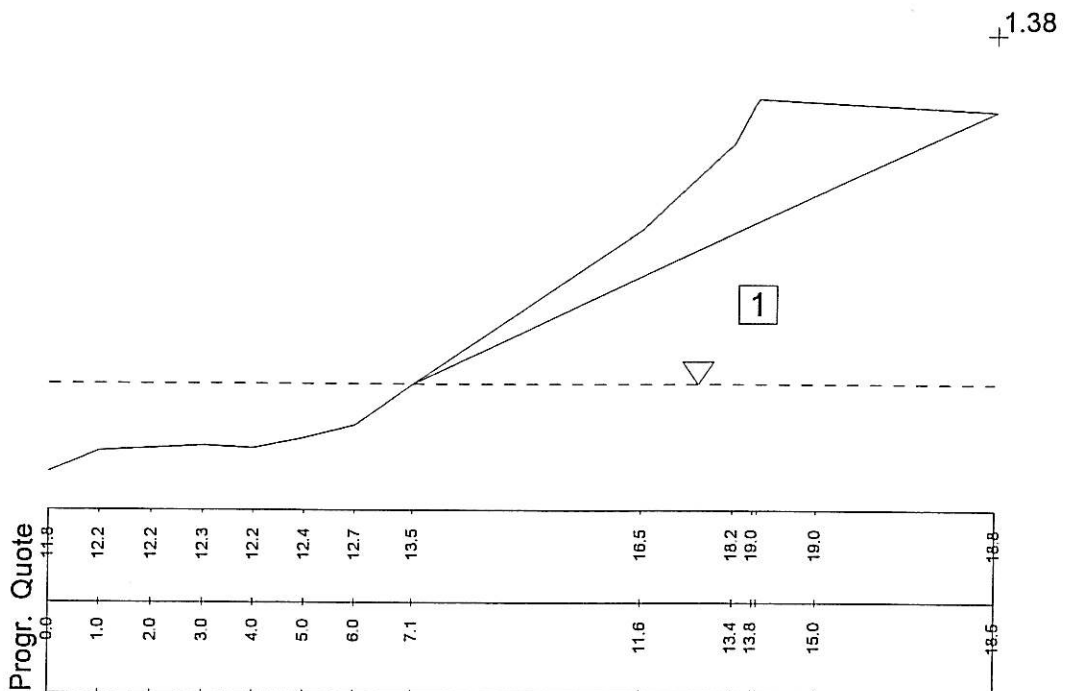
Litotipo 1: phi [°] = 33

c [kN/m²] = 0

gamma [kN/m³] = 19

Gamma acqua [kN/m³] = 10

Metodo: Sarma



3° stralcio - opere consolidamento spondale del Po

Tratto 1 - sezione tipo S3

verifica stato attuale n°7b

fase di magra

falda in equilibrio con pelo libero fiume

azione tirante di contrasto = nessuna

Scala 1:150

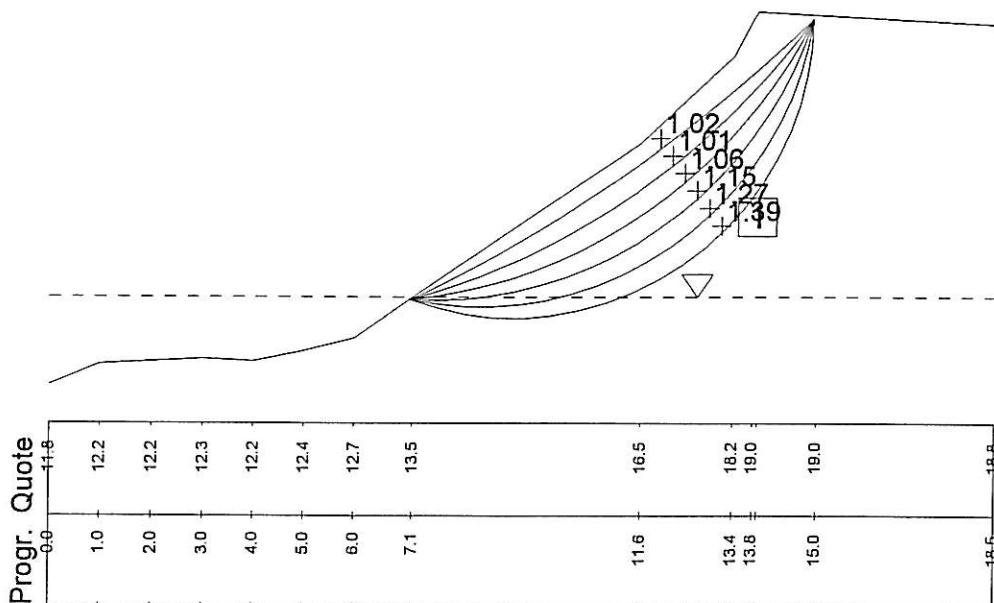
Litotipo 1: phi [°] = 33

c [kN/m²] = .6

gamma [kN/m³] = 19

Gamma acqua [kN/m³] = 10

Metodo: Sarma



3° stralcio - opere consolidamento spondale del Po

Tratto 1 - sezione tipo S3

verifica stato attuale n°7c

fase di magra

falda in equilibrio con pelo libero fiume

azione tirante di contrasto = nessuna

Scala 1:150

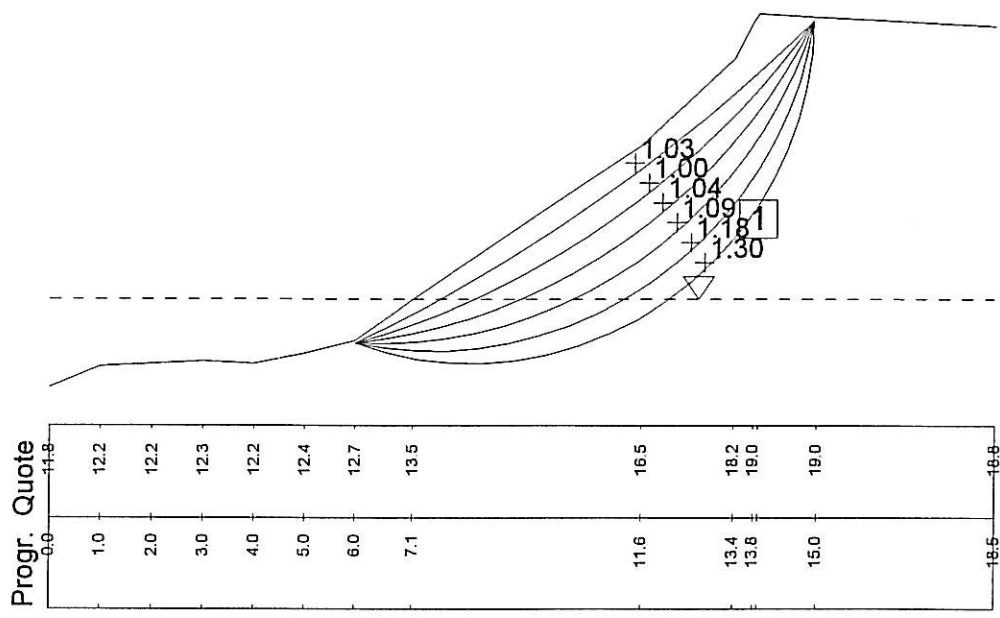
Litotipo 1: phi [°] = 33

c [kN/m²] = .7

gamma [kN/m³] = 19

Gamma acqua [kN/m³] = 10

Metodo: Sarma



3° stralcio - opere consolidamento spondale del Po

Tratto 1 - sezione tipo S3

verifica stato attuale n°7d

fase di magra

falda in equilibrio con pelo libero fiume

azione tirante di contrasto = nessuna

Scala 1:150

Litotipo 1:

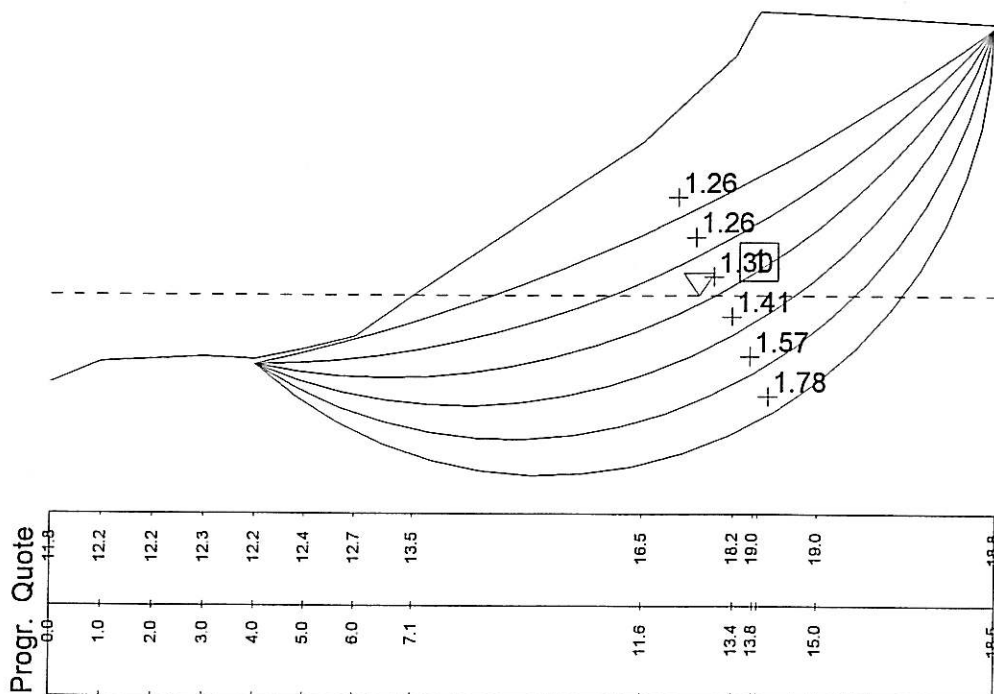
ϕ [°] = 33

c [kN/m²] = 0

gamma [kN/m³] = 19

Gamma acqua [kN/m³] = 10

Metodo: Sarma



3° stralcio - opere consolidamento spondale del Po

Tratto 1 - sezione tipo S3

verifica stato attuale n°8a

fase in esaurimento onda di piena

falda quasi in equilibrio con pelo libero fiume

azione tirante di contrasto = 20 kN/m

Scala 1:150

Litotipo 1:

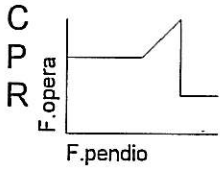
ϕ [°] = 33

c [kN/m²] = 0

gamma [kN/m³] = 19

Gamma acqua [kN/m³] = 10

Metodo: Sarma



C (res. critica) = 20

P (precarico) = 0

R (res. residua) = 0

RN	FS
X%	RT

FS: fatt. sicurezza ottenibile

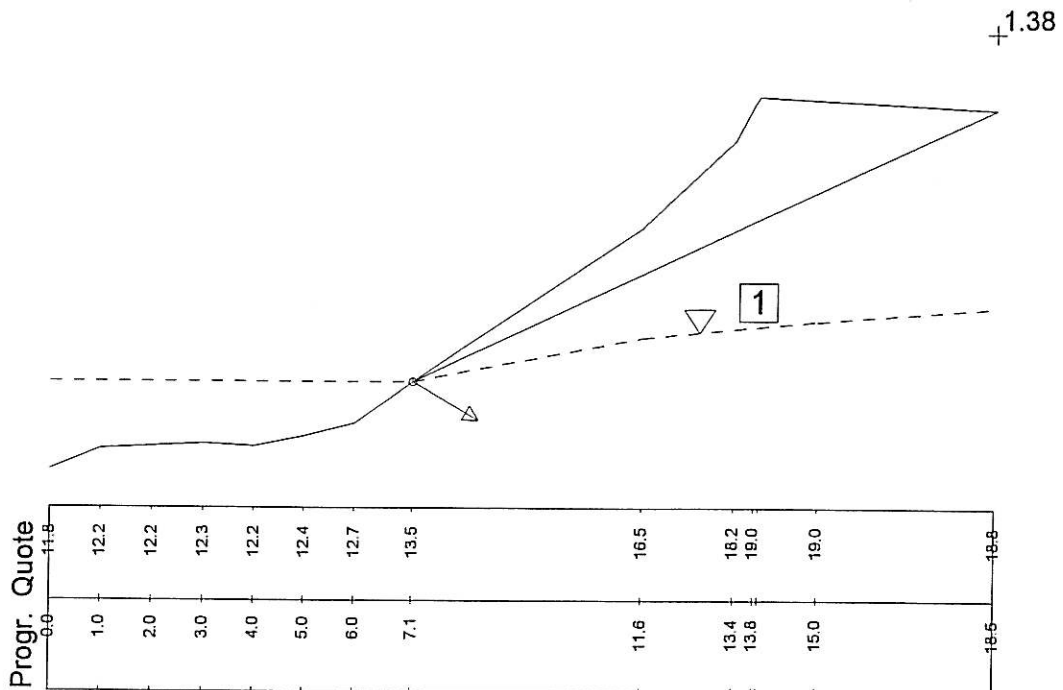
RN: rez. per avere FS= 1.3

RT: res. a rottura del terreno

%: utilizzo resistenza critica

X: L=lineare; T=rottura terreno

P=precarico; R=residuo



3° stralcio - opere consolidamento spondale del Po

Tratto 1 - sezione tipo S3

verifica stato attuale n°8b

fase in esaurimento onda di piena

falda quasi in equilibrio con pelo libero fiume

azione tirante di contrasto = 20 kN/m

Scala 1:150

Litotipo 1:

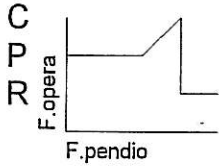
ϕ [°] = 33

c [kN/m²] = 0

γ [kN/m³] = 19

Gamma acqua [kN/m³] = 10

Metodo: Sarma



C (res. critica) = 20

P (precarico) = 0

R (res. residua) = 0

RN	FS
X%	RT

FS: fatt. sicurezza ottenibile

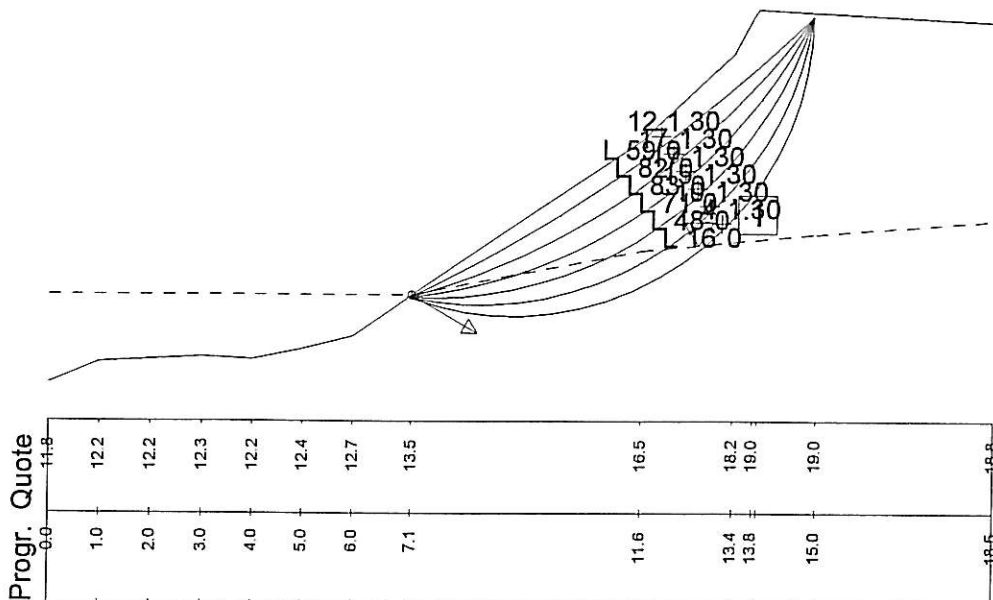
RN: reaz. per avere FS= 1.3

RT: res. a rottura del terreno

%: utilizzo resistenza critica

X: L=lineare; T=rottura terreno

P=precarico; R=residuo



3° stralcio - opere consolidamento spondale del Po

Tratto 1 - sezione tipo S3

verifica stato attuale n°8c

fase in esaurimento onda di piena

falda quasi in equilibrio con pelo libero fiume

azione tirante di contrasto = 30 kN/m

Scala 1:150

Litotipo 1:

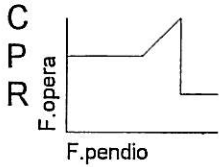
ϕ [°] = 33

c [kN/m²] = 0

gamma [kN/m³] = 19

Gamma acqua [kN/m³] = 10

Metodo: Sarma



C (res. critica) = 30

P (precarico) = 0

R (res. residua) = 0

RN	FS
X%	RT

FS: fatt. sicurezza ottenibile

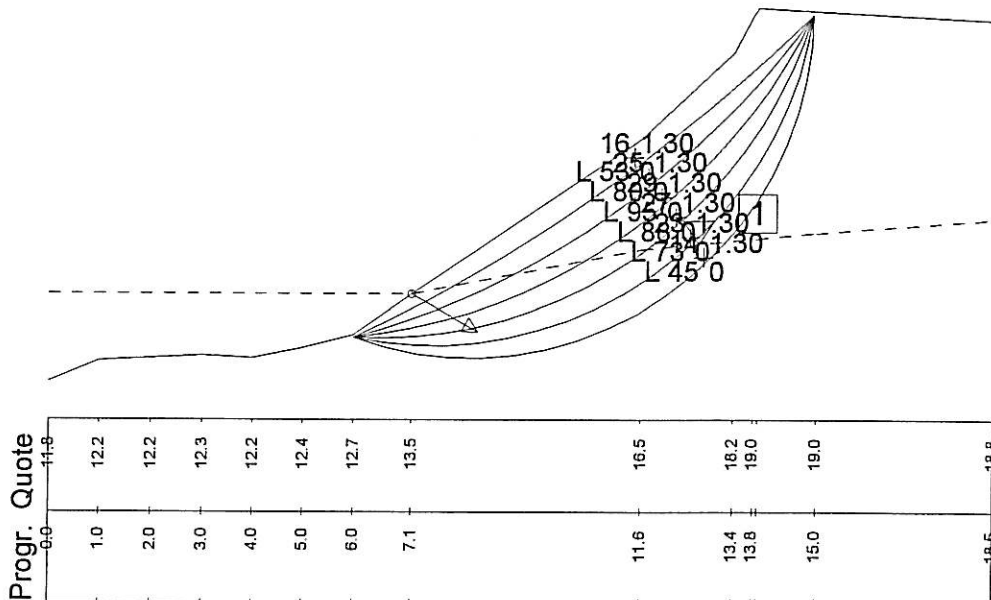
RN: rez. per avere FS= 1.3

RT: res. a rottura del terreno

#: utilizzo resistenza critica

X: L=lineare; T=rottura terreno

P=precarico; R=residuo



3° stralcio - opere consolidamento spondale del Po

Tratto 1 - sezione tipo S3

verifica stato attuale n°8d

fase in esaurimento onda di piena

falda quasi in equilibrio con pelo libero fiume

azione tirante di contrasto = 15 kN/m

Scala 1:150

Litotipo 1:

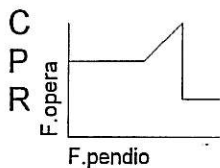
ϕ [°] = 33

c [kN/m²] = 0

gamma [kN/m³] = 19

Gamma acqua [kN/m³] = 10

Metodo: Sarma



C (res. critica) = 15

P (precarico) = 0

R (res. residua) = 0

RN	FS
X%	RT

FS: fatt. sicurezza ottenibile

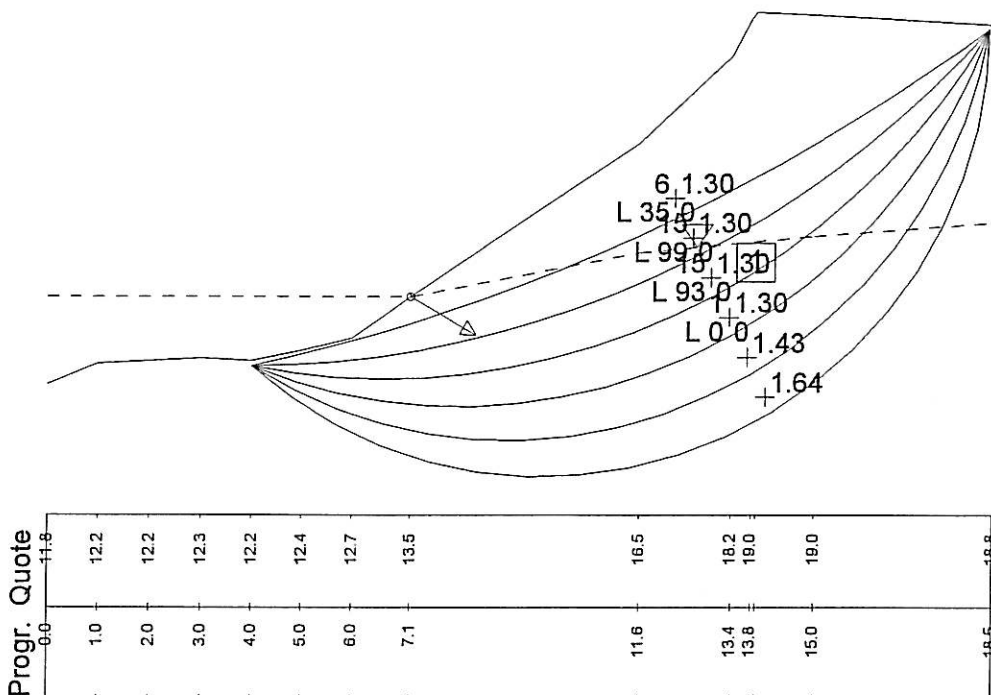
RN: reaz. per avere FS= 1.3

RT: res. a rottura del terreno

%: utilizzo resistenza critica

X: L=lineare; T=rottura terreno

P=precarico; R=residuo



3° stralcio - opere consolidamento spondale del Po

Tratto 1 - sezione tipo S3

verifica stato attuale n°9a

fase in esaurimento onda di piena

falda in disequilibrio con pelo libero fiume

azione tirante di contrasto = nessuno

Scala 1:150

Litotipo 1:

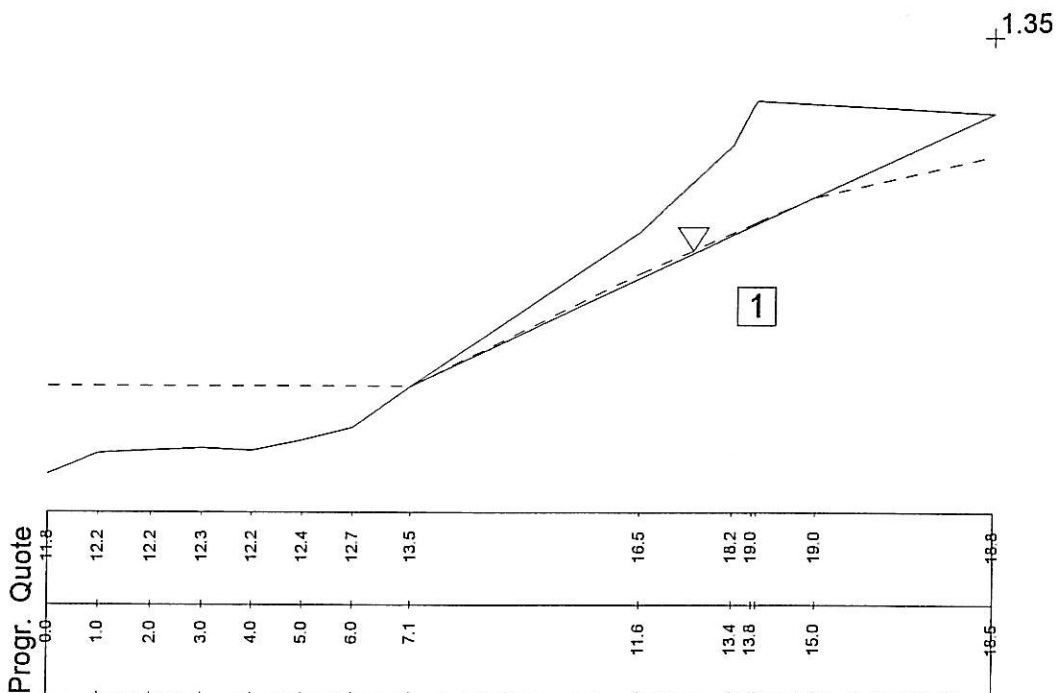
ϕ [°] = 33

c [kN/m²] = 0

γ [kN/m³] = 19

Gamma acqua [kN/m³] = 10

Metodo: Sarma



3° stralcio - opere consolidamento spondale del Po

Tratto 1 - sezione tipo S3

verifica stato attuale n°9b

fase in esaurimento onda di piena

falda in disequilibrio con pelo libero fiume

azione tirante di contrasto = 40 kN/m

Scala 1:150

Litotipo 1:

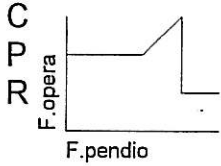
ϕ [°] = 33

c [kN/m²] = 0

gamma [kN/m³] = 19

Gamma acqua [kN/m³] = 10

Metodo: Sarma



C (res. critica) = 40

P (precarico) = 0

R (res. residua) = 0

RN	FS
X%	RT

FS: fatt. sicurezza ottenibile

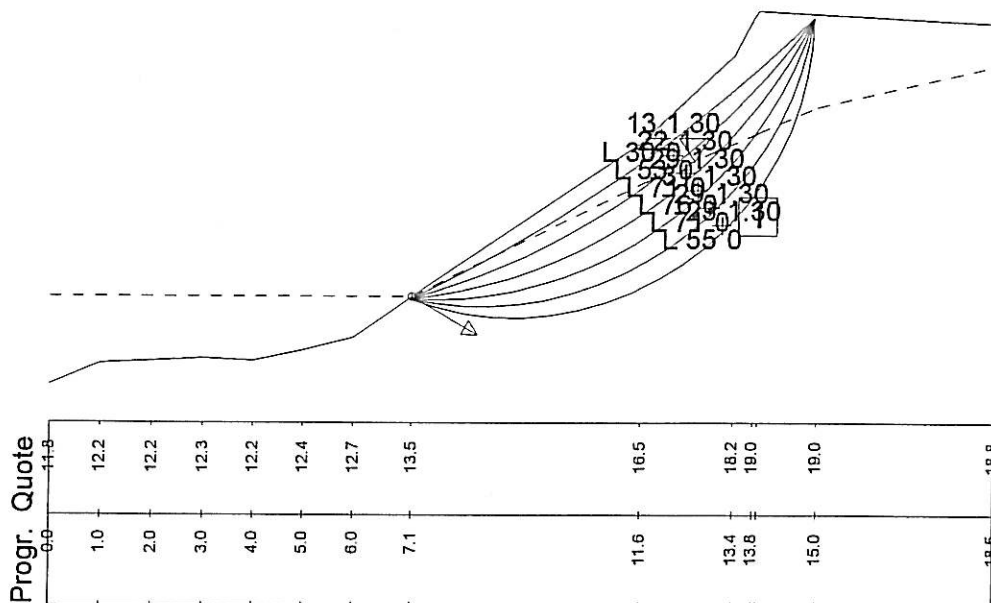
RN: rez. per avere FS= 1.3

RT: res. a rottura del terreno

%: utilizzo resistenza critica

X: L=lineare; T=rottura terreno

P=precarico; R=residuo



3° stralcio - opere consolidamento spondale del Po

Tratto 1 - sezione tipo S3

verifica stato attuale n°9c

fase in esaurimento onda di piena

falda in disequilibrio con pelo libero fiume

azione tirante di contrasto = 50 kN/m

Scala 1:150

Litotipo 1:

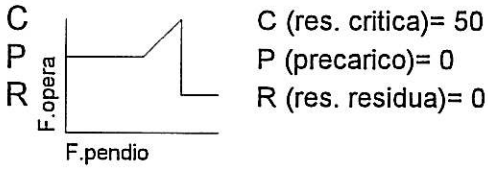
ϕ [°] = 33

c [kN/m²] = 0

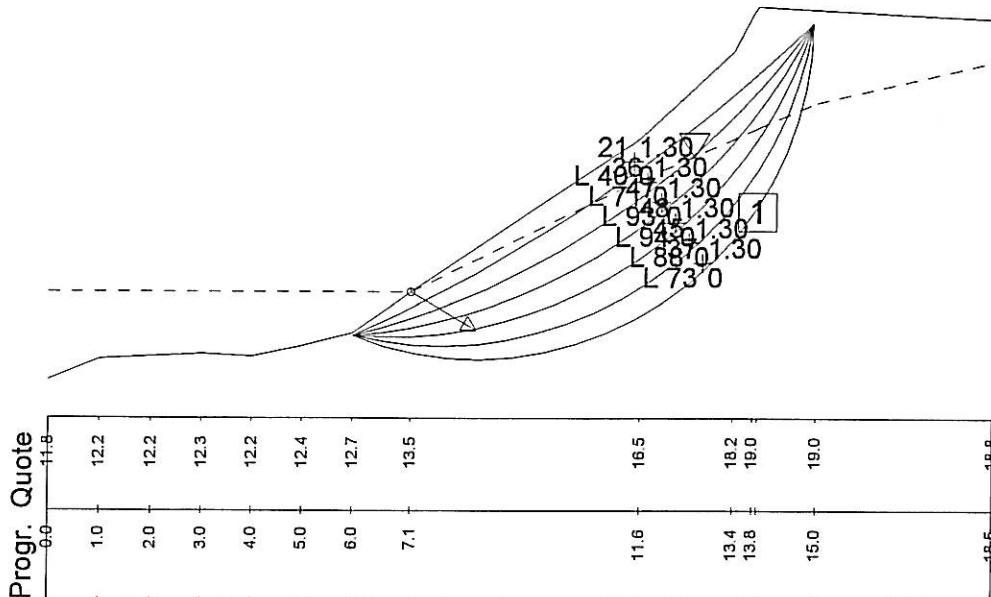
gamma [kN/m³] = 19

Gamma acqua [kN/m³] = 10

Metodo: Sarma



RN	FS	FS: fatt. sicurezza ottenibile
X%	RT	RN: reaz. per avere FS= 1.3
		RT: res. a rottura del terreno
		%: utilizzo resistenza critica
		X: L=lineare; T=rottura terreno
		P=precarico; R=residuo



3° stralcio - opere consolidamento spondale del Po

Tratto 1 - sezione tipo S3

verifica stato attuale n°9d

fase in esaurimento onda di piena

falda in disequilibrio con pelo libero fiume

azione tirante di contrasto = 70 kN/m

Scala 1:150

Litotipo 1:

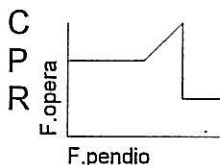
ϕ [°] = 33

c [kN/m²] = 0

gamma [kN/m³] = 19

Gamma acqua [kN/m³] = 10

Metodo: Sarma



C (res. critica) = 70

P (precarico) = 0

R (res. residua) = 0

RN	FS
X%	RT

FS: fatt. sicurezza ottenibile

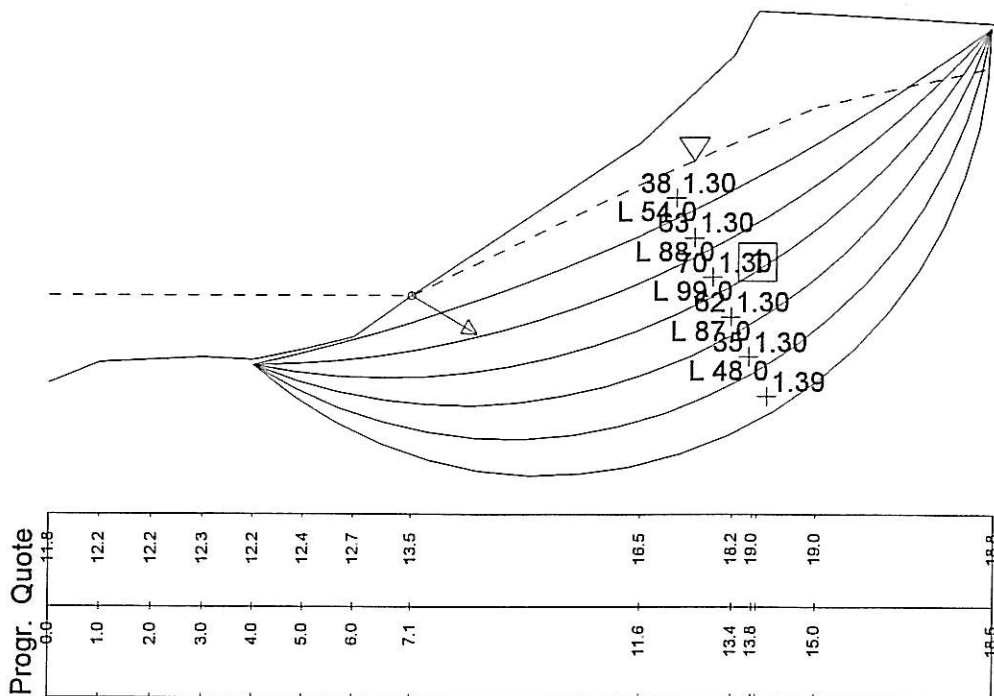
RN: rez. per avere FS= 1.3

RT: res. a rottura del terreno

%: utilizzo resistenza critica

X: L=lineare; T=rottura terreno

P=precarico; R=residuo



APPENDICE 4

"VERIFICHE DIMENSIONAMENTO TELI TERRA RINFORZATA"

3° stralcio Opere consolidamento spondale del Po

Tratto 1 sezione tipo S3

fase di magra

falda in equilibrio con pelo libero fiume

verifica dimensionamento teli

resistenza a trazione 40 kN/m

Scala 1:150

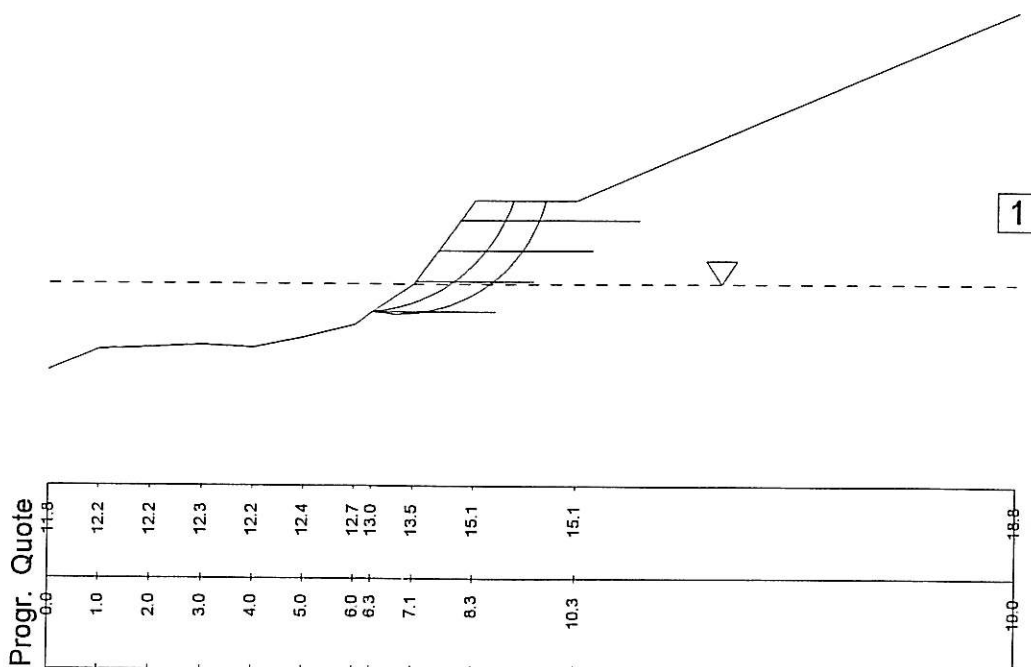
Litotipo 1:

ϕ [°] = 33

c [kN/m²] = 0

γ [kN/m³] = 19

Gamma acqua [kN/m³] = 10



VERIFICA DI STABILITA'

3°stralcio Opere consolidamento spondale del Po

Tratto 1 sezione tipo S3

fase di magra

falda in equilibrio con pelo libero fiume

verifica dimensionamento teli

resistenza a trazione 40 kN/m

PIANO DI CAMPAGNA PARAMETRI GEOTECNICI

Angolo di attrito [°]	33
Coesione [kN/m ²]	0
Peso di volume [kN/m ³]	19

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0.00	11.847
2	1.00	12.247
3	2.00	12.297
4	3.00	12.347
5	4.00	12.297
6	5.00	12.497
7	6.00	12.747
8	6.35	13.000
9	7.15	13.549
10	8.35	15.179
11	10.35	15.179
12	19.04	18.890

SUPERFICIE FALDA

Peso di volume dell'acqua [kN/m ³]	10
--	----

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0.00	13.549
2	7.15	13.549
3	19.04	13.549

Forze Stabilizzanti

Ascissa Terreno	Altezza Forze Stabilizzanti	Forza Stabilizzante	Lunghezza Teli Tieback	Lunghezza Teli Compound	Lunghezza Infissione	Lunghezza Totale Teli
6.350000	13.0	1.9583930	0.4180002	1.041882	1.386139	2.428021
7.187547	13.6	2.0871760	0.7650576	0.000000	1.562051	2.327108
7.629264	14.2	1.0948710	0.9469471	0.000000	2.113047	3.059994
8.070982	14.8	0.1920807	0.8763390	0.000000	2.661792	3.538131

3° stralcio Opere consolidamento spondale del Po

Tratto 1 sezione tipo S3

fase in esaurimento onda di piena

falda quasi in equilibrio con pelo libero fiume

verifica dimensionamento teli

resistenza a trazione 40 kN/m

Scala 1:150

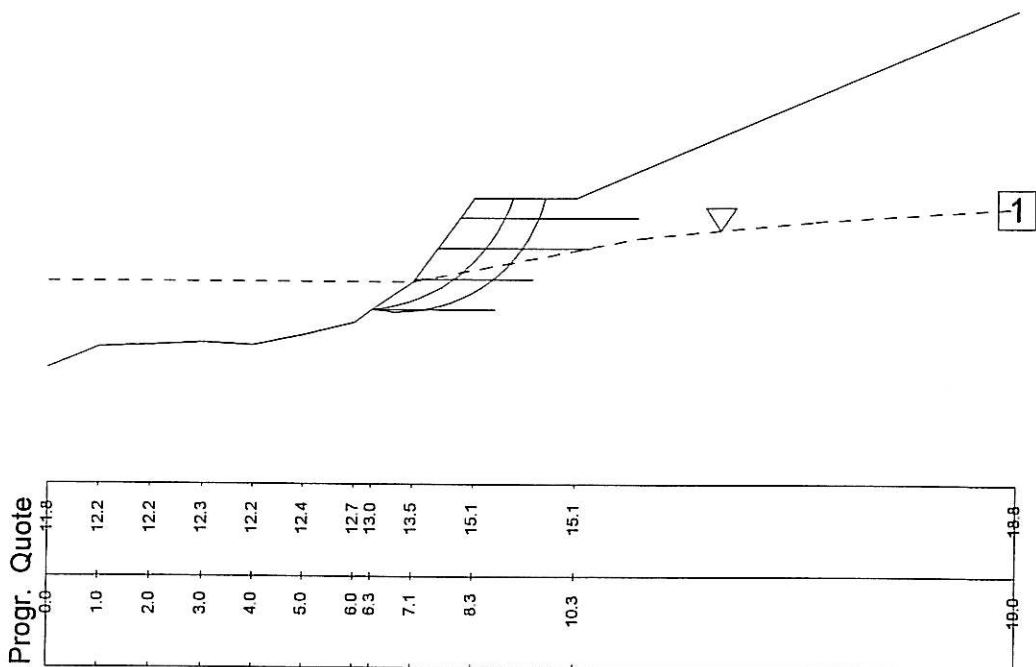
Litotipo 1:

ϕ [°] = 33

c [kN/m²] = 0

γ [kN/m³] = 19

Gamma acqua [kN/m³] = 10



VERIFICA DI STABILITA'
 3° stralcio Opere consolidamento sponale del Po
 Tratto 1 sezione tipo S3
 fase in esaurimento onda di piena
 falda quasi in equilibrio con pelo libero fiume
 verifica dimensionamento teli
 resistenza a trazione 40 kN/m

PIANO DI CAMPAGNA
 PARAMETRI GEOTECNICI

Angolo di attrito [°]	33
Coesione [kN/m ²]	0
Peso di volume [kN/m ³]	19

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0.00	11.847
2	1.00	12.247
3	2.00	12.297
4	3.00	12.347
5	4.00	12.297
6	5.00	12.497
7	6.00	12.747
8	6.35	13.000
9	7.15	13.549
10	8.35	15.179
11	10.35	15.179
12	19.04	18.890

SUPERFICIE FALDA

Peso di volume dell'acqua [kN/m ³]	10
--	----

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0.000	13.549
2	7.150	13.549
3	11.664	14.409
4	15.090	14.729
5	19.040	14.999

Forze Stabilizzanti

Ascissa Terreno	Altezza Forze Stabilizzanti	Forza Stabilizzante	Lunghezza Teli Tieback	Lunghezza Teli Compound	Lunghezza Infissione	Lunghezza Totale Teli
6.350000	13.0	2.2708600	0.4180002	1.041882	1.386139	2.428021
7.187547	13.6	2.0871760	0.7650576	0.000000	1.562051	2.327108
7.629264	14.2	1.0948710	0.9469471	0.000000	2.113047	3.059994
8.070982	14.8	0.1920807	0.8763390	0.000000	2.661792	3.538131

3° stralcio Opere consolidamento spondale del Po

Tratto 1 sezione tipo S3

fase in esaurimento onda di piena

falda in disequilibrio con pelo libero fiume

verifica dimensionamento teli

resistenza a trazione 40 kN/m

Scala 1:150

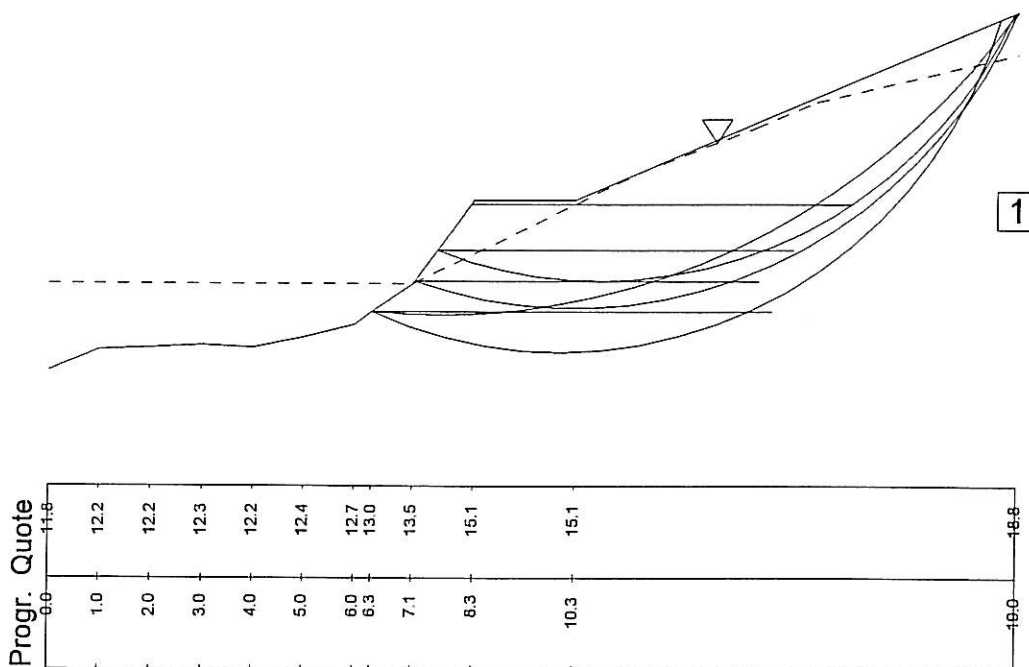
Litotipo 1:

ϕ [°] = 33

c [kN/m²] = 0

gamma [kN/m³] = 19

Gamma acqua [kN/m³] = 10



VERIFICA DI STABILITA'
 3° stralcio Opere consolidamento spondale del Po
 Tratto 1 sezione tipo S3
 fase in esaurimento onda di piena
 falda in disequilibrio con pelo libero fiume
 verifica dimensionamento teli
 resistenza a trazione 40 kN/m

PIANO DI CAMPAGNA
 PARAMETRI GEOTECNICI

Angolo di attrito [°]	33
Coesione [kN/m ²]	0
Peso di volume [kN/m ³]	19

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0.00	11.847
2	1.00	12.247
3	2.00	12.297
4	3.00	12.347
5	4.00	12.297
6	5.00	12.497
7	6.00	12.747
8	6.35	13.000
9	7.15	13.549
10	8.35	15.179
11	10.35	15.179
12	19.04	18.890

SUPERFICIE FALDA

Peso di volume dell'acqua [kN/m ³]	10
--	----

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0.000	13.549
2	7.150	13.549
3	11.664	15.739
4	13.900	16.600
5	15.090	17.100
6	19.040	18.049

Forze Stabilizzanti

Ascissa Terreno	Altezza Forze Stabilizzanti	Forza Stabilizzante	Lunghezza Teli Tieback	Lunghezza Teli Compound	Lunghezza Infissione	Lunghezza Totale Teli
6.350000	13.0	14.394130	2.586319	7.388073	0.5024210	7.890494
7.187547	13.6	10.601210	4.693936	6.244412	0.5584949	6.802907
7.629264	14.2	1.206475	5.805049	6.411077	0.6157849	7.026862
8.291842	15.1	7.501505	6.786633	0.000000	0.7251843	7.511818

3° stralcio Opere consolidamento spondale del Po

Tratto 2 sezione tipo S1

fase di magra

falda in equilibrio con pelo libero fiume

verifica dimensionamento teli

resistenza a trazione 40 kN/m

Scala 1:150

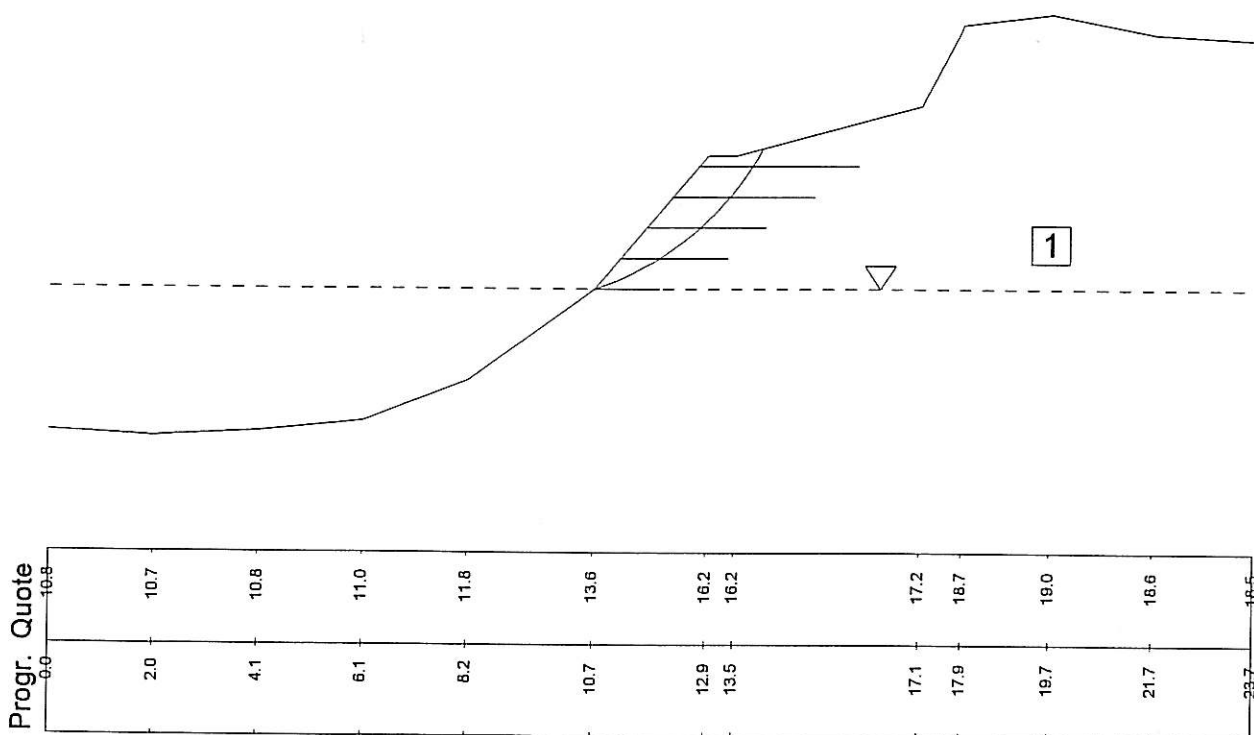
Litotipo 1:

ϕ [°] = 33

c [kN/m²] = 0

gamma [kN/m³] = 19

Gamma acqua [kN/m³] = 10



VERIFICA DI STABILITA'

3° stralcio Opere consolidamento spondale del Po

Tratto 2 sezione tipo S1

fase di magra

falda in equilibrio con pelo libero fiume

verifica dimensionamento teli

resistenza a trazione 40 kN/m

PIANO DI CAMPAGNA PARAMETRI GEOTECNICI

Angolo di attrito [°]	33
Coesione [kN/m ²]	0
Peso di volume [kN/m ³]	19

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0.00	10.800
2	2.06	10.700
3	4.12	10.800
4	6.18	11.000
5	8.24	11.800
6	10.72	13.600
7	12.95	16.210
8	13.50	16.210
9	17.13	17.200
10	17.97	18.792
11	19.71	19.010
12	21.74	18.610
13	23.74	18.500

SUPERFICIE FALDA

Peso di volume dell'acqua [kN/m ³]	10
--	----

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0.00	13.6
2	10.72	13.6
3	23.74	13.6

Forze Stabilizzanti

Ascissa Terreno	Altezza Forze Stabilizzanti	Forza Stabilizzante	Lunghezza Teli Tieback	Lunghezza Teli Compound	Lunghezza Infissione	Lunghezza Totale Teli
10.72000	13.6	3.42226400	0.1924562	0	1.097298	1.289754
11.23264	14.2	2.48625600	0.7651939	0	1.359601	2.124795
11.74529	14.8	1.53429000	1.0509310	0	1.312730	2.363661
12.25793	15.4	0.71780870	1.1170750	0	1.684505	2.801580
12.77058	16.0	0.04289517	1.0447900	0	2.098043	3.142833

3° stralcio Opere consolidamento spondale del Po

Tratto 2 sezione tipo S1

fase in esaurimento onda di piena

falda quasi in equilibrio con pelo libero fiume

verifica dimensionamento teli

resistenza a trazione 40 kN/m

Scala 1:150

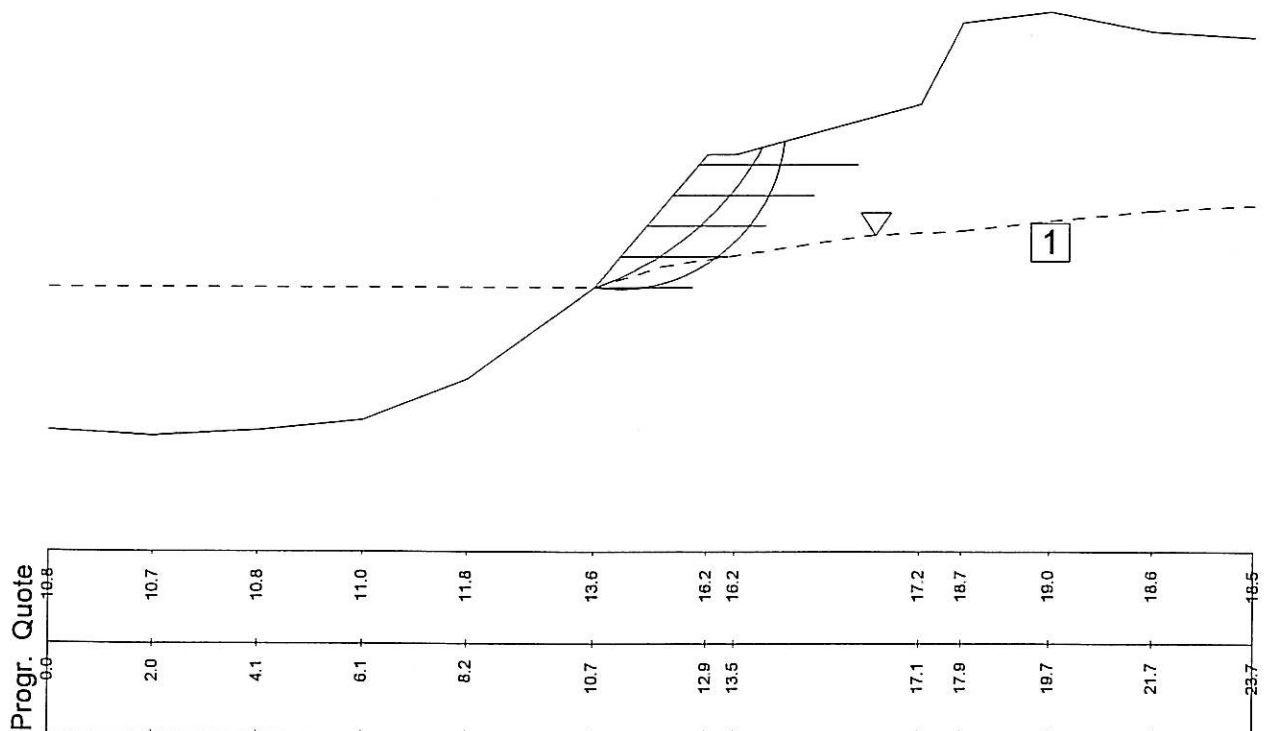
Litotipo 1:

ϕ [°] = 33

c [kN/m²] = 0

γ [kN/m³] = 19

Gamma acqua [kN/m³] = 10



VERIFICA DI STABILITA'
 3° stralcio Opere consolidamento spondale del Po
 Tratto 2 sezione tipo S1
 fase in esaurimento onda di piena
 falda quasi in equilibrio con pelo libero fiume
 verifica dimensionamento teli
 resistenza a trazione 40 kN/m

PIANO DI CAMPAGNA
 PARAMETRI GEOTECNICI

Angolo di attrito [°]	33
Coesione [kN/m ²]	0
Peso di volume [kN/m ³]	19

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0.00	10.800
2	2.06	10.700
3	4.12	10.800
4	6.18	11.000
5	8.24	11.800
6	10.72	13.600
7	12.95	16.210
8	13.50	16.210
9	17.13	17.200
10	17.97	18.792
11	19.71	19.010
12	21.74	18.610
13	23.74	18.500

SUPERFICIE FALDA

Peso di volume dell'acqua [kN/m ³]	10
--	----

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0.00	13.6
2	10.72	13.6
3	12.05	14.0
4	16.04	14.6
5	17.97	14.7
6	19.71	14.9
7	21.74	15.1
8	23.74	15.2

Forze Stabilizzanti

Ascissa Terreno	Altezza Forze Stabilizzanti	Forza Stabilizzante	Lunghezza Teli Tieback	Lunghezza Teli Compound	Lunghezza Infissione	Lunghezza Totale Teli
10.72000	13.6	3.42226400	0.1924562	0.9655027	0.9854918	1.950994
11.23264	14.2	2.48625800	0.7651939	0.0000000	1.3596010	2.124795
11.74529	14.8	1.53429000	1.0509310	0.0000000	1.3127300	2.363661
12.25793	15.4	0.71780870	1.1170750	0.0000000	1.6845050	2.801580
12.77058	16.0	0.04289517	1.0447900	0.0000000	2.0980430	3.142833

3° stralcio Opere consolidamento spondale del Po

Tratto 2 sezione tipo S1

fase in esaurimento onda di piena

falda in disequilibrio con pelo libero fiume

verifica dimensionamento teli

resistenza a trazione 40 kN/m

Scala 1:150

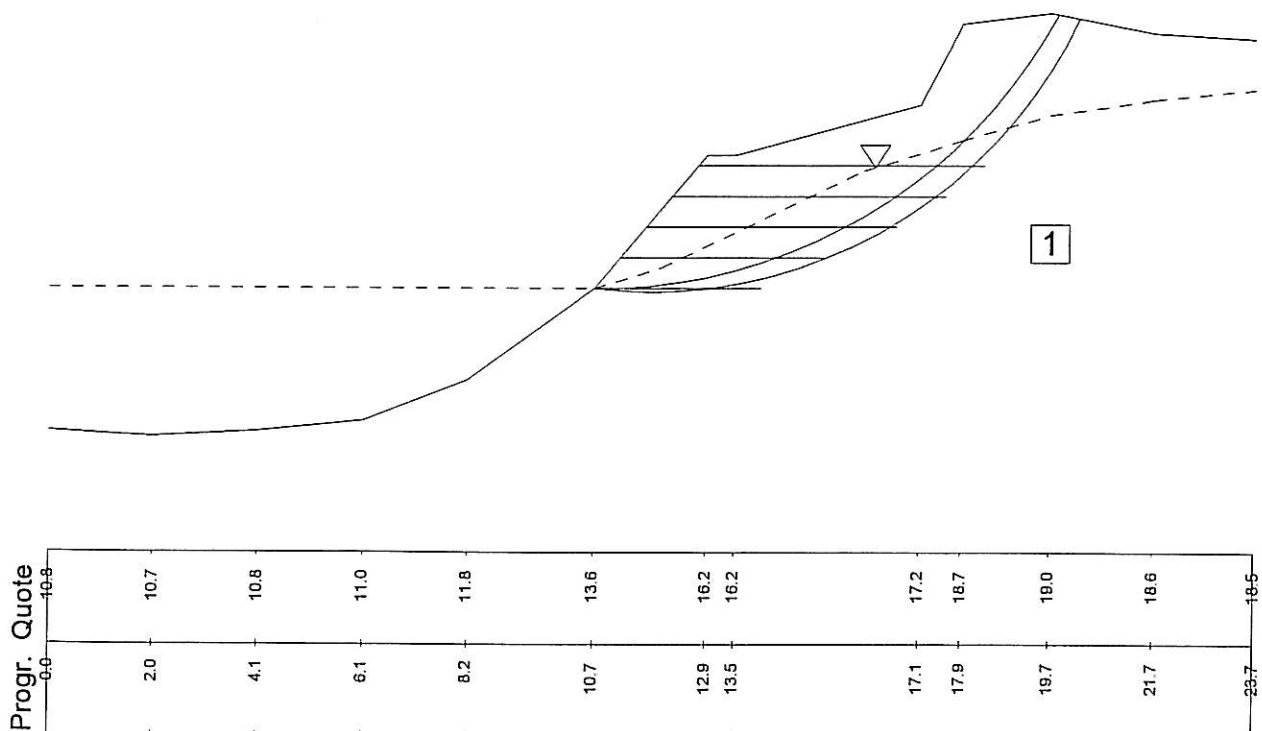
Litotipo 1:

ϕ [°] = 33

c [kN/m²] = 0

γ [kN/m³] = 19

Gamma acqua [kN/m³] = 10



VERIFICA DI STABILITA'
 3°stralcio Opere consolidamento sponale del Po
 Tratto 2 sezione tipo S1
 fase in esaurimento onda di piena
 falda in disequilibrio con pelo libero fiume
 verifica dimensionamento teli
 resistenza a trazione 40 kN/m

PIANO DI CAMPAGNA
 PARAMETRI GEOTECNICI

Angolo di attrito [°]	33
Coesione [kN/m ²]	0
Peso di volume [kN/m ³]	19

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0.00	10.800
2	2.06	10.700
3	4.12	10.800
4	6.18	11.000
5	8.24	11.800
6	10.72	13.600
7	12.95	16.210
8	13.50	16.210
9	17.13	17.200
10	17.97	18.792
11	19.71	19.010
12	21.74	18.610
13	23.74	18.500

SUPERFICIE FALDA

Peso di volume dell'acqua [kN/m ³]	10
--	----

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0.00	13.6
2	10.72	13.6
3	12.05	14.0
4	16.04	15.9
5	17.97	16.5
6	19.71	17.0
7	21.74	17.3
8	23.74	17.5

Forze Stabilizzanti

Ascissa Terreno	Altezza Forze Stabilizzanti	Forza Stabilizzante	Lunghezza Teli Tieback	Lunghezza Teli Compound	Lunghezza Infissione	Lunghezza Totale Teli
10.72000	13.6	6.47537000	1.491440	2.290799	1.0152080	3.306007
11.23264	14.2	2.48625800	3.080222	0.000000	0.9523233	4.032546
11.74529	14.8	1.53429000	3.921819	0.000000	1.0197320	4.941551
12.25793	15.4	0.71780870	4.392436	0.000000	0.9950447	5.387481
12.77058	16.0	0.04289517	4.667645	0.000000	0.9880553	5.655701

3° stralcio Opere consolidamento spondale del Po

Tratto 3 sezione tipo S2

fase di magra

falda in equilibrio con pelo libero fiume

verifica dimensionamento teli

resistenza a trazione 40 kN/m

Scala 1:150

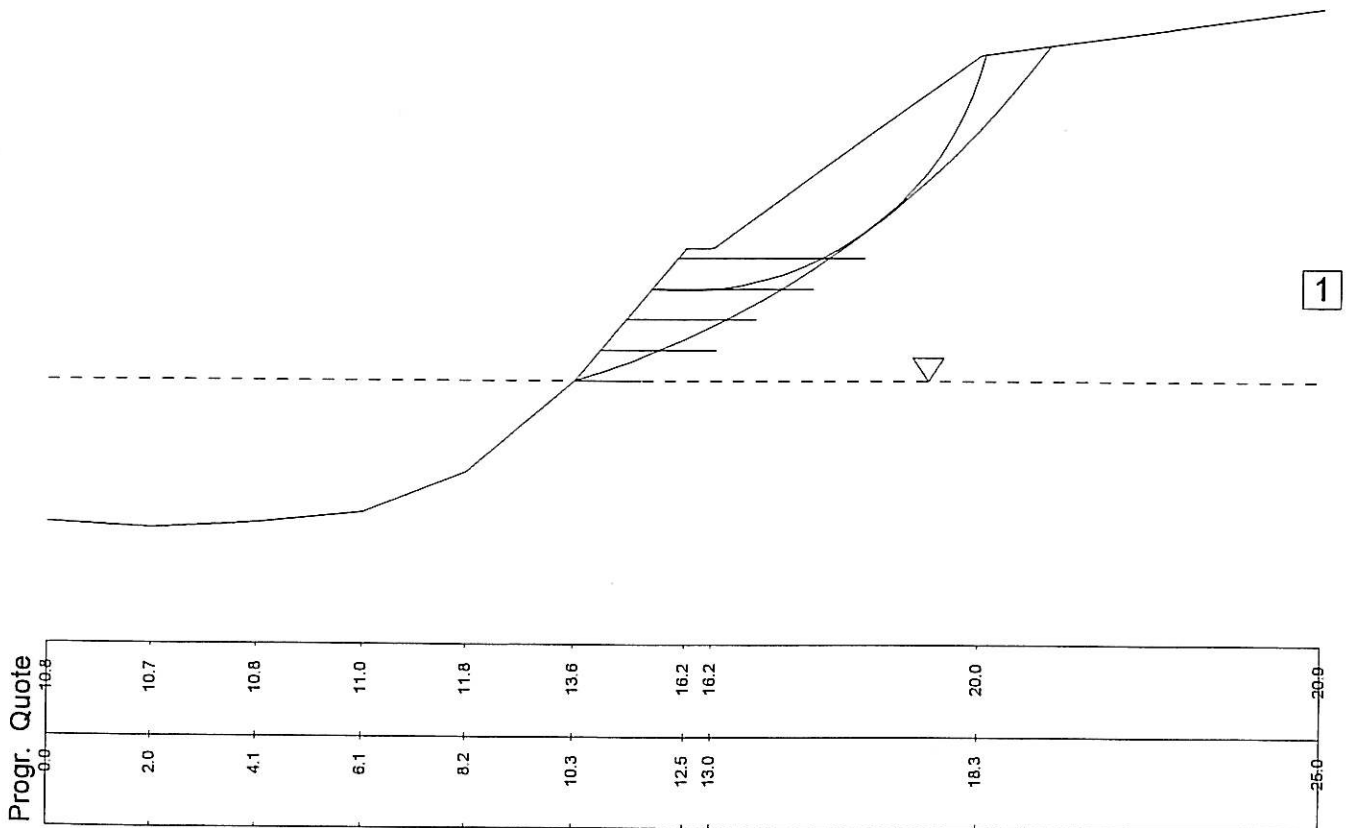
Litotipo 1:

ϕ [°] = 33

c [kN/m²] = 0

γ [kN/m³] = 19

Gamma acqua [kN/m³] = 10



VERIFICA DI STABILITA'

3°stralcio Opere consolidamento spondale del Po

Tratto 3 sezione tipo S2

fase di magra

falda in equilibrio con pelo libero fiume

verifica dimensionamento teli

resistenza a trazione 40 kN/m

PIANO DI CAMPAGNA PARAMETRI GEOTECNICI

Angolo di attrito [°]	33
Coesione [kN/m ²]	0
Peso di volume [kN/m ³]	19

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0.00	10.80
2	2.06	10.70
3	4.12	10.80
4	6.18	11.00
5	8.24	11.80
6	10.35	13.60
7	12.56	16.20
8	13.09	16.20
9	18.31	20.00
10	25.07	20.93

SUPERFICIE FALDA

Peso di volume dell'acqua [kN/m ³]	10
--	----

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0.00	13.6
2	25.07	13.6

Forze Stabilizzanti

Ascissa Terreno	Altezza Forze Stabilizzanti	Forza Stabilizzante	Lunghezza Teli Tieback	Lunghezza Teli Compound	Lunghezza Infissione	Lunghezza Totale Teli
10.35	13.6	7.159081	0.2313995	0.000000	1.0937010	1.325101
10.86	14.2	5.843682	1.1837810	0.000000	1.1190690	2.302850
11.37	14.8	4.388447	1.9777640	1.309199	0.5981572	2.575921
11.88	15.4	2.749752	2.5542820	1.309199	0.6455169	3.199799
12.39	16.0	7.060562	2.9791050	0.000000	0.7054152	3.684520

3° stralcio Opere consolidamento spondale del Po

Tratto 3 sezione tipo S2

fase in esaurimento onda di piena

falda quasi in equilibrio con pelo libero fiume

verifica dimensionamento teli

resistenza a trazione 40 kN/m

Scala 1:150

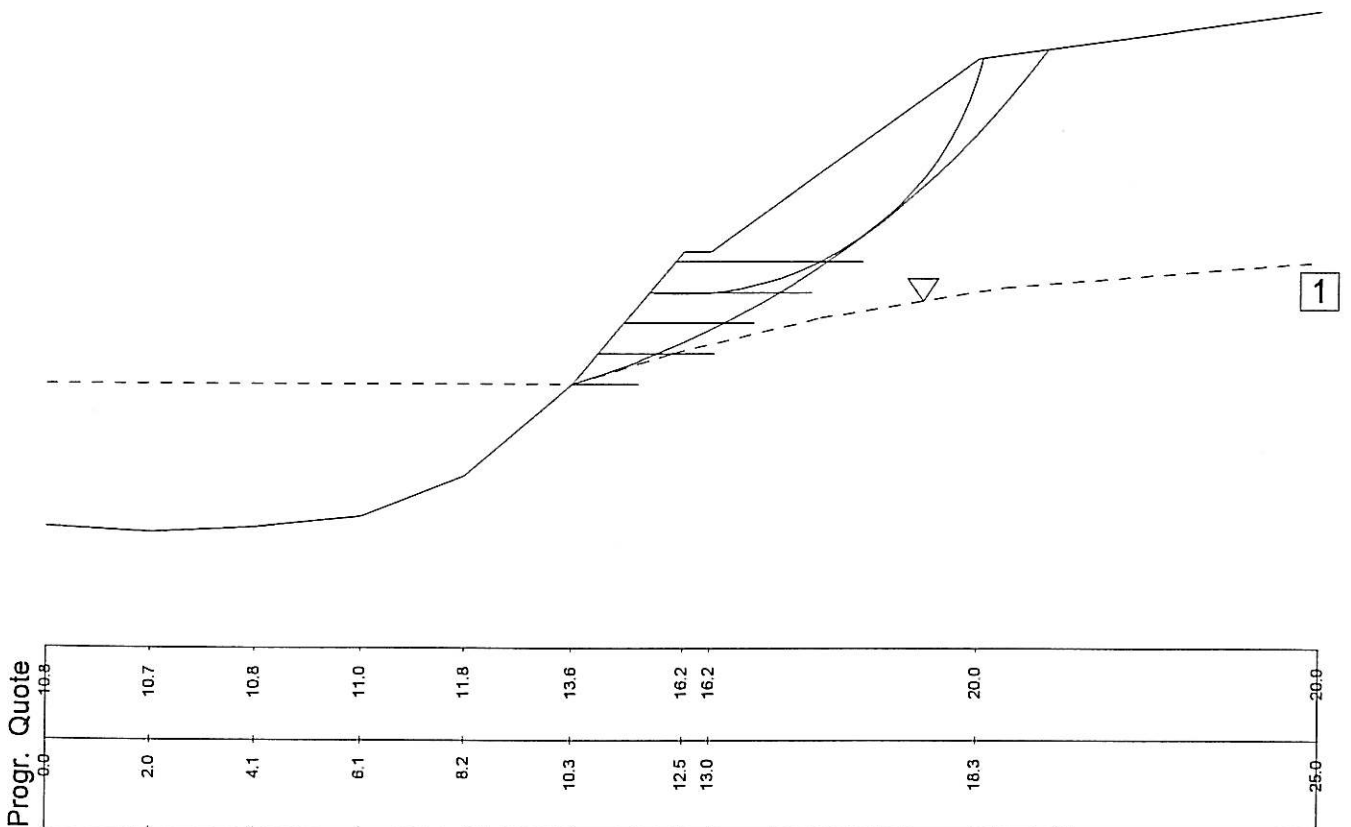
Litotipo 1:

ϕ [°] = 33

c [kN/m²] = 0

γ [kN/m³] = 19

Gamma acqua [kN/m³] = 10



VERIFICA DI STABILITA'
 3°stralcio Opere consolidamento spondale del Po
 Tratto 3 sezione tipo S2
 fase in esaurimento onda di piena
 falda quasi in equilibrio con pelo libero fiume
 verifica dimensionamento teli
 resistenza a trazione 40 kN/m

PIANO DI CAMPAGNA
 PARAMETRI GEOTECNICI

Angolo di attrito [°]	33
Coesione [kN/m ²]	0
Peso di volume [kN/m ³]	19

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0.00	10.80
2	2.06	10.70
3	4.12	10.80
4	6.18	11.00
5	8.24	11.80
6	10.35	13.60
7	12.56	16.20
8	13.09	16.20
9	18.31	20.00
10	25.07	20.93

SUPERFICIE FALDA

Peso di volume dell'acqua [kN/m ³]	10
--	----

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0.00	13.6
2	10.35	13.6
3	12.35	14.2
4	15.25	14.9
5	18.85	15.5
6	25.07	16.0

Forze Stabilizzanti

Ascissa Terreno	Altezza Forze Stabilizzanti	Forza Stabilizzante	Lunghezza Teli Tieback	Lunghezza Teli Compound	Lunghezza Infissione	Lunghezza Totale Teli
10.35	13.6	7.159083	0.2313995	0.000000	1.0937010	1.325101
10.86	14.2	5.843677	1.1837810	0.000000	1.1190690	2.302850
11.37	14.8	4.388397	1.9777640	1.309199	0.5981572	2.575921
11.88	15.4	2.749798	2.5542820	1.309199	0.6455169	3.199799
12.39	16.0	7.060563	2.9791050	0.000000	0.7054152	3.684520

3° stralcio Opere consolidamento spondale del Po

Tratto 3 sezione tipo S2

fase in esaurimento onda di piena

falda in disequilibrio con pelo libero fiume

verifica dimensionamento teli

resistenza a trazione 40 kN/m

Scala 1:150

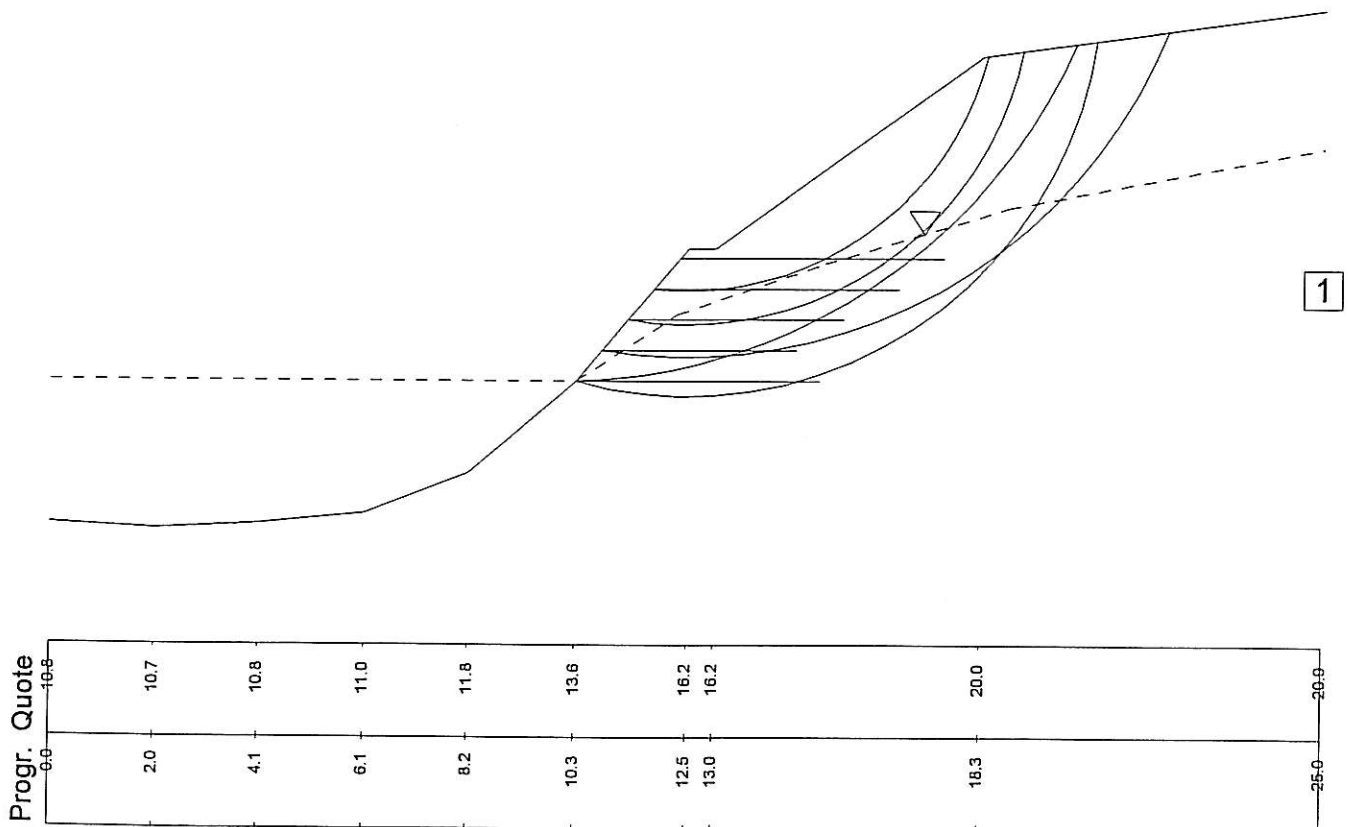
Litotipo 1:

ϕ [°] = 33

c [kN/m²] = 0

γ [kN/m³] = 19

Gamma acqua [kN/m³] = 10



VERIFICA DI STABILITA'
 3° stralcio Opere consolidamento spondale del Po
 Tratto 3 sezione tipo S2
 fase in esaurimento onda di piena
 falda in disequilibrio con pelo libero fiume
 verifica dimensionamento teli
 resistenza a trazione 40 kN/m

PIANO DI CAMPAGNA
 PARAMETRI GEOTECNICI

Angolo di attrito [°]	33
Coesione [kN/m ²]	0
Peso di volume [kN/m ³]	19

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0.00	10.80
2	2.06	10.70
3	4.12	10.80
4	6.18	11.00
5	8.24	11.80
6	10.35	13.60
7	12.56	16.20
8	13.09	16.20
9	18.31	20.00
10	25.07	20.93

SUPERFICIE FALDA

Peso di volume dell'acqua [kN/m ³]	10
--	----

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0.00	13.6
2	10.35	13.6
3	12.35	14.9
4	15.25	15.9
5	18.85	17.0
6	25.07	18.2

Forze Stabilizzanti

Ascissa Terreno	Altezza Forze Stabilizzanti	Forza Stabilizzante	Lunghezza Teli Tieback	Lunghezza Teli Compound	Lunghezza Infissione	Lunghezza Totale Teli
10.35	13.6	17.719750	1.157475	4.344584	0.4696409	4.814225
10.86	14.2	10.004230	2.803229	3.331514	0.5233943	3.854909
11.37	14.8	4.388397	3.705854	2.300951	0.5632081	4.269063
11.88	15.4	2.749798	4.222873	1.309199	0.6063585	4.829231
12.39	16.0	7.060563	4.535988	0.000000	0.6619062	5.197894