

# ADEGUAMENTO AREE GOLENALI nei Comuni di Carimate, Vertemate con Minoprio e Cantu' (CO) **MI-E-795**

## PROGETTO PRELIMINARE

APRILE 2015

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:  
ING. LUIGI MILLE

### PROGETTAZIONE:

#### PROFESSIONISTI INCARICATI:

Dott. Ing. GIOVANNI BATTISTA PEDUZZI

Prof. Ing. ALESSANDRO PAOLETTI  
Dott. Ing. STEFANO CROCI  
Dott. Ing. FILIPPO MALINGEGNO  
Dott. Ing. CRISTINA PASSONI

Dott. Ing. MASSIMO COCCATO  
Dott. Ing. ELISABETTA CUDINI

Dott. Geol. MARIO SPADA  
Dott. Geol. GIAN MARCO ORLANDI  
Dott. Geol. SUSANNA BIANCHI

Dott. Ing. ALESSANDRO BARBON

**ETATEC** S.R.L.  
STUDIO PAOLETTI

SOCIETA' DI INGEGNERIA

Via Bassini 23 20133 Milano | tel: +39 02 26681264 - fax +39 02 26681553  
etatec@etatec.it - etatec@pec.etatec.it - www.etatec.it

**STUDIO PAOLETTI**  
INGEGNERI ASSOCIATI

Via Bassini 23 20133 Milano | tel: +39 02 26681264 - fax: +39 02 26681553  
Studiopaolotti@etatec.it - Studiopaolotti@pec.etatec.it



BETA Studio S.R.L.

Ponte San Nicolò (PD) 35020 - Via Guido Rossa 29/a

Tel +39.049.8961120 - Fax +39 049.8961090 - info@betastudio.it



*Studio Associato di Geologia Spada*

Via Donizetti 17 24020 Ranica (BG)

tel: +39 035 516090 - +39 035 513738

Vicolo Manzoni 3 27038 Robbio (PV)



#### CONSULENZE SPECIALISTICHE:

##### ASPETTI PAESAGGISTICI E AMBIENTALI:

Arch. ANDREAS KIPAR  
Dott. Agr. GIOVANNI SALA  
Arch. LUISA BELLINI

##### QUALITA' DELLE ACQUE:

Prof. Dott. VALERIA MEZZANOTTE

**LAND Milano Srl**



UNI EN ISO 9001  
certificato 001.101.7



Via Varese 16 20121 Milano

tel: +39 02 806911.1 - fax: +39 02 806911.30 www.landmilano.com

GRUPPO LAND Milano Roma Cagliari Duisburg

Landscape  
Architecture  
Nature  
Development

Piazzale Aquileia 6 20144 Milano | tel: +39 02 4814701

TITOLO

SCALA

## RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA

Revisioni

1

2

Numero  
elaborato

TIPOLOGIA

PP

COMMESSA





250-24

DOCUMENTO

AT





NUMERO

A.3.4

A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

## INDICE

<b>1.0 PREMESSE</b>	<b>3</b>
<b>1.1 PROGRAMMA DI LAVORO E FONTI CONSULTATE</b>	<b>4</b>
<b>2.0 ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO</b>	<b>6</b>
<b>2.1 QUADRO GEOLOGICO COMPLESSIVO</b>	<b>7</b>
<b>2.2 RILIEVI DI DETTAGLIO</b>	<b>10</b>
<b>3.0 DATI GEOLOGICI – GEOTECNICI DI SOTTOSUOLO DISPONIBILI</b>	<b>11</b>
<b>4.0 PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE</b>	<b>14</b>
<b>4.1 SCENARI DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE</b>	<b>15</b>
<b>4.2 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO</b>	<b>16</b>
<b>5.0 MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO</b>	<b>19</b>
<b>6.0 STABILITA' DEGLI ARGINI</b>	<b>20</b>
<b>6.1 APPROCCIO PROGETTUALE</b>	<b>20</b>
<b>6.2 PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO</b>	<b>21</b>
<b>6.3 VERIFICHE DI STABILITA' DEGLI ARGINI</b>	<b>23</b>
<b>ALLEGATI</b>	<b>32</b>

A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>





## 1.0 PREMESSE

La presente relazione ha lo scopo di illustrare e dettagliare le caratteristiche geologico - tecniche del territorio interessato dagli interventi di adeguamento delle aree golenali nei Comuni di Carimate, Vertemate con Minoprio e Cantù (CO); gli stessi interventi sono inseriti nel piano delle opere finalizzate alla riduzione del rischio idraulico del torrente Seveso.

La relazione è parte integrante del progetto preliminare delle opere, predisposto su incarico di A.I.Po dalla scrivente A.T.P. “ETATEC Studio Paoletti s.r.l. – Studio Paoletti ing. Associati – BETA Studio s.r.l. – Studio ass. di geologia Spada – ing. Barbon”, aggiudicataria della gara pubblica “MI-E-795 – *incarico di progettazione preliminare e supporto alla progettazione definitiva degli interventi denominati – Aree di laminazione del torrente Seveso nei Comuni di Paderno Dugnano (MI), Varedo e Bovisio Masciago (MB), Lentate sul Seveso ed adeguamento delle aree golenali del torrente Seveso nei Comuni di Carimate, Vertemate con Minoprio e Cantù (CO)*”

Il progetto specifico prevede l’adeguamento di una serie di aree golenali del torrente Seveso attualmente interessate da fenomeni esondativi, localizzate nei Comuni di Vertemate con Minoprio, Cantù e Carimate, per un loro utilizzo quali invasi di laminazione delle piene.

Le opere prevedono una riprofilatura del fondo, per consentire un corretto scarico delle acque per gravità, e la realizzazione di una serie di arginature perimetrali per consentire l’esondazione solo durante il picco di piena, attraverso la tracimazione di una soglia fissa.

A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

La presente nota si concentra sulle analisi e sulle valutazioni a carattere geologico-tecnico e sismico.

Le analisi seguenti fanno riferimento principalmente alla documentazione tecnica disponibile sia nella letteratura scientifica che presso gli Enti territoriali, integrate dai rilievi e dalle verifiche dirette in sito.

*In questa fase preliminare, anche in base alle indicazioni ricevute dal Committente, non è stato possibile procedere ad indagini geognostiche specifiche.*





*Nelle successive fasi di progettazione sarà indispensabile procedere ad una serie di approfondimenti specifici, per una valutazione dei terreni di appoggio delle arginature ed una verifica delle loro caratteristiche geotecniche ed idrogeologiche in modo puntuale.*

### **1.1 PROGRAMMA DI LAVORO E FONTI CONSULTATE**

Le analisi seguenti fanno riferimento principalmente alla documentazione tecnica disponibile sia nella letteratura scientifica che presso gli Enti territoriali,





La principale documentazione tecnica utilizzata è di seguito dettagliata:

1. *“Carta geologica d’Italia alla scala 1:50.000 – foglio 096 SEREGNO: note illustrative – carta geologica”* – ISPRA Servizio Geologico d’Italia – a cura di Bini A., Sciunnach D. et al.;
2. *“Geologia degli acquiferi Padani della Regione Lombardia”* – Regione Lombardia – ENI Divisione AGIP – a cura di: Carcano e Piccin - 2002

A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

3. *“Comune di Vertemate con Minoprio (CO) – Definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del PTG ai sensi dell’art. 57 della L.R. 12/05: relazione – tavole grafiche” – a cura di StudioSesana – gennaio 2009;*
4. *“Comune di Cantù (CO) – Analisi della componente geologica, idrogeologica e sismica del PTG: relazione – tavole grafiche” – a cura di dr. Frati – dr. Civali – dr. Dal Negro – luglio 2006;*
5. *“Comune di Carimate (CO) – Componente geologica, idrogeologica e sismica a supporto del PTG ai sensi della L.R. 12/05 ai sensi della D.G.R. 8/7374 el 28 maggio 2008 – relazioni - tavole grafiche” – a cura di AREA studi Ambientali – agg. luglio 2013;*
6. *“Guide Geologiche Regionali – Alpi e Prealpi Lombarde – vol. 1” – Società Geologica Italiana – 1990*

Tutti gli elementi acquisiti sono stati integrati e rianalizzati sulla scorta delle verifiche dirette in sito.

A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

## 2.0 ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Le opere di progetto sono localizzate nella porzione meridionale della Provincia di Como, fino al limite con la Provincia di Monza e Brianza, nei Comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù. Poiché si tratta di aree di laminazione golenali, tutte le opere sono lungo il corso del torrente Seveso.

L'elemento geomorfologico ed idrologico caratterizzante tutta la zona di studio è costituito sicuramente dal torrente Seveso.





Nella zona nord dell'area di studio (Comune di Vertemate con Minoprio) il torrente Seveso mostra ancora caratteristiche di spiccata naturalità: lo stesso attraversa il territorio all'interno di un'ampia area alluvionale (proprio quella in cui verranno realizzate le tre aree di laminazione golenali), ben riconoscibile e fortemente incisa rispetto alle dorsali ed ai dossi morenici.

Lungo il tragitto la piana risulta spesso fortemente incassata, delimitata lateralmente da pareti subverticali di conglomerati tipo "Ceppo".

Nei territori più a sud la valle in cui scorre il torrente si fa più ampia, anche se continua a rimanere incisa e ribassata rispetto ai terrazzi glaciali, circostanti, rialzati.

Nell'estrema porzione meridionale di Carimate la piana alluvionale tende a confluire nella pianura s.s., anche se mantiene ancora un significativo riscontro morfologico, per la maggiore incisione rispetto ai territori circostanti.

L'area, in ampio, è costituita interamente da depositi sedimentari di origine fluvio-glaciale e fluviale, depositati durante il Quaternario, caratterizzato da periodi glaciali ed interglaciali, con le differenti dinamiche di erosione, smantellamento, trasporto e deposizione.

A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

## 2.1 QUADRO GEOLOGICO COMPLESSIVO

Il fondovalle attuale del torrente Seveso è caratterizzato dai depositi più recenti, mentre le aree più elevate coincidono con i depositi più antichi.

I nuovi rilievi effettuati nell'ambito del progetto CARG hanno rivisto questa metodologia di rilevamento e distinzione dei corpi geologici, adottando il nuovo criterio (prescritto dal Servizio Geologico Nazionale) che utilizza sia le classiche unità litostratigrafiche sia, ove possibile, le unità a limiti in conformi (UBSU).

I dati dei nuovi rilievi e delle nuove distinzioni adottate sono riassunti nella “Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 – foglio 096 Seregno”, a cura di Bini et al..

La carta propone anche un sovrasimbolo per caratterizzare la litologia dominante sulla base dei dati di sottosuolo disponibili. Nel presente lavoro si è quindi ritenuto di utilizzare le medesime distinzioni per l'assetto geologico dell'area di intervento.

*Tutte le aree di intervento sono caratterizzate dalla presenza di depositi attribuiti al Sistema del Po.*

### *Sistema del Po (POI - Pleistocene sup. – Olocene)*

L'Unità è costituita da ghiaie da medie a grossolane, a supporto di matrice sabbiosa o di clasti, localmente passanti a limi argillosi; i terreni sono privi di alterazione superficiale.

Localmente è presente una struttura gradata e/o embricata del deposito.

I clasti sono di natura poligenica, arrotondati, con dimensione variabile da 1 cm fino ad 1 metro, con valori medi di circa 10 cm.

*Si tratta dei depositi alluvionali che costituiscono la piana recente ed attuale del Fiume Seveso, lungo tutto l'areale di intervento e che rappresentano il “substrato geologico” delle opere di progetto.*



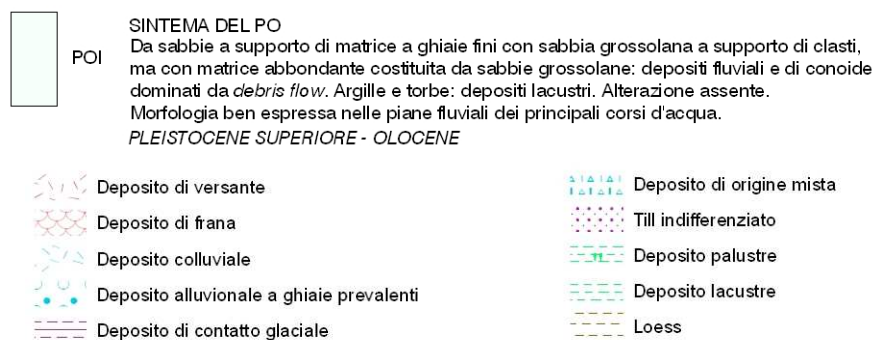
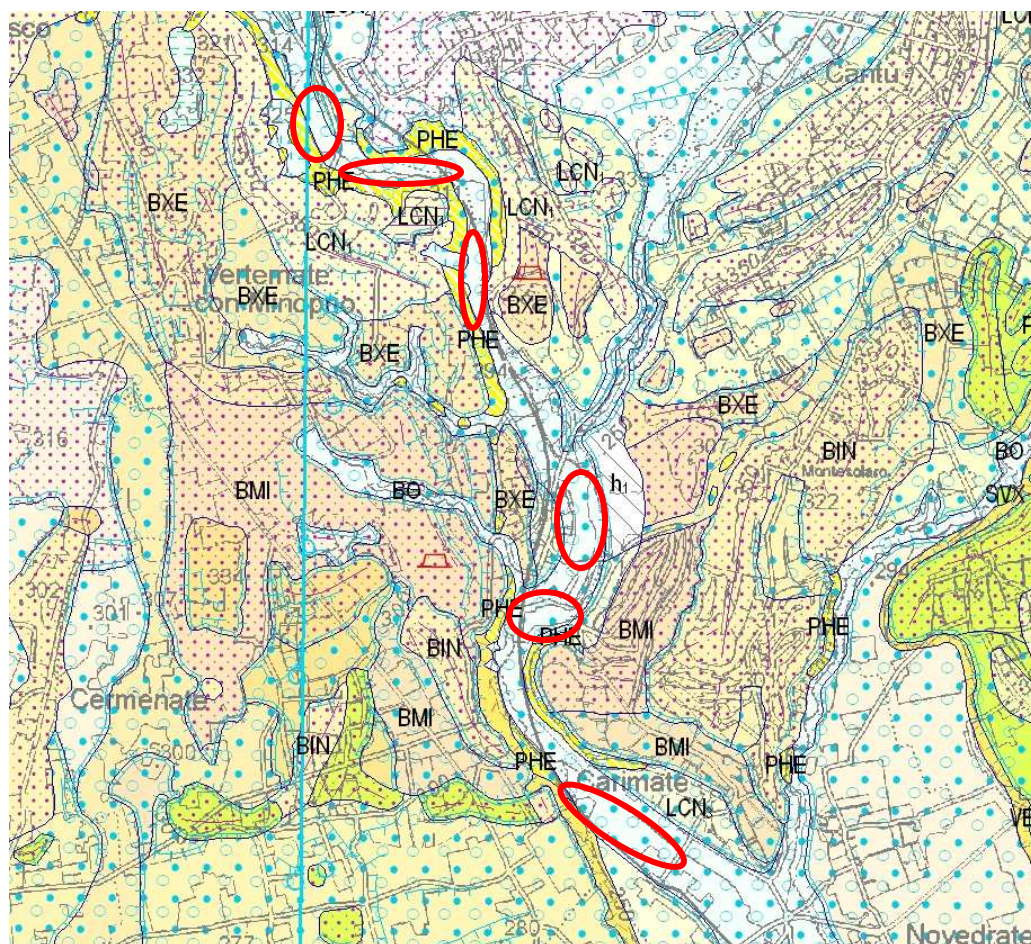






Fig. 1: Estratto della bozza della “Carta geologica d’Italia alla scala 1:50.000 – foglio 096 Seregno”. Il contorno rosso individua le aree in oggetto. In legenda sono riportate le Unità geologiche interessate dalle opere. Il sovrasimbolo a pallini blu indica la prevalenza di facies ghiaiose di natura alluvionale



A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

*Dal punto di vista litologico si tratta, in prevalenza, di ghiaie alluvionali recenti, con ciottoli arrotondati, spesso embricati, con un grado di addensamento variabile con la profondità (generalmente mediocre / scarso in superficie).*

*In base all'andamento della corrente ed alle dinamiche fluviali è però possibile che alcune aree, per esempio interessate da basse velocità del flusso o da saltuari alluvionamenti, siano caratterizzate da depositi sabbiosi fino a limosi.*

I primi terrazzi leggermente rialzati e quindi non interessati dalle opere di progetto, che bordano la valle alluvionale attuale, sono attribuiti al Supersintema di Laghi - Sintema di Cantù (Pleistocene superiore)

L'unità, più antica della precedente, rappresenta l'espansione glaciale più recente (Wurm) ed è caratterizzata da depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie massive e grossolane, poligeniche, a supporto di clasti o con matrice limoso sabbiosa.





I clasti sono arrotondati, con diametro massimo di 50-60 cm e diametro medio di circa 5 cm.

Il profilo di alterazione è poco evoluto o localmente assente e non ha mai uno spessore superiore a 1,5 – 2 metri.

L'altro elemento geologico caratteristico del contesto, anche se non interessato in alcun modo dalle opere, è il Ceppo (Ceppo di Portichetto – PHE – Piacenziano – Calabriano).

Si tratta di un conglomerato medio grossolano, a supporto di matrice, in strati anche metrici, che costituisce le pareti subverticali che bordano e limitano la piana alluvionale attuale del fiume.

La carta geologica allegata al presente progetto visualizza con maggiore dettaglio l'assetto delle aree di intervento.

A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

## **2.2 RILIEVI DI DETTAGLIO**

I rilievi geologici e geomorfologici di dettaglio delle aree di intervento hanno messo in luce una serie di elementi che confermano le precedenti valutazioni.

Tutte le aree interessate dalle vasche di laminazione fanno parte della piana fluviale recente – attuale del fiume Seveso, generalmente ribassata rispetto ai terreni circostanti e delimitata da terrazzi morfologici significativi.





Si tratta di aree già allo stato attuale interessate dalle esondazioni del Seveso, che scorre con un alveo inciso, delimitato dalle sponde del flusso di magra e di morbida, all'interno della piana stessa.

Non sono state rilevate aree di tipo torboso e/o paludoso.

Dal punto di vista litologico in superficie prevalgono nettamente le sabbie, con presenza di ciottoli sparsi, cui seguono, in profondità (incisione fluviale ed alcuni scavi presenti) ghiaie con ciottoli, in matrice sabbiosa.

E' possibile la presenza, in zone di esondazione a corrente lenta o molto lenta, di sabbie limose e/o limi sabbiosi.

Il terreno coltivo superficiale è generalmente ridotto (alcuni decimetri) e/o assente.

A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

### 3.0 DATI GEOLOGICI – GEOTECNICI DI SOTTOSUOLO DISPONIBILI

L'analisi dei documenti di cui al par. 1.1 ha consentito di recuperare alcuni dati in indagini puntuali effettuate nel contesto geologico di intervento (depositi alluvionali recenti), che di seguito si vanno ad illustrare.

#### *Cantù – pozzi per approvvigionamento idropotabile Asnago 1-2-4*

Per una caratterizzazione, anche in profondità, dell'assetto geologico delle aree di intervento è possibile fare riferimento alle stratigrafie dei pozzi potabili Asiago 1-2-4 del Comune di Cantù.

I pozzi sono localizzati immediatamente a monte dell'area interessata dalla vasca di laminazione, ad una quota leggermente rialzata; gli stessi possono essere ritenuti rappresentativi della struttura media dell'area:





- fino ad una profondità di circa 60 metri da p.c. i terreni sono caratterizzati da miscele di sabbia, ghiaia, ghiaietto e ciottoli, in percentuali variabili;
- al di sotto dei 60 metri da p.c. la situazione diviene più articolata e complessa e si rinviene la presenza di conglomerato compatti e/o fratturati, sabbie limose, limi sabbiosi, fino ad argille gialle e grigie.

#### *Carimate – sondaggio per l'ampliamento dell'impianto di depurazione*

La zona interessata dalle indagini è presso il confine meridionale del Comune di Carimate.

Si tratta di un'area ubicata sulla piana fluviale del seveso, in una zona di curvatura del torrente stesso.

La stratigrafia del sondaggio è la seguente:

A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

PROFONDITA'	LITOLOGIA
0.00-0.10	Terreno vegetale
0.10-0.90	Sabbia ghiaiosa con frequenti ciottoli spigolosi centimetrici (d max = 5 cm) e numerosi frammenti di laterizi, matrice di colore marrone scuro – terreno di riporto
0.90-2.20	Limo e sabbia color marrone scuro
2.20-3.50	Limo e sabbia colore grigio scuro con ghiaia e rari ciottoli centimetrici subarrotondati (d medio = 2 cm)
3.50-5.30	Limo e sabbia colore marrone scuro
5.30-6.10	Limo e sabbia ghiaiosa colore marrone scuro, con rari ciottoli centimetrici subarrotondati (d med=2 cm)
6.10-6.30	Livello costituito da ghiaia grossolana debolmente sabbiosa con frequenti ciottoli grossolani d med>8 cm)
6.30-8.30	Sabbia e ghiaia debolmente limosa colore marrone scuro con ciottoli centimetrici da spigolosi a subarrotondati (d max =7 cm d med=2 cm)
8.30-9.20	Deposito a matrice sabbiosa fine limosa, con con ghiaia colore marrone chiaro con ciottoli centimetrici spigolosi (d max 6 cm, d med 3 cm)
9.20-9.70	Limo e sabbia colore marrone scuro
9.70-11.30	Sabbia e ghiaia colore grigio-marrone con frequenti ciottoli centimetrici subarrotondati d max = 8 cm; d med = 3 cm
11.30-12.00	Deposito a matrice sabbiosa debolmente ghiaiosa di colore grigio chiaro con ciottoli centimetrici spigolosi (d med = 4 cm)

Fig. 2: Stratigrafia sondaggio (tratta da: Comune di Carimate (CO) – Definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del PTG – estratto relazione)

La stratigrafia evidenzia una forte variabilità litologica, legata alle dinamiche fluviali recenti ed attuali (da sabbie ghiaiose, a sabbie e limi, a ghiaie grossolane e tutti i possibili mescolamenti di queste litologie).

I terreni mostrano un grado di addensamento variabile, in genere crescente con la profondità, ma generalmente scarso nei primi 5 – 6 metri.

I valori dell'angolo di attrito sono stati stimati, in base alle prove geotecniche eseguite, variabili da 27° a 36°.

#### *Cantù – prova penetrometrica nei pressi dell'alveo del t. Seveso*

Nello studio geologico del territorio di Cantù è presente la “carta di prima caratterizzazione geotecnica”.

Tale carta riporta un'indagine penetrometrica nei pressi dell'alveo del torrente Seveso, nella zona di intervento (nei pressi del ponte).

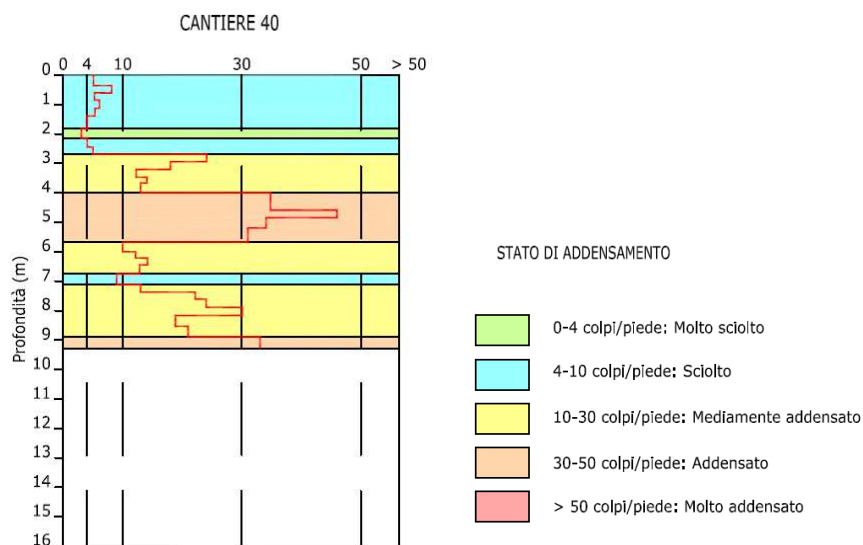


Fig. 3: Prova penetrometrica n° 40 (tratta da: Comune di Cantù (CO) – Definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del PTG – estratto tavola 6B)

La prova evidenzia, anche in questo caso, terreni con un grado di addensamento da sciolto a molto sciolto fino a 3 metri dal p.c.





Al di sotto i valori aumentano, con un grado di addensamento che varia da medio a buono.

I dati sopra esposti hanno lo scopo di illustrare alcune caratteristiche medie dei depositi interessati dai lavori, senza la pretesa di essere una caratterizzazione puntuale del sottosuolo.

L'estensione areale delle opere è notevole, come anche la possibile variabilità geologica e litologica dei depositi della piana alluvionale del Seveso, fortemente dipendenti dal regime idraulico e morfologico locale.

*Resta quindi valida l'indicazione, già evidenziata al par. 1.0, sulla necessità di procedere, nelle successive fasi, ad una serie di approfondimenti specifici, relativamente ai terreni di appoggio delle arginature ed alle loro caratteristiche geotecniche, geofisiche ed idrogeologiche.*



A.T.P.:				Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>	 <i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

#### 4.0 PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

I Comuni di Vertemate con Minoprio, Cantù e Carimate antecedentemente al 2003 non erano classificati come comuni “sismici”.

Le successive revisioni operate dalla recente O.P.C.M. 3274, hanno classificato tutti e tre i territori comunali come **Zona Sismica 4**, quella con il grado di sismicità minore previsto dalla normativa.

Di seguito si riporta la tabella, tratta dalla normativa sopra menzionata, che indica, per le diverse zone in cui è stato suddiviso il territorio Nazionale, i valori di accelerazione di picco orizzontale al suolo  $a_g$  con probabilità di superamento del 10% in 50 anni:





zona sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni ( $a_g/g$ )	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro ri risposta elastico ( $a_g/g$ )
1	> 0.25	0.35
2	0.15 – 0.25	0.25
3	0.05 – 0.15	0.15
<b>4</b>	<b>&lt; 0.05</b>	<b>0.05</b>

Con la D.G.R. X/2129 del 11/07/2014 la Regione Lombardia ha provveduto alla riclassificazione sismica del territorio Regionale.

Questa delibera è stata successivamente prorogata ed entrerà definitivamente in vigore il 14 ottobre 2015, anche se i Comuni interessati dalla riclassificazione sono già obbligati ad adottare le disposizioni più restrittive.

Nel caso specifico, i tre Comuni in esame, NON sono interessati da alcuna variazione.

Anche con l'entrata in vigore della nuova classificazione sismica non modificheranno il loro attuale stato e rimarranno in **Zona Sismica 4, quella con il grado di sismicità minore previsto dalla normativa.**

A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

#### 4.1 SCENARI DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE





Il D.M. 14 gennaio 2008 prevede che la valutazione della pericolosità sismica venga definita attraverso un approccio “sito dipendente”, e non più con un criterio “zona dipendente”.

In prima battuta è assolutamente fondamentale identificare i possibili scenari di pericolosità sismica locale.

A tale scopo si è fatto riferimento agli studi geologici di supporto ai PGT dei tre Comuni (vedi par. 1.1).

Tali studi sono stati condotti sulla base delle disposizioni della Regione Lombardia, ed hanno previsto l'individuazione delle aree di possibile pericolosità sismica, sulla scorta degli scenari riportati nella tabella sottostante (che riassumono le possibili tipologie note nella letteratura ed adattate alla realtà territoriale Lombarda):

SIGLA	SCENARIO DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona parzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2	Zona con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.) Zona con depositi granulari fini saturi	Cedimenti e/o liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio $H > 10$ m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc.)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo Appuntite – arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (comprese coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zone di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico meccaniche molto diverse	Cedimenti differenziali

A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

Tutti e tre gli studi individuano le aree in esame come ricadenti all'interno di zone di potenziale amplificazione geometrica e litologica *Z4a - Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi*.

Negli studi non sono contenuti approfondimenti ulteriori, perché non previsti in fase di pianificazione per i territori in zona sismica 4.

A titolo puramente indicativo si segnala che nei territori posti a valle della aree di intervento (per es. Lentate sul Seveso, Paderno Dugnano, ecc.) gli studi di maggiore dettaglio hanno escluso la presenza di possibili fenomeni di amplificazione litologica e geometrica (Z4a), per l'assenza di un substrato rigido entro i primi 30-40 m. di sottosuolo.

Il rinvenimento di un eventuale scenario di amplificazione sismica comporta l'effettuazione di una analisi specifica o l'utilizzo di una categoria di sottosuolo maggiormente cautelativa (vedi par. seguente).





Tali analisi devono essere condotte secondo le disposizioni Regionali, in base ad un modello geologico e geofisico del sottosuolo derivato da indagini specifiche.

Questo elemento dovrà essere opportunamente analizzato e valutato nei successivi gradi di progettazione, sulla scorta di indagini geofisiche specifiche.

Gli studi geologici escludono invece da subito, per le aree specifica, la presenza di altri possibili elementi di criticità, come indicati nella tabella Regionale.

## **4.2 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO**

L'altro aspetto di grande importanza, relativamente alla pericolosità sismica, è quello dell'individuazione della categoria di sottosuolo di riferimento delle zone di intervento.

A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

Il N.T.C. prevede, infatti, per la definizione dell'azione sismica di progetto, la valutazione dell'effetto della risposta locale, cioè delle modificazioni che subisce l'azione sismica nel passaggio dal substrato rigido alla superficie del sito.

Per questo tipo di valutazione la norma prevede un approccio di tipo semplificato che si basa proprio sull'individuazione della categoria di sottosuolo di riferimento, sulla base della distinzione riportata nella tabella seguente (tab. 3.2.II del NTC):





**Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo**

<b>Categoria</b>	<b>Descrizione</b>
<b>A</b>	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di <math>V_{s,30}</math> superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.</i>
<b>B</b>	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s,30}</math> compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero <math>N_{SPT,30} &gt; 50</math> nei terreni a grana grossa e <math>c_{u,30} &gt; 250</math> kPa nei terreni a grana fina).</i>
<b>C</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s,30}</math> compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero <math>15 &lt; N_{SPT,30} &lt; 50</math> nei terreni a grana grossa e <math>70 &lt; c_{u,30} &lt; 250</math> kPa nei terreni a grana fina).</i>
<b>D</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s,30}</math> inferiori a 180 m/s (ovvero <math>N_{SPT,30} &lt; 15</math> nei terreni a grana grossa e <math>c_{u,30} &lt; 70</math> kPa nei terreni a grana fina).</i>
<b>E</b>	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con <math>V_s &gt; 800</math> m/s).</i>

Nel caso specifico, in assenza di indagini, si è fatto riferimento ai dati di sottosuolo disponibili, come indicati al par. 3.0, ed ai dati disponibili per i territori a valle (per es. Lentate sul Seveso).

Si è ritenuto di considerare una situazione media per i territori, come quella dei carotaggi per i pozzi potabili di Cantù, con depositi ghiaioso sabbiosi per oltre 60 metri di profondità, con grado di addensamento variabile, da mediocre a discreto / buono.





Rispetto alle norme tecniche per le costruzioni (DM 14 gennaio 2008) il sito in esame si è quindi deciso di considerare (in analogia anche rispetto a quanto fatto per i territori più

A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

a valle interessati dalla vasche di laminazione del fiume seveso ed appositamente investigati) una **categoria di suolo C** corrispondenti a - : *“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < NSPT30 < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < cu30 < 250$  kPa nei terreni a grana fine)”*.

Tale classificazione dovrà essere verificata nei successivi gradi di progettazione, sulla scorta di indagini specifiche.







A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

## 5.0 MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO

L'assetto geologico delle aree di intervento è risultato sufficientemente omogeneo, sulla base dei dati disponibili e dei rilievi.

I principali elementi sono di seguito indicati:

- Tutte le zone di intervento sono caratterizzate dalla presenza di una unica Unità geologica: il Sintema del Po (POI - Pleistocene sup. – Olocene). L'Unità contiene tutti i depositi alluvionali recenti del fiume Seveso e costituisce l'intero fondovalle attuale.
- L'unità è costituita, dal punto di vista litologico, da ghiaie da medie a grossolane e sabbie, con possibile locale presenza di limi sabbiosi. Le caratteristiche litologiche puntuali dipendono dalle condizioni di energia del flusso delle acque del torrente Seveso. Non sono comunque state rilevate aree paludose e/o torbose.
- Il grado di addensamento dei depositi è variabile: generalmente è mediocre in superficie ed aumenta con la profondità.
- La porzione superficiale di alterazione è pressoché assente o limitata al alcuni decimetri di terreno coltivo, a maggiore componente limosa.
- Le opere di progetto, che hanno carattere assolutamente superficiale (rilevato arginale fuori terra e riprofilature del terreno dell'ordine massimo di 1 metro), non presentano interferenze di sorta con l'assetto idrogeologico sotterraneo.

A.T.P.:				Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>	 <i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

## 6.0 STABILITA' DEGLI ARGINI

Nel presente paragrafo si procede alla valutazione della stabilità delle scarpate delle vasche, sia in termini generali sia relativamente al riporto di terreni previsto al di sopra del telo bentonitico di impermeabilizzazione.

### 6.1 APPROCCIO PROGETTUALE

Il riferimento normativo per l'esecuzione delle verifiche è rappresentato dalla NTC 2008.

La norma prevede le verifiche nei confronti degli **Stati Limite Ultimi (SLU)**.

Per ogni stato limite deve essere rispettata la seguente condizione:

$$E_D \leq R_D$$

Cioè il valore di progetto dell'azione (o dell'effetto dell'azione) deve essere minore o al massimo uguale rispetto al valore di progetto della resistenza.

La verifica deve essere effettuata impiegando differenti combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, definiti:

- Per le azioni (A1 – A2)
- Per i parametri geotecnica (M1 – M2)
- Per le resistenze (R1 – R2 – R3)

Nel presente lavoro le scarpate delle vasche verranno realizzate per la quasi totalità in scavo rispetto al p.c. attuale e per una piccola parte in riporto (argini di regolarizzazione della quota esterna).

Queste casistiche sono normate dal par. 6.8 delle NTC “opere in materiali sciolti e fronti di scavo”

Le verifiche devono quindi essere eseguite secondo la seguente combinazione dei parametri (approccio 1 – combinazione 2):

### A2+M2+R2

**Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.**

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Q1}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

**Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$	(M1)	(M2)
<i>Tangente dell'angolo di resistenza al taglio</i>	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
<i>Coesione efficace</i>	$c'_k$	$\gamma_c$	1,0	1,25
<i>Resistenza non drenata</i>	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
<i>Peso dell'unità di volume</i>	$\gamma$	$\gamma_r$	1,0	1,0





**R2 = 1.1** (tab. 6.8.1)

## 6.2 PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

Le NTC hanno introdotto, per i parametri geotecnici del terreno, il concetto di VALORE CARATTERISTICO: tale valore è associato al concetto di una prefissata probabilità di non superamento.

Per la definizione del valore caratteristico la norma prevede due differenti approcci:

- Approccio statistico
- Approccio geotecnico.

A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

Nell'approccio statistico il valore caratteristico rappresenta la soglia al di sotto della quale si colloca non più del 5% dei valori desumibili da una serie di prove. E' evidente che per questo tipo di approccio serve un adeguato numero di dati su cui condurre l'analisi, secondo uno dei vari metodi disponibili nella letteratura scientifica.





L'approccio geotecnico è stato introdotto dalla circolare del Consiglio Superiore dei LLPP e assimila il valore caratteristico ad un valore operativo che è basato sul giudizio geotecnico, che tenga conto sia della variabilità del terreno che del tipo di problema da verificare. In particolare la circolare ritiene giustificato l'utilizzo di un valore medio del parametro quando il problema riguarda ampi volumi di terreno (stabilità versanti e fondazioni superficiali) mentre richiede l'uso di un valore minimo quando sono coinvolti volumi modesti (base di un palo, scorrimento di un muro, ecc.).

Nel caso specifico si ritiene di poter rientrare, per tipologia di problema, per entità dei volumi coinvolti e per omogeneità del contesto geologico, in questa ultima casistica e quindi per il valore caratteristico si è fatto riferimento ai valori geotecnici medi.

Si farà riferimento ai valori geotecnici indicati al par. 3.0, nonché ai valori disponibili nella letteratura scientifica per i terreni sabbioso – ghiaiosi, stante l'impossibilità di effettuare indagini specifiche nella presente fase preliminare.

*Nello specifico si è ritenuto di attribuire ai terreni alluvionali recenti ed attuali un valore dell'angolo di attrito cautelativo di 28°, con coesione nulla.*

*Per quanto riguarda i terreni che costituiscono il rilevato arginale si è fatto riferimento alle caratteristiche geotecniche prescritte dai Progettisti idraulici per la realizzazione dell'opera.*

A.T.P.:				Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>	 <i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

Il passaggio successivo richiesto dalla NTC è quello della definizione dei parametri di progetto, derivati dai parametri caratteristici, con l'applicazione dei fattori riduttivi dettagliati al par. 6.1.

Nel caso specifico il riepilogo dei parametri è il seguente:





Parametri	Valore caratteristico	Coefficiente parziale M2	Valore di progetto
Livello 1 – depositi alluvionali sabbioso ghiaiosi di appoggio dei rilevati			
Peso di volume (KN/mc)	18,50-19,00	1,0	18,50
Coesione	0	1,25	0
Angolo di attrito (°)	28	1,25 (sulla tg)	23°
Livello 1D – spessore circa 20 metri (da 10 a 30 m. da p.c.)			
Peso di volume (KN/mc)	20,00-20,50	1,0	20,00
Coesione drenata c'	13 kPa	1,25	10,4 kPa
Angolo di attrito (°)	35°	1,25 (sulla tg)	29°
Coesione non drenata Cu	30 kPa	1,40	21,4 kPa

### **6.3 VERIFICHE DI STABILITA' DEGLI ARGINI**





Le verifiche seguenti sono state condotte, sulla base dei parametri geotecnici e della combinazione delle NTC sopra illustrati, in considerazione dei seguenti elementi:

- stante l'assenza di una superficie di scivolamento predefinita e/o di una struttura geologica che possa condizionarne la geometria, si è provveduto alla modellazione di migliaia di superfici (almeno 10.000 per ogni simulazione), con differenti vertici e con differenti raggi di sviluppo, con l'ausilio del software SSAP 2010 ("Slope Stability Analysis Program" – ver. marzo 2014 – dr. geol. L. Borselli, Ph. D.);



A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

- le simulazioni di calcolo sono state effettuate con il metodo di Calcolo di Morgenstern e Price (1965);
  - verifiche in condizioni sismiche, di tipo pseudo-statico, allo SLU (quindi SLV) con l'applicazione dei componenti sismici rispettivamente pari a:  $K_h = 0,015$  –  $K_v = 0,075$ , calcolati in base a quanto previsto dalle NTC.;
  - la geometria ha riguardato la sezione tipo dell'argine maggiormente critico:
    - altezza: 4 metri,
    - pendenza della scarpata: 3/2 (circa 33°),
    - larghezza in testa: 3 metri,
    - massimo livello dell'acqua invasata: 3 metri;
  - tipologia delle verifiche:
    - a) verifiche a breve termine (fine costruzione) con parametri non drenati (per il solo corpo arginale, mentre il sottofondo è granulare ed anche a breve termine i parametri sono comunque drenati),
    - b) verifiche a lungo termine, con parametri drenati;
- per ognuna sono state modellate 3 differenti casistiche, relative alle modalità di funzionamento delle aree golenali e precisamente:
1. assenza di acqua nelle aree golenali,
  2. falda a + 3 metri da p.c. (aree golenali con presenza di acqua al massimo livello di invaso, con saturazione dell'argine),
  3. scavo rapido. Questa ultima condizione si verificherebbe solo nel caso in cui la permeabilità dell'argine fosse tale da consentirne la saturazione e la successiva instaurazione di un reticolo di flusso verso l'esterno.

A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

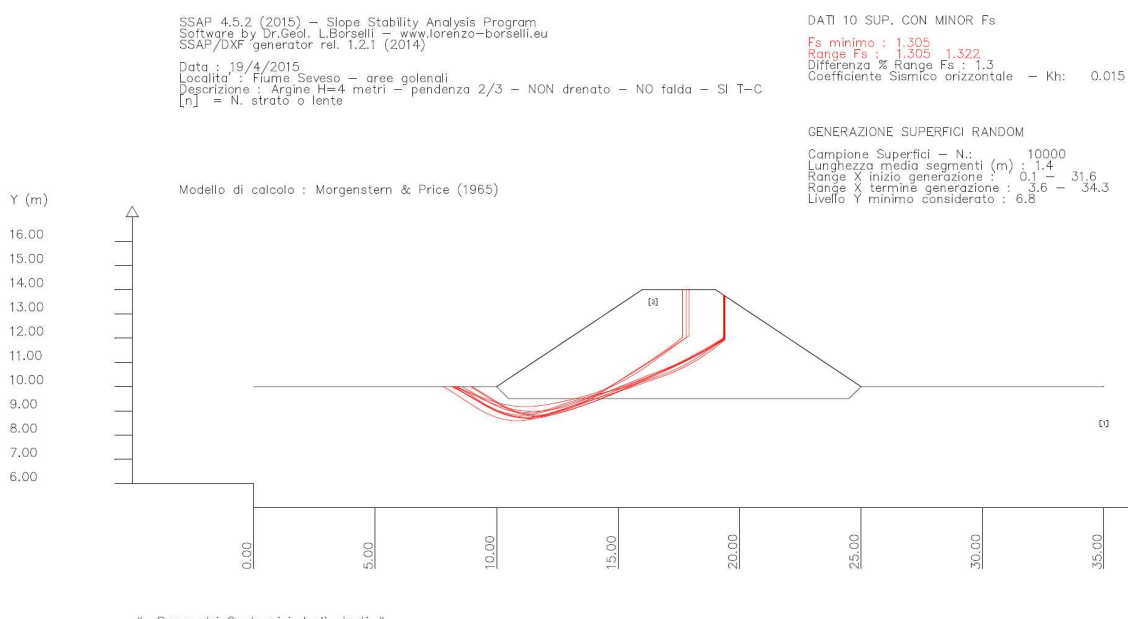
Considerata la bassa permeabilità ( $10^{-7}$  m/sec) ed i bassi tempi di permanenza dell'acqua la condizione è molto poco probabile, ma è stata comunque simulata in via cautelativa;

- le analisi hanno riguardato la stabilità sia complessiva (insieme argine – terreno di fondazione) sia quella interna dell'argine. Le condizioni maggiormente critiche sono risultate quelle complessive, stante la mediocri caratteristiche geotecniche attribuite al piano di fondazione degli argini, in assenza di prove. Di seguito si riportano quindi solamente le analisi della stabilità globale (maggiormente critiche), perchè quelle del solo argine presentano valori del fattore di sicurezza nettamente superiori.





Le immagini seguenti riassumono i risultati di alcune delle simulazioni effettuate, variando la posizione e la potenziale ampiezza delle superfici di scivolamenti.

#### **a) Verifiche in condizioni NON DRENATE (breve termine)**

##### **a1) Assenza di acqua nelle aree golenali**



In queste condizioni non vi è acqua nelle golene e vi è assenza di falda.

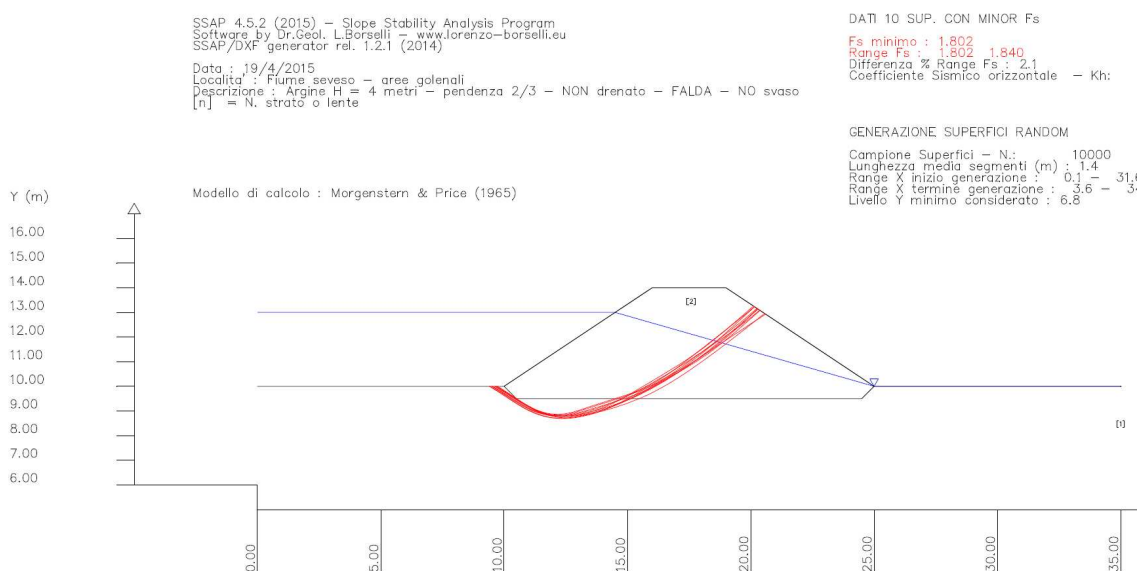
A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

E' stato anche considerato il possibile sviluppo di fessure di trazione (tension crack) nella parte alta dell'argine, che potrebbero indebolirne la struttura.

*Il Fattore di Sicurezza minimo è risultato sempre  $F_s > 1,35$ , ampiamente superiore al valore di 1,1 previsto dalle vigenti normative.*

#### a2) Aree golenali in condizioni di massimo invaso

In queste condizioni è stata ipotizzata la creazione di una porzione di argine saturo, a partire dal livello dell'acqua fino al piede della sponda opposta.



*Il Fattore di Sicurezza minimo è risultato sempre  $F_s > 1,80$ , ampiamente superiore al valore di 1,1 previsto dalle vigenti normative.*

L'aumento del fattore di sicurezza rispetto al caso precedente è connesso all'effetto di stabilizzazione alla base dell'argine (e conseguentemente al piede delle potenziali superfici di scivolamento) dato dal peso dell'acqua.

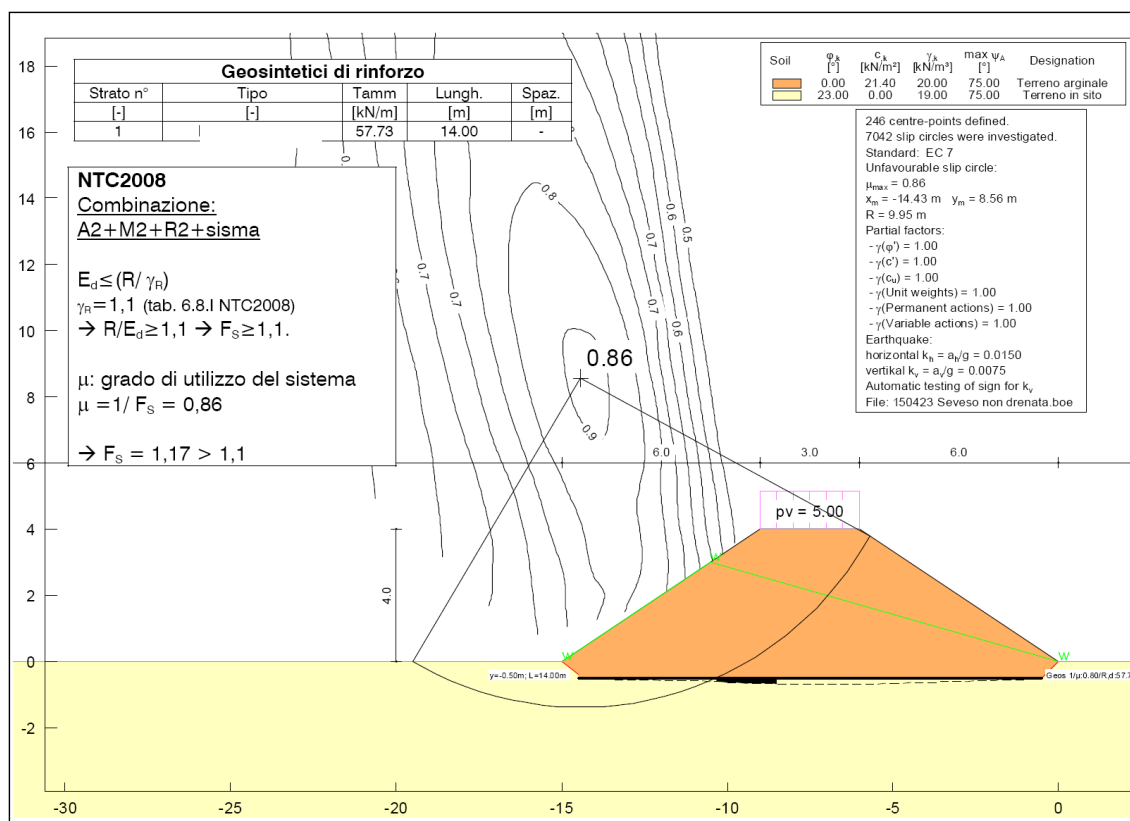
### a3) Svaso rapido





Si tratta di una condizione particolarmente critica, perché viene considerato l'effetto di saturazione dell'argine, come nel caso precedente, ma viene escluso l'effetto di stabilizzazione garantito dal peso dell'acqua.

Queste condizioni, eccezionalmente gravose, anche perché valutate in coincidenza con un evento sismico, andrebbero verificate in relazione alle caratteristiche di permeabilità dell'argine ed al tempo di permanenza dell'acqua.

In via cautelativa si è ritenuto comunque di valutarla. In queste condizioni il fattore di sicurezza si abbassava al di sotto dei valori richiesti dalla normativa, con l'innescò di superfici globali, interessanti il terreno alla base del rilevato.

Al fine di garantire il rispetto del fattore di sicurezza di legge è stato introdotto un rinforzo alla base del rilevato dell'argine.



A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

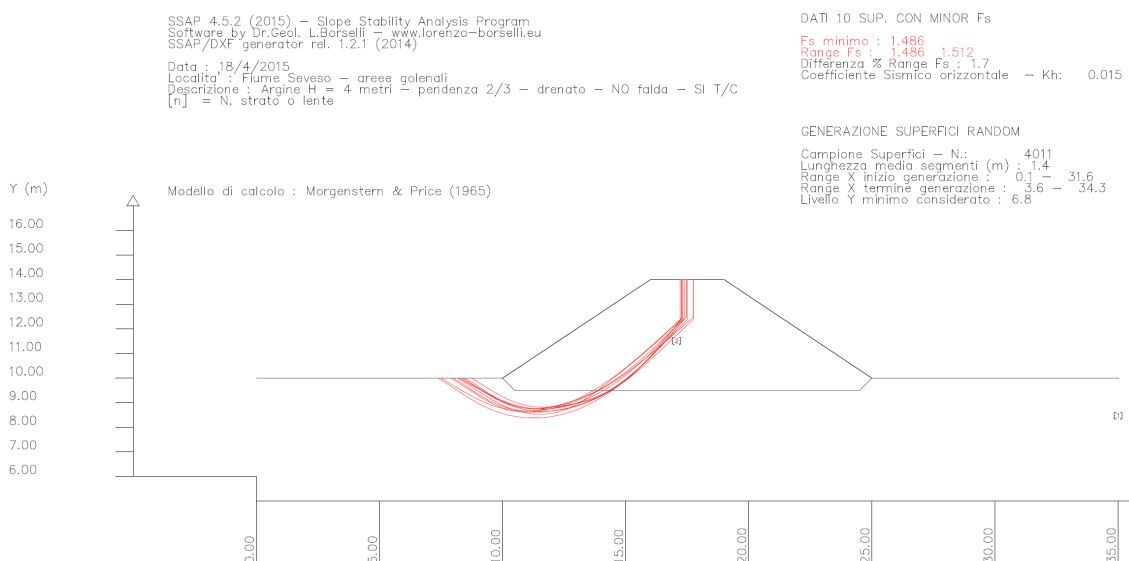
Il rinforzo ipotizzato consiste in un geotessuto posto alla base del rilevato arginale, con funzione di separazione e rinforzo, con una resistenza a trazione longitudinale minima a breve termine di 130 kN/m e minima di 57 kN/m di progetto, applicando tutti i fattori di riduzione previsti dalla normativa.

*Con l'inserimento del geotessile di rinforzo il fattore di sicurezza minimo diviene pari a  $Fs_{min} = 1,17$ , superiore al valore di  $Fs = 1,1$  previsto dalla norma.*

*In sede esecutiva deve quindi essere previsto il rinforzo alla base del rilevato con un geotessuto, con le caratteristiche minime sopra indicate.*

## **b) Verifiche in condizioni DRENATE (lungo termine)**





### **b1) Assenza di acqua nelle aree golenali**



In queste condizioni non vi è acqua nelle golene e vi è assenza di falda.

E' stato anche considerato il possibile sviluppo di fessure di trazione (tension crack) nella parte alta dell'argine, che potrebbero indebolirne la struttura.



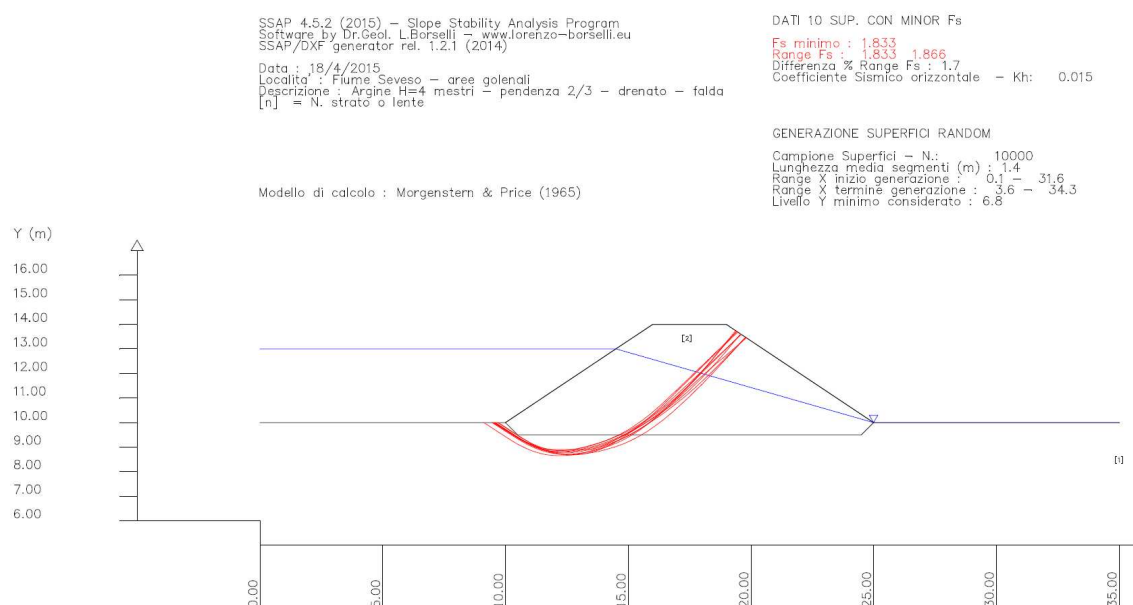
A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

*Il Fattore di Sicurezza minimo è risultato sempre  $F_s > 1,48$ , ampiamente superiore al valore di 1,1 previsto dalle vigenti normative.*

Questa condizione di esercizio risulta anche meno gravosa di quella a breve termine, con analoghe condizioni di assenza di acqua.

## b2) Aree golenali in condizioni di massimo invaso

In queste condizioni è stata ipotizzata la creazione di una porzione di argine saturo, a partire dal livello dell'acqua fino al piede della sponda opposta.



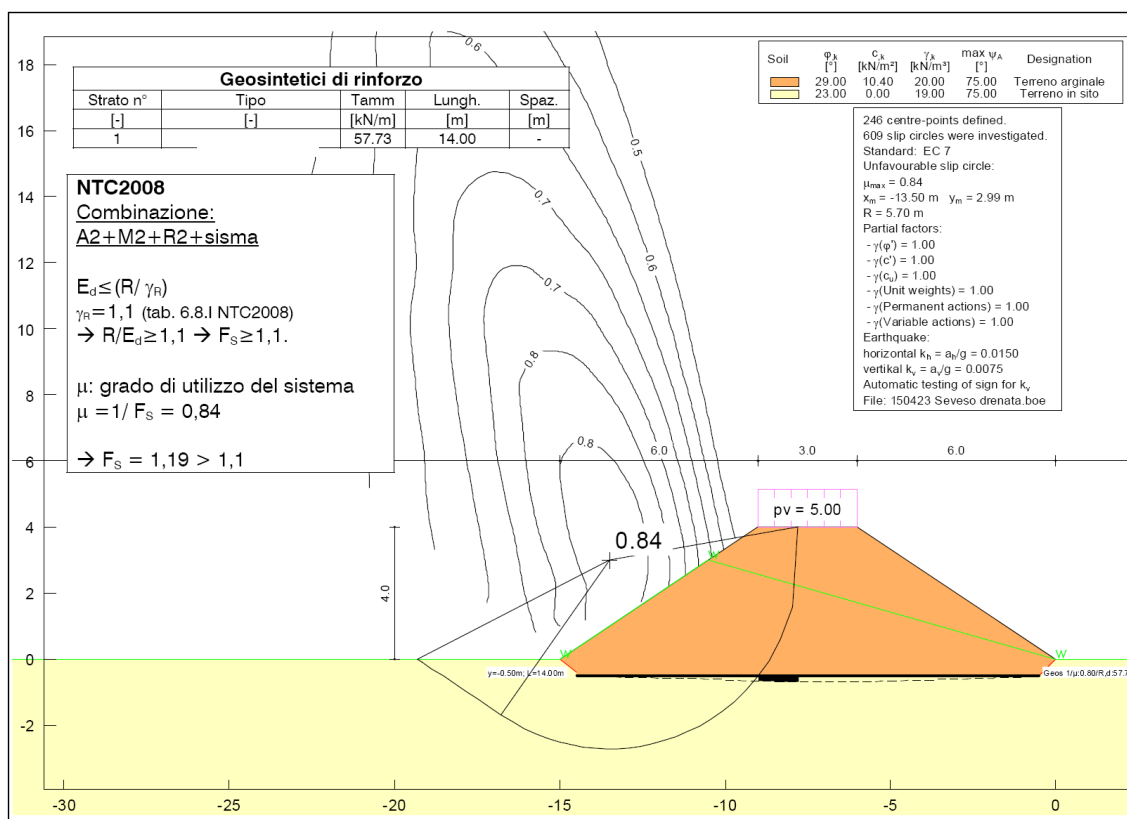
*Il Fattore di Sicurezza minimo è risultato sempre  $F_s > 1,83$ , ampiamente superiore al valore di 1,1 previsto dalle vigenti normative.*

L'aumento del fattore di sicurezza rispetto al caso precedente è connesso all'effetto di stabilizzazione alla base dell'argine (e conseguentemente al piede delle potenziali superfici di scivolamento) dato dal peso dell'acqua, come già osservato anche nelle condizioni di verifica a breve termine.

### b3) Svaso rapido





La particolare criticità della verifica è già stata analizzata in precedenza.

Anche in questo caso, come per le condizioni non drenate, al fine di garantire il rispetto del fattore di sicurezza di legge, è stato introdotto un rinforzo alla base del rilevato dell'argine.



Il rinforzo ipotizzato è analogo a quello della verifica in condizioni non drenate (geotessuto posto alla base del rilevato arginale, con funzione di separazione e rinforzo, con una resistenza a trazione longitudinale minima a breve termine di 130 kN/m e minima di 57 kN/m di progetto, applicando tutti i fattori di riduzione previsti dalla normativa).

Con l'inserimento del geotessile di rinforzo il fattore di sicurezza minimo diviene pari a  $F_s \min = 1,19$ , superiore al valore di  $F_s = 1,1$  previsto dalla norma.

A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

*In sede esecutiva deve quindi essere previsto il rinforzo alla base del rilevato con un geotessuto, con le caratteristiche minime sopra indicate.*

In aggiunta a quanto sopra si reputa necessario prevedere le seguenti attività, per una corretta base di appoggio degli argini:

- rimozione di eventuali livelli fini e/o scadenti rinvenuti in fase operativa,
- compattazione del fondo, con rullatura con idoneo mezzo pesante.

Nei successivi gradi progettuali resta comunque fondamentale procedere alle già prescritte indagini geognostiche e geofisiche, per verificare puntualmente i parametri di progetto adottati nei presenti calcoli.

Milano, aprile 2015

#### I PROFESSIONISTI INCARICATI:

ETATEC STUDIO PAOLETTI s.r.l.

Dott. Ing. Giovanni Battista Peduzzi

STUDIO PAOLETTI INGEGNERI ASSOCIATI

Prof. Ing. Alessandro Paoletti





BETA STUDIO s.r.l.

Dott. Ing. Massimo Coccato

STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA SPADA

Dott. Geol. Mario Spada

Dott. Ing. Alessandro Barbon

A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

## ALLEGATI

Allegato n° 1: *Verifiche di stabilità degli argini:*

*a) Condizioni non drenate*

1. assenza di acqua nelle aree golenali
2. aree golenali in condizioni di massimo invaso
3. svaso rapido con geotessile di rinforzo alla base

*b) Condizioni drenate*

1. assenza di acqua nelle aree golenali
2. aree golenali in condizioni di massimo invaso
3. svaso rapido con geotessile di rinforzo alla base

## ALLEGATO 1 - A1 – CONDIZIONI NON DRENATE – AREE GOLANALI VUOTE

-----  
- SSAP 4.5.2 - Slope Stability Analysis Program (1991,2015)-

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  
-----

### File report:

G:\Lavori\Seveso\Aree\_Golenali\SSAP\Seveso\_golene\_argine\_verifica\_NON\_drenata\_NO\_falda\_\_SI\_tension\_REPORT.par.txt

Data: 19/4/2015

Localita' : Fiume Seveso - aree golenali

Descrizione: Argine H=4 metri - pendenza 2/3 - NON drenato - NO falda - SI T-C

Modello pendio: Seveso\_golene\_argine\_verifica\_NON\_drenata\_NO\_falda.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

0.00	10.00	10.00	10.00	-	-	-	-
10.00	10.00	14.50	13.00	-	-	-	-
14.50	13.00	16.00	14.00	-	-	-	-
16.00	14.00	19.00	14.00	-	-	-	-
19.00	14.00	25.00	10.00	-	-	-	-
25.00	10.00	24.50	9.50	-	-	-	-
35.00	10.00	10.50	9.50	-	-	-	-
-	-	10.00	10.00	-	-	-	-

## ASSENZA DI FALDA ##

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

fi`	C`	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1	23.00	0.00	0.00	18.50	19.00	1.237	0.00	0.00	0.00

STRATO 2      0.00      0.00      21.40      20.00      20.50      0.900      0.00      0.00      0.00      0.00

Note:  $\phi$  \_\_\_\_\_ 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)  
GSI \_\_\_\_\_ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)  
mi \_\_\_\_\_ Indice litologico ammasso(adimensionale)  
D \_\_\_\_\_ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)  
Fattore di riduzione NTC2008 gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 - DISATTIVATO (solo per ROCCE)

----- 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 :      0.00      0.00      0.00

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m):      1.4      (+/-) 50%

RANGE ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax):      0.10      31.60

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin):      6.80

RANGE ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax):      3.60      34.30

\*\*\* TOTALE SUPERFICI GENERATE :      10000

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

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

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO  $K_h$  : 0.015

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO  $K_v$  (assunto Positivo): 0.007

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  $F_s$  \*

Fattore di sicurezza (FS)    1.305 - Min. -    X      Y      Lambda=    0.390  
                                     8.32    10.00  
                                     8.48    9.93

8.65	9.86
8.81	9.79
8.97	9.73
9.14	9.66
9.30	9.59
9.46	9.53
9.63	9.46
9.79	9.41
9.96	9.36
10.12	9.31
10.28	9.27
10.45	9.24
10.61	9.21
10.77	9.19
10.94	9.18
11.10	9.17
11.26	9.17
11.43	9.18
11.59	9.19
11.75	9.21
11.92	9.23
12.08	9.26
12.25	9.29
12.41	9.32
12.57	9.35
12.74	9.38
12.90	9.42
13.06	9.46
13.23	9.50
13.39	9.54
13.55	9.59
13.72	9.64
13.88	9.69
14.04	9.74
14.21	9.79
14.37	9.85
14.54	9.92
14.70	9.99
14.86	10.06
15.03	10.15
15.19	10.23
15.35	10.32
15.52	10.41
15.68	10.51
15.84	10.62
16.01	10.72



16.17	10.84
16.33	10.95
16.50	11.07
16.66	11.19
16.83	11.31
16.99	11.43
17.15	11.55
17.32	11.67
17.48	11.79
17.64	11.91
17.81	12.03
17.81	14.00

Fattore di sicurezza (FS)	1.312	- N.2 --	X	Y	Lambda=	0.397
Fattore di sicurezza (FS)	1.314	- N.3 --	X	Y	Lambda=	0.382
Fattore di sicurezza (FS)	1.319	- N.4 --	X	Y	Lambda=	0.387
Fattore di sicurezza (FS)	1.319	- N.5 --	X	Y	Lambda=	0.385
Fattore di sicurezza (FS)	1.319	- N.6 --	X	Y	Lambda=	0.385
Fattore di sicurezza (FS)	1.319	- N.7 --	X	Y	Lambda=	0.392
Fattore di sicurezza (FS)	1.322	- N.8 --	X	Y	Lambda=	0.379
Fattore di sicurezza (FS)	1.322	- N.9 --	X	Y	Lambda=	0.402
Fattore di sicurezza (FS)	1.322	- N.10 --	X	Y	Lambda=	0.386

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----  
 # DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR FS \*  
 # Analisi Deficit in riferimento a FS(progetto) = 1.100

Sup N.	FS	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
--------	----	-----------	-----------	----------------	-------

1	1.305	180.3	138.1	28.4	Surplus
2	1.312	228.6	174.2	37.0	Surplus
3	1.314	231.0	175.9	37.6	Surplus
4	1.319	194.1	147.2	32.2	Surplus
5	1.319	225.7	171.2	37.4	Surplus
6	1.319	224.5	170.3	37.2	Surplus
7	1.319	216.6	164.2	36.0	Surplus
8	1.322	224.4	169.8	37.6	Surplus
9	1.322	194.2	146.9	32.6	Surplus
10	1.322	211.2	159.7	35.5	Surplus

Esito analisi: SURPLUS di RESISTENZA!

Valore minimo di SURPLUS di RESISTENZA (kN/m): 28.4

Note: FTR --> Forza totale Resistente rispetto alla superficie  
di scivolamento (componente Orizzontale)  
FTA --> Forza totale Agente rispetto alla superficie  
di scivolamento (componente Orizzontale)

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN  
per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpata

TABELLA PARAMETRI CONCI E DIAGRAMMA DELLE FORZE DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X	dx	alpha	W	ru	U	phi'	c'/Cu	ht	yt	yt'	E(x)	T(x)	E'	rho(x)	local_FS
(m)	(m)	(gradi)	(kN/m)	(--)	(kPa)	(gradi)	(kPa)	(m)	(m)	(--)	(kN/m)	(kN/m)	(kN)	(--)	(--)
8.319	0.163	-22.76	0.10	0.00	0.00	23.00	0.00	0.000	10.000	-0.357	0.000000000E+0000	0.000000000E+0000	4.955556182E+0000	0.044	0.456
8.482	0.000	-22.76	0.00	0.00	0.00	23.00	0.00	0.010	9.942	-0.357	1.115603367E+0000	8.445387759E-0003	8.867989344E+0000	0.044	0.456
8.483	0.163	-22.75	0.31	0.00	0.00	23.00	0.00	0.010	9.942	-0.356	1.119166905E+0000	8.487999114E-0003	8.877524506E+0000	0.044	0.456
8.646	0.000	-22.75	0.00	0.00	0.00	23.00	0.00	0.021	9.883	-0.356	2.812568340E+0000	4.263101621E-0002	1.134465788E+0001	0.047	0.449
8.646	0.163	-22.80	0.52	0.00	0.00	23.00	0.00	0.021	9.883	-0.357	2.817125025E+0000	4.274277368E-0002	1.134647382E+0001	0.047	0.449
8.810	0.000	-22.80	0.00	0.00	0.00	23.00	0.00	0.031	9.825	-0.357	4.634602700E+0000	1.053685274E-0001	1.043797529E+0001	0.070	0.451
8.810	0.163	-22.79	0.73	0.00	0.00	23.00	0.00	0.031	9.825	-0.353	4.638793810E+0000	1.055297960E-0001	1.043268613E+0001	0.070	0.451
8.973	0.000	-22.79	0.00	0.00	0.00	23.00	0.00	0.042	9.767	-0.353	6.166989266E+0000	1.867322294E-0001	8.514515573E+0000	0.093	0.465
8.974	0.163	-22.62	0.94	0.00	0.00	23.00	0.00	0.042	9.767	-0.343	6.170408227E+0000	1.869229288E-0001	8.511040124E+0000	0.093	0.465
9.137	0.000	-22.62	0.00	0.00	0.00	23.00	0.00	0.054	9.711	-0.343	7.411315781E+0000	2.796694219E-0001	6.650856764E+0000	0.116	0.493
9.137	0.163	-22.21	1.14	0.00	0.00	23.00	0.00	0.054	9.711	-0.336	7.413986083E+0000	2.798732747E-0001	6.646570424E+0000	0.116	0.493
9.300	0.000	-22.21	0.00	0.00	0.00	23.00	0.00	0.066	9.656	-0.336	8.398989561E+0000	3.781691210E-0001	5.732803698E+0000	0.138	0.536
9.301	0.163	-21.52	1.34	0.00	0.00	23.00	0.00	0.066	9.656	-0.287	8.401292037E+0000	3.783863041E-0001	5.732948036E+0000	0.139	0.536
9.464	0.000	-21.52	0.00	0.00	0.00	23.00	0.00	0.083	9.609	-0.287	9.390485524E+0000	4.888094214E-0001	6.631728836E+0000	0.160	0.594
9.464	0.163	-20.50	1.53	0.00	0.00	23.00	0.00	0.083	9.609	-0.223	9.393149727E+0000	4.890694990E-0001	6.635325969E+0000	0.160	0.594
9.627	0.000	-20.50	0.00	0.00	0.00	23.00	0.00	0.108	9.573	-0.223	1.058321667E+0001	6.271883209E-0001	7.798901532E+0000	0.182	0.673
9.628	0.163	-19.16	1.71	0.00	0.00	23.00	0.00	0.108	9.573	-0.172	1.058634934E+0001	6.275210933E-0001	7.800999497E+0000	0.182	0.673

9.791	0.000	-19.16	0.00	0.00	0.00	23.00	0.00	0.137	9.545	-0.172	1.193349636E+0001	7.862757108E-0001	8.727382469E+0000	0.203	0.781
9.791	0.163	-17.50	1.88	0.00	0.00	23.00	0.00	0.137	9.545	-0.169	1.193700199E+0001	7.866539149E-0001	8.729733130E+0000	0.203	0.782
9.955	0.000	-17.50	0.00	0.00	0.00	23.00	0.00	0.161	9.517	-0.169	1.343781027E+0001	1.000926621E+0000	9.650764799E+0000	0.229	0.923
9.955	0.045	-15.56	0.54	0.00	0.00	23.00	0.00	0.161	9.517	-0.133	1.344168671E+0001	1.001459475E+0000	9.652904971E+0000	0.229	0.924
10.000	0.119	-15.56	1.57	0.00	0.00	23.00	0.00	0.167	9.511	-0.113	1.388098310E+0001	1.076702542E+0000	9.887705290E+0000	0.239	0.969
10.119	0.163	-13.44	2.64	0.00	0.00	23.00	0.00	0.188	9.498	-0.080	1.508863713E+0001	1.344025949E+0000	1.046562457E+0001	0.195	1.095
10.282	0.000	-13.44	0.01	0.00	0.00	23.00	0.00	0.217	9.488	-0.062	1.685861042E+0001	1.779200331E+0000	1.124876849E+0001	0.172	1.278
10.282	0.163	-11.22	3.15	0.00	0.00	23.00	0.00	0.217	9.488	-0.001	1.686312866E+0001	1.780234465E+0000	1.125090811E+0001	0.172	1.279
10.445	0.000	-11.22	0.01	0.00	0.00	23.00	0.00	0.249	9.488	-0.001	1.876666808E+0001	2.304145320E+0000	1.203221420E+0001	0.165	1.463
10.446	0.054	-9.07	1.16	0.00	0.00	23.00	0.00	0.249	9.488	0.039	1.877150083E+0001	2.305337657E+0000	1.203366341E+0001	0.165	1.463
10.500	0.109	-9.07	2.48	0.00	0.00	23.00	0.00	0.260	9.490	0.067	1.942884014E+0001	2.483925387E+0000	1.219739232E+0001	0.163	1.525
10.609	0.163	-7.04	4.06	0.00	0.00	23.00	0.00	0.286	9.499	0.108	2.077178420E+0001	2.860852495E+0000	1.231931687E+0001	0.174	1.651
10.773	0.000	-7.04	0.01	0.00	0.00	23.00	0.00	0.327	9.520	0.126	2.276669087E+0001	3.517440329E+0000	1.207085006E+0001	0.192	1.829
10.773	0.163	-4.81	4.47	0.00	0.00	23.00	0.00	0.327	9.520	0.185	2.277153866E+0001	3.518892715E+0000	1.206991110E+0001	0.192	1.829
10.936	0.000	-4.81	0.01	0.00	0.00	23.00	0.00	0.371	9.550	0.185	2.471281024E+0001	4.208693330E+0000	1.173410471E+0001	0.208	1.988
10.936	0.163	-2.41	4.86	0.00	0.00	23.00	0.00	0.371	9.550	0.241	2.471752280E+0001	4.210199248E+0000	1.173324509E+0001	0.208	1.988
11.100	0.000	-2.41	0.01	0.00	0.00	23.00	0.00	0.417	9.589	0.241	2.659864164E+0001	4.864014790E+0000	1.128887360E+0001	0.221	2.119
11.100	0.163	0.00	5.23	0.00	0.00	23.00	0.00	0.417	9.590	0.292	2.660317529E+0001	4.865514068E+0000	1.128750942E+0001	0.221	2.120
11.263	0.000	0.00	0.01	0.00	0.00	23.00	0.00	0.465	9.637	0.292	2.839338321E+0001	5.562996298E+0000	1.061726865E+0001	0.234	2.221
11.264	0.163	2.30	5.58	0.00	0.00	23.00	0.00	0.465	9.637	0.337	2.839764701E+0001	5.564508421E+0000	1.061535462E+0001	0.234	2.222
11.427	0.000	2.30	0.01	0.00	0.00	23.00	0.00	0.514	9.692	0.337	3.006230254E+0001	6.261494600E+0000	9.770723268E+0000	0.245	2.290
11.427	0.163	4.39	5.91	0.00	0.00	23.00	0.00	0.514	9.693	0.369	3.006622629E+0001	6.262989886E+0000	9.768558091E+0000	0.245	2.290
11.590	0.000	4.39	0.01	0.00	0.00	23.00	0.00	0.561	9.753	0.369	3.158653475E+0001	6.948925083E+0000	8.834553180E+0000	0.255	2.318
11.591	0.163	6.21	6.22	0.00	0.00	23.00	0.00	0.562	9.753	0.412	3.159008244E+0001	6.950381552E+0000	8.832049801E+0000	0.255	2.318
11.754	0.000	6.21	0.02	0.00	0.00	23.00	0.00	0.611	9.820	0.412	3.295057234E+0001	7.616099796E+0000	7.872607179E+0000	0.263	2.304
11.754	0.163	7.74	6.52	0.00	0.00	23.00	0.00	0.611	9.820	0.443	3.295373377E+0001	7.617502781E+0000	7.870521496E+0000	0.263	2.304
11.918	0.000	7.74	0.02	0.00	0.00	23.00	0.00	0.661	9.893	0.443	3.417730858E+0001	8.263717810E+0000	7.176714306E+0000	0.270	2.256
11.918	0.163	8.97	6.80	0.00	0.00	23.00	0.00	0.661	9.893	0.453	3.418019067E+0001	8.265083422E+0000	7.175353162E+0000	0.270	2.256
12.081	0.000	8.97	0.02	0.00	0.00	23.00	0.00	0.710	9.967	0.453	3.530953247E+0001	8.899364222E+0000	6.670737697E+0000	0.276	2.189
12.082	0.163	9.93	7.08	0.00	0.00	23.00	0.00	0.710	9.967	0.489	3.531221135E+0001	8.900706393E+0000	6.669417940E+0000	0.276	2.189
12.245	0.000	9.93	0.02	0.00	0.00	23.00	0.00	0.761	10.047	0.489	3.635256969E+0001	9.522945206E+0000	6.077421633E+0000	0.281	2.117
12.245	0.163	10.68	7.35	0.00	0.00	23.00	0.00	0.761	10.047	0.509	3.635501025E+0001	9.524251480E+0000	6.075959077E+0000	0.281	2.116
12.408	0.000	10.68	0.02	0.00	0.00	23.00	0.00	0.813	10.130	0.509	3.729826723E+0001	1.013080116E+0001	5.487035197E+0000	0.285	2.045
12.409	0.163	11.30	7.61	0.00	0.00	23.00	0.00	0.813	10.130	0.527	3.730047068E+0001	1.013206720E+0001	5.485596261E+0000	0.285	2.045
12.572	0.000	11.30	0.02	0.00	0.00	23.00	0.00	0.867	10.216	0.527	3.814792179E+0001	1.072105558E+0001	4.900954768E+0000	0.289	1.973
12.572	0.163	11.89	7.87	0.00	0.00	23.00	0.00	0.867	10.216	0.543	3.814988985E+0001	1.072227582E+0001	4.899507398E+0000	0.289	1.973
12.735	0.000	11.89	0.02	0.00	0.00	23.00	0.00	0.921	10.305	0.543	3.890077968E+0001	1.129037838E+0001	4.298958213E+0000	0.292	1.902
12.736	0.163	12.59	8.12	0.00	0.00	23.00	0.00	0.921	10.305	0.557	3.890250595E+0001	1.129154297E+0001	4.297435073E+0000	0.292	1.902
12.899	0.000	12.59	0.02	0.00	0.00	23.00	0.00	0.976	10.396	0.557	3.955338223E+0001	1.183423878E+0001	3.678057990E+0000	0.294	1.832
12.899	0.163	13.44	8.36	0.00	0.00	23.00	0.00	0.976	10.396	0.570	3.955485912E+0001	1.183533539E+0001	3.676490812E+0000	0.294	1.832
13.063	0.000	13.44	0.02	0.00	0.00	23.00	0.00	1.030	10.489	0.570	4.010024958E+0001	1.234505085E+0001	2.989981967E+0000	0.295	1.763
13.063	0.161	14.17	8.47	0.00	0.00	23.00	0.00	1.030	10.489	0.588	4.010145007E+0001	1.234606117E+0001	2.988147607E+0000	0.295	1.763
13.224	0.003	14.17	0.15	0.00	0.00	0.00	21.40	1.084	10.584	0.587	4.051951239E+0001	1.280851861E+0001	2.193860843E+0000	0.295	1.695
13.227	0.163	14.79	8.82	0.00	0.00	0.00	21.40	1.085	10.586	0.590	4.052568366E+0001	1.281484284E+0001	2.178945016E+0000	0.295	1.694
13.390	0.000	14.79	0.02	0.00	0.00	0.00	21.40	1.138	10.682	0.590	4.080896505E+0001	1.323089156E+0001	1.286625736E+0000	0.297	1.625
13.390	0.163	15.40	9.04	0.00	0.00	0.00	21.40	1.138	10.682	0.600	4.080948135E+0001	1.323165953E+0001	1.284405738E+0000	0.297	1.625

13.553	0.000	15.40	0.02	0.00	0.00	0.00	21.40	1.191	10.780	0.600	4.094467708E+0001	1.358966868E+0001	3.628922370E-0001	0.298	1.557
13.554	0.163	16.07	9.24	0.00	0.00	0.00	21.40	1.191	10.780	0.609	4.094482235E+0001	1.359029566E+0001	3.605309473E-0001	0.298	1.557
13.717	0.000	16.07	0.02	0.00	0.00	0.00	21.40	1.244	10.880	0.609	4.092216925E+0001	1.388311303E+0001	-6.592389746E-0001	0.298	1.491
13.717	0.163	16.87	9.44	0.00	0.00	0.00	21.40	1.244	10.880	0.617	4.092190395E+0001	1.388357787E+0001	-6.619084997E-0001	0.298	1.491
13.880	0.000	16.87	0.02	0.00	0.00	0.00	21.40	1.295	10.981	0.617	4.072204681E+0001	1.410226608E+0001	-1.806229512E+0000	0.296	1.428
13.881	0.163	17.83	9.63	0.00	0.00	0.00	21.40	1.295	10.981	0.625	4.072132078E+0001	1.410254135E+0001	-1.809169769E+0000	0.296	1.427
14.044	0.000	17.83	0.02	0.00	0.00	0.00	21.40	1.345	11.083	0.625	4.032740649E+0001	1.423803123E+0001	-3.020520016E+0000	0.294	1.368
14.044	0.163	18.95	9.81	0.00	0.00	0.00	21.40	1.345	11.083	0.632	4.032619277E+0001	1.423817535E+0001	-3.023477337E+0000	0.294	1.367
14.208	0.000	18.95	0.02	0.00	0.00	0.00	21.40	1.392	11.186	0.632	3.973472295E+0001	1.427558439E+0001	-4.233819381E+0000	0.289	1.311
14.208	0.163	20.24	9.98	0.00	0.00	0.00	21.40	1.392	11.186	0.638	3.973302192E+0001	1.427541206E+0001	-4.236885254E+0000	0.289	1.311
14.371	0.000	20.24	0.02	0.00	0.00	0.00	21.40	1.436	11.290	0.638	3.893664189E+0001	1.420844693E+0001	-5.546129434E+0000	0.283	1.259
14.372	0.128	21.65	7.96	0.00	0.00	0.00	21.40	1.436	11.291	0.651	3.893441374E+0001	1.420802646E+0001	-5.549513555E+0000	0.283	1.258
14.500	0.035	21.65	2.20	0.00	0.00	0.00	21.40	1.469	11.374	0.643	3.815088069E+0001	1.408155548E+0001	-6.662447284E+0000	0.278	1.220
14.535	0.163	23.15	10.27	0.00	0.00	0.00	21.40	1.476	11.396	0.644	3.791115951E+0001	1.403246171E+0001	-6.973378610E+0000	0.276	1.210
14.698	0.000	23.15	0.03	0.00	0.00	0.00	21.40	1.513	11.502	0.650	3.665724133E+0001	1.374302660E+0001	-8.381310031E+0000	0.267	1.166
14.699	0.163	24.68	10.39	0.00	0.00	0.00	21.40	1.513	11.502	0.646	3.665387450E+0001	1.374207362E+0001	-8.384689746E+0000	0.267	1.166
14.862	0.000	24.68	0.03	0.00	0.00	0.00	21.40	1.543	11.608	0.646	3.517495361E+0001	1.333385920E+0001	-9.732844290E+0000	0.256	1.126
14.862	0.163	26.16	10.49	0.00	0.00	0.00	21.40	1.543	11.608	0.634	3.517104398E+0001	1.333263065E+0001	-9.736085392E+0000	0.256	1.126
15.025	0.000	26.16	0.03	0.00	0.00	0.00	21.40	1.566	11.711	0.634	3.347721210E+0001	1.280248393E+0001	-1.100963724E+0001	0.244	1.090
15.026	0.163	27.50	10.58	0.00	0.00	0.00	21.40	1.566	11.712	0.614	3.347278973E+0001	1.280099152E+0001	-1.101265174E+0001	0.244	1.090
15.189	0.000	27.50	0.03	0.00	0.00	0.00	21.40	1.582	11.812	0.614	3.157903869E+0001	1.216765649E+0001	-1.217832982E+0001	0.230	1.059
15.189	0.163	28.70	10.65	0.00	0.00	0.00	21.40	1.582	11.812	0.585	3.157414700E+0001	1.216592578E+0001	-1.218104193E+0001	0.230	1.059
15.353	0.000	28.70	0.03	0.00	0.00	0.00	21.40	1.588	11.907	0.585	2.950004271E+0001	1.143514961E+0001	-1.322726090E+0001	0.215	1.033
15.353	0.163	29.93	10.71	0.00	0.00	0.00	21.40	1.588	11.908	0.549	2.949472978E+0001	1.143320350E+0001	-1.322975269E+0001	0.215	1.033
15.516	0.000	29.93	0.03	0.00	0.00	0.00	21.40	1.583	11.997	0.549	2.725827684E+0001	1.061440565E+0001	-1.414236380E+0001	0.198	1.012
15.517	0.163	31.17	10.75	0.00	0.00	0.00	21.40	1.583	11.997	0.505	2.725259650E+0001	1.061227010E+0001	-1.414427565E+0001	0.198	1.012
15.680	0.000	31.17	0.03	0.00	0.00	0.00	21.40	1.567	12.080	0.505	2.489061876E+0001	9.713967516E+0000	-1.474763806E+0001	0.181	0.996
15.680	0.163	32.35	10.77	0.00	0.00	0.00	21.40	1.567	12.080	0.454	2.488469550E+0001	9.711675470E+0000	-1.474869251E+0001	0.181	0.996
15.843	0.000	32.35	0.03	0.00	0.00	0.00	21.40	1.538	12.154	0.454	2.245136365E+0001	8.736257750E+0000	-1.503341711E+0001	0.163	0.985
15.844	0.156	33.41	10.33	0.00	0.00	0.00	21.40	1.538	12.154	0.392	2.244532574E+0001	8.733816035E+0000	-1.503384540E+0001	0.162	0.985
16.000	0.007	33.41	0.48	0.00	0.00	0.00	21.40	1.496	12.215	0.390	2.008577940E+0001	7.726822161E+0000	-1.515431311E+0001	0.144	0.977
16.007	0.163	34.33	10.59	0.00	0.00	0.00	21.40	1.493	12.218	0.345	1.997450822E+0001	7.679369364E+0000	-1.515666521E+0001	0.143	0.977
16.171	0.000	34.33	0.03	0.00	0.00	0.00	21.40	1.438	12.274	0.345	1.750380692E+0001	6.575743760E+0000	-1.508365060E+0001	0.127	0.974
16.171	0.163	35.07	10.21	0.00	0.00	0.00	21.40	1.438	12.274	0.290	1.749774902E+0001	6.573101244E+0000	-1.508314074E+0001	0.127	0.974
16.334	0.000	35.07	0.02	0.00	0.00	0.00	21.40	1.371	12.322	0.289	1.506129882E+0001	5.477134352E+0000	-1.473288086E+0001	0.110	0.977
16.334	0.163	35.63	9.83	0.00	0.00	0.00	21.40	1.371	12.322	0.283	1.505538194E+0001	5.474603453E+0000	-1.473167680E+0001	0.110	0.977
16.498	0.000	35.63	0.02	0.00	0.00	0.00	21.40	1.300	12.368	0.283	1.269790406E+0001	4.445479914E+0000	-1.412919828E+0001	0.092	0.988
16.498	0.163	36.02	9.44	0.00	0.00	0.00	21.40	1.300	12.368	0.223	1.269222973E+0001	4.443158209E+0000	-1.412748959E+0001	0.092	0.988
16.661	0.000	36.02	0.02	0.00	0.00	0.00	21.40	1.217	12.404	0.222	1.044780721E+0001	3.510002429E+0000	-1.335030922E+0001	0.076	1.006
16.662	0.163	36.26	9.05	0.00	0.00	0.00	21.40	1.217	12.404	0.152	1.044244580E+0001	3.507922172E+0000	-1.334816040E+0001	0.076	1.006
16.825	0.000	36.26	0.02	0.00	0.00	0.00	21.40	1.122	12.429	0.152	8.339962500E+0000	2.682798299E+0000	-1.239711709E+0001	0.061	1.033
16.825	0.163	36.37	8.66	0.00	0.00	0.00	21.40	1.122	12.429	0.126	8.334983989E+0000	2.680972499E+0000	-1.239460293E+0001	0.061	1.033
16.988	0.000	36.37	0.02	0.00	0.00	0.00	21.40	1.023	12.450	0.126	6.399294621E+0000	1.966677291E+0000	-1.130987896E+0001	0.047	1.070
16.989	0.163	36.39	8.26	0.00	0.00	0.00	21.40	1.022	12.450	0.149	6.394752836E+0000	1.965108798E+0000	-1.130705234E+0001	0.047	1.070
17.152	0.000	36.39	0.02	0.00	0.00	0.00	21.40	0.926	12.474	0.149	4.647274449E+0000	1.355559194E+0000	-1.008615420E+0001	0.044	1.116
17.152	0.163	36.38	7.86	0.00	0.00	0.00	21.40	0.926	12.474	0.181	4.643224222E+0000	1.354239423E+0000	-1.008294998E+0001	0.044	1.116

17.316	0.000	36.38	0.02	0.00	0.00	0.00	21.40	0.835	12.504	0.181	3.097036385E+0000	8.623991074E-0001	-8.907859851E+0000	0.044	1.164
17.316	0.163	36.40	7.47	0.00	0.00	0.00	21.40	0.835	12.504	0.207	3.093459316E+0000	8.613287682E-0001	-8.905033798E+0000	0.044	1.164
17.479	0.000	36.40	0.02	0.00	0.00	0.00	21.40	0.749	12.538	0.207	1.747539734E+0000	4.640352518E-0001	-7.486734810E+0000	0.044	1.207
17.480	0.020	36.48	0.91	0.00	0.00	0.00	21.40	0.748	12.538	0.107	1.744533732E+0000	4.631965571E-0001	-7.482393665E+0000	0.044	1.207
17.500	0.143	36.48	6.18	0.00	0.00	0.00	21.40	0.736	12.540	0.230	1.593626440E+0000	4.216288445E-0001	-7.254971408E+0000	0.044	1.212
17.643	0.163	36.53	6.67	0.00	0.00	0.00	21.40	0.665	12.575	3.092	6.846954657E-0001	1.709323903E-0001	-5.373857384E+0000	0.044	1.240

#### ----- LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio

dx(m) : Larghezza concio

alpha(gradi) : Angolo pendenza base concio

W(kN/m) : Forza peso concio

ru(-) : Coefficiente locale pressione interstiziale

U(kPa) : Pressione totale dei pori base concio

phi'(gradi) : Angolo di attrito efficace base concio

c'/Cu (kPa) : Coesione efficace / Resistenza al taglio in condizioni non drenate

ht(m) : Altezza linea di thrust da nodo sinistro base concio

yt(m) : coordinata Y linea di trust

yt'(-) : gradiente pendenza locale linea di trust

E(x)(kN/m) : Forza Normale interconcio

T(x)(kN/m) : Forza Tangenziale interconcio

E' (kN) : derivata Forza normale interconcio

Rho(x) (-) : fattore mobilitazione resistenza al taglio verticale interconcio ZhU et al.(2003)

Fs(x) (-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X)  
-----

## ALLEGATO 1 – A2 – CONDIZIONI NON DRENATE – AREE GOLANALI IN CONDIZIONI DI MASSIMO INVASO

**File report:** G:\Lavori\Seveso\Aree\_Golenali\SSAP\Seveso\_golene\_argine\_verifica\_NON\_drenata\_SI\_falda\_REPORT.par.txt

**Data:** 19/4/2015

**Localita' :** Fiume seveso - aree golenali

**Descrizione:** Argine H = 4 metri - pendenza 2/3 - NON drenato - FALDA - NO svaso

**Modello pendio:** Seveso\_golene\_argine\_verifica\_NON\_drenata\_SI\_falda.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
0.00	10.00	10.00	10.00	-	-	-	-
10.00	10.00	14.50	13.00	-	-	-	-
14.50	13.00	16.00	14.00	-	-	-	-
16.00	14.00	19.00	14.00	-	-	-	-
19.00	14.00	25.00	10.00	-	-	-	-
25.00	10.00	24.50	9.50	-	-	-	-
35.00	10.00	10.50	9.50	-	-	-	-
-	-	10.00	10.00	-	-	-	-

### ---- SUP FALDA -----

X Y (in m)

0.00	13.00
14.50	13.00
25.00	10.00
35.00	10.00

### ----- GESTIONE ACQUIFERI -----

Strati esclusi da acquifero:

Esclusione sovraccarico pendio sommerso: NON ATTIVATA

Peso unitario fluido (kN/m<sup>3</sup>): 9.81

Parametri funzione dissipazione superficiale pressione dei fluidi:

Coefficiente A	0
Coefficiente K	0.000800
Pressione minima fluidi Uo_Min (kPa)	0.01

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

	fi`	C`	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1	23.00	0.00	0.00	18.50	19.00	1.237	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 2	0.00	0.00	0.00	21.40	20.00	20.50	0.900	0.00	0.00	0.00

Note: 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)  
GSI \_\_\_\_\_ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)  
mi \_\_\_\_\_ Indice litologico ammasso(adimensionale)  
D \_\_\_\_\_ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)  
Fattore di riduzione NTC2008 gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 - DISATTIVATO (solo per ROCCE)

----- 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 : 0.00 0.00 0.00  
LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m): 1.4 (+/-) 50%  
RANGE ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 0.10 31.60  
LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 6.80  
RANGE ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 3.60 34.30

\*\*\* TOTALE SUPERFICI GENERATE : 10000

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

METODO DI CALCOLO : MORGENSTERN & PRICE (Morgenstern & Price, 1965)  
COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.015  
COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.007  
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  $F_s$  \*

Fattore di sicurezza (FS)	1.802	- Min. -	X	Y	Lambda=	0.173
	9.69	10.00				
	9.85	9.90				
	10.01	9.81				
	10.17	9.71				
	10.32	9.60				
	10.48	9.50				
	10.64	9.40				
	10.80	9.30				
	10.95	9.20				
	11.11	9.11				
	11.27	9.03				
	11.43	8.95				
	11.58	8.89				
	11.74	8.84				
	11.90	8.80				
	12.06	8.76				
	12.21	8.74				
	12.37	8.73				
	12.53	8.72				
	12.69	8.73				
	12.84	8.75				
	13.00	8.77				
	13.16	8.80				
	13.32	8.83				
	13.47	8.87				
	13.63	8.91				
	13.79	8.95				
	13.95	8.99				
	14.10	9.03				
	14.26	9.07				
	14.42	9.12				
	14.58	9.17				
	14.73	9.22				
	14.89	9.28				
	15.05	9.33				
	15.21	9.39				
	15.36	9.45				
	15.52	9.52				
	15.68	9.59				

15.84	9.66
15.99	9.74
16.15	9.82
16.31	9.90
16.47	9.99
16.62	10.08
16.78	10.18
16.94	10.27
17.10	10.37
17.25	10.47
17.41	10.58
17.57	10.69
17.73	10.80
17.88	10.91
18.04	11.02
18.20	11.13
18.36	11.25
18.51	11.36
18.67	11.48
18.83	11.60
18.99	11.72
19.14	11.84
19.30	11.96
19.46	12.08
19.62	12.21
19.77	12.33
19.93	12.46
20.09	12.58
20.25	12.71
20.40	12.83
20.56	12.96

Fattore di sicurezza (FS)	1.817	- N.2 --	X	Y	Lambda= 0.181
---------------------------	-------	----------	---	---	---------------

Fattore di sicurezza (FS)	1.819	- N.3 --	X	Y	Lambda= 0.183
---------------------------	-------	----------	---	---	---------------

Fattore di sicurezza (FS)	1.820	- N.4 --	X	Y	Lambda= 0.179
---------------------------	-------	----------	---	---	---------------

Fattore di sicurezza (FS)	1.820	- N.5 --	X	Y	Lambda= 0.180
---------------------------	-------	----------	---	---	---------------

Fattore di sicurezza (FS)	1.823	- N.6 --	X	Y	Lambda= 0.184
---------------------------	-------	----------	---	---	---------------

Fattore di sicurezza (FS) 1.834 - N.7 -- X Y Lambda= 0.176

Fattore di sicurezza (FS) 1.837 - N.8 -- X Y Lambda= 0.194

Fattore di sicurezza (FS) 1.838 - N.9 -- X Y Lambda= 0.182

Fattore di sicurezza (FS) 1.840 - N.10 -- X Y Lambda= 0.186

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----

# DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs \*

# Analisi Deficit in riferimento a FS(progetto) = 1.100

Sup N.	FS	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	1.802	243.9	135.3	95.0	Surplus
2	1.817	243.1	133.8	96.0	Surplus
3	1.819	248.7	136.7	98.3	Surplus
4	1.820	247.2	135.8	97.8	Surplus
5	1.820	244.3	134.2	96.7	Surplus
6	1.823	241.7	132.6	95.8	Surplus
7	1.834	241.4	131.6	96.7	Surplus
8	1.837	240.2	130.8	96.4	Surplus
9	1.838	244.5	133.0	98.1	Surplus
10	1.840	243.2	132.2	97.8	Surplus

Esito analisi: SURPLUS di RESISTENZA!

Valore minimo di SURPLUS di RESISTENZA (kN/m): 95.0

Note: FTR --> Forza totale Resistente rispetto alla superficie  
di scivolamento (componente Orizzontale)

FTA --> Forza totale Agente rispetto alla superficie  
di scivolamento (componente Orizzontale)

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN  
per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpata

TABELLA PARAMETRI CONCI E DIAGRAMMA DELLE FORZE DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X	dx	alpha	W	ru	U	phi'	c'/Cu	ht	yt	yt'	E(x)	T(x)	E'	rho(x)	local_FS
(m)	(m)	(gradi)	(kN/m)	(--)	(kPa)	(gradi)	(kPa)	(m)	(m)	(--)	(kN/m)	(kN/m)	(kN)	(--)	(--)
9.693	0.157	-31.29	4.79	0.52	0.47	23.00	0.00	0.000	10.000	-0.508	0.000000000E+0000	0.000000000E+0000	9.344777386E+0000	0.268	2.944
9.850	0.001	-31.29	0.02	0.52	0.94	23.00	0.00	0.016	9.920	-0.508	1.869638776E+0000	1.179817853E-0001	1.444985374E+0001	0.268	2.944
9.851	0.149	-31.83	4.84	0.52	1.39	23.00	0.00	0.016	9.920	-0.464	1.878829595E+0000	1.185851010E-0001	1.447090345E+0001	0.294	2.944
10.000	0.008	-31.83	0.23	0.52	1.90	23.00	0.00	0.039	9.851	-0.452	4.441377479E+0000	2.803240902E-0001	2.008297692E+0001	0.269	2.956
10.008	0.157	-32.50	4.73	0.50	2.95	23.00	0.00	0.042	9.849	-0.399	4.605174387E+0000	2.906623737E-0001	2.043388144E+0001	0.266	2.956
10.165	0.001	-32.50	0.02	0.49	3.96	23.00	0.00	0.078	9.785	-0.407	8.400964432E+0000	5.643345680E-0001	2.827800262E+0001	0.145	2.961
10.166	0.157	-33.07	5.28	0.49	4.98	23.00	0.00	0.079	9.785	-0.278	8.418948772E+0000	5.656903554E-0001	2.831333363E+0001	0.147	2.961
10.322	0.001	-33.07	0.02	0.48	6.00	23.00	0.00	0.137	9.741	-0.278	1.356773435E+0001	9.760214821E-0001	3.739235394E+0001	0.144	2.952
10.323	0.157	-33.37	5.83	0.48	7.02	23.00	0.00	0.137	9.741	-0.233	1.359151205E+0001	9.780158097E-0001	3.742895331E+0001	0.145	2.952
10.480	0.001	-33.37	0.02	0.48	8.04	23.00	0.00	0.204	9.704	-0.232	2.013320140E+0001	1.558920728E+0000	4.595516848E+0001	0.162	2.928
10.481	0.019	-33.27	0.76	0.48	8.18	23.00	0.00	0.204	9.704	-0.208	2.016242168E+0001	1.561678707E+0000	4.599230137E+0001	0.162	2.928
10.500	0.138	-33.27	5.64	0.48	9.20	23.00	0.00	0.213	9.700	-0.169	2.106727712E+0001	1.647529212E+0000	4.713982059E+0001	0.165	2.924
10.638	0.157	-32.68	6.88	0.48	11.10	23.00	0.00	0.281	9.678	-0.132	2.813268285E+0001	2.359453128E+0000	5.496832418E+0001	0.203	2.889
10.795	0.001	-32.68	0.03	0.48	12.11	23.00	0.00	0.365	9.661	-0.104	3.723577803E+0001	3.381782677E+0000	6.021146482E+0001	0.247	2.834
10.796	0.157	-31.56	7.38	0.49	13.10	23.00	0.00	0.366	9.661	-0.029	3.727405079E+0001	3.386321004E+0000	6.022141357E+0001	0.249	2.834
10.952	0.001	-31.56	0.03	0.49	14.09	23.00	0.00	0.458	9.657	-0.029	4.676775897E+0001	4.563045188E+0000	5.998861076E+0001	0.289	2.767
10.953	0.157	-29.86	7.87	0.49	15.05	23.00	0.00	0.458	9.657	0.040	4.680588367E+0001	4.568050218E+0000	5.997838523E+0001	0.291	2.767
11.110	0.001	-29.86	0.03	0.49	16.01	23.00	0.00	0.554	9.663	0.040	5.596029016E+0001	5.796370478E+0000	5.664385125E+0001	0.324	2.688
11.111	0.157	-27.59	8.33	0.49	16.92	23.00	0.00	0.555	9.663	0.104	5.599628829E+0001	5.801306403E+0000	5.663147672E+0001	0.326	2.688
11.267	0.001	-27.59	0.03	0.49	17.84	23.00	0.00	0.653	9.679	0.104	6.466417191E+0001	7.044181481E+0000	5.370363624E+0001	0.353	2.591
11.268	0.157	-24.80	8.77	0.49	18.72	23.00	0.00	0.653	9.679	0.104	6.469830062E+0001	7.049390143E+0000	5.368919264E+0001	0.356	2.591
11.425	0.001	-24.80	0.04	0.49	19.59	23.00	0.00	0.742	9.696	0.104	7.282021348E+0001	8.323947767E+0000	4.978225030E+0001	0.380	2.479
11.426	0.157	-21.62	9.18	0.49	20.41	23.00	0.00	0.743	9.696	0.118	7.285184913E+0001	8.329134909E+0000	4.976566327E+0001	0.383	2.479
11.582	0.001	-21.62	0.04	0.49	21.23	23.00	0.00	0.823	9.714	0.119	8.033650601E+0001	9.585388130E+0000	4.567523384E+0001	0.403	2.359
11.583	0.157	-18.26	9.56	0.49	22.00	23.00	0.00	0.824	9.715	0.169	8.036553135E+0001	9.590459232E+0000	4.565881482E+0001	0.406	2.359
11.740	0.001	-18.26	0.04	0.49	22.77	23.00	0.00	0.902	9.741	0.169	8.721004655E+0001	1.080932291E+0001	4.159516724E+0001	0.423	2.242
11.741	0.157	-15.03	9.90	0.49	23.49	23.00	0.00	0.902	9.741	0.216	8.723647851E+0001	1.081420735E+0001	4.157830880E+0001	0.426	2.241
11.897	0.001	-15.03	0.04	0.49	24.22	23.00	0.00	0.978	9.775	0.216	9.341447438E+0001	1.197559546E+0001	3.704362861E+0001	0.440	2.136
11.898	0.157	-11.94	10.22	0.49	24.89	23.00	0.00	0.979	9.775	0.260	9.343801238E+0001	1.198018937E+0001	3.702338301E+0001	0.443	2.135
12.055	0.001	-11.94	0.04	0.49	25.57	23.00	0.00	1.053	9.816	0.260	9.884133082E+0001	1.305432835E+0001	3.182598359E+0001	0.454	2.046
12.056	0.157	-8.41	10.51	0.49	26.20	23.00	0.00	1.053	9.816	0.297	9.886155219E+0001	1.305851156E+0001	3.180461616E+0001	0.457	2.046
12.212	0.001	-8.41	0.04	0.49	26.83	23.00	0.00	1.123	9.863	0.297	1.034414985E+0002	1.402337647E+0001	2.663722801E+0001	0.464	1.969
12.213	0.157	-4.62	10.77	0.49	27.41	23.00	0.00	1.123	9.863	0.333	1.034584223E+0002	1.402708936E+0001	2.661695424E+0001	0.467	1.969
12.370	0.001	-4.62	0.04	0.49	27.99	23.00	0.00	1.188	9.915	0.333	1.072522743E+0002	1.487383759E+0001	2.182623729E+0001	0.472	1.903
12.370	0.157	-0.85	11.00	0.49	28.51	23.00	0.00	1.188	9.916	0.367	1.072661408E+0002	1.487706179E+0001	2.180765101E+0001	0.474	1.903
12.527	0.001	-0.85	0.04	0.49	29.04	23.00	0.00	1.248	9.973	0.367	1.103342569E+0002	1.560339556E+0001	1.734004828E+0001	0.476	1.848
12.528	0.157	2.67	11.19	0.49	29.52	23.00	0.00	1.248	9.973	0.395	1.103452724E+0002	1.560612392E+0001	1.732212165E+0001	0.479	1.848
12.685	0.001	2.67	0.05	0.49	30.00	23.00	0.00	1.303	10.035	0.395	1.127088206E+0002	1.620814331E+0001	1.276569710E+0001	0.479	1.802
12.685	0.157	5.78	11.36	0.49	30.43	23.00	0.00	1.303	10.036	0.419	1.127169283E+0002	1.621034724E+0001	1.274682922E+0001	0.481	1.801
12.842	0.001	5.78	0.05	0.49	30.87	23.00	0.00	1.353	10.101	0.419	1.143581089E+0002	1.668201953E+0001	8.251232738E+0000	0.478	1.760
12.843	0.157	8.35	11.51	0.49	31.27	23.00	0.00	1.353	10.102	0.450	1.143633479E+0002	1.668369692E+0001	8.234098228E+0000	0.481	1.759
13.000	0.001	8.35	0.05	0.49	31.67	23.00	0.00	1.401	10.172	0.450	1.153434944E+0002	1.703333013E+0001	4.398509132E+0000	0.476	1.718

13.000	0.157	10.36	11.64	0.49	32.05	23.00	0.00	1.401	10.173	0.456	1.153462856E+0002	1.703454591E+0001	4.384644902E+0000	0.478	
1.717															
13.157	0.001	10.36	0.05	0.49	32.42	23.00	0.00	1.444	10.244	0.456	1.157858576E+0002	1.728160316E+0001	1.333946044E+0000	0.471	1.673
13.158	0.157	11.84	11.75	0.49	32.78	23.00	0.00	1.444	10.244	0.472	1.157867019E+0002	1.728244273E+0001	1.322827228E+0000	0.473	
1.672															
13.315	0.001	11.84	0.05	0.49	33.13	23.00	0.00	1.485	10.318	0.472	1.157857582E+0002	1.744489409E+0001	-1.326930602E+0000	0.464	1.625
13.315	0.157	12.84	11.85	0.49	33.47	23.00	0.00	1.486	10.319	0.487	1.157849114E+0002	1.744540996E+0001	-1.337890643E+0000	0.466	
1.625															
13.472	0.001	12.84	0.05	0.49	33.81	23.00	0.00	1.526	10.395	0.487	1.153685477E+0002	1.753019856E+0001	-3.929702494E+0000	0.457	1.578
13.473	0.157	13.49	11.94	0.48	34.14	23.00	0.00	1.526	10.395	0.501	1.153660469E+0002	1.753040842E+0001	-3.939667623E+0000	0.458	
1.578															
13.630	0.001	13.49	0.05	0.48	34.47	23.00	0.00	1.567	10.474	0.501	1.145632626E+0002	1.754418003E+0001	-6.243385403E+0000	0.447	1.534
13.630	0.157	13.95	12.03	0.48	34.79	23.00	0.00	1.567	10.474	0.514	1.145592917E+0002	1.754411863E+0001	-6.252068755E+0000	0.449	
1.533															
13.787	0.001	13.95	0.05	0.48	35.11	23.00	0.00	1.609	10.555	0.514	1.134188895E+0002	1.749522102E+0001	-8.237119868E+0000	0.437	1.491
13.788	0.157	14.43	12.12	0.48	35.43	23.00	0.00	1.609	10.555	0.534	1.134136517E+0002	1.749492038E+0001	-8.244555345E+0000	0.438	
1.491															
13.945	0.001	14.43	0.05	0.48	35.74	23.00	0.00	1.653	10.639	0.534	1.119831166E+0002	1.738903709E+0001	-9.958246130E+0000	0.425	1.451
13.945	0.157	15.17	12.20	0.48	36.05	23.00	0.00	1.653	10.639	0.538	1.119767852E+0002	1.738850905E+0001	-9.964783198E+0000	0.427	
1.450															
14.102	0.001	15.17	0.05	0.48	36.36	23.00	0.00	1.695	10.724	0.538	1.102906823E+0002	1.723614504E+0001	-1.150104957E+0001	0.413	1.410
14.103	0.157	16.06	12.27	0.48	36.65	23.00	0.00	1.695	10.724	0.551	1.102833705E+0002	1.723542332E+0001	-1.150673933E+0001	0.414	
1.409															
14.260	0.001	16.06	0.05	0.48	36.94	23.00	0.00	1.736	10.810	0.551	1.083732836E+0002	1.704089242E+0001	-1.283023658E+0001	0.401	1.367
14.260	0.157	16.81	12.34	0.48	37.22	23.00	0.00	1.736	10.811	0.572	1.083651272E+0002	1.704006912E+0001	-1.283548934E+0001	0.402	
1.367															
14.417	0.001	16.81	0.05	0.48	37.50	23.00	0.00	1.779	10.901	0.572	1.062480925E+0002	1.682647704E+0001	-1.417545920E+0001	0.388	1.324
14.418	0.082	17.46	6.46	0.49	37.92	23.00	0.00	1.779	10.901	0.597	1.062390810E+0002	1.682559963E+0001	-1.418113705E+0001	0.388	1.324
14.500	0.075	17.46	5.98	0.48	37.57	23.00	0.00	1.802	10.950	0.591	1.050444579E+0002	1.671002073E+0001	-1.493289298E+0001	0.382	1.301
14.575	0.157	18.11	12.57	0.46	36.87	23.00	0.00	1.822	10.994	0.582	1.038914347E+0002	1.661278329E+0001	-1.564921018E+0001	0.376	
1.280															
14.732	0.001	18.11	0.05	0.45	36.40	23.00	0.00	1.862	11.085	0.580	1.013196124E+0002	1.639171934E+0001	-1.712428319E+0001	0.364	1.236
14.733	0.157	18.79	12.74	0.45	35.92	23.00	0.00	1.862	11.086	0.578	1.013087266E+0002	1.639079894E+0001	-1.712992176E+0001	0.364	
1.236															
14.890	0.001	18.79	0.05	0.44	35.43	23.00	0.00	1.900	11.176	0.578	9.851745576E+0001	1.614068331E+0001	-1.844672121E+0001	0.351	1.193
14.890	0.157	19.57	12.90	0.43	34.94	23.00	0.00	1.900	11.177	0.569	9.850572962E+0001	1.613961842E+0001	-1.845192510E+0001	0.352	
1.193															
15.047	0.001	19.57	0.05	0.42	34.44	23.00	0.00	1.933	11.266	0.569	9.551257898E+0001	1.584949076E+0001	-1.969861209E+0001	0.338	1.151
15.048	0.157	20.44	13.06	0.41	33.93	23.00	0.00	1.933	11.266	0.553	9.550005726E+0001	1.584808189E+0001	-1.970349588E+0001	0.339	
1.151															
15.205	0.001	20.44	0.05	0.40	33.42	23.00	0.00	1.962	11.353	0.553	9.231721812E+0001	1.547996193E+0001	-2.086389886E+0001	0.324	1.112
15.205	0.157	21.43	13.21	0.39	32.90	23.00	0.00	1.962	11.353	0.529	9.230395588E+0001	1.547842899E+0001	-2.086842014E+0001	0.324	
1.112															
15.362	0.001	21.43	0.05	0.39	32.38	23.00	0.00	1.983	11.436	0.529	8.894519755E+0001	1.506774650E+0001	-2.194434153E+0001	0.310	1.075
15.363	0.113	22.52	9.57	0.38	31.99	23.00	0.00	1.983	11.437	0.501	8.893124869E+0001	1.506598926E+0001	-2.194855732E+0001	0.310	1.075
15.476	0.045	22.52	3.83	0.00	0.00	0.00	21.40	1.993	11.493	0.499	8.641686599E+0001	1.473899539E+0001	-2.268295376E+0001	0.299	1.051

15.520	0.157	23.69	13.46	0.00	0.00	0.00	21.40	1.997	11.515	0.472	8.539361112E+0001	1.460378242E+0001	-2.296246953E+0001	0.296	1.042
15.677	0.001	23.69	0.05	0.00	0.00	0.00	21.40	2.001	11.588	0.465	8.172463961E+0001	1.408087473E+0001	-2.379992014E+0001	0.283	1.013
15.678	0.157	24.89	13.56	0.00	0.00	0.00	21.40	2.001	11.588	0.422	8.170951166E+0001	1.407860899E+0001	-2.380321857E+0001	0.282	1.012
15.835	0.001	24.89	0.06	0.00	0.00	0.00	21.40	1.994	11.655	0.422	7.790877670E+0001	1.347099945E+0001	-2.468439419E+0001	0.268	0.986
15.835	0.157	26.07	13.64	0.00	0.00	0.00	21.40	1.994	11.655	0.377	7.789308639E+0001	1.346834495E+0001	-2.468833137E+0001	0.268	0.986
15.992	0.001	26.07	0.06	0.00	0.00	0.00	21.40	1.976	11.714	0.377	7.393923094E+0001	1.275651300E+0001	-2.575274484E+0001	0.252	0.961
15.993	0.007	27.18	0.62	0.00	0.00	0.00	21.40	1.976	11.714	0.347	7.392286139E+0001	1.275339250E+0001	-2.575734820E+0001	0.252	0.961
16.000	0.150	27.18	12.99	0.00	0.00	0.00	21.40	1.975	11.717	0.311	7.373872738E+0001	1.271766695E+0001	-2.580915723E+0001	0.252	0.960
16.150	0.157	28.15	13.29	0.00	0.00	0.00	21.40	1.945	11.763	0.287	6.977637707E+0001	1.190706637E+0001	-2.688324577E+0001	0.240	0.939
16.307	0.001	28.15	0.05	0.00	0.00	0.00	21.40	1.902	11.805	0.265	6.548378124E+0001	1.097958126E+0001	-2.785876722E+0001	0.226	0.919
16.308	0.157	29.05	13.01	0.00	0.00	0.00	21.40	1.902	11.805	0.232	6.546607326E+0001	1.097568598E+0001	-2.786296690E+0001	0.226	0.919
16.465	0.001	29.05	0.05	0.00	0.00	0.00	21.40	1.851	11.841	0.231	6.101935632E+0001	1.000662723E+0001	-2.877475363E+0001	0.210	0.901
16.465	0.157	29.95	12.72	0.00	0.00	0.00	21.40	1.851	11.841	0.197	6.100106660E+0001	1.000263519E+0001	-2.877753567E+0001	0.210	0.901
16.622	0.001	29.95	0.05	0.00	0.00	0.00	21.40	1.791	11.872	0.197	5.645079516E+0001	9.046968229E+0000	-2.912239179E+0001	0.194	0.888
16.623	0.157	30.82	12.42	0.00	0.00	0.00	21.40	1.791	11.872	0.170	5.643228538E+0001	9.043188429E+0000	-2.912233675E+0001	0.194	0.888
16.780	0.001	30.82	0.05	0.00	0.00	0.00	21.40	1.724	11.899	0.170	5.188218483E+0001	8.121958311E+0000	-2.880041197E+0001	0.179	0.878
16.780	0.157	31.63	12.10	0.00	0.00	0.00	21.40	1.724	11.899	0.151	5.186388041E+0001	8.118233314E+0000	-2.879813010E+0001	0.179	0.878
16.937	0.001	31.63	0.05	0.00	0.00	0.00	21.40	1.651	11.923	0.151	4.739395619E+0001	7.228135809E+0000	-2.821049184E+0001	0.163	0.873
16.938	0.157	32.38	11.78	0.00	0.00	0.00	21.40	1.651	11.923	0.138	4.737602658E+0001	7.224599923E+0000	-2.820862311E+0001	0.163	0.873
17.095	0.001	32.38	0.05	0.00	0.00	0.00	21.40	1.573	11.945	0.138	4.300449340E+0001	6.373792956E+0000	-2.746264609E+0001	0.148	0.871
17.095	0.157	33.07	11.45	0.00	0.00	0.00	21.40	1.573	11.945	0.130	4.298703964E+0001	6.370478435E+0000	-2.745911024E+0001	0.148	0.871
17.252	0.001	33.07	0.05	0.00	0.00	0.00	21.40	1.491	11.965	0.130	3.874384605E+0001	5.582461089E+0000	-2.669126275E+0001	0.133	0.874
17.253	0.157	33.67	11.11	0.00	0.00	0.00	21.40	1.491	11.965	0.141	3.872688221E+0001	5.579344905E+0000	-2.668886608E+0001	0.133	0.874
17.410	0.001	33.67	0.04	0.00	0.00	0.00	21.40	1.408	11.987	0.141	3.457475263E+0001	4.835747450E+0000	-2.632695836E+0001	0.119	0.880
17.410	0.090	34.21	6.20	0.00	0.00	0.00	21.40	1.408	11.987	0.158	3.455801977E+0001	4.832794330E+0000	-2.632634897E+0001	0.119	0.880
17.500	0.068	34.21	4.61	0.00	0.00	0.00	21.40	1.361	12.002	0.159	3.219914593E+0001	4.424665946E+0000	-2.628237962E+0001	0.111	0.886
17.568	0.157	34.67	10.41	0.00	0.00	0.00	21.40	1.326	12.012	0.160	3.041779669E+0001	4.118092369E+0000	-2.626211086E+0001	0.105	0.891
17.725	0.001	34.67	0.04	0.00	0.00	0.00	21.40	1.242	12.038	0.160	2.631690239E+0001	3.439569668E+0000	-2.598181565E+0001	0.090	0.907
17.725	0.157	35.07	10.05	0.00	0.00	0.00	21.40	1.242	12.038	0.172	2.630038906E+0001	3.436893688E+0000	-2.598070547E+0001	0.090	0.907
17.882	0.001	35.07	0.04	0.00	0.00	0.00	21.40	1.159	12.065	0.172	2.224729609E+0001	2.801392536E+0000	-2.565759028E+0001	0.076	0.927
17.883	0.157	35.43	9.69	0.00	0.00	0.00	21.40	1.159	12.065	0.185	2.223098913E+0001	2.798895253E+0000	-2.565554117E+0001	0.076	0.927
18.040	0.001	35.43	0.04	0.00	0.00	0.00	21.40	1.076	12.094	0.185	1.826424326E+0001	2.211794506E+0000	-2.479669824E+0001	0.062	0.952
18.040	0.157	35.76	9.32	0.00	0.00	0.00	21.40	1.076	12.094	0.196	1.824848442E+0001	2.209519958E+0000	-2.479163287E+0001	0.062	0.952
18.197	0.001	35.76	0.04	0.00	0.00	0.00	21.40	0.994	12.125	0.196	1.447787504E+0001	1.688582214E+0000	-2.316927577E+0001	0.060	0.983
18.198	0.157	36.07	8.94	0.00	0.00	0.00	21.40	0.993	12.125	0.208	1.446315146E+0001	1.686578722E+0000	-2.316142552E+0001	0.060	0.984
18.355	0.001	36.07	0.04	0.00	0.00	0.00	21.40	0.912	12.157	0.208	1.098947511E+0001	1.229032651E+0000	-2.111753994E+0001	0.060	1.021
18.355	0.157	36.39	8.57	0.00	0.00	0.00	21.40	0.911	12.158	0.221	1.097605566E+0001	1.227312088E+0000	-2.110944486E+0001	0.060	1.021
18.512	0.001	36.39	0.03	0.00	0.00	0.00	21.40	0.830	12.192	0.221	7.825980245E+0000	8.334595494E-0001	-1.896414318E+0001	0.060	1.066
18.513	0.157	36.70	8.18	0.00	0.00	0.00	21.40	0.830	12.192	0.235	7.813929948E+0000	8.319846569E-0001	-1.895453336E+0001	0.060	1.066
18.670	0.001	36.70	0.03	0.00	0.00	0.00	21.40	0.750	12.229	0.235	5.024387113E+0000	5.081625253E-0001	-1.665928385E+0001	0.060	1.119
18.670	0.157	36.99	7.80	0.00	0.00	0.00	21.40	0.750	12.229	0.249	5.013801410E+0000	5.069908112E-0001	-1.665075401E+0001	0.060	1.119
18.827	0.001	36.99	0.03	0.00	0.00	0.00	21.40	0.671	12.268	0.249	2.551411276E+0000	2.453845197E-0001	-1.484748925E+0001	0.060	1.183
18.828	0.157	37.26	7.41	0.00	0.00	0.00	21.40	0.670	12.269	0.251	2.541976350E+0000	2.444233518E-0001	-1.484139995E+0001	0.060	1.184
18.985	0.001	37.26	0.03	0.00	0.00	0.00	21.40	0.590	12.308	0.251	3.208716775E-0001	2.915157958E-0002	-1.352190396E+0001	0.060	1.265
18.985	0.000	37.50	0.01	0.00	0.00	0.00	21.40	0.590	12.308	0.238	3.122789524E-0001	2.836369160E-0002	-1.351682806E+0001	0.060	1.265
18.986	0.014	37.50	0.66	0.00	0.00	0.00	21.40	0.590	12.308	0.220	3.085265060E-0001	2.801969376E-0002	-1.351461001E+0001	0.060	1.265

19.000	0.143	37.50	6.24	0.00	0.00	0.00	21.40	0.582	12.311	0.237	1.137089780E-0001	1.026444534E-0002	-1.339812158E+0001	0.060	1.274
19.143	0.157	37.72	6.17	0.00	0.00	0.00	21.40	0.506	12.346	0.247	-1.706430613E+0000	-1.432583854E-0001	-1.205932806E+0001	0.060	1.369
19.300	0.001	37.72	0.02	0.00	0.00	0.00	21.40	0.425	12.385	0.254	-3.530243862E+0000	-2.653005749E-0001	-1.123216751E+0001	0.060	1.505
19.300	0.157	37.92	5.45	0.00	0.00	0.00	21.40	0.425	12.386	0.269	-3.537381608E+0000	-2.656973705E-0001	-1.122817520E+0001	0.060	1.505
19.457	0.001	37.92	0.02	0.00	0.00	0.00	21.40	0.345	12.428	0.270	-5.175486013E+0000	-3.364509139E-0001	-9.307720622E+0000	0.060	1.683
19.458	0.157	38.10	4.73	0.00	0.00	0.00	21.40	0.344	12.428	0.303	-5.181397937E+0000	-3.366046803E-0001	-9.295325404E+0000	0.060	1.684
19.615	0.001	38.10	0.02	0.00	0.00	0.00	21.40	0.269	12.476	0.303	-6.336472973E+0000	-3.505737907E-0001	-5.065950031E+0000	0.060	1.932
19.615	0.157	38.26	4.01	0.00	0.00	0.00	21.40	0.269	12.476	0.382	-6.339686091E+0000	-3.505344456E-0001	-5.044765569E+0000	0.060	1.934
19.772	0.001	38.26	0.01	0.00	0.00	0.00	21.40	0.205	12.536	0.382	-6.699394944E+0000	-3.122040703E-0001	4.685941105E-0001	0.060	2.299
19.773	0.157	38.39	3.28	0.00	0.00	0.00	21.40	0.205	12.536	0.411	-6.699090347E+0000	-3.119321566E-0001	4.898754477E-0001	0.060	2.301
19.930	0.001	38.39	0.01	0.00	0.00	0.00	21.40	0.145	12.600	0.412	-6.241493748E+0000	-2.329595703E-0001	5.521459147E+0000	0.060	2.856
19.930	0.157	38.51	2.56	0.00	0.00	0.00	21.40	0.145	12.601	0.539	-6.237976884E+0000	-2.325877235E-0001	5.545061682E+0000	0.060	2.859
20.087	0.001	38.51	0.01	0.00	0.00	0.00	21.40	0.104	12.685	0.539	-4.931114952E+0000	-1.382594738E-0001	1.078860712E+0001	0.060	3.720
20.088	0.157	38.61	1.83	0.00	0.00	0.00	21.40	0.104	12.686	0.577	-4.924252829E+0000	-1.378467604E-0001	1.080442960E+0001	0.060	3.724
20.245	0.001	38.61	0.01	0.00	0.00	0.00	21.40	0.070	12.776	0.578	-3.036901216E+0000	-5.688187392E-0002	1.249249843E+0001	0.060	5.082
20.245	0.157	38.70	1.10	0.00	0.00	0.00	21.40	0.069	12.777	0.581	-3.028961994E+0000	-5.658407218E-0002	1.248984455E+0001	0.060	5.089
20.402	0.001	38.70	0.00	0.00	0.00	0.00	21.40	0.035	12.868	0.580	-1.229975077E+0000	-1.157837419E-0002	9.868188849E+0000	0.060	7.230
20.403	0.157	38.78	0.37	0.00	0.00	0.00	21.40	0.035	12.868	0.583	-1.223708248E+0000	-1.143928306E-0002	9.851642530E+0000	0.060	7.241
20.560	0.001	38.78	0.00	0.00	0.00	0.00	21.40	0.000	12.960	0.583	-3.770159264E-0003	-1.762840204E-0005	5.937075401E+0000	0.060	10.590

#### ----- LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio  
dx(m) : Larghezza concio  
alpha(gradi) : Angolo pendenza base concio  
W(kN/m) : Forza peso concio  
ru(-) : Coefficiente locale pressione interstiziale  
U(kPa) : Pressione totale dei pori base concio  
phi'(gradi) : Angolo di attrito efficace base concio  
c'/Cu (kPa) : Coesione efficace / Resistenza al taglio in condizioni non drenate  
ht(m) : Altezza linea di thrust da nodo sinistro base concio  
yt(m) : coordinata Y linea di trust  
yt'(-) : gradiente pendenza locale linea di trust  
E(x)(kN/m) : Forza Normale interconcio  
T(x)(kN/m) : Forza Tangenziale interconcio  
E' (kN) : derivata Forza normale interconcio  
Rho(x) (-) : fattore mobilitazione resistenza al taglio verticale interconcio ZhU et al.(2003)  
Fs(x) (-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X)

---



## ALLEGATO 1 – A3 – CONDIZIONI NON DRENATE – SVASO RAPIDO CON GEOTESSILE DI RINFORZO

### Slope stability analysis to EC 7 using circular slip surfaces

Datei: 150423 Seveso drenata.boe

#### Parameter list

phi [°] = friction angle

c [kN/m²] = cohesion

gamma [kN/m³] = unit weight

Max. psi(A) [°] = angle between slip direction of failure mechanism and the tension member

μ [-] = utilisation factor

xm,ym [m] = x and y values of slip circle centre-point

rad [m] = slip circle radius

#### Coordinates of surface points

No.	x	y
[-]	[m]	[m]
1	-50.000	0.000
2	-15.000	0.000
3	-9.000	4.000
4	-6.000	4.000
5	0.000	0.000
6	50.000	0.000

#### Design soil properties

Soil	phi,d	c,d	gamma,d	Designation
[-]	[°]	[kN/m²]	[kN/m³]	
1	29.00	10.40	20.00	Terreno arginale
2	23.00	0.00	19.00	Terreno in sito

#### Coordinates of layers and soil numbers

No.	x(left)	y(left)	x(right)	y(right)	Soil no.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	-0.500	-0.500	0.000	0.000	1
2	-14.500	-0.500	-0.500	-0.500	1
3	-15.000	0.000	-14.500	-0.400	1
4	-50.000	-50.000	50.000	-50.000	2

#### Coordinates of pwp polygon course

No.	x	y
-----	---	---

[-]	[m]	[m]
1	-50.000	0.000
2	-15.000	0.000
3	-10.500	3.000
4	0.000	0.000
5	50.000	0.000

Live loads

No.	Value(left)	Value(right)	x(left)	x(right)	y
[-]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]
1	5.00	5.00	-9.00	-6.00	4.00

Geosynthetics

Adhesive force f calculated with:

$$f = \mu \cdot \tan(\phi) \cdot \sigma'$$

$\mu$  [-] = reduction factor for friction between ground and geosynthetics

$\sigma'$  [kN/m<sup>2</sup>] = effective Spannung

R0 [kN/m] = design force at connection

L0 [m] = fold-back length

R,d [kN/m] = acceptable design force

Nr.	x1	y1	x2	y2	$\mu$	R0	R,d
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[-]	[kN/m]	[kN/m]
1	-14.50	-0.50	-0.50	-0.50	0.800	0.00	57.73

Earthquake

horizontal  $k_h = a_h/g = 0.0150$

vertical  $k_v = a_v/g = 0.0075$

Automatic testing of sign for  $k_v$

$k_v$  (governing) = 0.0075

( $a_h$  = horizontal seismic acceleration in m/s<sup>2</sup>)

( $a_v$  = vertical seismic acceleration in m/s<sup>2</sup>)

( $g$  = gravitational acceleration = 9.81 m/s<sup>2</sup>)

Gamma water [kN/m<sup>3</sup>] = 10.000

Calculation with consideration of passive earth pressure wedge

Slip circle no. 76

$$\mu = 0.8413 = [M(G_i) + M(S)] / [M(T_i) + M(R)]$$

$$x_m = -13.4979$$

$$y_m = 2.9882$$

$$\text{Radius} = 5.7040$$

$$\text{Numerator} = 1068.4491$$

$$\text{Denominator} = 1270.0697$$

$$M(T_i) = 1270.0697$$

M(R) = 0.0000  
M(Gi) = 1038.8976  
M(S) = 29.5515

Slice values

x = x (slice toe)

y = y (slice toe)

b = slice width

phi = friction angle

c = cohesion

PWP = pore water press. coeff.

tet = inclination of slice

g = weight

n = normal force

t = tangential force

FAi/FA0i/Rsi = see Equations (7) and (8) in DIN 4084:2009

pw = pore water pressure

pw(con) = excess pwp due to consolidation

wv = vertical water pressure

pst = permanent loads and footing

pv = live loads

fakpv = factor for live loads

So No. = soil number

Nr.	x	y	b	phi,d	c,d	PWD	tet	g,k	n	t	FAi	FAOi	Rsi	pw	pw(kon)	wv	pst,d	pv,d	fakpv	Bo-Nr.	
	[m]	[m]	[m]	[°]	[kN/m²]	[-]	[°]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[-]
1	-19.187	-0.084	0.253	23.0	0.0	0.00	33.5	0.4	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4
2	-18.885	-0.284	0.352	23.0	0.0	0.00	33.5	1.9	1.4	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4
3	-18.533	-0.517	0.352	23.0	0.0	0.00	33.5	3.5	2.5	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4
4	-18.180	-0.750	0.352	23.0	0.0	0.00	33.5	5.0	3.7	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4
5	-17.828	-0.983	0.352	23.0	0.0	0.00	33.5	6.6	4.8	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4
6	-17.476	-1.216	0.352	23.0	0.0	0.00	33.5	8.1	6.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4
7	-17.124	-1.449	0.352	23.0	0.0	0.00	33.5	9.7	7.1	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4
8	-16.772	-1.682	0.352	23.0	0.0	0.00	33.5	11.3	8.2	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	5.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4
9	-16.420	-1.910	0.352	23.0	0.0	0.00	30.8	12.8	8.8	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4
10	-16.068	-2.104	0.352	23.0	0.0	0.00	26.8	14.1	9.0	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4
11	-15.716	-2.267	0.352	23.0	0.0	0.00	22.9	15.2	9.0	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4
12	-15.364	-2.402	0.352	23.0	0.0	0.00	19.1	16.1	9.0	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4
13	-15.012	-2.511	0.352	23.0	0.0	0.00	15.4	16.8	9.0	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	8.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4
14	-14.660	-2.596	0.352	23.0	0.0	0.00	11.8	19.1	9.9	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	9.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4
15	-14.308	-2.658	0.352	23.0	0.0	0.00	8.2	21.2	10.7	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4
16	-13.955	-2.697	0.352	23.0	0.0	0.00	4.6	23.1	11.4	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	11.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4
17	-13.603	-2.715	0.352	23.0	0.0	0.00	1.1	24.9	12.0	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	12.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4
18	-13.251	-2.710	0.352	23.0	0.0	0.00	-2.5	26.5	12.5	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	13.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4

19	-12.899	-2.684	0.352	23.0	0.0	0.00	-6.0	28.0	13.0	5.5	0.0	0.0	0.0	14.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4
20	-12.547	-2.636	0.352	23.0	0.0	0.00	-9.6	29.3	13.5	5.7	0.0	0.0	0.0	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4
21	-12.195	-2.565	0.352	23.0	0.0	0.00	-13.2	30.5	13.9	5.9	0.0	0.0	0.0	15.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4
22	-11.843	-2.470	0.352	23.0	0.0	0.00	-16.9	31.5	14.3	6.1	0.0	0.0	0.0	16.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4
23	-11.491	-2.351	0.352	23.0	0.0	0.00	-20.6	32.4	14.7	6.2	0.0	0.0	0.0	16.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4
24	-11.139	-2.205	0.352	23.0	0.0	0.00	-24.4	33.1	15.1	6.4	0.0	0.0	0.0	16.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1	4
25	-10.787	-2.030	0.352	23.0	0.0	0.00	-28.4	33.5	15.5	6.6	0.0	0.0	0.0	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1	4
26	-10.435	-1.823	0.352	23.0	0.0	0.00	-32.5	33.8	16.1	6.8	0.0	0.0	0.0	16.9	0.0	0.0	0.0	0.0	1	4
27	-10.082	-1.580	0.352	23.0	0.0	0.00	-36.8	33.8	17.6	7.5	0.0	0.0	0.0	15.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1	4
28	-9.730	-1.295	0.352	23.0	0.0	0.00	-41.3	33.6	19.2	8.2	0.0	0.0	0.0	14.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1	4
29	-9.378	-0.957	0.352	23.0	0.0	0.00	-46.2	33.0	21.0	8.9	0.0	0.0	0.0	12.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1	4
30	-9.026	-0.553	0.352	23.0	0.0	0.00	-51.6	31.9	23.8	10.1	57.7	0.0	0.0	11.0	0.0	0.0	0.0	0.7	1	4
31	-8.674	-0.056	0.352	29.0	10.4	0.00	-57.7	28.6	22.8	16.6	0.0	0.0	0.0	8.9	0.0	0.0	0.0	1.8	1	2
32	-8.322	0.591	0.352	29.0	10.4	0.00	-65.1	24.0	22.9	17.0	0.0	0.0	0.0	6.3	0.0	0.0	0.0	1.8	1	2
33	-7.970	1.582	0.352	29.0	10.4	0.00	-75.7	17.0	23.2	18.1	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	1.8	1	2
-----																				
690.2								323.2				0.0	0.0	0.0	6.0					

#### Geosynthetic 1

x1 = -14.500 m

y1 = -0.500 m

x2 = -0.500 m

y2 = -0.500 m

$\mu = 0.800$

R0 = 0.000 kN/m

R,d = 57.730 kN/m

Work. psi(A) = 51.62 °

Limit psi(A) = 75.00 °

Geosynthetic is self-tensioning (DIN 4084:2009 7.2.3.4).

Activated force = 57.730 kN/m

Bonded length = 1.21 m

F(AL) = 123.86 kN/m

F(AR) = 316.56 kN/m

## ALLEGATO 1 –B1 – CONDIZIONI DRENATE – AREE GOLANALI VUOTE

**File report:** G:\Lavori\Seveso\Aree\_Golenali\SSAP\Seveso\_golene\_argine\_verifica\_drenata\_NO\_falda\_\_SI\_tension\_REPORT.par.txt

**Data:** 18/4/2015

**Localita' :** Fiume Seveso - areee golenali

**Descrizione:** Argine H = 4 metri - pendenza 2/3 - drenato - NO falda - SI T/C

**Modello pendio:** Seveso\_golene\_argine\_verifica\_drenata\_NO\_falda.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
0.00	10.00	10.00	10.00	-	-	-	-
10.00	10.00	14.50	13.00	-	-	-	-
14.50	13.00	16.00	14.00	-	-	-	-
16.00	14.00	19.00	14.00	-	-	-	-
19.00	14.00	25.00	10.00	-	-	-	-
25.00	10.00	24.50	9.50	-	-	-	-
35.00	10.00	10.50	9.50	-	-	-	-
-	-	10.00	10.00	-	-	-	-

## ASSENZA DI FALDA ##

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

	fi`	C`	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1		23.00	0.00	0.00	18.50	19.00	1.237	0.00	0.00	0.00
STRATO 2		29.00	10.40	0.00	20.00	20.50	2.126	0.00	0.00	0.00

Note: 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)

GSI \_\_\_\_\_ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)  
mi \_\_\_\_\_ Indice litologico ammasso(adimensionale)  
D \_\_\_\_\_ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)  
Fattore di riduzione NTC2008 gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 - DISATTIVATO (solo per ROCCE)

----- 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 : 0.00 0.00 0.00

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m): 1.4 (+/-) 50%

RANGE ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 0.10 31.60

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 6.80

RANGE ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 3.60 34.30

\*\*\* TOTALE SUPERFICI GENERATE : 4011

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

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

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.015

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.007

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)	1.486	- Min.	- X	Y	Lambda=	0.466
	8.47		10.00			
	8.62		9.91			
	8.77		9.81			
	8.93		9.71			
	9.08		9.62			
	9.23		9.52			
	9.38		9.42			
	9.54		9.32			
	9.69		9.23			
	9.84		9.15			
	9.99		9.07			
	10.14		9.00			

10.30	8.94
10.45	8.88
10.60	8.84
10.75	8.81
10.91	8.78
11.06	8.77
11.21	8.76
11.36	8.76
11.52	8.77
11.67	8.79
11.82	8.81
11.97	8.84
12.13	8.87
12.28	8.90
12.43	8.94
12.58	8.99
12.74	9.03
12.89	9.08
13.04	9.14
13.19	9.20
13.34	9.26
13.50	9.32
13.65	9.40
13.80	9.47
13.95	9.55
14.11	9.64
14.26	9.73
14.41	9.82
14.56	9.92
14.72	10.03
14.87	10.14
15.02	10.25
15.17	10.37
15.33	10.50
15.48	10.62
15.63	10.76
15.78	10.89
15.94	11.03
16.09	11.17
16.24	11.32
16.39	11.46
16.55	11.61
16.70	11.76
16.85	11.91
17.00	12.07
17.15	12.22



17.31 12.38  
17.31 14.00

Fattore di sicurezza (FS)	1.493 - N.2 --	X	Y	Lambda=	0.459
Fattore di sicurezza (FS)	1.495 - N.3 --	X	Y	Lambda=	0.448
Fattore di sicurezza (FS)	1.497 - N.4 --	X	Y	Lambda=	0.445
Fattore di sicurezza (FS)	1.500 - N.5 --	X	Y	Lambda=	0.418
Fattore di sicurezza (FS)	1.503 - N.6 --	X	Y	Lambda=	0.441
Fattore di sicurezza (FS)	1.507 - N.7 --	X	Y	Lambda=	0.452
Fattore di sicurezza (FS)	1.509 - N.8 --	X	Y	Lambda=	0.446
Fattore di sicurezza (FS)	1.511 - N.9 --	X	Y	Lambda=	0.428
Fattore di sicurezza (FS)	1.512 - N.10 --	X	Y	Lambda=	0.463

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----

# DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs \*

# Analisi Deficit in riferimento a FS(progetto) = 1.100

Sup N.	FS	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	1.486	221.8	149.3	57.6	Surplus
2	1.493	218.9	146.7	57.6	Surplus
3	1.495	236.1	158.0	62.3	Surplus
4	1.497	243.7	162.8	64.6	Surplus
5	1.500	246.9	164.6	65.9	Surplus
6	1.503	245.6	163.4	65.9	Surplus
7	1.507	227.8	151.1	61.6	Surplus
8	1.509	228.5	151.5	61.9	Surplus
9	1.511	240.6	159.2	65.4	Surplus

10 1.512 229.3 151.7 62.4 Surplus

Esito analisi: SURPLUS di RESISTENZA!

Valore minimo di SURPLUS di RESISTENZA (kN/m): 57.6

Note: FTR --> Forza totale Resistente rispetto alla superficie  
di scivolamento (componente Orizzontale)

FTA --> Forza totale Agente rispetto alla superficie  
di scivolamento (componente Orizzontale)

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN  
per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpata

TABELLA PARAMETRI CONCI E DIAGRAMMA DELLE FORZE DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X (m)	dx (m)	alpha (gradi)	W (kN/m)	ru (--)	U (kPa)	phi' (gradi)	c'/Cu (kPa)	ht (m)	yt (m)	yt' (--)	E(x) (kN/m)	T(x) (kN/m)	E' (kN)	rho(x) (--)	local_FS (--)
8.468	0.151	-31.55	0.13	0.00	0.00	23.00	0.00	0.000	10.000	-0.522	0.000000000E+0000	0.000000000E+0000	0.000000000E+0000	0.050	4.966
8.619	0.001	-31.55	0.00	0.00	0.00	23.00	0.00	0.014	9.921	-0.522	1.000000000E-0006	1.291887985E-0008	6.561825459E-0006	0.050	4.966
8.621	0.151	-31.96	0.40	0.00	0.00	23.00	0.00	0.014	9.920	-0.530	1.000000000E-0006	1.299440489E-0008	0.000000000E+0000	0.050	4.966
8.772	0.001	-31.96	0.00	0.00	0.00	23.00	0.00	0.028	9.840	-0.530	1.000000000E-0006	2.613186460E-0008	0.000000000E+0000	0.091	4.843
8.773	0.151	-32.46	0.67	0.00	0.00	23.00	0.00	0.028	9.840	-0.541	1.000000000E-0006	2.621548230E-0008	1.135898315E-0003	0.092	4.842
8.924	0.001	-32.46	0.01	0.00	0.00	23.00	0.00	0.043	9.758	-0.541	1.741070602E-0004	6.890252112E-0006	1.200135165E-0003	0.139	4.690
8.925	0.151	-32.86	0.94	0.00	0.00	23.00	0.00	0.043	9.757	-0.549	1.838965389E-0004	7.292266736E-0006	5.238922814E-0001	0.139	4.688
9.077	0.001	-32.86	0.01	0.00	0.00	23.00	0.00	0.057	9.674	-0.549	8.001351831E-0002	4.247150276E-0003	2.844588273E+0000	0.186	4.493
9.078	0.151	-33.01	1.22	0.00	0.00	23.00	0.00	0.058	9.674	-0.542	8.336341829E-0002	4.431634383E-0003	2.858499358E+0000	0.186	4.491
9.229	0.001	-33.01	0.01	0.00	0.00	23.00	0.00	0.074	9.592	-0.541	6.539082635E-0001	4.355924724E-0002	4.723802535E+0000	0.233	4.251
9.230	0.151	-32.81	1.50	0.00	0.00	23.00	0.00	0.074	9.591	-0.536	6.594667784E-0001	4.398213025E-0002	4.739378729E+0000	0.233	4.249
9.381	0.001	-32.81	0.01	0.00	0.00	23.00	0.00	0.090	9.510	-0.536	1.538105108E+0000	1.230581351E-0001	6.950866521E+0000	0.280	3.972
9.383	0.151	-32.16	1.77	0.00	0.00	23.00	0.00	0.091	9.509	-0.433	1.546281799E+0000	1.238335404E-0001	6.969668343E+0000	0.280	3.970
9.534	0.001	-32.16	0.01	0.00	0.00	23.00	0.00	0.120	9.444	-0.433	2.791578814E+0000	2.597638178E-0001	9.541231880E+0000	0.326	3.682
9.535	0.151	-31.03	2.04	0.00	0.00	23.00	0.00	0.121	9.443	-0.325	2.802799688E+0000	2.610201381E-0001	9.561914637E+0000	0.326	3.680
9.686	0.001	-31.03	0.02	0.00	0.00	23.00	0.00	0.162	9.394	-0.324	4.447275405E+0000	4.755845383E-0001	1.215887714E+0001	0.374	3.420
9.687	0.151	-29.38	2.29	0.00	0.00	23.00	0.00	0.163	9.394	-0.248	4.461570918E+0000	4.774732515E-0001	1.217873629E+0001	0.375	3.418
9.839	0.001	-29.38	0.02	0.00	0.00	23.00	0.00	0.211	9.357	-0.248	6.494845533E+0000	7.718453120E-0001	1.467981359E+0001	0.416	3.169
9.840	0.151	-27.24	2.52	0.00	0.00	23.00	0.00	0.211	9.356	-0.247	6.512101685E+0000	7.743429565E-0001	1.469817874E+0001	0.416	3.167
9.991	0.001	-27.24	0.02	0.00	0.00	23.00	0.00	0.251	9.319	-0.247	8.901584809E+0000	1.184049332E+0000	1.681809319E+0001	0.466	2.903
9.992	0.008	-24.64	0.14	0.00	0.00	23.00	0.00	0.252	9.319	-0.191	8.921350593E+0000	1.187489663E+0000	1.683245831E+0001	0.466	2.901
10.000	0.145	-24.64	2.74	0.00	0.00	23.00	0.00	0.254	9.317	-0.159	9.053070535E+0000	1.210721732E+0000	1.692701723E+0001	0.468	2.887
10.145	0.151	-21.71	3.41	0.00	0.00	23.00	0.00	0.297	9.294	-0.120	1.161434443E+0001	1.802628501E+0000	1.842308916E+0001	0.345	2.616
10.296	0.001	-21.71	0.03	0.00	0.00	23.00	0.00	0.345	9.282	-0.085	1.449522158E+0001	2.598451180E+0000	1.968272831E+0001	0.321	2.330
10.297	0.151	-18.65	3.91	0.00	0.00	23.00	0.00	0.345	9.282	-0.000	1.451835031E+0001	2.604746135E+0000	1.969313805E+0001	0.321	2.328
10.448	0.001	-18.65	0.03	0.00	0.00	23.00	0.00	0.396	9.282	0.000	1.758671628E+0001	3.575032495E+0000	2.075560678E+0001	0.323	2.063

10.449	0.051	-15.74	1.42	0.00	0.00	23.00	0.00	0.397	9.282	0.052	1.761110186E+0001	3.581881146E+0000	2.075997704E+0001	0.323	2.061
10.500	0.102	-15.74	3.00	0.00	0.00	23.00	0.00	0.414	9.284	0.088	1.866526312E+0001	3.910212037E+0000	2.086897425E+0001	0.323	1.980
10.602	0.151	-12.82	4.80	0.00	0.00	23.00	0.00	0.453	9.295	0.141	2.078090687E+0001	4.625764370E+0000	2.059206726E+0001	0.348	1.825
10.753	0.001	-12.82	0.04	0.00	0.00	23.00	0.00	0.512	9.320	0.164	2.379902671E+0001	5.816684587E+0000	1.918451099E+0001	0.387	1.622
10.754	0.151	-9.54	5.20	0.00	0.00	23.00	0.00	0.513	9.320	0.237	2.382155623E+0001	5.825189947E+0000	1.917121111E+0001	0.387	1.620
10.905	0.001	-9.54	0.04	0.00	0.00	23.00	0.00	0.574	9.356	0.238	2.659560690E+0001	7.041715791E+0000	1.750357831E+0001	0.421	1.449
10.907	0.151	-6.07	5.57	0.00	0.00	23.00	0.00	0.575	9.356	0.303	2.661616125E+0001	7.050195347E+0000	1.748946659E+0001	0.421	1.448
11.058	0.001	-6.07	0.04	0.00	0.00	23.00	0.00	0.637	9.402	0.304	2.911684515E+0001	8.171895646E+0000	1.555806394E+0001	0.446	1.309
11.059	0.151	-2.60	5.91	0.00	0.00	23.00	0.00	0.637	9.403	0.362	2.913511323E+0001	8.179911508E+0000	1.554270689E+0001	0.446	1.308
11.210	0.001	-2.60	0.05	0.00	0.00	23.00	0.00	0.699	9.457	0.362	3.133752823E+0001	9.303403405E+0000	1.359933189E+0001	0.469	1.196
11.211	0.151	0.68	6.23	0.00	0.00	23.00	0.00	0.699	9.458	0.408	3.135349561E+0001	9.311026848E+0000	1.358457528E+0001	0.469	1.195
11.363	0.001	0.68	0.05	0.00	0.00	23.00	0.00	0.759	9.520	0.409	3.326498865E+0001	1.037604676E+0001	1.169097505E+0001	0.488	1.104
11.364	0.151	3.66	6.52	0.00	0.00	23.00	0.00	0.760	9.520	0.441	3.327871399E+0001	1.038316500E+0001	1.167593248E+0001	0.488	1.103
11.515	0.001	3.66	0.05	0.00	0.00	23.00	0.00	0.817	9.587	0.442	3.488956921E+0001	1.137003950E+0001	9.572090039E+0000	0.503	1.027
11.516	0.151	6.26	6.79	0.00	0.00	23.00	0.00	0.817	9.587	0.487	3.490080403E+0001	1.137646557E+0001	9.554801000E+0000	0.503	1.026
11.667	0.001	6.26	0.05	0.00	0.00	23.00	0.00	0.874	9.661	0.487	3.618167862E+0001	1.226176709E+0001	7.435197897E+0000	0.515	0.960
11.669	0.151	8.46	7.05	0.00	0.00	23.00	0.00	0.875	9.662	0.517	3.619040441E+0001	1.226740058E+0001	7.420165101E+0000	0.515	0.960
11.820	0.001	8.46	0.06	0.00	0.00	23.00	0.00	0.931	9.740	0.518	3.717863415E+0001	1.305243290E+0001	5.729052618E+0000	0.524	0.904
11.821	0.151	10.27	7.28	0.00	0.00	23.00	0.00	0.931	9.740	0.526	3.718535776E+0001	1.305737625E+0001	5.717667557E+0000	0.524	0.903
11.972	0.001	10.27	0.06	0.00	0.00	23.00	0.00	0.983	9.820	0.526	3.794522362E+0001	1.375691924E+0001	4.345415564E+0000	0.530	0.855
11.973	0.151	11.77	7.51	0.00	0.00	23.00	0.00	0.984	9.821	0.563	3.795032211E+0001	1.376125951E+0001	4.334583423E+0000	0.530	0.855
12.125	0.001	11.77	0.06	0.00	0.00	23.00	0.00	1.037	9.906	0.563	3.849894697E+0001	1.437614536E+0001	2.946107457E+0000	0.534	0.815
12.126	0.151	13.05	7.73	0.00	0.00	23.00	0.00	1.038	9.906	0.582	3.850240192E+0001	1.437983770E+0001	2.935819969E+0000	0.534	0.814
12.277	0.001	13.05	0.06	0.00	0.00	23.00	0.00	1.091	9.994	0.582	3.884506654E+0001	1.490681496E+0001	1.579310839E+0000	0.535	0.782
12.278	0.151	14.23	7.93	0.00	0.00	23.00	0.00	1.091	9.995	0.599	3.884691538E+0001	1.490983216E+0001	1.568273990E+0000	0.535	0.781
12.429	0.001	14.23	0.06	0.00	0.00	23.00	0.00	1.143	10.086	0.599	3.897259599E+0001	1.533859114E+0001	7.092574298E+0000	0.535	0.755
12.431	0.151	15.49	8.13	0.00	0.00	23.00	0.00	1.144	10.086	0.624	3.897267221E+0001	1.534082029E+0001	5.884892479E+0000	0.535	0.755
12.582	0.001	15.49	0.06	0.00	0.00	23.00	0.00	1.196	10.181	0.625	3.886482015E+0001	1.565770183E+0001	-1.463884746E+0000	0.532	0.733
12.583	0.151	16.96	8.31	0.00	0.00	23.00	0.00	1.197	10.182	0.631	3.886309394E+0001	1.565907698E+0001	-1.474917120E+0000	0.532	0.733
12.734	0.001	16.96	0.07	0.00	0.00	23.00	0.00	1.246	10.277	0.631	3.853674237E+0001	1.586303517E+0001	-2.822885678E+0000	0.527	0.716
12.735	0.151	18.41	8.48	0.00	0.00	23.00	0.00	1.246	10.278	0.630	3.853342024E+0001	1.586359366E+0001	-2.832931402E+0000	0.527	0.716
12.887	0.001	18.41	0.07	0.00	0.00	23.00	0.00	1.291	10.373	0.630	3.801013422E+0001	1.595799001E+0001	-4.068205665E+0000	0.520	0.704
12.888	0.151	19.73	8.64	0.00	0.00	23.00	0.00	1.292	10.374	0.639	3.800534967E+0001	1.595775537E+0001	-4.077326710E+0000	0.520	0.704
13.039	0.001	19.73	0.07	0.00	0.00	23.00	0.00	1.334	10.470	0.639	3.730349322E+0001	1.594655607E+0001	-5.180795790E+0000	0.511	0.698
13.040	0.151	21.00	8.79	0.00	0.00	23.00	0.00	1.334	10.471	0.650	3.729740230E+0001	1.594557262E+0001	-5.188770625E+0000	0.511	0.698
13.191	0.001	21.00	0.07	0.00	0.00	23.00	0.00	1.374	10.569	0.650	3.643967768E+0001	1.583592069E+0001	-6.124845336E+0000	0.500	0.699
13.193	0.151	22.27	8.93	0.00	0.00	23.00	0.00	1.375	10.570	0.660	3.643247835E+0001	1.583425760E+0001	-6.131760318E+0000	0.500	0.699
13.344	0.001	22.27	0.07	0.00	0.00	23.00	0.00	1.413	10.670	0.659	3.543186224E+0001	1.562983500E+0001	-7.091332086E+0000	0.487	0.707
13.345	0.151	23.56	9.06	0.00	0.00	23.00	0.00	1.413	10.671	0.652	3.542352774E+0001	1.562746714E+0001	-7.097858931E+0000	0.487	0.707
13.496	0.001	23.56	0.07	0.00	0.00	23.00	0.00	1.446	10.769	0.652	3.430369144E+0001	1.534779056E+0001	-7.586260689E+0000	0.473	0.719
13.497	0.151	24.91	9.18	0.00	0.00	23.00	0.00	1.446	10.770	0.655	3.429477893E+0001	1.534508429E+0001	-7.586963126E+0000	0.473	0.720
13.649	0.001	24.91	0.07	0.00	0.00	23.00	0.00	1.475	10.869	0.655	3.315927939E+0001	1.500421020E+0001	-7.329028970E+0000	0.457	0.738
13.650	0.151	26.30	9.28	0.00	0.00	23.00	0.00	1.475	10.870	0.658	3.315067182E+0001	1.500122307E+0001	-7.325068017E+0000	0.457	0.738
13.801	0.001	26.30	0.07	0.00	0.00	23.00	0.00	1.500	10.969	0.658	3.208061016E+0001	1.465193172E+0001	-6.862732287E+0000	0.442	0.759
13.802	0.056	27.74	3.49	0.00	0.00	23.00	0.00	1.500	10.970	0.642	3.207255008E+0001	1.464896756E+0001	-6.859277599E+0000	0.441	0.759
13.859	0.096	27.74	5.95	0.00	0.00	29.00	10.40	1.506	11.006	0.662	3.169077044E+0001	1.451503344E+0001	-6.66678472E+0000	0.435	0.767

13.955	0.151	29.21	9.43	0.00	0.00	29.00	10.40	1.521	11.071	0.672	3.106774451E+0001	1.429852744E+0001	-6.327689470E+0000	0.431	0.779
14.106	0.001	29.21	0.07	0.00	0.00	29.00	10.40	1.538	11.173	0.671	3.013317212E+0001	1.395503613E+0001	-6.124975200E+0000	0.423	0.796
14.107	0.151	30.68	9.47	0.00	0.00	29.00	10.40	1.538	11.173	0.671	3.012597631E+0001	1.395216132E+0001	-6.125660766E+0000	0.423	0.796
14.258	0.001	30.68	0.07	0.00	0.00	29.00	10.40	1.549	11.275	0.671	2.917972279E+0001	1.356818581E+0001	-6.458294220E+0000	0.415	0.809
14.259	0.151	32.12	9.50	0.00	0.00	29.00	10.40	1.549	11.276	0.671	2.917213354E+0001	1.356489364E+0001	-6.462136689E+0000	0.415	0.809
14.411	0.001	32.12	0.07	0.00	0.00	29.00	10.40	1.556	11.377	0.671	2.816060424E+0001	1.311533730E+0001	-6.871953922E+0000	0.406	0.818
14.412	0.088	33.49	5.55	0.00	0.00	29.00	10.40	1.556	11.378	0.677	2.815252994E+0001	1.311166149E+0001	-6.874246847E+0000	0.405	0.818
14.500	0.064	33.49	4.03	0.00	0.00	29.00	10.40	1.557	11.438	0.672	2.753780217E+0001	1.282836892E+0001	-7.054039840E+0000	0.399	0.821
14.564	0.151	34.74	9.50	0.00	0.00	29.00	10.40	1.558	11.480	0.681	2.708056492E+0001	1.261568957E+0001	-7.220966508E+0000	0.395	0.823
14.715	0.001	34.74	0.07	0.00	0.00	29.00	10.40	1.557	11.584	0.687	2.594639043E+0001	1.207186611E+0001	-7.834372590E+0000	0.383	0.824
14.716	0.151	35.89	9.48	0.00	0.00	29.00	10.40	1.557	11.585	0.681	2.593718333E+0001	1.206743400E+0001	-7.840411604E+0000	0.383	0.824
14.868	0.001	35.89	0.07	0.00	0.00	29.00	10.40	1.550	11.688	0.681	2.468671600E+0001	1.145314173E+0001	-8.724413040E+0000	0.370	0.823
14.869	0.151	37.01	9.45	0.00	0.00	29.00	10.40	1.550	11.689	0.661	2.467646260E+0001	1.144813957E+0001	-8.731657627E+0000	0.370	0.823
15.020	0.001	37.01	0.07	0.00	0.00	29.00	10.40	1.536	11.789	0.661	2.328843141E+0001	1.075972143E+0001	-9.624731917E+0000	0.355	0.821
15.021	0.151	38.10	9.40	0.00	0.00	29.00	10.40	1.536	11.789	0.644	2.327712032E+0001	1.075417702E+0001	-9.631994124E+0000	0.354	0.821
15.173	0.001	38.10	0.07	0.00	0.00	29.00	10.40	1.515	11.887	0.644	2.175128652E+0001	9.991905896E+0000	-1.052010853E+0001	0.337	0.818
15.174	0.151	39.11	9.34	0.00	0.00	29.00	10.40	1.515	11.888	0.595	2.173892432E+0001	9.985844353E+0000	-1.052610927E+0001	0.337	0.818
15.325	0.001	39.11	0.07	0.00	0.00	29.00	10.40	1.482	11.977	0.594	2.009805996E+0001	9.166147837E+0000	-1.111207172E+0001	0.317	0.815
15.326	0.151	40.05	9.27	0.00	0.00	29.00	10.40	1.481	11.978	0.588	2.008500405E+0001	9.159764313E+0000	-1.111515426E+0001	0.317	0.814
15.477	0.001	40.05	0.07	0.00	0.00	29.00	10.40	1.443	12.067	0.588	1.838138349E+0001	8.311224051E+0000	-1.138300703E+0001	0.296	0.810
15.478	0.151	40.89	9.18	0.00	0.00	29.00	10.40	1.443	12.068	0.555	1.836801019E+0001	8.304719993E+0000	-1.138458017E+0001	0.296	0.810
15.630	0.001	40.89	0.07	0.00	0.00	29.00	10.40	1.396	12.152	0.555	1.662950586E+0001	7.438834257E+0000	-1.160023798E+0001	0.274	0.804
15.631	0.151	41.64	9.08	0.00	0.00	29.00	10.40	1.395	12.152	0.518	1.661587754E+0001	7.432182880E+0000	-1.160150461E+0001	0.273	0.804
15.782	0.001	41.64	0.07	0.00	0.00	29.00	10.40	1.339	12.231	0.518	1.485199587E+0001	6.562141171E+0000	-1.171101713E+0001	0.250	0.797
15.783	0.151	42.30	8.97	0.00	0.00	29.00	10.40	1.339	12.231	0.461	1.483823786E+0001	6.555544291E+0000	-1.171152793E+0001	0.249	0.797
15.934	0.001	42.30	0.07	0.00	0.00	29.00	10.40	1.271	12.301	0.461	1.306408422E+0001	5.662747866E+0000	-1.174014884E+0001	0.223	0.790
15.936	0.064	42.87	3.78	0.00	0.00	29.00	10.40	1.270	12.302	0.454	1.305029233E+0001	5.656006644E+0000	-1.174005891E+0001	0.223	0.790
16.000	0.088	42.87	5.09	0.00	0.00	29.00	10.40	1.240	12.331	0.473	1.229534723E+0001	5.262454846E+0000	-1.172580615E+0001	0.211	0.786
16.088	0.151	43.37	8.40	0.00	0.00	29.00	10.40	1.201	12.374	0.453	1.126490647E+0001	4.723255245E+0000	-1.166839875E+0001	0.197	0.782
16.239	0.001	43.37	0.06	0.00	0.00	29.00	10.40	1.124	12.439	0.434	9.516774438E+0000	3.806162708E+0000	-1.141721940E+0001	0.170	0.773
16.240	0.151	43.80	7.96	0.00	0.00	29.00	10.40	1.123	12.440	0.360	9.503363442E+0000	3.799572065E+0000	-1.141453219E+0001	0.170	0.773
16.392	0.001	43.80	0.06	0.00	0.00	29.00	10.40	1.033	12.494	0.359	7.806584901E+0000	2.948455933E+0000	-1.100828819E+0001	0.143	0.763
16.393	0.151	44.19	7.51	0.00	0.00	29.00	10.40	1.032	12.494	0.286	7.793654812E+0000	2.942509768E+0000	-1.100473654E+0001	0.142	0.763
16.544	0.001	44.19	0.06	0.00	0.00	29.00	10.40	0.928	12.538	0.285	6.166528227E+0000	2.202212220E+0000	-1.049718033E+0001	0.116	0.751
16.545	0.151	44.55	7.05	0.00	0.00	29.00	10.40	0.927	12.538	0.236	6.154199070E+0000	2.197000694E+0000	-1.049277764E+0001	0.116	0.751
16.696	0.001	44.55	0.05	0.00	0.00	29.00	10.40	0.814	12.574	0.236	4.614784884E+0000	1.544553811E+0000	-9.831454184E+0000	0.089	0.739
16.698	0.151	44.91	6.59	0.00	0.00	29.00	10.40	0.813	12.574	0.281	4.603238785E+0000	1.540076821E+0000	-9.825372062E+0000	0.089	0.739
16.849	0.001	44.91	0.05	0.00	0.00	29.00	10.40	0.705	12.616	0.281	3.166457654E+0000	9.878833209E-0001	-9.236001816E+0000	0.063	0.726
16.850	0.151	45.27	6.13	0.00	0.00	29.00	10.40	0.704	12.617	0.337	3.155610052E+0000	9.840738403E-0001	-9.231656614E+0000	0.062	0.726
17.001	0.001	45.27	0.05	0.00	0.00	29.00	10.40	0.602	12.668	0.337	1.822636394E+0000	5.269597149E-0001	-8.224929207E+0000	0.050	0.714
17.002	0.151	45.62	5.66	0.00	0.00	29.00	10.40	0.602	12.668	0.400	1.812981215E+0000	5.239055467E-0001	-8.212662562E+0000	0.050	0.713
17.154	0.001	45.62	0.04	0.00	0.00	29.00	10.40	0.508	12.729	0.400	7.207334748E-0001	1.916513788E-0001	-6.059022173E+0000	0.050	0.704
17.155	0.151	45.94	5.18	0.00	0.00	29.00	10.40	0.507	12.729	8.341	7.136274217E-0001	1.896650714E-0001	-6.038779787E+0000	0.050	0.704

-----  
 LEGENDA SIMBOLI

$X(m)$  : Ascissa sinistra concio  
 $dx(m)$  : Larghezza concio  
 $\alpha(\text{gradi})$  : Angolo pendenza base concio  
 $W(kN/m)$  : Forza peso concio  
 $ru(-)$  : Coefficiente locale pressione interstiziale  
 $U(kPa)$  : Pressione totale dei pori base concio  
 $\phi'(\text{gradi})$  : Angolo di attrito efficace base concio  
 $c'/Cu$  (kPa) : Coesione efficace / Resistenza al taglio in condizioni non drenate  
 $ht(m)$  : Altezza linea di thrust da nodo sinistro base concio  
 $yt(m)$  : coordinata Y linea di trust  
 $yt'(-)$  : gradiente pendenza locale linea di trust  
 $E(x)(kN/m)$  : Forza Normale interconcio  
 $T(x)(kN/m)$  : Forza Tangenziale interconcio  
 $E'$  (kN) : derivata Forza normale interconcio  
 $Rho(x)$  (-) : fattore mobilitazione resistenza al taglio verticale interconcio ZhU et al.(2003)  
 $Fs(x)$  (-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X)

---

## ALLEGATO 1 – B2 – CONDIZIONI DRENATE – AREE GOLANALI IN CONDIZIONI DI MASSIMO INVASO

**File report:** G:\Lavori\Seveso\Aree\_Golenali\SSAP\Seveso\_golene\_argine\_verifica\_drenata\_SI\_falda\_NO\_svaso\_REPORT.par.txt

**Data:** 18/4/2015

**Localita' :** Fiume Seveso - aree golenali

**Descrizione:** Argine H=4 metri - pendenza 2/3 - drenato - falda

**Modello pendio:** Seveso\_golene\_argine\_verifica\_drenata\_SI\_falda.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

0.00	10.00	10.00	10.00	-	-	-	-
10.00	10.00	14.50	13.00	-	-	-	-
14.50	13.00	16.00	14.00	-	-	-	-
16.00	14.00	19.00	14.00	-	-	-	-
19.00	14.00	25.00	10.00	-	-	-	-
25.00	10.00	24.50	9.50	-	-	-	-
35.00	10.00	10.50	9.50	-	-	-	-
-	-	10.00	10.00	-	-	-	-

---- SUP FALDA -----

X    Y    (in m)

0.00	13.00
14.50	13.00
25.00	10.00
35.00	10.00

----- GESTIONE ACQUIFERI -----

Strati esclusi da acquifero:

Esclusione sovraccarico pendio sommerso: NON ATTIVATA

Peso unitario fluido (kN/m<sup>3</sup>):            9.81

Parametri funzione dissipazione superficiale pressione dei fluidi:

Coefficiente A	0
Coefficiente K	0.000800
Pressione minima fluidi Uo_Min (kPa)	0.01

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

	fi`	C`	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1	23.00	0.00	0.00	18.50	19.00	1.237	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 2	29.00	10.40	0.00	20.00	20.50	2.126	0.00	0.00	0.00	0.00

Note: 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)  
GSI \_\_\_\_\_ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)  
mi \_\_\_\_\_ Indice litologico ammasso(adimensionale)  
D \_\_\_\_\_ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)  
Fattore di riduzione NTC2008 gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 - DISATTIVATO (solo per ROCCE)

----- 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 : 0.00 0.00 0.00  
LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m): 1.4 (+/-) 50%  
RANGE ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 0.10 31.60  
LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 6.80  
RANGE ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 3.60 34.30

\*\*\* TOTALE SUPERFICI GENERATE : 10000

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

METODO DI CALCOLO : MORGENSTERN & PRICE (Morgenstern & Price, 1965)  
COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.015  
COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.007  
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  $F_s$  \*

Fattore di sicurezza (FS)	1.833	- Min. -	X	Y	Lambda=	0.222
	9.58	10.00				
	9.73	9.90				
	9.88	9.80				
	10.03	9.71				
	10.18	9.61				
	10.33	9.51				
	10.49	9.41				
	10.64	9.32				
	10.79	9.23				
	10.94	9.15				
	11.09	9.08				
	11.24	9.01				
	11.39	8.95				
	11.54	8.90				
	11.69	8.85				
	11.84	8.82				
	11.99	8.79				
	12.14	8.77				
	12.29	8.77				
	12.44	8.76				
	12.59	8.77				
	12.74	8.78				
	12.89	8.80				
	13.04	8.82				
	13.20	8.85				
	13.35	8.88				
	13.50	8.91				
	13.65	8.95				
	13.80	8.99				
	13.95	9.04				
	14.10	9.09				
	14.25	9.14				
	14.40	9.20				
	14.55	9.26				
	14.70	9.32				
	14.85	9.39				
	15.00	9.46				
	15.15	9.54				
	15.30	9.63				



15.45	9.72
15.60	9.82
15.75	9.92
15.90	10.03
16.06	10.15
16.21	10.27
16.36	10.39
16.51	10.52
16.66	10.66
16.81	10.79
16.96	10.93
17.11	11.07
17.26	11.21
17.41	11.35
17.56	11.49
17.71	11.62
17.86	11.76
18.01	11.89
18.16	12.03
18.31	12.16
18.46	12.29
18.61	12.42
18.77	12.55
18.92	12.68
19.07	12.81
19.22	12.93
19.37	13.06
19.52	13.19
19.67	13.32
19.82	13.45

Fattore di sicurezza (FS)	1.834	- N.2 --	X	Y	Lambda= 0.220
---------------------------	-------	----------	---	---	---------------

Fattore di sicurezza (FS)	1.836	- N.3 --	X	Y	Lambda= 0.232
---------------------------	-------	----------	---	---	---------------

Fattore di sicurezza (FS)	1.841	- N.4 --	X	Y	Lambda= 0.225
---------------------------	-------	----------	---	---	---------------

Fattore di sicurezza (FS)	1.844	- N.5 --	X	Y	Lambda= 0.234
---------------------------	-------	----------	---	---	---------------

Fattore di sicurezza (FS)	1.847	- N.6 --	X	Y	Lambda= 0.230
---------------------------	-------	----------	---	---	---------------

Fattore di sicurezza (FS) 1.858 - N.7 -- X Y Lambda= 0.230

Fattore di sicurezza (FS) 1.862 - N.8 -- X Y Lambda= 0.228

Fattore di sicurezza (FS) 1.865 - N.9 -- X Y Lambda= 0.231

Fattore di sicurezza (FS) 1.866 - N.10 -- X Y Lambda= 0.220

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----

# DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs \*

# Analisi Deficit in riferimento a FS(progetto) = 1.100

Sup N.	FS	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	1.833	238.5	130.1	95.4	Surplus
2	1.834	241.7	131.8	96.8	Surplus
3	1.836	232.2	126.5	93.1	Surplus
4	1.841	236.1	128.3	95.0	Surplus
5	1.844	229.4	124.4	92.6	Surplus
6	1.847	232.6	125.9	94.1	Surplus
7	1.858	231.5	124.6	94.4	Surplus
8	1.862	240.5	129.2	98.4	Surplus
9	1.865	229.2	123.0	94.0	Surplus
10	1.866	252.7	135.5	103.7	Surplus

Esito analisi: SURPLUS di RESISTENZA!

Valore minimo di SURPLUS di RESISTENZA (kN/m): 92.6

Note: FTR --> Forza totale Resistente rispetto alla superficie  
di scivolamento (componente Orizzontale)

FTA --> Forza totale Agente rispetto alla superficie  
di scivolamento (componente Orizzontale)

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN  
per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpata

TABELLA PARAMETRI CONCI E DIAGRAMMA DELLE FORZE DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X	dx	alpha	W	ru	U	phi'	c'/Cu	ht	yt	yt'	E(x)	T(x)	E'	rho(x)	local_FS
(m)	(m)	(gradi)	(kN/m)	(--)	(kPa)	(gradi)	(kPa)	(m)	(m)	(--)	(kN/m)	(kN/m)	(kN)	(--)	(--)
9.582	0.150	-32.98	4.58	0.52	0.48	23.00	0.00	0.000	10.000	-0.521	0.000000000E+0000	0.000000000E+0000	3.235557117E+0000	0.377	4.016
9.732	0.001	-32.98	0.02	0.52	0.96	23.00	0.00	0.019	9.922	-0.521	5.950416793E-0001	5.190782731E-0002	4.494211716E+0000	0.377	4.016
9.733	0.150	-33.01	4.86	0.52	1.44	23.00	0.00	0.019	9.922	-0.505	5.984441799E-0001	5.221633377E-0002	4.500357563E+0000	0.528	4.016
9.883	0.001	-33.01	0.03	0.52	1.92	23.00	0.00	0.041	9.846	-0.505	1.444746570E+0000	1.307013867E-0001	7.488922767E+0000	0.391	4.067
9.883	0.117	-33.12	3.98	0.52	2.29	23.00	0.00	0.041	9.845	-0.428	1.450422563E+0000	1.312199400E-0001	7.515671567E+0000	0.458	4.067
10.000	0.034	-33.12	1.02	0.52	2.88	23.00	0.00	0.067	9.795	-0.400	2.631733344E+0000	2.422017245E-0001	1.325767048E+0001	0.410	4.084
10.034	0.150	-33.14	4.84	0.50	4.07	23.00	0.00	0.079	9.785	-0.337	3.117347562E+0000	2.887017227E-0001	1.548228912E+0001	0.300	4.084
10.184	0.001	-33.14	0.03	0.49	5.05	23.00	0.00	0.125	9.734	-0.344	6.280275317E+0000	6.167461239E-0001	2.700128232E+0001	0.179	4.043
10.184	0.150	-32.95	5.34	0.49	6.02	23.00	0.00	0.125	9.733	-0.231	6.300726088E+0000	6.189310691E-0001	2.706062134E+0001	0.189	4.043
10.334	0.001	-32.95	0.03	0.49	6.99	23.00	0.00	0.188	9.699	-0.231	1.116551115E+0001	1.163564544E+0000	3.783062586E+0001	0.183	3.940
10.335	0.150	-32.47	5.84	0.48	7.95	23.00	0.00	0.188	9.699	-0.159	1.119415469E+0001	1.166950646E+0000	3.788899540E+0001	0.191	3.939
10.485	0.001	-32.47	0.03	0.48	8.91	23.00	0.00	0.260	9.675	-0.159	1.773434140E+0001	1.977611831E+0000	4.912528146E+0001	0.202	3.778
10.485	0.015	-31.64	0.59	0.48	9.01	23.00	0.00	0.260	9.675	-0.114	1.777152669E+0001	1.982492093E+0000	4.917455434E+0001	0.202	3.777
10.500	0.136	-31.64	5.75	0.48	9.96	23.00	0.00	0.267	9.673	-0.083	1.849313770E+0001	2.077579376E+0000	5.009676096E+0001	0.210	3.758
10.636	0.150	-30.40	6.76	0.49	11.73	23.00	0.00	0.340	9.662	-0.047	2.576824482E+0001	3.083011951E+0000	5.601776481E+0001	0.250	3.567
10.786	0.001	-30.40	0.04	0.49	12.66	23.00	0.00	0.425	9.659	-0.018	3.427401060E+0001	4.401469234E+0000	5.665134576E+0001	0.281	3.333
10.787	0.150	-28.74	7.19	0.49	13.56	23.00	0.00	0.426	9.659	0.050	3.431686786E+0001	4.408546343E+0000	5.664243300E+0001	0.289	3.332
10.936	0.001	-28.74	0.04	0.49	14.45	23.00	0.00	0.516	9.667	0.050	4.263127422E+0001	5.834237045E+0000	5.445839111E+0001	0.314	3.082
10.937	0.150	-26.66	7.61	0.49	15.32	23.00	0.00	0.516	9.667	0.112	4.267247347E+0001	5.841741800E+0000	5.445245579E+0001	0.323	3.080
11.087	0.001	-26.66	0.04	0.49	16.18	23.00	0.00	0.608	9.684	0.112	5.073325109E+0001	7.314972449E+0000	5.294302979E+0001	0.342	2.809
11.088	0.150	-24.22	8.00	0.49	17.00	23.00	0.00	0.608	9.684	0.095	5.077330198E+0001	7.322468765E+0000	5.293206756E+0001	0.351	2.808
11.237	0.001	-24.22	0.04	0.49	17.83	23.00	0.00	0.690	9.698	0.095	5.851730234E+0001	8.824068228E+0000	5.034986970E+0001	0.366	2.532
11.238	0.150	-21.50	8.37	0.49	18.61	23.00	0.00	0.690	9.698	0.125	5.855538993E+0001	8.831932822E+0000	5.033523594E+0001	0.375	2.530
11.388	0.001	-21.50	0.04	0.49	19.39	23.00	0.00	0.768	9.717	0.125	6.586767933E+0001	1.036674855E+0001	4.724127401E+0001	0.388	2.270
11.389	0.150	-18.66	8.71	0.49	20.14	23.00	0.00	0.769	9.717	0.175	6.590341435E+0001	1.037461093E+0001	4.722476470E+0001	0.397	2.269
11.539	0.001	-18.66	0.04	0.49	20.88	23.00	0.00	0.845	9.743	0.176	7.272252788E+0001	1.189394802E+0001	4.375167571E+0001	0.408	2.041
11.539	0.150	-15.93	9.03	0.49	21.58	23.00	0.00	0.846	9.743	0.222	7.275562190E+0001	1.190166476E+0001	4.373283477E+0001	0.417	2.040
11.689	0.001	-15.93	0.05	0.49	22.28	23.00	0.00	0.922	9.777	0.222	7.900649091E+0001	1.337472244E+0001	3.957269254E+0001	0.424	1.854
11.690	0.150	-13.17	9.33	0.49	22.95	23.00	0.00	0.922	9.777	0.264	7.903642150E+0001	1.338211056E+0001	3.954925181E+0001	0.433	1.853
11.840	0.001	-13.17	0.05	0.49	23.61	23.00	0.00	0.997	9.817	0.265	8.460104680E+0001	1.477019403E+0001	3.471607507E+0001	0.439	1.706
11.840	0.150	-10.09	9.61	0.49	24.24	23.00	0.00	0.997	9.817	0.303	8.462730259E+0001	1.477706681E+0001	3.469148760E+0001	0.448	1.705
11.990	0.001	-10.09	0.05	0.49	24.86	23.00	0.00	1.069	9.862	0.304	8.946707967E+0001	1.605464094E+0001	3.000116463E+0001	0.450	1.583
11.991	0.150	-6.84	9.86	0.49	25.44	23.00	0.00	1.070	9.862	0.332	8.948976909E+0001	1.606092257E+0001	2.997865333E+0001	0.460	1.583
12.141	0.001	-6.84	0.05	0.49	26.02	23.00	0.00	1.138	9.912	0.332	9.365899827E+0001	1.722080779E+0001	2.576568338E+0001	0.460	1.482
12.141	0.150	-3.60	10.09	0.49	26.56	23.00	0.00	1.138	9.912	0.367	9.367848410E+0001	1.722648462E+0001	2.574540446E+0001	0.469	1.481
12.291	0.001	-3.60	0.05	0.49	27.10	23.00	0.00	1.202	9.967	0.367	9.723612157E+0001	1.826603068E+0001	2.173714318E+0001	0.468	1.399
12.292	0.150	-0.52	10.29	0.49	27.60	23.00	0.00	1.203	9.968	0.396	9.725255928E+0001	1.827107143E+0001	2.171618616E+0001	0.477	1.398
12.442	0.001	-0.52	0.05	0.49	28.10	23.00	0.00	1.263	10.027	0.396	1.001839349E+0002	1.917751477E+0001	1.739514139E+0001	0.473	1.330
12.443	0.150	2.30	10.47	0.49	28.56	23.00	0.00	1.264	10.027	0.420	1.001970872E+0002	1.918183081E+0001	1.737317123E+0001	0.483	1.330
12.592	0.001	2.30	0.05	0.49	29.02	23.00	0.00	1.320	10.090	0.420	1.024803372E+0002	1.994380236E+0001	1.317468981E+0001	0.477	1.270
12.593	0.150	4.78	10.63	0.49	29.46	23.00	0.00	1.321	10.090	0.441	1.024902972E+0002	1.994738162E+0001	1.315454416E+0001	0.486	1.270
12.743	0.001	4.78	0.05	0.49	29.89	23.00	0.00	1.374	10.156	0.441	1.041752301E+0002	2.056998322E+0001	9.432364718E+0000	0.479	1.214

12.744	0.150	6.90	10.77	0.49	30.29	23.00	0.00	1.374	10.157	0.458	1.041823597E+0002	2.057288034E+0001	9.414897530E+0000	0.489	1.214
12.893	0.001	6.90	0.05	0.49	30.69	23.00	0.00	1.425	10.225	0.458	1.053442519E+0002	2.106874958E+0001	6.155689904E+0000	0.479	1.161
12.894	0.150	8.68	10.90	0.49	31.07	23.00	0.00	1.425	10.226	0.481	1.053489031E+0002	2.107102872E+0001	6.139912569E+0000	0.489	1.161
13.044	0.001	8.68	0.06	0.49	31.45	23.00	0.00	1.475	10.298	0.481	1.060341639E+0002	2.144873898E+0001	3.002899660E+0000	0.479	1.111
13.045	0.150	10.17	11.02	0.49	31.81	23.00	0.00	1.475	10.298	0.486	1.060364299E+0002	2.145041806E+0001	2.987201348E+0000	0.489	1.110
13.194	0.001	10.17	0.06	0.49	32.17	23.00	0.00	1.521	10.371	0.486	1.062560914E+0002	2.171191752E+0001	-2.530870394E-0002	0.477	1.065
13.195	0.150	11.46	11.12	0.49	32.51	23.00	0.00	1.521	10.371	0.498	1.062560666E+0002	2.171301432E+0001	-4.012214906E-0002	0.487	1.065
13.345	0.001	11.46	0.06	0.49	32.86	23.00	0.00	1.565	10.446	0.498	1.060334381E+0002	2.186241573E+0001	-2.914064105E+0000	0.474	1.024
13.346	0.150	12.67	11.21	0.48	33.18	23.00	0.00	1.565	10.446	0.510	1.060312281E+0002	2.186294734E+0001	-2.928310470E+0000	0.484	1.024
13.496	0.001	12.67	0.06	0.48	33.51	23.00	0.00	1.608	10.523	0.510	1.053839801E+0002	2.190265040E+0001	-5.695793669E+0000	0.470	0.987
13.496	0.150	13.95	11.30	0.48	33.82	23.00	0.00	1.608	10.523	0.535	1.053796657E+0002	2.190262593E+0001	-5.709479537E+0000	0.480	0.987
13.646	0.001	13.95	0.06	0.48	34.13	23.00	0.00	1.651	10.603	0.535	1.043252726E+0002	2.183465697E+0001	-8.341001183E+0000	0.465	0.956
13.647	0.150	15.41	11.37	0.48	34.42	23.00	0.00	1.652	10.604	0.530	1.043189572E+0002	2.183408975E+0001	-8.353821933E+0000	0.475	0.956
13.797	0.001	15.41	0.06	0.48	34.70	23.00	0.00	1.690	10.683	0.530	1.028827452E+0002	2.166242324E+0001	-1.079302720E+0001	0.458	0.933
13.797	0.150	16.78	11.44	0.48	34.97	23.00	0.00	1.690	10.684	0.541	1.028745750E+0002	2.166133899E+0001	-1.080491215E+0001	0.469	0.933
13.947	0.001	16.78	0.06	0.48	35.24	23.00	0.00	1.726	10.765	0.541	1.010837960E+0002	2.138983534E+0001	-1.308154151E+0001	0.451	0.917
13.948	0.150	17.98	11.49	0.48	35.50	23.00	0.00	1.726	10.765	0.553	1.010738947E+0002	2.138824274E+0001	-1.309266944E+0001	0.462	0.917
14.098	0.001	17.98	0.06	0.48	35.75	23.00	0.00	1.760	10.848	0.553	9.895136655E+0001	2.102455496E+0001	-1.522461897E+0001	0.443	0.909
14.098	0.150	19.15	11.53	0.48	35.99	23.00	0.00	1.760	10.848	0.565	9.893984414E+0001	2.102251203E+0001	-1.523502575E+0001	0.454	0.909
14.248	0.001	19.15	0.06	0.48	36.22	23.00	0.00	1.793	10.933	0.565	9.650730535E+0001	2.057922719E+0001	-1.721958025E+0001	0.434	0.908
14.249	0.150	20.34	11.56	0.48	36.44	23.00	0.00	1.793	10.933	0.576	9.649427391E+0001	2.057685733E+0001	-1.722920259E+0001	0.445	0.908
14.399	0.001	20.34	0.06	0.48	36.66	23.00	0.00	1.824	11.020	0.576	9.377527166E+0001	2.007833940E+0001	-1.904980049E+0001	0.425	0.914
14.400	0.100	21.62	7.74	0.49	37.12	23.00	0.00	1.824	11.020	0.591	9.376085582E+0001	2.007574083E+0001	-1.905868974E+0001	0.432	0.914
14.500	0.050	21.62	3.88	0.48	36.76	23.00	0.00	1.844	11.079	0.599	9.178805034E+0001	1.972161473E+0001	-2.021281598E+0001	0.422	0.920
14.550	0.150	23.03	11.69	0.47	36.07	23.00	0.00	1.854	11.110	0.601	9.076163002E+0001	1.954673167E+0001	-2.075983964E+0001	0.426	0.925
14.700	0.001	23.03	0.06	0.46	35.54	23.00	0.00	1.880	11.200	0.597	8.753853289E+0001	1.899688647E+0001	-2.223246210E+0001	0.406	0.940
14.701	0.150	24.57	11.79	0.45	35.00	23.00	0.00	1.880	11.200	0.598	8.752170996E+0001	1.899398130E+0001	-2.223921618E+0001	0.416	0.940
14.850	0.001	24.57	0.06	0.44	34.45	23.00	0.00	1.901	11.290	0.598	8.409724129E+0001	1.838503144E+0001	-2.344282578E+0001	0.396	0.957
14.851	0.150	26.22	11.89	0.43	33.87	23.00	0.00	1.902	11.290	0.592	8.407950312E+0001	1.838185588E+0001	-2.344828129E+0001	0.406	0.957
15.001	0.001	26.22	0.06	0.42	33.30	23.00	0.00	1.916	11.379	0.592	8.049101188E+0001	1.771247485E+0001	-2.444279028E+0001	0.385	0.974
15.002	0.070	27.95	5.61	0.42	33.01	23.00	0.00	1.916	11.379	0.584	8.047251744E+0001	1.770895726E+0001	-2.444752380E+0001	0.389	0.974
15.072	0.080	27.95	6.42	0.41	32.41	29.00	10.40	1.920	11.420	0.580	7.873847512E+0001	1.736647771E+0001	-2.487796795E+0001	0.384	0.982
15.152	0.150	29.72	12.01	0.40	31.46	29.00	10.40	1.924	11.467	0.570	7.672478868E+0001	1.696081987E+0001	-2.530303426E+0001	0.384	0.991
15.302	0.001	29.72	0.06	0.39	30.83	29.00	10.40	1.923	11.551	0.566	7.288163455E+0001	1.616482685E+0001	-2.600518619E+0001	0.366	1.008
15.303	0.150	31.45	12.04	0.38	30.16	29.00	10.40	1.923	11.552	0.541	7.286195852E+0001	1.616067106E+0001	-2.600869096E+0001	0.375	1.008
15.453	0.001	31.45	0.06	0.37	29.50	29.00	10.40	1.913	11.633	0.540	6.891319184E+0001	1.530875420E+0001	-2.672506192E+0001	0.356	1.025
15.453	0.150	33.08	12.04	0.36	28.81	29.00	10.40	1.913	11.633	0.509	6.889297108E+0001	1.530432251E+0001	-2.672879931E+0001	0.364	1.025
15.603	0.001	33.08	0.06	0.35	28.12	29.00	10.40	1.891	11.709	0.509	6.483381159E+0001	1.439516885E+0001	-2.746571600E+0001	0.344	1.042
15.604	0.150	34.53	12.03	0.34	27.40	29.00	10.40	1.891	11.710	0.473	6.481303055E+0001	1.439042084E+0001	-2.746928241E+0001	0.353	1.042
15.754	0.001	34.53	0.06	0.34	26.68	29.00	10.40	1.859	11.781	0.473	6.065069083E+0001	1.341870893E+0001	-2.806441275E+0001	0.331	1.059
15.754	0.150	35.85	12.00	0.33	25.94	29.00	10.40	1.859	11.781	0.432	6.062945729E+0001	1.341359993E+0001	-2.806674898E+0001	0.339	1.059
15.904	0.001	35.85	0.06	0.32	25.19	29.00	10.40	1.815	11.846	0.432	5.639537068E+0001	1.236941141E+0001	-2.844159402E+0001	0.315	1.076
15.905	0.095	37.22	7.59	0.31	24.70	29.00	10.40	1.815	11.846	0.394	5.637385210E+0001	1.236390288E+0001	-2.844310285E+0001	0.320	1.076
16.000	0.056	37.22	4.40	0.30	23.93	29.00	10.40	1.780	11.883	0.386	5.366290388E+0001	1.166676586E+0001	-2.860688997E+0001	0.307	1.086
16.056	0.150	38.58	11.63	0.30	22.85	29.00	10.40	1.759	11.904	0.348	5.207259299E+0001	1.122864132E+0001	-2.868002300E+0001	0.306	1.092
16.205	0.001	38.58	0.06	0.29	22.05	29.00	10.40	1.690	11.955	0.339	4.776684543E+0001	1.004240748E+0001	-2.878909850E+0001	0.282	1.109

16.206	0.150	39.81	11.25	0.28	21.22	29.00	10.40	1.690	11.955	0.309	4.774506444E+0001	1.003626679E+0001	-2.878927645E+0001	0.288	1.109
16.356	0.001	39.81	0.06	0.28	20.40	29.00	10.40	1.611	12.001	0.308	4.343493515E+0001	8.840922875E+0000	-2.872610370E+0001	0.263	1.126
16.357	0.150	40.86	10.85	0.27	19.55	29.00	10.40	1.611	12.001	0.282	4.341320223E+0001	8.834843343E+0000	-2.872520091E+0001	0.269	1.126
16.506	0.001	40.86	0.05	0.27	18.70	29.00	10.40	1.523	12.044	0.281	3.912698575E+0001	7.672619648E+0000	-2.851730943E+0001	0.243	1.143
16.507	0.150	41.70	10.44	0.26	17.83	29.00	10.40	1.523	12.044	0.261	3.910541081E+0001	7.666788846E+0000	-2.851636750E+0001	0.249	1.143
16.657	0.001	41.70	0.05	0.25	16.96	29.00	10.40	1.428	12.083	0.261	3.485587628E+0001	6.581183917E+0000	-2.814998124E+0001	0.223	1.161
16.658	0.150	42.30	10.01	0.24	16.08	29.00	10.40	1.428	12.083	0.245	3.483458010E+0001	6.575725690E+0000	-2.814678794E+0001	0.228	1.161
16.807	0.001	42.30	0.05	0.23	15.19	29.00	10.40	1.328	12.120	0.245	3.068361788E+0001	5.553465935E+0000	-2.715823479E+0001	0.202	1.180
16.808	0.150	42.68	9.58	0.23	14.30	29.00	10.40	1.328	12.120	0.247	3.066307339E+0001	5.548460486E+0000	-2.715141500E+0001	0.206	1.180
16.958	0.001	42.68	0.05	0.22	13.41	29.00	10.40	1.227	12.157	0.247	2.671275992E+0001	4.623724451E+0000	-2.550913990E+0001	0.181	1.199
16.959	0.150	42.85	9.15	0.21	12.51	29.00	10.40	1.226	12.157	0.252	2.669346406E+0001	4.619261703E+0000	-2.549974996E+0001	0.185	1.199
17.109	0.001	42.85	0.05	0.20	11.62	29.00	10.40	1.125	12.195	0.252	2.301444814E+0001	3.794301175E+0000	-2.364484481E+0001	0.161	1.219
17.109	0.150	42.83	8.71	0.19	10.72	29.00	10.40	1.124	12.195	0.264	2.299656267E+0001	3.790405206E+0000	-2.363566637E+0001	0.164	1.220
17.259	0.001	42.83	0.04	0.17	9.83	29.00	10.40	1.025	12.235	0.264	1.959979451E+0001	3.079893236E+0000	-2.168896108E+0001	0.142	1.240
17.260	0.150	42.67	8.28	0.16	8.94	29.00	10.40	1.025	12.235	0.282	1.958338915E+0001	3.076509655E+0000	-2.167883402E+0001	0.144	1.240
17.410	0.001	42.67	0.04	0.15	8.04	29.00	10.40	0.929	12.277	0.282	1.648460878E+0001	2.463389771E+0000	-1.971798010E+0001	0.123	1.261
17.410	0.090	42.42	4.75	0.14	7.51	29.00	10.40	0.928	12.277	0.308	1.646969437E+0001	2.460486627E+0000	-1.970845928E+0001	0.124	1.261
17.500	0.061	42.42	3.14	0.13	6.63	29.00	10.40	0.874	12.305	0.313	1.475317934E+0001	2.138078608E+0000	-1.861726233E+0001	0.113	1.274
17.561	0.150	42.18	7.42	0.11	5.39	29.00	10.40	0.838	12.324	0.328	1.364021867E+0001	1.930235515E+0000	-1.791486714E+0001	0.106	1.283
17.711	0.001	42.18	0.04	0.09	4.51	29.00	10.40	0.752	12.374	0.330	1.108118338E+0001	1.475574941E+0000	-1.625985344E+0001	0.088	1.305
17.711	0.150	42.03	7.00	0.08	3.64	29.00	10.40	0.751	12.374	0.361	1.106888487E+0001	1.473475528E+0000	-1.625144671E+0001	0.088	1.305
17.861	0.001	42.03	0.03	0.06	2.76	29.00	10.40	0.670	12.428	0.361	8.764722710E+0000	1.098784231E+0000	-1.447679339E+0001	0.071	1.326
17.862	0.150	41.87	6.58	0.04	1.89	29.00	10.40	0.670	12.429	0.389	8.753773585E+0000	1.097050329E+0000	-1.446737784E+0001	0.072	1.326
18.012	0.001	41.87	0.03	0.02	1.01	29.00	10.40	0.594	12.487	0.389	6.725122799E+0000	7.915694971E-0001	-1.264184018E+0001	0.061	1.347
18.013	0.088	41.62	3.65	0.00	0.00	29.00	10.40	0.594	12.487	0.411	6.715561701E+0000	7.902103962E-0001	-1.263306647E+0001	0.061	1.347
18.100	0.063	41.62	2.54	0.00	0.00	29.00	10.40	0.552	12.523	0.419	5.652088679E+0000	6.436824400E-0001	-1.166533086E+0001	0.061	1.360
18.163	0.150	41.33	5.76	0.00	0.00	29.00	10.40	0.523	12.550	0.435	4.937949607E+0000	5.458056609E-0001	-1.103336917E+0001	0.061	1.370
18.313	0.001	41.33	0.03	0.00	0.00	29.00	10.40	0.457	12.616	0.436	3.386791094E+0000	3.483562248E-0001	-9.713115679E+0000	0.061	1.401
18.314	0.150	41.04	5.36	0.00	0.00	29.00	10.40	0.456	12.616	0.435	3.379444818E+0000	3.474629531E-0001	-9.706872036E+0000	0.061	1.401
18.463	0.001	41.04	0.03	0.00	0.00	29.00	10.40	0.391	12.681	0.435	2.018731521E+0000	1.923349869E-0001	-8.441463188E+0000	0.061	1.446
18.464	0.150	40.79	4.96	0.00	0.00	29.00	10.40	0.391	12.681	0.468	2.012347432E+0000	1.916464763E-0001	-8.434974809E+0000	0.061	1.446
18.614	0.001	40.79	0.02	0.00	0.00	29.00	10.40	0.332	12.752	0.468	8.285027600E-0001	7.247765554E-0002	-7.423498601E+0000	0.061	1.510
18.615	0.150	40.59	4.57	0.00	0.00	29.00	10.40	0.331	12.752	0.487	8.228882118E-0001	7.195892018E-0002	-7.418641039E+0000	0.061	1.511
18.765	0.001	40.59	0.02	0.00	0.00	29.00	10.40	0.276	12.825	0.487	-2.045914329E-0001	-1.646538036E-0002	-6.198019351E+0000	0.061	1.603
18.765	0.150	40.47	4.18	0.00	0.00	29.00	10.40	0.276	12.825	0.526	-2.092776659E-0001	-1.683388097E-0002	-6.190103118E+0000	0.061	1.603
18.915	0.001	40.47	0.02	0.00	0.00	29.00	10.40	0.226	12.904	0.526	-9.993356555E-0001	-7.219175157E-0002	-4.236689393E+0000	0.061	1.741
18.916	0.084	40.44	2.18	0.00	0.00	29.00	10.40	0.226	12.904	0.504	-1.002536623E+0000	-7.237596018E-0002	-4.225114085E+0000	0.061	1.741
19.000	0.066	40.44	1.60	0.00	0.00	29.00	10.40	0.197	12.947	0.532	-1.302200173E+0000	-8.742896516E-0002	-2.879515726E+0000	0.061	1.852
19.066	0.150	40.47	3.13	0.00	0.00	29.00	10.40	0.178	12.984	0.586	-1.457597864E+0000	-9.071841634E-0002	-1.813073282E+0000	0.061	1.964
19.216	0.001	40.47	0.01	0.00	0.00	29.00	10.40	0.139	13.073	0.594	-1.568767977E+0000	-7.945976478E-0002	3.552451352E-0001	0.061	2.336
19.217	0.150	40.57	2.43	0.00	0.00	29.00	10.40	0.139	13.074	0.646	-1.568494615E+0000	-7.934404532E-0002	3.673942993E-0001	0.061	2.338
19.367	0.001	40.57	0.01	0.00	0.00	29.00	10.40	0.108	13.171	0.647	-1.338701697E+0000	-5.080110204E-0002	2.589449547E+0000	0.061	3.004
19.367	0.150	40.71	1.74	0.00	0.00	29.00	10.40	0.107	13.171	0.607	-1.336739243E+0000	-5.061829630E-0002	2.598321019E+0000	0.061	3.009
19.517	0.001	40.71	0.01	0.00	0.00	29.00	10.40	0.069	13.262	0.607	-8.550415537E-0001	-2.206356463E-0002	3.555951702E+0000	0.061	4.328
19.518	0.150	40.84	1.05	0.00	0.00	29.00	10.40	0.069	13.263	0.635	-8.523510278E-0001	-2.192230975E-0002	3.556485849E+0000	0.061	4.337
19.668	0.001	40.84	0.00	0.00	0.00	29.00	10.40	0.035	13.358	0.634	-3.501492552E-0001	-4.547060728E-0003	2.932468544E+0000	0.061	7.465

19.669	0.150	40.93	0.35	0.00	0.00	29.00	10.40	0.035	13.358	0.637	-3.479328909E-0001	-4.479304253E-0003	2.926520400E+0000	0.061	7.491
19.818	0.001	40.93	0.00	0.00	0.00	29.00	10.40	0.000	13.453	0.637	-1.339704124E-0003	-8.627615613E-0006	1.772597896E+0000	0.061	19.559

---

#### LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio  
 dx(m) : Larghezza concio  
 alpha(gradi) : Angolo pendenza base concio  
 W(kN/m) : Forza peso concio  
 ru(-) : Coefficiente locale pressione interstiziale  
 U(kPa) : Pressione totale dei pori base concio  
 phi'(gradi) : Angolo di attrito efficace base concio  
 c'/Cu (kPa) : Coesione efficace / Resistenza al taglio in condizioni non drenate  
 ht(m) : Altezza linea di thrust da nodo sinistro base concio  
 yt(m) : coordinata Y linea di trust  
 yt'(-) : gradiente pendenza locale linea di trust  
 E(x)(kN/m) : Forza Normale interconcio  
 T(x)(kN/m) : Forza Tangenziale interconcio  
 E' (kN) : derivata Forza normale interconcio  
 Rho(x) (-) : fattore mobilitazione resistenza al taglio verticale interconcio ZhU et al.(2003)  
 Fs(x) (-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X)

---

## ALLEGATO 1 – B3 – CONDIZIONI DRENATE – SVASO RAPIDO CON GEOTESSILE DI RINFORZO

### Slope stability analysis to EC 7 using circular slip surfaces

**Datei: 150423 Seveso drenata.boe**

#### Parameter list

phi [°] = friction angle

c [kN/m<sup>2</sup>] = cohesion

gamma [kN/m<sup>3</sup>] = unit weight

Max. psi(A) [°] = angle between slip direction of failure mechanism and the tension member

μ [-] = utilisation factor

xm,ym [m] = x and y values of slip circle centre-point

rad [m] = slip circle radius

#### Coordinates of surface points

No.	x	y
[-]	[m]	[m]
1	-50.000	0.000
2	-15.000	0.000
3	-9.000	4.000
4	-6.000	4.000
5	0.000	0.000
6	50.000	0.000

#### Design soil properties

Soil	phi,d	c,d	gamma,d	Designation
[-]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	
1	29.00	10.40	20.00	Terreno arginale
2	23.00	0.00	19.00	Terreno in sito

#### Coordinates of layers and soil numbers

No.	x(left)	y(left)	x(right)	y(right)	Soil no.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	-0.500	-0.500	0.000	0.000	1
2	-14.500	-0.500	-0.500	-0.500	1
3	-15.000	0.000	-14.500	-0.400	1
4	-50.000	-50.000	50.000	-50.000	2

#### Coordinates of pwp polygon course

No.	x	y
-----	---	---

	[-]	[m]	[m]
1	-50.000	0.000	
2	-15.000	0.000	
3	-10.500	3.000	
4	0.000	0.000	
5	50.000	0.000	

Live loads

No.	Value(left)	Value(right)	x(left)	x(right)	y
[-]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]
1	5.00	5.00	-9.00	-6.00	4.00

Geosynthetics

Adhesive force f calculated with:

$$f = \mu \cdot \tan(\phi) \cdot \sigma'$$

$\mu$  [-] = reduction factor for friction between ground and geosynthetics

$\sigma'$  [kN/m²] = effective Spannung

R0 [kN/m] = design force at connection

L0 [m] = fold-back length

R,d [kN/m] = acceptable design force

Nr.	x1	y1	x2	y2	$\mu$	R0	R,d
	[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[kN/m]	[kN/m]
1	-14.50	-0.50	-0.50	-0.50	0.800	0.00	57.73

Earthquake

horizontal  $k_h = a_h/g = 0.0150$

vertical  $k_v = a_v/g = 0.0075$

Automatic testing of sign for  $k_v$

$k_v$  (governing) = 0.0075

( $a_h$  = horizontal seismic acceleration in m/s²)

( $a_v$  = vertical seismic acceleration in m/s²)

( $g$  = gravitational acceleration = 9.81 m/s²)

Gamma water [kN/m³] = 10.000

Calculation with consideration of passive earth pressure wedge

Slip circle no. 76

$$\mu = 0.8413 = [M(G_i) + M(S)] / [M(T_i) + M(R)]$$

$$x_m = -13.4979$$

$$y_m = 2.9882$$

$$\text{Radius} = 5.7040$$

$$\text{Numerator} = 1068.4491$$

$$\text{Denominator} = 1270.0697$$

$$M(T_i) = 1270.0697$$



M(R) = 0.0000  
M(Gi) = 1038.8976  
M(S) = 29.5515

Slice values

x = x (slice toe)

y = y (slice toe)

b = slice width

phi = friction angle

c = cohesion

PWP = pore water press. coeff.

tet = inclination of slice

g = weight

n = normal force

t = tangential force

FAi/FA0i/Rsi = see Equations (7) and (8) in DIN 4084:2009

pw = pore water pressure

pw(con) = excess pwp due to consolidation

wv = vertical water pressure

pst = permanent loads and footing

pv = live loads

fakpv = factor for live loads

So No. = soil number

Nr.	x	y	b	phi,d	c,d	PWD	tet	g,k	n	t	FAi	FA0i	Rsi	pw	pw(kon)	wv	pst,d	pv,d	fakpv	Bo-Nr.		
	[m]	[m]	[m]	[°]	[kN/m²]	[-]	[°]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[-]
1	-19.187	-0.084	0.253	23.0	0.0	0.00	33.5	0.4	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4
2	-18.885	-0.284	0.352	23.0	0.0	0.00	33.5	1.9	1.4	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4
3	-18.533	-0.517	0.352	23.0	0.0	0.00	33.5	3.5	2.5	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4
4	-18.180	-0.750	0.352	23.0	0.0	0.00	33.5	5.0	3.7	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4
5	-17.828	-0.983	0.352	23.0	0.0	0.00	33.5	6.6	4.8	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4
6	-17.476	-1.216	0.352	23.0	0.0	0.00	33.5	8.1	6.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4
7	-17.124	-1.449	0.352	23.0	0.0	0.00	33.5	9.7	7.1	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4
8	-16.772	-1.682	0.352	23.0	0.0	0.00	33.5	11.3	8.2	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4
9	-16.420	-1.910	0.352	23.0	0.0	0.00	30.8	12.8	8.8	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4
10	-16.068	-2.104	0.352	23.0	0.0	0.00	26.8	14.1	9.0	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4
11	-15.716	-2.267	0.352	23.0	0.0	0.00	22.9	15.2	9.0	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4
12	-15.364	-2.402	0.352	23.0	0.0	0.00	19.1	16.1	9.0	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4
13	-15.012	-2.511	0.352	23.0	0.0	0.00	15.4	16.8	9.0	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4
14	-14.660	-2.596	0.352	23.0	0.0	0.00	11.8	19.1	9.9	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4
15	-14.308	-2.658	0.352	23.0	0.0	0.00	8.2	21.2	10.7	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4
16	-13.955	-2.697	0.352	23.0	0.0	0.00	4.6	23.1	11.4	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4
17	-13.603	-2.715	0.352	23.0	0.0	0.00	1.1	24.9	12.0	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4
18	-13.251	-2.710	0.352	23.0	0.0	0.00	-2.5	26.5	12.5	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4
19	-12.899	-2.684	0.352	23.0	0.0	0.00	-6.0	28.0	13.0	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4

20	-12.547	-2.636	0.352	23.0	0.0	0.00	-9.6	29.3	13.5	5.7	0.0	0.0	0.0	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4
21	-12.195	-2.565	0.352	23.0	0.0	0.00	-13.2	30.5	13.9	5.9	0.0	0.0	0.0	15.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4
22	-11.843	-2.470	0.352	23.0	0.0	0.00	-16.9	31.5	14.3	6.1	0.0	0.0	0.0	16.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4
23	-11.491	-2.351	0.352	23.0	0.0	0.00	-20.6	32.4	14.7	6.2	0.0	0.0	0.0	16.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4
24	-11.139	-2.205	0.352	23.0	0.0	0.00	-24.4	33.1	15.1	6.4	0.0	0.0	0.0	16.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1	4
25	-10.787	-2.030	0.352	23.0	0.0	0.00	-28.4	33.5	15.5	6.6	0.0	0.0	0.0	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1	4
26	-10.435	-1.823	0.352	23.0	0.0	0.00	-32.5	33.8	16.1	6.8	0.0	0.0	0.0	16.9	0.0	0.0	0.0	0.0	1	4
27	-10.082	-1.580	0.352	23.0	0.0	0.00	-36.8	33.8	17.6	7.5	0.0	0.0	0.0	15.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1	4
28	-9.730	-1.295	0.352	23.0	0.0	0.00	-41.3	33.6	19.2	8.2	0.0	0.0	0.0	14.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1	4
29	-9.378	-0.957	0.352	23.0	0.0	0.00	-46.2	33.0	21.0	8.9	0.0	0.0	0.0	12.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1	4
30	-9.026	-0.553	0.352	23.0	0.0	0.00	-51.6	31.9	23.8	10.1	57.7	0.0	0.0	11.0	0.0	0.0	0.0	0.7	1	4
31	-8.674	-0.056	0.352	29.0	10.4	0.00	-57.7	28.6	22.8	16.6	0.0	0.0	0.0	8.9	0.0	0.0	0.0	1.8	1	2
32	-8.322	0.591	0.352	29.0	10.4	0.00	-65.1	24.0	22.9	17.0	0.0	0.0	0.0	6.3	0.0	0.0	0.0	1.8	1	2
33	-7.970	1.582	0.352	29.0	10.4	0.00	-75.7	17.0	23.2	18.1	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	1.8	1	2

-----

690.2

323.2 0.0 0.0 0.0 6.0

Geosynthetic 1

x1 = -14.500 m

y1 = -0.500 m

x2 = -0.500 m

y2 = -0.500 m

$\mu = 0.800$

R0 = 0.000 kN/m

R,d = 57.730 kN/m

Work. psi(A) = 51.62 °

Limit psi(A) = 75.00 °

Geosynthetic is self-tensioning (DIN 4084:2009 7.2.3.4).

Activated force = 57.730 kN/m

Bonded length = 1.21 m

F(AL) = 123.86 kN/m

F(AR) = 316.56 kN/m