



Committente

tecnici

## Progetto definitivo

ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROV. DI BOLZANO  
**Dr. Ing. WALTER GOSTNER**  
Nr. 1191  
INGENIEURKAMMER  
DER PROVINZ BOZEN

committente

RUOTI ENERGIA S.r.l.  
Piazza del Grano 3  
I-39100 Bolzano (BZ)

progetto

Impianto di accumulo idroelettrico mediante pompaggio denominato "Mandra Moretta" e relative opere connesse ed infrastrutture indispensabili nei Comuni di Ruoti, Avigliano, Potenza, Pietragalla, Cancellara e Vaglio Basilicata (PZ)

contenuto

Relazione geotecnica

redatto	modificato			scala	elaborato n.
MD 12.12.22	a	MD 21.12.22	Riferimenti ai documenti.		PD-R.5
Controllato	b				
WaG 21.12.22	c				
pagine 24	n. progetto 11-213	11_213_PSKW_Ruoti\stat\text\PD_R.5_rel_geotecnica_02.docx			



Studio di Geologia e GeolIngegneria  
Dott. Geol. Antonio De Carlo

Dott. Geol. Antonio De Carlo  
Via del Seminario 35 – 85100 Potenza (PZ)  
tel. +39 0971 180 0373  
[studiogeopotenza@libero.it](mailto:studiogeopotenza@libero.it)



**BETTIOL ING. LINO SRL**  
Società di Ingegneria

S.L.: Via G. Marconi 7 - 31027 Spresiano (TV)  
S.O.: Via Panà 56ter - 35027 Noventa Padovana (PD)  
Tel. 049 7332277 - Fax. 049 7332273  
E-mail: [bettiolinglinosrl@legalmail.it](mailto:bettiolinglinosrl@legalmail.it)

**patscheiderpartner**

E N G I N E E R S

Ingegneri Patscheider & Partner S.r.l.

i-39024 mals/malles (bz) - glurnserstraße 5/k via glorenza

i-39100 bozen/bolzano - negrellistraße 13/c via negrelli

a-6130 schwaz - mindelheimerstraße 6

tel. +39 0473 83 05 05 – fax +39 0473 83 53 01

[info@ipp.bz.it](mailto:info@ipp.bz.it) – [www.patscheiderpartner.it](http://www.patscheiderpartner.it)

## Indice

<b>1. Premessa.....</b>	<b>2</b>
<b>2. Leggi, norme e documentazione di riferimento .....</b>	<b>2</b>
<b>3. Fondamenti delle verifiche geotecniche e azioni .....</b>	<b>4</b>
3.1 Stati limite considerati .....	4
3.2 Azioni.....	4
3.3 Azioni sismiche.....	4
3.4 Situazioni progettuali e combinazioni delle azioni - Fattori di sicurezza parziali per le azioni e per i materiali .....	7
<b>4. Verifiche dell'invaso di monte.....</b>	<b>8</b>
4.1 Calcolo delle azioni sismiche .....	8
4.2 Caratterizzazione geotecnica dei terreni.....	15
4.3 Modello di calcolo.....	15
<b>5. Verifiche dell'invaso di valle .....</b>	<b>16</b>
5.1 Calcolo delle azioni sismiche .....	16
5.2 Caratterizzazione geotecnica dei terreni.....	22
5.3 Modello di calcolo.....	22
<b>6. Riepilogo dei risultati .....</b>	<b>23</b>
<b>7. Conclusioni .....</b>	<b>24</b>
<b>8. ALLEGATI: TABULATI DI CALCOLO.....</b>	<b>24</b>

## 1. Premessa

La presente relazione geotecnica riguarda la verifica degli argini di due bacini facenti parte delle opere costituenti l'impianto di accumulo idroelettrico mediante pompaggio, che la società RUOTI ENERGIA S.r.l. con sede legale a Bolzano (BZ) intende realizzare nel Comune di Ruoti (PZ). Il Comune, in provincia di Potenza, dista circa 14,5 km dal capoluogo in direzione nord-ovest. Il centro del paese si trova a 751 metri d'altitudine alle coordinate 40°43'8,40"N e 15°40'47,28"E.

Saranno verificate solo le sezioni più gravose, una per l'invaso di monte e una per l'invaso di valle. Nella fase successiva della progettazione (presentazione del progetto al Registro Nazionale Dighe) si procederà ad eseguire verifiche più dettagliate.

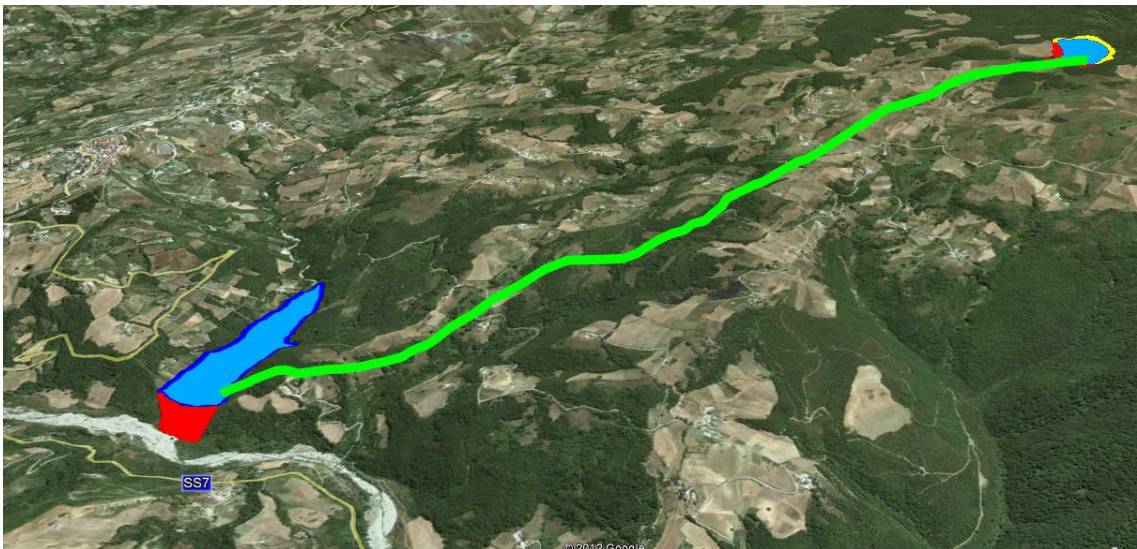


Figura 1. Schema di massima dell'impianto dal quale si riconosce la posizione dei due bacini.

## 2. Leggi, norme e documentazione di riferimento

- [1] D.P.R. 1° novembre 1959, n.1363: Approvazione del regolamento per la compilazione dei progetti, la costruzione e l'esercizio delle dighe di ritenuta.
- [2] D.M. LL.PP. 24.03.1982: Norme tecniche per la progettazione e la costruzione delle dighe di sbarramento.

- [3] D.M. LL.PP. del 11.03.1988: Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- [4] Legge 21 ottobre 1994 n. 584: Misure urgenti in materia di dighe.
- [5] Circolare del Ministro dei LL.PP. 19 aprile 1995, n. US/482: Dighe di ritenuta - Competenze in materia di vigilanza sulla progettazione, la costruzione e l'esercizio.
- [6] Decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 (art. 91): Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59".
- [7] Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003: Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- [8] UNI 11531-1 (2014): Costruzione e manutenzione delle opere civili delle infrastrutture – criteri per l'impiego dei materiali. Parte 1: Terre e miscele dei aggregati non legati.
- [9] Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 26 giugno 2014: Norme Tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse).
- [10] D.M. 17.01.2018 – Norme tecniche per le costruzioni (NTC), Circolare ministeriale 17.01.2018 n.8 C.S.LL.PP. - Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" - Supplemento Ordinario alla Gazzetta Ufficiale n.42 del 20-02-2018.
- [11] Circolare DG Dighe 26 luglio 2018 n. 17281 e s.m.i. – Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Verifiche sismiche delle grandi dighe, degli scarichi e delle opere complementari e accessorie – Istruzioni per le applicazioni della normativa tecnica di cui al D.M. 26.06.2014 (NTD14) e al D.M. 17.01.2018 (NTC 2018).
- [12] Circolare ministeriale 21.01.2019 n.7 C.S.LL.PP. - Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al D.M. 17 gennaio 2018 - Gazzetta Ufficiale Serie Generale n.35 del 11-02-2019 - Supplemento Ordinario n.5.
- [13] Relazione geologica "Progetto di un impianto a pompaggio da realizzarsi nel Comune di Ruoti – Relazione Geologica" a firma del Dott. Geologo Antonio De Carlo, Dicembre 2012 (file FINALE\_RELAZIONE\_GEOLOGICA\_PRELIMINARE\_22\_12.pdf).
- [14] Tavola grafica 05 (file SEZIONE LITOTECNICA -DIGA DI VALLE-MONTE- Model (1).pdf).

### 3. Fondamenti delle verifiche geotecniche e azioni

Secondo il DM 26/06/2014 (paragrafo C.7.7.2) le dighe che non superano i 15 metri di altezza e che determinano un volume di invaso non superiore a 1.000,000 di metri cubi sono classificate come “Dighe di dimensioni contenute”.

L'argine del serbatoio di monte ha un'altezza massima di 15,50 metri, misurata in corrispondenza della Sezione A-A nell'ipotesi che non ci sia il riporto di terreno. In tale ipotesi cautelativa, la diga è classificabile come “grande diga”.

Anche la diga del serbatoio di valle, che ha un'altezza di 29,50 metri, è classificabile come “grande diga”.

Sempre secondo lo stesso paragrafo del DM 26/06/2014 entrambe le dighe sono definibili come “dighe rilevanti per le conseguenze di un eventuale collasso”.

#### 3.1 Stati limite considerati

Nel presente Progetto Definitivo si effettueranno le verifiche per lo Stato Limite ultimo di Collasso (SLC) relativo alle seguenti situazioni:

- instabilità del copro diga e dei terreni o ammassi rocciosi di imposta,
- instabilità per scorrimento, anche parziale del corpo diga o meccanismi di rottura locali.

#### 3.2 Azioni

Le azioni considerate nelle verifiche sono:

- peso proprio del corpo diga,
- spinta idrostatica,
- azioni variabili sul coronamento,
- azione sismica.

Sul coronamento di ciascun argine è realizzata una strada della larghezza di 6,0 metri. Il carico assunto è  $q=20$  kN/m<sup>2</sup>.

#### 3.3 Azioni sismiche

Secondo l'Ordinanza P.C.M. n° 3274 del 20.03.2003“ (sostituita dalle NTC 2018) il Comune di Ruoti è classificato in Zona Sismica 1.

Le verifiche saranno effettuate secondo il metodo pseudostatico, utilizzando delle forze statiche equivalenti. Queste ultime sono calcolate utilizzando le seguenti formule (NTC 2018, paragrafo 7.11.3.5.2 e Circolare 2019, paragrafo C.7.11.3.5):

$$F_h = k_h W = \beta_s a_{max} 1/g W \qquad F_v = \pm k_v W = \pm 0,5 k_h = \pm 0,5 \beta_s a_{max} 1/g W$$

dove

$\beta_s$  = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

$a_{max}$  = accelerazione orizzontale massima attesa al sito

W = massa del terreno, inclusa del cerchio di scorrimento.

L'accelerazione massima attesa al sito  $a_{max}$  può essere valutata con la relazione

$$a_{max} = S \cdot a_g = (S_s \cdot S_T) \cdot a_g$$

dove

S = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_s$ ) e dell'amplificazione topografica ( $S_T$ )

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido

Per fronti di scavo e rilevati il valore di  $\beta_s$ , nelle verifiche dello stato limite ultimo, è 0,38 (paragrafo 7.11.4 NTC 2018).

Secondo la relazione geologica [documento PD-R.6] i terreni di fondazione degli argini dei due bacini appartengono al Tipo B.

**Tab. 3.2.II –** *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

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

**Tabella 1. Categorie di sottosuolo secondo la tabella 3.2.II delle NTC 2018.**

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

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

**Tabella 2. Espressioni di  $S_s$  e  $C_c$  secondo la tabella 3.2.IV delle NTC 2018.**

Le opere in progetto sono costruzioni di tipo 3, trattandosi di opere di importanza strategica e quindi di Classe d'Uso IV, da cui deriva il coefficiente d'uso  $C_U=2,0$ . La Vita Nominale delle opere è  $V_N=100$  anni. Pertanto la Vita di riferimento vale  $V_R= V_N C_U = 100 \times 2,0 = 200$  anni. Verrà considerato lo Stato Limite di Collasso (SLC) a cui corrisponde un periodo di riferimento  $T_R$

$$T_R [\text{anni}] = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{v_r})} = 2475 \text{ anni}$$

ottenuto considerando una probabilità di superamento  $P_{VR}$  del 5 % (valida per lo Stato Limite ultimo di Collasso).

### 3.4 Situazioni progettuali e combinazioni delle azioni - Fattori di sicurezza parziali per le azioni e per i materiali

Verranno considerate le seguenti situazioni:

- a termine costruzione e serbatoio vuoto,
- a serbatoio pieno con il livello al massimo invaso,
- in presenza di sisma, con il livello alla massima regolazione e a serbatoio vuoto.

La verifica alla rapida vuotatura viene omessa per entrambi i bacini, in quanto il progetto prevede che la tenuta venga affidata ad un manto sul paramento di monte per il quale sarà verificata l'efficienza del dreno (paragrafo E.4 del Decreto 26/06/2014).

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_1 + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_1 + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto  $A_d$ :



$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

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

	Effetto	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> Per i carichi permanenti  $G_2$  si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti  $\gamma_{Gi}$

**Tabella 3. Coefficienti parziali per le azioni secondo NTC 2018.**

**Tab. 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)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

**Tabella 4. Coefficienti parziali per i parametri geotecnici dei terreni secondo NTC 2018**

Le verifiche nei confronti degli Stati Limite Ultimi verranno svolte secondo l'APPROCCIO 1, con riferimento alla COMBINAZIONE 2 dei coefficienti di sicurezza. Si porrà  $\gamma_R=1,1$  per le verifiche nelle fasi costruttive e  $\gamma_R=1,2$  nelle condizioni di serbatoio pieno.

Non si considera la presenza delle pressioni interstiziali alla base del corpo diga in quanto si prevede l'esecuzione di un sistema di drenaggio che ne riduce l'influenza. Calcoli più dettagliati verranno eseguiti nella fase successiva del progetto esecutivo.

## 4. Verifiche dell'invaso di monte

### 4.1 Calcolo delle azioni sismiche

Il sito in esame ricade nella Categoria di sottosuolo B [documento PD-R.6]. Secondo la Tabella 3.2.IV del DM 2018, il coefficiente di amplificazione stratigrafica  $S_s$  è compreso tra 1,00 e 1,20

e il coefficiente  $C_C$  assume il valore calcolabile con la formula della stessa tabella. La categoria topografica è la T2 e  $S_T=1,2$ , come indicato nella Tabella 3.2.V del DM 2018.

**Tab. 3.2.III –** *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i < 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

**Tabella 5. Categorie topografiche secondo la tabella 3.2.III delle NTC 2018.**

**Tab. 3.2.V –** *Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$*

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	$S_T$
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a $30^\circ$	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di $30^\circ$	1,4

**Tabella 6. Valori del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$ , secondo la tabella 3.2.V delle NTC 2018.**

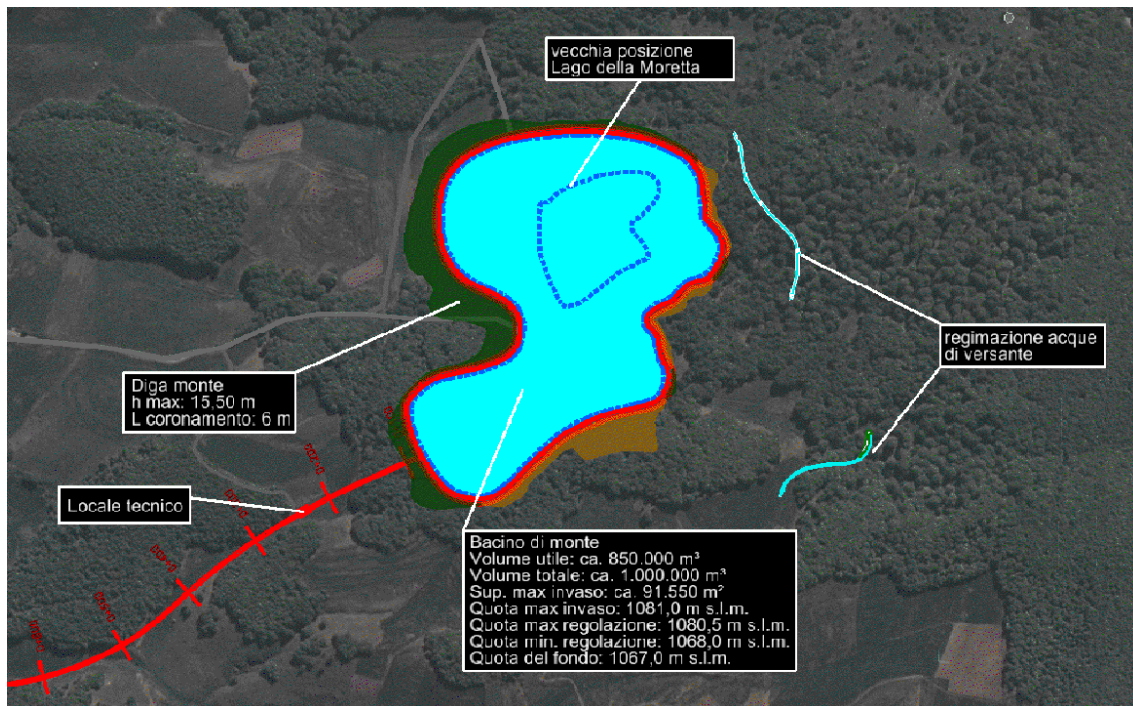


Figura 1. Planimetria del bacino di monte.

### BACINO DI MONTE - Sezione A-A

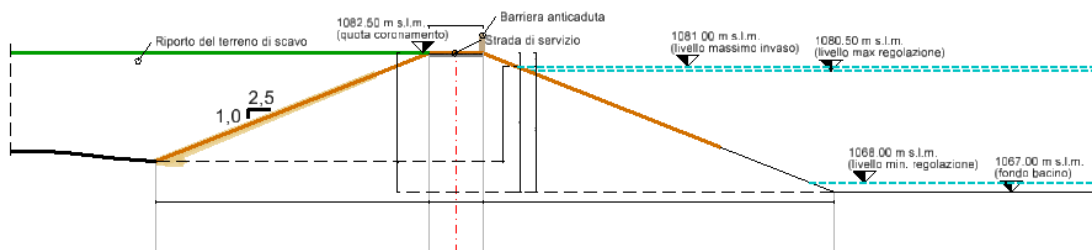


Figura 2. Sezione oggetto di verifica (Sezione A-A).

Per il calcolo delle forze sismiche si fa riferimento alle coordinate rappresentative del sito di ubicazione della diga di monte, che sono:

latitudine 40°,676007 N

longitudine 15°,675045 E

Di seguito il calcolo dei parametri necessari alla valutazione delle forze sismiche.

## FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

Ricerca per comune

LONGITUDINE:

LATTITUDINE:

REGIONE:

PROVINCIA:

COMUNE:

**Elaborazioni grafiche**

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

---

**Elaborazioni numeriche**

Tabella parametri

**Reticolo di riferimento**


Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

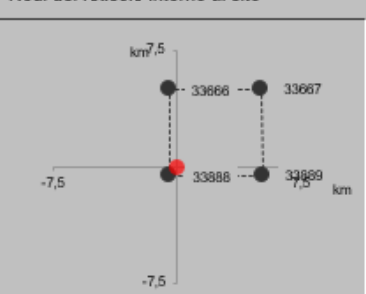
Interpolazione corretta

Interpolazione



La "Ricerca per comune" utilizza le ... coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che ... all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

**Nodi del reticolo intorno al sito**



## FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$   info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $C_U$   info

**Valori di progetto**

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$   info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$  info

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	120
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	201
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	1898
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	2475

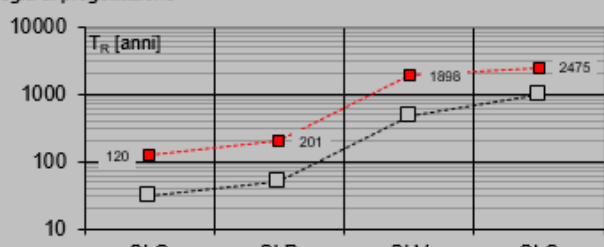
**Elaborazioni**

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

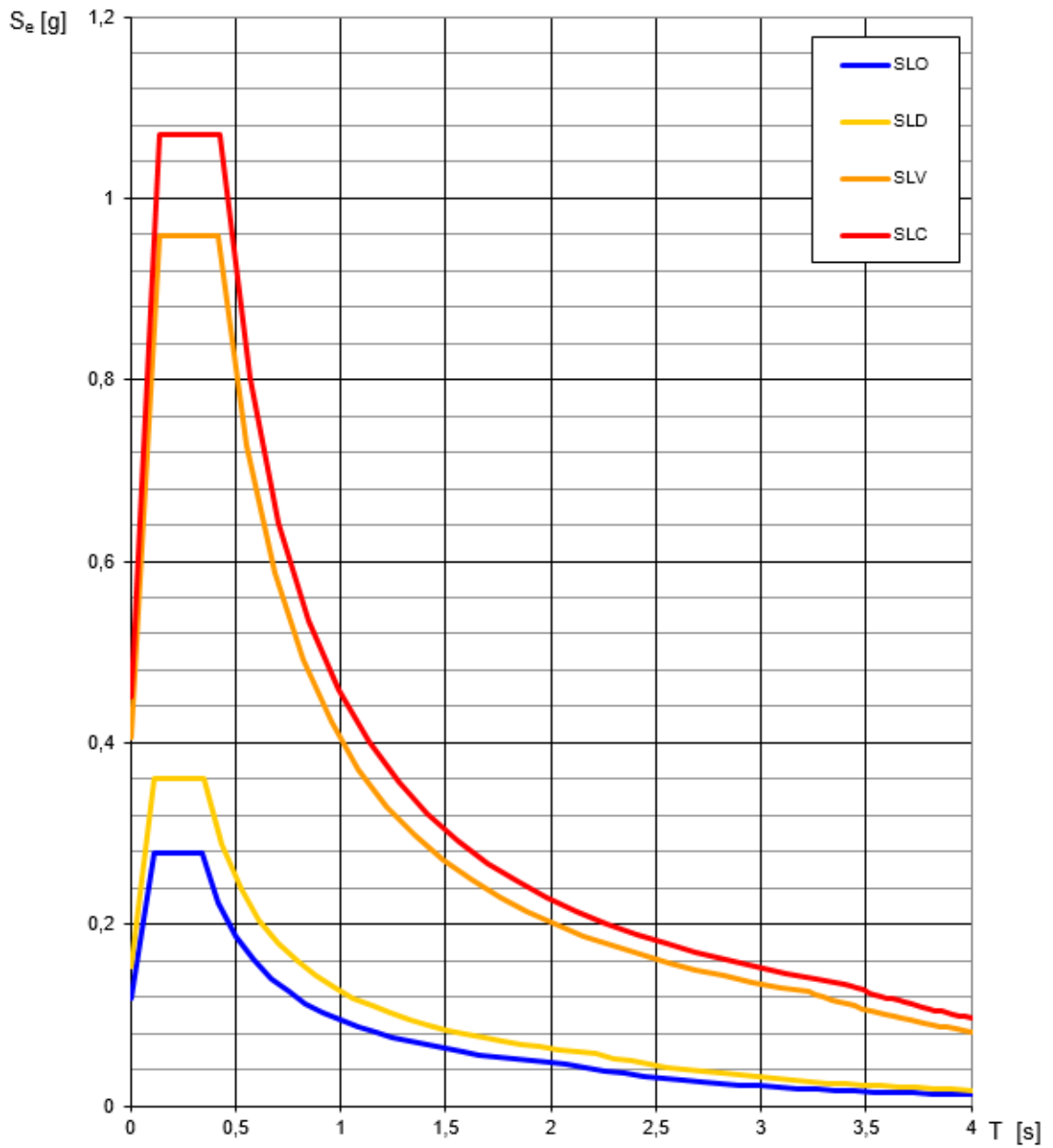
Tabella parametri azione

**Strategia di progettazione**



---□---	Strategia per costruzioni ordinarie
...□...	Strategia scelta

### Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



**Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_C^*$  per i periodi di ritorno  $T_R$  associati a ciascuno**

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	120	0,119	2,345	0,338
SLD	201	0,154	2,343	0,349
SLV	1898	0,406	2,360	0,421
SLC	2475	0,450	2,377	0,425

### FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

**Stato Limite**  
Stato Limite considerato **SLC** info

---

**Risposta sismica locale**  
 Categoria di sottosuolo **B** info       $S_s = 1,000$        $C_G = 1,305$  info  
 Categoria topografica **T2** info       $h/H = 0,000$        $S_T = 1,000$  info  
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

---

**Compon. orizzontale**  
 Spettro di progetto elastico (SLE)      Smorzamento  $\xi$  (%) **5**       $\eta = 1,000$  info  
 Spettro di progetto inelastico (SLU)      Fattore  $q_o$  **1**      Regol. in altezza **si** info

---

**Compon. verticale**  
 Spettro di progetto      Fattore  $q$  **1**       $\eta = 1,000$  info

---

**Elaborazioni**  
 Grafici spettri di risposta   
 Parametri e punti spettri di risposta

**Spettri di risposta**

— Spettro di progetto - componente orizzontale  
 — Spettro di progetto - componente verticale  
 — Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1,  $\xi = 5\%$ )

## Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLC

### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLC
$a_g$	0,450 g
$F_o$	2,377
$T_C^*$	0,425 s
$S_S$	1,000
$C_C$	1,305
$S_T$	1,000
$q$	1,000

### Parametri dipendenti

$S$	1,000
$\eta$	1,000
$T_B$	0,185 s
$T_C$	0,555 s
$T_D$	3,399 s

### Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

### Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_e(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

### Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,450
$T_B \leftarrow$	0,185	1,069
$T_C \leftarrow$	0,555	1,069
	0,690	0,859
	0,826	0,718
	0,961	0,617
	1,096	0,541
	1,232	0,481
	1,367	0,434
	1,503	0,395
	1,638	0,362
	1,774	0,334
	1,909	0,311
	2,045	0,290
	2,180	0,272
	2,316	0,256
	2,451	0,242
	2,587	0,229
	2,722	0,218
	2,858	0,208
	2,993	0,198
	3,129	0,190
	3,264	0,182
$T_D \leftarrow$	3,399	0,174
	3,428	0,172
	3,457	0,169
	3,485	0,166
	3,514	0,163
	3,542	0,161
	3,571	0,158
	3,600	0,156
	3,628	0,153
	3,657	0,151
	3,685	0,148
	3,714	0,146
	3,743	0,144
	3,771	0,142
	3,800	0,140
	3,828	0,138
	3,857	0,136
	3,886	0,134
	3,914	0,132
	3,943	0,130
	3,971	0,128
	4,000	0,126

Con i valori sopra calcolati, i valori dei coefficienti  $k_h$  e  $k_v$  sono

$$a_{max,g} = (S_S \cdot S_T) \cdot a_g = (1,00 \cdot 1,20) \cdot 0,450 = 0,540$$

$$k_h = \beta_s \frac{a_{max}}{g} = 0,38 \cdot 0,540 = 0,205$$

$$k_v = \frac{k_h}{2} = 0,103$$

## 4.2 Caratterizzazione geotecnica dei terreni

Sulla base di quanto riportato nella relazione geologica [documento PD-R.6] e nella tavola grafica [documento PD-EP.20.1] si definiscono le seguenti unità geotecniche (UG)

Unità geotecnica			Peso	Angolo di attrito interno (resistenza al taglio efficace)	Coesione efficace
			$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [°]	$c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	Terreno del corpo diga	UG4	19,0	36	0,5
2	Litofacies sabbiosa (alterato)	UG3	21,0	26	2,0
3	Litofacies sabbiosa	UG2	22,0	28	2,5
5	Litofacies conglomeratica	UG1	23,0	40	0,0

**Tabella 7. Parametri geotecnici delle unità geotecniche per la verifica della diga dell'invaso di monte.**

## 4.3 Modello di calcolo

La verifica di stabilità dell'argine verrà eseguita utilizzando il software DC-Böschung. Il materiale di riporto, indicato a sinistra della sezione di figura 2, non ha funzione statica, verrà depositato con mezzi meccanici. Per esso sono e saranno difficilmente valutabili i parametri geotecnici, ma dato che la sua presenza agisce favorevolmente sulla stabilità dell'argine, a favore di sicurezza si omette la sua presenza nelle verifiche di stabilità.



Il progetto prevede la realizzazione di un manto impermeabile sul paramento interno e anche sul fondo dell'invaso. Tale elemento verrà inserito nel modello di verifica, implementato nel software DC-Böschung, come elemento di spessore  $s=30$  cm e resistenza al taglio  $R_v=500$  kN/m<sup>2</sup>. Il carico idrostatico è inserito come carico lineare sul fondo dell'invaso e come serie di carichi concentrati sul paramento interno.

## 5. Verifiche dell'invaso di valle

### 5.1 Calcolo delle azioni sismiche

Il sito in esame ricade nella Categoria di sottosuolo B [documento PD-R.6]. Secondo la Tabella 3.2.IV del DM 2018, il coefficiente di amplificazione stratigrafica  $S_s$  è compreso tra 1,00 e 1,20 e il coefficiente  $C_c$  assume il valore calcolabile con la formula della stessa tabella. La categoria topografica è la T2 e  $S_T=1,2$ , come indicato nella Tabella 3.2.V del DM 2018.

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella 8. **Categorie topografiche secondo la tabella 3.2.III delle NTC 2018.**

Tab. 3.2.V – *Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$*

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	$S_T$
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a $30^\circ$	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di $30^\circ$	1,4

Tabella 9. **Valori del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$ , secondo la tabella 3.2.V delle NTC 2018.**

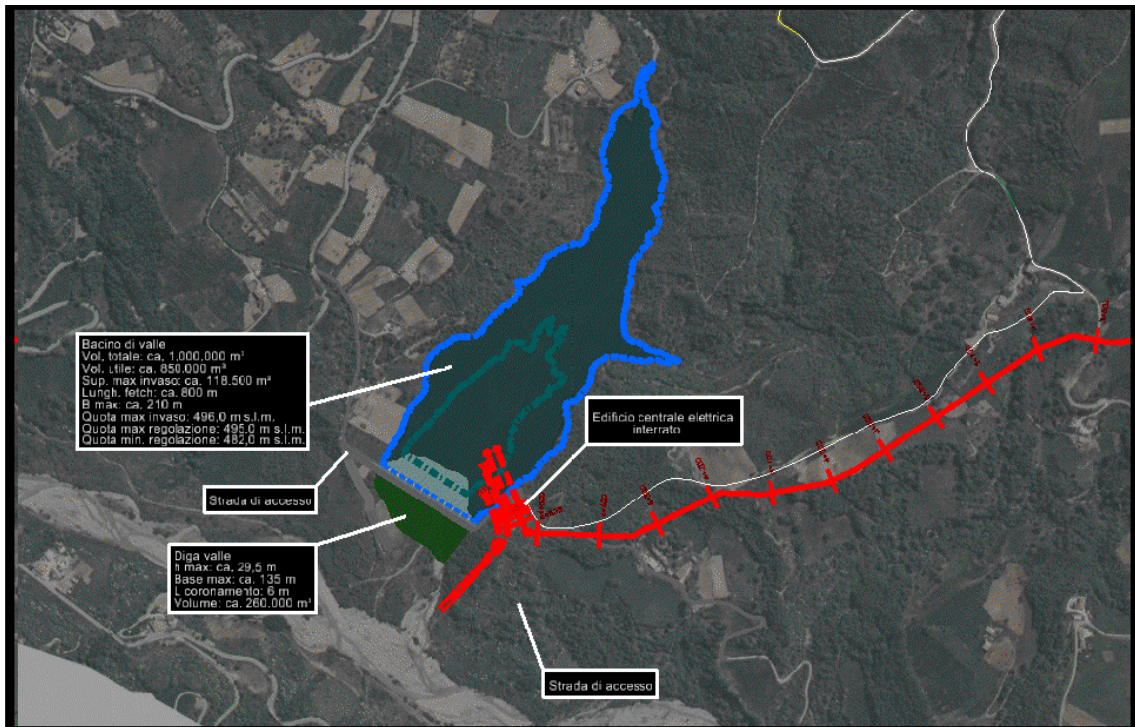


Figura 3. Planimetria del bacino di valle.

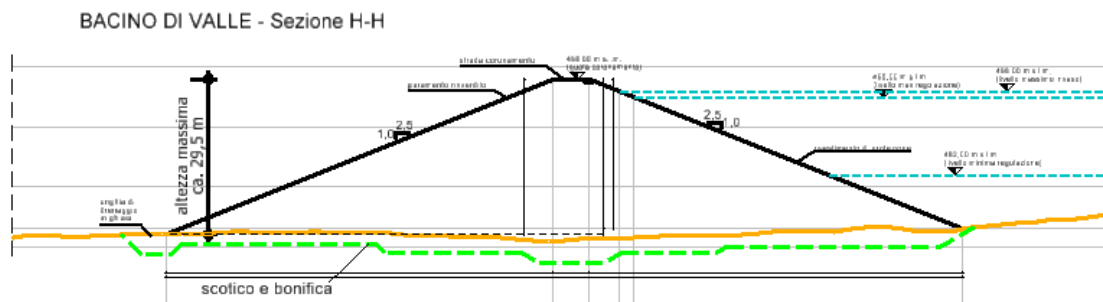


Figura 4. Sezione oggetto di verifica (Sezione H-H).

Per il calcolo delle forze sismiche si fa riferimento alle coordinate rappresentative del sito di ubicazione della diga di monte, che sono:

latitudine 40°,712687 N

longitudine 15°,656496 E

Di seguito il calcolo dei parametri necessari alla valutazione delle forze sismiche.

## FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE:

LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE:

PROVINCIA:

COMUNE:

**Elaborazioni grafiche**

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

---

**Elaborazioni numeriche**


Tabella parametri

**Reticolo di riferimento**

Controllo sul reticolo

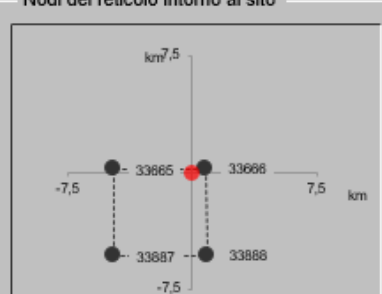
- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione



La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

**Nodi del reticolo intorno al sito**



## FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$   info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $C_U$   info

**Valori di progetto**

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$   info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$  info

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	120
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	201
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	1898
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	2475

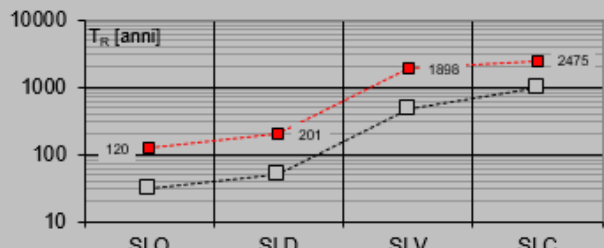
**Elaborazioni**

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

Tabella parametri azione

**Strategia di progettazione**

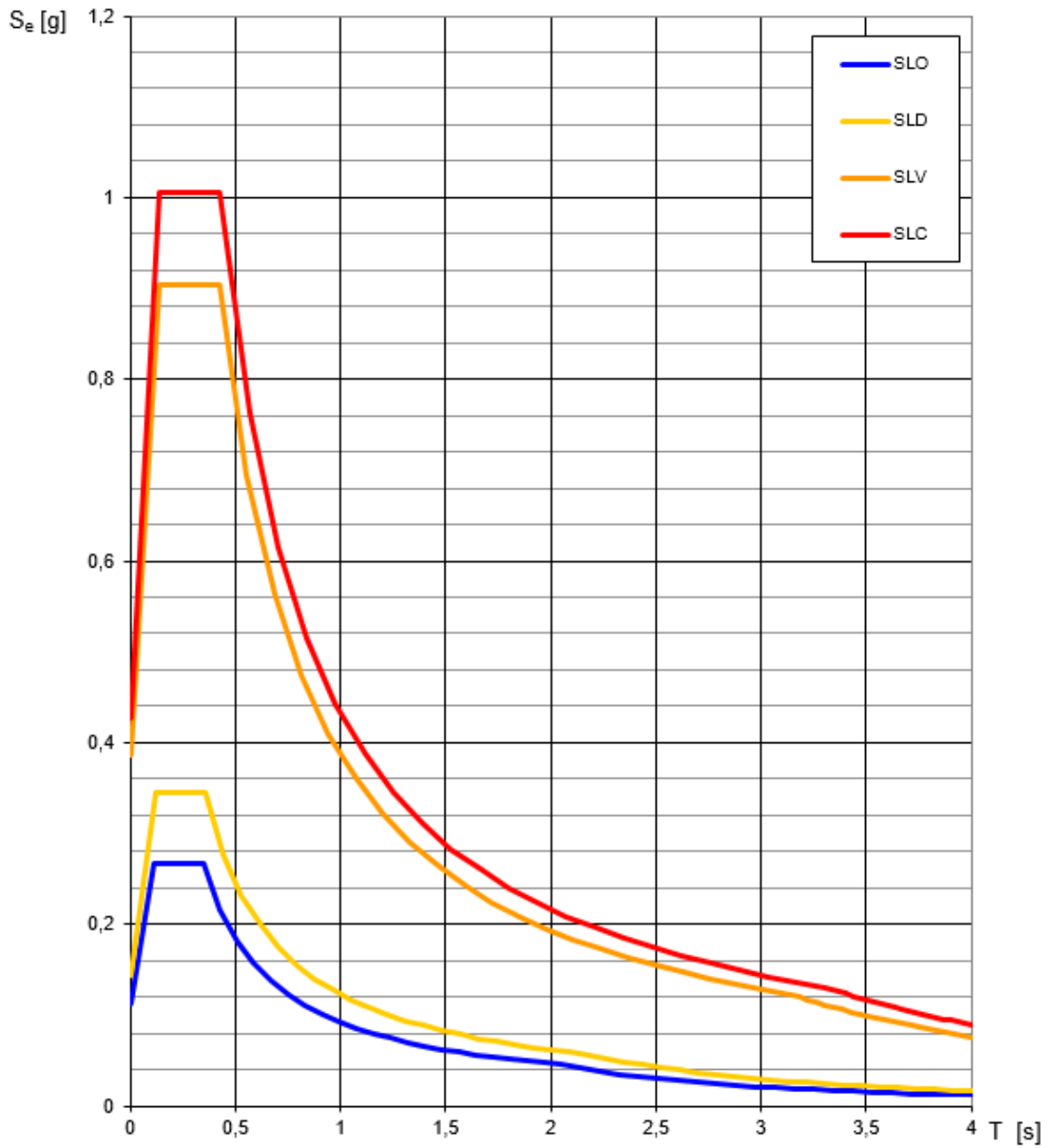


**LEGENDA GRAFICO**

---□--- Strategia per costruzioni ordinarie

.....□..... Strategia scelta

### Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



**Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_C^*$  per i periodi di ritorno  $T_R$  associati a ciascuno**

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	120	0,112	2,377	0,346
SLD	201	0,144	2,390	0,356
SLV	1898	0,385	2,345	0,428
SLC	2475	0,427	2,356	0,430

### FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

**Stato Limite**  
Stato Limite considerato **SLC** info

---

**Risposta sismica locale**  
 Categoria di sottosuolo **B** info       $S_s = 1,000$        $C_o = 1,302$  info  
 Categoria topografica **T2** info       $h/H = 0,000$        $S_T = 1,000$  info  
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

---

**Compon. orizzontale**  
 Spettro di progetto elastico (SLE)      Smorzamento  $\xi$  (%) **5**       $\eta = 1,000$  info  
 Spettro di progetto inelastico (SLU)      Fattore  $q_o$  **1**      Regol. in altezza **si** info

---

**Compon. verticale**  
 Spettro di progetto      Fattore  $q$  **1**       $\eta = 1,000$  info

---

**Elaborazioni**  
 Grafici spettri di risposta ▶▶  
 Parametri e punti spettri di risposta ▶▶

— Spettro di progetto - componente orizzontale

— Spettro di progetto - componente verticale

— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1,  $\xi = 5\%$ )

**Spettri di risposta**

## Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLC

### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLC
$a_g$	0,427 g
$F_o$	2,356
$T_C^*$	0,430 s
$S_S$	1,000
$C_C$	1,302
$S_T$	1,000
$q$	1,000

### Parametri dipendenti

$S$	1,000
$\eta$	1,000
$T_B$	0,187 s
$T_C$	0,560 s
$T_D$	3,308 s

### Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_I \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

### Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_e(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

### Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,427
$T_B \leftarrow$	0,187	1,006
$T_C \leftarrow$	0,560	1,006
	0,691	0,815
	0,822	0,685
	0,952	0,591
	1,083	0,520
	1,214	0,464
	1,345	0,419
	1,476	0,382
	1,607	0,350
	1,738	0,324
	1,868	0,301
	1,999	0,282
	2,130	0,264
	2,261	0,249
	2,392	0,235
	2,523	0,223
	2,654	0,212
	2,785	0,202
	2,915	0,193
	3,046	0,185
	3,177	0,177
$T_D \leftarrow$	3,308	0,170
	3,341	0,167
	3,374	0,164
	3,407	0,161
	3,440	0,157
	3,473	0,154
	3,506	0,152
	3,539	0,149
	3,572	0,146
	3,605	0,143
	3,638	0,141
	3,670	0,138
	3,703	0,136
	3,736	0,133
	3,769	0,131
	3,802	0,129
	3,835	0,127
	3,868	0,125
	3,901	0,122
	3,934	0,120
	3,967	0,118
	4,000	0,116

Con i valori sopra calcolati, i valori dei coefficienti  $k_h$  e  $k_v$  sono

$$a_{max,g} = (S_S \cdot S_T) \cdot a_g = (1,00 \cdot 1,20) \cdot 0,427 = 0,512$$

$$k_h = \beta_s \frac{a_{max}}{g} = 0,38 \cdot 0,512 = 0,195$$

$$k_v = \frac{k_h}{2} = 0,097$$

## 5.2 Caratterizzazione geotecnica dei terreni

Sulla base di quanto riportato nella relazione geologica [documento PD-R.6] e nella tavola grafica [documento PD-EP.22.1] si definiscono le seguenti unità geotecniche (UG)

Unità geotecnica			Peso	Angolo di attrito interno (resistenza al taglio efficace)	Coesione efficace
			$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [°]	$c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	Terreno del corpo diga	UG4	19,0	36	0,5
2	Materiale alluvionale	UG3	19,0	38	0,0
3	Litofacies sabbiosa	UG2	22,0	28	2,5
5	Litofacies conglomeratica	UG1	23,0	40	0,0

**Tabella 10. Parametri geotecnici delle unità geotecniche per la verifica della diga dell'invaso di valle.**

## 5.3 Modello di calcolo

La verifica di stabilità dell'argine verrà eseguita utilizzando il software DC-Böschung. Il progetto prevede la realizzazione di un manto impermeabile sul paramento interno dell'invaso. Tale elemento verrà inserito nel modello di verifica, implementato nel software DC-Böschung, come elemento di spessore  $s=30$  cm e resistenza al taglio  $R_v=1000$  kN/m<sup>2</sup>. Inoltre, alla base del paramento lato interno invaso, verrà realizzato un taglione verticale in calcestruzzo armato, della larghezza  $b=1,00$  metri e profondità  $h=30,0$  m, avente lo scopo di impedire il flusso dell'acqua

attraverso i terreni sottostanti il corpo diga. A tale taglione viene assegnata una resistenza al taglio  $R_v=1000 \text{ kN/m}^2$ .

Il carico idrostatico è inserito come carico lineare sul fondo dell'invaso e come serie di carichi concentrati sul paramento interno.

## 6. Riepilogo dei risultati

Si riepilogano, nella tabella seguente i risultati delle verifiche seguite. Tutte le verifiche sono nella forma

$$\frac{E_d}{R_d} < 1,00$$

RIEPILOGO VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI				
<b>BACINO DI MONTE</b>				
Sezione A-A				
Parametri geotecnici del corpo diga				
$\gamma=19,00 \text{ kN/m}^3$ , $\phi=36,0^\circ$ , $c'=0,50 \text{ kN/m}^2$ , $c_{ud}=1,00 \text{ kN/m}^2$				
Fine costruzione, bacino vuoto				
	<b>Verifiche</b>	<b>Paramento lato aria</b>		<b>Paramento lato acqua</b>
	Verifica non sismica	3	0,73 < 1,00	1 0,70 < 1,00
	Verifica sismica	4	0,85 < 1,00	2 0,81 < 1,00
Fine costruzione, bacino pieno				
	<b>Verifiche</b>	<b>Paramento lato aria</b>		<b>Paramento lato acqua</b>
	Verifica non sismica	7	0,70 < 1,00	5 0,91 < 1,00
	Verifica sismica	8	0,83 < 1,00	6 0,91 < 1,00
<b>BACINO DI VALLE</b>				
Sezione H-H				
Parametri geotecnici del corpo diga				
$\gamma=19,00 \text{ kN/m}^3$ , $\phi=36,0^\circ$ , $c'=0,50 \text{ kN/m}^2$ , $c_{ud}=1,00 \text{ kN/m}^2$				
Fine costruzione, bacino vuoto				
	<b>Verifiche</b>	<b>Paramento lato aria</b>		<b>Paramento lato acqua</b>
	Verifica non sismica	3	0,71 < 1,00	1 0,54 < 1,00
	Verifica sismica	4	0,84 < 1,00	2 0,65 < 1,00
Fine costruzione, bacino pieno				
	<b>Verifiche</b>	<b>Paramento lato aria</b>		<b>Paramento lato acqua</b>
	Verifica non sismica	7	0,71 < 1,00	5 0,93 < 1,00
	Verifica sismica	8	0,84 < 1,00	6 0,82 < 1,00

Si allegano i tabulati di calcolo delle verifiche.



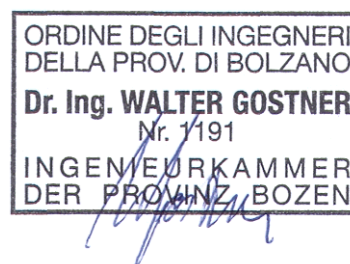
## 7. Conclusioni

Sulla base delle verifiche condotte, si può dichiarare che le verifiche di stabilità degli argini dei due bacini sono soddisfatte in accordo con la legislazione vigente. Si precisa, comunque, che in fase di progetto esecutivo dovranno essere eseguite e completate le verifiche come richiesto dal D.M. 26/06/2014.

Malles Venosta (BZ), Bolzano, li 21.12.2022

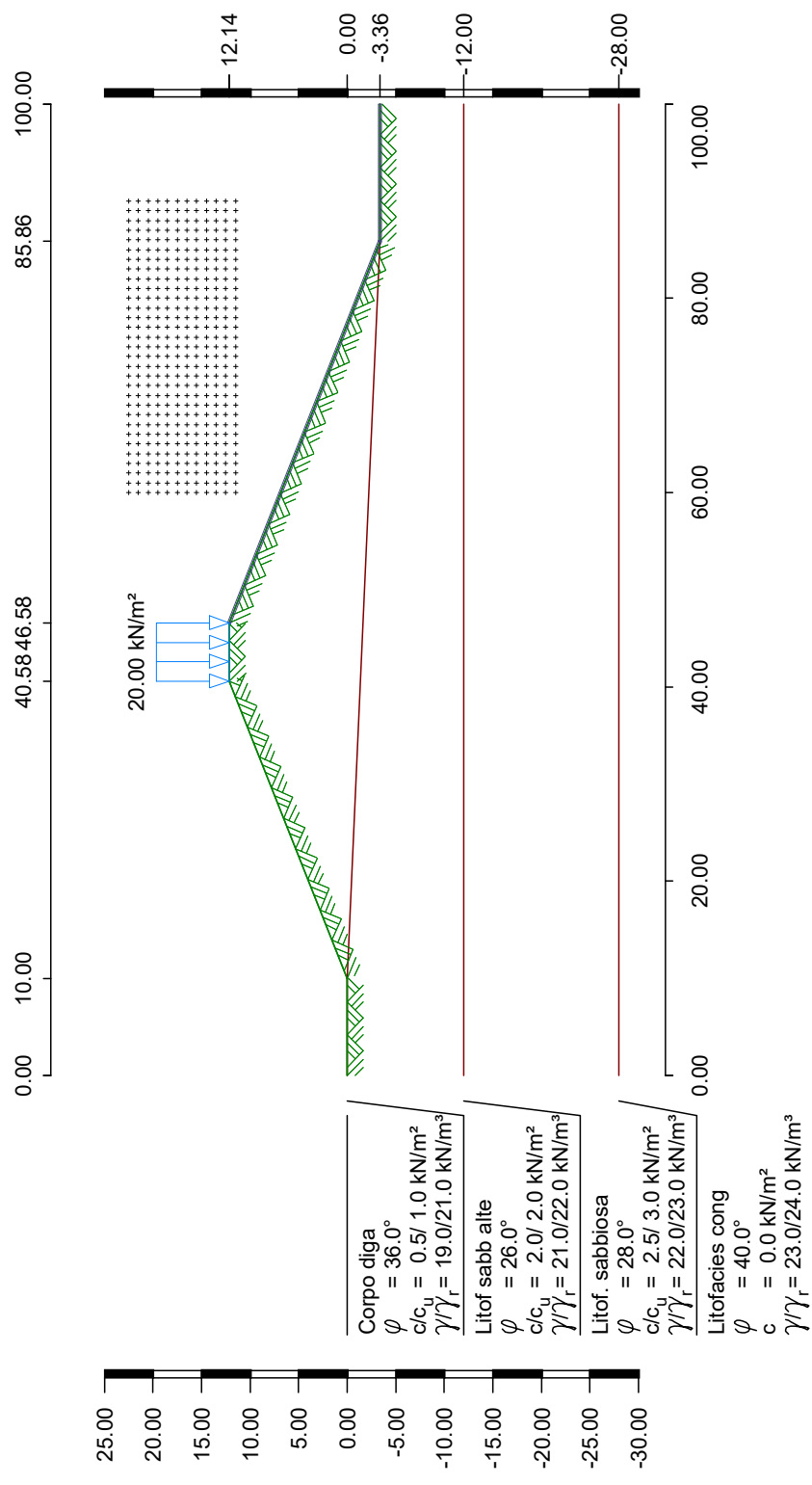
Il tecnico

Dott. Ing. Walter Gostner



## 8. ALLEGATI: TABULATI DI CALCOLO

- 1) Inv\_monte-SEZ\_A-A-Verifica\_1-Fine\_cost-Serb\_vuoto-Paramento\_acqua-No\_sisma\_01
- 2) Inv\_monte-SEZ\_A-A-Verifica\_2-Fine\_cost-Serb\_vuoto-Paramento\_acqua-Sisma\_01
- 3) Inv\_monte-SEZ\_A-A-Verifica\_3-Fine\_cost-Serb\_vuoto-Paramento\_aria-No\_sisma\_01
- 4) Inv\_monte-SEZ\_A-A-Verifica\_4-Fine\_cost-Serb\_vuoto-Paramento\_aria-Sisma\_01
- 5) Inv\_monte-SEZ\_A-A-Verifica\_5-Fine\_cost-Serb\_pieno-Paramento\_acqua-No\_sisma\_01
- 6) Inv\_monte-SEZ\_A-A-Verifica\_6-Fine\_cost-Serb\_pieno-Paramento\_acqua-Sisma\_01
- 7) Inv\_monte-SEZ\_A-A-Verifica\_7-Fine\_cost-Serb\_pieno-Paramento\_aria-No\_sisma\_01
- 8) Inv\_monte-SEZ\_A-A-Verifica\_8-Fine\_cost-Serb\_pieno-Paramento\_aria-Sisma\_01
- 9) Inv\_valle-SEZ\_H-H-Verifica\_1-Fine\_cost-Serb\_vuoto-Paramento\_acqua-No\_sisma\_01
- 10) Inv\_valle-SEZ\_H-H-Verifica\_2-Fine\_cost-Serb\_vuoto-Paramento\_acqua-Sisma\_01
- 11) Inv\_valle-SEZ\_H-H-Verifica\_3-Fine\_cost-Serb\_vuoto-Paramento\_aria-No\_sisma\_01
- 12) Inv\_valle-SEZ\_H-H-Verifica\_4-Fine\_cost-Serb\_vuoto-Paramento\_aria-Sisma\_01
- 13) Inv\_valle-SEZ\_H-H-Verifica\_5-Fine\_cost-Serb\_pieno-Paramento\_acqua-No\_sisma\_01
- 14) Inv\_valle-SEZ\_H-H-Verifica\_6-Fine\_cost-Serb\_pieno-Paramento\_acqua-Sisma\_01
- 15) Inv\_valle-SEZ\_H-H-Verifica\_7-Fine\_cost-Serb\_pieno-Paramento\_aria-No\_sisma\_01
- 16) Inv\_valle-SEZ\_H-H-Verifica\_8-Fine\_cost-Serb\_pieno-Paramento\_aria-Sisma\_01



File input: T:\Projetto\2011\11\_213\_PSKW\_Ruoti\statbereg\DC\_Böschung\Invaso\_di\_monte\Inv\_monte-SEZ\_A-A-Verifica\_1-Fine\_cost-Serb\_vuoto-Paramento\_acqua-No\_sisma\_01.dbb

## Calcolo secondo: UNI EN 1997-1 (Eurocode 7) e NTC 2018

Calcolo con approccio 1  
combinazione con fattori di sicurezza dei gruppi A2 + M2 + R1

Parametri degli strati		Corpo diga	Litof sabb alte	Litof. sabbiosa	
		Litofacies cong			
Angolo attrito cal $\varphi'$	[gradi]	36.00 40.00	26.00	28.00	
Coesione cal $c'$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.5 0.0	2.0	2.5	
Coesione non drenata $c_u$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.0 0.0	2.0	3.0	
Peso spec. terreno	[kN/m <sup>3</sup> ]	19.0 23.0	21.0	22.0	
Peso spec. saturo	[kN/m <sup>3</sup> ]	21.0 24.0	22.0	23.0	
Peso spec. sotto spinta	[kN/m <sup>3</sup> ]	9.0 13.0	11.0	12.0	
Andamento del terreno e degli strati					
x [m]		0.00 100.00	10.00	40.58 46.58	85.86
z Terreno		0.00 -3.36	0.00	12.14 12.14	-3.36
z Strato	<b>Corpo diga</b>	0.00 -3.36	0.00	-1.35 -1.62	-3.36
z Strato	<b>Litof sabb alte</b>	-12.00 -12.00	-12.00	-12.00 -12.00	-12.00
z Strato	<b>Litof. sabbiosa</b>	-28.00 -28.00	-28.00	-28.00 -28.00	-28.00
z Strato	<b>Litofacies cong</b>	-1000.00 -1000.00	-1000.00	-1000.00 -1000.00	-1000.00

### Posizione degli elementi

Numero	x da [m]	z da [m]	x a [m]	z a [m]	Larghezza [m]	Resist. a taglio [kN/m <sup>2</sup> ]
1	46.58	12.14	85.86	-3.36	0.30	500.00
2	85.86	-3.36	100.00	-3.36	0.30	500.00

### Carichi unici

Tutti i carichi si intendono per 1 m di lunghezza

Caso car.	q	$x_A$	$x_E$	$z_Q$	$\gamma$	$\psi$
1 Q	20.0	40.6	46.6	12.14	1.30	1.00

### Range di concii

da x [m]	a x [m]	Larghezza [m]
-10000.00	10000.00	1.00

**Coefficienti di sicurezza parziali (GEO) per Ap. 1**

$\gamma$	G	Q	W	E	$\varphi$	c	$c_u$	$R_a$	$R_e$	R
	1.00	1.30	1.00	1.30	1.25	1.25	1.40	1.20	1.30	1.10

 $\gamma$ - Coeff. di sicurezza parziale per...

G	Carichi permanenti
Q	Carichi variabili
W	Pressione dell'acqua
E	Sisma
$\varphi$	Coefficiente di attrito $\tan(\varphi)$
c	Coazione c
$c_u$	Coazione non drenata $c_u$
$R_a$	Ancoraggi
$R_e$	Resistenti a taglio
R	Resistenze

**Verifica di sicurezza (metodo di Krey-Bishop)**

Griglia con x da 60.00 m a 90.00 m, z da 11.50 m a 23.00 m

 $\Delta x = 1.00$  m,  $\Delta z = 1.00$  m,con raggio da R = 5.00 m a 30.00 m,  $\Delta R = 1.00$  m**Caso di carico 1**

Corpo di scorrimento da x = 43.44 a 85.79 m

Cerchio scor.:  $x_M = 74.63$  m,  $z_M = 31.81$  m, R = 36.88 m**Calcolo delle componenti dei concii**

$x_M$	Largh. b	Peso- proprio [kN/m]	Sovraccar. [kN/m]	Sovraccar. acqua [kN/m]	$\varphi$ [gradi]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\vartheta$ [gradi]
43.72	0.56	4.68	14.67	0.00	36.00	0.5	-56.95
44.50	1.00	30.11	26.00	0.00	36.00	0.5	-54.78
45.50	1.00	55.79	26.00	0.00	36.00	0.5	-52.17
46.50	1.00	78.59	15.08	0.00	36.00	0.5	-49.70
47.50	1.00	93.84	0.00	0.00	36.00	0.5	-47.36
48.50	1.00	106.19	0.00	0.00	36.00	0.5	-45.11
49.50	1.00	117.07	0.00	0.00	36.00	0.5	-42.95
50.50	1.00	126.63	0.00	0.00	36.00	0.5	-40.86
51.50	1.00	135.00	0.00	0.00	36.00	0.5	-38.84
52.50	1.00	142.27	0.00	0.00	36.00	0.5	-36.87
53.50	1.00	148.54	0.00	0.00	36.00	0.5	-34.95
54.50	1.00	153.87	0.00	0.00	36.00	0.5	-33.08
55.50	1.00	158.32	0.00	0.00	36.00	0.5	-31.24
56.50	1.00	161.95	0.00	0.00	36.00	0.5	-29.44
57.50	1.00	164.79	0.00	0.00	36.00	0.5	-27.67
58.50	1.00	166.90	0.00	0.00	36.00	0.5	-25.93
59.50	1.00	168.29	0.00	0.00	36.00	0.5	-24.22
60.50	1.00	169.11	0.00	0.00	26.00	2.0	-22.52
61.50	1.00	169.79	0.00	0.00	26.00	2.0	-20.85
62.50	1.00	169.86	0.00	0.00	26.00	2.0	-19.20
63.50	1.00	169.25	0.00	0.00	26.00	2.0	-17.56
64.50	1.00	167.99	0.00	0.00	26.00	2.0	-15.94
65.50	1.00	166.08	0.00	0.00	26.00	2.0	-14.33
66.50	1.00	163.55	0.00	0.00	26.00	2.0	-12.73
67.50	1.00	160.40	0.00	0.00	26.00	2.0	-11.14
68.50	1.00	156.65	0.00	0.00	26.00	2.0	-9.56
69.50	1.00	152.31	0.00	0.00	26.00	2.0	-7.99
70.50	1.00	147.38	0.00	0.00	26.00	2.0	-6.42
71.50	1.00	141.87	0.00	0.00	26.00	2.0	-4.86
72.50	1.00	135.78	0.00	0.00	26.00	2.0	-3.30
73.50	1.00	129.12	0.00	0.00	26.00	2.0	-1.75

Programma DC-Slope/Win Version 8.33  
11\_213 - Ruoti

$x_M$	Largh. b	Peso- proprio	Sovraccar. [kN/m]	Sovraccar. acqua [kN/m]	$\varphi$ [gradi]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\vartheta$ [gradi]
74.50	1.00	121.89	0.00	0.00	26.00	2.0	-0.19
75.50	1.00	114.09	0.00	0.00	26.00	2.0	1.36
76.50	1.00	105.72	0.00	0.00	26.00	2.0	2.91
77.50	1.00	96.78	0.00	0.00	26.00	2.0	4.47
78.50	1.00	87.26	0.00	0.00	26.00	2.0	6.03
79.50	1.00	77.17	0.00	0.00	26.00	2.0	7.60
80.50	1.00	66.49	0.00	0.00	26.00	2.0	9.17
81.50	1.00	55.21	0.00	0.00	26.00	2.0	10.75
82.50	1.00	43.34	0.00	0.00	26.00	2.0	12.33
83.50	1.00	30.85	0.00	0.00	26.00	2.0	13.93
84.50	1.00	17.75	0.00	0.00	26.00	2.0	15.53
85.39	0.79	4.34	0.00	0.00	26.00	2.0	16.98
$x_M$						R*T <sub>i</sub>	R*C* sin( $\vartheta$ )
[m]						[kNm/m]	[kNm/m]
43.72						432.68	597.99
44.50						1214.35	1690.36
45.50						1715.41	2382.24
46.50						1916.82	2634.53
47.50						1881.84	2545.44
48.50						2090.97	2774.27
49.50						2269.39	2941.43
50.50						2421.96	3055.03
51.50						2552.41	3121.88
52.50						2663.61	3147.83
53.50						2757.87	3137.92
54.50						2836.99	3096.62
55.50						2902.46	3027.89
56.50						2955.46	2935.30
57.50						2996.97	2822.08
58.50						3027.76	2691.19
59.50						3048.48	2545.38
60.50						2201.59	2388.64
61.50						2203.17	2228.52
62.50						2198.88	2059.56
63.50						2187.91	1882.94
64.50						2170.46	1700.87
65.50						2146.68	1515.49
66.50						2116.63	1328.83
67.50						2080.37	1142.86
68.50						2037.88	959.49
69.50						1989.12	780.58
70.50						1933.99	607.93
71.50						1872.36	443.33
72.50						1804.05	288.53
73.50						1728.84	145.26
74.50						1646.44	15.24
75.50						1556.54	-99.83
76.50						1458.75	-198.23
77.50						1352.63	-278.24
78.50						1237.65	-338.14
79.50						1113.22	-376.19
80.50						978.65	-390.60
81.50						833.14	-379.59
82.50						675.79	-341.29
83.50						505.53	-273.83
84.50						321.13	-175.24

$x_M$	$R^*T_i$	$R^*G^* \sin(\phi)$
[m]	[kNm/m]	[kNm/m]
85.39	113.08	-46.73

Somme:

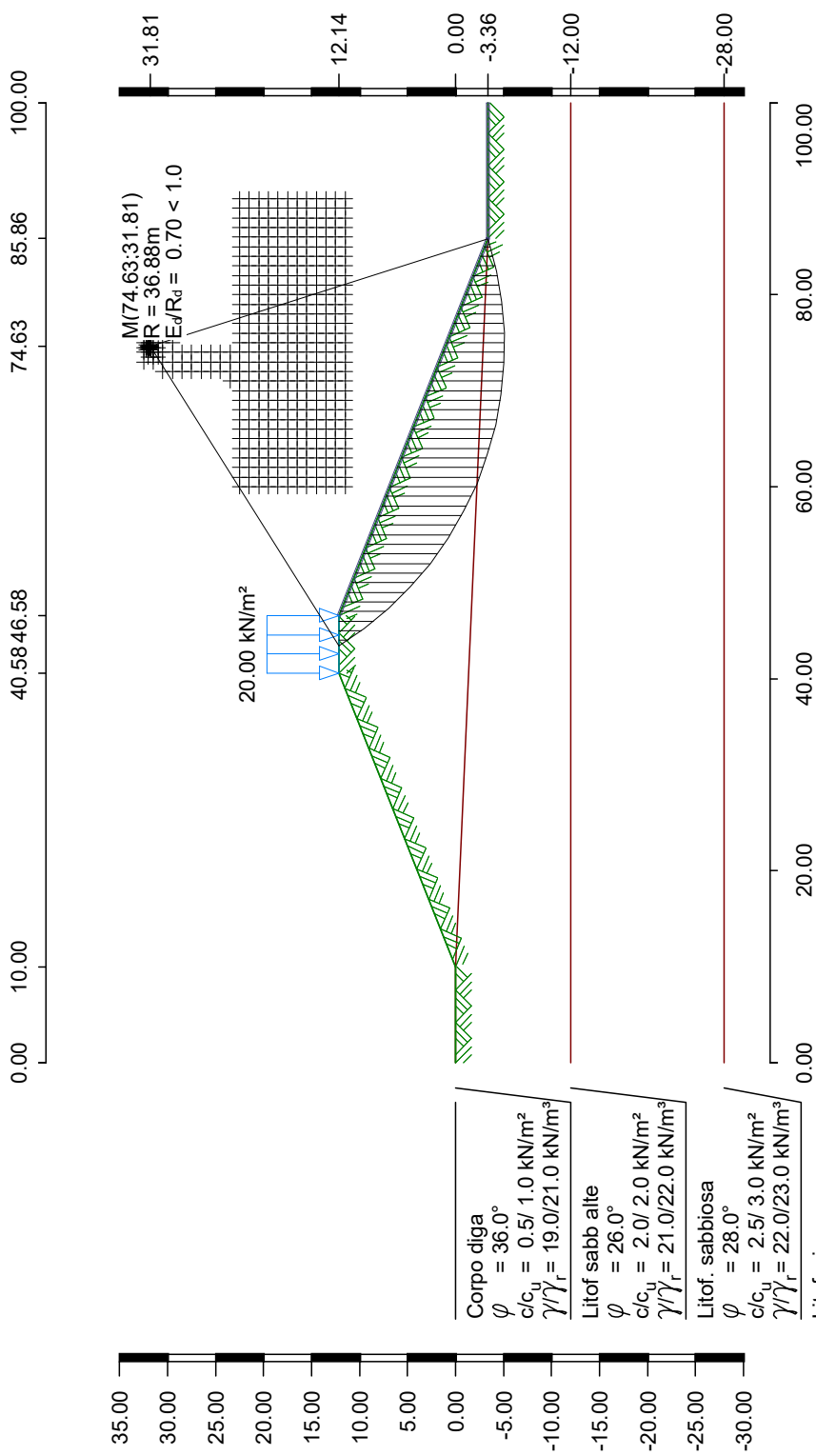
80149.93

59737.58

**Azione di elementi**

Res. taglio./ $\eta$	Lungh.taglio	Braccio	Forza taglio	$M_{res.}$
[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[kN/m]	[kNm/m]
271.07	0.48	36.88	128.78	4748.92

Forze agenti  $E_d = 59737.58$  kNForze resistenti  $R_d = 84898.84$  kN $E_d/R_d = 0.70 < 1.0$ **\*\*\* verifica soddisfatta \*\*\***

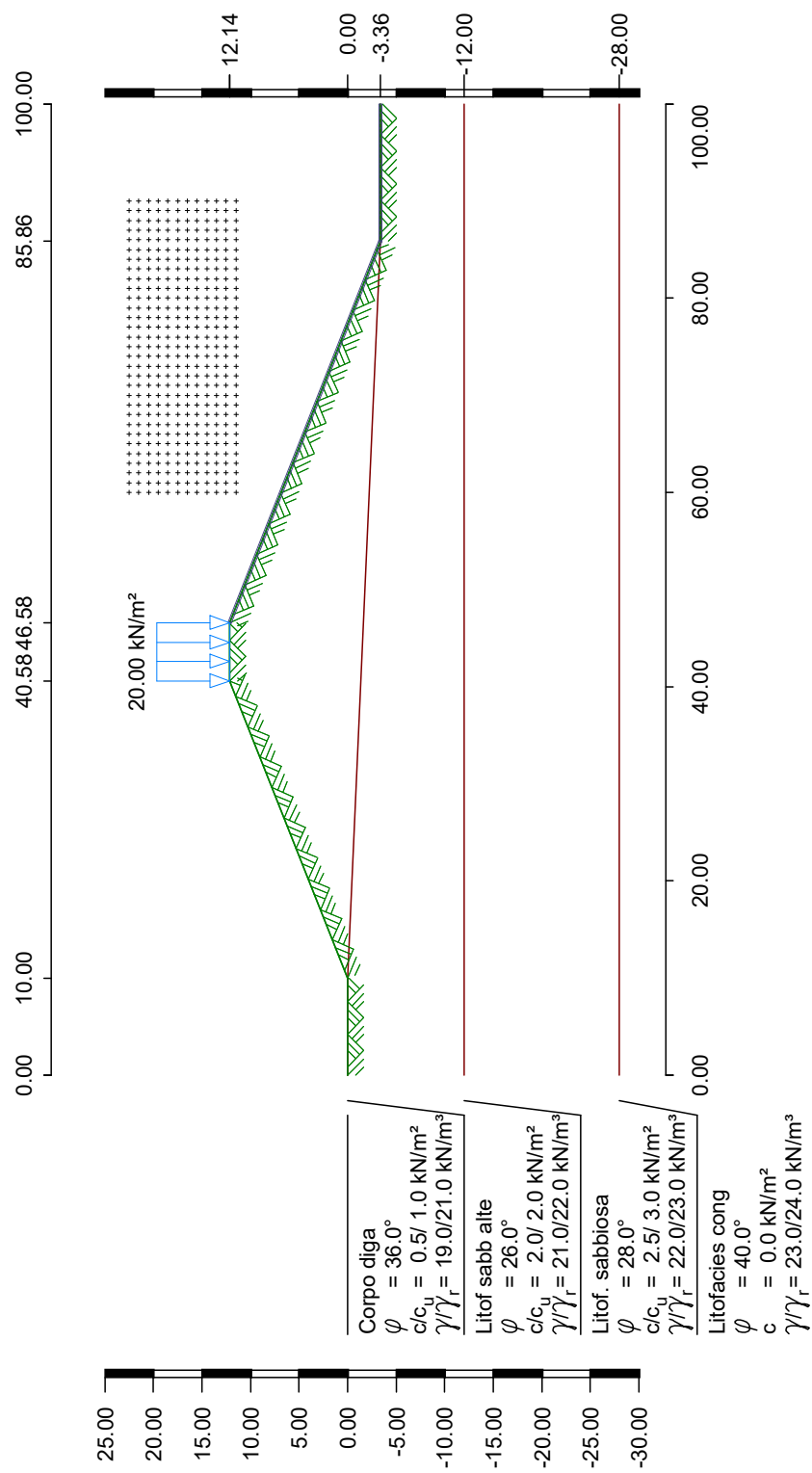


**Corpo diga**  
 $\phi = 36.0^\circ$   
 $c/c_u = 0.5/1.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma_r = 19.0/21.0 \text{ kN/m}^3$

**Litof sabb alte**  
 $\phi = 26.0^\circ$   
 $c/c_u = 2.0/2.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma_r = 21.0/22.0 \text{ kN/m}^3$

**Litof. sabbiosa**  
 $\phi = 28.0^\circ$   
 $c/c_u = 2.5/3.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma_r = 22.0/23.0 \text{ kN/m}^3$

**Litofacies cong**  
 $\phi = 40.0^\circ$   
 $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma_r = 23.0/24.0 \text{ kN/m}^3$



Pagina	1
Sistema	
Scala :	1 : 750



File input: T:\Projetto\2011\11\_213\_PSKW\_Ruoti\statbereg\DC\_Böschung\Invaso\_di\_monte\Inv\_monte-SEZ\_A-A-Verifica\_2-Fine\_cost-Serb\_vuoto-Paramento\_acqua-Sisma\_01.dbb

## Calcolo secondo: UNI EN 1997-1 (Eurocode 7) e NTC 2018

Calcolo con approccio 1  
combinazione con fattori di sicurezza dei gruppi A2 + M2 + R1

Parametri degli strati		Corpo diga	Litof sabb alte	Litof. sabbiosa	
		Litofacies cong			
Angolo attrito cal $\varphi'$	[gradi]	36.00 40.00	26.00	28.00	
Coesione cal $c'$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.5 0.0	2.0	2.5	
Coesione non drenata $c_u$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.0 0.0	2.0	3.0	
Peso spec. terreno	[kN/m <sup>3</sup> ]	19.0 23.0	21.0	22.0	
Peso spec. saturo	[kN/m <sup>3</sup> ]	21.0 24.0	22.0	23.0	
Peso spec. sotto spinta	[kN/m <sup>3</sup> ]	9.0 13.0	11.0	12.0	
Fattore sismico	1.0	1.0 1.0	1.0		
Andamento del terreno e degli strati					
x [m]		0.00 100.00	10.00	40.58 46.58	85.86
z Terreno		0.00 -3.36	0.00	12.14 12.14	-3.36
z Strato	<b>Corpo diga</b>	0.00 -3.36	0.00	-1.35 -1.62	-3.36
z Strato	<b>Litof sabb alte</b>	-12.00 -12.00	-12.00	-12.00 -12.00	-12.00
z Strato	<b>Litof. sabbiosa</b>	-28.00 -28.00	-28.00	-28.00 -28.00	-28.00
z Strato	<b>Litofacies cong</b>	-1000.00 -1000.00	-1000.00	-1000.00 -1000.00	-1000.00

### Posizione degli elementi

Numero	x da [m]	z da [m]	x a [m]	z a [m]	Larghezza [m]	Resist. a taglio [kN/m <sup>2</sup> ]
1	46.58	12.14	85.86	-3.36	0.30	500.00
2	85.86	-3.36	100.00	-3.36	0.30	500.00

### Carichi unici

Tutti i carichi si intendono per 1 m di lunghezza

Caso car.	q	$x_A$	$x_E$	$z_Q$	$\gamma$	$\psi$
1 Q	20.0	40.6	46.6	12.14	1.30	1.00

### Calcolo con carichi sismici secondo Eurocode 8, SP-E

$$k_H/S = a_g/g = 0.200$$

$$k_V/S = a_{vg}/g = 0.100$$

### Range di concii

da x [m]	a x [m]	Larghezza [m]
-10000.00	10000.00	1.00

**Coefficienti di sicurezza parziali (GEO) per Ap. 1**

$\gamma$ -	G	Q	W	E	$\varphi$	c	$c_u$	$R_a$	$R_e$	R
SP-E	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.40	1.40	1.00	1.00	1.00

 $\gamma$ - Coeff. di sicurezza parziale per...

G	Carichi permanenti
Q	Carichi variabili
W	Pressione dell'acqua
E	Sisma
$\varphi$	Coefficiente di attrito $\tan(\varphi)$
c	Coazione c
$c_u$	Coazione non drenata $c_u$
$R_a$	Ancoraggi
$R_e$	Resistenti a taglio
R	Resistenze

**Verifica di sicurezza (metodo di Krey-Bishop)**

Griglia con x da 60.00 m a 90.00 m, z da 11.50 m a 23.00 m

 $\Delta x = 1.00$  m,  $\Delta z = 1.00$  m,con raggio da R = 5.00 m a 30.00 m,  $\Delta R = 1.00$  m**Caso di carico 1**

Corpo di scorrimento da x = 42.66 a 85.86 m

Cerchio scor.:  $x_M = 73.63$  m,  $z_M = 30.50$  m, R = 36.00 m**Calcolo delle componenti dei concii**

$x_M$	Largh. b	Peso- proprio [kN/m]	Sovraccar. [kN/m]	Sovraccar. acqua [kN/m]	$\varphi$ [gradi]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\vartheta$ [gradi]
42.83	0.34	1.84	8.87	0.00	36.00	0.5	-58.81
43.50	1.00	25.45	26.00	0.00	36.00	0.5	-56.80
44.50	1.00	53.03	26.00	0.00	36.00	0.5	-54.00
45.50	1.00	77.99	26.00	0.00	36.00	0.5	-51.38
46.50	1.00	100.13	15.08	0.00	36.00	0.5	-48.89
47.50	1.00	114.76	0.00	0.00	36.00	0.5	-46.53
48.50	1.00	126.54	0.00	0.00	36.00	0.5	-44.26
49.50	1.00	136.88	0.00	0.00	36.00	0.5	-42.08
50.50	1.00	145.92	0.00	0.00	36.00	0.5	-39.97
51.50	1.00	153.78	0.00	0.00	36.00	0.5	-37.92
52.50	1.00	160.57	0.00	0.00	36.00	0.5	-35.93
53.50	1.00	166.36	0.00	0.00	36.00	0.5	-33.99
54.50	1.00	171.22	0.00	0.00	36.00	0.5	-32.09
55.50	1.00	175.22	0.00	0.00	36.00	0.5	-30.23
56.50	1.00	178.39	0.00	0.00	36.00	0.5	-28.40
57.50	1.00	180.79	0.00	0.00	36.00	0.5	-26.61
58.50	1.00	182.57	0.00	0.00	26.00	2.0	-24.84
59.50	1.00	184.24	0.00	0.00	26.00	2.0	-23.10
60.50	1.00	185.24	0.00	0.00	26.00	2.0	-21.38
61.50	1.00	185.52	0.00	0.00	26.00	2.0	-19.68
62.50	1.00	185.10	0.00	0.00	26.00	2.0	-18.00
63.50	1.00	184.01	0.00	0.00	26.00	2.0	-16.33
64.50	1.00	182.25	0.00	0.00	26.00	2.0	-14.68
65.50	1.00	179.85	0.00	0.00	26.00	2.0	-13.04
66.50	1.00	176.81	0.00	0.00	26.00	2.0	-11.42
67.50	1.00	173.16	0.00	0.00	26.00	2.0	-9.80
68.50	1.00	168.90	0.00	0.00	26.00	2.0	-8.18
69.50	1.00	164.03	0.00	0.00	26.00	2.0	-6.58
70.50	1.00	158.57	0.00	0.00	26.00	2.0	-4.98
71.50	1.00	152.52	0.00	0.00	26.00	2.0	-3.38
72.50	1.00	145.88	0.00	0.00	26.00	2.0	-1.79

$x_M$	Largh. b	Peso-proprio	Sovraccar.	Sovraccar. acqua	$\varphi$	c	$\vartheta$
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[gradi]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[gradi]
73.50	1.00	138.66	0.00	0.00	26.00	2.0	-0.20
74.50	1.00	130.86	0.00	0.00	26.00	2.0	1.39
75.50	1.00	122.47	0.00	0.00	26.00	2.0	2.99
76.50	1.00	113.49	0.00	0.00	26.00	2.0	4.58
77.50	1.00	103.93	0.00	0.00	26.00	2.0	6.18
78.50	1.00	93.77	0.00	0.00	26.00	2.0	7.78
79.50	1.00	83.01	0.00	0.00	26.00	2.0	9.39
80.50	1.00	71.65	0.00	0.00	26.00	2.0	11.01
81.50	1.00	59.67	0.00	0.00	26.00	2.0	12.64
82.50	1.00	47.06	0.00	0.00	26.00	2.0	14.27
83.50	1.00	33.80	0.00	0.00	26.00	2.0	15.92
84.50	1.00	19.90	0.00	0.00	26.00	2.0	17.58
85.43	0.86	5.48	0.00	0.00	26.00	2.0	19.14

$x_M$	Carico-sism. V	Carico-sism. H	R*T <sub>i</sub>	R*C* sin( $\vartheta$ )
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kNm/m]
42.83	-0.09	0.18	246.36	330.41
43.50	-1.27	2.54	1129.97	1560.13
44.50	-2.65	5.30	1664.77	2329.47
45.50	-3.90	7.80	2126.00	2974.32
46.50	-5.01	10.01	2292.69	3199.85
47.50	-5.74	11.48	2229.83	3097.91
48.50	-6.33	12.65	2421.79	3304.49
49.50	-6.84	13.69	2586.33	3453.44
50.50	-7.30	14.59	2727.64	3552.12
51.50	-7.69	15.38	2848.92	3606.72
52.50	-8.03	16.06	2952.67	3622.55
53.50	-8.32	16.64	3040.87	3604.25
54.50	-8.56	17.12	3115.11	3555.91
55.50	-8.76	17.52	3176.64	3481.16
56.50	-8.92	17.84	3226.51	3383.30
57.50	-9.04	18.08	3265.54	3265.31
58.50	-9.13	18.26	2392.23	3132.14
59.50	-9.21	18.42	2405.29	2993.75
60.50	-9.26	18.52	2412.11	2841.82
61.50	-9.28	18.55	2411.90	2677.27
62.50	-9.26	18.51	2404.91	2502.39
63.50	-9.20	18.40	2391.35	2319.39
64.50	-9.11	18.22	2371.35	2130.35
65.50	-8.99	17.98	2345.00	1937.27
66.50	-8.84	17.68	2312.33	1742.10
67.50	-8.66	17.32	2273.32	1546.68
68.50	-8.44	16.89	2227.93	1352.84
69.50	-8.20	16.40	2176.04	1162.35
70.50	-7.93	15.86	2117.50	976.93
71.50	-7.63	15.25	2052.11	798.31
72.50	-7.29	14.59	1979.62	628.15
73.50	-6.93	13.87	1899.72	468.14
74.50	-6.54	13.09	1812.06	319.94
75.50	-6.12	12.25	1716.21	185.21
76.50	-5.67	11.35	1611.66	65.62
77.50	-5.20	10.39	1497.84	-37.14
78.50	-4.69	9.38	1374.08	-121.37
79.50	-4.15	8.30	1239.60	-185.36
80.50	-3.58	7.16	1093.50	-227.33
81.50	-2.98	5.97	934.75	-245.49
82.50	-2.35	4.71	762.12	-237.98

$x_M$	Carico- sism. V	Carico- sism. H	$R^*T_i$	$R^*G^*$ $\sin(\varphi)$
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kNm/m]
83.50	-1.69	3.38	574.21	-202.89
84.50	-0.99	1.99	369.36	-138.24
85.43	-0.27	0.55	139.20	-42.87

Somme:

88348.93

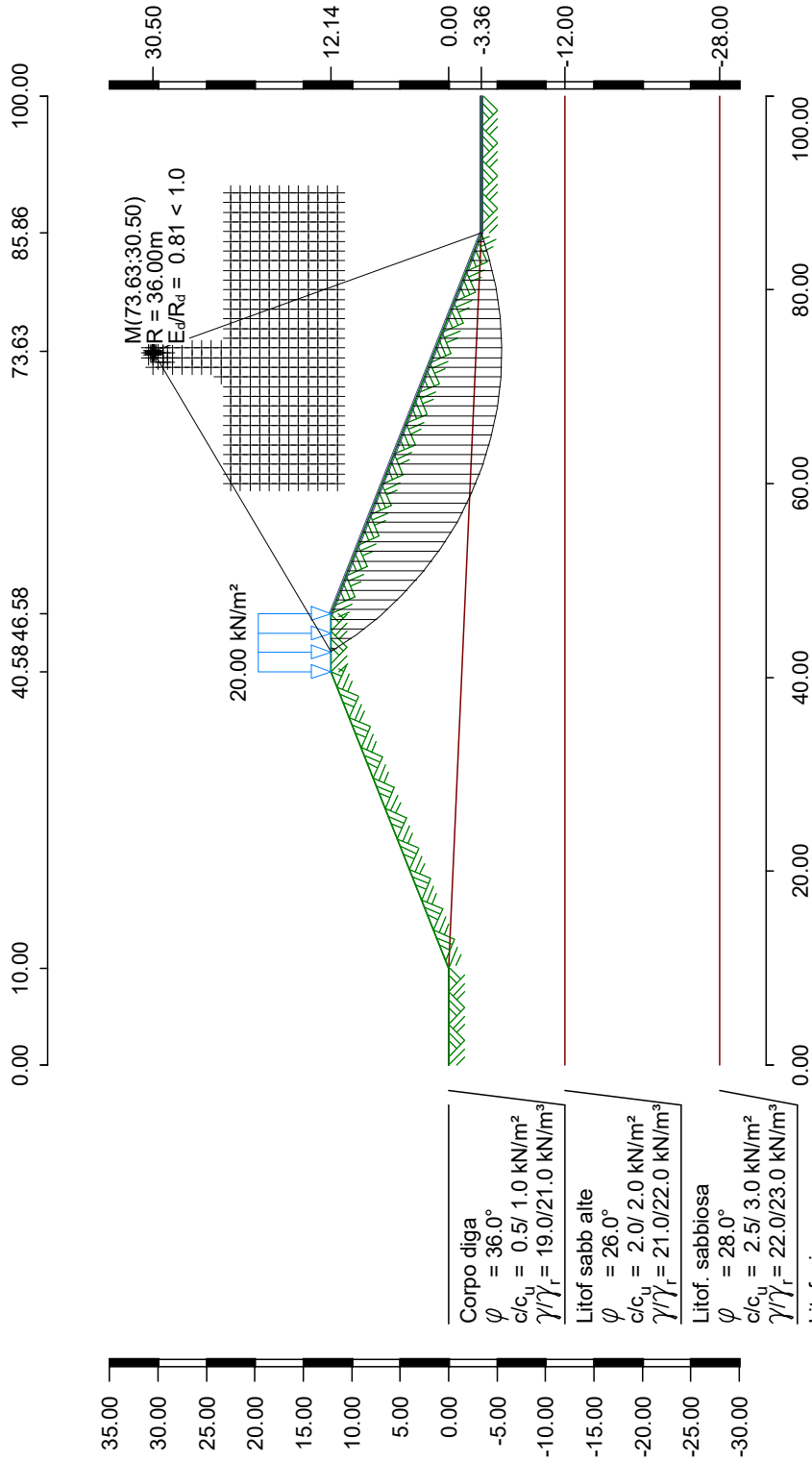
76663.33

**Azione di elementi**

Res. taglio./ $\eta$	Lungh.taglio	Braccio	Forza taglio	$M_{res.}$
[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[kN/m]	[kNm/m]
404.03	0.45	36.00	183.30	6598.77

Forze agenti  $E_d = 76663.33$  kNForze resistenti  $R_d = 94947.69$  kN $E_d/R_d = 0.81 < 1.0$ 

\*\*\* verifica soddisfatta \*\*\*



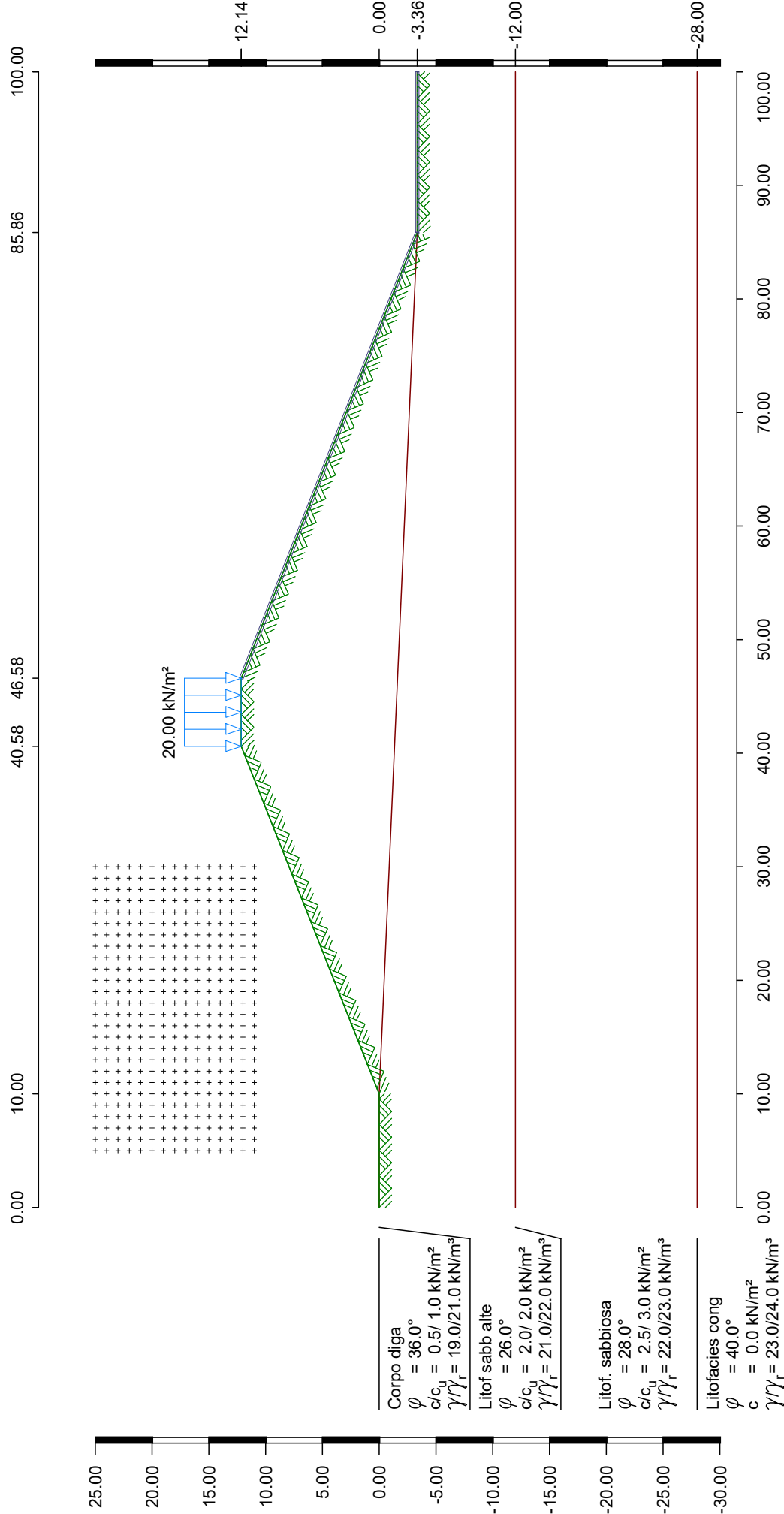
**Corpo diga**  
 $\phi = 36.0^\circ$   
 $c/c_u = 0.5 / 1.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma_r = 19.0 / 21.0 \text{ kN/m}^3$

**Litof. sabb alte**  
 $\phi = 26.0^\circ$   
 $c/c_u = 2.0 / 2.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma_r = 21.0 / 22.0 \text{ kN/m}^3$

**Litof. sabbiosa**  
 $\phi = 28.0^\circ$   
 $c/c_u = 2.5 / 3.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma_r = 22.0 / 23.0 \text{ kN/m}^3$

**Litofacies cong**  
 $\phi = 40.0^\circ$   
 $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma_r = 23.0 / 24.0 \text{ kN/m}^3$

Pagina	6
Caso car.	1
Scala :	1 : 750



Corpo diga  
 $\phi = 36.0^\circ$   
 $c/c_u = 0.5/1.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma_r = 19.0/21.0 \text{ kN/m}^3$

Litof sabb alte  
 $\phi = 26.0^\circ$   
 $c/c_u = 2.0/2.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma_r = 21.0/22.0 \text{ kN/m}^3$

Litof. sabbiosa  
 $\phi = 28.0^\circ$   
 $c/c_u = 2.5/3.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma_r = 22.0/23.0 \text{ kN/m}^3$

Litofacies cong  
 $\phi = 40.0^\circ$   
 $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma_r = 23.0/24.0 \text{ kN/m}^3$

Pagina	1
Sistema	
Scala	1 : 500

File input: T:\Projetke\2011\11\_213\_PSKW\_Ruoti\statbereg\DC\_Böschung\Invaso\_di\_monte\Inv\_monte-SEZ\_A-A-Verifica\_3-Fine\_cost-Serb\_vuoto-Paramento\_aria-No\_sisma\_01.dbb

**Calcolo secondo: UNI EN 1997-1 (Eurocode 7) e NTC 2018**

Calcolo con approccio 1  
combinazione con fattori di sicurezza dei gruppi A2 + M2 + R1

Parametri degli strati		Corpo diga	Litof sabb alte	Litof. sabbiosa	
		Litofacies cong			
Angolo attrito cal $\phi'$	[gradi]	36.00 40.00	26.00	28.00	
Coesione cal c'	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.5	2.0	2.5	
Coesione non drenata cu	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.0 1.0	2.0	3.0	
Peso spec. terreno	[kN/m <sup>3</sup> ]	19.0 23.0	21.0	22.0	
Peso spec. saturo	[kN/m <sup>3</sup> ]	21.0 24.0	22.0	23.0	
Peso spec. sotto spinta	[kN/m <sup>3</sup> ]	9.0 13.0	11.0	12.0	
Andamento del terreno e degli strati					
x [m]		0.00 100.00	10.00	40.58 46.58	85.86
z Terreno		0.00 -3.36	0.00	12.14 12.14	-3.36
z Strato	<b>Corpo diga</b>	0.00 -3.36	0.00	-1.35 -1.62	-3.36
z Strato	<b>Litof sabb alte</b>	-12.00 -12.00	-12.00	-12.00 -12.00	-12.00
z Strato	<b>Litof. sabbiosa</b>	-28.00 -28.00	-28.00	-28.00 -28.00	-28.00
z Strato	<b>Litofacies cong</b>	-1000.00 -1000.00	-1000.00	-1000.00 -1000.00	-1000.00

**Posizione degli elementi**

Numero	x da [m]	z da [m]	x a [m]	z a [m]	Larghezza [m]	Resist. a taglio [kN/m <sup>2</sup> ]
1	46.58	12.14	85.86	-3.36	0.30	500.00
2	85.86	-3.36	100.00	-3.36	0.30	500.00

**Carichi unici**

Tutti i carichi si intendono per 1 m di lunghezza

Caso car.	q	$x_A$	$x_E$	$z_Q$	$\gamma$	$\psi$
1 Q	20.0	40.6	46.6	12.14	1.30	1.00

**Range di concii**

da x [m]	a x [m]	Larghezza [m]
-10000.00	10000.00	1.00

**Coefficienti di sicurezza parziali (GEO) per Ap. 1**

$\gamma$	G	Q	W	E	$\varphi$	c	$c_u$	$R_a$	$R_e$	R
	1.00	1.30	1.00	1.30	1.25	1.25	1.40	1.20	1.30	1.10

 $\gamma$ - Coeff. di sicurezza parziale per...

G	Carichi permanenti
Q	Carichi variabili
W	Pressione dell'acqua
E	Sisma
$\varphi$	Coefficiente di attrito $\tan(\varphi)$
c	Coazione c
$c_u$	Coazione non drenata $c_u$
$R_a$	Ancoraggi
$R_e$	Resistenti a taglio
R	Resistenze

**Verifica di sicurezza (metodo di Krey-Bishop)**

Griglia con x da 5.00 m a 30.00 m, z da 11.00 m a 25.00 m

 $\Delta x = 1.00$  m,  $\Delta z = 1.00$  m,con raggio da R = 5.00 m a 30.00 m,  $\Delta R = 1.00$  m**Caso di carico 1**

Corpo di scorrimento da x = 30.63 a 41.35 m

Cerchio scor.:  $x_M = 30.25$  m,  $z_M = 25.75$  m, R = 17.56 m**Calcolo delle componenti dei concii**

$x_M$	Largh. b	Peso- proprio [kN/m]	Sovraccar. [kN/m]	Sovraccar. acqua [kN/m]	$\varphi$ [gradi]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\vartheta$ [gradi]
30.82	0.37	0.47	0.00	0.00	36.00	0.5	1.85
31.50	1.00	5.69	0.00	0.00	36.00	0.5	4.08
32.50	1.00	11.33	0.00	0.00	36.00	0.5	7.36
33.50	1.00	15.86	0.00	0.00	36.00	0.5	10.66
34.50	1.00	19.25	0.00	0.00	36.00	0.5	14.00
35.50	1.00	21.44	0.00	0.00	36.00	0.5	17.39
36.50	1.00	22.39	0.00	0.00	36.00	0.5	20.85
37.50	1.00	22.02	0.00	0.00	36.00	0.5	24.38
38.50	1.00	20.20	0.00	0.00	36.00	0.5	28.02
39.50	1.00	16.81	0.00	0.00	36.00	0.5	31.78
40.50	1.00	11.01	10.92	0.00	36.00	0.5	35.71
41.17	0.35	0.93	9.10	0.00	36.00	0.5	38.47
$x_M$						$R^*T_i$	$R^*G^* \sin(\vartheta)$
[m]						[kNm/m]	[kNm/m]
30.82						6.57	0.26
31.50						57.62	7.12
32.50						106.58	25.50
33.50						144.59	51.54
34.50						172.24	81.79
35.50						189.75	112.58
36.50						197.06	139.97
37.50						193.71	159.62
38.50						178.82	166.66
39.50						150.92	155.46
40.50						197.59	224.75
41.17						90.81	109.58

Somme:

1686.27

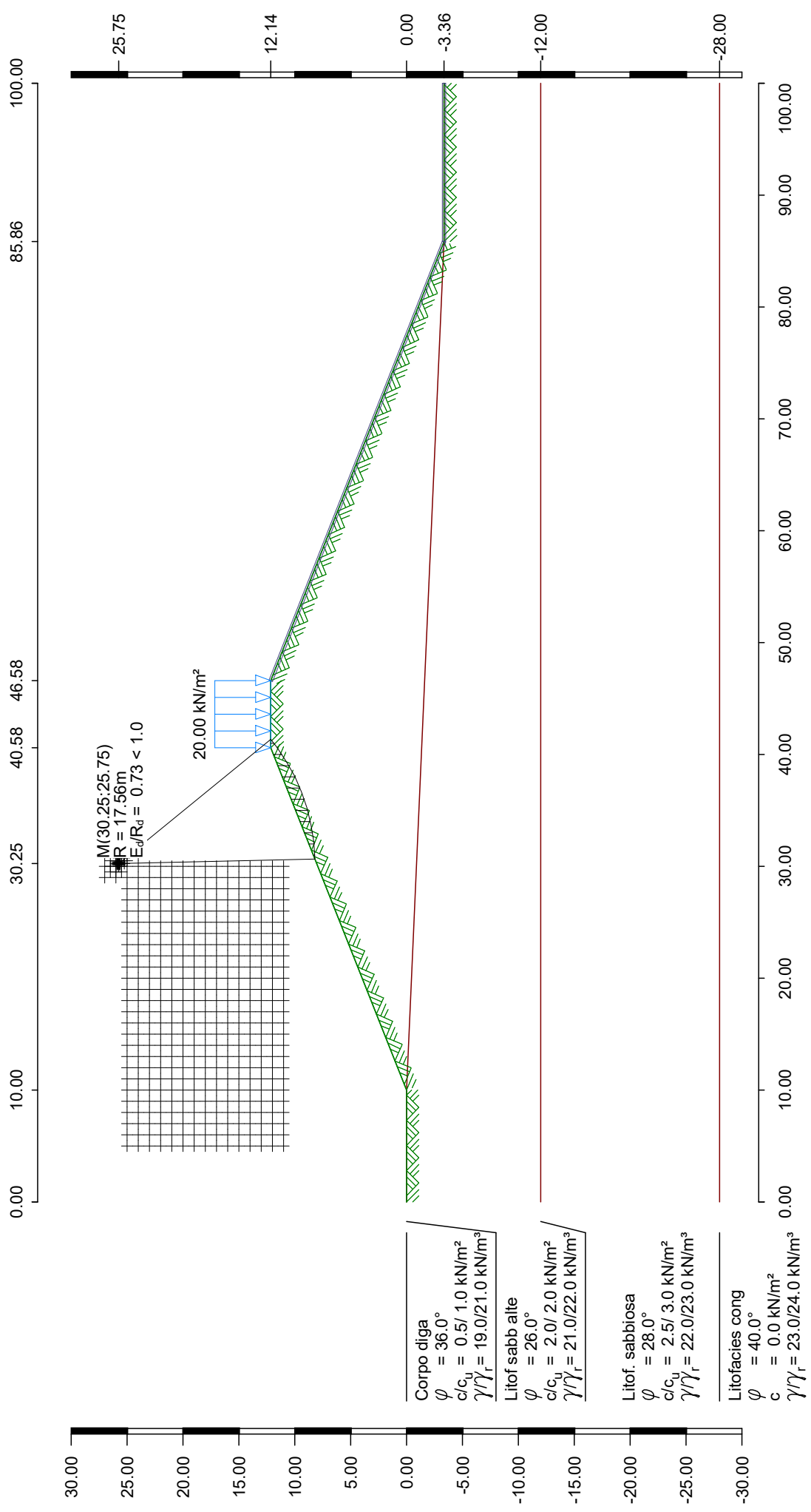
1234.84



Forze agenti  $E_d = 1234.84$  kN  
Forze resistenti  $R_d = 1686.27$  kN

$E_d/R_d = 0.73 < 1.0$

**\*\*\* verifica soddisfatta \*\*\***



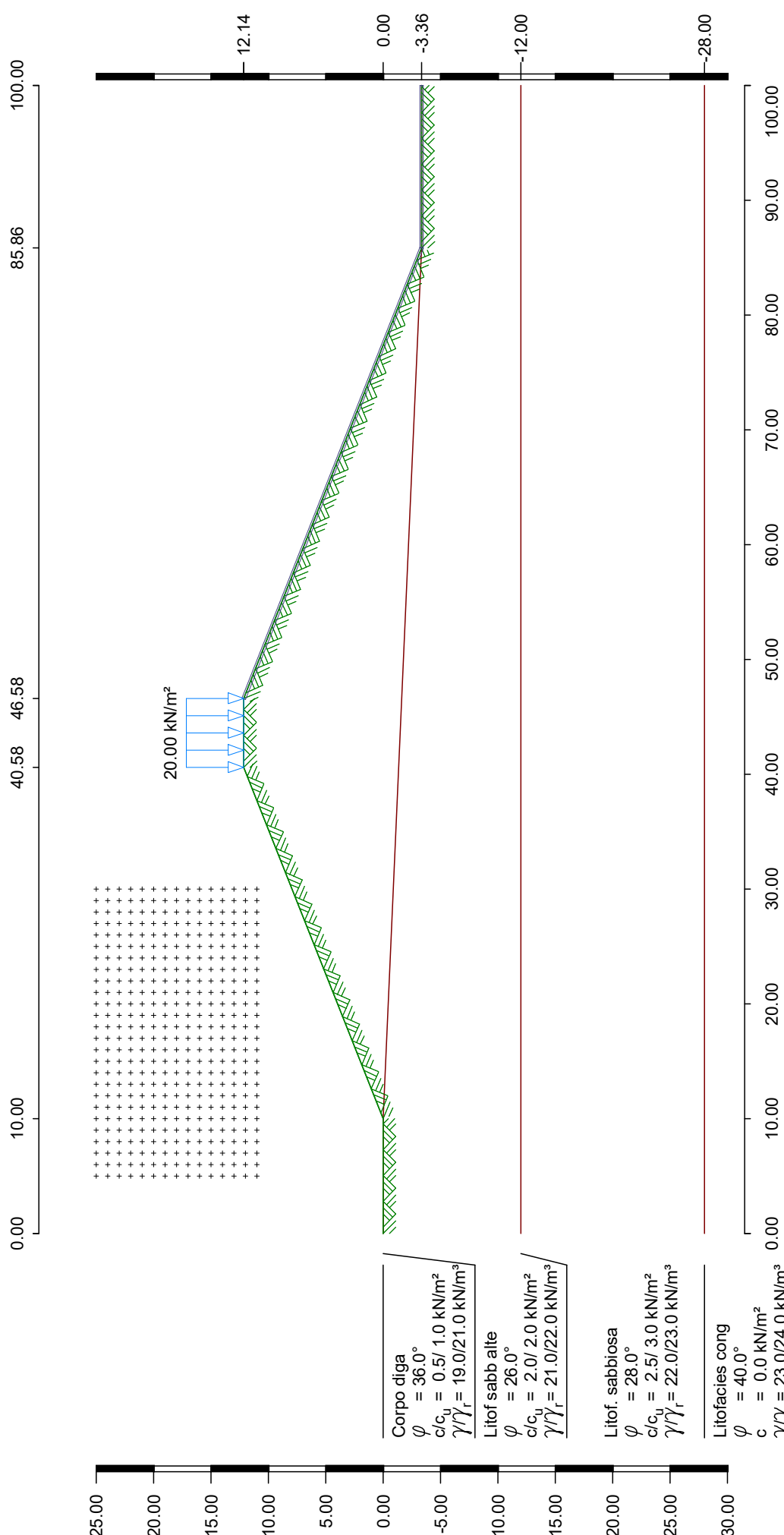
**Corpo diga**  
 $\phi = 36.0^\circ$   
 $c/c_u = 0.5 / 1.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma_r = 19.0 / 21.0 \text{ kN/m}^3$

**Litof sabb alte**  
 $\phi = 26.0^\circ$   
 $c/c_u = 2.0 / 2.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma_r = 21.0 / 22.0 \text{ kN/m}^3$

**Litof. sabbiosa**  
 $\phi = 28.0^\circ$   
 $c/c_u = 2.5 / 3.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma_r = 22.0 / 23.0 \text{ kN/m}^3$

**Litofacies cong**  
 $\phi = 40.0^\circ$   
 $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma_r = 23.0 / 24.0 \text{ kN/m}^3$

Pagina	5
Caso car.	1
Scala :	1 : 500



Corpo diga  
 $\phi = 36.0^\circ$   
 $c/c_u = 0.5/1.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma_r = 19.0/21.0 \text{ kN/m}^3$

Litof sabb alte  
 $\phi = 26.0^\circ$   
 $c/c_u = 2.0/2.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma_r = 21.0/22.0 \text{ kN/m}^3$

Litof. sabbiosa  
 $\phi = 28.0^\circ$   
 $c/c_u = 2.5/3.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma_r = 22.0/23.0 \text{ kN/m}^3$

Litofacies cong  
 $\phi = 40.0^\circ$   
 $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma_r = 23.0/24.0 \text{ kN/m}^3$

Pagina	1
Sistema	
Scala	1 : 500

File input: T:\Projetto\2011\11\_213\_PSKW\_Ruoti\statbereg\DC\_Böschung\Invaso\_di\_monte\Inv\_monte-SEZ\_A-A-Verifica\_4-Fine\_cost-Serb\_vuoto-Paramento\_aria-Sisma\_01.dbb

## Calcolo secondo: UNI EN 1997-1 (Eurocode 7) e NTC 2018

Calcolo con approccio 1  
combinazione con fattori di sicurezza dei gruppi A2 + M2 + R1

Parametri degli strati		Corpo diga	Litof sabb alte	Litof. sabbiosa	
		Litofacies cong			
Angolo attrito cal $\varphi'$	[gradi]	36.00 40.00	26.00	28.00	
Coesione cal $c'$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.5	2.0	2.5	
Coesione non drenata $c_u$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.0 0.0	2.0	3.0	
Peso spec. terreno	[kN/m <sup>3</sup> ]	19.0 23.0	21.0	22.0	
Peso spec. saturo	[kN/m <sup>3</sup> ]	21.0 24.0	22.0	23.0	
Peso spec. sotto spinta	[kN/m <sup>3</sup> ]	9.0 13.0	11.0	12.0	
Fattore sismico	1.0	1.0 1.0	1.0		
Andamento del terreno e degli strati					
x [m]		0.00 100.00	10.00	40.58 46.58	85.86
z Terreno		0.00 -3.36	0.00	12.14 12.14	-3.36
z Strato	<b>Corpo diga</b>	0.00 -3.36	0.00	-1.35 -1.62	-3.36
z Strato	<b>Litof sabb alte</b>	-12.00 -12.00	-12.00	-12.00 -12.00	-12.00
z Strato	<b>Litof. sabbiosa</b>	-28.00 -28.00	-28.00	-28.00 -28.00	-28.00
z Strato	<b>Litofacies cong</b>	-1000.00 -1000.00	-1000.00	-1000.00 -1000.00	-1000.00

### Posizione degli elementi

Numero	x da [m]	z da [m]	x a [m]	z a [m]	Larghezza [m]	Resist. a taglio [kN/m <sup>2</sup> ]
1	46.58	12.14	85.86	-3.36	0.30	500.00
2	85.86	-3.36	100.00	-3.36	0.30	500.00

### Carichi unici

Tutti i carichi si intendono per 1 m di lunghezza

Caso car.	q	$x_A$	$x_E$	$z_Q$	$\gamma$	$\psi$
1 Q	20.0	40.6	46.6	12.14	1.30	1.00

### Calcolo con carichi sismici secondo Eurocode 8, SP-E

$$k_H/S = a_g/g = 0.200$$

$$k_V/S = a_{vg}/g = 0.100$$

### Range di concii

da x [m]	a x [m]	Larghezza [m]
-10000.00	10000.00	1.00

**Coefficienti di sicurezza parziali (GEO) per Ap. 1**

$\gamma$ -	G	Q	W	E	$\varphi$	c	$c_u$	$R_a$	$R_e$	R
SP-E	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.40	1.40	1.00	1.00	1.00

 $\gamma$ - Coeff. di sicurezza parziale per...

G	Carichi permanenti
Q	Carichi variabili
W	Pressione dell'acqua
E	Sisma
$\varphi$	Coefficiente di attrito $\tan(\varphi)$
c	Coazione c
$c_u$	Coazione non drenata $c_u$
$R_a$	Ancoraggi
$R_e$	Resistenti a taglio
R	Resistenze

**Verifica di sicurezza (metodo di Krey-Bishop)**

Griglia con x da 5.00 m a 30.00 m, z da 11.00 m a 25.00 m

 $\Delta x = 1.00$  m,  $\Delta z = 1.00$  m,con raggio da R = 5.00 m a 30.00 m,  $\Delta R = 1.00$  m**Caso di carico 1**

Corpo di scorrimento da x = 6.15 a 42.09 m

Cerchio scor.:  $x_M = 16.38$  m,  $z_M = 29.00$  m, R = 30.75 m**Calcolo delle componenti dei concii**

$x_M$	Largh. b	Peso- proprio [kN/m]	Sovraccar. [kN/m]	Sovraccar. acqua [kN/m]	$\varphi$ [gradi]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\vartheta$ [gradi]
6.57	0.85	2.59	0.00	0.00	26.00	2.0	-18.58
7.50	1.00	9.22	0.00	0.00	26.00	2.0	-16.78
8.50	1.00	15.17	0.00	0.00	26.00	2.0	-14.84
9.50	1.00	20.36	0.00	0.00	26.00	2.0	-12.92
10.50	1.00	28.54	0.00	0.00	26.00	2.0	-11.01
11.50	1.00	39.72	0.00	0.00	26.00	2.0	-9.12
12.50	1.00	50.19	0.00	0.00	26.00	2.0	-7.24
13.50	1.00	59.97	0.00	0.00	26.00	2.0	-5.36
14.50	1.00	69.05	0.00	0.00	26.00	2.0	-3.50
15.50	1.00	77.44	0.00	0.00	26.00	2.0	-1.63
16.50	1.00	85.15	0.00	0.00	26.00	2.0	0.23
17.50	1.00	92.18	0.00	0.00	26.00	2.0	2.10
18.50	1.00	98.52	0.00	0.00	26.00	2.0	3.96
19.50	1.00	104.18	0.00	0.00	26.00	2.0	5.83
20.50	1.00	109.14	0.00	0.00	26.00	2.0	7.71
21.50	1.00	113.40	0.00	0.00	26.00	2.0	9.59
22.50	1.00	116.94	0.00	0.00	26.00	2.0	11.49
23.50	1.00	119.76	0.00	0.00	26.00	2.0	13.40
24.50	1.00	121.91	0.00	0.00	26.00	2.0	15.32
25.50	1.00	123.80	0.00	0.00	36.00	0.5	17.26
26.50	1.00	125.08	0.00	0.00	36.00	0.5	19.22
27.50	1.00	125.62	0.00	0.00	36.00	0.5	21.21
28.50	1.00	125.41	0.00	0.00	36.00	0.5	23.22
29.50	1.00	124.39	0.00	0.00	36.00	0.5	25.27
30.50	1.00	122.54	0.00	0.00	36.00	0.5	27.35
31.50	1.00	119.80	0.00	0.00	36.00	0.5	29.46
32.50	1.00	116.13	0.00	0.00	36.00	0.5	31.63
33.50	1.00	111.45	0.00	0.00	36.00	0.5	33.84
34.50	1.00	105.69	0.00	0.00	36.00	0.5	36.12
35.50	1.00	98.76	0.00	0.00	36.00	0.5	38.46
36.50	1.00	90.54	0.00	0.00	36.00	0.5	40.88

$x_M$	Largh. b	Peso- proprio	Sovraccar.	Sovraccar. acqua	$\varphi$	c	$\vartheta$
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[gradi]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[gradi]
37.50	1.00	80.88	0.00	0.00	36.00	0.5	43.39
38.50	1.00	69.61	0.00	0.00	36.00	0.5	46.01
39.50	1.00	56.47	0.00	0.00	36.00	0.5	48.77
40.50	1.00	40.54	10.92	0.00	36.00	0.5	51.68
41.50	1.00	16.30	26.00	0.00	36.00	0.5	54.79
42.05	0.09	0.12	2.36	0.00	36.00	0.5	56.60
$x_M$			Carico- sism. V	Carico- sism. H		$R^*T_i$	$R^*G^*$ sin( $\vartheta$ )
[m]			[kN/m]	[kN/m]		[kNm/m]	[kNm/m]
6.57			-0.13	0.26		79.34	-16.55
7.50			-0.46	0.92		172.91	-50.80
8.50			-0.76	1.52		245.86	-68.93
9.50			-1.02	2.04		306.41	-72.93
10.50			-1.43	2.85		402.03	-75.09
11.50			-1.99	3.97		531.28	-67.17
12.50			-2.51	5.02		648.27	-37.79
13.50			-3.00	6.00		754.11	11.01
14.50			-3.45	6.90		849.71	77.21
15.50			-3.87	7.74		935.86	158.83
16.50			-4.26	8.52		1013.19	253.92
17.50			-4.61	9.22		1082.26	360.54
18.50			-4.93	9.85		1143.51	476.72
19.50			-5.21	10.42		1197.31	600.51
20.50			-5.46	10.91		1243.93	729.93
21.50			-5.67	11.34		1283.60	862.95
22.50			-5.85	11.69		1316.45	997.51
23.50			-5.99	11.98		1342.57	1131.50
24.50			-6.10	12.19		1362.69	1263.43
25.50			-6.19	12.38		1918.70	1396.39
26.50			-6.25	12.51		1929.10	1525.10
27.50			-6.28	12.56		1930.36	1646.27
28.50			-6.27	12.54		1922.24	1757.48
29.50			-6.22	12.44		1904.36	1856.13
30.50			-6.13	12.25		1876.20	1939.44
31.50			-5.99	11.98		1837.09	2004.33
32.50			-5.81	11.61		1786.12	2047.47
33.50			-5.57	11.15		1722.15	2065.11
34.50			-5.28	10.57		1643.70	2053.06
35.50			-4.94	9.88		1548.85	2006.52
36.50			-4.53	9.05		1435.13	1919.92
37.50			-4.04	8.09		1299.25	1786.70
38.50			-3.48	6.96		1136.78	1598.92
39.50			-2.82	5.65		941.61	1346.74
40.50			-2.03	4.05		888.31	1265.63
41.50			-0.81	1.63		768.17	1070.56
42.05			-0.01	0.01		46.99	63.71

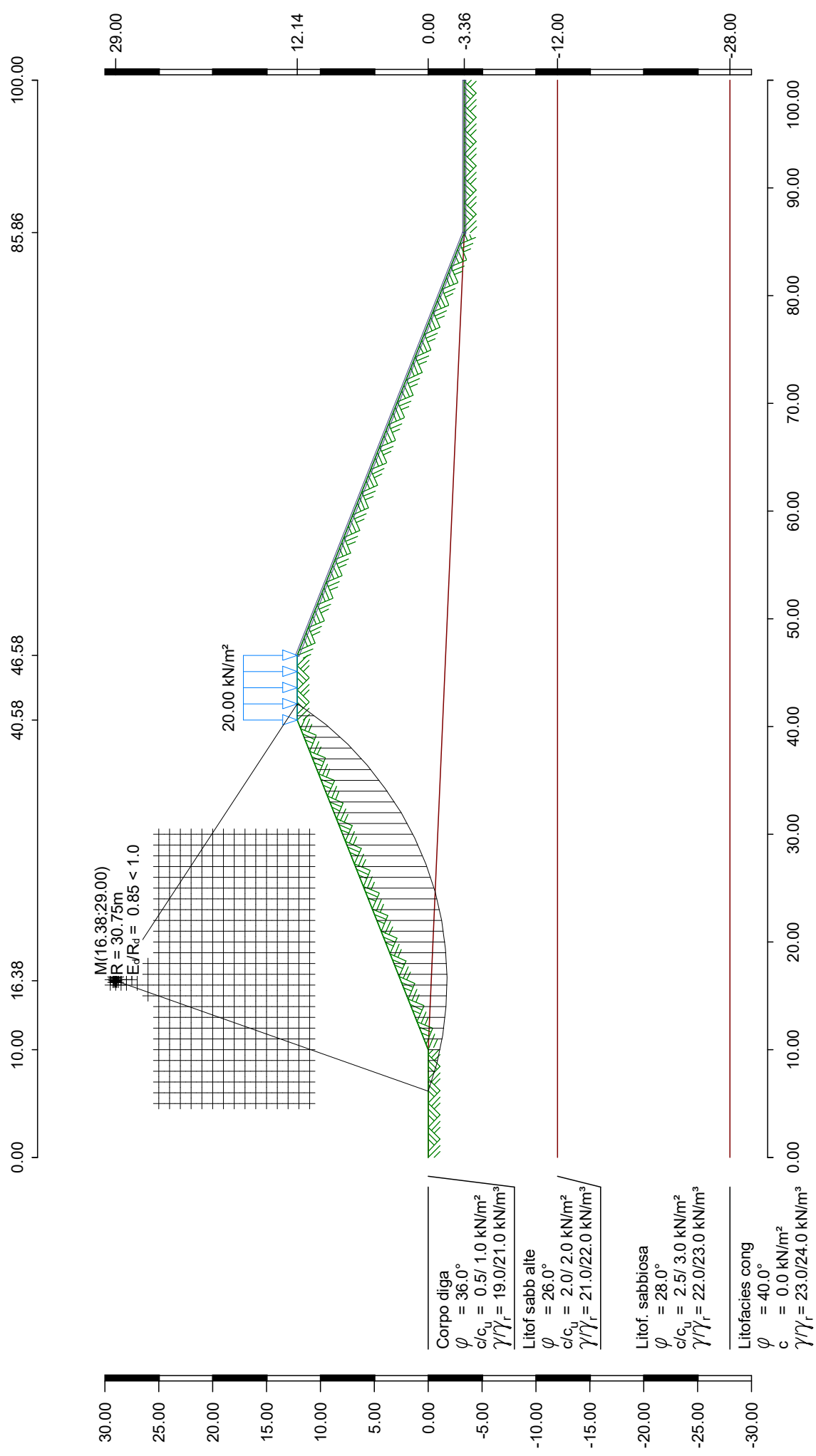
Somme:

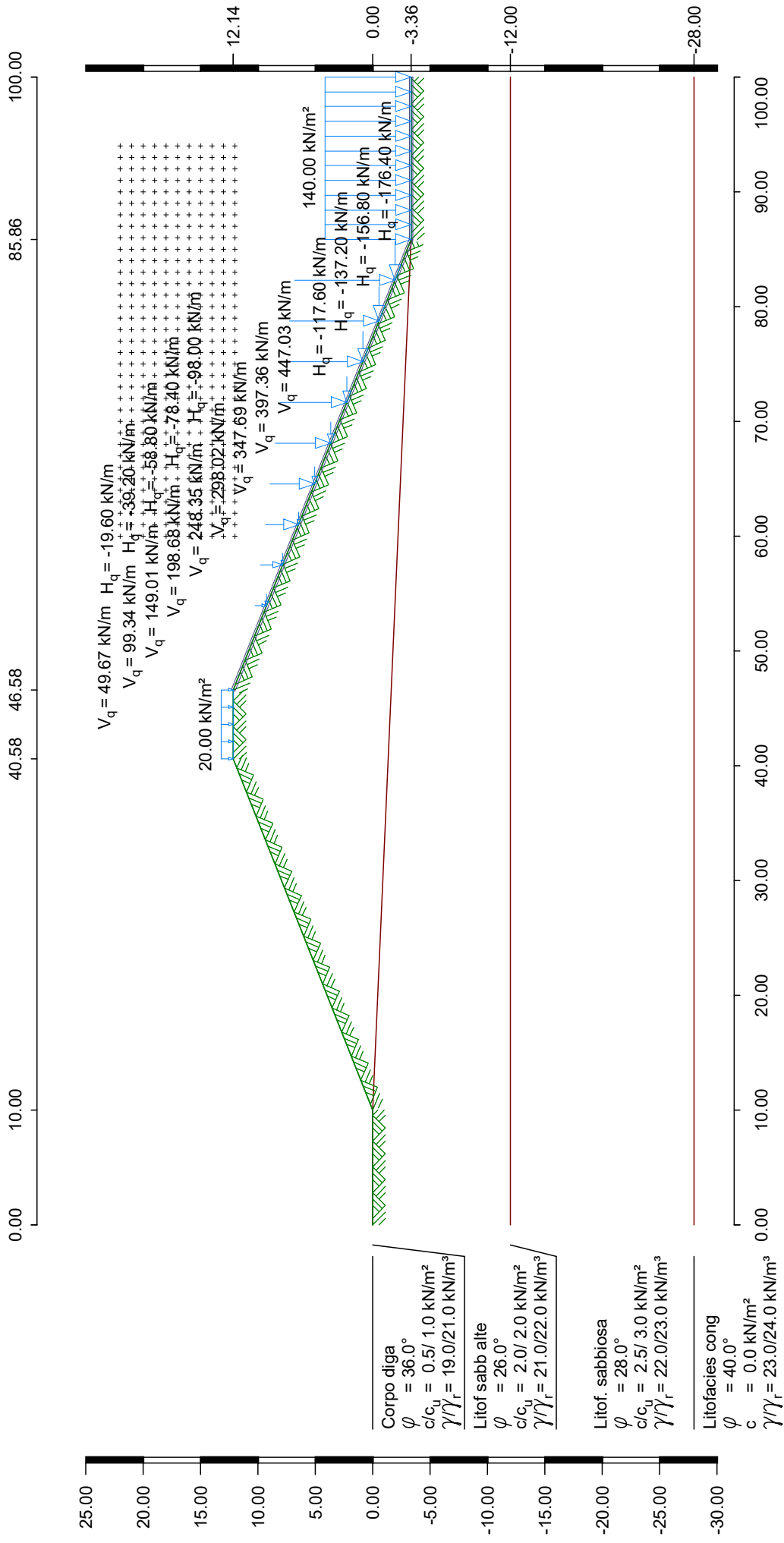
42446.41

35884.26

Forze agenti  $E_d = 35884.26$  kNForze resistenti  $R_d = 42446.41$  kN $E_d/R_d = 0.85 < 1.0$ 

\*\*\* verifica soddisfatta \*\*\*





**Corpo diga**  
 $\phi = 36.0^\circ$   
 $c/c_u = 0.5/1.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma_r = 19.0/21.0 \text{ kN/m}^3$

**Litof sabb alte**  
 $\phi = 26.0^\circ$   
 $c/c_u = 2.0/2.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma_r = 21.0/22.0 \text{ kN/m}^3$

**Litof. sabbiosa**  
 $\phi = 28.0^\circ$   
 $c/c_u = 2.5/3.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma_r = 22.0/23.0 \text{ kN/m}^3$

**Litofacies cong**  
 $\phi = 40.0^\circ$   
 $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma_r = 23.0/24.0 \text{ kN/m}^3$

Pagina	1
Sistema	
Scala	1 : 500



File input: T:\Projetto\2011\11\_213\_PSKW\_Ruoti\statbereg\DC\_Böschung\Invaso\_di\_monte\Inv\_monte-SEZ\_A-A-Verifica\_5-Fine\_cost-Serb\_pieno-Paramento\_acqua-No\_sisma\_01.dbb

## Calcolo secondo: UNI EN 1997-1 (Eurocode 7) e NTC 2018

Calcolo con approccio 1  
combinazione con fattori di sicurezza dei gruppi A2 + M2 + R1

Parametri degli strati		Corpo diga	Litof sabb alte	Litof. sabbiosa		
		Litofacies cong				
Angolo attrito cal $\phi'$	[gradi]	36.00 40.00	26.00	28.00		
Coesione cal $c'$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.5	2.0	2.5		
Coesione non drenata $c_u$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.0 0.0	2.0	3.0		
Peso spec. terreno	[kN/m <sup>3</sup> ]	19.0 23.0	21.0	22.0		
Peso spec. saturo	[kN/m <sup>3</sup> ]	21.0 24.0	22.0	23.0		
Peso spec. sotto spinta	[kN/m <sup>3</sup> ]	9.0 13.0	11.0	12.0		
Andamento del terreno e degli strati						
x [m]		0.00 100.00	10.00	40.58	46.58	85.86
z Terreno		0.00 -3.36	0.00	12.14	12.14	-3.36
z Strato	<b>Corpo diga</b>	0.00 -3.36	0.00	-1.35	-1.62	-3.36
z Strato	<b>Litof sabb alte</b>	-12.00 -12.00	-12.00	-12.00	-12.00	-12.00
z Strato	<b>Litof. sabbiosa</b>	-28.00 -28.00	-28.00	-28.00	-28.00	-28.00
z Strato	<b>Litofacies cong</b>	-1000.00 -1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00

### Posizione degli elementi

Numero	x da [m]	z da [m]	x a [m]	z a [m]	Larghezza [m]	Resist. a taglio [kN/m <sup>2</sup> ]
1	46.58	12.14	85.86	-3.36	0.30	500.00
2	85.86	-3.36	100.00	-3.36	0.30	500.00

### Carichi singoli

Tutti i carichi si intendono per 1 m di lunghezza

Caso car.	H*	V*	M*	x*	z*	$\gamma$	$\psi$
1	Q	-176.4	447.0	0.0	82.31	-1.96	1.30
	Q	-156.8	397.4	0.0	78.76	-0.56	1.30
	Q	-137.2	347.7	0.0	75.22	0.84	1.30
	Q	-117.6	298.0	0.0	71.67	2.24	1.30
	Q	-98.0	248.4	0.0	68.12	3.64	1.30
	Q	-78.4	198.7	0.0	64.57	5.04	1.30
	Q	-58.8	149.0	0.0	61.02	6.44	1.30
	Q	-39.2	99.3	0.0	57.48	7.84	1.30
	Q	-19.6	49.7	0.0	53.93	9.24	1.30

**Carichi unici**

Caso car.	q	$x_A$	$x_E$	$z_Q$	$\gamma$	$\psi$
1	Q	20.0	40.6	46.6	12.14	1.30
	Q	140.0	85.9	100.0	-3.36	1.30

**Range di concii**

da x [m]	a x [m]	Larghezza[m]
-10000.00	10000.00	1.00

**Coefficienti di sicurezza parziali (GEO) per Ap. 1**

$\gamma$ -	G	Q	W	E	$\varphi$	c	$c_u$	$R_a$	$R_e$	R
	1.00	1.30	1.00	1.30	1.25	1.25	1.40	1.20	1.30	1.10

 $\gamma$ - Coeff. di sicurezza parziale per...

G	Carichi permanenti
Q	Carichi variabili
W	Pressione dell'acqua
E	Sisma
$\varphi$	Coefficiente di attrito $\tan(\varphi)$
c	Coesione c
$c_u$	Coesione non drenata $c_u$
$R_a$	Ancoraggi
$R_e$	Resistenti a taglio
R	Resistenze

**Verifica di sicurezza (metodo di Krey-Bishop)**

Griglia con x da 60.00 m a 94.00 m, z da 12.00 m a 22.00 m

 $\Delta x = 1.00$  m,  $\Delta z = 1.00$  m,con raggio da R = 1.00 m a 50.00 m,  $\Delta R = 1.00$  m**Caso di carico 1**

Corpo di scorrimento da x = 71.66 a 100.05 m

Cerchio scor.:  $x_M = 89.00$  m,  $z_M = 15.38$  m, R = 21.75 m**Calcolo delle componenti dei concii**

$x_M$	Largh. b	Peso- proprio	Sovraccar. [kN/m]	Sovraccar. acqua [kN/m]	$\varphi$ [gradi]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\psi$ [gradi]
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[gradi]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[gradi]
71.83	0.34	0.98	0.00	0.00	36.00	0.5	-52.13
72.50	1.00	13.25	0.00	0.00	36.00	0.5	-49.34
73.50	1.00	26.45	0.00	0.00	36.00	0.5	-45.45
74.50	1.00	37.09	0.00	0.00	36.00	0.5	-41.81
75.50	1.00	45.61	0.00	0.00	36.00	0.5	-38.37
76.50	1.00	52.30	0.00	0.00	36.00	0.5	-35.08
77.50	1.00	57.64	0.00	0.00	26.00	2.0	-31.92
78.50	1.00	62.31	0.00	0.00	26.00	2.0	-28.87
79.50	1.00	65.61	0.00	0.00	26.00	2.0	-25.90
80.50	1.00	67.58	0.00	0.00	26.00	2.0	-23.00
81.50	1.00	68.30	0.00	0.00	26.00	2.0	-20.17
82.50	1.00	67.86	0.00	0.00	26.00	2.0	-17.39
83.50	1.00	66.31	0.00	0.00	26.00	2.0	-14.65
84.50	1.00	63.68	0.00	0.00	26.00	2.0	-11.94
85.50	1.00	60.11	0.00	0.00	26.00	2.0	-9.26
86.50	1.00	60.23	0.00	0.00	26.00	2.0	-6.60
87.50	1.00	62.17	0.00	0.00	26.00	2.0	-3.95
88.50	1.00	63.13	0.00	0.00	26.00	2.0	-1.32
89.50	1.00	63.13	0.00	0.00	26.00	2.0	1.32
90.50	1.00	62.17	0.00	0.00	26.00	2.0	3.95
91.50	1.00	60.23	0.00	0.00	26.00	2.0	6.60
92.50	1.00	57.30	0.00	0.00	26.00	2.0	9.26

$x_M$	Largh. b	Peso- proprio	Sovraccar.	Sovraccar. acqua	$\varphi$	c	$\vartheta$
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[gradi]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[gradi]
93.50	1.00	53.37	0.00	0.00	26.00	2.0	11.94
94.50	1.00	48.40	0.00	0.00	26.00	2.0	14.65
95.50	1.00	42.37	0.00	0.00	26.00	2.0	17.39
96.50	1.00	35.23	0.00	0.00	26.00	2.0	20.17
97.50	1.00	26.91	0.00	0.00	26.00	2.0	23.00
98.50	1.00	17.36	0.00	0.00	26.00	2.0	25.90
99.50	1.00	6.48	0.00	0.00	26.00	2.0	28.87
100.02	0.05	0.01	0.00	0.00	26.00	2.0	30.45
$x_M$						R*T <sub>i</sub>	R*G* sin( $\vartheta$ )
[m]						[kNm/m]	[kNm/m]
71.83						13.47	16.75
72.50						152.20	218.61
73.50						289.31	409.99
74.50						395.58	537.84
75.50						478.45	615.69
76.50						542.71	653.71
77.50						459.61	662.83
78.50						489.35	654.24
79.50						510.00	623.26
80.50						522.12	574.39
81.50						526.49	512.27
82.50						523.61	441.10
83.50						513.81	364.69
84.50						497.23	286.58
85.50						474.51	210.39
86.50						479.90	150.57
87.50						500.21	93.25
88.50						514.66	31.57
89.50						523.12	-31.57
90.50						525.36	-93.25
91.50						520.98	-150.57
92.50						509.42	-200.55
93.50						489.93	-240.15
94.50						461.46	-266.22
95.50						422.66	-275.42
96.50						371.68	-264.21
97.50						306.04	-228.77
98.50						222.35	-164.92
99.50						115.82	-67.99
100.02						2.40	-0.16

Somme:

12354.41

5073.95

**Carichi singoli attivi (variabili)**

H	V	M	Braccio H	Braccio V	M <sub>res.</sub>	M <sub>dev.</sub>
[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[m]	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]
0.00	447.03	0.00	0.00	-6.69	3251.71	3887.82
0.00	397.36	0.00	0.00	-10.24	2921.78	5289.66
0.00	347.69	0.00	0.00	-13.78	3604.85	6228.52
0.00	298.02	0.00	0.00	-17.33	3340.55	6714.09

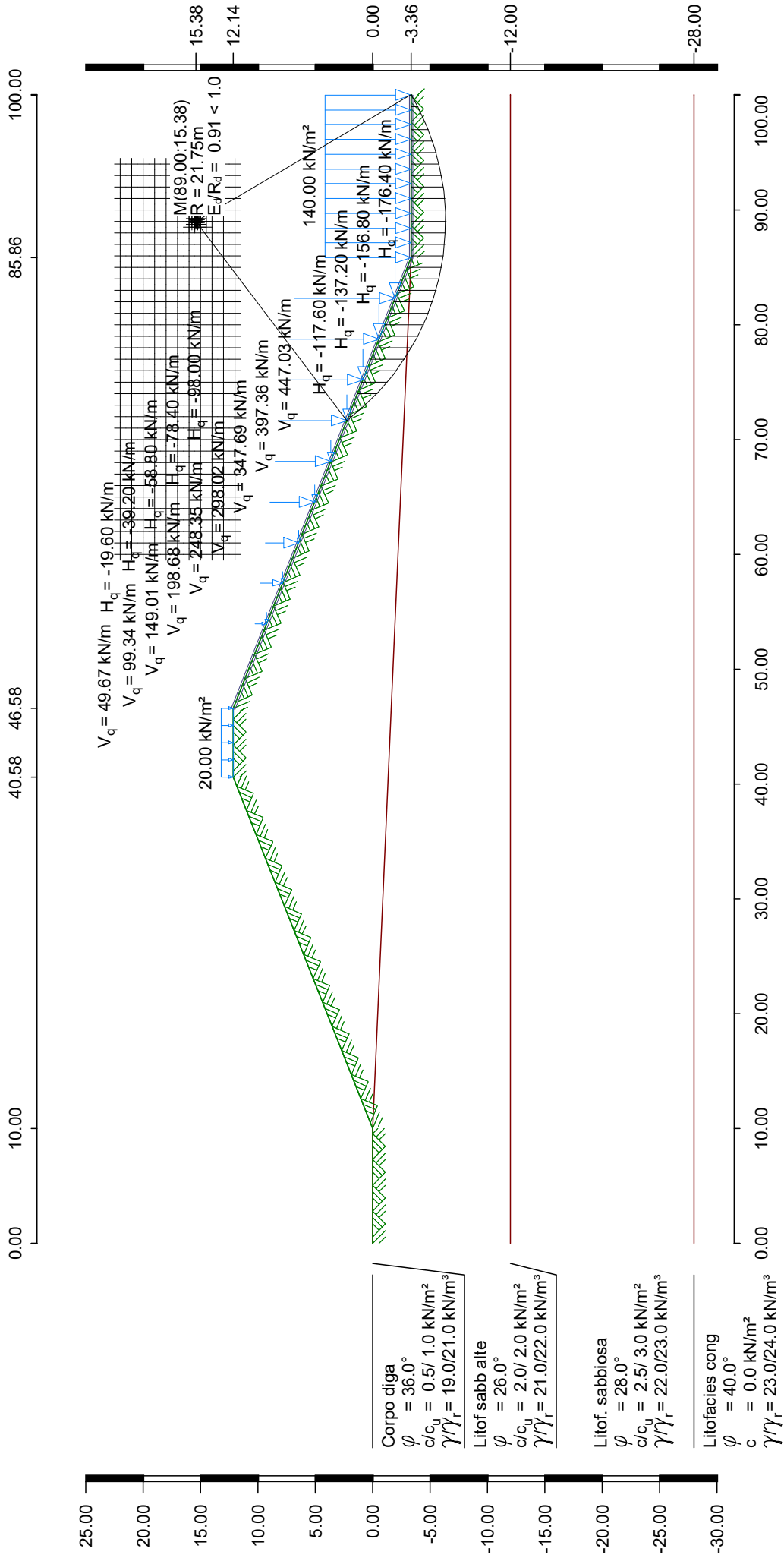
**Azione di elementi**

Res. taglio./ $\eta$	Lungh. taglio	Braccio	Forza taglio	M <sub>res.</sub>
[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[kN/m]	[kNm/m]
349.65	0.58	21.75	201.77	4388.57

Forze agenti  $E_d = 27194.04 \text{ kN}$   
Forze resistenti  $R_d = 29861.88 \text{ kN}$

$E_d/R_d = 0.91 < 1.0$

**\*\*\* verifica soddisfatta \*\*\***



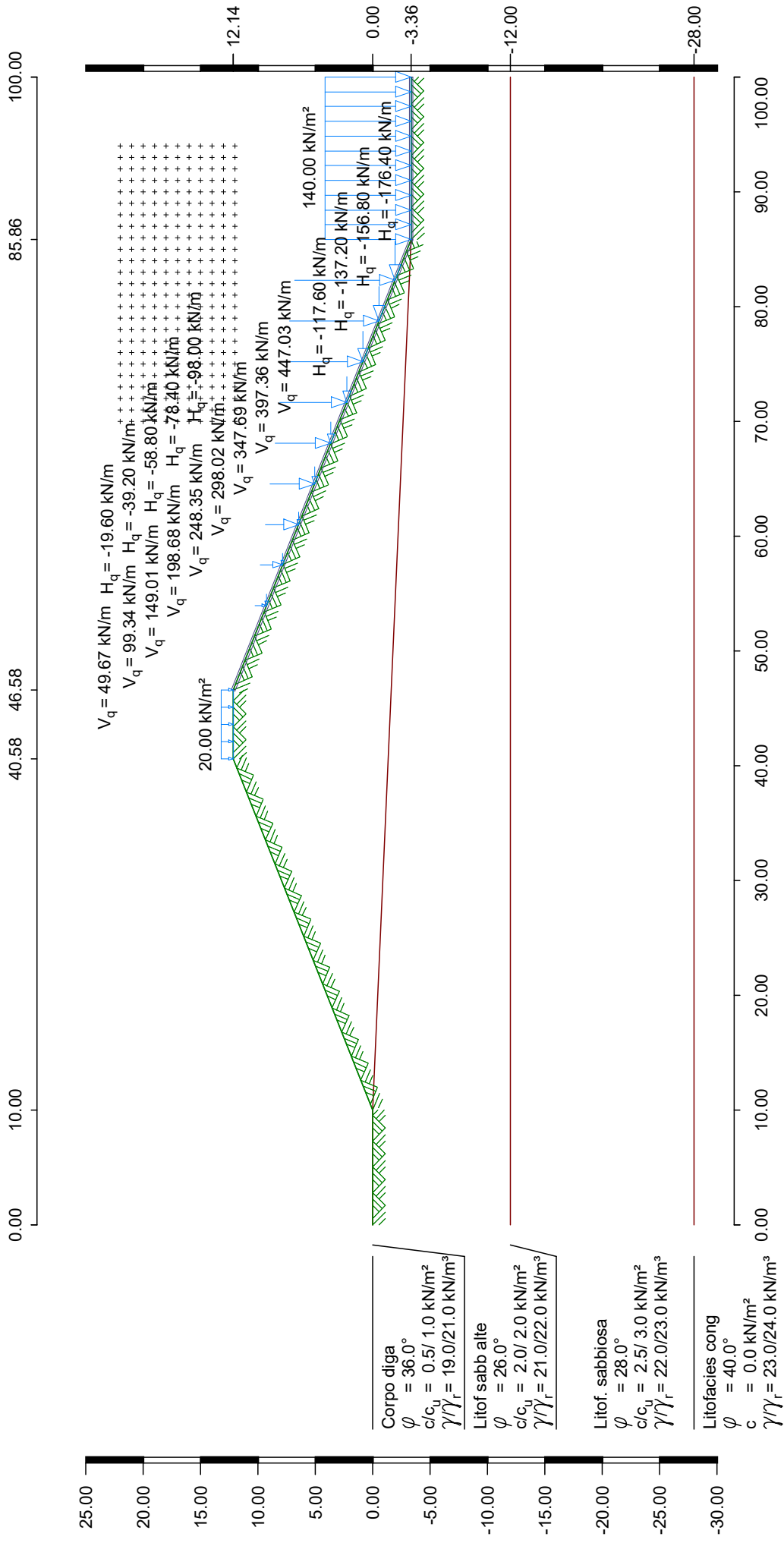
**Corpo diga**  
 $\phi = 36.0^\circ$   
 $c/c_u = 0.5/1.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma_r = 19.0/21.0 \text{ kN/m}^3$

**Litof sabb alte**  
 $\phi = 26.0^\circ$   
 $c/c_u = 2.0/2.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma_r = 21.0/22.0 \text{ kN/m}^3$

**Litof. sabbiosa**  
 $\phi = 28.0^\circ$   
 $c/c_u = 2.5/3.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma_r = 22.0/23.0 \text{ kN/m}^3$

**Litofacies cong**  
 $\phi = 40.0^\circ$   
 $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma_r = 23.0/24.0 \text{ kN/m}^3$

Pagina	6
Caso car.	1
Scala :	1 : 500



Pagina	1
Sistema	
Scala	1 : 500

File input: T:\Projetto\2011\11\_213\_PSKW\_Ruoti\statbereg\DC\_Böschung\Invaso\_di\_monte\Inv\_monte-SEZ\_A-A-Verifica\_6-Fine\_cost-Serb\_pieno-Paramento\_acqua-Sisma\_01.dbb

## Calcolo secondo: UNI EN 1997-1 (Eurocode 7) e NTC 2018

Calcolo con approccio 1  
combinazione con fattori di sicurezza dei gruppi A2 + M2 + R1

Parametri degli strati		Corpo diga	Litof sabb alte	Litof. sabbiosa
		Litofacies cong		
Angolo attrito cal $\phi'$	[gradi]	36.00 40.00	26.00	28.00
Coesione cal $c'$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.5	2.0	2.5
Coesione non drenata $c_u$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.0 0.0	2.0	3.0
Peso spec. terreno	[kN/m <sup>3</sup> ]	19.0 23.0	21.0	22.0
Peso spec. saturo	[kN/m <sup>3</sup> ]	21.0 24.0	22.0	23.0
Peso spec. sotto spinta	[kN/m <sup>3</sup> ]	9.0 13.0	11.0	12.0
Fattore sismico	1.0	1.0 1.0	1.0	

Andamento del terreno e degli strati

x [m]					
	0.00	10.00	40.58	46.58	85.86
	100.00				
z Terreno	0.00	0.00	12.14	12.14	-3.36
	-3.36				
z Strato	<b>Corpo diga</b>	0.00	0.00	-1.35	-1.62
		-3.36			-3.36
z Strato	<b>Litof sabb alte</b>	-12.00	-12.00	-12.00	-12.00
		-12.00			
z Strato	<b>Litof. sabbiosa</b>	-28.00	-28.00	-28.00	-28.00
		-28.00			
z Strato	<b>Litofacies cong</b>	-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00
		-1000.00			

Posizione degli elementi

Numero	x da [m]	z da [m]	x a [m]	z a [m]	Larghezza [m]	Resist. a taglio [kN/m <sup>2</sup> ]
1	46.58	12.14	85.86	-3.36	0.30	500.00
2	85.86	-3.36	100.00	-3.36	0.30	500.00

Carichi singoli

Tutti i carichi si intendono per 1 m di lunghezza

Caso car.	H*	V*	M*	x*	z*	$\gamma$	$\psi$
1	Q	-176.4	447.0	0.0	82.31	-1.96	1.30
	Q	-156.8	397.4	0.0	78.76	-0.56	1.30
	Q	-137.2	347.7	0.0	75.22	0.84	1.30
	Q	-117.6	298.0	0.0	71.67	2.24	1.30
	Q	-98.0	248.4	0.0	68.12	3.64	1.30
	Q	-78.4	198.7	0.0	64.57	5.04	1.30
	Q	-58.8	149.0	0.0	61.02	6.44	1.30
	Q	-39.2	99.3	0.0	57.48	7.84	1.30
	Q	-19.6	49.7	0.0	53.93	9.24	1.30

**Carichi unici**

Caso car.	q	$x_A$	$x_E$	$z_Q$	$\gamma$	$\psi$
1	Q	20.0	40.6	46.6	12.14	1.30
	Q	140.0	85.9	100.0	-3.36	1.30

**Calcolo con carichi sismici secondo Eurocode 8, SP-E**

$k_H/S = a_g/g = 0.200$

$k_V/S = a_{vg}/g = 0.100$

**Range di concii**

da x [m]	a x [m]	Larghezza[m]
-10000.00	10000.00	1.00

**Coefficienti di sicurezza parziali (GEO) per Ap. 1**

$\gamma$ -	G	Q	W	E	$\varphi$	c	$c_u$	$R_a$	$R_e$	R
SP-E	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.40	1.40	1.00	1.00	1.00

 $\gamma$ - Coeff. di sicurezza parziale per...

G	Carichi permanenti
Q	Carichi variabili
W	Pressione dell'acqua
E	Sisma
$\varphi$	Coefficiente di attrito $\tan(\varphi)$
c	Coesione c
$c_u$	Coesione non drenata $c_u$
$R_a$	Ancoraggi
$R_e$	Resistenti a taglio
R	Resistenze

**Verifica di sicurezza (metodo di Krey-Bishop)**

Griglia con x da 70.00 m a 94.00 m, z da 12.00 m a 22.00 m

 $\Delta x = 1.00$  m,  $\Delta z = 1.00$  m,con raggio da R = 1.00 m a 50.00 m,  $\Delta R = 1.00$  m**Caso di carico 1**

Corpo di scorrimento da x = 68.12 a 100.02 m

Cerchio scor.:  $x_M = 88.00$  m,  $z_M = 18.06$  m, R = 24.56 m**Calcolo delle componenti dei concii**

$x_M$	Largh. b	Peso- proprio [kN/m]	Sovraccar. [kN/m]	Sovraccar. acqua [kN/m]	$\varphi$ [gradi]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\psi$ [gradi]
68.56	0.88	6.84	0.00	0.00	36.00	0.5	-52.33
69.50	1.00	22.45	0.00	0.00	36.00	0.5	-48.87
70.50	1.00	35.47	0.00	0.00	36.00	0.5	-45.44
71.50	1.00	46.23	0.00	0.00	36.00	0.5	-42.20
72.50	1.00	55.07	0.00	0.00	36.00	0.5	-39.13
73.50	1.00	62.24	0.00	0.00	36.00	0.5	-36.18
74.50	1.00	67.94	0.00	0.00	36.00	0.5	-33.34
75.50	1.00	72.68	0.00	0.00	26.00	2.0	-30.59
76.50	1.00	76.84	0.00	0.00	26.00	2.0	-27.92
77.50	1.00	79.78	0.00	0.00	26.00	2.0	-25.31
78.50	1.00	81.56	0.00	0.00	26.00	2.0	-22.75
79.50	1.00	82.25	0.00	0.00	26.00	2.0	-20.25
80.50	1.00	81.91	0.00	0.00	26.00	2.0	-17.78
81.50	1.00	80.57	0.00	0.00	26.00	2.0	-15.35
82.50	1.00	78.27	0.00	0.00	26.00	2.0	-12.94
83.50	1.00	75.06	0.00	0.00	26.00	2.0	-10.56
84.50	1.00	70.94	0.00	0.00	26.00	2.0	-8.19
85.50	1.00	66.02	0.00	0.00	26.00	2.0	-5.84



$x_M$	Largh. b	Peso- proprio	Sovraccar.	Sovraccar. acqua	$\varphi$	c	$\vartheta$
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[gradi]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[gradi]
86.50	1.00	64.92	0.00	0.00	26.00	2.0	-3.50
87.50	1.00	65.78	0.00	0.00	26.00	2.0	-1.17
88.50	1.00	65.78	0.00	0.00	26.00	2.0	1.17
89.50	1.00	64.92	0.00	0.00	26.00	2.0	3.50
90.50	1.00	63.21	0.00	0.00	26.00	2.0	5.84
91.50	1.00	60.62	0.00	0.00	26.00	2.0	8.19
92.50	1.00	57.15	0.00	0.00	26.00	2.0	10.56
93.50	1.00	52.78	0.00	0.00	26.00	2.0	12.94
94.50	1.00	47.49	0.00	0.00	26.00	2.0	15.35
95.50	1.00	41.24	0.00	0.00	26.00	2.0	17.78
96.50	1.00	34.01	0.00	0.00	26.00	2.0	20.25
97.50	1.00	25.73	0.00	0.00	26.00	2.0	22.75
98.50	1.00	16.36	0.00	0.00	26.00	2.0	25.31
99.50	1.00	5.84	0.00	0.00	26.00	2.0	27.92
100.01	0.02	0.00	0.00	0.00	26.00	2.0	29.27

$x_M$	Carico- sism. V	Carico- sism. H	R*T <sub>i</sub>	R*G* sin( $\vartheta$ )
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kNm/m]
68.56	-0.34	0.68	97.69	136.45
69.50	-1.12	2.25	297.01	429.63
70.50	-1.77	3.55	454.68	647.54
71.50	-2.31	4.62	580.61	803.09
72.50	-2.75	5.51	681.70	907.80
73.50	-3.11	6.22	762.64	970.57
74.50	-3.40	6.79	826.72	998.56
75.50	-3.63	7.27	669.39	1002.92
76.50	-3.84	7.68	700.17	991.21
77.50	-3.99	7.98	721.56	957.02
78.50	-4.08	8.16	734.33	904.39
79.50	-4.11	8.23	739.12	837.16
80.50	-4.10	8.19	736.40	758.83
81.50	-4.03	8.06	726.49	672.64
82.50	-3.91	7.83	709.54	581.62
83.50	-3.75	7.51	685.61	488.60
84.50	-3.55	7.09	654.63	396.31
85.50	-3.30	6.60	617.15	307.71
86.50	-3.25	6.49	614.08	241.63
87.50	-3.29	6.58	629.59	182.46
88.50	-3.29	6.58	638.73	119.97
89.50	-3.25	6.49	641.26	56.60
90.50	-3.16	6.32	636.82	-5.20
91.50	-3.03	6.06	624.92	-62.95
92.50	-2.86	5.72	604.92	-114.11
93.50	-2.64	5.28	575.95	-156.08
94.50	-2.37	4.75	536.92	-186.15
95.50	-2.06	4.12	486.40	-201.45
96.50	-1.70	3.40	422.56	-198.98
97.50	-1.29	2.57	343.00	-175.50
98.50	-0.82	1.64	244.53	-127.51
99.50	-0.29	0.58	122.88	-51.15
100.01	0.00	0.00	0.84	-0.01

Somme:

18518.82

12113.62

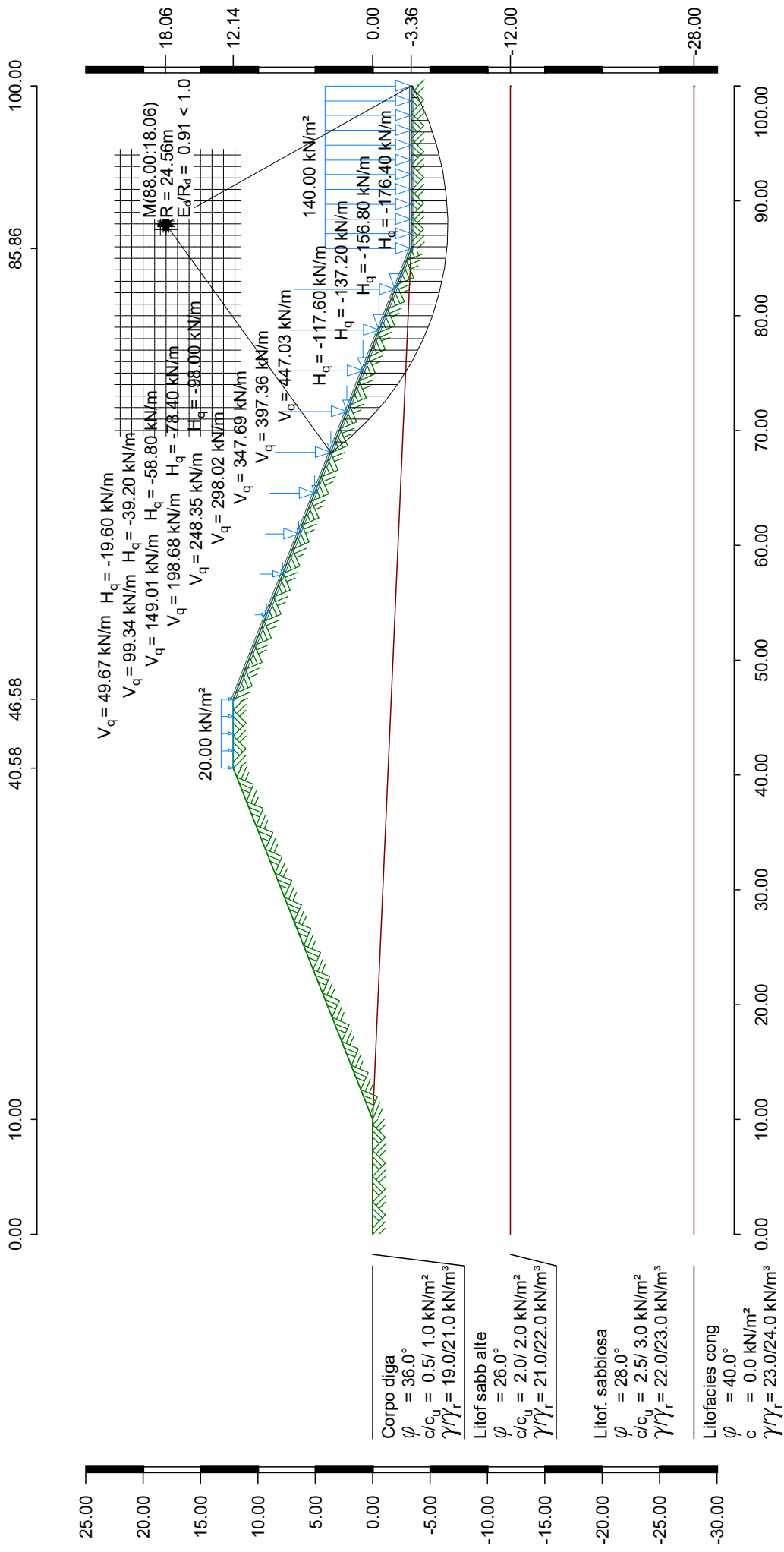
**Carichi singoli attivi (variabili)**

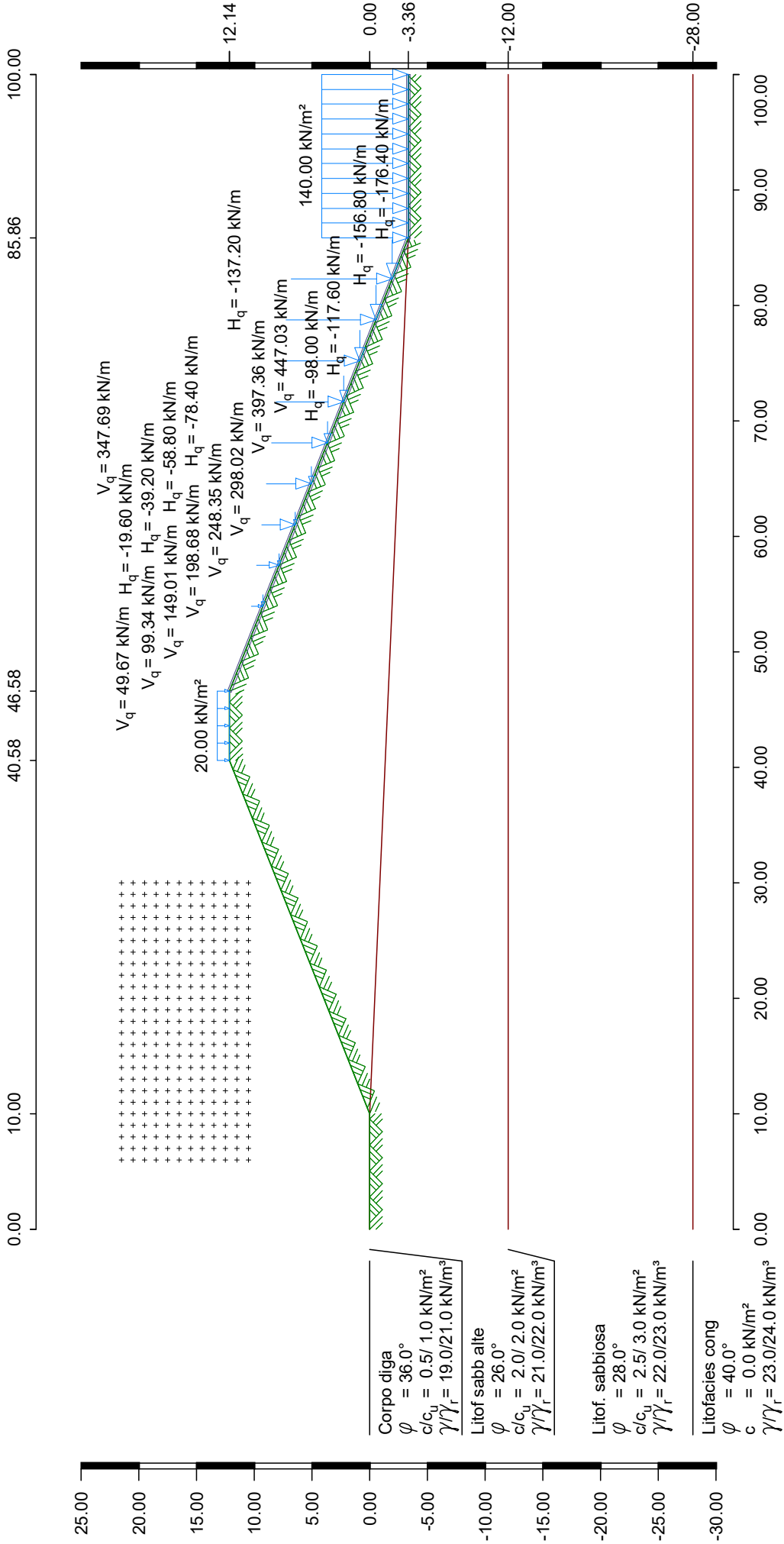
H	V	M	Braccio H	Braccio V	M <sub>res.</sub>	M <sub>dev.</sub>
[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[m]	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]
0.00	397.36	0.00	0.00	-9.24	3593.78	4773.09
0.00	347.69	0.00	0.00	-12.78	3209.86	5776.52
0.00	298.02	0.00	0.00	-16.33	3876.72	6326.67
0.00	248.35	0.00	0.00	-19.88	3496.58	6418.36

**Azione di elementi**

Res. taglio./ $\eta$	Lungh.taglio	Braccio	Forza taglio	M <sub>res.</sub>
[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[kN/m]	[kNm/m]
453.53	0.56	24.56	253.13	6217.56

Forze agenti  $E_d = 35408.25$  kNForze resistenti  $R_d = 38913.33$  kN $E_d/R_d = 0.91 < 1.0$ **\*\*\* verifica soddisfatta \*\*\***





File input: T:\Projetto\2011\11\_213\_PSKW\_Ruoti\statbereg\DC\_Böschung\Invaso\_di\_monte\Inv\_monte-SEZ\_A-A-Verifica\_7-Fine\_cost-Serb\_pieno-Paramento\_aria-No\_sisma\_01.dbb

**Calcolo secondo: UNI EN 1997-1 (Eurocode 7) e NTC 2018**

Calcolo con approccio 1

combinazione con fattori di sicurezza dei gruppi A2 + M2 + R1

Parametri degli strati		Corpo diga	Litof sabb alte	Litof. sabbiosa	
		Litofacies cong			
Angolo attrito cal $\phi'$	[gradi]	36.00 40.00	26.00	28.00	
Coesione cal c'	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.5 0.0	2.0	2.5	
Coesione non drenata cu	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.0 0.0	2.0	3.0	
Peso spec. terreno	[kN/m <sup>3</sup> ]	19.0 23.0	21.0	22.0	
Peso spec. saturo	[kN/m <sup>3</sup> ]	21.0 24.0	22.0	23.0	
Peso spec. sotto spinta	[kN/m <sup>3</sup> ]	9.0 13.0	11.0	12.0	
Andamento del terreno e degli strati					
x [m]		0.00 100.00	10.00	40.58 46.58	85.86
z Terreno		0.00 -3.36	0.00	12.14 12.14	-3.36
z Strato	<b>Corpo diga</b>	0.00 -3.36	0.00	-1.35 -1.62	-3.36
z Strato	<b>Litof sabb alte</b>	-12.00 -12.00	-12.00	-12.00 -12.00	-12.00
z Strato	<b>Litof. sabbiosa</b>	-28.00 -28.00	-28.00	-28.00 -28.00	-28.00
z Strato	<b>Litofacies cong</b>	-1000.00 -1000.00	-1000.00	-1000.00 -1000.00	-1000.00

**Posizione degli elementi**

Numero	x da [m]	z da [m]	x a [m]	z a [m]	Larghezza [m]	Resist. a taglio [kN/m <sup>2</sup> ]
1	46.58	12.14	85.86	-3.36	0.30	500.00
2	85.86	-3.36	100.00	-3.36	0.30	500.00

**Carichi singoli**

Tutti i carichi si intendono per 1 m di lunghezza

Caso car.	H*	V*	M*	x*	z*	$\gamma$	$\psi$
1	Q	-176.4	447.0	0.0	82.31	-1.96	1.30
	Q	-156.8	397.4	0.0	78.76	-0.56	1.30
	Q	-117.6	298.0	0.0	71.67	2.24	1.30
	Q	-98.0	248.4	0.0	68.12	3.64	1.30
	Q	-78.4	198.7	0.0	64.57	5.04	1.30
	Q	-58.8	149.0	0.0	61.02	6.44	1.30
	Q	-39.2	99.3	0.0	57.48	7.84	1.30
	Q	-19.6	49.7	0.0	53.93	9.24	1.30
	Q	-137.2	347.7	0.0	75.22	0.84	1.30

**Carichi unici**

Caso car.	q	$x_A$	$x_E$	$z_Q$	$\gamma$	$\psi$
1	Q	20.0	40.6	46.6	12.14	1.30
	Q	140.0	85.9	100.0	-3.36	1.30

**Range di concii**

da x [m]	a x [m]	Larghezza[m]
-10000.00	10000.00	1.00

**Coefficienti di sicurezza parziali (GEO) per Ap. 1**

$\gamma$	G	Q	W	E	$\varphi$	c	$c_u$	$R_a$	$R_e$	R
	1.00	1.30	1.00	1.30	1.25	1.25	1.40	1.20	1.30	1.10

 $\gamma$ - Coeff. di sicurezza parziale per...

G	Carichi permanenti
Q	Carichi variabili
W	Pressione dell'acqua
E	Sisma
$\varphi$	Coefficiente di attrito $\tan(\varphi)$
c	Coesione c
$c_u$	Coesione non drenata $c_u$
$R_a$	Ancoraggi
$R_e$	Resistenti a taglio
R	Resistenze

**Verifica di sicurezza (metodo di Krey-Bishop)**

Griglia con x da 6.00 m a 30.00 m, z da 10.50 m a 21.50 m

 $\Delta x = 1.00$  m,  $\Delta z = 1.00$  m,con raggio da  $R = 1.00$  m a 50.00 m,  $\Delta R = 1.00$  m**Caso di carico 1**

Corpo di scorrimento da x = 7.96 a 32.94 m

Cerchio scor.:  $x_M = 14.50$  m,  $z_M = 20.88$  m,  $R = 21.88$  m**Calcolo delle componenti dei concii**

$x_M$	Largh. b	Peso proprio [kN/m]	Sovraccar. [kN/m]	Sovraccar. acqua [kN/m]	$\varphi$ [gradi]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\psi$ [gradi]
7.98	0.04	0.00	0.00	0.00	26.00	2.0	-17.34
8.50	1.00	3.31	0.00	0.00	26.00	2.0	-15.92
9.50	1.00	8.77	0.00	0.00	26.00	2.0	-13.21
10.50	1.00	16.92	0.00	0.00	26.00	2.0	-10.54
11.50	1.00	27.78	0.00	0.00	26.00	2.0	-7.88
12.50	1.00	37.65	0.00	0.00	26.00	2.0	-5.25
13.50	1.00	46.55	0.00	0.00	26.00	2.0	-2.62
14.50	1.00	54.48	0.00	0.00	26.00	2.0	0.00
15.50	1.00	61.46	0.00	0.00	26.00	2.0	2.62
16.50	1.00	67.47	0.00	0.00	26.00	2.0	5.25
17.50	1.00	72.50	0.00	0.00	26.00	2.0	7.88
18.50	1.00	76.55	0.00	0.00	26.00	2.0	10.54
19.50	1.00	79.66	0.00	0.00	26.00	2.0	13.21
20.50	1.00	82.20	0.00	0.00	36.00	0.5	15.92
21.50	1.00	83.82	0.00	0.00	36.00	0.5	18.66
22.50	1.00	84.43	0.00	0.00	36.00	0.5	21.45
23.50	1.00	83.95	0.00	0.00	36.00	0.5	24.29
24.50	1.00	82.32	0.00	0.00	36.00	0.5	27.20
25.50	1.00	79.46	0.00	0.00	36.00	0.5	30.19
26.50	1.00	75.24	0.00	0.00	36.00	0.5	33.27
27.50	1.00	69.54	0.00	0.00	36.00	0.5	36.46
28.50	1.00	62.15	0.00	0.00	36.00	0.5	39.79

$x_M$	Largh. b	Peso- proprio	Sovraccar.	Sovraccar. acqua	$\varphi$	c	$\vartheta$
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[gradi]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[gradi]
29.50	1.00	52.84	0.00	0.00	36.00	0.5	43.29
30.50	1.00	41.25	0.00	0.00	36.00	0.5	47.01
31.50	1.00	26.89	0.00	0.00	36.00	0.5	51.00
32.47	0.94	9.03	0.00	0.00	36.00	0.5	55.23
$x_M$						$R \cdot T_i$	$R \cdot G^*$ $\sin(\vartheta)$
[m]						[kNm/m]	[kNm/m]
7.98						1.44	-0.03
8.50						64.93	-19.89
9.50						109.70	-43.87
10.50						174.84	-67.67
11.50						259.62	-83.34
12.50						333.76	-75.30
13.50						398.44	-46.55
14.50						454.58	0.00
15.50						502.89	61.46
16.50						543.92	134.94
17.50						578.06	217.51
18.50						605.56	306.21
19.50						627.11	398.31
20.50						891.98	493.19
21.50						905.68	586.77
22.50						910.40	675.41
23.50						905.76	755.55
24.50						891.08	823.23
25.50						865.39	874.04
26.50						827.25	902.93
27.50						774.66	904.00
28.50						704.72	870.15
29.50						613.24	792.61
30.50						493.82	660.06
31.50						336.30	457.14
32.47						123.30	162.23

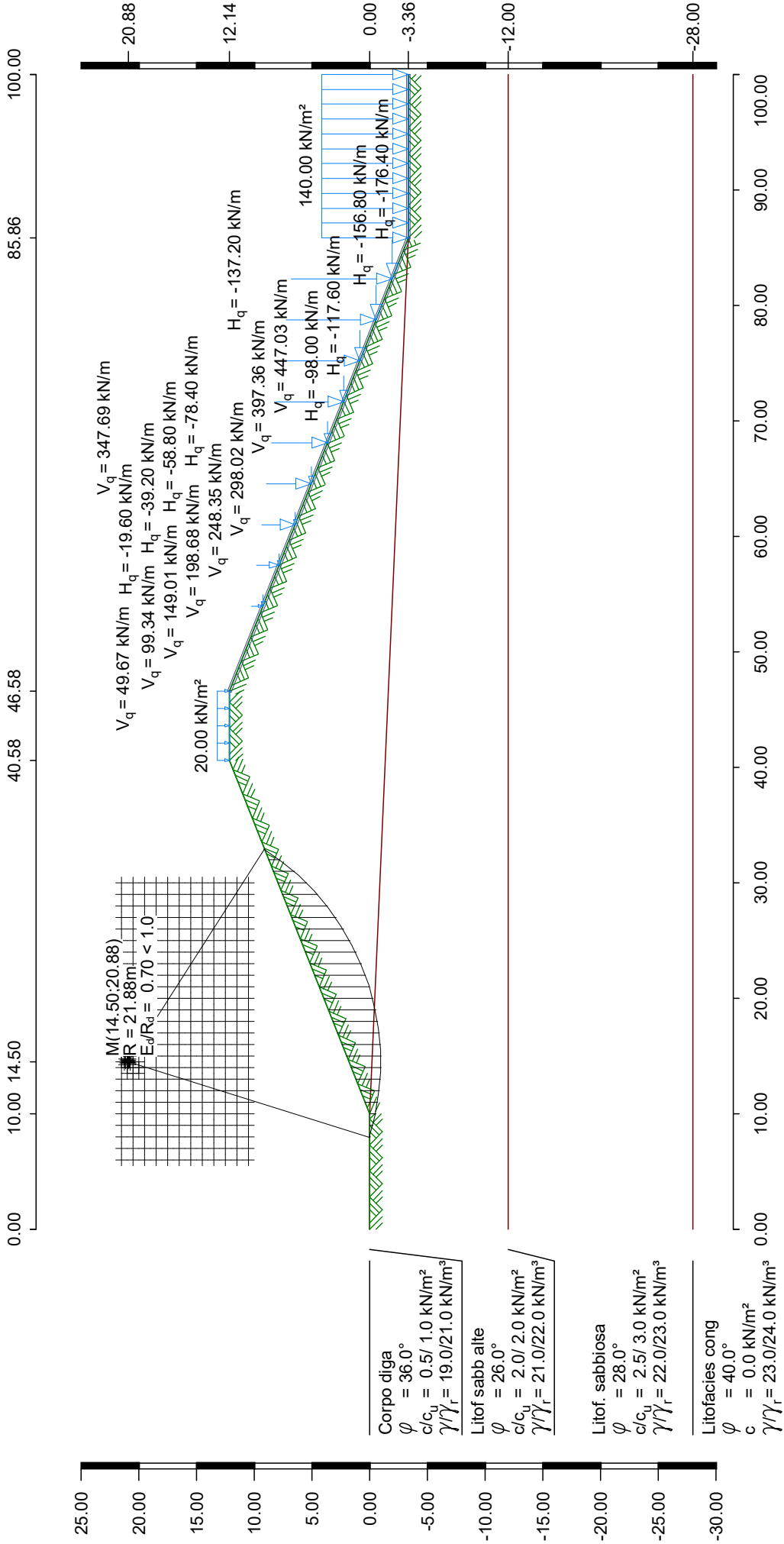
Somme:

13898.43

9739.10

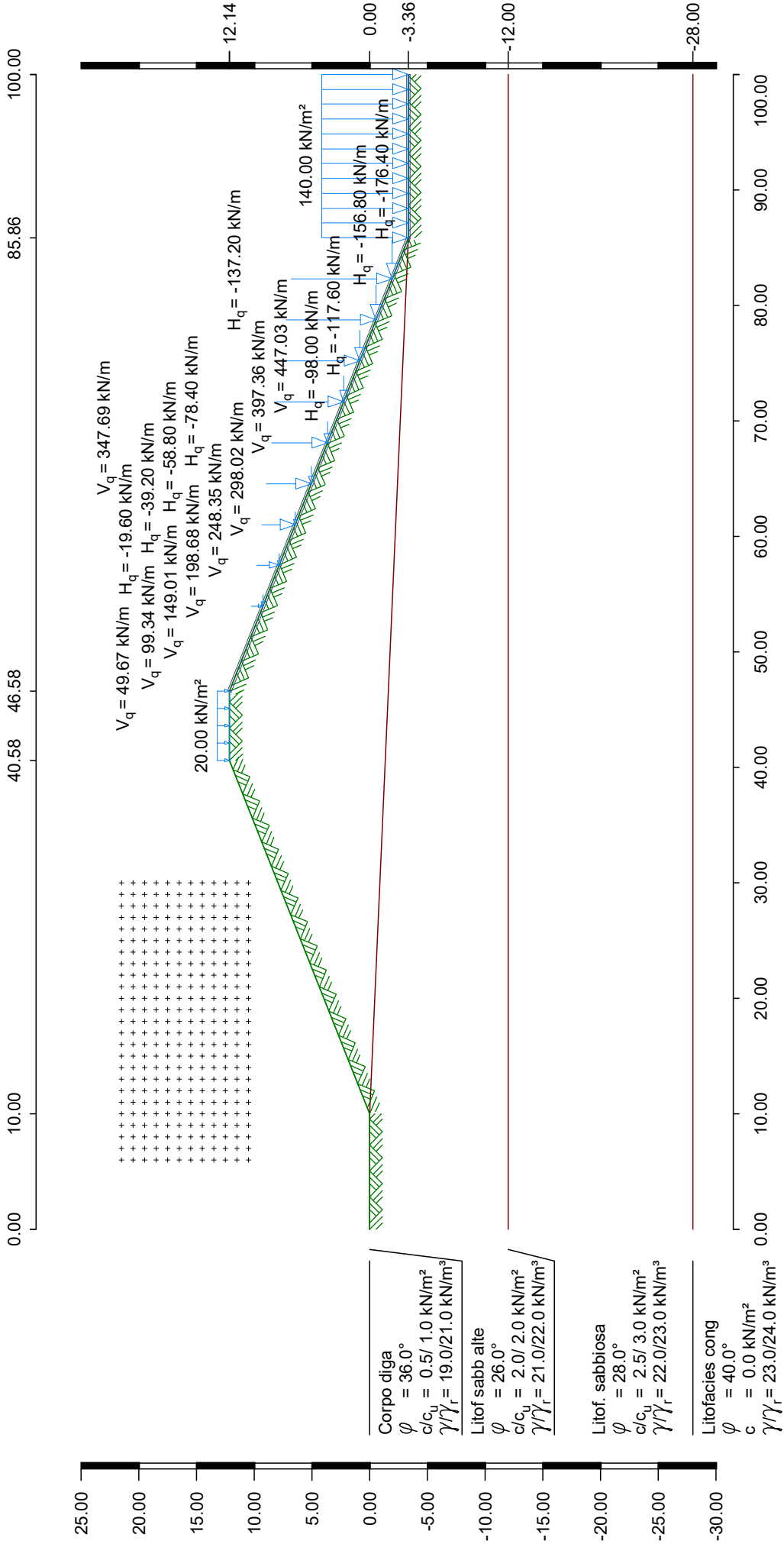
Forze agenti  $E_d = 9739.10$  kNForze resistenti  $R_d = 13898.43$  kN $E_d/R_d = 0.70 < 1.0$ 

\*\*\* verifica soddisfatta \*\*\*



Pagina	5
Caso car.	1
Scala :	1 : 500





File input: T:\Projetke\2011\11\_213\_PSKW\_Ruoti\statbereg\DC\_Böschung\Invaso\_di\_monte\Inv\_monte-SEZ\_A-A-Verifica\_8-Fine\_cost-Serb\_pieno-Paramento\_aria-Sisma\_01.dbb

## Calcolo secondo: UNI EN 1997-1 (Eurocode 7) e NTC 2018

Calcolo con approccio 1  
combinazione con fattori di sicurezza dei gruppi A2 + M2 + R1

Parametri degli strati		Corpo diga	Litof sabb alte	Litof. sabbiosa
		Litofacies cong		
Angolo attrito cal $\phi'$	[gradi]	36.00 40.00	26.00	28.00
Coazione cal $c'$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.5 0.0	2.0	2.5
Coazione non drenata $c_u$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.0 0.0	2.0	3.0
Peso spec. terreno	[kN/m <sup>3</sup> ]	19.0 23.0	21.0	22.0
Peso spec. saturo	[kN/m <sup>3</sup> ]	21.0 24.0	22.0	23.0
Peso spec. sotto spinta	[kN/m <sup>3</sup> ]	9.0 13.0	11.0	12.0
Fattore sismico	1.0	1.0 1.0	1.0	

Andamento del terreno e degli strati

x [m]		0.00	10.00	40.58	46.58	85.86
		100.00				
z Terreno		0.00	0.00	12.14	12.14	-3.36
		-3.36				
z Strato	<b>Corpo diga</b>	0.00	0.00	-1.35	-1.62	-3.36
		-3.36				
z Strato	<b>Litof sabb alte</b>	-12.00	-12.00	-12.00	-12.00	-12.00
		-12.00				
z Strato	<b>Litof. sabbiosa</b>	-28.00	-28.00	-28.00	-28.00	-28.00
		-28.00				
z Strato	<b>Litofacies cong</b>	-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00
		-1000.00				

Posizione degli elementi

Numero	x da [m]	z da [m]	x a [m]	z a [m]	Larghezza [m]	Resist. a taglio [kN/m <sup>2</sup> ]
1	46.58	12.14	85.86	-3.36	0.30	500.00
2	85.86	-3.36	100.00	-3.36	0.30	500.00

Carichi singoli

Tutti i carichi si intendono per 1 m di lunghezza

Caso car.	H*	V*	M*	x*	z*	$\gamma$	$\psi$
1	Q	-176.4	447.0	0.0	82.31	-1.96	1.30
	Q	-156.8	397.4	0.0	78.76	-0.56	1.30
	Q	-117.6	298.0	0.0	71.67	2.24	1.30
	Q	-98.0	248.4	0.0	68.12	3.64	1.30
	Q	-78.4	198.7	0.0	64.57	5.04	1.30
	Q	-58.8	149.0	0.0	61.02	6.44	1.30
	Q	-39.2	99.3	0.0	57.48	7.84	1.30
	Q	-19.6	49.7	0.0	53.93	9.24	1.30
	Q	-137.2	347.7	0.0	75.22	0.84	1.30

**Carichi unici**

Caso car.	q	$x_A$	$x_E$	$z_Q$	$\gamma$	$\psi$
1	Q	20.0	40.6	46.6	12.14	1.30
	Q	140.0	85.9	100.0	-3.36	1.30

**Calcolo con carichi sismici secondo Eurocode 8, SP-E**

$k_H/S = a_g/g = 0.200$

$k_V/S = a_{vg}/g = 0.100$

**Range di concii**

da x [m]	a x [m]	Larghezza[m]
-10000.00	10000.00	1.00

**Coefficienti di sicurezza parziali (GEO) per Ap. 1**

$\gamma$ -	G	Q	W	E	$\varphi$	c	$c_u$	$R_a$	$R_e$	R
SP-E	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.40	1.40	1.00	1.00	1.00

 $\gamma$ - Coeff. di sicurezza parziale per...

G	Carichi permanenti
Q	Carichi variabili
W	Pressione dell'acqua
E	Sisma
$\varphi$	Coefficiente di attrito $\tan(\varphi)$
c	Coesione c
$c_u$	Coesione non drenata $c_u$
$R_a$	Ancoraggi
$R_e$	Resistenti a taglio
R	Resistenze

**Verifica di sicurezza (metodo di Krey-Bishop)**

Griglia con x da 6.00 m a 30.00 m, z da 10.50 m a 21.50 m

 $\Delta x = 1.00$  m,  $\Delta z = 1.00$  m,con raggio da R = 1.00 m a 50.00 m,  $\Delta R = 1.00$  m**Caso di carico 1**

Corpo di scorrimento da x = 6.92 a 33.35 m

Cerchio scor.:  $x_M = 14.44$  m,  $z_M = 20.88$  m, R = 22.19 m**Calcolo delle componenti dei concii**

$x_M$	Largh. b	Peso- proprio [kN/m]	Sovraccar. [kN/m]	Sovraccar. acqua [kN/m]	$\varphi$ [gradi]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\psi$ [gradi]
6.96	0.08	0.02	0.00	0.00	26.00	2.0	-19.70
7.50	1.00	4.13	0.00	0.00	26.00	2.0	-18.22
8.50	1.00	10.50	0.00	0.00	26.00	2.0	-15.52
9.50	1.00	15.82	0.00	0.00	26.00	2.0	-12.86
10.50	1.00	23.83	0.00	0.00	26.00	2.0	-10.22
11.50	1.00	34.58	0.00	0.00	26.00	2.0	-7.61
12.50	1.00	44.36	0.00	0.00	26.00	2.0	-5.01
13.50	1.00	53.18	0.00	0.00	26.00	2.0	-2.42
14.50	1.00	61.05	0.00	0.00	26.00	2.0	0.16
15.50	1.00	67.97	0.00	0.00	26.00	2.0	2.74
16.50	1.00	73.94	0.00	0.00	26.00	2.0	5.33
17.50	1.00	78.95	0.00	0.00	26.00	2.0	7.93
18.50	1.00	82.98	0.00	0.00	26.00	2.0	10.55
19.50	1.00	86.02	0.00	0.00	26.00	2.0	13.19
20.50	1.00	88.12	0.00	0.00	26.00	2.0	15.86
21.50	1.00	89.69	0.00	0.00	36.00	0.5	18.56
22.50	1.00	90.34	0.00	0.00	36.00	0.5	21.31
23.50	1.00	89.93	0.00	0.00	36.00	0.5	24.11

$x_M$	Largh. b	Peso-proprio	Sovraccar.	Sovraccar. acqua	$\varphi$	c	$\vartheta$
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[gradi]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[gradi]
24.50	1.00	88.39	0.00	0.00	36.00	0.5	26.97
25.50	1.00	85.63	0.00	0.00	36.00	0.5	29.91
26.50	1.00	81.56	0.00	0.00	36.00	0.5	32.93
27.50	1.00	76.03	0.00	0.00	36.00	0.5	36.07
28.50	1.00	68.88	0.00	0.00	36.00	0.5	39.33
29.50	1.00	59.86	0.00	0.00	36.00	0.5	42.76
30.50	1.00	48.66	0.00	0.00	36.00	0.5	46.38
31.50	1.00	34.82	0.00	0.00	36.00	0.5	50.27
32.50	1.00	17.64	0.00	0.00	36.00	0.5	54.50
33.17	0.35	1.37	0.00	0.00	36.00	0.5	57.61

$x_M$	Carico-sism. V	Carico-sism. H	R*T <sub>i</sub>	R*G* sin( $\vartheta$ )
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kNm/m]
6.96	0.00	0.00	3.31	-0.12
7.50	-0.21	0.41	77.44	-18.56
8.50	-0.53	1.05	134.73	-37.05
9.50	-0.79	1.58	179.25	-40.57
10.50	-1.19	2.38	245.80	-38.48
11.50	-1.73	3.46	333.41	-23.36
12.50	-2.22	4.44	409.73	11.58
13.50	-2.66	5.32	476.02	63.55
14.50	-3.05	6.10	533.27	129.81
15.50	-3.40	6.80	582.27	207.67
16.50	-3.70	7.39	623.62	294.42
17.50	-3.95	7.89	657.74	387.32
18.50	-4.15	8.30	684.95	483.58
19.50	-4.30	8.60	705.40	580.31
20.50	-4.41	8.81	719.77	675.14
21.50	-4.48	8.97	1003.99	769.22
22.50	-4.52	9.03	1006.17	857.17
23.50	-4.50	8.99	998.91	935.03
24.50	-4.42	8.84	981.64	999.11
25.50	-4.28	8.56	953.47	1045.32
26.50	-4.08	8.16	913.14	1068.99
27.50	-3.80	7.60	858.86	1064.67
28.50	-3.44	6.89	788.06	1025.88
29.50	-2.99	5.99	697.04	944.64
30.50	-2.43	4.87	580.30	810.76
31.50	-1.74	3.48	429.26	610.59
32.50	-0.88	1.76	229.60	324.60
33.17	-0.07	0.14	20.62	25.93

Somme:

15827.76

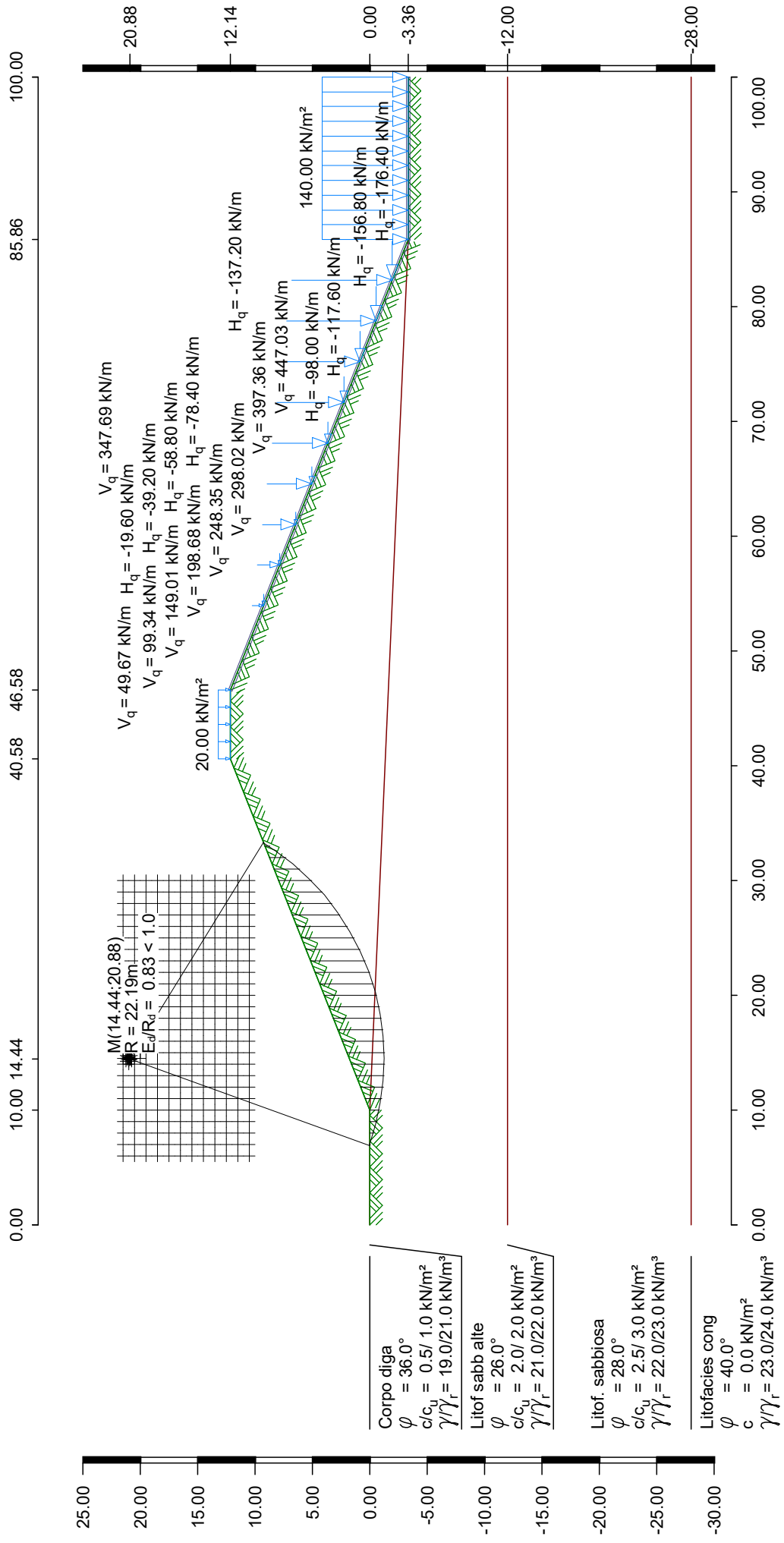
13157.14

Forze agenti  $E_d = 13157.14$  kN

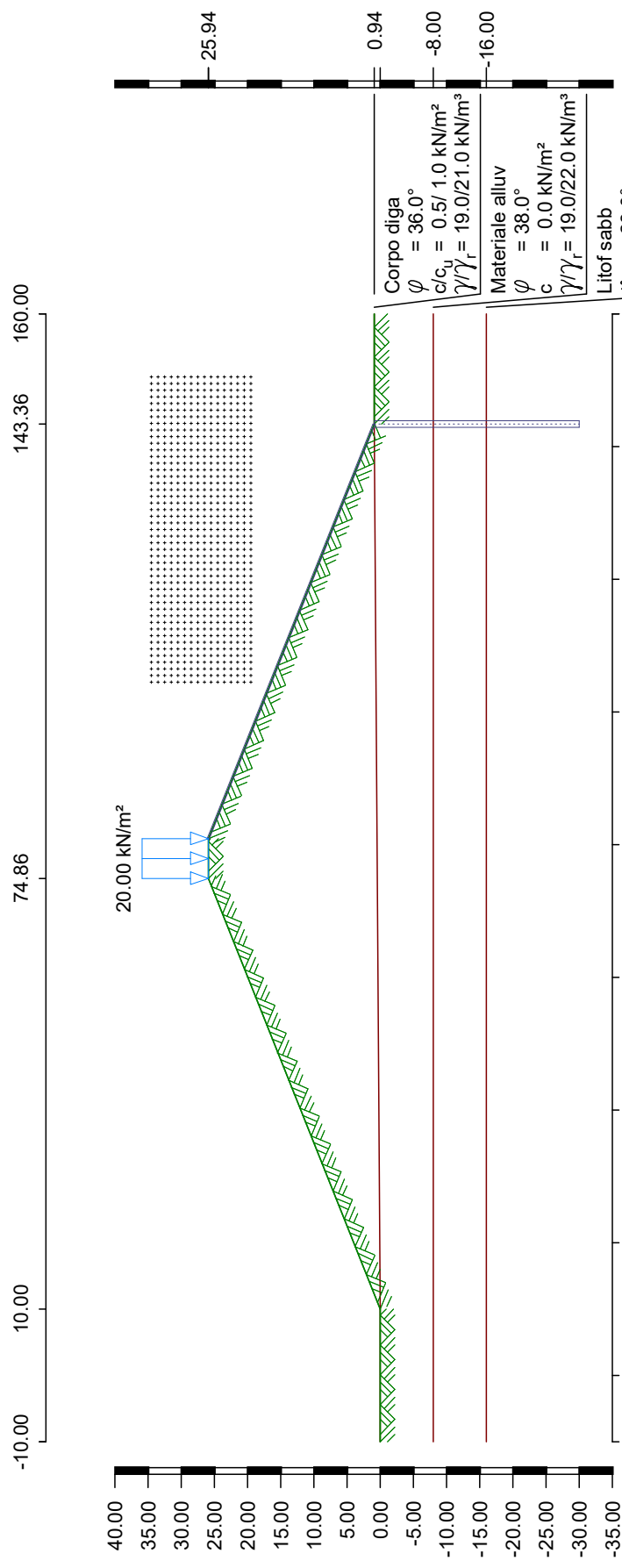
Forze resistenti  $R_d = 15827.76$  kN

$E_d/R_d = 0.83 < 1.0$

\*\*\* verifica soddisfatta \*\*\*



Pagina	5
Caso car.	1
Scala :	1 : 500



Programma DC-Slope/Win Version 8.33

11\_213 - Ruoti

File input: T:\Projetto\2011\11\_213\_PSKW\_Ruoti\statbereg\DC\_Böschung\Invaso\_di\_valle\Inv\_valle-SEZ\_H-H-Verifica\_1-Fine\_cost-Serb\_vuoto-Paramento\_acqua-No\_sisma\_01.dbb

## Calcolo secondo: UNI EN 1997-1 (Eurocode 7) e NTC 2018

Calcolo con approccio 1  
combinazione con fattori di sicurezza dei gruppi A2 + M2 + R1

Parametri degli strati		Corpo diga	Materiale alluv	Litof sabb	
		Litofacies cong			
Angolo attrito cal $\phi'$	[gradi]	36.00 40.00	38.00	28.00	
Coesione cal $c'$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.5 0.0	0.0	2.5	
Coesione non drenata $c_u$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.0 0.0	0.0	3.0	
Peso spec. terreno	[kN/m <sup>3</sup> ]	19.0 23.0	19.0	22.0	
Peso spec. saturo	[kN/m <sup>3</sup> ]	21.0 24.0	22.0	23.0	
Peso spec. sotto spinta	[kN/m <sup>3</sup> ]	9.0 13.0	9.0	12.0	
Andamento del terreno e degli strati					
x [m]		-10.00 160.00	10.00	74.86 80.86	143.36
z Terreno		0.00 0.94	0.00	25.94 25.94	0.94
z Strato	<b>Corpo diga</b>	0.00 0.94	0.00	0.46 0.50	0.94
z Strato	<b>Materiale alluv</b>	-8.00 -8.00	-8.00	-8.00 -8.00	-8.00
z Strato	<b>Litof sabb</b>	-16.00 -16.00	-16.00	-16.00 -16.00	-16.00
z Strato	<b>Litofacies cong</b>	-1000.00 -1000.00	-1000.00	-1000.00 -1000.00	-1000.00

### Posizione degli elementi

Numero	x da [m]	z da [m]	x a [m]	z a [m]	Larghezza [m]	Resist. a taglio [kN/m <sup>2</sup> ]
1	80.86	25.94	143.36	0.94	0.30	1000.00
2	143.36	0.94	143.36	-30.00	1.00	1000.00

### Carichi unici

Tutti i carichi si intendono per 1 m di lunghezza

Caso car.	q	$x_A$	$x_E$	$z_Q$	$\gamma$	$\psi$
1 Q	20.0	74.9	80.9	25.94	1.30	1.00

### Range di conci

da x [m]	a x [m]	Larghezza [m]
-10000.00	10000.00	1.00

**Coefficienti di sicurezza parziali (GEO) per Ap. 1**

$\gamma$	G	Q	W	E	$\varphi$	c	$c_u$	$R_a$	$R_e$	R
	1.00	1.30	1.00	1.30	1.25	1.25	1.40	1.20	1.30	1.10

 $\gamma$ - Coeff. di sicurezza parziale per...

G	Carichi permanenti
Q	Carichi variabili
W	Pressione dell'acqua
E	Sisma
$\varphi$	Coefficiente di attrito $\tan(\varphi)$
c	Coazione c
$c_u$	Coazione non drenata $c_u$
$R_a$	Ancoraggi
$R_e$	Resistenti a taglio
R	Resistenze

**Verifica di sicurezza (metodo di Krey-Bishop)**

Griglia con x da 104.50 m a 151.00 m, z da 19.50 m a 34.50 m

 $\Delta x = 1.00$  m,  $\Delta z = 1.00$  m,con raggio da R = 5.00 m a 30.00 m,  $\Delta R = 1.00$  m**Caso di carico 1**

Corpo di scorrimento da x = 90.45 a 138.53 m

Cerchio scor.:  $x_M = 126.00$  m,  $z_M = 41.25$  m, R = 40.38 m**Calcolo delle componenti dei conchi**

$x_M$	Largh. b	Peso- proprio	Sovraccar. [kN/m]	Sovraccar. acqua [kN/m]	$\varphi$ [gradi]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\vartheta$ [gradi]
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[gradi]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[gradi]
90.73	0.55	3.99	0.00	0.00	36.00	0.5	-60.88
91.50	1.00	26.53	0.00	0.00	36.00	0.5	-58.70
92.50	1.00	48.67	0.00	0.00	36.00	0.5	-56.07
93.50	1.00	68.07	0.00	0.00	36.00	0.5	-53.61
94.50	1.00	85.20	0.00	0.00	36.00	0.5	-51.28
95.50	1.00	100.39	0.00	0.00	36.00	0.5	-49.06
96.50	1.00	113.91	0.00	0.00	36.00	0.5	-46.94
97.50	1.00	125.94	0.00	0.00	36.00	0.5	-44.90
98.50	1.00	136.64	0.00	0.00	36.00	0.5	-42.93
99.50	1.00	146.14	0.00	0.00	36.00	0.5	-41.02
100.50	1.00	154.54	0.00	0.00	36.00	0.5	-39.17
101.50	1.00	161.93	0.00	0.00	36.00	0.5	-37.36
102.50	1.00	168.38	0.00	0.00	36.00	0.5	-35.59
103.50	1.00	173.96	0.00	0.00	36.00	0.5	-33.87
104.50	1.00	178.71	0.00	0.00	36.00	0.5	-32.18
105.50	1.00	182.69	0.00	0.00	36.00	0.5	-30.51
106.50	1.00	185.92	0.00	0.00	36.00	0.5	-28.88
107.50	1.00	188.46	0.00	0.00	36.00	0.5	-27.27
108.50	1.00	190.33	0.00	0.00	36.00	0.5	-25.69
109.50	1.00	191.55	0.00	0.00	36.00	0.5	-24.12
110.50	1.00	192.15	0.00	0.00	36.00	0.5	-22.58
111.50	1.00	192.16	0.00	0.00	36.00	0.5	-21.05
112.50	1.00	191.58	0.00	0.00	36.00	0.5	-19.53
113.50	1.00	190.45	0.00	0.00	36.00	0.5	-18.03
114.50	1.00	188.76	0.00	0.00	36.00	0.5	-16.55
115.50	1.00	186.54	0.00	0.00	36.00	0.5	-15.07
116.50	1.00	183.80	0.00	0.00	36.00	0.5	-13.61
117.50	1.00	180.55	0.00	0.00	36.00	0.5	-12.15
118.50	1.00	176.79	0.00	0.00	36.00	0.5	-10.71
119.50	1.00	172.53	0.00	0.00	36.00	0.5	-9.26
120.50	1.00	167.79	0.00	0.00	36.00	0.5	-7.83



$x_M$	Largh. b	Peso- proprio	Sovraccar.	Sovraccar. acqua	$\varphi$	c	$\vartheta$
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[gradi]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[gradi]
121.50	1.00	162.56	0.00	0.00	36.00	0.5	-6.40
122.50	1.00	156.85	0.00	0.00	36.00	0.5	-4.97
123.50	1.00	150.67	0.00	0.00	36.00	0.5	-3.55
124.50	1.00	144.01	0.00	0.00	36.00	0.5	-2.13
125.50	1.00	136.88	0.00	0.00	36.00	0.5	-0.71
126.50	1.00	129.28	0.00	0.00	36.00	0.5	0.71
127.50	1.00	121.21	0.00	0.00	36.00	0.5	2.13
128.50	1.00	112.67	0.00	0.00	36.00	0.5	3.55
129.50	1.00	103.65	0.00	0.00	36.00	0.5	4.97
130.50	1.00	94.16	0.00	0.00	36.00	0.5	6.40
131.50	1.00	84.19	0.00	0.00	36.00	0.5	7.83
132.50	1.00	73.73	0.00	0.00	36.00	0.5	9.26
133.50	1.00	62.79	0.00	0.00	36.00	0.5	10.71
134.50	1.00	51.35	0.00	0.00	36.00	0.5	12.15
135.50	1.00	39.40	0.00	0.00	36.00	0.5	13.61
136.50	1.00	26.94	0.00	0.00	36.00	0.5	15.07
137.50	1.00	13.96	0.00	0.00	36.00	0.5	16.55
138.27	0.53	1.96	0.00	0.00	36.00	0.5	17.69

$x_M$	$R^*T_i$	$R^*G^*$ sin( $\vartheta$ )
[m]	[kNm/m]	[kNm/m]
90.73	122.60	140.86
91.50	737.74	915.41
92.50	1287.03	1630.40
93.50	1734.82	2212.25
94.50	2106.12	2683.77
95.50	2417.79	3062.04
96.50	2681.67	3360.34
97.50	2906.40	3589.29
98.50	3098.41	3757.66
99.50	3262.63	3872.77
100.50	3402.92	3940.87
101.50	3522.30	3967.38
102.50	3623.22	3957.05
103.50	3707.64	3914.09
104.50	3777.18	3842.29
105.50	3833.15	3745.07
106.50	3876.66	3625.52
107.50	3908.61	3486.52
108.50	3929.75	3330.72
109.50	3940.69	3160.56
110.50	3941.95	2978.36
111.50	3933.94	2786.28
112.50	3916.99	2586.37
113.50	3891.37	2380.58
114.50	3857.26	2170.76
115.50	3814.80	1958.70
116.50	3764.07	1746.11
117.50	3705.10	1534.65
118.50	3637.86	1325.91
119.50	3562.29	1121.47
120.50	3478.26	922.84
121.50	3385.62	731.53
122.50	3284.15	548.99
123.50	3173.57	376.67
124.50	3053.59	216.02
125.50	2923.81	68.44

$x_M$	$R^*T_i$	$R^*G^*$ $\sin(\varphi)$
[m]	[kNm/m]	[kNm/m]
126.50	2783.81	-64.64
127.50	2633.08	-181.82
128.50	2471.04	-281.67
129.50	2297.05	-362.79
130.50	2110.36	-423.73
131.50	1910.11	-463.04
132.50	1695.35	-479.27
133.50	1464.97	-470.91
134.50	1217.73	-436.45
135.50	952.20	-374.31
136.50	666.75	-282.90
137.50	359.52	-160.56
138.27	57.89	-24.03

Somme:

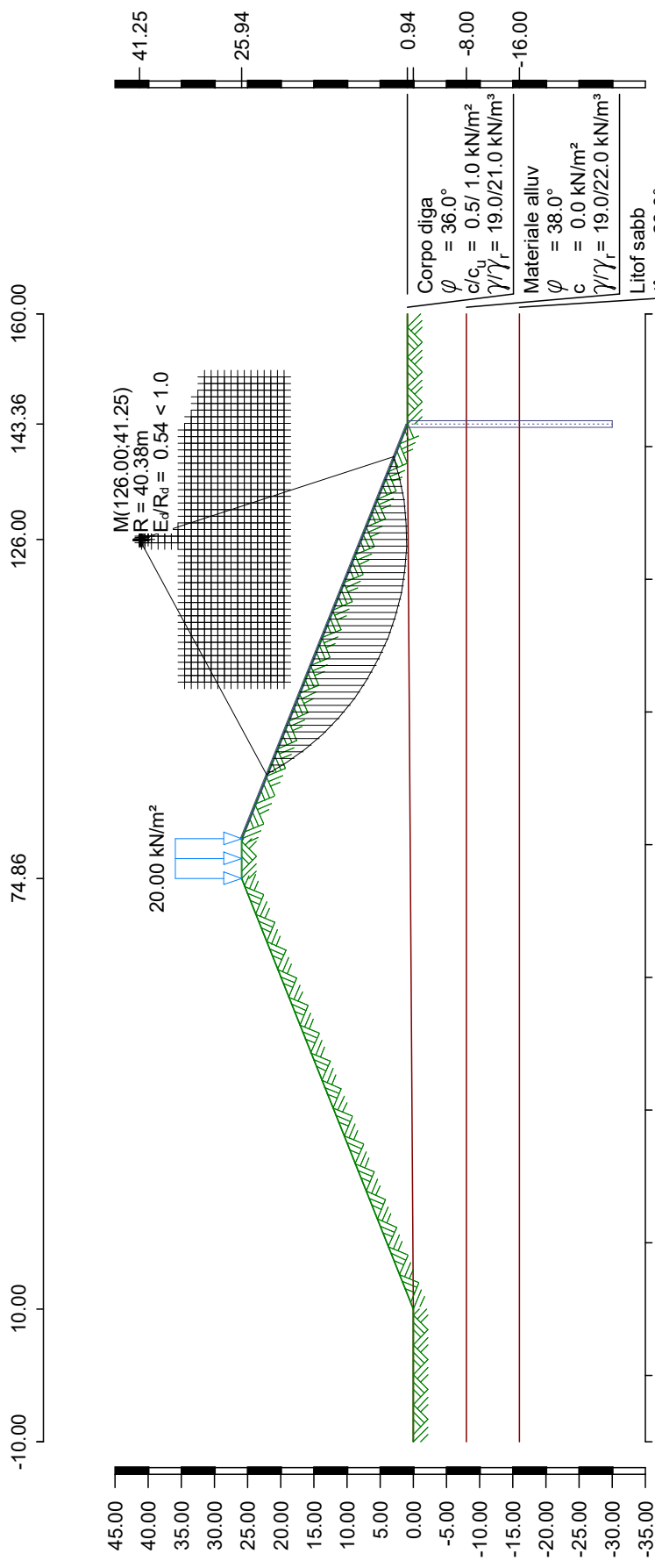
1.36E+05 81642.42

**Azione di elementi**

Res. taglio./ $\eta$	Lungh.taglio	Braccio	Forza taglio	$M_{res.}$
[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[kN/m]	[kNm/m]
414.66	0.94	40.38	387.96	15663.82

Forze agenti  $E_d = 81642.42$  kNForze resistenti  $R_d = 151485.63$  kN $E_d/R_d = 0.54 < 1.0$ 

\*\*\* verifica soddisfatta \*\*\*

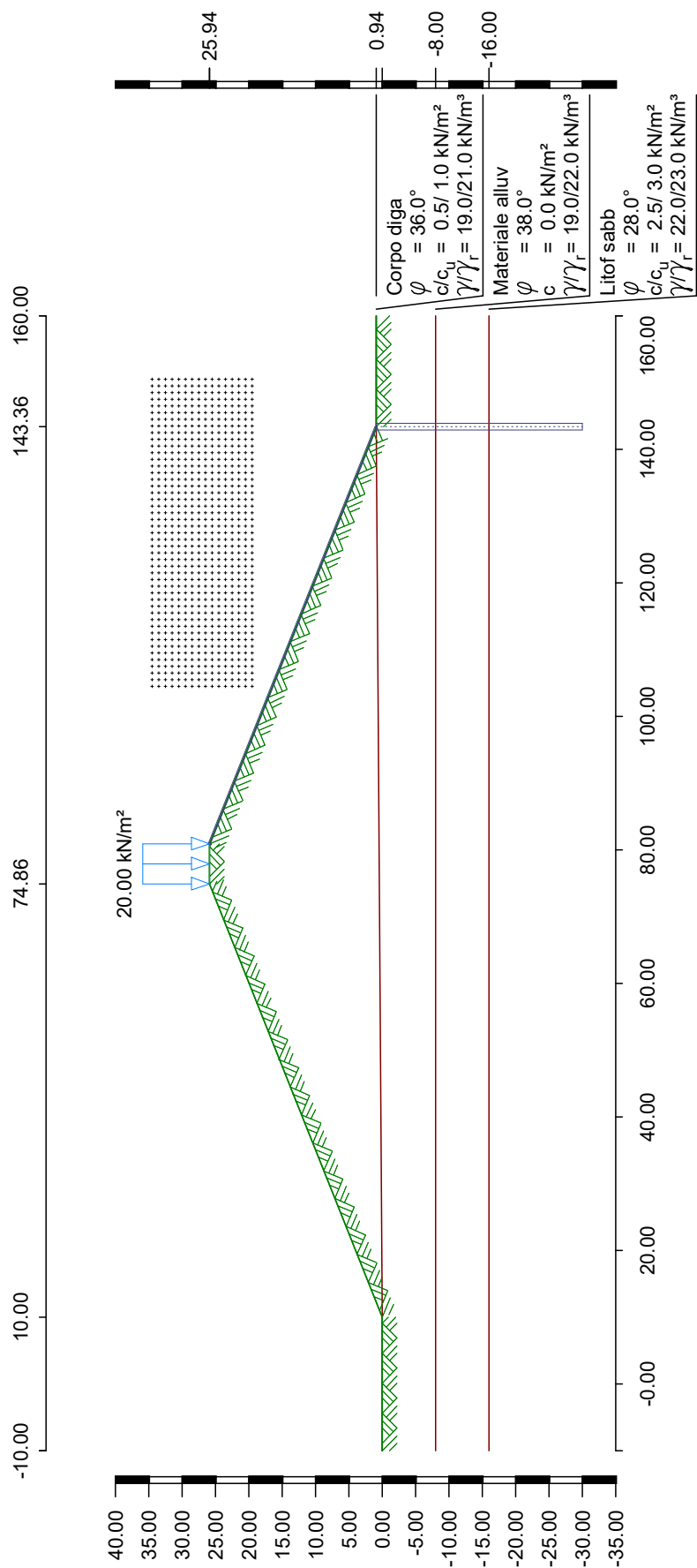


**Corpo diga**  
 $\phi = 36.0^\circ$   
 $c/c_u = 0.5 / 1.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma_r = 19.0/21.0 \text{ kN/m}^3$

**Materiale alluv**  
 $\phi = 38.0^\circ$   
 $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma_r = 19.0/22.0 \text{ kN/m}^3$

**Litof sabb**  
 $\phi = 28.0^\circ$   
 $c/c_u = 2.5 / 3.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma_r = 22.0/23.0 \text{ kN/m}^3$

**Litofacies cong**  
 $\phi = 40.0^\circ$   
 $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma_r = 23.0/24.0 \text{ kN/m}^3$



File input: T:\Projetto\2011\11\_213\_PSKW\_Ruoti\stat\berec\DC\_Böschung\Invaso\_di\_valle\Inv\_valle-SEZ\_H-H-Verifica\_2-Fine\_cost-Serb\_vuoto-Paramento\_acqua-Sisma\_01.dbb

## Calcolo secondo: UNI EN 1997-1 (Eurocode 7) e NTC 2018

Calcolo con approccio 1  
combinazione con fattori di sicurezza dei gruppi A2 + M2 + R1

Parametri degli strati		Corpo diga	Materiale alluv	Litof sabb	
		Litofacies cong			
Angolo attrito cal $\varphi'$	[gradi]	36.00 40.00	38.00	28.00	
Coesione cal $c'$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.5 0.0	0.0	2.5	
Coesione non drenata $c_u$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.0 0.0	0.0	3.0	
Peso spec. terreno	[kN/m <sup>3</sup> ]	19.0 23.0	19.0	22.0	
Peso spec. saturo	[kN/m <sup>3</sup> ]	21.0 24.0	22.0	23.0	
Peso spec. sotto spinta	[kN/m <sup>3</sup> ]	9.0 13.0	9.0	12.0	
Fattore sismico	1.0	1.0 1.0	1.0		
Andamento del terreno e degli strati					
x [m]		-10.00 160.00	10.00	74.86 80.86	143.36
z Terreno		0.00 0.94	0.00	25.94 25.94	0.94
z Strato	<b>Corpo diga</b>	0.00 0.94	0.00	0.46 0.50	0.94
z Strato	<b>Materiale alluv</b>	-8.00 -8.00	-8.00	-8.00 -8.00	-8.00
z Strato	<b>Litof sabb</b>	-16.00 -16.00	-16.00	-16.00 -16.00	-16.00
z Strato	<b>Litofacies cong</b>	-1000.00 -1000.00	-1000.00	-1000.00 -1000.00	-1000.00

### Posizione degli elementi

Numero	x da [m]	z da [m]	x a [m]	z a [m]	Larghezza [m]	Resist. a taglio [kN/m <sup>2</sup> ]
1	80.86	25.94	143.36	0.94	0.30	1000.00
2	143.36	0.94	143.36	-30.00	1.00	1000.00

### Carichi unici

Tutti i carichi si intendono per 1 m di lunghezza

Caso car.	q	$x_A$	$x_E$	$z_Q$	$\gamma$	$\psi$
1 Q	20.0	74.9	80.9	25.94	1.30	1.00

### Calcolo con carichi sismici secondo Eurocode 8, SP-E

$$k_H/S = a_g/g = 0.200$$

$$k_V/S = a_{vg}/g = 0.100$$

### Range di concii

da x [m]	a x [m]	Larghezza [m]
-10000.00	10000.00	1.00

**Coefficienti di sicurezza parziali (GEO) per Ap. 1**

$\gamma$ -	G	Q	W	E	$\varphi$	c	$c_u$	$R_a$	$R_e$	R
SP-E	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.40	1.40	1.00	1.00	1.00

 $\gamma$ - Coeff. di sicurezza parziale per...

G	Carichi permanenti
Q	Carichi variabili
W	Pressione dell'acqua
E	Sisma
$\varphi$	Coefficiente di attrito $\tan(\varphi)$
c	Coazione c
$c_u$	Coazione non drenata $c_u$
$R_a$	Ancoraggi
$R_e$	Resistenti a taglio
R	Resistenze

**Verifica di sicurezza (metodo di Krey-Bishop)**

Griglia con x da 104.50 m a 151.00 m, z da 19.50 m a 34.50 m

 $\Delta x = 1.00$  m,  $\Delta z = 1.00$  m,con raggio da R = 5.00 m a 30.00 m,  $\Delta R = 1.00$  m**Caso di carico 1**

Corpo di scorrimento da x = 80.40 a 131.21 m

Cerchio scor.:  $x_M = 117.25$  m,  $z_M = 44.75$  m, R = 41.38 m**Calcolo delle componenti dei concii**

$x_M$	Largh. b	Peso- proprio	Sovraccar. [kN/m]	Sovraccar. acqua [kN/m]	$\varphi$ [gradi]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\vartheta$ [gradi]
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[gradi]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[gradi]
80.70	0.60	6.49	12.01	0.00	36.00	0.5	-62.06
81.50	1.00	33.26	0.00	0.00	36.00	0.5	-59.77
82.50	1.00	56.65	0.00	0.00	36.00	0.5	-57.13
83.50	1.00	77.14	0.00	0.00	36.00	0.5	-54.66
84.50	1.00	95.23	0.00	0.00	36.00	0.5	-52.33
85.50	1.00	111.30	0.00	0.00	36.00	0.5	-50.12
86.50	1.00	125.62	0.00	0.00	36.00	0.5	-48.00
87.50	1.00	138.40	0.00	0.00	36.00	0.5	-45.97
88.50	1.00	149.80	0.00	0.00	36.00	0.5	-44.02
89.50	1.00	159.97	0.00	0.00	36.00	0.5	-42.12
90.50	1.00	169.01	0.00	0.00	36.00	0.5	-40.28
91.50	1.00	177.01	0.00	0.00	36.00	0.5	-38.49
92.50	1.00	184.06	0.00	0.00	36.00	0.5	-36.74
93.50	1.00	190.21	0.00	0.00	36.00	0.5	-35.03
94.50	1.00	195.52	0.00	0.00	36.00	0.5	-33.36
95.50	1.00	200.04	0.00	0.00	36.00	0.5	-31.71
96.50	1.00	203.82	0.00	0.00	36.00	0.5	-30.10
97.50	1.00	206.89	0.00	0.00	36.00	0.5	-28.51
98.50	1.00	209.28	0.00	0.00	36.00	0.5	-26.95
99.50	1.00	211.02	0.00	0.00	36.00	0.5	-25.40
100.50	1.00	212.13	0.00	0.00	36.00	0.5	-23.88
101.50	1.00	212.65	0.00	0.00	36.00	0.5	-22.37
102.50	1.00	212.59	0.00	0.00	36.00	0.5	-20.89
103.50	1.00	211.96	0.00	0.00	36.00	0.5	-19.41
104.50	1.00	210.78	0.00	0.00	36.00	0.5	-17.95
105.50	1.00	209.07	0.00	0.00	36.00	0.5	-16.50
106.50	1.00	206.84	0.00	0.00	36.00	0.5	-15.06
107.50	1.00	204.10	0.00	0.00	36.00	0.5	-13.63
108.50	1.00	200.86	0.00	0.00	36.00	0.5	-12.21
109.50	1.00	197.13	0.00	0.00	36.00	0.5	-10.80
110.50	1.00	192.91	0.00	0.00	36.00	0.5	-9.39

$x_M$	Largh. b	Peso-proprio	Sovraccar.	Sovraccar. acqua	$\varphi$	c	$\vartheta$
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[gradi]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[gradi]
111.50	1.00	188.21	0.00	0.00	36.00	0.5	-7.99
112.50	1.00	183.04	0.00	0.00	36.00	0.5	-6.59
113.50	1.00	177.41	0.00	0.00	36.00	0.5	-5.20
114.50	1.00	171.30	0.00	0.00	36.00	0.5	-3.81
115.50	1.00	164.74	0.00	0.00	36.00	0.5	-2.42
116.50	1.00	157.71	0.00	0.00	36.00	0.5	-1.04
117.50	1.00	150.23	0.00	0.00	36.00	0.5	0.35
118.50	1.00	142.28	0.00	0.00	36.00	0.5	1.73
119.50	1.00	133.88	0.00	0.00	36.00	0.5	3.12
120.50	1.00	125.01	0.00	0.00	36.00	0.5	4.51
121.50	1.00	115.68	0.00	0.00	36.00	0.5	5.90
122.50	1.00	105.89	0.00	0.00	36.00	0.5	7.29
123.50	1.00	95.62	0.00	0.00	36.00	0.5	8.69
124.50	1.00	84.88	0.00	0.00	36.00	0.5	10.09
125.50	1.00	73.65	0.00	0.00	36.00	0.5	11.50
126.50	1.00	61.94	0.00	0.00	36.00	0.5	12.92
127.50	1.00	49.73	0.00	0.00	36.00	0.5	14.34
128.50	1.00	37.02	0.00	0.00	36.00	0.5	15.78
129.50	1.00	23.79	0.00	0.00	36.00	0.5	17.22
130.50	1.00	10.04	0.00	0.00	36.00	0.5	18.68
131.10	0.21	0.31	0.00	0.00	36.00	0.5	19.56

$x_M$	Carico-sism. V	Carico-sism. H	R*T <sub>i</sub>	R*G* sin( $\vartheta$ )
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kNm/m]
80.70	-0.32	0.65	556.72	677.01
81.50	-1.66	3.33	934.64	1196.18
82.50	-2.83	5.67	1523.74	1989.15
83.50	-3.86	7.71	2006.43	2642.33
84.50	-4.76	9.52	2409.08	3179.93
85.50	-5.57	11.13	2749.37	3619.85
86.50	-6.28	12.56	3039.70	3975.90
87.50	-6.92	13.84	3289.07	4259.02
88.50	-7.49	14.98	3504.21	4478.17
89.50	-8.00	16.00	3690.28	4640.80
90.50	-8.45	16.90	3851.27	4753.25
91.50	-8.85	17.70	3990.36	4820.96
92.50	-9.20	18.41	4110.10	4848.71
93.50	-9.51	19.02	4212.56	4840.70
94.50	-9.78	19.55	4299.42	4800.71
95.50	-10.00	20.00	4372.08	4732.12
96.50	-10.19	20.38	4431.68	4638.00
97.50	-10.34	20.69	4479.19	4521.19
98.50	-10.46	20.93	4515.40	4384.29
99.50	-10.55	21.10	4540.98	4229.70
100.50	-10.61	21.21	4556.46	4059.67
101.50	-10.63	21.26	4562.31	3876.33
102.50	-10.63	21.26	4558.87	3681.66
103.50	-10.60	21.20	4546.45	3477.55
104.50	-10.54	21.08	4525.26	3265.80
105.50	-10.45	20.91	4495.47	3048.12
106.50	-10.34	20.68	4457.17	2826.16
107.50	-10.21	20.41	4410.42	2601.51
108.50	-10.04	20.09	4355.22	2375.70
109.50	-9.86	19.71	4291.53	2150.22
110.50	-9.65	19.29	4219.25	1926.53
111.50	-9.41	18.82	4138.25	1706.03
112.50	-9.15	18.30	4048.33	1490.12

$x_M$ [m]	Carico- sism. V [kN/m]	Carico- sism. H [kN/m]	$R^*T_i$ [kNm/m]	$R^*G^*$ $\sin(\varphi)$ [kNm/m]
113.50	-8.87	17.74	3949.25	1280.15
114.50	-8.57	17.13	3840.74	1077.47
115.50	-8.24	16.47	3722.44	883.42
116.50	-7.89	15.77	3593.96	699.31
117.50	-7.51	15.02	3454.83	526.45
118.50	-7.11	14.23	3304.52	366.16
119.50	-6.69	13.39	3142.41	219.74
120.50	-6.25	12.50	2967.82	88.51
121.50	-5.78	11.57	2779.96	-26.21
122.50	-5.29	10.59	2577.95	-123.08
123.50	-4.78	9.56	2360.75	-200.74
124.50	-4.24	8.49	2127.23	-257.83
125.50	-3.68	7.37	1876.07	-292.94
126.50	-3.10	6.19	1605.79	-304.63
127.50	-2.49	4.97	1314.68	-291.45
128.50	-1.85	3.70	1000.77	-251.88
129.50	-1.19	2.38	661.83	-184.36
130.50	-0.50	1.00	295.24	-87.27
131.10	-0.02	0.03	12.51	-2.89

Somme:

1.68E+05

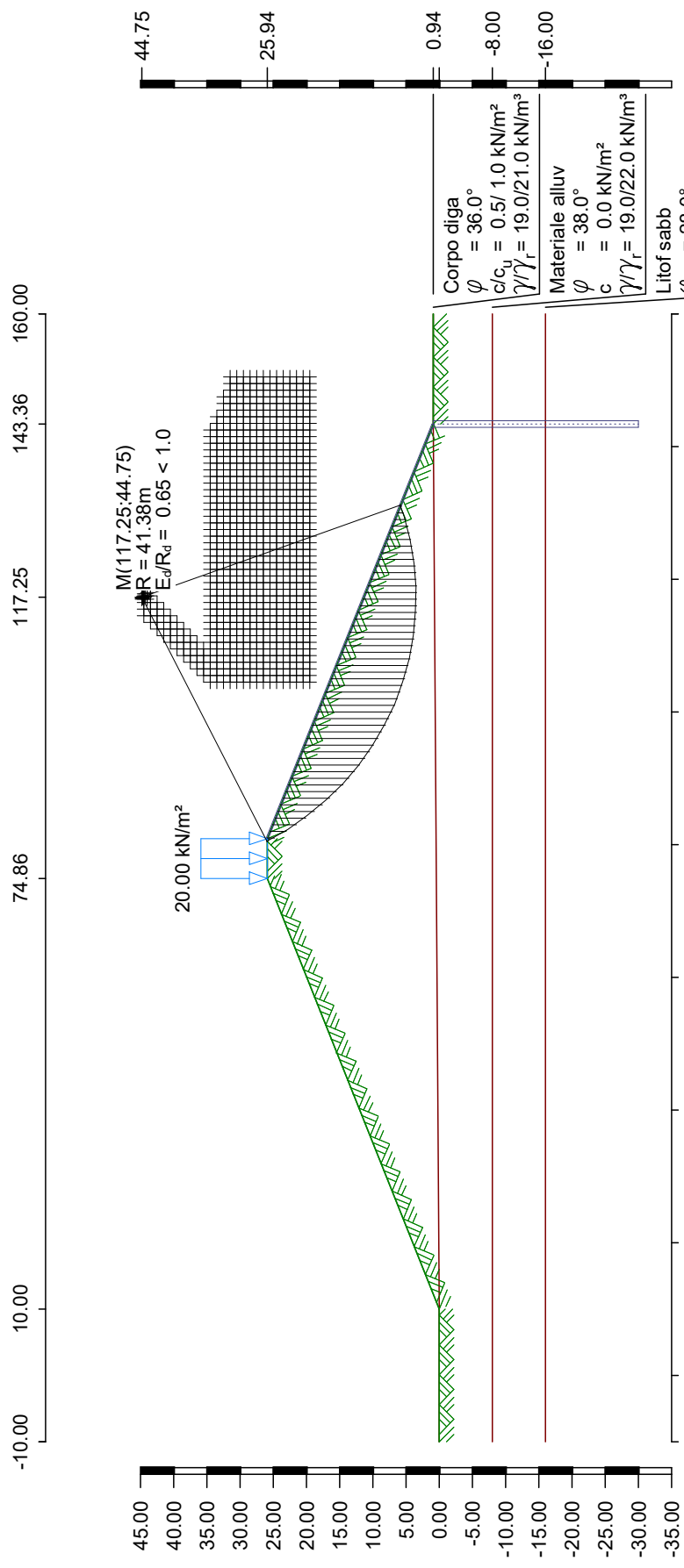
1.17E+05

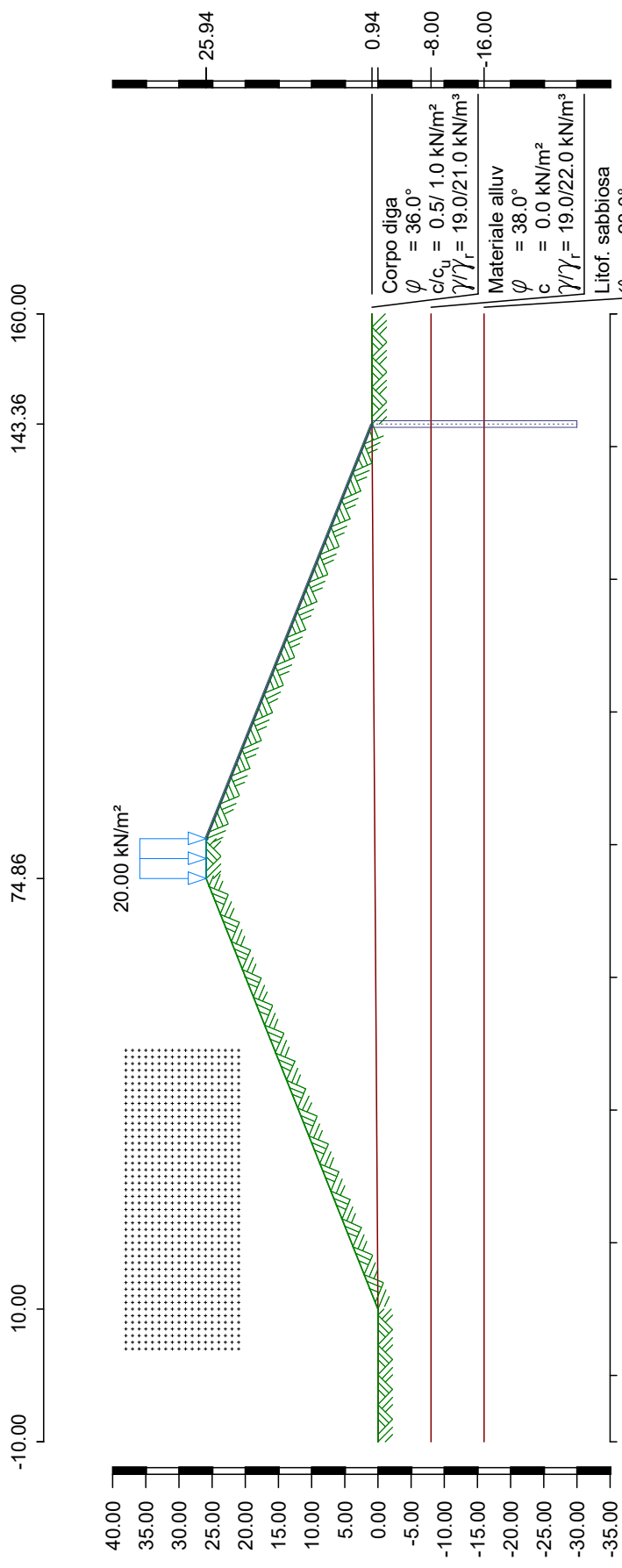
**Azione di elementi**

Res. taglio./ $\eta$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Lungh.taglio [m]	Braccio [m]	Forza taglio [kN/m]	$M_{res.}$ [kNm/m]
648.06	0.45	41.38	293.31	12135.53

Forze agenti  $E_d = 116831.34$  kNForze resistenti  $R_d = 180395.55$  kN **$E_d/R_d = 0.65 < 1.0$** **\*\*\* verifica soddisfatta \*\*\***







**Corpo diga**  
 $\phi = 36.0^\circ$   
 $c/c_u = 0.5/1.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma_r = 19.0/21.0 \text{ kN/m}^3$

**Materiale alluv**  
 $\phi = 38.0^\circ$   
 $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma_r = 19.0/22.0 \text{ kN/m}^3$

**Litof. sabbiosa**  
 $\phi = 28.0^\circ$   
 $c/c_u = 2.5/3.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma_r = 22.0/23.0 \text{ kN/m}^3$

**Litofacies cong**  
 $\phi = 40.0^\circ$   
 $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma_r = 23.0/24.0 \text{ kN/m}^3$

File input: T:\Projetke\2011\11\_213\_PSKW\_Ruoti\stat\berec\DC\_Böschung\Invaso\_di\_valle\Inv\_valle-SEZ\_H-H-Verifica\_3-Fine\_cost-Serb\_vuoto-Paramento\_aria-No\_sisma\_01.dbb

## Calcolo secondo: UNI EN 1997-1 (Eurocode 7) e NTC 2018

Calcolo con approccio 1  
combinazione con fattori di sicurezza dei gruppi A2 + M2 + R1

Parametri degli strati		Corpo diga	Materiale alluv	Litof. sabbiosa	
		Litofacies cong			
Angolo attrito cal $\phi'$	[gradi]	36.00 40.00	38.00	28.00	
Coesione cal $c'$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.5 0.0	0.0	2.5	
Coesione non drenata $c_u$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.0 0.0	0.0	3.0	
Peso spec. terreno	[kN/m <sup>3</sup> ]	19.0 23.0	19.0	22.0	
Peso spec. saturo	[kN/m <sup>3</sup> ]	21.0 24.0	22.0	23.0	
Peso spec. sotto spinta	[kN/m <sup>3</sup> ]	9.0 13.0	9.0	12.0	
Andamento del terreno e degli strati					
x [m]		-10.00 160.00	10.00	74.86 80.86	143.36
z Terreno		0.00 0.94	0.00	25.94 25.94	0.94
z Strato	<b>Corpo diga</b>	0.00 0.94	0.00	0.46 0.50	0.94
z Strato	<b>Materiale alluv</b>	-8.00 -8.00	-8.00	-8.00 -8.00	-8.00
z Strato	<b>Litof. sabbiosa</b>	-16.00 -16.00	-16.00	-16.00 -16.00	-16.00
z Strato	<b>Litofacies cong</b>	-1000.00 -1000.00	-1000.00	-1000.00 -1000.00	-1000.00

### Posizione degli elementi

Numero	x da [m]	z da [m]	x a [m]	z a [m]	Larghezza [m]	Resist. a taglio [kN/m <sup>2</sup> ]
1	80.86	25.94	143.36	0.94	0.30	1000.00
2	143.36	0.94	143.36	-30.00	1.00	1000.00

### Carichi unici

Tutti i carichi si intendono per 1 m di lunghezza

Caso car.	q	$x_A$	$x_E$	$z_Q$	$\gamma$	$\psi$
1 Q	20.0	74.9	80.9	25.94	1.30	1.00

### Range di concii

da x [m]	a x [m]	Larghezza [m]
-10000.00	10000.00	1.00

**Coefficienti di sicurezza parziali (GEO) per Ap. 1**

$\gamma$	G	Q	W	E	$\varphi$	c	$c_u$	$R_a$	$R_e$	R
	1.00	1.30	1.00	1.30	1.25	1.25	1.40	1.20	1.30	1.10

 $\gamma$ - Coeff. di sicurezza parziale per...

G	Carichi permanenti
Q	Carichi variabili
W	Pressione dell'acqua
E	Sisma
$\varphi$	Coefficiente di attrito $\tan(\varphi)$
c	Coazione c
$c_u$	Coazione non drenata $c_u$
$R_a$	Ancoraggi
$R_e$	Resistenti a taglio
R	Resistenze

**Verifica di sicurezza (metodo di Krey-Bishop)**

Griglia con x da 4.00 m a 49.50 m, z da 21.00 m a 38.50 m

 $\Delta x = 1.00$  m,  $\Delta z = 1.00$  m,con raggio da R = 5.00 m a 30.00 m,  $\Delta R = 1.00$  m**Caso di carico 1**

Corpo di scorrimento da x = 24.48 a 42.28 m

Cerchio scor.:  $x_M = 21.88$  m,  $z_M = 38.13$  m, R = 32.44 m**Calcolo delle componenti dei concii**

$x_M$	Largh. b	Peso- proprio [kN/m]	Sovraccar. [kN/m]	Sovraccar. acqua [kN/m]	$\varphi$ [gradi]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\vartheta$ [gradi]
24.74	0.52	0.79	0.00	0.00	36.00	0.5	5.07
25.50	1.00	5.82	0.00	0.00	36.00	0.5	6.42
26.50	1.00	10.98	0.00	0.00	36.00	0.5	8.20
27.50	1.00	15.54	0.00	0.00	36.00	0.5	9.99
28.50	1.00	19.49	0.00	0.00	36.00	0.5	11.78
29.50	1.00	22.81	0.00	0.00	36.00	0.5	13.60
30.50	1.00	25.49	0.00	0.00	36.00	0.5	15.42
31.50	1.00	27.51	0.00	0.00	36.00	0.5	17.26
32.50	1.00	28.87	0.00	0.00	36.00	0.5	19.12
33.50	1.00	29.53	0.00	0.00	36.00	0.5	21.00
34.50	1.00	29.47	0.00	0.00	36.00	0.5	22.91
35.50	1.00	28.65	0.00	0.00	36.00	0.5	24.84
36.50	1.00	27.06	0.00	0.00	36.00	0.5	26.80
37.50	1.00	24.64	0.00	0.00	36.00	0.5	28.80
38.50	1.00	21.34	0.00	0.00	36.00	0.5	30.83
39.50	1.00	17.13	0.00	0.00	36.00	0.5	32.91
40.50	1.00	11.92	0.00	0.00	36.00	0.5	35.04
41.50	1.00	5.63	0.00	0.00	36.00	0.5	37.23
42.14	0.28	0.30	0.00	0.00	36.00	0.5	38.66
$x_M$						$R \cdot T_i$	$R \cdot G^* \sin(\vartheta)$
[m]						[kNm/m]	[kNm/m]
24.74						19.06	2.27
25.50						107.27	21.10
26.50						190.72	50.80
27.50						263.22	87.42
28.50						325.08	129.09
29.50						376.51	173.89
30.50						417.60	219.82
31.50						448.37	264.82

$x_M$	$R^*T_i$	$R^*G^*$
[m]	[kNm/m]	$\sin(\varphi)$ [kNm/m]
32.50	468.75	306.72
33.50	478.52	343.25
34.50	477.39	372.00
35.50	464.91	390.41
36.50	440.48	395.72
37.50	403.35	384.95
38.50	352.51	354.85
39.50	286.72	301.84
40.50	204.38	221.92
41.50	103.49	110.58
42.14	8.19	6.14

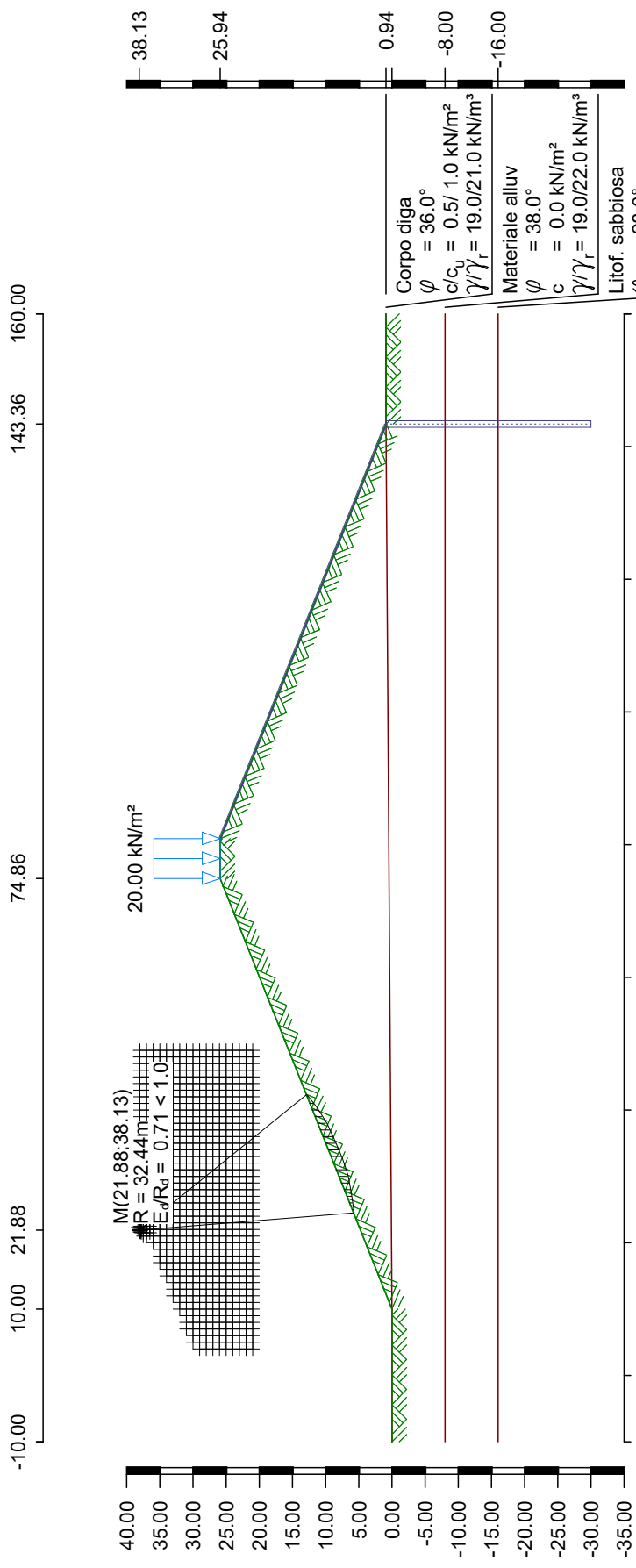
Somme:

5836.52

4137.58

Forze agenti  $E_d = 4137.58$  kNForze resistenti  $R_d = 5836.52$  kN $E_d/R_d = 0.71 < 1.0$ 

\*\*\* verifica soddisfatta \*\*\*



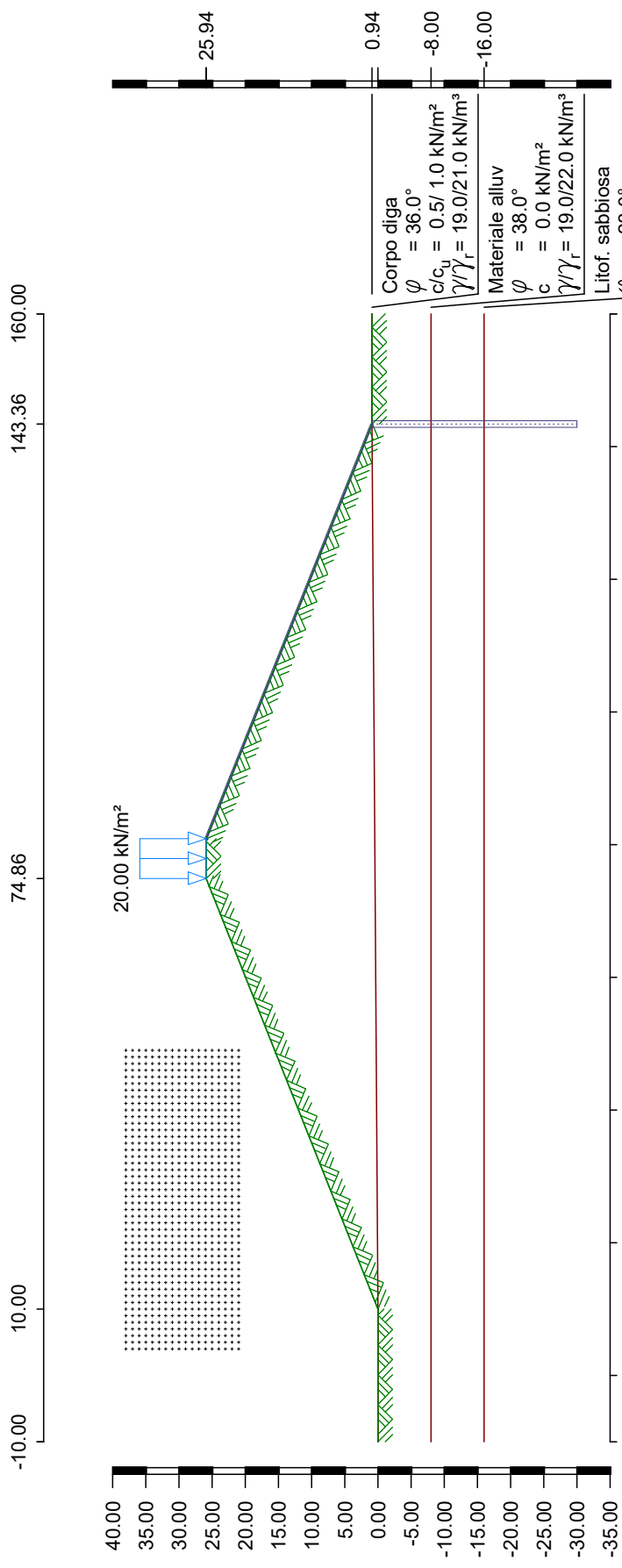
**Corpo diga**  
 $\phi = 36.0^\circ$   
 $c/c_u = 0.5/ 1.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma_r = 19.0/21.0 \text{ kN/m}^3$

**Materiale alluv**  
 $\phi = 38.0^\circ$   
 $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma_r = 19.0/22.0 \text{ kN/m}^3$

**Litof. sabbiosa**  
 $\phi = 28.0^\circ$   
 $c/c_u = 2.5/ 3.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma_r = 22.0/23.0 \text{ kN/m}^3$

**Litofacies cong**  
 $\phi = 40.0^\circ$   
 $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma_r = 23.0/24.0 \text{ kN/m}^3$

Pagina	5
Caso car.	1
Scala :	1: 1000



File input: T:\Projetto\2011\11\_213\_PSKW\_Ruoti\stat\berec\DC\_Böschung\Invaso\_di\_valle\Inv\_valle-SEZ\_H-H-Verifica\_4-Fine\_cost-Serb\_vuoto-Paramento\_aria-Sisma\_01.dbb

## Calcolo secondo: UNI EN 1997-1 (Eurocode 7) e NTC 2018

Calcolo con approccio 1  
combinazione con fattori di sicurezza dei gruppi A2 + M2 + R1

Parametri degli strati		Corpo diga	Materiale alluv	Litof. sabbiosa	
		Litofacies cong			
Angolo attrito cal $\varphi'$	[gradi]	36.00 40.00	38.00	28.00	
Coesione cal $c'$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.5 0.0	0.0	2.5	
Coesione non drenata $c_u$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.0 0.0	0.0	3.0	
Peso spec. terreno	[kN/m <sup>3</sup> ]	19.0 23.0	19.0	22.0	
Peso spec. saturo	[kN/m <sup>3</sup> ]	21.0 24.0	22.0	23.0	
Peso spec. sotto spinta	[kN/m <sup>3</sup> ]	9.0 13.0	9.0	12.0	
Fattore sismico	1.0	1.0 1.0	1.0		
Andamento del terreno e degli strati					
x [m]		-10.00 160.00	10.00	74.86 80.86	143.36
z Terreno		0.00 0.94	0.00	25.94 25.94	0.94
z Strato	<b>Corpo diga</b>	0.00 0.94	0.00	0.46 0.50	0.94
z Strato	<b>Materiale alluv</b>	-8.00 -8.00	-8.00	-8.00 -8.00	-8.00
z Strato	<b>Litof. sabbiosa</b>	-16.00 -16.00	-16.00	-16.00 -16.00	-16.00
z Strato	<b>Litofacies cong</b>	-1000.00 -1000.00	-1000.00	-1000.00 -1000.00	-1000.00

### Posizione degli elementi

Numero	x da [m]	z da [m]	x a [m]	z a [m]	Larghezza [m]	Resist. a taglio [kN/m <sup>2</sup> ]
1	80.86	25.94	143.36	0.94	0.30	1000.00
2	143.36	0.94	143.36	-30.00	1.00	1000.00

### Carichi unici

Tutti i carichi si intendono per 1 m di lunghezza

Caso car.	q	$x_A$	$x_E$	$z_Q$	$\gamma$	$\psi$
1 Q	20.0	74.9	80.9	25.94	1.30	1.00

### Calcolo con carichi sismici secondo Eurocode 8, SP-E

$$k_H/S = a_g/g = 0.200$$

$$k_V/S = a_{vg}/g = 0.100$$

### Range di concii

da x [m]	a x [m]	Larghezza [m]
-10000.00	10000.00	1.00



**Coefficienti di sicurezza parziali (GEO) per Ap. 1**

$\gamma$ -	G	Q	W	E	$\varphi$	c	$c_u$	$R_a$	$R_e$	R
SP-E	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.40	1.40	1.00	1.00	1.00

 $\gamma$ - Coeff. di sicurezza parziale per...

G	Carichi permanenti
Q	Carichi variabili
W	Pressione dell'acqua
E	Sisma
$\varphi$	Coefficiente di attrito $\tan(\varphi)$
c	Coazione c
$c_u$	Coazione non drenata $c_u$
$R_a$	Ancoraggi
$R_e$	Resistenti a taglio
R	Resistenze

**Verifica di sicurezza (metodo di Krey-Bishop)**

Griglia con x da 4.00 m a 49.50 m, z da 21.00 m a 38.50 m

 $\Delta x = 1.00$  m,  $\Delta z = 1.00$  m,con raggio da R = 5.00 m a 30.00 m,  $\Delta R = 1.00$  m**Caso di carico 1**

Corpo di scorrimento da x = 25.20 a 42.19 m

Cerchio scor.:  $x_M = 22.19$  m,  $z_M = 38.25$  m, R = 32.31 m**Calcolo delle componenti dei concii**

$x_M$	Largh. b	Peso- proprio [kN/m]	Sovraccar. [kN/m]	Sovraccar. acqua [kN/m]	$\varphi$ [gradi]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\vartheta$ [gradi]
25.60	0.80	1.82	0.00	0.00	36.00	0.5	6.06
26.50	1.00	7.04	0.00	0.00	36.00	0.5	7.67
27.50	1.00	11.77	0.00	0.00	36.00	0.5	9.46
28.50	1.00	15.90	0.00	0.00	36.00	0.5	11.27
29.50	1.00	19.40	0.00	0.00	36.00	0.5	13.08
30.50	1.00	22.26	0.00	0.00	36.00	0.5	14.91
31.50	1.00	24.47	0.00	0.00	36.00	0.5	16.75
32.50	1.00	26.01	0.00	0.00	36.00	0.5	18.61
33.50	1.00	26.86	0.00	0.00	36.00	0.5	20.49
34.50	1.00	26.99	0.00	0.00	36.00	0.5	22.40
35.50	1.00	26.38	0.00	0.00	36.00	0.5	24.33
36.50	1.00	24.99	0.00	0.00	36.00	0.5	26.29
37.50	1.00	22.79	0.00	0.00	36.00	0.5	28.29
38.50	1.00	19.72	0.00	0.00	36.00	0.5	30.32
39.50	1.00	15.74	0.00	0.00	36.00	0.5	32.40
40.50	1.00	10.77	0.00	0.00	36.00	0.5	34.52
41.50	1.00	4.76	0.00	0.00	36.00	0.5	36.70
42.10	0.19	0.14	0.00	0.00	36.00	0.5	38.03
$x_M$			Carico- sism. V [kN/m]	Carico- sism. H [kN/m]		$R^*T_i$ [kNm/m]	$R^*G^*$ $\sin(\vartheta)$ [kNm/m]
[m]							
25.60			-0.09	0.18		39.86	11.71
26.50			-0.35	0.70		129.82	51.23
27.50			-0.59	1.18		207.78	96.58
28.50			-0.79	1.59		274.33	145.04
29.50			-0.97	1.94		329.78	194.80
30.50			-1.11	2.23		374.33	243.98
31.50			-1.22	2.45		408.10	290.62
32.50			-1.30	2.60		431.08	332.70
33.50			-1.34	2.69		443.17	368.07

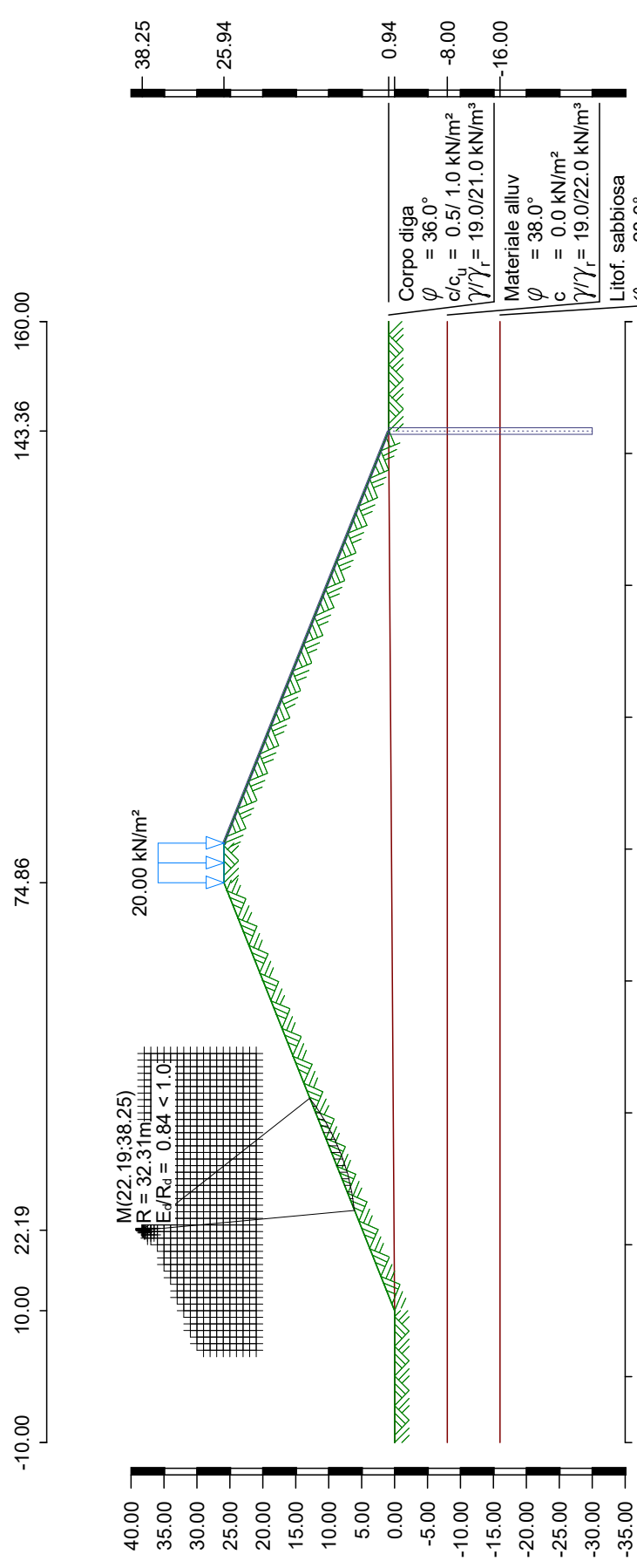
$x_M$	Carico- sism. V	Carico- sism. H	$R^*T_i$	$R^*G^*$ $\sin(\varphi)$
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kNm/m]
34.50	-1.35	2.70	444.14	394.48
35.50	-1.32	2.64	433.64	409.51
36.50	-1.25	2.50	411.18	410.61
37.50	-1.14	2.28	376.10	394.97
38.50	-0.99	1.97	327.53	359.58
39.50	-0.79	1.57	264.35	301.10
40.50	-0.54	1.08	185.18	215.81
41.50	-0.24	0.48	88.19	99.57
42.10	-0.01	0.01	4.27	2.91

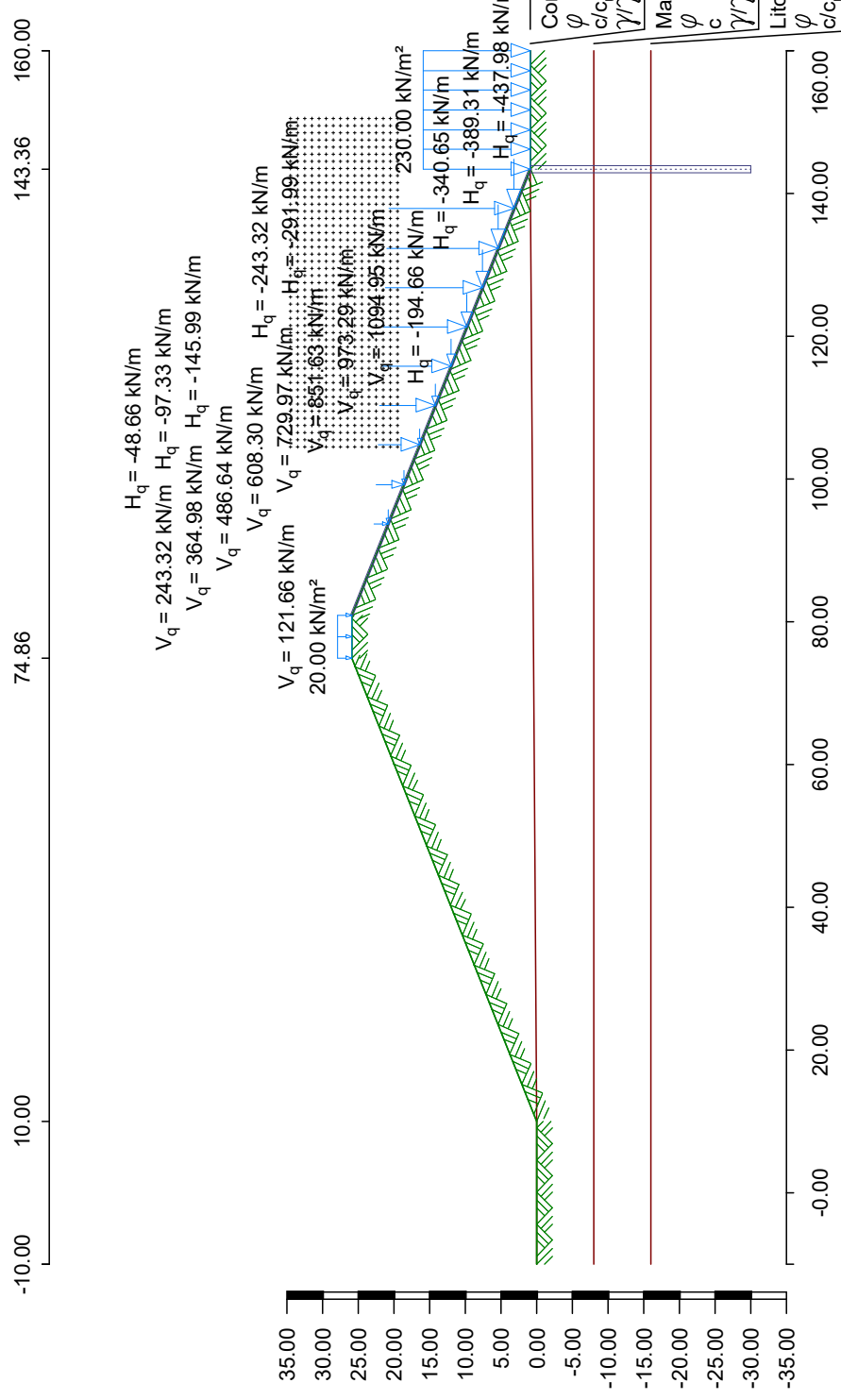
Somme:

5172.82

4323.28

Forze agenti  $E_d = 4323.28$  kNForze resistenti  $R_d = 5172.82$  kN **$E_d/R_d = 0.84 < 1.0$** **\*\*\* verifica soddisfatta \*\*\***





- Corpo diga  
 $\phi = 36.0^\circ$   
 $c/c_u = 0.5/ 1.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma_r = 19.0/21.0 \text{ kN/m}^3$
- Materiale alluv  
 $\phi = 38.0^\circ$   
 $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma_r = 19.0/22.0 \text{ kN/m}^3$
- Litof sabb  
 $\phi = 28.0^\circ$   
 $c/c_u = 2.5/ 3.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma_r = 22.0/23.0 \text{ kN/m}^3$
- Litofacies cong  
 $\phi = 40.0^\circ$   
 $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma_r = 23.0/24.0 \text{ kN/m}^3$

Pagina	1
Sistema	
Scala :	1 : 1000

File input: T:\Projetke\2011\11\_213\_PSKW\_Ruoti\stat\bereclDC\_Böschung\Invaso\_di\_valle\Inv\_valle-SEZ\_H-H-Verifica\_5-Fine\_cost-Serb\_pieno-Paramento\_acqua-No\_sisma\_01.dbb

**Calcolo secondo: UNI EN 1997-1 (Eurocode 7) e NTC 2018**

Calcolo con approccio 1  
combinazione con fattori di sicurezza dei gruppi A2 + M2 + R1

Parametri degli strati		Corpo diga	Materiale alluv	Litof sabb
		Litofacies cong		
Angolo attrito cal $\phi'$	[gradi]	36.00 40.00	38.00	28.00
Coesione cal $c'$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.5 0.0	0.0	2.5
Coesione non drenata $c_u$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.0 0.0	0.0	3.0
Peso spec. terreno	[kN/m <sup>3</sup> ]	19.0 23.0	19.0	22.0
Peso spec. saturo	[kN/m <sup>3</sup> ]	21.0 24.0	22.0	23.0
Peso spec. sotto spinta	[kN/m <sup>3</sup> ]	9.0 13.0	9.0	12.0

## Andamento del terreno e degli strati

x [m]		-10.00 160.00	10.00	74.86	80.86	143.36
z Terreno		0.00 0.94	0.00	25.94	25.94	0.94
z Strato	<b>Corpo diga</b>	0.00 0.94	0.00	0.46	0.50	0.94
z Strato	<b>Materiale alluv</b>	-8.00 -8.00	-8.00	-8.00	-8.00	-8.00
z Strato	<b>Litof sabb</b>	-16.00 -16.00	-16.00	-16.00	-16.00	-16.00
z Strato	<b>Litofacies cong</b>	-1000.00 -1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00

## Posizione degli elementi

Numero	x da [m]	z da [m]	x a [m]	z a [m]	Larghezza [m]	Resist. a taglio [kN/m <sup>2</sup> ]
1	80.86	25.94	143.36	0.94	0.30	1000.00
2	143.36	0.94	143.36	-30.00	1.00	1000.00

## Carichi singoli

Tutti i carichi si intendono per 1 m di lunghezza

Caso car.	H*	V*	M*	x*	z*	$\gamma$	$\psi$
1	Q	-438.0	1095.0	0.0	137.85	3.15	1.00
	Q	-389.3	973.3	0.0	132.33	5.35	1.00
	Q	-340.7	851.6	0.0	126.82	7.56	1.00
	Q	-292.0	730.0	0.0	121.30	9.76	1.00
	Q	-243.3	608.3	0.0	115.79	11.97	1.00
	Q	-194.7	486.6	0.0	110.27	14.18	1.00
	Q	-146.0	365.0	0.0	104.76	16.38	1.00
	Q	-97.3	243.3	0.0	99.24	18.59	1.00
	Q	-48.7	121.7	0.0	93.73	20.79	1.00

**Carichi unici**

Caso car.	q	$x_A$	$x_E$	$z_Q$	$\gamma$	$\psi$
1	Q	20.0	74.9	80.9	25.94	1.30
	Q	230.0	143.4	160.0	0.94	1.30

**Range di concii**

da x [m]	a x [m]	Larghezza[m]
-10000.00	10000.00	1.00

**Coefficienti di sicurezza parziali (GEO) per Ap. 1**

$\gamma$ -	G	Q	W	E	$\varphi$	c	$c_u$	$R_a$	$R_e$	R
	1.00	1.30	1.00	1.30	1.25	1.25	1.40	1.20	1.30	1.10

 $\gamma$ - Coeff. di sicurezza parziale per...

G	Carichi permanenti
Q	Carichi variabili
W	Pressione dell'acqua
E	Sisma
$\varphi$	Coefficiente di attrito $\tan(\varphi)$
c	Coesione c
$c_u$	Coesione non drenata $c_u$
$R_a$	Ancoraggi
$R_e$	Resistenti a taglio
R	Resistenze

**Verifica di sicurezza (metodo di Krey-Bishop)**

Griglia con x da 104.50 m a 151.00 m, z da 19.50 m a 34.50 m

 $\Delta x = 1.00$  m,  $\Delta z = 1.00$  m,con raggio da  $R = 5.00$  m a 30.00 m,  $\Delta R = 1.00$  m**Caso di carico 1**Corpo di scorrimento da  $x = 114.59$  a 143.36 mCerchio scor.:  $x_M = 136.50$  m,  $z_M = 25.50$  m,  $R = 25.50$  m**Calcolo delle componenti dei concii**

$x_M$	Largh. b	Peso- proprio [kN/m]	Sovraccar. [kN/m]	Sovraccar. acqua [kN/m]	$\varphi$ [gradi]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\psi$ [gradi]
114.80	0.41	1.93	0.00	0.00	36.00	0.5	-58.33
115.50	1.00	19.68	0.00	0.00	36.00	0.5	-55.44
116.50	1.00	37.87	0.00	0.00	36.00	0.5	-51.66
117.50	1.00	52.88	0.00	0.00	36.00	0.5	-48.17
118.50	1.00	65.35	0.00	0.00	36.00	0.5	-44.90
119.50	1.00	75.71	0.00	0.00	36.00	0.5	-41.81
120.50	1.00	84.26	0.00	0.00	36.00	0.5	-38.86
121.50	1.00	91.22	0.00	0.00	36.00	0.5	-36.03
122.50	1.00	96.77	0.00	0.00	36.00	0.5	-33.30
123.50	1.00	101.03	0.00	0.00	36.00	0.5	-30.65
124.50	1.00	104.13	0.00	0.00	36.00	0.5	-28.07
125.50	1.00	106.14	0.00	0.00	36.00	0.5	-25.55
126.50	1.00	107.13	0.00	0.00	36.00	0.5	-23.09
127.50	1.00	107.16	0.00	0.00	36.00	0.5	-20.67
128.50	1.00	106.28	0.00	0.00	36.00	0.5	-18.28
129.50	1.00	104.53	0.00	0.00	36.00	0.5	-15.93
130.50	1.00	101.94	0.00	0.00	38.00	0.0	-13.61
131.50	1.00	98.54	0.00	0.00	38.00	0.0	-11.31
132.50	1.00	94.35	0.00	0.00	38.00	0.0	-9.02
133.50	1.00	89.38	0.00	0.00	38.00	0.0	-6.76
134.50	1.00	83.66	0.00	0.00	38.00	0.0	-4.50
135.50	1.00	77.18	0.00	0.00	38.00	0.0	-2.25

$x_M$	Largh. b	Peso- proprio	Sovraccar.	Sovraccar. acqua	$\varphi$	c	$\vartheta$
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[gradi]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[gradi]
136.50	1.00	69.95	0.00	0.00	38.00	0.0	0.00
137.50	1.00	61.98	0.00	0.00	38.00	0.0	2.25
138.50	1.00	53.26	0.00	0.00	38.00	0.0	4.50
139.50	1.00	43.78	0.00	0.00	38.00	0.0	6.76
140.50	1.00	33.55	0.00	0.00	38.00	0.0	9.02
141.50	1.00	22.54	0.00	0.00	38.00	0.0	11.31
142.50	1.00	10.74	0.00	0.00	38.00	0.0	13.61
143.18	0.36	0.83	0.00	0.00	38.00	0.0	15.19
$x_M$						R*T <sub>i</sub>	R*G* sin( $\vartheta$ )
[m]						[kNm/m]	[kNm/m]
114.80						30.11	41.87
115.50						270.33	413.37
116.50						496.10	757.34
117.50						673.03	1004.69
118.50						814.51	1176.30
119.50						928.92	1287.04
120.50						1021.83	1348.10
121.50						1097.06	1368.27
122.50						1157.36	1354.72
123.50						1204.71	1313.44
124.50						1240.57	1249.54
125.50						1266.02	1167.49
126.50						1281.84	1071.27
127.50						1288.59	964.43
128.50						1286.62	850.25
129.50						1276.13	731.72
130.50						1331.17	611.66
131.50						1303.54	492.71
132.50						1266.49	377.40
133.50						1219.62	268.15
134.50						1162.36	167.31
135.50						1093.97	77.18
136.50						1013.52	0.00
137.50						919.81	-61.98
138.50						811.39	-106.51
139.50						686.42	-131.35
140.50						542.64	-134.20
141.50						377.22	-112.71
142.50						186.58	-64.46
143.18						14.79	-5.54

Somme:

27263.22

17477.51

**Carichi singoli attivi (variabili)**

H	V	M	Braccio H	Braccio V	M <sub>res.</sub>	M <sub>dev.</sub>
[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[m]	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]
0.00	851.63	0.00	0.00	-9.68	10139.38	10716.91
0.00	729.97	0.00	0.00	-15.20	8725.03	14424.21
0.00	608.30	0.00	0.00	-20.71	7993.34	16377.26

**Azione di elementi**

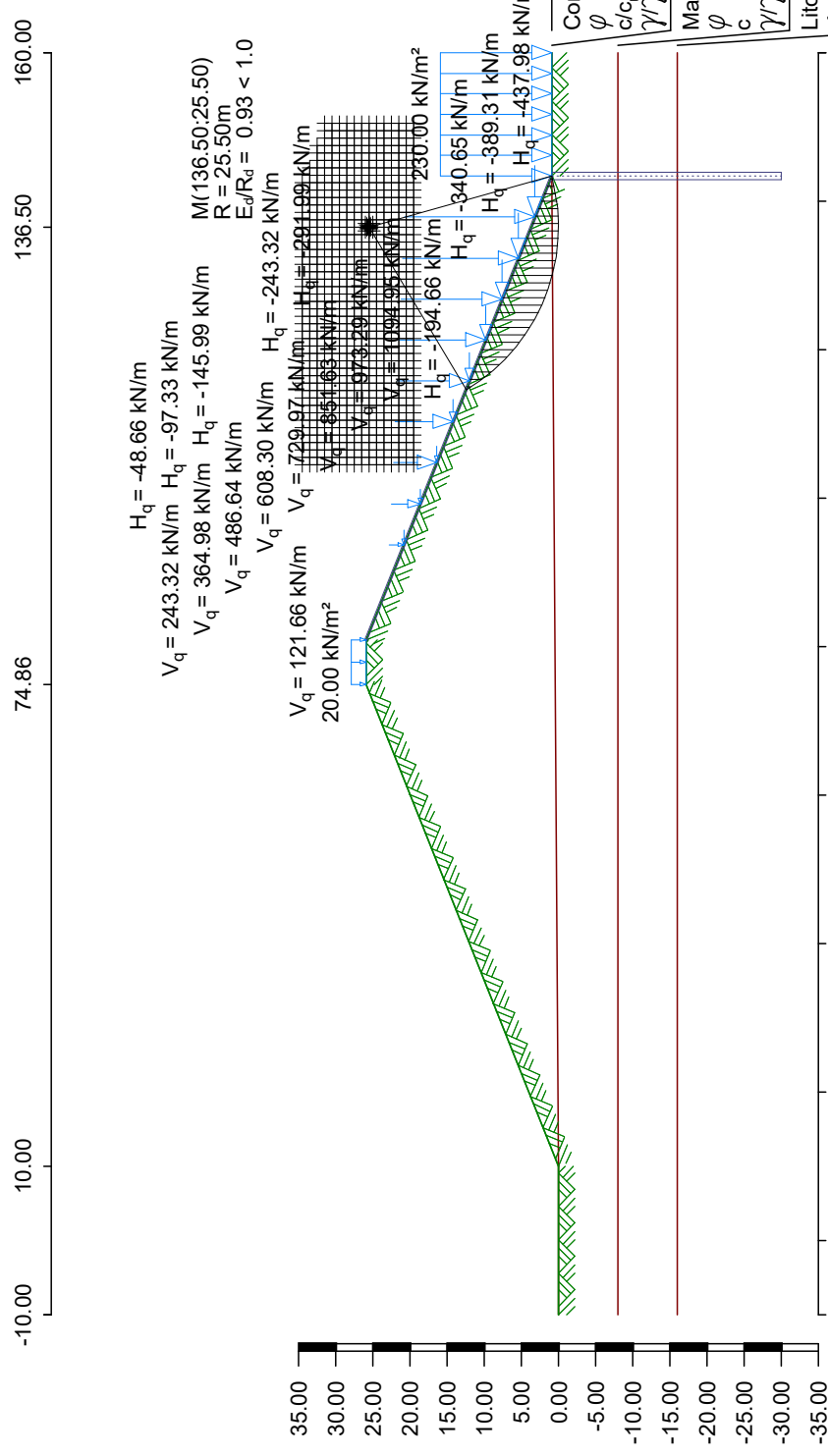
Res. taglio./ $\eta$	Lungh.taglio	Braccio	Forza taglio	M <sub>res.</sub>
[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[kN/m]	[kNm/m]
720.17	0.49	25.50	355.66	9069.23

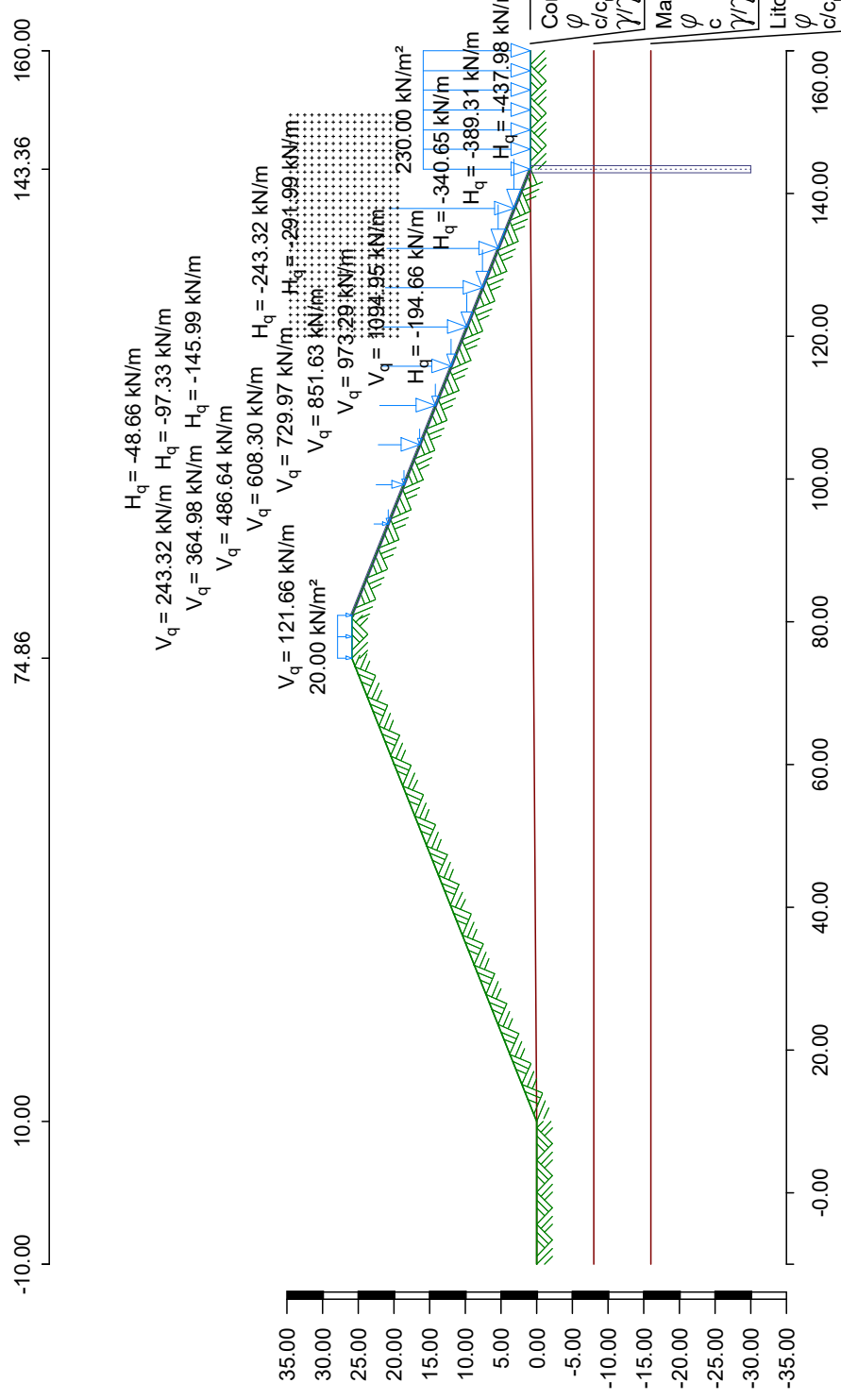
Forze agenti  $E_d = 58995.89 \text{ kN}$   
Forze resistenti  $R_d = 63190.21 \text{ kN}$

$E_d/R_d = 0.93 < 1.0$

**\*\*\* verifica soddisfatta \*\*\***







Corpo diga	$\phi = 36.0^\circ$
	$c/c_u = 0.5/ 1.0 \text{ kN/m}^2$
	$\gamma/\gamma_r = 19.0/21.0 \text{ kN/m}^3$
Materiale alluv	$\phi = 38.0^\circ$
	$c = 0.0 \text{ kN/m}^2$
	$\gamma/\gamma_r = 19.0/22.0 \text{ kN/m}^3$
Litof. sabbiosa	$\phi = 28.0^\circ$
	$c/c_u = 2.5/ 3.0 \text{ kN/m}^2$
	$\gamma/\gamma_r = 22.0/23.0 \text{ kN/m}^3$
Litofacies cong	$\phi = 40.0^\circ$
	$c = 0.0 \text{ kN/m}^2$
	$\gamma/\gamma_r = 23.0/24.0 \text{ kN/m}^3$

File input: T:\Projetto\2011\11\_213\_PSKW\_Ruoti\stat\berec\DC\_Böschung\Invaso\_di\_valle\Inv\_valle-SEZ\_H-H-Verifica\_6-Fine\_cost-Serb\_pieno-Paramento\_acqua-Sisma\_01.dbb

## Calcolo secondo: UNI EN 1997-1 (Eurocode 7) e NTC 2018

Calcolo con approccio 1  
combinazione con fattori di sicurezza dei gruppi A2 + M2 + R1

Parametri degli strati		Corpo diga		Materiale alluv	Litof. sabbiosa	
		Litofacies cong				
Angolo attrito cal $\varphi'$	[gradi]	36.00		38.00	28.00	
		40.00				
Coesione cal $c'$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.5		0.0	2.5	
		0.0				
Coesione non drenata $c_u$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.0		0.0	3.0	
		0.0				
Peso spec. terreno	[kN/m <sup>3</sup> ]	19.0		19.0	22.0	
		23.0				
Peso spec. saturo	[kN/m <sup>3</sup> ]	21.0		22.0	23.0	
		24.0				
Peso spec. sotto spinta	[kN/m <sup>3</sup> ]	9.0		9.0	12.0	
		13.0				
Fattore sismico	1.0	1.0		1.0		
		1.0				
Andamento del terreno e degli strati						
x [m]		-10.00	10.00	74.86	80.86	143.36
		160.00				
z Terreno		0.00	0.00	25.94	25.94	0.94
		0.94				
z Strato	<b>Corpo diga</b>	0.00	0.00	0.46	0.50	0.94
		0.94				
z Strato	<b>Materiale alluv</b>	-8.00	-8.00	-8.00	-8.00	-8.00
		-8.00				
z Strato	<b>Litof. sabbiosa</b>	-16.00	-16.00	-16.00	-16.00	-16.00
		-16.00				
z Strato	<b>Litofacies cong</b>	-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00
		-1000.00				

### Posizione degli elementi

Numero	x da [m]	z da [m]	x a [m]	z a [m]	Larghezza [m]	Resist. a taglio [kN/m <sup>2</sup> ]
1	80.86	25.94	143.36	0.94	0.30	1000.00
2	143.36	0.94	143.36	-30.00	1.00	1000.00

### Carichi singoli

Tutti i carichi si intendono per 1 m di lunghezza

Caso car.	H*	V*	M*	x*	z*	$\gamma$	$\psi$
1	Q	-438.0	1095.0	0.0	137.85	3.15	1.00
	Q	-389.3	973.3	0.0	132.33	5.35	1.00
	Q	-340.7	851.6	0.0	126.82	7.56	1.00
	Q	-292.0	730.0	0.0	121.30	9.76	1.00
	Q	-243.3	608.3	0.0	115.79	11.97	1.00
	Q	-194.7	486.6	0.0	110.27	14.18	1.00
	Q	-146.0	365.0	0.0	104.76	16.38	1.00
	Q	-97.3	243.3	0.0	99.24	18.59	1.00
	Q	-48.7	121.7	0.0	93.73	20.79	1.00

**Carichi unici**

Caso car.	q	$x_A$	$x_E$	$z_Q$	$\gamma$	$\psi$	
1	Q	20.0	74.9	80.9	25.94	1.30	1.00
	Q	230.0	143.4	160.0	0.94	1.30	1.00

**Calcolo con carichi sismici secondo Eurocode 8, SP-E**

$k_H/S = a_g/g = 0.200$

$k_V/S = a_{vg}/g = 0.100$

**Range di concii**

da x [m]	a x [m]	Larghezza[m]
-10000.00	10000.00	1.00

**Coefficienti di sicurezza parziali (GEO) per Ap. 1**

$\gamma$ -	G	Q	W	E	$\varphi$	c	$c_u$	$R_a$	$R_e$	R
SP-E	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.40	1.40	1.00	1.00	1.00

 $\gamma$ - Coeff. di sicurezza parziale per...

G	Carichi permanenti
Q	Carichi variabili
W	Pressione dell'acqua
E	Sisma
$\varphi$	Coefficiente di attrito $\tan(\varphi)$
c	Coesione c
$c_u$	Coesione non drenata $c_u$
$R_a$	Ancoraggi
$R_e$	Resistenti a taglio
R	Resistenze

**Verifica di sicurezza (metodo di Krey-Bishop)**

Griglia con x da 120.00 m a 151.00 m, z da 19.50 m a 34.50 m

 $\Delta x = 1.00$  m,  $\Delta z = 1.00$  m,con raggio da R = 5.00 m a 30.00 m,  $\Delta R = 1.00$  m**Caso di carico 1**

Corpo di scorrimento da x = 115.79 a 136.41 m

Cerchio scor.:  $x_M = 129.56$  m,  $z_M = 16.50$  m, R = 14.50 m**Calcolo delle componenti dei concii**

$x_M$	Largh. b	Peso- proprio [kN/m]	Sovraccar. [kN/m]	Sovraccar. acqua [kN/m]	$\varphi$ [gradi]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\psi$ [gradi]
115.89	0.21	1.05	0.00	0.00	36.00	0.5	-70.50
116.50	1.00	27.05	0.00	0.00	36.00	0.5	-64.27
117.50	1.00	53.29	0.00	0.00	36.00	0.5	-56.29
118.50	1.00	71.10	0.00	0.00	36.00	0.5	-49.72
119.50	1.00	83.84	0.00	0.00	36.00	0.5	-43.94
120.50	1.00	92.99	0.00	0.00	36.00	0.5	-38.68
121.50	1.00	99.34	0.00	0.00	36.00	0.5	-33.78
122.50	1.00	103.38	0.00	0.00	36.00	0.5	-29.15
123.50	1.00	105.45	0.00	0.00	36.00	0.5	-24.71
124.50	1.00	105.76	0.00	0.00	36.00	0.5	-20.43
125.50	1.00	104.47	0.00	0.00	36.00	0.5	-16.27
126.50	1.00	101.69	0.00	0.00	36.00	0.5	-12.19
127.50	1.00	97.51	0.00	0.00	36.00	0.5	-8.18
128.50	1.00	91.97	0.00	0.00	36.00	0.5	-4.20
129.50	1.00	85.11	0.00	0.00	36.00	0.5	-0.25
130.50	1.00	76.94	0.00	0.00	36.00	0.5	3.71
131.50	1.00	67.44	0.00	0.00	36.00	0.5	7.68
132.50	1.00	56.60	0.00	0.00	36.00	0.5	11.69

$x_M$	Largh. b	Peso- proprio [kN/m]	Sovraccar. [kN/m]	Sovraccar. acqua [kN/m]	$\varphi$ [gradi]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\vartheta$ [gradi]
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[gradi]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[gradi]
133.50	1.00	44.35	0.00	0.00	36.00	0.5	15.76
134.50	1.00	30.63	0.00	0.00	36.00	0.5	19.91
135.50	1.00	15.33	0.00	0.00	36.00	0.5	24.17
136.07	0.15	0.86	0.00	0.00	36.00	0.5	26.68
$x_M$			Carico- sism. V [kN/m]	Carico- sism. H [kN/m]		$R^*T_i$ [kNm/m]	$R^*G^*$ sin( $\vartheta$ ) [kNm/m]
[m]			[kN/m]	[kN/m]		[kNm/m]	[kNm/m]
115.89			-0.05	0.11		12.13	14.14
116.50			-1.35	2.71		256.74	350.92
117.50			-2.66	5.33		453.78	646.12
118.50			-3.55	7.11		568.50	800.48
119.50			-4.19	8.38		643.59	870.42
120.50			-4.65	9.30		694.94	882.99
121.50			-4.97	9.93		730.15	854.56
122.50			-5.17	10.34		753.31	796.38
123.50			-5.27	10.55		766.78	716.91
124.50			-5.29	10.58		771.96	622.85
125.50			-5.22	10.45		769.59	519.82
126.50			-5.08	10.17		759.97	412.72
127.50			-4.88	9.75		743.03	305.94
128.50			-4.60	9.20		718.38	203.53
129.50			-4.26	8.51		685.22	109.35
130.50			-3.85	7.69		642.33	27.18
131.50			-3.37	6.74		587.89	-39.23
132.50			-2.83	5.66		519.26	-86.04
133.50			-2.22	4.44		432.57	-109.21
134.50			-1.53	3.06		321.98	-104.41
135.50			-0.77	1.53		178.43	-66.82
136.07			-0.04	0.09		11.24	-4.22

Somme:

12021.75

7724.39

**Carichi singoli attivi (variabili)**

H	V	M	Braccio H	Braccio V	$M_{res.}$	$M_{dev.}$
[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[m]	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]
0.00	729.97	0.00	0.00	-8.26	5625.69	7840.79
0.00	608.30	0.00	0.00	-13.77	5379.13	10891.16

**Azione di elementi**

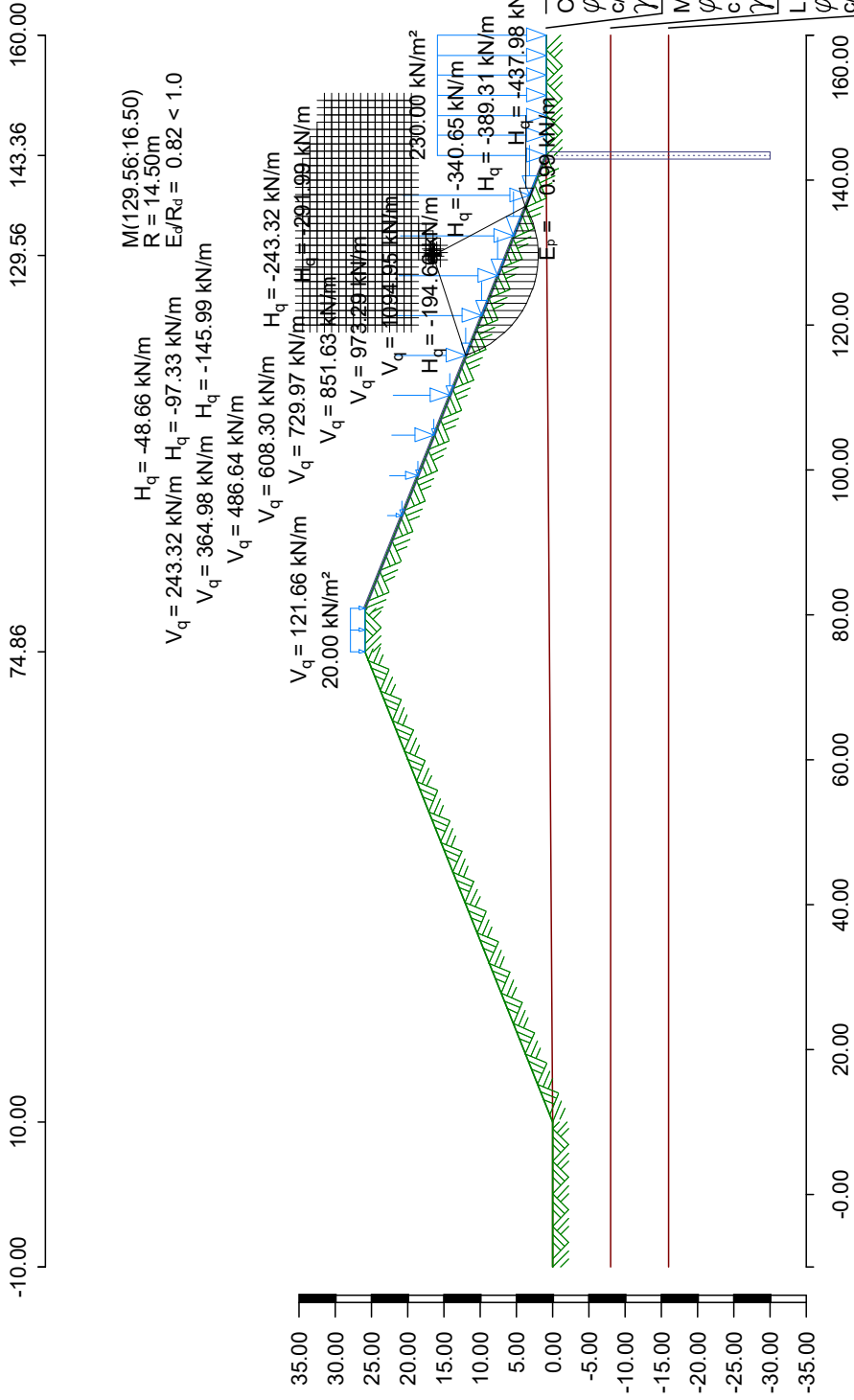
Res. taglio./ $\eta$	Lungh.taglio	Braccio	Forza taglio	$M_{res.}$
[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[kN/m]	[kNm/m]
820.67	0.78	14.50	642.90	9322.12

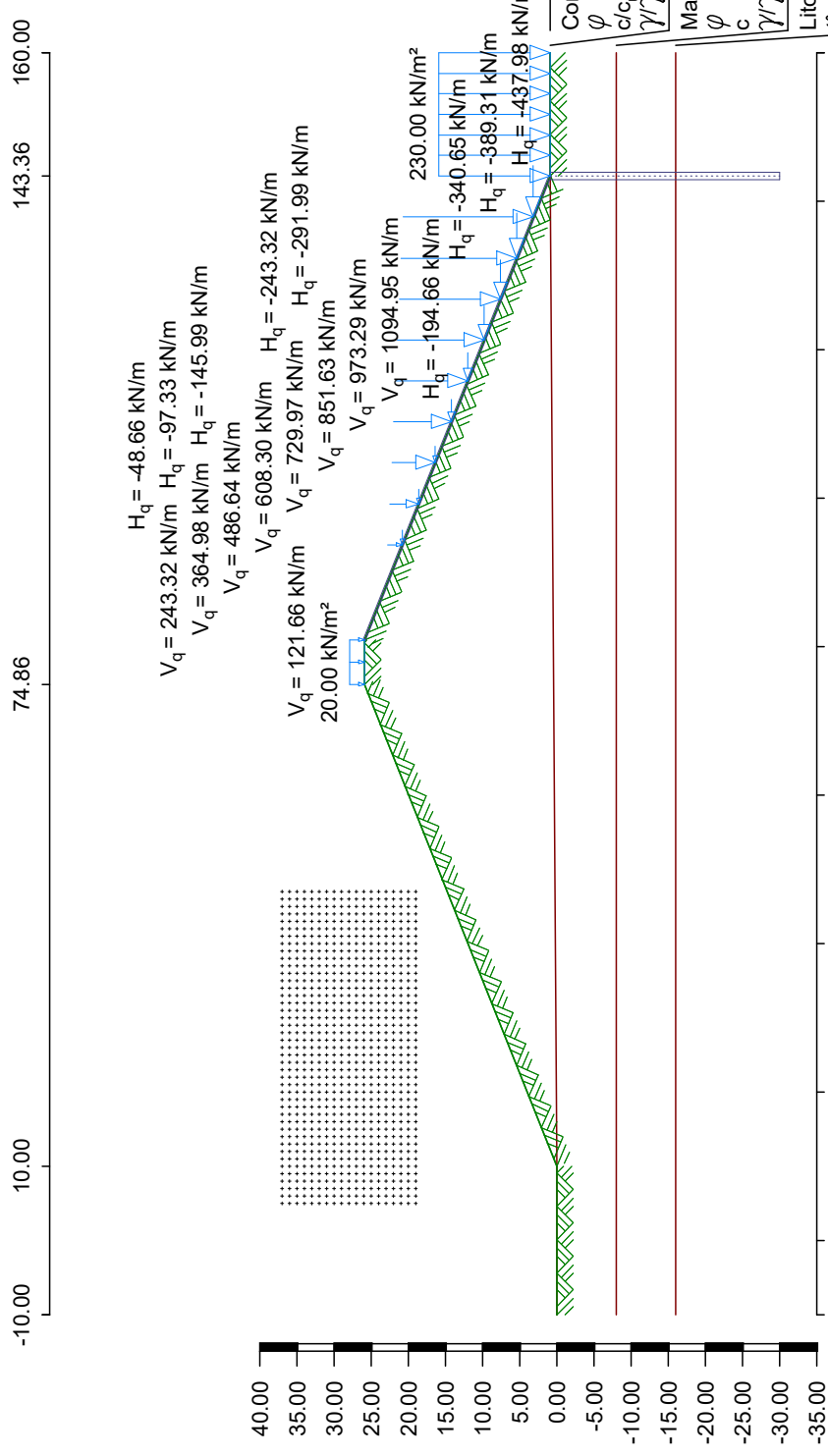
**Azione resistenza terra con  $x = 136.15$  m:**

Forza Ep	Braccio	Pressione acqua W	Braccio	$M_{res.}$	$M_{dev.}$
[kN/m]	[m]	[kN/m]	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]
0.99	12.83	0.00	0.00	12.72	0.00

Forze agenti  $E_d = 26456.34$  kNForze resistenti  $R_d = 32361.40$  kN $E_d/R_d = 0.82 < 1.0$ 

\*\*\* verifica soddisfatta \*\*\*





File input: T:\Projetto\2011\11\_213\_PSKW\_Ruoti\statbereg\DC\_Böschung\Invaso\_di\_valle\Inv\_valle-SEZ\_H-H-Verifica\_7-Fine\_cost-Serb\_pieno-Paramento\_aria-No\_sisma\_01.dbb

## Calcolo secondo: UNI EN 1997-1 (Eurocode 7) e NTC 2018

Calcolo con approccio 1

combinazione con fattori di sicurezza dei gruppi A2 + M2 + R1

Parametri degli strati		Corpo diga	Materiale alluv	Litof. sabbiosa	
		Litofacies cong			
Angolo attrito cal $\phi'$	[gradi]	36.00 40.00	38.00	28.00	
Coesione cal c'	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.5 0.0	0.0	2.5	
Coesione non drenata cu	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.0 0.0	0.0	3.0	
Peso spec. terreno	[kN/m <sup>3</sup> ]	19.0 23.0	19.0	22.0	
Peso spec. saturo	[kN/m <sup>3</sup> ]	21.0 24.0	22.0	23.0	
Peso spec. sotto spinta	[kN/m <sup>3</sup> ]	9.0 13.0	9.0	12.0	
Andamento del terreno e degli strati					
x [m]		-10.00 160.00	10.00	74.86 80.86	143.36
z Terreno		0.00 0.94	0.00	25.94 25.94	0.94
z Strato	<b>Corpo diga</b>	0.00 0.94	0.00	0.46 0.50	0.94
z Strato	<b>Materiale alluv</b>	-8.00 -8.00	-8.00	-8.00 -8.00	-8.00
z Strato	<b>Litof. sabbiosa</b>	-16.00 -16.00	-16.00	-16.00 -16.00	-16.00
z Strato	<b>Litofacies cong</b>	-1000.00 -1000.00	-1000.00	-1000.00 -1000.00	-1000.00

### Posizione degli elementi

Numero	x da [m]	z da [m]	x a [m]	z a [m]	Larghezza [m]	Resist. a taglio [kN/m <sup>2</sup> ]
1	80.86	25.94	143.36	0.94	0.30	1000.00
2	143.36	0.94	143.36	-30.00	1.00	1000.00

### Carichi singoli

Tutti i carichi si intendono per 1 m di lunghezza

Caso car.	H*	V*	M*	x*	z*	$\gamma$	$\psi$
1	Q	-438.0	1095.0	0.0	137.85	3.15	1.00
	Q	-389.3	973.3	0.0	132.33	5.35	1.00
	Q	-340.7	851.6	0.0	126.82	7.56	1.00
	Q	-292.0	730.0	0.0	121.30	9.76	1.00
	Q	-243.3	608.3	0.0	115.79	11.97	1.00
	Q	-194.7	486.6	0.0	110.27	14.18	1.00
	Q	-146.0	365.0	0.0	104.76	16.38	1.00
	Q	-97.3	243.3	0.0	99.24	18.59	1.00
	Q	-48.7	121.7	0.0	93.73	20.79	1.00



**Carichi unici**

Caso car.	q	$x_A$	$x_E$	$z_Q$	$\gamma$	$\psi$
1	Q	20.0	74.9	80.9	25.94	1.30
	Q	230.0	143.4	160.0	0.94	1.30

**Range di concii**

da x [m]	a x [m]	Larghezza[m]
-10000.00	10000.00	1.00

**Coefficienti di sicurezza parziali (GEO) per Ap. 1**

$\gamma$ -	G	Q	W	E	$\varphi$	c	$c_u$	$R_a$	$R_e$	R
	1.00	1.30	1.00	1.30	1.25	1.25	1.40	1.20	1.30	1.10

 $\gamma$ - Coeff. di sicurezza parziale per...

G	Carichi permanenti
Q	Carichi variabili
W	Pressione dell'acqua
E	Sisma
$\varphi$	Coefficiente di attrito $\tan(\varphi)$
c	Coesione c
$c_u$	Coesione non drenata $c_u$
$R_a$	Ancoraggi
$R_e$	Resistenti a taglio
R	Resistenze

**Verifica di sicurezza (metodo di Krey-Bishop)**

Griglia con x da 5.00 m a 47.50 m, z da 19.00 m a 37.50 m

 $\Delta x = 1.00$  m,  $\Delta z = 1.00$  m,con raggio da R = 5.00 m a 30.00 m,  $\Delta R = 1.00$  m**Caso di carico 1**

Corpo di scorrimento da x = 24.48 a 42.28 m

Cerchio scor.:  $x_M = 21.88$  m,  $z_M = 38.13$  m, R = 32.44 m**Calcolo delle componenti dei concii**

$x_M$	Largh. b	Peso-proprio [kN/m]	Sovraccar. [kN/m]	Sovraccar. acqua [kN/m]	$\varphi$ [gradi]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\psi$ [gradi]
24.74	0.52	0.79	0.00	0.00	36.00	0.5	5.07
25.50	1.00	5.82	0.00	0.00	36.00	0.5	6.42
26.50	1.00	10.98	0.00	0.00	36.00	0.5	8.20
27.50	1.00	15.54	0.00	0.00	36.00	0.5	9.99
28.50	1.00	19.49	0.00	0.00	36.00	0.5	11.78
29.50	1.00	22.81	0.00	0.00	36.00	0.5	13.60
30.50	1.00	25.49	0.00	0.00	36.00	0.5	15.42
31.50	1.00	27.51	0.00	0.00	36.00	0.5	17.26
32.50	1.00	28.87	0.00	0.00	36.00	0.5	19.12
33.50	1.00	29.53	0.00	0.00	36.00	0.5	21.00
34.50	1.00	29.47	0.00	0.00	36.00	0.5	22.91
35.50	1.00	28.65	0.00	0.00	36.00	0.5	24.84
36.50	1.00	27.06	0.00	0.00	36.00	0.5	26.80
37.50	1.00	24.64	0.00	0.00	36.00	0.5	28.80
38.50	1.00	21.34	0.00	0.00	36.00	0.5	30.83
39.50	1.00	17.13	0.00	0.00	36.00	0.5	32.91
40.50	1.00	11.92	0.00	0.00	36.00	0.5	35.04
41.50	1.00	5.63	0.00	0.00	36.00	0.5	37.23
42.14	0.28	0.30	0.00	0.00	36.00	0.5	38.66

$x_M$	$R^*T_i$	$R^*G^*$
[m]	[kNm/m]	$\sin(\varphi)$ [kNm/m]
24.74	19.06	2.27
25.50	107.27	21.10
26.50	190.72	50.80
27.50	263.22	87.42
28.50	325.08	129.09
29.50	376.51	173.89
30.50	417.60	219.82
31.50	448.37	264.82
32.50	468.75	306.72
33.50	478.52	343.25
34.50	477.39	372.00
35.50	464.91	390.41
36.50	440.48	395.72
37.50	403.35	384.95
38.50	352.51	354.85
39.50	286.72	301.84
40.50	204.38	221.92
41.50	103.49	110.58
42.14	8.19	6.14

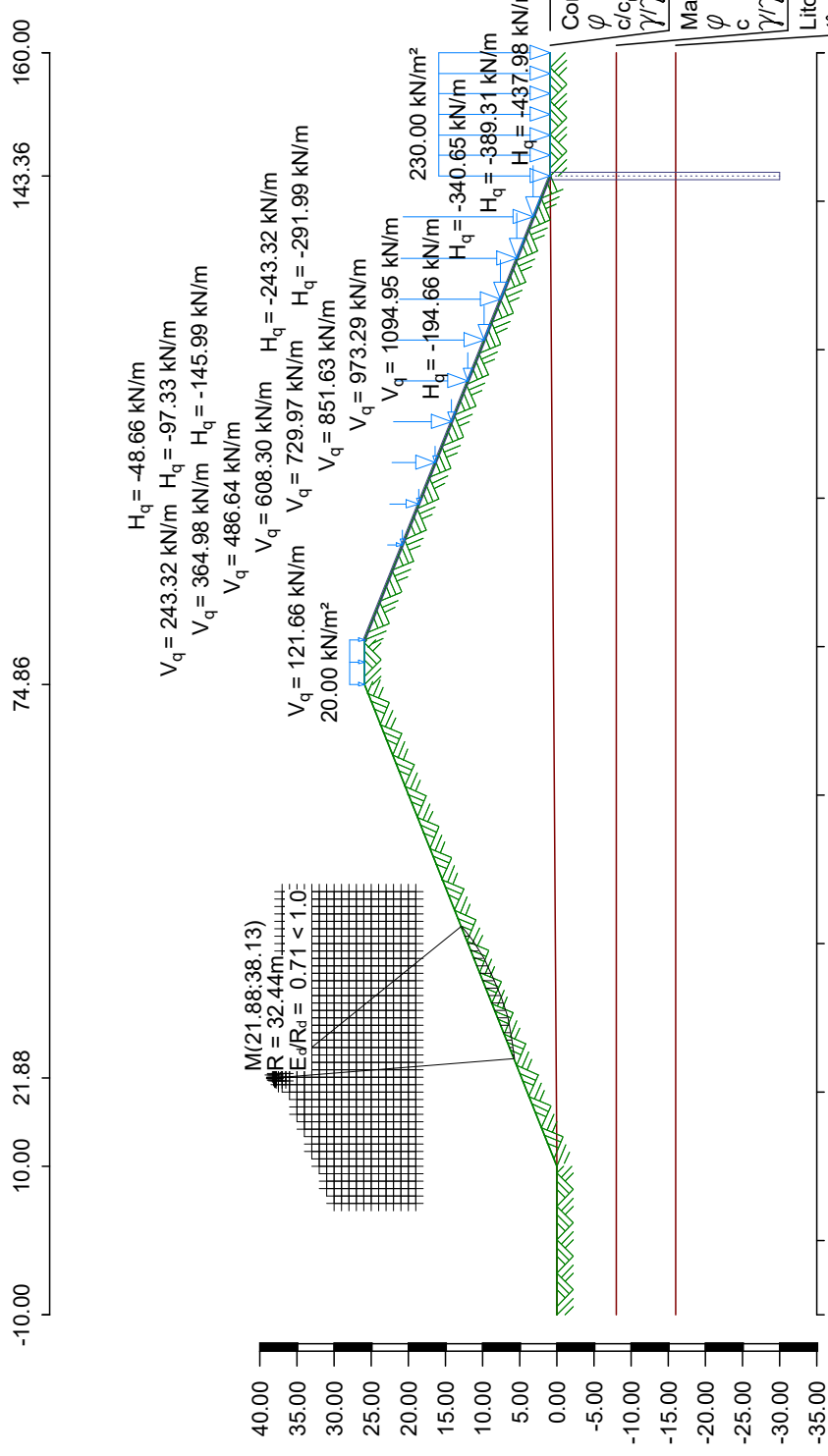
Somme:

5836.52

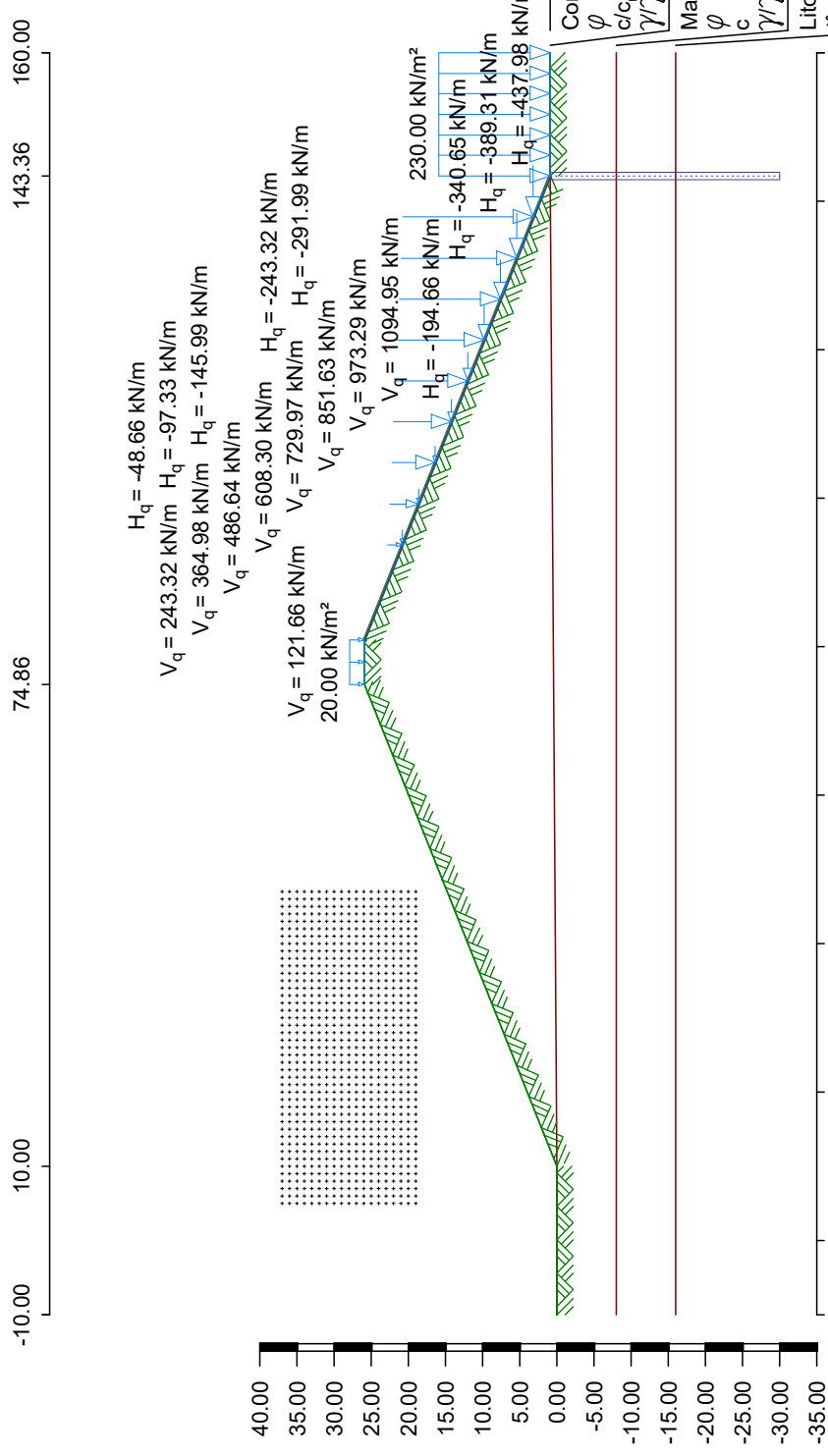
4137.58

Forze agenti  $E_d = 4137.58$  kNForze resistenti  $R_d = 5836.52$  kN $E_d/R_d = 0.71 < 1.0$ 

\*\*\* verifica soddisfatta \*\*\*



Corpo diga	$\phi = 36.0^\circ$ $c/c_u = 0.5/ 1.0 \text{ kN/m}^2$ $\gamma/\gamma_r = 19.0/21.0 \text{ kN/m}^3$
Materiale alluv	$\phi = 38.0^\circ$ $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$ $\gamma/\gamma_r = 19.0/22.0 \text{ kN/m}^3$
Litof. sabbiosa	$\phi = 28.0^\circ$ $c/c_u = 2.5/ 3.0 \text{ kN/m}^2$ $\gamma/\gamma_r = 22.0/23.0 \text{ kN/m}^3$
Litofacies cong	$\phi = 40.0^\circ$ $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$ $\gamma/\gamma_r = 23.0/24.0 \text{ kN/m}^3$



File input: T:\Projetto\2011\11\_213\_PSKW\_Ruoti\stat\berec\DC\_Böschung\Invaso\_di\_valle\In\_valle-SEZ\_H-H-Verifica\_8-Fine\_cost-Serb\_pieno-Paramento\_aria-Sisma\_01.dbb

**Calcolo secondo: UNI EN 1997-1 (Eurocode 7) e NTC 2018**

Calcolo con approccio 1

combinazione con fattori di sicurezza dei gruppi A2 + M2 + R1

Parametri degli strati		Corpo diga		Materiale alluv	Litof. sabbiosa	
		Litofacies cong				
Angolo attrito cal $\phi'$	[gradi]	36.00		38.00	28.00	
		40.00				
Coesione cal c'	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.5		0.0	2.5	
		0.0				
Coesione non drenata cu	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.0		0.0	3.0	
		0.0				
Peso spec. terreno	[kN/m <sup>3</sup> ]	19.0		19.0	22.0	
		23.0				
Peso spec. saturo	[kN/m <sup>3</sup> ]	21.0		22.0	23.0	
		24.0				
Peso spec. sotto spinta	[kN/m <sup>3</sup> ]	9.0		9.0	12.0	
		13.0				
Fattore sismico	1.0	1.0		1.0		
		1.0				
Andamento del terreno e degli strati						
x [m]		-10.00	10.00	74.86	80.86	143.36
		160.00				
z Terreno		0.00	0.00	25.94	25.94	0.94
		0.94				
z Strato	<b>Corpo diga</b>	0.00	0.00	0.46	0.50	0.94
		0.94				
z Strato	<b>Materiale alluv</b>	-8.00	-8.00	-8.00	-8.00	-8.00
		-8.00				
z Strato	<b>Litof. sabbiosa</b>	-16.00	-16.00	-16.00	-16.00	-16.00
		-16.00				
z Strato	<b>Litofacies cong</b>	-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00
		-1000.00				

**Posizione degli elementi**

Numero	x da [m]	z da [m]	x a [m]	z a [m]	Larghezza [m]	Resist. a taglio [kN/m <sup>2</sup> ]
1	80.86	25.94	143.36	0.94	0.30	1000.00
2	143.36	0.94	143.36	-30.00	1.00	1000.00

**Carichi singoli**

Tutti i carichi si intendono per 1 m di lunghezza

Caso car.	H*	V*	M*	x*	z*	$\gamma$	$\psi$
1	Q	-438.0	1095.0	0.0	137.85	3.15	1.00
	Q	-389.3	973.3	0.0	132.33	5.35	1.00
	Q	-340.7	851.6	0.0	126.82	7.56	1.00
	Q	-292.0	730.0	0.0	121.30	9.76	1.00
	Q	-243.3	608.3	0.0	115.79	11.97	1.00
	Q	-194.7	486.6	0.0	110.27	14.18	1.00
	Q	-146.0	365.0	0.0	104.76	16.38	1.00
	Q	-97.3	243.3	0.0	99.24	18.59	1.00
	Q	-48.7	121.7	0.0	93.73	20.79	1.00

**Carichi unici**

Caso car.	q	$x_A$	$x_E$	$z_Q$	$\gamma$	$\psi$	
1	Q	20.0	74.9	80.9	25.94	1.30	1.00
	Q	230.0	143.4	160.0	0.94	1.30	1.00

**Calcolo con carichi sismici secondo Eurocode 8, SP-E**

$k_H/S = a_g/g = 0.200$

$k_V/S = a_{vg}/g = 0.100$

**Range di concii**

da x [m]	a x [m]	Larghezza[m]
-10000.00	10000.00	1.00

**Coefficienti di sicurezza parziali (GEO) per Ap. 1**

$\gamma$ -	G	Q	W	E	$\varphi$	c	$c_u$	$R_a$	$R_e$	R
SP-E	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.40	1.40	1.00	1.00	1.00

 $\gamma$ - Coeff. di sicurezza parziale per...

G	Carichi permanenti
Q	Carichi variabili
W	Pressione dell'acqua
E	Sisma
$\varphi$	Coefficiente di attrito $\tan(\varphi)$
c	Coesione c
$c_u$	Coesione non drenata $c_u$
$R_a$	Ancoraggi
$R_e$	Resistenti a taglio
R	Resistenze

**Verifica di sicurezza (metodo di Krey-Bishop)**

Griglia con x da 5.00 m a 47.50 m, z da 19.00 m a 37.50 m

 $\Delta x = 1.00$  m,  $\Delta z = 1.00$  m,con raggio da R = 5.00 m a 30.00 m,  $\Delta R = 1.00$  m**Caso di carico 1**

Corpo di scorrimento da x = 25.20 a 42.19 m

Cerchio scor.:  $x_M = 22.19$  m,  $z_M = 38.25$  m, R = 32.31 m**Calcolo delle componenti dei concii**

$x_M$	Largh. b	Peso- proprio [kN/m]	Sovraccar. [kN/m]	Sovraccar. acqua [kN/m]	$\varphi$ [gradi]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\psi$ [gradi]
25.60	0.80	1.82	0.00	0.00	36.00	0.5	6.06
26.50	1.00	7.04	0.00	0.00	36.00	0.5	7.67
27.50	1.00	11.77	0.00	0.00	36.00	0.5	9.46
28.50	1.00	15.90	0.00	0.00	36.00	0.5	11.27
29.50	1.00	19.40	0.00	0.00	36.00	0.5	13.08
30.50	1.00	22.26	0.00	0.00	36.00	0.5	14.91
31.50	1.00	24.47	0.00	0.00	36.00	0.5	16.75
32.50	1.00	26.01	0.00	0.00	36.00	0.5	18.61
33.50	1.00	26.86	0.00	0.00	36.00	0.5	20.49
34.50	1.00	26.99	0.00	0.00	36.00	0.5	22.40
35.50	1.00	26.38	0.00	0.00	36.00	0.5	24.33
36.50	1.00	24.99	0.00	0.00	36.00	0.5	26.29
37.50	1.00	22.79	0.00	0.00	36.00	0.5	28.29
38.50	1.00	19.72	0.00	0.00	36.00	0.5	30.32
39.50	1.00	15.74	0.00	0.00	36.00	0.5	32.40
40.50	1.00	10.77	0.00	0.00	36.00	0.5	34.52
41.50	1.00	4.76	0.00	0.00	36.00	0.5	36.70
42.10	0.19	0.14	0.00	0.00	36.00	0.5	38.03

$x_M$ [m]	Carico- sism. V [kN/m]	Carico- sism. H [kN/m]	$R^*T_i$ [kNm/m]	$R^*G^*$ $\sin(\varphi)$ [kNm/m]
25.60	-0.09	0.18	39.86	11.71
26.50	-0.35	0.70	129.82	51.23
27.50	-0.59	1.18	207.78	96.58
28.50	-0.79	1.59	274.33	145.04
29.50	-0.97	1.94	329.78	194.80
30.50	-1.11	2.23	374.33	243.98
31.50	-1.22	2.45	408.10	290.62
32.50	-1.30	2.60	431.08	332.70
33.50	-1.34	2.69	443.17	368.07
34.50	-1.35	2.70	444.14	394.48
35.50	-1.32	2.64	433.64	409.51
36.50	-1.25	2.50	411.18	410.61
37.50	-1.14	2.28	376.10	394.97
38.50	-0.99	1.97	327.53	359.58
39.50	-0.79	1.57	264.35	301.10
40.50	-0.54	1.08	185.18	215.81
41.50	-0.24	0.48	88.19	99.57
42.10	-0.01	0.01	4.27	2.91

Somme:

5172.82

4323.28

Forze agenti  $E_d = 4323.28$  kNForze resistenti  $R_d = 5172.82$  kN $E_d/R_d = 0.84 < 1.0$ 

\*\*\* verifica soddisfatta \*\*\*

