

S.S. n.131 "Carlo Felice"
Completamento itinerario Sassari – Olbia

Potenziamento–Messa in sicurezza dal km 192+500 al km 209+500

1° lotto (dal km 193 al km 199)

PROGETTO DEFINITIVO

COD. CA349

PROGETTAZIONE: ATI VIA - SERING - VDP - BRENG

PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma 27296)

RESPONSABILI D'AREA:

Responsabile Tracciato stradale: *Dott. Ing. Massimo Capasso (Ord. Ing. Prov. Roma 26031)*

Responsabile Strutture: *Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma 27296)*

Responsabile Idraulica, Geotecnica e Impianti: *Dott. Ing. Sergio Di Maio (Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)*

Responsabile Ambiente: *Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)*

GEOLOGO:

Dott. Geol. Enrico Curcuruto (Ord. Geo. Regione Sicilia 966)

COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Matteo Di Girolamo (Ord. Ing. Prov. Roma 15138)

RESPONSABILE SIA:

Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Salvatore Frasca

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

MANDATARIA:



MANDANTI:



OPERE D'ARTE MINORI

OPERE DI SOSTEGNO

Relazione tecnica e di calcolo



CODICE PROGETTO

PROGETTO

LIV. PROG. ANNO

DPCA0349 D 20

NOME FILE

CA349_P00OS00GETRE01_A

CODICE ELAB.

P00OS00GETRE01

REVISIONE

A

SCALA:

—

D

C

B

A

REV.

EMISSIONE

DESCRIZIONE

NOV.2020

F.SALUTE

DATA

REDATTO

G.PIAZZA

VERIFICATO

G. PIAZZA

APPROVATO

INDICE

1	GENERALITA'	3
1.1	OGGETTO.....	3
1.2	VITA NOMINALE DI PROGETTO, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO DELL'OPERA.....	3
1.2.1	<i>Vita Nominale V_n</i>	3
1.2.2	<i>Classi d'Uso</i>	3
1.2.3	<i>Periodo di Riferimento per l'azione sismica</i>	4
1.3	DESCRIZIONE DELLE OPERE.....	4
1.3.1	<i>Muri di sostegno</i>	4
1.3.2	<i>Muri di sottoscarpa</i>	5
1.3.3	<i>Muri di controripa</i>	5
2	NORMATIVE E RIFERIMENTI	6
3	NORME TECNICHE	6
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E RESISTENZE DI PROGETTO	7
4.1	CALCESTRUZZI	7
4.1.1	<i>Caratteristiche ai fini della durabilità</i>	7
4.1.2	<i>Copriferri nominali</i>	8
4.1.3	<i>Resistenze di progetto</i>	10
4.1.4	<i>Verifiche a fessurazione</i>	11
4.2	ACCIAIO IN BARRE PER CEMENTO ARMATO.....	12
4.2.1	<i>Qualità dell'acciaio</i>	12
4.2.2	<i>Resistenze di progetto</i>	12
5	PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO	13
6	CRITERI DI CALCOLO	14
6.1	ORGANIZZAZIONE DEL CALCOLO	14
6.2	CALCOLO DELLE AZIONI SULLA STRUTTURA.....	14
6.2.1	<i>Spinta della terra</i>	14
6.2.2	<i>Spinta della falda freatica</i>	16
6.2.3	<i>Pesi e forze d'inerzia per le verifiche sismiche</i>	17

6.3	VERIFICA ALLO SCORRIMENTO	17
6.4	STATO LIMITE DI RIBALTAMENTO	18
6.5	COLLASSO PER CARICO LIMITE DELL'INSIEME FONDAZIONE TERRENO	18
6.6	VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE.....	18
6.7	VERIFICA DELLE SEZIONI IN C.A. ALLO SLU	19
6.8	VERIFICA DEL COLLEGAMENTO TRA PLATEA E FONDAZIONE.....	21
7	AZIONI E COMBINAZIONI DI PROGETTO	22
7.1	ANALISI DEI CARICHI	22
7.1.1	<i>Carichi permanenti</i>	22
7.1.2	<i>Sovraccarico accidentale a tergo del muro</i>	22
7.1.3	<i>Urto veicolo in svio</i>	22
7.1.4	<i>Azione del vento</i>	22
7.2	AZIONE SISMICA.....	24
7.2.1	<i>Parametri sismici fondamentali</i>	24
7.3	COMBINAZIONI DI CARICO.....	24
8	SEZIONI DI ANALISI E RISULTATI.....	26
8.1	SEZIONI DI ANALISI – MURI DI SOSTEGNO.....	26
8.1.1	<i>Muri di sottoscarpa</i>	26
8.1.2	<i>Muri di controripa</i>	26
9	DICHIARAZIONE ACCETTABILITÀ RISULTATI (PAR. 10.2 N.T.C. 2018)	27
9.1	TIPO DI ANALISI SVOLTE	27
9.2	ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO.....	27
9.3	AFFIDABILITÀ DEI CODICI DI CALCOLO	27
9.4	MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI	27
9.5	INFORMAZIONI GENERALI SULL'ELABORAZIONE.....	27
9.6	GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI	28
10	ALLEGATO 1 – MURI DI SOSTEGNO	29
11	ALLEGATO 2 – MURI DI SOTTOSCARPA	30
12	ALLEGATO 3 – MURI DI CONTRORIPA.....	31

CA349 - SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 1° lotto (dal km 193 al km 199)		
CA-349	Relazione Tecnica e di Calcolo - Muri di Sostegno e Muri di Sottoscarpa	

1 GENERALITA'

1.1 Oggetto

La presente relazione illustra le analisi e le verifiche relative ai **Muri di sostegno, di sottoscarpa** e di controripa previsti nell'ambito dei lavori di realizzazione della **"CA349 - SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 1° lotto (dal km 193 al km 199)"**.

Le analisi e le verifiche statiche sono condotte conformemente al livello di Progettazione Definitiva di cui trattasi e mirano al dimensionamento degli elementi principali per consentirne una piena definizione dal punto di vista prestazionale ed economico.

Le analisi e le verifiche degli aspetti di dettaglio, saranno sviluppate nella successiva fase di Progettazione Esecutiva.

1.2 Vita Nominale di progetto, Classe d'uso e Periodo di Riferimento dell'opera

1.2.1 Vita Nominale V_N

La vita nominale di progetto V_N di un'opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali.

I valori minimi di V_N da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 2.4.I. (§ 2.4.1 NTC2018). Tali valori possono essere anche impiegati per definire le azioni dipendenti dal tempo.

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Tabella 1.1 – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

In accordo con la Committenza Anas è stato assunto:

- Vita Nominale di progetto: $V_N = 50$ anni (costruzioni con livelli di prestazione elevati).

1.2.2 Classi d'Uso

Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite (§2.4.2 NTC2018):

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Relativamente alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, delle opere di cui trattasi, vi si attribuisce:

- Classe d'Uso: **IV**;
- Coefficiente d'Uso: $C_U = 2.0$.

1.2.3 Periodo di Riferimento per l'azione sismica

Il periodo di riferimento, impiegato nella valutazione delle azioni sismiche risulta pari a:

- Periodo di Riferimento: $V_R = V_N \times C_U = 50 \times 2.0 = 100$ anni.

1.3 Descrizione delle opere

Tutte le opere analizzate nella presente relazione sono costituite da muri con fondazioni gettate in opera e paramenti prefabbricati con contrafforti.

1.3.1 Muri di sostegno

I tipologici esaminati sono i seguenti:

- Muro di sostegno tipo H2 ("U22NM"): per altezze del paramento $H \leq 2.0$ m;
- Muro di sostegno tipo H3 ("U35NM"): per altezze del paramento $2.01 \text{ m} \leq H \leq 3.0$ m;
- Muro di sostegno tipo H4 ("U40NM"): per altezze del paramento $3.01 \text{ m} \leq H \leq 4.0$ m;
- Muro di sostegno tipo H5 ("U50NM"): per altezze del paramento $4.01 \text{ m} \leq H \leq 5.0$ m;

- Muro di sostegno tipo H6 ("U60NM"): per altezze del paramento $5.01 \text{ m} \leq H \leq 6.0 \text{ m}$;
- Muro di sostegno tipo H7 ("U70NM"): per altezze del paramento $6.01 \text{ m} \leq H \leq 7.0 \text{ m}$;
- Muro di sostegno tipo H8 ("U80NM"): per altezze del paramento $7.01 \text{ m} \leq H \leq 8.0 \text{ m}$;
- Muro di sostegno tipo H9 ("U90NM"): per altezze del paramento $8.01 \text{ m} \leq H \leq 9.0 \text{ m}$;
- Muro di sostegno tipo H10 ("U100NM"): per altezze del paramento $9.01 \text{ m} \leq H \leq 10.0 \text{ m}$;

1.3.2 Muri di sottoscarpa

I tipologici esaminati sono i seguenti:

- Muro di sottoscarpa tipo H2 ("U20NM"): per altezze del paramento $H \leq 2.0 \text{ m}$;
- Muro di sottoscarpa tipo H3 ("U30MN"): per altezze del paramento $2.01 \text{ m} \leq H \leq 3.0 \text{ m}$;
- Muro di sottoscarpa tipo H4 ("U40MN"): per altezze del paramento $3.01 \text{ m} \leq H \leq 4.0 \text{ m}$;
- Muro di sottoscarpa tipo H5 ("U50NM"): per altezze del paramento $4.01 \text{ m} \leq H \leq 5.0 \text{ m}$;
- Muro di sottoscarpa tipo H6 ("U60NM"): per altezze del paramento $5.01 \text{ m} \leq H \leq 6.0 \text{ m}$;
- Muro di sottoscarpa tipo H7 ("U70NM"): per altezze del paramento $6.01 \text{ m} \leq H \leq 7.0 \text{ m}$;

1.3.3 Muri di controripa

I tipologici esaminati sono i seguenti:

- Muro di controripa tipo H2 ("U22NL"): per altezze del paramento $H = 2.0 \text{ m}$;
- Muro di controripa tipo H5 ("U50NL"): per altezze del paramento $H = 5.0 \text{ m}$;

CA349 - SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 1° lotto (dal km 193 al km 199)		
CA-349	<i>Relazione Tecnica e di Calcolo - Muri di Sostegno e Muri di Sottoscarpa</i>	

2 NORMATIVE E RIFERIMENTI

Le analisi e le verifiche delle strutture sono state effettuate nel rispetto della seguente normativa vigente:

- [D_1]. DM 17 gennaio 2018: Aggiornamento delle <<Norme tecniche per le costruzioni>> (nel seguito indicate come NTC18).
- [D_2]. Circolare 21 gennaio 2019 n.7: Istruzioni per l'applicazione dell' "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 17 gennaio 2018, supplemento ordinario n° 5 alla G. U. n° 35 del 11/02/2019 (nel seguito indicate come CNTC18).
- [D_3]. Norma Europea UNI EN 206: Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità (Dicembre 2016).
- [D_4]. Norma Italiana UNI 11104: Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206 (luglio 2016).

3 NORME TECNICHE

Il metodo di calcolo adottato è quello semiprobabilistico agli stati limite, con applicazione di coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni, variabili in ragione dello stato limite indagato.

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E RESISTENZE DI PROGETTO

4.1 Calcestruzzi

4.1.1 Caratteristiche ai fini della durabilità

Al fine di valutare le caratteristiche vincolanti delle miscele di calcestruzzo nei confronti della durabilità viene fatto riferimento alle norme [D_3] e [D_4].

Relativamente alla scelta delle classi di esposizione, in accordo alla "Classificazione del livello di rischio di attacco del gelo per aree climatiche del territorio italiano" contenuta nell'appendice A alla norma [D_4], che attribuisce alla **Sardegna** un livello di rischio **Nullo**, è stata esclusa l'applicazione della classe XF (Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti), e conseguentemente della classe XD (corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare).

Analogamente è stata esclusa l'applicazione della classe XS (Corrosione indotta dai cloruri contenuti nell'acqua di mare).

Relativamente all'applicazione della classe XA (Attacco chimico da parte del terreno naturale e delle acque contenute nel terreno), le analisi chimiche eseguite su campioni di terreno e su acqua di falda ai sensi della norma UNI EN 206, hanno evidenziato concentrazioni di solfati (SO_4) nei terreni, tali da rientrare nei range illustrati nel prospetto 2 della norma [D_3].

Di seguito il prospetto di sintesi riportato nel report "Documentazione indagini ambientali", prodotto da TECNOIN (§4.4 – Attacco chimico del calcestruzzo).

Classe di esposizione per i terreni

PARAMETRO	U.M.	S1 PZ	S3 DH	S8	S12 PZ	Classi di esposizione		
		CLS1 (0-2 m)	CLS1 (0-2 m)	CLS1 (0-1.65 m)	CLS1 (0-1 m)	XA1	XA2	XA3
Solfato (ione solfato)	%	0,211	0,198	0,131	0,228	2000-3000	3000-12000	12000-24000
Acidità	ml CaCO ₃ /kg	0.00042	0.00027	0.00029	0.0004	200	non incontrato	

Le concentrazioni di solfati rilevate permettono di definire per le membrature di fondazione una classe di esposizione XA1.

Di seguito, per ciascun elemento gettato in opera, viene riportata la classe di esposizione che risulta vincolante ai fini delle caratteristiche della miscela. Inoltre, sono riportati la classe di resistenza, i range previsti per le dimensioni massime degli aggregati, la classe di consistenza, il valore massimo del rapporto acqua/cemento, il tipo di cemento da impiegare in funzione della parte d'opera e il contenuto minimo di cemento:

CARATTERISTICHE DEI CALCESTRUZZI (UNI EN 206-1 / UNI 11104)				
CALCESTRUZZO PER		Magrone di sottofondazione	Fondazioni	Elevazioni
Classe di resistenza (fck/Rck) (Mpa)		C12/15	C32/40	C32/40
Classe di esposizione ambientale		-	XC2 - AX1	XC4
φ max inerti (mm)	Dupper	-	32	25
	Dlower		20	16
Classe di consistenza		-	S4	S4
Rapporto max acqua/cemento		-	0.5	0.5
Contenuto minimo di cemento (kg/m ³)		150	340** - ***	340**

Tabella 4.1 – Caratteristiche dei Calcestruzzi per getti in opera

* Cemento LH (Low Heat) a basso calore di idratazione.

** I contenuti di cemento indicati saranno verificati in sede di prequalifica, imponendo che il riscaldamento del calcestruzzo del nucleo in condizioni adiabatiche rispetti le seguenti condizioni:

- $\delta T_{3gg} \leq 35^\circ$ per getti di spessore non superiore a 2 m;
- $\delta T_{7gg} \leq 35^\circ$ per getti di spessore superiore a 2 m.

In ogni caso, dovrà essere garantito il rispetto delle classi di esposizione e resistenza sopra indicate.

*** cemento tipo SR resistente ai solfati secondo EN 197/1.

Per le caratteristiche del calcestruzzo degli elementi prefabbricati si faccia riferimento agli allegati del presente elaborato.

4.1.2 Copriferrini nominali

I valori minimi dello spessore dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferrino), ai fini della protezione delle armature dalla corrosione, sono riportati nella Tab. C4.1.IV delle circolari applicative §[D_2], nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di Tab. 4.1.IV delle NTC:

Tabella C4.1.IV - Copriferrini minimi in mm

C _{min}	C ₀	ambiente	barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
			C _{≥C₀}	C _{min≤C<C₀}	C _{≥C₀}	C _{min≤C<C₀}	C _{≥C₀}	C _{min≤C<C₀}	C _{≥C₀}	C _{min≤C<C₀}
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C30/37	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

I valori della tabella C4.1.IV si riferiscono a costruzioni con Vita Nominale di 50 anni (tipo 2 della Tab. 2.4.1 delle NTC). Per costruzioni con vita nominale di 100 anni (tipo 3 della citata Tab. 2.4.1), i valori della Tab. C4.1.IV vanno aumentati di 10 mm.

Per la definizione del calcestruzzo nominale, ai valori minimi di copriferro vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 5 mm, secondo indicazioni di norme di comprovata validità.

Per le produzioni di elementi sottoposte a controllo di qualità che preveda anche la verifica dei copriferri, i valori della tabella possono essere ridotti di 5 mm.

La tabella seguente illustra i valori del calcestruzzo nominale gettato in opera richiesti in base all'applicazione dei criteri sopra esposti e specializzati al caso in esame:

DETERMINAZIONE DEI COPRIFERRI NOMINALI SECONDO NTC2018

Dati generali relativi all'opera

Tipo di costruzione (1=temp. o provvisoria; 2 = prestazioni ordinarie; 3=prestazioni elevate)

Vita nominale dell'opera

Tabella C4.1.IV Copriferri minimi in mm

ambiente	R _{ckmin}	R _{ck0}	barre da c.a.				
			elementi a piastra		altri elementi		cavi da c.a.p.
			R _{ck} ≥ R _{ck0}	R _{ckmin} ≤ R _{ck} ≤ R _{ck0}	R _{ck} ≥ R _{ck0}	R _{ckmin} ≤ R _{ck} ≤ R _{ck0}	R _{ck} ≥ R _{ck0}
ordinario	30	45	15	20	20	25	25
aggressivo	37	50	25	30	30	35	35
molto ag.	45	55	35	40	40	45	5

Tabella 5 - Copriferri e ampiezza delle fessure

Vita dell'opera: 50 anni Opera che sorge in terreni chimicamente debolmente aggressivi e/o con superfici esposte ad ambiente ciclicamente secco e acquoso o saturo d'acqua.	PREFABBRICATO TENSITER			PLATEA	FONDAZIONE
	Intradosso della parete	Costola e tirante tipo "T"	Facciata esterna	Tutte le facciate	Tutte le facciate
Resistenza del calcestruzzo R _{ck} N/mm ²	45	45	45	40	20
Classificazione dell'ambiente	XC4	XC4	XC4	XA1	
Spessore del copriferro:					Fondazione tozza debolmente armata
Minimo da norma (tabella C4.1.IV)	25	25	25	35	
Tolleranza di lavorazione	± 10	± 10	± 10	± 10	
Maggior spessore per durata	0	0	0	0	
TOTALE da norma mm	25±10	25±10	25±10	35±10	
Spessore indicato nei disegni mm	30±5	30+5/-0	35+5/-0	40±10	
Ampiezza massima delle fessure:					
Combinaz. frequente mm	0.3	0.3	0.3	0.3	
Combinaz. quasi permanente mm	0.2	0.2	0.2	0.2	

Tabella 4.2 – Valori dei copriferri nominali in base alle NTC2018

4.1.3 Resistenze di progetto

Calcestruzzo C32/40:

Caratteristiche Calcestruzzo	Var	C32/40
Resistenza a compressione caratteristica cubica	R_{ck}	40
Resistenza a compressione caratteristica cilindrica	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	32
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	40.00
Resistenza media a trazione semplice	f_{ctm}	3.02
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk5\%} = 0.7 f_{ctm}$	2.12
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk95\%} = 1.3 f_{ctm}$	3.93
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$	3.63
Modulo elastico	$E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3}$	33346

STATI LIMITE ULTIMI	Var	
coefficiente γ_c	γ_c	1.50
coefficiente α_{cc}	α_{cc}	0.85
Resistenza a compressione di calcolo	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$	18.13
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	1.41

STATI LIMITE DI ESERCIZIO	Var	
$\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico caratteristica	$\sigma_{c, max} = 0.60 f_{ck}$	19.20
$\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico quasi permanente	$\sigma_{c, max} = 0.45 f_{ck}$	14.40
σ_t - stato limite di formazione delle fessure	$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2$	2.52

ANCORAGGIO DELLE BARRE	Var	
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 1.0 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	3.18
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - non buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 0.7 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	2.22

Calcestruzzo C35/45:

STRUTTURE IN CEMENTO ARMATO PRECOMPRESSO

Caratteristiche Calcestruzzo	Var	unità	C35/45
Resistenza a compressione caratteristica cubica	R_{ck}	Mpa	45
Resistenza a compressione caratteristica cilindrica	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	Mpa	35
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	Mpa	43.00
Resistenza media a trazione semplice	f_{ctm}	Mpa	3.21
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk5\%} = 0.7 f_{ctm}$	Mpa	2.25
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk95\%} = 1.3 f_{ctm}$	Mpa	4.17
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{ctm} = 1.2 f_{ctm}$	Mpa	3.85
Modulo elastico	$E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3}$	Mpa	34077

STATI LIMITE ULTIMI

	Var	unità	
coefficiente γ_c	γ_c		1.50
coefficiente α_{cc}	α_{cc}		0.85
Resistenza a compressione di calcolo	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$	Mpa	19.83
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	Mpa	1.50

STATI LIMITE DI ESERCIZIO

	Var	unità	
$\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico caratteristica	$\sigma_{c, max} = 0.60 f_{ck}$	Mpa	21.00
$\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico quasi permanente	$\sigma_{c, max} = 0.45 f_{ck}$	Mpa	15.75
σ_t - stato limite di formazione delle fessure	$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2$	Mpa	2.67
Resistenza cubica cls allo scassero	R_{ckj}	Mpa	35.0
tensioni max iniziali di compressione	$\sigma_c < 0.6 f_{ckj}$	Mpa	17.43
tensioni max iniziali di compr. - elementi con arm.pretesa	$\sigma_c < 0.7 f_{ckj}$	Mpa	20.34

ANCORAGGIO DELLE BARRE

	Var	unità	
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 1.0 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	Mpa	3.37
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - non buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 0.7 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	MPa	2.36

4.1.4 Verifiche a fessurazione

Le condizioni ambientali, ai fini della protezione contro la corrosione delle armature, sono suddivise in ordinarie, aggressive e molto aggressive in relazione a quanto indicato dalla Tab. 4.1.III delle NTC2018:

Tab. 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

Condizioni ambientali	Classe di esposizione
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Nel caso in esame si considerano:

- Condizioni **aggressive**: per le verifiche a fessurazione delle elevazioni lato valle (classe di esposizione **XC4**);

CA349 - SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-349	Relazione Tecnica e di Calcolo - Muri di Sostegno e Muri di Sottoscarpa	

La Tab. 4.1.IV stabilisce i criteri per la scelta degli stati limite di fessurazione in funzione delle condizioni ambientali e del tipo di armatura:

Tab. 4.1.IV - Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

Gruppi di Esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile Stato limite	w_k	Poco sensibile Stato limite	w_k
A	Ordinarie	frequente	apertura fessure	$\leq w_2$	apertura fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
B	Aggressive	frequente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$
C	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	apertura fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$

Pertanto, nel caso in esame si ha:

- Verifiche a fessurazione – condizioni ambientali **Aggressive** – Armatura poco sensibile:
 - o Combinazione di azioni frequente: $w_k \leq w_2 = 0.3$ mm
 - o Combinazione di azioni quasi permanente: $w_k \leq w_1 = 0.2$ mm

4.2 Acciaio in barre per cemento armato

4.2.1 Qualità dell'acciaio

Acciaio in barre B450C in accordo a DM 17/01/2018 (Capitolo 11).

4.2.2 Resistenze di progetto

Caratteristiche Acciaio per Calcestruzzo armato	Var	unità		
Qualità dell'acciaio		B450C	B450A	
Tensione caratteristica di snervamento nominale	f_{yk}	Mpa	450	450
Tensione caratteristica a carico ultimo nominale	f_{tk}	Mpa	540	450
Modulo elastico	E_s	Mpa	210000	210000
diametro minimo della barra impiegabile	ϕ_{min}	mm	6	5
diametro massimo della barra impiegabile	ϕ_{max}	mm	40	10
STATI LIMITE ULTIMI	Var	unità		
coefficiente γ_s	γ_s		1.15	1.15
Resistenza di calcolo	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$	Mpa	391.3	391.3
STATI LIMITE DI ESERCIZIO	Var	unità		
$\sigma_{s,max}$ - combinazione di carico caratteristica	$\sigma_{s,max} = 0.8 f_{yk}$	Mpa	360.0	360.0

5 PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

Sono stati adottati i seguenti parametri geotecnici:

Rilevato stradale

Peso di volume – γ (kN/mc)	18,0
Angolo di attrito – φ' (°)	35
Coesione drenata – c' (kPa)	0

Terreno di fondazione(SL)

Peso di volume – γ (kN/mc)	19,0
Angolo di attrito – φ' (°)	30
Coesione drenata – c' (kPa)	10

Il terreno di fondazione più frequentemente presente per i muri in oggetto è rappresentato dall'unità Sabbie con Limo "SL" che risulta essere anche il più scadente tra i riscontrati. A favore di sicurezza viene assunto come terreno di fondazione per le analisi di tutte le opere di sostegno.

Nel caso in esame la falda è stata considerata presente ad estradosso fondazione per tutti i muri ad esclusione dei seguenti:

MS SV01 SU SX MURO DI SOSTEGNO
 CAT. SOTTOSUOLO T2
 FALDA ASSENTE

MS AP E22 DX MURO DI SOSTEGNO
 CAT. SOTTOSUOLO T2
 FALDA ASSENTE

MS AP E40 SX MURO DI CONTRORIPA
 CAT. SOTTOSUOLO T1
 FALDA ASSENTE

CA349 - SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 1° lotto (dal km 193 al km 199)		
CA-349	<i>Relazione Tecnica e di Calcolo - Muri di Sostegno e Muri di Sottoscarpa</i>	

6 CRITERI DI CALCOLO

6.1 Organizzazione del calcolo

Il calcolo di verifica agli stati limite delle varie opere di sostegno prefabbricate è svolto secondo il punto 6.5.3 del citato D.M. 17/01/18 nei due casi previsti dalla norma.

Nella **prima scheda** sono svolte le verifiche SLU di tipo strutturale (STR) e geotecnico (GEO) secondo l'Approccio 2 (A1+M1+R3), impiegando i coefficienti sopraindicati nella tabella 2.

Nella presente scheda è effettuato:

- il calcolo delle spinte, dei pesi e dei loro momenti (GEO) rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione;
- la verifica allo scorrimento (GEO) sul piano di posa;
- la verifica al ribaltamento (GEO) rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione (punto O) e rispetto allo spigolo inferiore esterno della struttura prefabbricata (punto M);
- la verifica strutturale (STR) con il confronto tra le sollecitazioni esterne e le resistenze nelle sezioni delle membrature.

La verifica al collasso per carico limite dell'insieme fondazione/terreno è svolta nella settima scheda, nella quale è effettuato il confronto tra l'insieme dei carichi agenti sulla fondazione e la sua resistenza.

La verifica della stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno non è svolta in questa relazione.

6.2 Calcolo delle azioni sulla struttura

Nella scheda vengono calcolati tutti i vari termini della combinazione fondamentale delle azioni che formano l'azione complessiva della struttura sul terreno di fondazione. La struttura è costituita dalla parete prefabbricata, dalla sua fondazione diretta, dalla platea sotto al terrapieno, dalla terra che sovrasta la platea, dai sovraccarichi sul rilevato ed è soggetta all'azione della spinta del terrapieno e delle altre varie azioni eventualmente presenti.

Tutte le azioni agenti sulla struttura sono state calcolate in base alle dimensioni geometriche riportate in ciascuna scheda e moltiplicate per i rispettivi coefficienti riportati nella tabella 2 del capitolo 3 e ripetuti nella tabella "Spinte, pesi e momenti" di ciascuna scheda.

6.2.1 Spinta della terra

Con riferimento alla figura sottostante, la spinta del terrapieno agisce direttamente sulla fondazione del muro e indirettamente su una sezione verticale ideale R-S innalzata sullo spigolo interno della platea.

Se la struttura non è soggetta a vincoli particolari, la sua deformazione elastica e il cedimento della fondazione sono, in genere, sufficienti a mobilitare la spinta attiva del terrapieno.

Il coefficiente di spinta attiva è calcolato in base al valore ϕ dell'angolo d'attrito del terreno di riempimento e dal suo profilo a monte del muro.

L'esame dei meccanismi di collasso della struttura dimostra che nelle verifiche GEO dobbiamo sempre considerare la spinta della terra agente sulla sezione verticale R-S innalzata dal bordo interno della platea.

Pertanto, il coefficiente di spinta K_1 attraverso la sezione R-S viene calcolato:

a) se il profilo del rilevato è rettilineo, con la **formula di Rankine**,

- per terrapieno orizzontale:

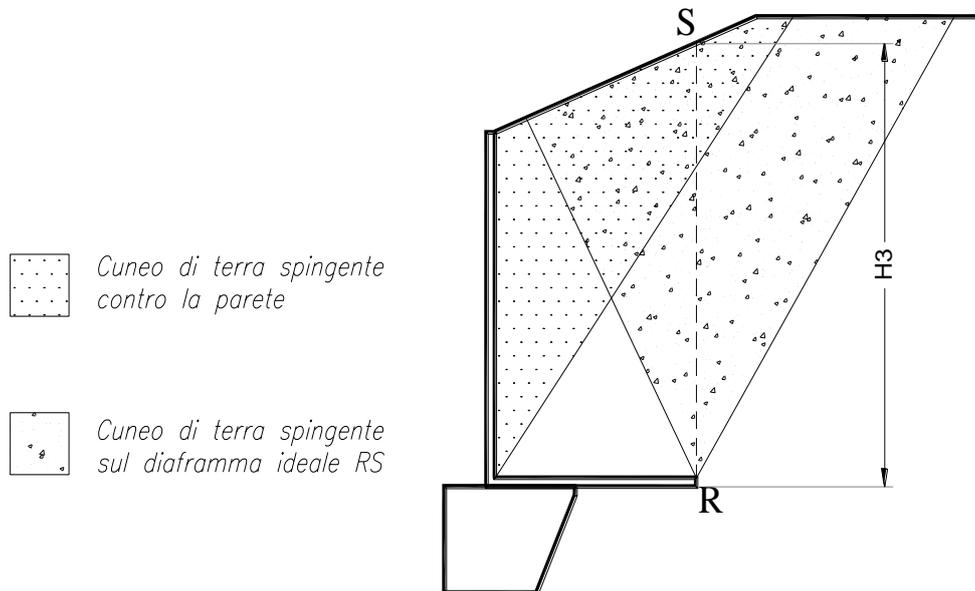
$$k_1 = \tan^2(45 - \phi/2)$$

- per terrapieno inclinato dell'angolo β :

$$K_1 = \frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}$$

$$k_1 = \frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}$$

Esse corrispondono a ipotizzare la formazione di un cuneo di terra spingente limitato da due piani di scorrimento, le cui giaciture sono quelle che generano la spinta massima, e quindi la più sfavorevole alla stabilità del muro. La teoria del masso illimitato di Rankine dimostra che la spinta risulta sempre parallela alla superficie del rilevato. In particolare, se il rilevato è orizzontale, essa dimostra che non si formano componenti verticali sulla sezione R-S, componenti che risulterebbero molto favorevoli nel calcolo delle resistenze al ribaltamento e allo scorrimento.



 Cuneo di terra spingente contro la parete

 Cuneo di terra spingente sul diaframma ideale RS

- b) Se il profilo del rilevato non è rettilineo, il codice di calcolo, con un procedimento iterativo che corrisponde a estendere la formula di Rankine ai profili spezzati, individua per approssimazioni successive le giaciture dei due piani di scorrimento che generano simultaneamente la spinta massima e fornisce automaticamente il coefficiente di spinta attiva. Se le pendenze sono uguali i risultati coincidono con quelli della formula di Rankine. Dall'equilibrio dei due semicunei separati dal piano R-S risulta anche individuata l'inclinazione della spinta, che risulta intermedia fra le due pendenze. Chiameremo questo procedimento **"Cuneo a cavallo di R-S"**.

La spinta sulla fondazione è calcolata con un coefficiente di spinta K_3 su parete verticale. Il calcolo tiene conto che nei muri tipo N, T e F la platea impedisce al peso del terrapieno che la sovrasta di agire come sovraccarico per l'intera altezza del muro, come risulta dimostrato dall'analisi di tutti i possibili meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno, svolta a sensi del punto 6.5.3.1 del D.M. 17/1/2018.

6.2.2 Spinta della falda freatica

Tutti i muri Tensiter sono dotati di un drenaggio particolarmente efficace. Lo speciale profilato drenante inserito nel giunto tra i pannelli insieme alla nostra prescrizione di riempire l'ampio volume a tergo del muro con materiale drenante fino ad almeno 1/3 dell'altezza impediscono che si generino delle spinte significative dovute alla falda freatica.

Nel caso di sorgive a tergo del muro l'acqua fuoriesce facilmente convogliata dal materiale drenante sopra la platea o in appropriate tubazioni drenanti da disporre sopra la platea, paralleli alla facciata.

Nel caso di muri spondali in alveo la spinta sulla parete dovuta alla differenza fra il livello interno dell'acqua e quello esterno è molto contenuta anche in fase di stanca della piena, per l'efficienza del sistema di drenaggio. La platea, con la sua notevole larghezza, riduce il sifonamento e la formazione di sottopressioni idrauliche che potrebbero ridurre l'efficienza della fondazione. In pratica solo se la

CA349 - SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 1° lotto (dal km 193 al km 199)		
CA-349	Relazione Tecnica e di Calcolo - Muri di Sostegno e Muri di Sottoscarpa	

velocità di discesa della piena supera 1÷2 m/ora occorre tenere conto della spinta dell'acqua. Negli altri casi la spinta della falda freatica può essere trascurata.

6.2.3 Pesì e forze d'inerzia per le verifiche sismiche

Tutti i pesi e le forze d'inerzia delle varie parti della struttura e del rilevato sulla platea sono stati calcolati in base alle loro dimensioni geometriche riportate in ciascuna scheda moltiplicate per i rispettivi pesi specifici e moltiplicati per i rispettivi coefficienti delle azioni esposti nella tabella 2, riportati per chiarezza nel calcolo di ogni componente.

I coefficienti sismici, orizzontale e verticale, impiegati nel calcolo delle forze d'inerzia sono esposti nel paragrafo 6.3 e nelle schede 6 e 7.

Nelle strutture dotate di un tirante in cemento armato prefabbricato (muri Tensiter tipo "T") il calcolo tiene conto del peso di terra che può gravare su di esso. Ricordiamo, in merito, che il tirante è costruito curvo, dotato cioè di una curvatura il cui raggio è stato scelto in modo da compensare la parte del peso della terra che graverà su di esso.

Le esperienze e le opere costruite negli ultimi 35 anni hanno confermato che il carico gravante sul tirante è circa il 50% del peso del prisma di terra che sovrasta il tirante, assumendo come larghezza l'intero passo tra un tirante e l'altro. Con questa ipotesi il momento flettente sul tirante risulterebbe nullo. Eventuali differenze rispetto a questo valore generano un momento flettente residuo, e possono essere causate da diverse modalità di realizzazione del rilevato. Nel calcolo SLU abbiamo fatto l'ipotesi che ben il 30% del peso dell'intero prisma sopra definito agisca, in più o in meno, sul tirante, il quale, ai fini del calcolo, risulta una trave incastrata a entrambe le estremità. Pertanto, tenuto conto della sua curvatura, il tirante è verificato per portare qualunque valore del carico compreso tra il 20% e l'80% del peso della terra e del sovraccarico che lo sovrastano. Nel calcolo SLE abbiamo tenuto conto che ancora il 25% del peso del citato prisma gravi, in più o in meno, sul tirante e abbiamo calcolato l'ampiezza delle fessure con questa ipotesi.

6.3 Verifica allo scorrimento

La verifica allo scorrimento sul piano di posa risulta dal confronto tra la componente orizzontale di tutte le azioni E_d (spinte e eventuali altre forze agenti sulla struttura) e la resistenza del terreno R_d allo scivolamento. Ovviamente tutte le azioni sono moltiplicate per i rispettivi coefficienti. La resistenza allo scorrimento è espressa dal prodotto di tutti i pesi e le varie componenti verticali di ogni azione per il coefficiente d'attrito della struttura sul terreno di fondazione e ridotta dal coefficiente parziale γ_R esposto nella tabella 2 ($\gamma_R = 1.1$ nel caso SLU).

La spinta passiva sulla parete esterna della fondazione non è presa in conto a favore della stabilità. Si noti che il punto 6.5.3.1.1. del D.M. 14/1/08 ci autorizzerebbe a tenerne conto di una parte significativa, dal momento che il cordolo di fondazione è gettato sempre direttamente contro terra (perché privo di armature) e pertanto, prima di fare presa, il calcestruzzo spinge contro la parete la propria spinta idrostatica. Pertanto, questa parte della spinta passiva (circa il 40 ÷ 50%), essendo generata per la modalità costruttiva senza richiedere alcuno spostamento per attivarsi, potrebbe essere presa in conto.

6.4 Stato limite di ribaltamento

Lo stato limite al ribaltamento tratta l'equilibrio dell'insieme sopraelencato come se fosse un corpo rigido. Pertanto, calcola i momenti delle varie azioni rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione (punto "O" delle figure riportate nelle schede) oppure lo spigolo inferiore esterno del prefabbricato (punto "M"). Ovviamente tutte le azioni sono moltiplicate per i rispettivi coefficienti. La resistenza al ribaltamento è espressa dalla somma di tutti i momenti resistenti ed è ridotta dal coefficiente parziale γ_R esposto nella tabella 2 ($\gamma_R = 1.15$ nel caso SLU). Ogni scheda espone il confronto tra i momenti ribaltanti E_d e quelli stabilizzanti R_d .

6.5 Collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno

Il collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno risulta dalla verifica che la capacità portante del terreno di fondazione sia maggiore della risultante calcolata in base alla somma di tutte le azioni e alla sua posizione, dalla quale dipende l'ampiezza del nastro di appoggio sul terreno. Questo confronto è svolto nella scheda 7.

La capacità portante è calcolata con la formula di Brinch-Hansen del 1970. La verifica è svolta a sensi del punto 6.5.3.1.1 del DM 17/1/18 con l'approccio 2 combinazione A1+M1+R3 tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I.

La verifica è favorevole se la capacità portante risulta maggiore del carico effettivo dovuto alle forze esterne. Il confronto è svolto sia a SLU (risultati delle schede 1 e 2) sia nel caso sismico. In questo caso la capacità portante tiene conto della riduzione dovuta al coefficiente di Paolucci e Pecker 1997.

6.6 Verifica di stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro + terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a η_g .

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_g \geq 1.00$.

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro o con i pali di fondazione. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 50.

Si adotta per la verifica di stabilità globale il **metodo di Bishop**. Il coefficiente di sicurezza nel metodo di Bishop si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_i \left(\frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i) \tan \varphi_i}{m} \right)}{\sum_i W_i \sin \alpha_i}$$

dove il termine m è espresso da

$$m = \left(1 + \frac{tg\varphi_i \cdot tg\alpha_i}{\eta} \right) \cos\alpha_i$$

In questa espressione η è il numero delle strisce considerate, b_i e α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i -esima rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i -esima, c_i e φ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed u_i è la pressione neutra lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine m che è funzione di η . Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per η da inserire nell'espressione di m ed iterare fino a quando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

6.7 Verifica delle sezioni in c.a. allo SLU

Se il profilo del terreno spingente è rettilineo, la spinta sulla parete interna della struttura prefabbricata è calcolata in base a un coefficiente di spinta attiva determinato con la formula di Coulomb:

$$k_0 = \frac{\sin^2(\psi+\varphi)}{\sin^2\psi \cdot \sin(\psi-\delta) \cdot \left[1 + \frac{\sqrt{\sin(\varphi+\delta) \cdot \sin(\varphi-\beta)}}{\sqrt{\sin(\psi-\delta) \cdot \sin(\psi+\beta)}} \right]^2} \quad k_0 = \frac{\sin^2(\psi+\varphi)}{\sin^2\psi \cdot \sin(\psi-\delta) \cdot \left[1 + \frac{\sqrt{\sin(\varphi+\delta) \cdot \sin(\varphi-\beta)}}{\sqrt{\sin(\psi-\delta) \cdot \sin(\psi+\beta)}} \right]^2}$$

ϕ = Angolo di resistenza al taglio del terreno sostenuto dal muro assunto nella Combinazione in esame;

β = Angolo di inclinazione del terreno sostenuto dal muro. $\beta > 0^\circ$ se il terreno sale allontanandosi dal muro;

ψ = Angolo del paramento interno del muro con l'orizzontale. $\psi > 90^\circ$ se la parete interna strapiomba;

δ = Angolo di resistenza al taglio fra terreno sostenuto e muro. Nei calcoli è stato assunto $\delta = 2 \cdot \phi / 3$.

Essa corrisponde all'equilibrio di un cuneo di terra, aderente alla parete del muro, separato dal terrapieno da una superficie piana, con la giacitura che genera la massima spinta sulla parete e quindi la più sfavorevole alla verifica delle sezioni.

L'angolo di attrito δ tra terreno e parete è stato assunto pari a 2/3 dell'angolo di resistenza al taglio del terreno spingente. Il coefficiente di spinta che ne risulta differisce di poco da quello di Rankine, ma la componente verticale della spinta assume valori molto maggiori di quelli sulla sezione R-S se il terreno spingente è orizzontale o poco ripido.

Su ogni sezione le caratteristiche della sollecitazione sono calcolate in base alla spinta della terra agente dalla sezione in su e tengono conto anche della componente verticale della spinta e del peso della struttura sopra la sezione e di ogni altra azione esterna (urti, carichi sulla struttura, sbalzi, ecc.).

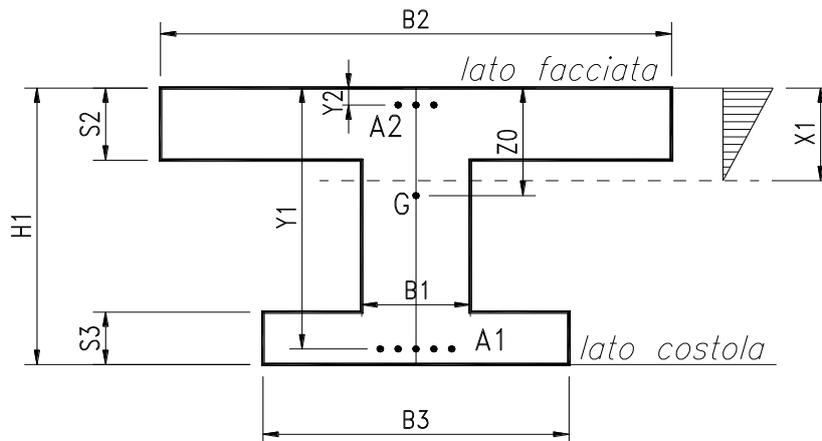
Nel calcolo della spinta è stato trascurato, per semplicità e a favore della stabilità, lo spessore della parete, considerando quindi che la spinta agisca direttamente sulla facciata del muro.

Negli altri casi (profilo spezzato, sovraccarico applicato a una parte del rilevato) useremo una procedura che chiameremo "Cuneo contro la parete". Essa consiste nel suddividere l'intera altezza della parete prefabbricata in strisce di altezza piccola (in genere m 0.5) a partire dal livello della terra. Per la base di ogni striscia si determina il cuneo di terra spingente limitato dalla parete e da un piano di scorrimento la cui giacitura è quella che genera la spinta massima. Trovato il cuneo che spinge di più, la scomposizione del peso del cuneo nelle direzioni delle reazioni sulle due superfici di scorrimento determina la spinta sulla parete. La spinta su ogni striscia corrisponde alla differenza fra la spinta fino alla base della striscia e quella fino alla base della striscia precedente; da essa si ricava la pressione media della terra sulla striscia. La spinta fino alla base di ogni striscia corrisponde all'andamento dello sforzo di taglio sulla parete: il momento flettente e lo sforzo normale sono ricavati da essa.

I risultati mettono in evidenza che la spinta della terra nei muri di sottoscarpa non è a 1/3 dell'altezza ma assai più in alto, eliminando così un errore estremamente diffuso a sfavore della sicurezza.

La verifica allo stato limite ultimo è svolta secondo le norme di calcolo espresse al punto 4.1.2.1 del D.M. 17/1/2018.

La descrizione geometrica della sezione avviene secondo lo schema della figura nel seguito allegata:



Per ogni sezione verificata, oltre alle principali dimensioni geometriche, sono esposti:

M_{Ed} = momento flettente baricentrico dovuto alle azioni esterne moltiplicate per i rispettivi coefficienti g_i e q ;

M_{Edu} = momento flettente baricentrico dovuto alle azioni esterne moltiplicate per i rispettivi coefficienti g_i e q calcolato sulla sezione spostata della misura a_1 data dalla formula [4.1.22] (= décalage);

N_{Ed} = sforzo normale di calcolo, dovuto alle azioni esterne moltiplicate per i rispettivi coefficienti g_i e q .

V_{Ed} = sforzo di taglio di calcolo, dovuto alle azioni esterne moltiplicate per i rispettivi coefficienti g_i e q , modificato dalla componente V_{md} della trazione dell'acciaio perpendicolare al lembo compreso nelle sezioni di altezza variabile;

α = Inclinazione media delle armature trasversali rispetto all'asse baricentrico della trave;

$ctg\theta$ = Cotangente dell'inclinazione q dei puntoni d'anima rispetto all'asse della trave, scelta dal progettista in modo che sia rispettata la prescrizione della formula [4.1.25]. La colonna non è compilata se il taglio resistente senza staffe V_{cd} è già maggiore di quello delle forze esterne V_{ed} ;

M_{Rd} = momento flettente baricentrico a cui resiste la sezione allo stato limite ultimo in presenza dello sforzo normale N_{ed} ;

V_{Rd} = sforzo di taglio resistente della sezione. Esso è il valore minimo tra V_{Rcd} e V_{Rsd} , ove:

V_{Rcd} = resistenza di calcolo a "taglio compressione" (formula 4.1.28);

V_{Rsd} = resistenza di calcolo a "taglio trazione" (formula 4.1.27);

Tutte le sezioni sono provviste di armatura resistente al taglio.

Il calcolo del taglio resistente non tiene conto del contributo dei ferri piegati.

L'area delle staffe presa in conto nel calcolo della resistenza a taglio è stata ridotta della sezione destinata a reggere la spinta o il peso della terra sulle ali della sezione, azioni che sono carichi appesi o indiretti. La resistenza delle armature resistenti al taglio presa in conto nel calcolo di V_{Rsd} è la minore fra quella di aderenza, calcolata a sensi del punto [4.1.2.1.1.4], e quella che compete alla sezione resistente metallica.

Dal confronto tra le sollecitazioni esterne e quelle resistenti risulta che tutte le sezioni sono conformi alle norme.

6.8 Verifica del collegamento tra platea e fondazione

La componente orizzontale corrisponde alla spinta della terra su R-S diminuita dell'eventuale attrito sulla faccia inferiore della platea. Il collegamento non richiede alcuna armatura perché dai calcoli di verifica risulta sempre che la risultante cade nelle vicinanze della mezzeria del contatto, o almeno non vicino ai punti M e Q della figura.

Tenuto conto che la platea, per le sollecitazioni cui è soggetta, si incurverà sollevandosi tra M e Q mentre la fondazione, massiccia, si deformerà poco, la componente verticale dello sforzo si ripartirà in due forze localizzate nelle vicinanze dei punti M e N.

Dunque, se la risultante cade fra M e Q, in entrambe i punti lo sforzo sarà di compressione e tenderà a mantenere le parti a contatto, garantendo l'indeformabilità del collegamento.

La componente orizzontale è agevolmente trasmessa per attrito, dal momento che risulta tra il 25% e il 40% di quella verticale, mentre il coefficiente d'attrito assume valori prossimi a 1,0, tenuto conto la platea è gettata sulla fondazione che ne costituisce lo stampo e quindi ne acquisisce tutte le irregolarità dovute alla scabrezza della sua superficie.

7 AZIONI E COMBINAZIONI DI PROGETTO

7.1 Analisi dei carichi

7.1.1 Carichi permanenti

7.1.1.1 Carichi permanenti strutturali

Il peso proprio degli elementi strutturali di tutti i muri, è automaticamente valutato dal programma di calcolo utilizzato per l'analisi.

7.1.1.2 Spinta delle terre

Il calcolo della spinta del terreno è stata effettuato con riferimento al coefficiente di [spinta attiva \$K_A\$](#) .

7.1.2 Sovraccarico accidentale a tergo del muro

Sono stati considerati i seguenti carichi da traffico: 20 kN/mq uniformemente ripartiti a tergo dei muri di sostegno.

7.1.3 Urto veicolo in svio

Tale azione è stata considerata nel calcolo dei soli [Muri di sostegno](#), poiché risultano essere gli unici con barriera di sicurezza (integrata o guard rail) installata in testa.

Lo schema di carico utilizzato è quello di un carico pari a 100 kN (azione eccezionale). Tale azione è considerata agente trasversalmente ed orizzontalmente 1.0 m sopra il livello del piano di marcia.

7.1.4 Azione del vento

L'azione del vento, considerata per i muri che prevedono barriere integrate, è calcolata come segue:

• **barriere integrate h= 4,00 m**

VENTO	simbolo	unità	valore
ZONA 6			
velocità base di riferimento al livello del mare	vb,0	m/s	28
altitudine sul livello del mare	as	m slm	350
	a0	m slm	500
	ks		0.36
coefficiente di altitudine	ca		1
velocità base di riferimento	vb	m/s	28.00
periodo di ritorno di progetto	Tr	anni	100
coefficiente di ritorno	cr		1.039
velocità di riferimento	vr	m/s	29.10
CLASSE DI RUGOSITA'	D		
CATEGORIA DI ESPOSIZIONE	II		
	Kr		0.19
	z0	m	0.05
	zmin	m	4
coefficiente di esposizione	ce		1.80
coefficiente di pressione	cp		1.2
coefficiente dinamico	cd		1
pressione cinetica di riferimento	qr	N/mq	529.2
pressione del vento	p	kN/mq	1.14
Azione in testa al muro	F _H	kN/m	4.6
Momento in testa al muro	M	kNm/m	9.1

• **barriere integrate h= 5,00 m:**

VENTO	simbolo	unità	valore
ZONA 6			
velocità base di riferimento al livello del mare	vb,0	m/s	28
altitudine sul livello del mare	as	m slm	350
	a0	m slm	500
	ks		0.36
coefficiente di altitudine	ca		1
velocità base di riferimento	vb	m/s	28.00
periodo di ritorno di progetto	Tr	anni	100
coefficiente di ritorno	cr		1.039
velocità di riferimento	vr	m/s	29.10
CLASSE DI RUGOSITA'	D		
CATEGORIA DI ESPOSIZIONE	II		
	Kr		0.19
	z0	m	0.05
	zmin	m	4
coefficiente di esposizione	ce		1.93
coefficiente di pressione	cp		1.2
coefficiente dinamico	cd		1
pressione cinetica di riferimento	qr	N/mq	529.2
pressione del vento	p	kN/mq	1.23
Azione in testa al muro	F _H	kN/m	6.1
Momento in testa al muro	M	kNm/m	15.3

7.2 Azione sismica

L'analisi del muro in fase sismica è stato effettuato con gli usuali metodi pseudo statici in accordo a quanto previsto dalle NTC2018 (par. 7.11.6.2). L'incremento di spinta delle terre in fase sismica è stato valutato in accordo alla teoria di [Mononobe-Okabe](#).

I coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v sono valutati come illustrato successivamente.

7.2.1 Parametri sismici fondamentali

I parametri sismici fondamentali sono stati determinati per la regione Sardegna utilizzando la Tabella 2, in allegato alle NTC. Si ottengono i seguenti valori:

TUTTE LE OPERE

Vita Nominale	$V_N =$	50	anni
Classe d'uso	$Cl =$	IV	
Coefficiente d'uso	$C.u. =$	2.0	
Periodo di riferimento	$V_R =$	100	anni

STATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T^*_c [s]
SLO	60	0.026	2.685	0.300
SLD	101	0.032	2.729	0.307
SLV	949	0.061	2.976	0.371
SLC	1950	0.072	3.061	0.393

L'azione sismica viene considerata mediante spettri di risposta elastici in accelerazione delle componenti orizzontali e verticale, definiti in base al §3.2 delle NTC 2018.

I parametri sismici caratteristici dei siti attraversati denotano una variabilità abbastanza modesta. Relativamente alle categorie di sottosuolo si ricade nella categoria B, C ed E. In ogni caso, si è visto che gli effetti sui dimensionamenti relativi alla variabilità dei parametri sismici è sostanzialmente trascurabile; per tale ragione, in via cautelativa, si è assunta la categoria di sottosuolo E.

La categoria topografica per i muri è la T1 ad esclusione del MS AP E22 DX e MS SV01 SU SX, entrambi di sostegno, per cui sono stati effettuati i calcoli con coefficiente topografico $St = 1.20$.

7.3 Combinazioni di Carico

In accordo al par. 2.5.3 delle NTC2018 ai fini delle verifiche degli stati limite sono state considerate le seguenti combinazioni delle azioni:

- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):
 $\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot Q_{k3} + \dots$
- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:
 $G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$
- Combinazione frequente, 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), 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 A_d :

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

Dove:

- G_1 rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi strutturali;
- G_2 rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
- P rappresenta le azioni di pretensione e precompressione (ove presenti);
- Q_{ki} rappresenta il valore caratteristico della i-esima azione variabile;
- E rappresenta l'azione sismica per lo stato limite in esame;
- A_d rappresenta le azioni eccezionali.
- $\psi_{0j}, \psi_{1j}, \psi_{2j}$ sono i coefficienti di combinazione per tenere conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i rispettivi valori caratteristici.

I valori dei coefficienti parziali delle azioni da assumere nell'analisi per la determinazione degli effetti delle azioni nelle verifiche SLU sono quelli già indicati al paragrafo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

I valori dei coefficienti ψ_{0j}, ψ_{1j} e ψ_{2j} per le diverse categorie di azioni sono riportati nella tabella 5.1.VI delle NTC2018.

8 SEZIONI DI ANALISI E RISULTATI

Tutte le verifiche di tipo geotecnico e strutturale hanno esito positivo e sono riportate in dettaglio negli allegati alla presente.

I calcoli e le analisi riportate in allegato fanno riferimento alle seguenti sezioni:

8.1 Sezioni di analisi – Muri di sostegno

- Muro di sostegno tipo H2 ("U22NM"): con altezza del paramento $H = 2.0$ m;
- Muro di sostegno tipo H3 ("U35NM"): con altezza del paramento $H = 3.0$ m;
- Muro di sostegno tipo H4 ("U40NM"): con altezza del paramento $H = 4.0$ m;
- Muro di sostegno tipo H5 ("U50NM"): con altezza del paramento $H = 5.0$ m;
- Muro di sostegno tipo H6 ("U60NM"): con altezza del paramento $H = 6.0$ m;
- Muro di sostegno tipo H7 ("U70NM"): con altezza del paramento $H = 7.0$ m;
- Muro di sostegno tipo H8 ("U80NM"): con altezza del paramento $H = 8.0$ m;
- Muro di sostegno tipo H9 ("U90NM"): con altezza del paramento $H = 9.0$ m;
- Muro di sostegno tipo H10 ("U100NM"): con altezza del paramento $H = 10.0$ m;

8.1.1 Muri di sottoscarpa

- Muro di sottoscarpa tipo H2 ("U20NM"): con altezza del paramento $H = 2.0$ m;
- Muro di sottoscarpa tipo H3 ("U30MN"): con altezza del paramento $H = 3.0$ m;
- Muro di sottoscarpa tipo H4 ("U40MN"): con altezza del paramento $H = 4.0$ m;
- Muro di sottoscarpa tipo H5 ("U50NM"): con altezza del paramento $H = 5.0$ m;
- Muro di sottoscarpa tipo H6 ("U60NM"): con altezza del paramento $H = 6.0$ m;
- Muro di sottoscarpa tipo H7 ("U70NM"): con altezza del paramento $H = 7.0$ m;

8.1.2 Muri di controripa

- Muro di controripa tipo H2 ("U22NL"): con altezza del paramento $H = 2.0$ m;
- Muro di controripa tipo H5 ("U50NL"): con altezza del paramento $H = 5.0$ m;

CA349 - SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 1° lotto (dal km 193 al km 199)		
CA-349	Relazione Tecnica e di Calcolo - Muri di Sostegno e Muri di Sottoscarpa	

9 DICHIARAZIONE ACCETTABILITÀ RISULTATI (PAR. 10.2 N.T.C. 2018)

9.1 Tipo di analisi svolte

Le analisi strutturali e le verifiche con il dimensionamento delle strutture sono state condotte con l'ausilio di codici di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del D.M. 17/07/2018.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui le opere saranno soggette.

9.2 Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

ANALISI STRUTTURALE

Nome del Software: 'Muri 2018' vers. 1.2.3

Produttore: TENSITER SPA

9.3 Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dai produttori del software contiene esaurienti descrizioni delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati con l'individuazione dei campi d'impiego.

9.4 Modalità di presentazione dei risultati

Le relazioni di calcolo strutturale presentano i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. Le relazioni di calcolo illustrano in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

9.5 Informazioni generali sull'elaborazione

Il software consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

CA349 - SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 1° lotto (dal km 193 al km 199)		
CA-349	<i>Relazione Tecnica e di Calcolo - Muri di Sostegno e Muri di Sottoscarpa</i>	

9.6 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, il Progettista delle Strutture asserisce che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, contanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

CA349 - SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 1° lotto (dal km 193 al km 199)		
CA-349	<i>Relazione Tecnica e di Calcolo - Muri di Sostegno e Muri di Sottoscarpa</i>	

10 ALLEGATO 1 – MURI DI SOSTEGNO

Anas S.p.A.

CA349 - SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia
Potenziamento e messa in sicurezza della S.S. 131
dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)

Codrongianos (SS)

RELAZIONE DI CALCOLO

**dei muri di sostegno in cemento armato
realizzati con elementi prefabbricati
svolta a sensi del D.M. 17/1/2018**

CATEGORIA TOPOGRAFICA T1

Manufatti prodotti in conformità alle norme UNI EN 13369 e UNI EN 15258
dotati di "Marcatura CE" ai sensi del D.M. 17/1/2018

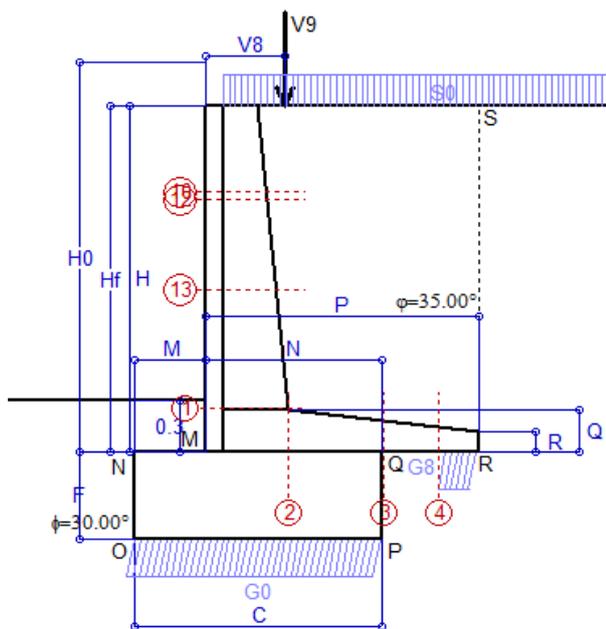
Emissione del 19/11/2020

ALLEGATO 1

Muri di sostegno con guard rail – presenza della falda freatica

Scheda 1: Approccio 2, (A1+M1+R3)

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500. 1° lotto



Dati

$H_m = 2.00$ m	Prefabbricato tipo u22NM	$H_0 = 2.25$ m
$C = 1.40$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 2.00$ m
$F = 0.50$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$M = 0.40$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35.00^\circ$
$N = 1.00$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 1.55$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.25$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.580$
$U_V = 0.00$ m	Forza orizzontale concentrata	$U_9 = 0.00$ kN/cad
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad
$R = 0.12$ m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$l_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine)	$K_1 = 0.271$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H = 2.00$ m
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$O_3 = 0.00^\circ$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze	Momenti	Forze	Momenti
	KN	KN m	KN	KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1.3	12.7	14.8	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1.5	16.3	24.4	0.0	0.0
Peso struttura (parete+platea) x 1.3	0.0	0.0	18.3	15.4
Peso terra x 1.3 e sovracc. x 1.50	0.0	0.0	105.8	128.8
Forze concentrate (U9+V9) x 1.5	0.0	0.0	4.5	3.8
Spinta della terra sulla fondaz. x 1.3	1.0	0.1	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1.3	0.0	0.0	22.7	15.9
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 29.9	M₉ = 39.3	P₉ = 151.4	M₈ = 163.9

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzieria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 = 17.6$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$Q_8 = 0.19$ m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 133.8$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$C_8 = 1.40$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_t = 0.096$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 11.2^\circ$
Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo		$Rd = (151.4 * 0.58) / 1.1 = 79.8$	$> Ed = 29.9$
Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo		$Rd = (163.9) / 1.15 = 142.6$	$> Ed = 39.3$
Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo		$Rd = (96.5) / 1.15 = 84.0$	$> Ed = 24.7$
Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 65$ kN		Lato monte (punto Q) $G_7 = 46$ kN	

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb) $K_0 = 0.244$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato compresso	b_w larghezza taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricentrico	V_{Rd}	
	KN.m	KN.m	KN	KN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	KN.m	KN	
1	16.2	16.2	25.5	19.5	47.2	40.5	114.2	14.2	45°, 1.0	3.26	5.34	5.03	7.61	87.6	145.4	
2	10.5	10.5	0.0	15.4	24.5	18.7	125.0	125.0	45°, 1.0	2.95	8.42	3.05	16.46	63.6	153.3	
3	4.6	4.6	0.0	14.2	18.4	12.8	125.0	125.0	-	2.64	8.75	3.05	4.66	45.9	100.7	
4	-0.4	-0.4	0.0	0.6	14.6	8.8	125.0	125.0	-	1.63	3.89	3.05	0.00	-17.4	62.4	
10	-0.6	-0.1	11.5	5.5	34.6	29.2	12.7	12.7	73°, 1.0	6.70	6.22	5.03	3.96	-52.8	47.8	
12	-0.4	0.2	11.9	5.9	35.0	29.6	12.8	12.8	73°, 1.0	9.51	6.22	5.03	3.96	-53.1	48.4	
13	4.8	6.2	17.7	11.6	40.2	32.7	113.5	13.5	73°, 1.0	3.06	5.50	5.03	3.96	73.3	52.4	

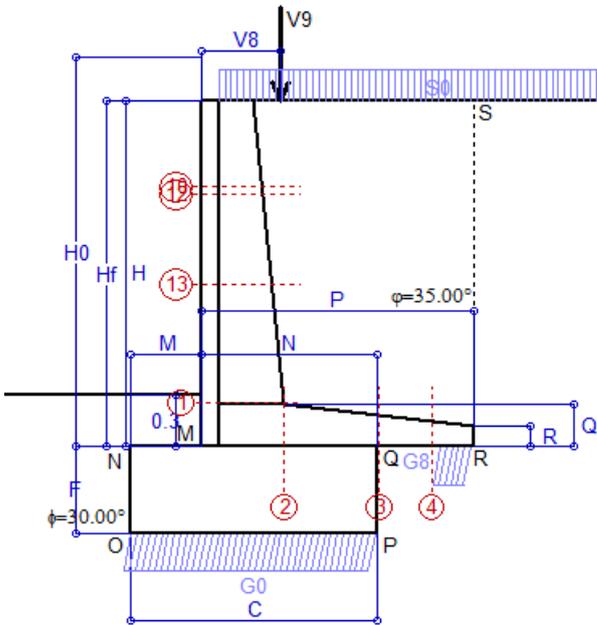
(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 $Med=Medu$ perché $ctg(\alpha)=ctg(\theta)=1$; nelle sezioni 3 e 4 $a1=0$ perché il momento flettente è già massimo

Scheda 2: Verifica SLE combinaz. RARA

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500. 1° lotto



Dati

$H_m = 2.00$ m	Prefabbricato tipo u22NM	$H_0 = 2.25$ m
$C = 1.40$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 2.00$ m
$F = 0.50$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$M = 0.40$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$N = 1.00$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 1.55$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.25$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine)	$K_1 = 0.271$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H_3 = 2.00$ m
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
9.76	11.38	0.00	0.00
10.84	16.26	0.00	0.00
0.00	0.00	14.11	11.87
0.00	0.00	76.64	93.44
0.00	0.00	3.00	2.55
0.73	0.10	0.00	0.00
0.00	0.00	17.50	12.25
$S_9 = 21.33$	$M_9 = 27.74$	$P_9 = 111.25$	$M_8 = 120.11$

- Spinta della terra su sez. R-S x 1
- Spinta del sovraccar. su R-S x 1
- Peso struttura (parete+platea) x 1
- Peso terra e sovraccarico x 1
- Forze concentrate (U9+V9) x 1
- Spinta della terra sulla fondaz. x 1
- Peso della fondazione x 1
- *non sommati
- Totali**

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O' = 4.057
 GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 3.025
 Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 13.69$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $.Q_8 = 0.19$ m
 Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 97.56$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $.C_8 = 1.40$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.070$ MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 10.9^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 0.25

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Mononobe-Okabe: 2a form. $K_0 = 0.244$)

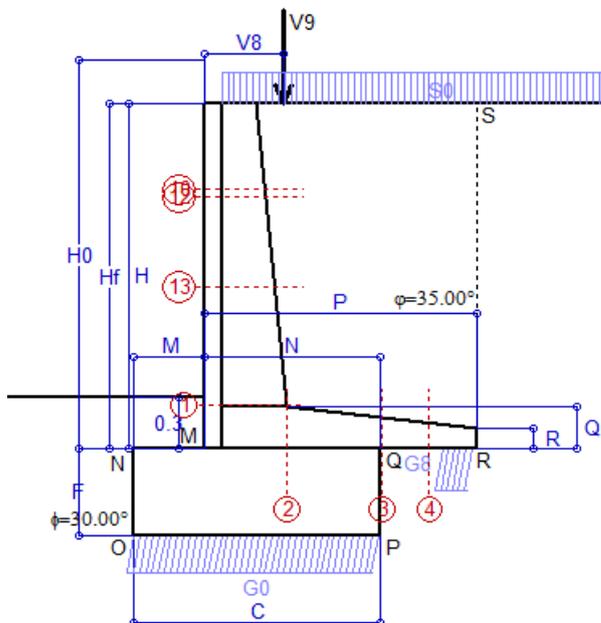
SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compartecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricopr. $c+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	11.4	18.4	16.2	114.2	47.2	40.5	5.34	5.03	46	1.29	38	0.000
2	7.4	0.0	15.8	125.0	24.5	18.7	8.42	3.05	50	1.97	48	0.000
3	2.9	0.0	12.7	125.0	18.4	12.8	8.75	3.05	27	1.38	48	0.000
4	-0.4	0.0	0.0	125.0	14.8	8.9	3.94	3.05	12	0.53	48	0.000
10	1.3	8.1	3.4	112.7	34.6	29.1	6.22	5.03	0	0.05	38	0.000
12	-0.2	8.4	3.8	12.8	35.0	29.6	6.22	5.03	0	0.10	38	0.000
13	3.4	12.7	8.8	113.5	40.2	32.7	7.35	5.03	11	0.49	38	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 3: Verifica SLE combinaz. FREQUENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500. 1° lotto



Dati

$H_m = 2.00$ m	Prefabbricato tipo u22NM	$H_0 = 2.25$ m
$C = 1.40$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 2.00$ m
$F = 0.50$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$M = 0.40$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 15.0$ kN/m ²
$N = 1.00$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 1.55$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.25$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine)	$K_1 = 0.271$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H_3 = 2.00$ m
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI	COMPONENTI VERTICALI				
	Forze	Momenti			
KN	KN m	KN	KN m		
Spinta della terra su sez. R-S x 1	9.76	11.38	0.00	0.00	
Spinta del sovraccar. su R-S x 1	8.13	12.19	0.00	0.00	
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.00	0.00	14.11	11.87	
Peso terra e sovraccarico x 1	0.00	0.00	68.89	84.34	
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.00	0.00	3.00	2.55	
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	0.72	0.10	0.00	0.00	
Peso della fondazione x 1	0.00	0.00	17.50	12.25	
S₉ =	18.61	M₉ =	23.67	P₉ =	103.50
				M₈ =	111.01

- Spinta della terra su sez. R-S x 1
- Spinta del sovraccar. su R-S x 1
- Peso struttura (parete+platea) x 1
- Peso terra e sovraccarico x 1
- Forze concentrate (U9+V9) x 1
- Spinta della terra sulla fondaz. x 1
- Peso della fondazione x 1
- *non sommati*
- Totali**

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O' = 4.398
 GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 3.227
 Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 14.00$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $Q_8 = 0.19$ m
 Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 89.50$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $C_8 = 1.40$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.064$ MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 10.2^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 0.20

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Mononobe-Okabe: 2a form. $K_0 = 0.244$)

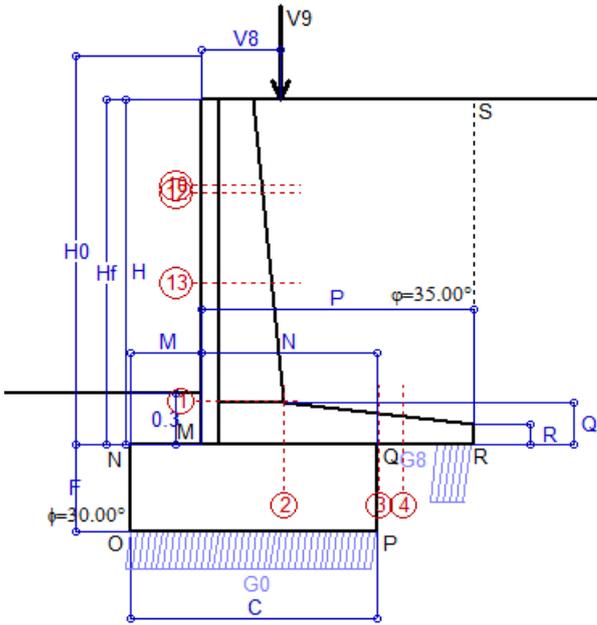
SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compartecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricopr. $c + \Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	9.4	17.4	13.9	114.2	47.2	40.5	5.34	5.03	37	1.07	38	0.000
2	6.1	0.0	13.5	125.0	24.5	18.7	8.42	3.05	41	1.62	48	0.000
3	1.8	0.0	9.7	125.0	18.4	12.8	8.75	3.05	17	0.87	48	0.000
4	-0.7	0.0	0.0	125.0	15.1	9.3	4.04	3.05	18	0.77	48	0.000
10	1.1	7.8	2.7	112.7	34.6	29.1	6.22	5.03	0	0.04	38	0.000
12	-0.4	8.1	3.0	12.8	35.0	29.6	6.22	5.03	0	0.15	38	0.000
13	2.6	12.0	7.3	113.5	40.2	32.7	7.35	5.03	7	0.38	38	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 4: Verifica SLE combinaz QUASI PERMANENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500. 1° lotto



Spinta della terra su sez. R-S x 1
 Peso struttura (parete+platea) x 1
 Peso terra e sovraccarico x 1
 Forze concentrate (U9+V9) x 1
 Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 Peso della fondazione x 1
**non sommati*

Totali

Dati

$H_m = 2.00$ m	Prefabbricato tipo u22NM	$H_0 = 2.25$ m
$C = 1.40$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 2.00$ m
$F = 0.50$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$M = 0.40$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 0.0$ kN/m ²
$N = 1.00$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 1.55$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.25$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.271$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
9.76	11.38	0.00	0.00
0.00	0.00	14.11	11.87
0.00	0.00	45.64	57.02
0.00	0.00	3.00	2.55
0.68	0.10	0.00	0.00
0.00	0.00	17.50	12.25
$S_9 = 10.44$	$M_9 = 11.48$	$P_9 = 80.25$	$M_8 = 83.69$

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O' = 7.125
 GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 4.460
 Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 14.82$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $Q_8 = 0.21$ m
 Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 65.43$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $C_8 = 1.40$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.047$ MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 7.4^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 0.03

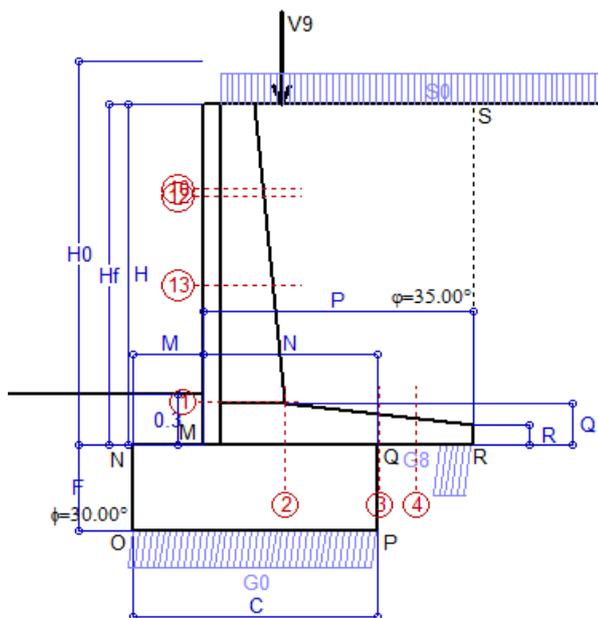
Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb)

$K_0 = 0.244$

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compartecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $C+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	3.3	14.4	6.9	114.2	47.2	40.5	5.34	5.03	9	0.39	38	0.000
2	2.1	0.0	7.7	125.0	24.5	18.7	8.42	3.05	14	0.56	48	0.000
3	-1.3	0.0	0.9	125.0	18.4	12.5	8.75	3.05	27	1.06	48	0.000
4	-1.8	0.0	0.0	125.0	16.7	10.8	4.52	3.05	45	1.75	48	0.000
10	-1.2	6.9	0.6	12.7	34.6	29.2	6.22	5.03	0	0.35	38	0.000
12	0.1	7.1	0.7	112.8	35.0	25.5	6.22	5.03	0	0.00	38	0.000
13	0.0	10.1	2.9	13.5	40.2	34.8	7.35	5.03	0	0.07	38	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 2.17^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.037$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.019$

Dati

- $H_m = 2.00$ m
- $C = 1.40$ m
- $F = 0.50$ m
- $M = 0.40$ m
- $N = 1.00$ m
- $P = 1.55$ m
- $Q = 0.25$ m
- $U_v = 0.00$ m
- $V_8 = 0.45$ m
- $U_1 = 0.0$ m
- $R = 0.12$ m

Acceleraz orizz. al suolo
Prefabbricato tipo u22NM

- Altezza della terra contro il pannello
- Sovraccarico sul rilevato (20%)
- Angolo d'attrito della terra
- Coefficiente d'attrito della fondazione
- Accelerazione massima locale
- Coeff. riduz. acceleraz. max attesa
- Forza orizzontale concentrata
- Forza verticale concentrata in cima
- Pendenza del rilevato vicino al muro
- Pendenza del rilevato lontano dal muro

- $a_g/g = 0.061$
- $H_0 = 2.25$ m
- $H = 2.00$ m
- $S_0 = 4.0$ kN/m²
- $\varphi = 35^\circ$
- $R_0 = 0.580$
- $a_{max}/g = 0.098$
- $\beta_m = 0.38$
- $U_9 = 0.00$ kN/cad
- $V_9 = 3.75$ kN/cad
- $i_9 = 0.0\%$
- $i_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

- Coefficiente di spinta attiva della terra (Rankine con sisma) agente su una sezione ideale R-S di altezza $K_1 = 0.276$
- Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale $H = 2.00$ m
- $O_3 = 7.75^\circ$
- Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine) $K_3 = 0.266$
- Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Mononobe-Okabe) $K_p = 2.93$
- (Dati: $\phi = 30.00^\circ$ $\varepsilon = 0.0^\circ$ $\psi = 90^\circ$ $\delta = 0^\circ$)

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze	Momenti	Forze	Momenti
	KN	KN m	KN	KN m
Spinta della terra su sez. R'-S' x 1	9.8	11.5	1.3	2.6
Spinta del sovraccar. su R'-S' x 1	2.2	3.3	0.3	0.6
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.5	0.6	13.8	11.6
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	1.7	2.7	50.9	63.1
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.0	0.0	3.0	2.6
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	0.8	0.1	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	0.7	0.2	17.2	12.0
Spinta passiva sulla fondaz. Sp x 0.5	-4.2*	-1.1*	0.0*	0.0*
<i>*non sommati</i>				
TOTALI (GEO e STR)	15.7	18.3	86.5	92.5

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

- Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 13.6$ kN
- Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 73.0$ kN
- TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_f = 0.052$ MPa
- OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 7.6^\circ$

Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo $R_d = (86.5 * 0.58 + 4.2) / 1.0 = 54.4 > E_d = 15.7$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 34$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 22$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (1a formula di Mononobe-Okabe) Freccia in cima al pannello mm 0.13
 $K_0 = 0.266$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H	d	B5	b_w	staffe	X1	A1	A2	A4	M_{Rd} baricentrico	V_{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm	$\alpha^\circ, ctg\Theta$	cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	5.6	5.6	15.6	8.8	47.2	40.5	114.2	14.2	45°, 1.0	3.21	5.34	5.03	7.61	86.6	149.1	
2	3.6	3.6	0.0	7.5	24.5	18.7	125.0	125.0	45°, 1.0	2.95	8.42	3.05	16.46	63.6	153.3	
3	0.1	0.1	0.0	4.8	18.4	12.8	125.0	125.0	-	2.64	8.75	3.05	4.66	45.9	100.7	
4	-1.2	-1.2	0.0	1.5	15.8	9.9	125.0	125.0	-	1.76	4.25	3.05	0.00	-19.4	70.8	
10	-1.0	-0.8	7.2	1.9	34.6	29.2	12.7	12.7	73°, 1.0	6.65	6.22	5.03	3.96	-52.0	49.8	
12	-0.9	-0.7	7.4	2.1	35.0	29.6	12.8	12.8	73°, 1.0	9.44	6.22	5.03	3.96	-52.3	50.5	
13	0.9	1.4	10.8	4.6	40.2	32.7	113.5	13.5	73°, 1.0	3.03	5.50	5.03	3.96	72.7	54.9	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

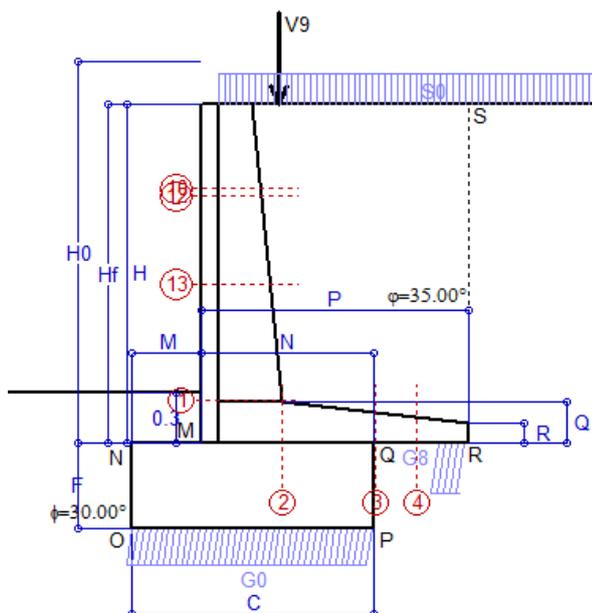
(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 $Med=Medu$ perché $ctg(\alpha) = ctg(\theta) = 1$; nelle sezioni 3 e 4 $a1=0$ perché il momento flettente è già massimo

Scheda 6: Verifica sismica al ribaltamento

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500. 1° lotto

Comune di Codrongianes



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 3.29^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.056$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.028$

Dati

$H_m = 2.00$ m
 $C = 1.40$ m
 $F = 0.50$ m
 $M = 0.40$ m
 $N = 1.00$ m
 $P = 1.55$ m
 $Q = 0.25$ m
 $U_v = 0.00$ m
 $V_8 = 0.45$ m
 $U_1 = 0.0$ m
 $R = 0.12$ m

Acceleraz. orizz. al suolo

Prefabbricato tipo u22NM

Altezza della terra contro il pannello
 Sovraccarico sul rilevato (20%)
 Angolo d'attrito della terra
 Coefficiente d'attrito della fondazione
 Accelerazione massima locale
 Coeff. riduz. acceleraz. max attesa
 Forza orizzontale concentrata
 Forza verticale concentrata in cima
 Pendenza del rilevato vicino al muro
 Pendenza del rilevato lontano dal muro

$a_g/g = 0.061$

$H_0 = 2.25$ m
 $H = 2.00$ m
 $S_0 = 4.0$ kN/m²
 $\varphi = 35^\circ$
 $R_0 = 0.580$
 $a_{max}/g = 0.098$
 $\beta_m = 0.57$
 $U_g = 0.00$ kN/cad
 $V_g = 3.75$ kN/cad
 $l_g = 0.0\%$
 $l_b = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

Coefficiente di spinta attiva della terra (Rankine con sisma) agente su una sezione ideale R-S di altezza $H = 2.00$ m
 Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale $O_3 = 11.44^\circ$
 Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine) $K_1 = 0.282$
 Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Mononobe-Okabe) $K_3 = 0.278$
 (Dati: $\phi = 30.00^\circ$ $\varepsilon = 0.0^\circ$ $\psi = 90^\circ$ $\delta = 0^\circ$) $K_p = 2.90$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R'-S' x 1	9.9	11.6	2.0	3.9
Spinta del sovraccar. su R'-S' x 1	2.2	3.3	0.4	0.9
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.8	0.8	13.7	11.5
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	2.6	4.1	50.4	62.5
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.0	0.0	3.0	2.6
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	0.9	0.1	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	1.0	0.2	17.0	11.9
Spinta passiva sulla fondaz. Sp x 0.5	-4.2*	-1.1*	0.0*	0.0*
<i>*non sommati</i>				
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 17.4	M₉ = 20.2	P₉ = 86.6	M₈ = 93.3

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezziera della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 12.5$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . . . $Q_8 = 0.17$ m
 Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 74.1$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . . $C_8 = 1.40$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.053$ MPa
 OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 8.7^\circ$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo $R_d = (93.3 + 1.1) / 1.0 = 94.4 > E_d = 20.2$

Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo $R_d = (53.6) / 1.0 = 53.6 > E_d = 12.1$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 34$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 23$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (1a formula di Mononobe-Okabe) $K_0 = 0.278$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b_w larghez- za taglio	staffe α° , ctg Θ	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricen- trico	V_{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN		
1	6.0	6.0	15.8	9.3	47.2	40.5	114.2	14.2	45°, 1.0	3.21	5.34	5.03	7.61	86.6	148.9	
2	3.9	3.9	0.0	7.4	24.5	18.7	125.0	125.0	45°, 1.0	2.95	8.42	3.05	16.46	63.6	153.3	
3	0.6	0.6	0.0	5.7	18.4	12.8	125.0	125.0	-	2.64	8.75	3.05	4.66	45.9	100.7	
4	-1.0	-1.0	0.0	1.3	15.5	9.6	125.0	125.0	-	1.72	4.15	3.05	0.00	-18.9	68.6	
10	-0.9	-0.8	7.2	2.0	34.6	29.2	12.7	12.7	73°, 1.0	6.65	6.22	5.03	3.96	-52.0	49.7	
12	-0.9	-0.7	7.4	2.2	35.0	29.6	12.8	12.8	73°, 1.0	9.44	6.22	5.03	3.96	-52.3	50.4	
13	1.0	1.6	10.9	4.9	40.2	32.7	113.5	13.5	73°, 1.0	3.03	5.50	5.03	3.96	72.7	54.8	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 $M_{ed} = M_{edu}$ perché $ctg(\alpha) = ctg(\theta) = 1$; nelle sezioni 3 e 4 $a_1 = 0$ perché il momento flettente è già massimo

con il programma Tensiter 'Muri 2018' vers. 1.2.3

Norma: Italia D.M 17/1/2018

Scheda 7. Portanza della fondazione

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500. 1° lotto

Coefficienti SLU "favorevoli" e "sfavorevoli"

Prefabbricato tipo u22NM

Calcolo con la formula di Brinch-Hansen 1970 (valida per terreno omogeneo e condizioni drenate)

Dati geotecnici del terreno di fondazione:

	Natura di terreno di fondazione	Unità geotecnica 'SL' (sabbie con limo, sabbie limose)			
ϕ	Angolo d'attrito nominale	gradi	30.0°	$\phi = \text{rad}$	0.5236
c	Coesione drenata	kN/m ²	10		
γ	Peso specifico	kN/m ³	9.00		
Iv	Inclinazione del terreno a valle	%	0.0%	$\epsilon = \text{rad}$	0.0000

Dati geometrici della fondazione:

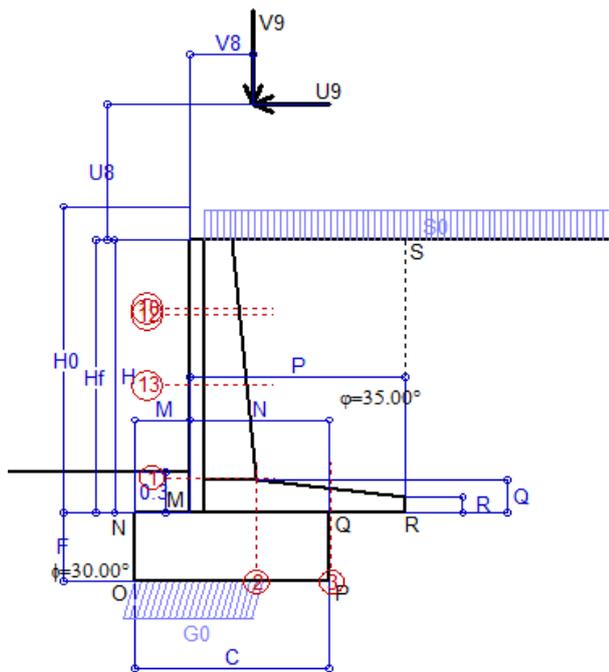
E	Spessore della terra sulla fondazione	m	0.30		
F	Spessore della fondazione (facciata di valle)	m	0.50		
I7	Inclinazione del letto di posa	%	0.0%	$\alpha = \text{rad}$	0.0000

Verifiche allo stato limite ultimo (A1+M1+R3)			Scheda 1	Sisma
Carichi agenti sulla fondazione:				
N	Componente verticale (G0)	kN/m	133.8	73.0
β	Obliquità del carico rispetto alla verticale	gradi	11.17°	7.58°
H	Componente orizzontale = G0 * tan(β)	kN/m	26.4	9.7
B	Larghezza del nastro di appoggio (C8)	m	1.40	1.40
Dati influenzati dal tipo di verifica:				
Φ	Angolo d'attrito assunto nel calcolo	rad	0.5236	0.5236
E5	Distanza della risultante dal bordo esterno della fondazione	m	0.70	0.70
D	Affondamento = E + F + E5 * Iv	m	0.80	0.80
Termini della formula di Brinch-Hansen				
Profondità	= $[\gamma D N_q] s_q d_q i_q b_q g_q z_q$	kN/m ²	99.42	113.33
Coefficiente base	$N_q = \tan^2(45^\circ + \Phi / 2) e^{\pi \tan \Phi}$		18.40	18.40
Inclinaz. terreno a valle	$g_q = (1 - \tan \epsilon)^2$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_q = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_q = 1 + 2 \tan \Phi (1 - \sin \Phi)^2 x \text{se}[D < B; D/B; \text{atn}(D/B)]$		1.16	1.16
Inclinazione letto di posa	$b_q = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	i_q #RIF!		0.64	0.75
Paolucci e Pecker 1997	$z_q = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$		-	0.977
Coesione	= $[c N_c] s_c d_c i_c b_c g_c z_c$	kN/m ²	220.77	257.69
Coefficiente base	$N_c = (N_q - 1) \cot \Phi$		30.14	30.14
Inclinaz. terreno a valle	$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_c = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.17	1.17
Inclinazione letto di posa	$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c \tan \Phi)$		0.62	0.74
Paolucci e Pecker 1997	$z_c = 1 - 0.34 K_h$		-	0.987
Superficie	= $[\frac{1}{2} \gamma B N_\gamma] s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma z_\gamma$	kN/m ²	81.54	100.56
Coefficiente base	$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \Phi$		22.40	22.40
Inclinaz. terreno a valle	$g_\gamma = (1 - \tan \epsilon)^2$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_\gamma = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_\gamma = 1.00$		1.00	1.00
Inclinazione letto di posa	$b_\gamma = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	i_γ #RIF!		0.58	0.73
Paolucci e Pecker 1997	$z_\gamma = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$		-	0.977
Verifica della capacità portante				
q _{LIM}	Carico unitario limite (Meyerhof)	Mpa	0.402	0.472
γ_R	Coeff. per le verifiche SLU di fondazioni superficiali		1.4	1.2
C_p	Capacità portante, tenuto conto di γ_R	kN	401.7	550.2
G ₀	Carico effettivo, dovuto alle forze esterne	kN	133.8	73.0
La struttura è verificata al collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno per l'approccio 2 (A1+M1+R3)				

Scheda 9: Urto sul sicurvia da 14.29 kN/cad a 1.00 m da terra

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500. 1° lotto

Coefficienti SLU per azioni eccezionali



Dati

$H_m = 2.00$ m	Prefabbricato tipo u22NM	$H_0 = 2.25$ m
$C = 1.40$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 2.00$ m
$F = 0.50$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$M = 0.40$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$N = 1.00$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 1.55$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.25$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$U_V = 1.00$ m	Urto: Forza orizzontale concentrata	$U_9 = 14.29$ kN/cad
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad
$R = 0.12$ m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$l_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine)	$K_1 = 0.271$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H = 2.00$ m
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$O_3 = 0.00^\circ$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1	9.8	11.4	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1	10.8	16.3	0.0	0.0
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.0	0.0	14.1	11.9
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	0.0	0.0	76.6	93.4
Forze concentrate (U9+V9) x 1	11.4	40.0	3.0	2.6
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	0.7	0.1	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	0.0	0.0	17.5	12.2
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 32.8	M₉ = 67.8	P₉ = 111.3	M₈ = 120.1

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto O che al punto P, la platea non appoggia sul terreno (G8=0). Nell'ipotesi di Mejerhoff, la larghezza dell'impronta d'appoggio è il doppio della distanza della risultante da O. Dunque risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 = 0.0$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$Q_8 = 0.00$ m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 111.3$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$C_8 = 0.94$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_t = 0.118$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 16.4^\circ$

Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo $Rd = (111.3 * 0.58) / 1.1 = 58.7 > Ed = 32.8$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo $Rd = (120.1) / 1.15 = 104.4 > Ed = 67.8$

Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo $Rd = (70.4) / 1.15 = 61.2 > Ed = 51.6$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 75$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 19$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u. (STR)

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb) $K_0 = 0.244$ Freccia in cima al pannello mm 1.99

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. trasmata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b_w larghez- za taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o infer. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricen- trico	V_{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm	$^\circ, ctg\Theta$	cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	49.3	49.3	18.4	18.4	47.2	40.5	114.2	14.2	45°, 1.0	3.22	5.34	5.03	7.61	86.9	147.6	
2	32.1	32.1	0.0	46.8	24.5	18.7	125.0	125.0	45°, 1.0	2.95	8.42	3.05	16.46	63.6	153.3	
3	10.7	10.7	0.0	19.2	18.4	12.8	125.0	125.0	-	2.64	8.75	3.05	4.66	45.9	100.7	
10	21.0	22.7	8.1	10.4	34.6	29.1	112.7	12.7	73°, 1.0	3.06	6.22	5.03	3.96	72.8	48.5	
12	21.8	23.3	8.4	9.4	35.0	25.5	112.8	12.8	73°, 1.0	2.97	6.22	5.03	3.96	65.1	42.5	
13	32.8	35.3	12.7	13.1	40.2	32.7	113.5	13.5	73°, 1.0	3.04	5.50	5.03	3.96	72.8	53.7	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Verifica stabilità globale muro + terreno**Simbologia adottata**

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
11 - GEO (A2-M2-R2)	-0.50; 0.50	3.32	2.610
12 - GEO (A2-M2-R2)	-0.50; 0.50	3.32	1.779
13 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-0.50; 0.50	3.32	2.757
14 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-0.50; 0.50	3.32	2.776

Dettagli strisce verifiche stabilità**Simbologia adottata**

Le ascisse X sono considerate positive verso monte	
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto	
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)	
W	peso della striscia espresso in [kN]
Qy	carico sulla striscia espresso in [kN]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
Tx; Ty	Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

Combinazione n° 11 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	1.65	0.00	2.79 - 0.23	73.700	29.256	0	0.0	
2	4.23	0.00	0.23	62.747	29.256	0	0.0	
3	5.86	0.00	0.23	54.907	29.256	0	0.0	
4	7.09	0.00	0.23	48.421	29.256	0	0.0	
5	8.07	0.00	0.23	42.693	29.256	0	0.0	
6	9.32	0.00	0.23	37.459	24.791	8	1.3	
7	9.77	0.00	0.23	32.573	24.791	8	2.9	
8	10.38	0.00	0.23	27.942	24.791	8	4.2	
9	11.70	0.00	0.23	23.503	24.791	8	5.3	
10	12.06	0.00	0.23	19.210	24.791	8	6.2	
11	12.40	0.00	0.23	15.027	24.791	8	6.9	
12	12.66	0.00	0.23	10.925	24.791	8	7.4	
13	10.11	3.75	0.23	6.879	24.791	8	7.8	
14	5.40	0.00	0.23	2.868	24.791	8	8.0	
15	4.82	0.00	0.23	-1.129	24.791	8	8.0	
16	4.60	0.00	0.23	-5.132	24.791	8	7.9	
17	4.48	0.00	0.23	-9.160	24.791	8	7.6	
18	4.29	0.00	0.23	-13.235	24.791	8	7.2	
19	4.03	0.00	0.23	-17.379	24.791	8	6.5	
20	3.69	0.00	0.23	-21.620	24.791	8	5.7	
21	3.26	0.00	0.23	-25.991	24.791	8	4.7	
22	2.74	0.00	0.23	-30.532	24.791	8	3.5	
23	2.11	0.00	0.23	-35.298	24.791	8	2.0	
24	1.36	0.00	0.23	-40.367	24.791	8	0.3	
25	0.46	0.00	-3.00 - 0.23	-44.694	29.256	0	0.0	

Combinazione n° 12 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	1.65	6.02	2.79 - 0.23	73.700	29.256	0	0.0	
2	4.23	6.02	0.23	62.747	29.256	0	0.0	
3	5.86	6.02	0.23	54.907	29.256	0	0.0	
4	7.09	6.02	0.23	48.421	29.256	0	0.0	
5	8.07	6.02	0.23	42.693	29.256	0	0.0	
6	9.32	6.02	0.23	37.459	24.791	8	1.3	
7	9.77	6.02	0.23	32.573	24.791	8	2.9	
8	10.38	6.02	0.23	27.942	24.791	8	4.2	
9	11.70	6.02	0.23	23.503	24.791	8	5.3	
10	12.06	6.02	0.23	19.210	24.791	8	6.2	
11	12.40	6.02	0.23	15.027	24.791	8	6.9	
12	12.66	6.02	0.23	10.925	24.791	8	7.4	
13	10.11	0.34	0.23	6.879	24.791	8	7.8	

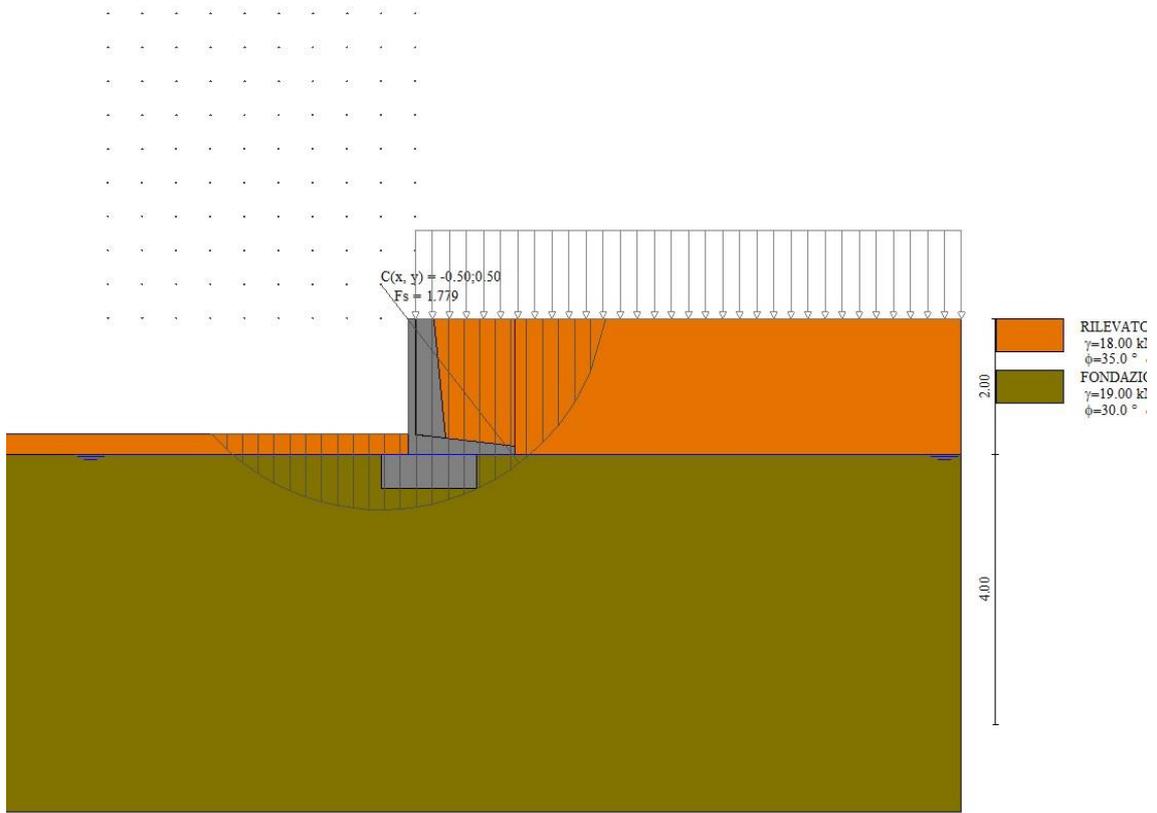
n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
14	5.40	0.00	0.23	2.868	24.791	8	8.0	
15	4.82	0.00	0.23	-1.129	24.791	8	8.0	
16	4.60	0.00	0.23	-5.132	24.791	8	7.9	
17	4.48	0.00	0.23	-9.160	24.791	8	7.6	
18	4.29	0.00	0.23	-13.235	24.791	8	7.2	
19	4.03	0.00	0.23	-17.379	24.791	8	6.5	
20	3.69	0.00	0.23	-21.620	24.791	8	5.7	
21	3.26	0.00	0.23	-25.991	24.791	8	4.7	
22	2.74	0.00	0.23	-30.532	24.791	8	3.5	
23	2.11	0.00	0.23	-35.298	24.791	8	2.0	
24	1.36	0.00	0.23	-40.367	24.791	8	0.3	
25	0.46	0.00	-3.00 - 0.23	-44.694	29.256	0	0.0	

Combinazione n° 13 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	1.65	0.93	2.79 - 0.23	73.700	35.000	0	0.0	
2	4.23	0.93	0.23	62.747	35.000	0	0.0	
3	5.86	0.93	0.23	54.907	35.000	0	0.0	
4	7.09	0.93	0.23	48.421	35.000	0	0.0	
5	8.07	0.93	0.23	42.693	35.000	0	0.0	
6	9.32	0.93	0.23	37.459	30.000	10	1.3	
7	9.77	0.93	0.23	32.573	30.000	10	2.9	
8	10.38	0.93	0.23	27.942	30.000	10	4.2	
9	11.70	0.93	0.23	23.503	30.000	10	5.3	
10	12.06	0.93	0.23	19.210	30.000	10	6.2	
11	12.40	0.93	0.23	15.027	30.000	10	6.9	
12	12.66	0.93	0.23	10.925	30.000	10	7.4	
13	10.11	0.05	0.23	6.879	30.000	10	7.8	
14	5.40	0.00	0.23	2.868	30.000	10	8.0	
15	4.82	0.00	0.23	-1.129	30.000	10	8.0	
16	4.60	0.00	0.23	-5.132	30.000	10	7.9	
17	4.48	0.00	0.23	-9.160	30.000	10	7.6	
18	4.29	0.00	0.23	-13.235	30.000	10	7.2	
19	4.03	0.00	0.23	-17.379	30.000	10	6.5	
20	3.69	0.00	0.23	-21.620	30.000	10	5.7	
21	3.26	0.00	0.23	-25.991	30.000	10	4.7	
22	2.74	0.00	0.23	-30.532	30.000	10	3.5	
23	2.11	0.00	0.23	-35.298	30.000	10	2.0	
24	1.36	0.00	0.23	-40.367	30.000	10	0.3	
25	0.46	0.00	-3.00 - 0.23	-44.694	35.000	0	0.0	

Combinazione n° 14 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	1.65	0.93	2.79 - 0.23	73.700	35.000	0	0.0	
2	4.23	0.93	0.23	62.747	35.000	0	0.0	
3	5.86	0.93	0.23	54.907	35.000	0	0.0	
4	7.09	0.93	0.23	48.421	35.000	0	0.0	
5	8.07	0.93	0.23	42.693	35.000	0	0.0	
6	9.32	0.93	0.23	37.459	30.000	10	1.3	
7	9.77	0.93	0.23	32.573	30.000	10	2.9	
8	10.38	0.93	0.23	27.942	30.000	10	4.2	
9	11.70	0.93	0.23	23.503	30.000	10	5.3	
10	12.06	0.93	0.23	19.210	30.000	10	6.2	
11	12.40	0.93	0.23	15.027	30.000	10	6.9	
12	12.66	0.93	0.23	10.925	30.000	10	7.4	
13	10.11	0.05	0.23	6.879	30.000	10	7.8	
14	5.40	0.00	0.23	2.868	30.000	10	8.0	
15	4.82	0.00	0.23	-1.129	30.000	10	8.0	
16	4.60	0.00	0.23	-5.132	30.000	10	7.9	
17	4.48	0.00	0.23	-9.160	30.000	10	7.6	
18	4.29	0.00	0.23	-13.235	30.000	10	7.2	
19	4.03	0.00	0.23	-17.379	30.000	10	6.5	
20	3.69	0.00	0.23	-21.620	30.000	10	5.7	
21	3.26	0.00	0.23	-25.991	30.000	10	4.7	
22	2.74	0.00	0.23	-30.532	30.000	10	3.5	
23	2.11	0.00	0.23	-35.298	30.000	10	2.0	
24	1.36	0.00	0.23	-40.367	30.000	10	0.3	
25	0.46	0.00	-3.00 - 0.23	-44.694	35.000	0	0.0	



Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 12)

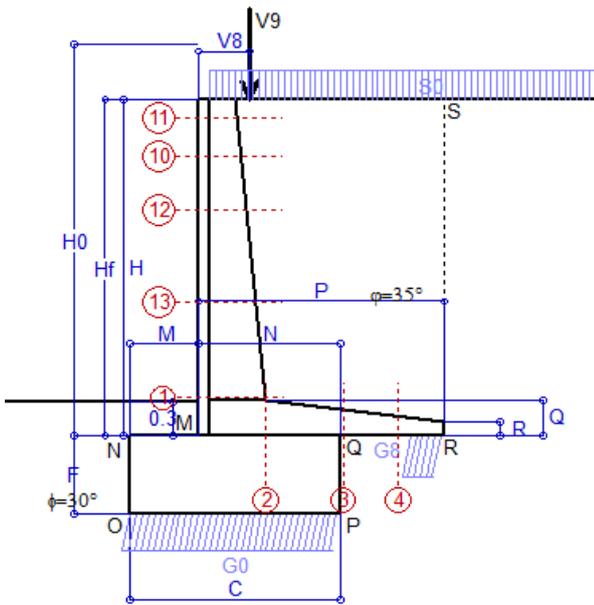
ALLEGATO 2

Muri di sostegno con barriera integrata $h = 4$ m – presenza della falda freatica

Scheda 1: Approccio 2, (A1+M1+R3)

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500. 1° lotto

Condizione di carico "Esercizio"



Dati

$H_m = 3.00$ m	Prefabbricato tipo u35NM	$H_0 = 3.50$ m
$C = 1.85$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 3.00$ m
$F = 0.70$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$M = 0.60$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35.00^\circ$
$N = 1.25$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 2.15$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.32$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.580$
$U_v = 0.00$ m	Forza orizzontale concentrata	$U_9 = 0.00$ kN/cad
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad
$R = 0.12$ m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$i_b = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine)	$K_1 = 0.271$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H = 3.00$ m
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$O_3 = 0.00^\circ$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

	COMPONENTI		VERTICALI	
	Forze	Momenti	Forze	Momenti
	KN	KN m	KN	KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1.3	28.5	48.5	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1.5	24.4	53.7	0.0	0.0
Peso struttura (parete+platea) x 1.3	0.0	0.0	31.2	37.8
Peso terra x 1.3 e sovracc. x 1.50	0.0	0.0	193.0	333.6
Forze concentrate (U9+V9) x 1.5	0.0	0.0	4.5	4.7
Spinta della terra sulla fondaz. x 1.3	1.5	0.3	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1.3	0.0	0.0	42.1	38.9
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 54.4	M₉ = 102.5	P₉ = 270.7	M₈ = 415.1

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 = 40.3$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$Q_8 = 0.29$ m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 230.4$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$C_8 = 1.85$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_t = 0.125$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 11.4^\circ$
Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo		$Rd = (270.7 * 0.58) / 1.1 = 142.8 > Ed = 54.4$	
Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo		$Rd = (415.1) / 1.15 = 361.0 > Ed = 102.5$	
Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo		$Rd = (239) / 1.15 = 207.8 > Ed = 65.1$	
Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 114$ kN		Lato monte (punto Q) $G_7 = 74$ kN	

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb) $K_0 = 0.244$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato compresso	b_w larghezza taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricentrico	V_{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	49.1	49.1	41.8	34.9	58.6	51.6	115.1	15.1	45°, 1.0	4.22	8.04	6.16	5.97	165.4	140.0	
2	31.9	31.9	0.0	37.8	32.0	26.0	125.0	125.0	-	4.06	13.38	4.52	11.84	132.3	174.9	
3	12.6	12.6	0.0	30.2	23.5	17.5	125.0	125.0	-	3.47	10.76	4.52	8.03	76.3	133.1	
4	-2.8	-2.8	0.0	3.5	17.1	11.0	125.0	125.0	-	2.29	5.73	4.52	0.00	-29.3	78.5	
10	-0.6	0.0	12.8	5.5	36.8	31.3	12.7	12.7	73°, 1.0	7.58	5.15	6.16	3.96	-68.8	51.2	
11	-1.9	-1.7	9.5	2.4	33.4	27.9	12.2	12.2	73°, 1.0	9.00	5.15	6.16	3.96	-57.8	46.1	
12	3.8	5.3	18.2	10.8	41.6	34.8	113.3	13.3	73°, 1.0	3.49	7.16	6.16	3.96	99.3	55.9	
13	20.3	24.1	29.2	21.8	49.9	42.4	114.4	14.4	73°, 1.0	3.76	7.30	6.16	3.96	123.2	66.0	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

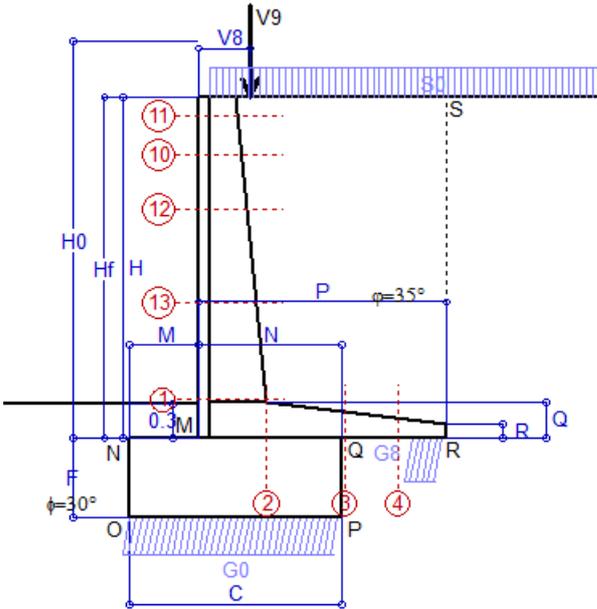
(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 $M_{ed} = M_{edu}$ perché $ctg(\alpha) = ctg(\theta) = 1$; nelle sezioni 3 e 4 $a_1 = 0$ perché il momento flettente è già massimo

Scheda 2: Verifica SLE combinaz. RARA

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500. 1° lotto

Condizione di carico "Esercizio"



Dati

$H_m = 3.00$ m	Prefabbricato tipo u35NM	$H_0 = 3.50$ m
$C = 1.85$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 3.00$ m
$F = 0.70$ m	Angolo d'attrito della terra	$\phi = 35^\circ$
$M = 0.60$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$N = 1.25$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 2.15$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.32$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.271$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
21.95	37.32	0.00	0.00
16.26	35.77	0.00	0.00
0.00	0.00	23.98	29.10
0.00	0.00	141.84	245.54
0.00	0.00	3.00	3.15
1.13	0.25	0.00	0.00
0.00	0.00	32.37	29.95
$S_9 = 39.34$	$M_9 = 73.34$	$P_9 = 201.19$	$M_8 = 307.74$

- Spinta della terra su sez. R-S x 1
- Spinta del sovraccar. su R-S x 1
- Peso struttura (parete+platea) x 1
- Peso terra e sovraccarico x 1
- Forze concentrate (U9+V9) x 1
- Spinta della terra sulla fondaz. x 1
- Peso della fondazione x 1
- *non sommati
- Totali**

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O' = 3.809
 GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 2.966
 Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 31.30$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $Q_8 = 0.29$ m
 Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 169.89$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $C_8 = 1.85$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.092$ MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 11.1^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 0.84

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb) $K_0 = 0.244$

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compar-tecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		T E N S I O N I		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $c+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	35.1	30.6	31.3	115.1	58.6	51.6	8.04	6.16	78	2.15	38	0.000
2	22.8	0.0	39.0	125.0	32.0	26.0	13.38	4.52	70	2.93	50	0.000
3	8.0	0.0	27.9	125.0	23.5	17.5	10.76	4.52	45	2.13	50	0.000
4	-2.5	0.0	0.0	125.0	17.4	11.3	5.81	4.52	42	1.92	50	0.000
10	-0.3	9.1	3.4	12.7	36.8	31.3	5.15	6.16	0	0.13	38	0.000
11	-1.2	6.7	0.9	12.2	33.4	27.9	5.15	6.16	1	0.45	38	0.000
12	2.8	13.1	8.0	113.3	41.6	34.8	7.16	6.16	7	0.38	38	0.000
13	14.5	21.2	18.4	114.4	49.9	42.4	9.17	6.16	33	1.18	38	0.000

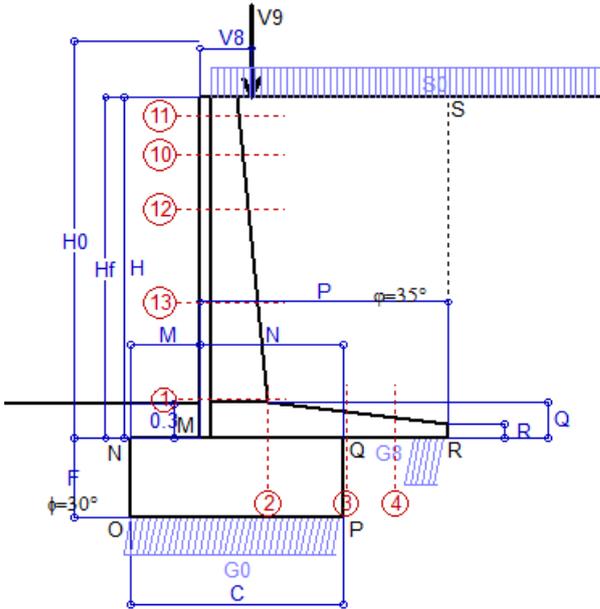
(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 3: Verifica SLE combinaz. FREQUENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500. 1° lotto

Condizione di carico "Esercizio"



Dati

$H_m = 3.00$ m	Prefabbricato tipo u35NM	$H_0 = 3.50$ m
$C = 1.85$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 3.00$ m
$F = 0.70$ m	Angolo d'attrito della terra	$\phi = 35^\circ$
$M = 0.60$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 15.0$ kN/m ²
$N = 1.25$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 2.15$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.32$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.271$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1	21.95	0.00	0.00
Spinta del sovraccar. su R-S x 1	12.19	0.00	0.00
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.00	23.98	29.10
Peso terra e sovraccarico x 1	0.00	131.09	227.53
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.00	3.00	3.15
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	1.13	0.00	0.00
Peso della fondazione x 1	0.00	32.37	29.95
Totale	$S_9 = 35.28$	$P_9 = 190.44$	$M_8 = 289.73$

- Spinta della terra su sez. R-S x 1
- Spinta del sovraccar. su R-S x 1
- Peso struttura (parete+platea) x 1
- Peso terra e sovraccarico x 1
- Forze concentrate (U9+V9) x 1
- Spinta della terra sulla fondaz. x 1
- Peso della fondazione x 1
- *non sommati
- Totale**

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O' = 4.099
 GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 3.131
 Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 31.77$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $Q_8 = 0.29$ m
 Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 158.67$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $C_8 = 1.85$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.086$ MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 10.5^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 0.70

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb) $K_0 = 0.244$

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compar-tecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		T E N S I O N I		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $c+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	30.2	29.0	27.7	115.1	58.6	51.6	8.04	6.16	66	1.86	38	0.000
2	19.6	0.0	33.5	125.0	32.0	26.0	13.38	4.52	60	2.52	50	0.000
3	5.2	0.0	23.0	125.0	23.5	17.5	10.76	4.52	29	1.39	50	0.000
4	-3.2	0.0	0.0	125.0	17.8	11.7	5.97	4.52	52	2.30	50	0.000
10	-0.5	8.8	2.7	12.7	36.8	31.3	5.15	6.16	0	0.17	38	0.000
11	-1.3	6.6	0.7	12.2	33.4	27.9	5.15	6.16	1	0.47	38	0.000
12	2.0	12.5	6.6	113.3	41.6	34.8	7.16	6.16	5	0.28	38	0.000
13	12.0	20.2	15.9	114.4	49.9	42.4	9.17	6.16	27	0.99	38	0.000

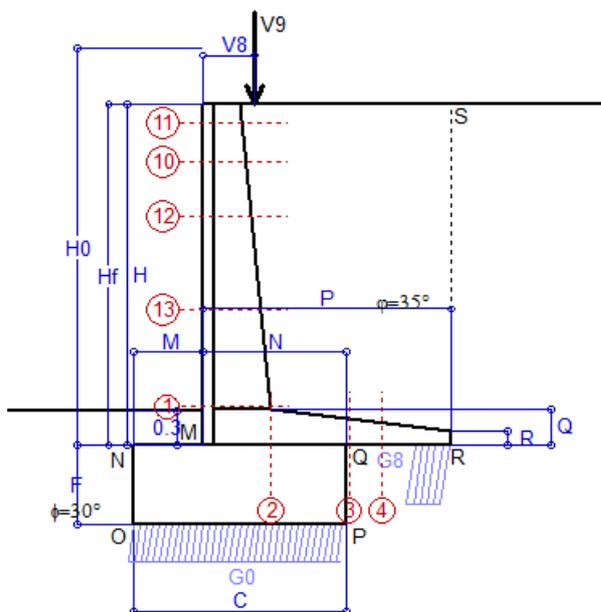
(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 4: Verifica SLE combinaz QUASI PERMANENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500. 1° lotto

Condizione di carico "Esercizio"



Dati

$H_m = 3.00$ m	Prefabbricato tipo u35NM	$H_0 = 3.50$ m
$C = 1.85$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 3.00$ m
$F = 0.70$ m	Angolo d'attrito della terra	$\phi = 35^\circ$
$M = 0.60$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 0.0$ kN/m ²
$N = 1.25$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 2.15$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.32$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.271$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

	COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1	21.95	37.32	0.00	0.00
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.00	0.00	23.98	29.10
Peso terra e sovraccarico x 1	0.00	0.00	98.84	173.51
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.00	0.00	3.00	3.15
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	1.12	0.25	0.00	0.00
Peso della fondazione x 1	0.00	0.00	32.37	29.95
Totali	$S_9 = 23.07$	$M_9 = 37.57$	$P_9 = 158.19$	$M_8 = 235.71$

- Spinta della terra su sez. R-S x 1
- Peso struttura (parete+platea) x 1
- Peso terra e sovraccarico x 1
- Forze concentrate (U9+V9) x 1
- Spinta della terra sulla fondaz. x 1
- Peso della fondazione x 1
- *non sommati

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O' = 5.935
 GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) . . . = 3.976
 Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 33.01$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $Q_8 = 0.31$ m
 Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 125.18$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $C_8 = 1.85$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.068$ MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 8.3^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 0.29

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb)

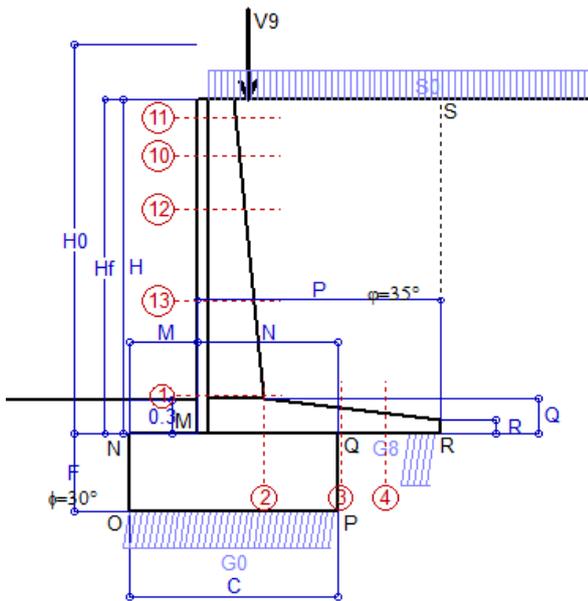
$K_0 = 0.244$

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compar-tecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett.baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $C+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	15.4	24.3	16.8	115.1	58.6	51.6	8.04	6.16	30	0.99	38	0.000
2	10.0	0.0	22.0	125.0	32.0	26.0	13.38	4.52	31	1.28	50	0.000
3	-3.0	0.0	8.5	125.0	23.5	17.4	10.76	4.52	35	1.25	50	0.000
4	-6.0	0.0	0.0	125.0	19.7	13.6	6.59	4.52	89	3.56	50	0.000
10	-1.1	7.9	0.6	12.7	36.8	31.3	5.15	6.16	0	0.30	38	0.000
11	-0.2	6.3	0.1	12.2	33.4	27.9	5.15	6.16	2	0.11	38	0.000
12	-0.2	10.7	2.4	13.3	41.6	36.1	7.16	6.16	0	0.10	38	0.000
13	4.7	16.9	8.3	114.4	49.9	42.4	9.17	6.16	8	0.41	38	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Condizione di carico "Esercizio"



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 2.61^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.045$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.022$

Dati

- $H_m = 3.00$ m
- $C = 1.85$ m
- $F = 0.70$ m
- $M = 0.60$ m
- $N = 1.25$ m
- $P = 2.15$ m
- $Q = 0.32$ m
- $U_v = 0.00$ m
- $V_8 = 0.45$ m
- $U_1 = 0.0$ m
- $R = 0.12$ m

Acceleraz orizz. al suolo
 Prefabbricato tipo u35NM

- Altezza della terra contro il pannello
- Sovraccarico sul rilevato (20%)
- Angolo d'attrito della terra
- Coefficiente d'attrito della fondazione
- Accelerazione massima locale
- Coeff. riduz. acceleraz. max attesa
- Forza orizzontale concentrata
- Forza verticale concentrata in cima
- Pendenza del rilevato vicino al muro
- Pendenza del rilevato lontano dal muro

- $a_g/g = 0.061$
- $H_0 = 3.50$ m
- $H = 3.00$ m
- $S_0 = 4.0$ kN/m²
- $\varphi = 35^\circ$
- $R_0 = 0.580$
- $a_{max}/g = 0.117$
- $\beta_m = 0.38$
- $U_g = 0.00$ kN/cad
- $V_g = 3.75$ kN/cad
- $l_g = 0.0\%$
- $l_b = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

- Coefficiente di spinta attiva della terra (Rankine con sisma) agente su una sezione ideale R-S di altezza $K_1 = 0.278$
- Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale $H = 3.00$ m
- $O_3 = 9.22^\circ$
- Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine) $K_3 = 0.271$
- Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Mononobe-Okabe) $K_p = 2.92$
- (Dati: $\phi = 30.00^\circ$ $\varepsilon = 0.0^\circ$ $\psi = 90^\circ$ $\delta = 0^\circ$)

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R'-S' x 1	22.2	37.8	3.6	9.9
Spinta del sovraccar. su R'-S' x 1	3.3	7.2	0.5	1.5
Peso struttura (parete+platea) x 1	1.1	1.7	23.4	28.5
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	4.4	10.2	105.0	183.7
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.0	0.0	3.0	3.2
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	1.4	0.3	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	1.4	0.5	31.7	29.3
Spinta passiva sulla fondaz. Sp x 0.5	-6.6*	-2.2*	0.0*	0.0*
<i>*non sommati</i>				
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 33.8	M₉ = 57.6	P₉ = 167.3	M₈ = 256.0

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

- Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 29.1$ kN
- Larghezza dell'impronta d'appoggio $Q_8 = 0.27$ m
- Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 138.2$ kN
- Larghezza dell'impronta d'appoggio $C_8 = 1.85$ m
- TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.075$ MPa
- OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 9.2^\circ$

Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo $R_d = (167.3 * 0.58 + 6.6) / 1.0 = 103.6 > E_d = 33.8$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 65$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 41$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (1a formula di Mononobe-Okabe) $K_0 = 0.271$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato compresso	b_w larghezza taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricentrico	V_{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	22.2	22.2	26.5	18.7	58.6	51.6	115.1	15.1	45°, 1.0	4.15	8.04	6.16	5.97	163.3	145.1	
2	14.4	14.4	0.0	17.8	32.0	26.0	125.0	125.0	-	4.06	13.38	4.52	11.84	132.3	174.9	
3	2.2	2.2	0.0	15.6	23.5	17.5	125.0	125.0	-	3.47	10.76	4.52	8.03	76.3	133.1	
4	-3.9	-3.9	0.0	4.5	18.2	12.1	125.0	125.0	-	2.42	6.10	4.52	0.00	-31.9	86.6	
10	-0.9	-0.7	8.2	2.0	36.8	31.3	12.7	12.7	73°, 1.0	7.52	5.15	6.16	3.96	-67.8	53.3	
11	-1.3	-1.3	6.4	1.0	33.4	27.9	12.2	12.2	73°, 1.0	8.95	5.15	6.16	3.96	-57.2	48.0	
12	0.7	1.2	11.3	4.3	41.6	34.8	113.3	13.3	73°, 1.0	3.46	7.16	6.16	3.96	98.8	58.5	
13	7.8	9.6	18.2	10.4	49.9	42.4	114.4	14.4	73°, 1.0	3.71	7.30	6.16	3.96	122.0	69.4	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

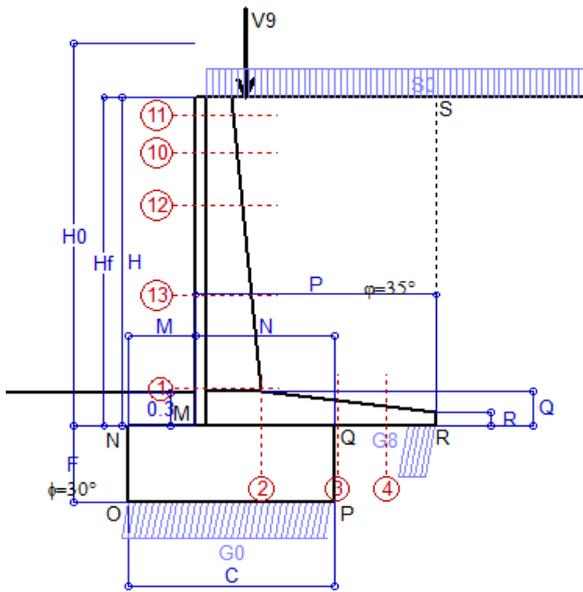
Nelle sezioni 1 e 2 $M_{Ed} = M_{Edu}$ perché $ctg(\alpha) = ctg(\theta) = 1$; nelle sezioni 3 e 4 $a_1 = 0$ perché il momento flettente è già massimo

Scheda 6: Verifica sismica al ribaltamento

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500. 1° lotto

Comune di Codrongianos

Condizione di carico "Esercizio"



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 3.95^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.067$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.033$

Dati

$H_m = 3.00$ m
 $C = 1.85$ m
 $F = 0.70$ m
 $M = 0.60$ m
 $N = 1.25$ m
 $P = 2.15$ m
 $Q = 0.32$ m
 $U_v = 0.00$ m
 $V_8 = 0.45$ m
 $U_1 = 0.0$ m
 $R = 0.12$ m

Acceleraz. orizz. al suolo

Prefabbricato tipo u35NM

Altezza della terra contro il pannello
 Sovraccarico sul rilevato (20%)
 Angolo d'attrito della terra
 Coefficiente d'attrito della fondazione
 Accelerazione massima locale
 Coeff. riduz. acceleraz. max attesa
 Forza orizzontale concentrata
 Forza verticale concentrata in cima
 Pendenza del rilevato vicino al muro
 Pendenza del rilevato lontano dal muro

$a_g/g = 0.061$

$H_0 = 3.50$ m
 $H = 3.00$ m
 $S_0 = 4.0$ kN/m²
 $\varphi = 35^\circ$
 $R_0 = 0.580$
 $a_{max}/g = 0.117$
 $\beta_m = 0.57$
 $U_9 = 0.00$ kN/cad
 $V_9 = 3.75$ kN/cad
 $I_9 = 0.0\%$
 $I_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

Coefficiente di spinta attiva della terra (Rankine con sisma)

agente su una sezione ideale R-S di altezza

Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale

Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)

Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Monobe-Okabe)

(Dati: $\phi = 30.00^\circ$ $\epsilon = 0.0^\circ$ $\psi = 90^\circ$ $\delta = 0^\circ$)

$K_1 = 0.286$

$H = 3.00$ m

$O_3 = 13.47^\circ$

$K_3 = 0.285$

$K_p = 2.88$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R'-S' x 1	22.6	38.3	5.4	14.9
Spinta del sovraccar. su R'-S' x 1	3.3	7.4	0.8	2.2
Peso struttura (parete+platea) x 1	1.6	2.5	23.2	28.1
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	6.6	15.3	103.9	181.7
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.0	0.0	3.0	3.2
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	1.5	0.3	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	2.2	0.8	31.3	28.9
Spinta passiva sulla fondaz. Sp x 0.5	-6.5*	-2.2*	0.0*	0.0*
<i>*non sommati</i>				
TOTALI (GEO e STR)	37.8	64.5	167.5	258.9

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezziera della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 26.5$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . . . $Q_8 = 0.25$ m
 Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 141.0$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . . $C_8 = 1.85$ m

TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.076$ MPa

OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 10.6^\circ$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo $R_d = (258.9 + 2.2) / 1.0 = 261.1 > E_d = 64.5$

Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo $R_d = (148.3) / 1.0 = 148.3 > E_d = 39.6$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 66$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 44$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (1a formula di Monobe-Okabe) $K_0 = 0.285$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato compresso	b_w larghezza taglio	staffe α° , ctg Θ	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricentrico	V_{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	23.8	23.8	27.0	19.9	58.6	51.6	115.1	15.1	45°, 1.0	4.15	8.04	6.16	5.97	163.4	144.7	
2	15.4	15.4	0.0	18.3	32.0	26.0	125.0	125.0	-	4.06	13.38	4.52	11.84	132.3	174.9	
3	4.4	4.4	0.0	17.3	23.5	17.5	125.0	125.0	-	3.47	10.76	4.52	8.03	76.3	133.1	
4	-3.2	-3.2	0.0	3.9	17.7	11.6	125.0	125.0	-	2.35	5.91	4.52	0.00	-30.6	82.4	
10	-0.8	-0.6	8.2	2.1	36.8	31.3	12.7	12.7	73°, 1.0	7.52	5.15	6.16	3.96	-67.8	53.3	
11	-1.3	-1.2	6.4	1.1	33.4	27.9	12.2	12.2	73°, 1.0	8.95	5.15	6.16	3.96	-57.2	47.9	
12	0.9	1.5	11.4	4.6	41.6	34.8	113.3	13.3	73°, 1.0	3.46	7.16	6.16	3.96	98.8	58.4	
13	8.5	10.4	18.5	11.1	49.9	42.4	114.4	14.4	73°, 1.0	3.71	7.30	6.16	3.96	122.0	69.2	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 $M_{ed} = M_{edu}$ perché $ctg(\alpha) = ctg(\theta) = 1$; nelle sezioni 3 e 4 $a_1 = 0$ perché il momento flettente è già massimo

Scheda 7. Portanza della fondazione

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500. 1° lotto

Coefficienti SLU "favorevoli" e "sfavorevoli"

Prefabbricato tipo u35NM

Condizione di carico "Esercizio"

Calcolo con la formula di Brinch-Hansen 1970 (valida per terreno omogeneo e condizioni drenate)

Dati geotecnici del terreno di fondazione:

	Natura di terreno di fondazione	Unità geotecnica 'SL' (sabbie con limo, sabbie limose)			
ϕ	Angolo d'attrito nominale	gradi	30.0°	$\phi = \text{rad}$	0.5236
c	Coesione drenata	kN/m ²	10		
γ	Peso specifico	kN/m ³	9.00		
Iv	Inclinazione del terreno a valle	%	0.0%	$\epsilon = \text{rad}$	0.0000

Dati geometrici della fondazione:

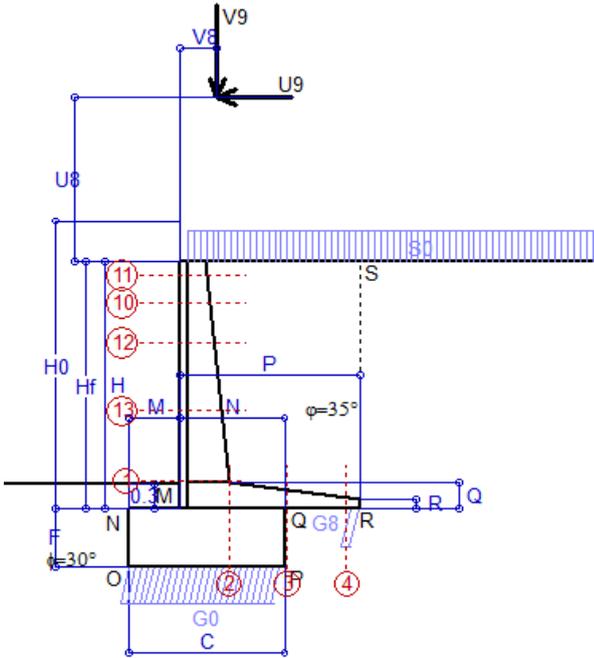
E	Spessore della terra sulla fondazione	m	0.30		
F	Spessore della fondazione (facciata di valle)	m	0.70		
I7	Inclinazione del letto di posa	%	0.0%	$\alpha = \text{rad}$	0.0000

Verifiche allo stato limite ultimo (A1+M1+R3)			Scheda 1	Sisma
Carichi agenti sulla fondazione:				
N	Componente verticale (G0)	kN/m	230.4	138.2
β	Obliquità del carico rispetto alla verticale	gradi	11.36°	9.24°
H	Componente orizzontale = G0 * tan(β)	kN/m	46.3	22.5
B	Larghezza del nastro di appoggio (C8)	m	1.85	1.85
Dati influenzati dal tipo di verifica:				
Φ	Angolo d'attrito assunto nel calcolo	rad	0.5236	0.5236
E5	Distanza della risultante dal bordo esterno della fondazione	m	0.93	0.93
D	Affondamento = E + F + E5 * Iv	m	1.00	1.00
Termini della formula di Brinch-Hansen				
Profondità	= $[\gamma D N_q] s_q d_q i_q b_q g_q z_q$	kN/m ²	122.25	130.51
Coefficiente base	$N_q = \tan^2(45^\circ + \Phi / 2) e^{\pi \tan \Phi}$		18.40	18.40
Inclinaz. terreno a valle	$g_q = (1 - \tan \epsilon)^2$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_q = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_q = 1 + 2 \tan \Phi (1 - \sin \Phi)^2 x \text{se}[D < B; D/B; \text{atn}(D/B)]$		1.16	1.16
Inclinazione letto di posa	$b_q = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	i_q #RIF!		0.64	0.70
Paolucci e Pecker 1997	$z_q = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$		-	0.972
Coesione	= $[c N_c] s_c d_c i_c b_c g_c z_c$	kN/m ²	216.91	236.51
Coefficiente base	$N_c = (N_q - 1) \cot \Phi$		30.14	30.14
Inclinaz. terreno a valle	$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_c = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.17	1.17
Inclinazione letto di posa	$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c \tan \Phi)$		0.62	0.68
Paolucci e Pecker 1997	$z_c = 1 - 0.34 K_h$		-	0.985
Superficie	= $[\frac{1}{2} \gamma B N_\gamma] s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma z_\gamma$	kN/m ²	104.19	118.56
Coefficiente base	$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \Phi$		22.40	22.40
Inclinaz. terreno a valle	$g_\gamma = (1 - \tan \epsilon)^2$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_\gamma = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_\gamma = 1.00$		1.00	1.00
Inclinazione letto di posa	$b_\gamma = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	i_γ #RIF!		0.56	0.65
Paolucci e Pecker 1997	$z_\gamma = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$		-	0.972
Verifica della capacità portante				
q _{LIM}	Carico unitario limite (Meyerhof)	Mpa	0.443	0.486
γ_R	Coeff. per le verifiche SLU di fondazioni superficiali		1.4	1.2
C_p	Capacità portante, tenuto conto di γ_R	kN	585.9	748.6
G ₀	Carico effettivo, dovuto alle forze esterne	kN	230.4	138.2
La struttura è verificata al collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno per l'approccio 2 (A1+M1+R3)				

Scheda 8: Approccio 2, (A1+M1+R3)

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500. 1° lotto

Condizione di carico "Vento"



Dati

$H_m = 3.00$ m	Prefabbricato tipo u35NM	$H_0 = 3.50$ m
$C = 1.85$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 3.00$ m
$F = 0.70$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$M = 0.60$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35.00^\circ$
$N = 1.25$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 2.15$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.32$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.580$
$U_v = 2.00$ m	Forza orizzontale concentrata	$U_9 = 5.25$ kN/cad
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad
$R = 0.12$ m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$i_b = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine)	$K_1 = 0.271$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H = 3.00$ m
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$O_3 = 0.00^\circ$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

	COMPONENTI ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1.3	28.5	48.5	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1.5	24.4	53.7	0.0	0.0
Peso struttura (parete+platea) x 1.3	0.0	0.0	31.2	37.8
Peso terra x 1.3 e sovracc. x 1.50	0.0	0.0	193.0	333.6
Forze concentrate (U9+V9) x 1.5	6.3	35.9	4.5	4.7
Spinta della terra sulla fondaz. x 1.3	1.5	0.3	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1.3	0.0	0.0	42.1	38.9
TOTALI (GEO e STR)	60.7	138.4	270.7	415.1

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 = 16.3$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$Q_8 = 0.12$ m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 254.4$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$C_8 = 1.85$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_t = 0.138$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 12.6^\circ$
Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo		$Rd = (270.7 * 0.58) / 1.1 = 142.8$	$> Ed = 60.7$
Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo		$Rd = (415.1) / 1.15 = 361.0$	$> Ed = 138.4$
Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo		$Rd = (239) / 1.15 = 207.8$	$> Ed = 96.6$
Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 126$ kN		Lato monte (punto Q) $G_7 = 87$ kN	

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb) $K_0 = 0.244$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato compreso	b_w larghezza taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricentrico	V_{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	85.2	85.2	41.8	35.6	58.6	51.6	115.1	15.1	45°, 1.0	4.22	8.04	6.16	5.97	165.4	140.0	
2	55.4	55.4	0.0	65.5	32.0	26.0	125.0	125.0	-	4.06	13.38	4.52	11.84	132.3	174.9	
3	33.6	33.6	0.0	43.6	23.5	17.5	125.0	125.0	-	3.47	10.76	4.52	8.03	76.3	133.1	
4	-0.4	-0.4	0.0	0.8	14.1	8.0	125.0	125.0	-	1.94	4.71	4.52	0.00	-22.3	58.9	
10	19.1	20.5	12.8	6.9	36.8	31.3	112.7	12.7	73°, 1.0	3.06	5.15	6.16	3.96	66.8	51.2	
11	15.1	15.9	9.5	3.4	33.4	25.9	112.2	12.2	73°, 1.0	2.94	5.15	6.16	3.96	57.0	42.8	
12	27.4	29.6	18.2	11.7	41.6	34.8	113.3	13.3	73°, 1.0	3.49	7.16	6.16	3.96	99.3	55.9	
13	50.3	55.1	29.2	22.4	49.9	42.4	114.4	14.4	73°, 1.0	3.76	7.30	6.16	3.96	123.2	66.0	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

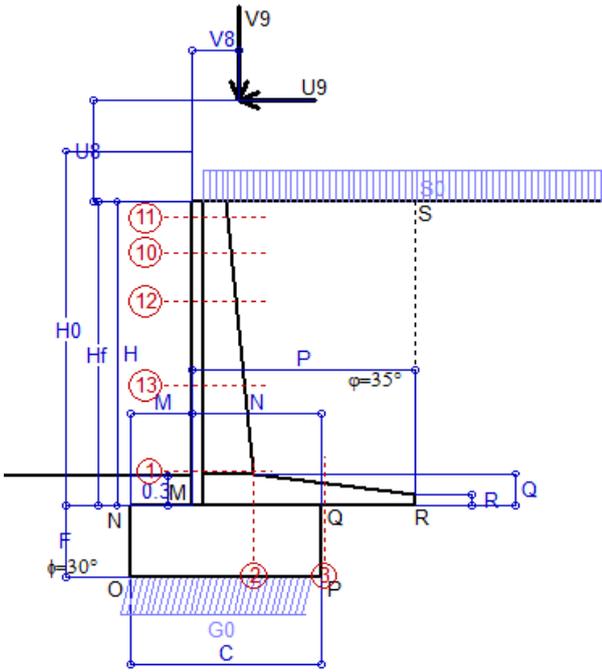
(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 $M_{ed} = M_{edu}$ perché $ctg(\alpha) = ctg(\theta) = 1$; nelle sezioni 3 e 4 $a_1 = 0$ perché il momento flettente è già massimo

Scheda 9: Urto sul sicurvia da 14.29 kN/cad a 1.00 m da terra

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500. 1° lotto

Coefficienti SLU per azioni eccezionali



Dati

$H_m = 3.00$ m	Prefabbricato tipo u35NM	$H_0 = 3.50$ m
$C = 1.85$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 3.00$ m
$F = 0.70$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$M = 0.60$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$N = 1.25$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 2.15$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.32$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$U_V = 1.00$ m	Urto: Forza orizzontale concentrata	$U_9 = 14.29$ kN/cad
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad
$R = 0.12$ m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$l_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine)	$K_1 = 0.271$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H = 3.00$ m
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$O_3 = 0.00^\circ$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1	22.0	37.3	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1	16.3	35.8	0.0	0.0
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.0	0.0	24.0	29.1
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	0.0	0.0	141.8	245.5
Forze concentrate (U9+V9) x 1	11.4	53.7	3.0	3.2
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	1.1	0.3	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	0.0	0.0	32.4	29.9
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 50.8	M₉ = 127.1	P₉ = 201.2	M₈ = 307.7

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto O che al punto P, la platea non appoggia sul terreno (G8=0). Nell'ipotesi di Mejerhoff, la larghezza dell'impronta d'appoggio è il doppio della distanza della risultante da O. Dunque risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 = 0.0$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$Q_8 = 0.00$ m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 201.2$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$C_8 = 1.80$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_t = 0.112$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 14.2^\circ$

Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo

$$R_d = (201.2 * 0.58) / 1.1 = 106.1 > E_d = 50.8$$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo

$$R_d = (307.7) / 1.15 = 267.6 > E_d = 127.1$$

Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo

$$R_d = (176.5) / 1.15 = 153.5 > E_d = 92.1$$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 101$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 68$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u. (STR)

Freccia in cima al pannello mm 3.30

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb)

$K_0 = 0.244$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. trasmata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b_w larghez- za taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o infer. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricen- trico	V_{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	86.1	86.1	30.6	29.2	58.6	51.6	115.1	15.1	45°, 1.0	4.17	8.04	6.16	5.97	163.9	143.5	
2	56.0	56.0	0.0	66.1	32.0	26.0	125.0	125.0	-	4.06	13.38	4.52	11.84	132.3	174.9	
3	37.5	37.5	0.0	37.3	23.5	17.5	125.0	125.0	-	3.47	10.76	4.52	8.03	76.3	133.1	
10	21.1	22.9	9.1	11.0	36.8	31.3	112.7	12.7	73°, 1.0	3.04	5.15	6.16	3.96	66.6	52.2	
11	15.3	16.5	6.7	9.2	33.4	25.9	112.2	12.2	73°, 1.0	2.93	5.15	6.16	3.96	56.9	43.5	
12	31.1	33.6	13.1	13.3	41.6	34.8	113.3	13.3	73°, 1.0	3.47	7.16	6.16	3.96	98.9	57.3	
13	54.5	59.0	21.2	20.0	49.9	42.4	114.4	14.4	73°, 1.0	3.73	7.30	6.16	3.96	122.3	68.1	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Verifica stabilità globale muro + terreno**Simbologia adottata**

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
11 - GEO (A2-M2-R2)	-0.50; 0.50	4.52	2.064
12 - GEO (A2-M2-R2)	-1.00; 1.00	5.18	1.598
13 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-1.00; 1.00	5.18	2.237
14 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-1.00; 1.50	5.64	2.245

Dettagli strisce verifiche stabilità**Simbologia adottata**

Le ascisse X sono considerate positive verso monte	
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto	
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)	
W	peso della striscia espresso in [kN]
Qy	carico sulla striscia espresso in [kN]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
Tx; Ty	Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

Combinazione n° 11 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	3.31	0.00	4.00 - 0.31	75.493	29.256	0	0.0	
2	8.34	0.00	0.31	63.628	29.256	0	0.0	
3	11.33	0.00	0.31	55.753	29.256	0	0.0	
4	13.58	0.00	0.31	49.283	29.256	0	0.0	
5	15.39	0.00	0.31	43.589	29.256	0	0.0	
6	16.90	0.00	0.31	38.397	24.791	8	0.4	
7	18.69	0.00	0.31	33.559	24.791	8	2.6	
8	19.47	0.00	0.31	28.980	24.791	8	4.4	
9	20.39	0.00	0.31	24.597	24.791	8	6.0	
10	22.21	0.00	0.31	20.364	24.791	8	7.2	
11	23.17	0.00	0.31	16.244	24.791	8	8.2	
12	23.66	0.00	0.31	12.210	24.791	8	9.0	
13	24.14	3.75	0.31	8.236	24.791	8	9.5	
14	11.79	0.00	0.31	4.303	24.791	8	9.9	
15	8.73	0.00	0.31	0.389	24.791	8	10.0	
16	7.63	0.00	0.31	-3.522	24.791	8	9.9	
17	7.11	0.00	0.31	-7.451	24.791	8	9.6	
18	6.83	0.00	0.31	-11.415	24.791	8	9.1	
19	6.42	0.00	0.31	-15.435	24.791	8	8.4	
20	5.88	0.00	0.31	-19.536	24.791	8	7.4	
21	5.20	0.00	0.31	-23.744	24.791	8	6.2	
22	4.37	0.00	0.31	-28.093	24.791	8	4.8	
23	3.36	0.00	0.31	-32.629	24.791	8	3.0	
24	2.16	0.00	0.31	-37.409	24.791	8	0.9	
25	0.72	0.00	-3.71 - 0.31	-41.312	29.256	0	0.0	

Combinazione n° 12 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	3.41	9.07	4.09 - 0.35	72.195	29.256	0	0.0	
2	8.89	9.07	0.35	62.111	29.256	0	0.0	
3	12.51	9.07	0.35	54.644	29.256	0	0.0	
4	15.28	9.07	0.35	48.399	29.256	0	0.0	
5	17.53	9.07	0.35	42.857	29.256	0	0.0	
6	20.36	9.07	0.35	37.781	24.791	8	0.9	
7	21.28	9.07	0.35	33.035	24.791	8	3.3	
8	22.65	9.07	0.35	28.535	24.791	8	5.4	
9	24.72	9.07	0.35	24.221	24.791	8	7.1	
10	26.35	9.07	0.35	20.049	24.791	8	8.4	
11	27.13	9.07	0.35	15.986	24.791	8	9.6	
12	25.51	6.52	0.35	12.004	24.791	8	10.4	
13	10.67	0.00	0.35	8.081	24.791	8	11.0	

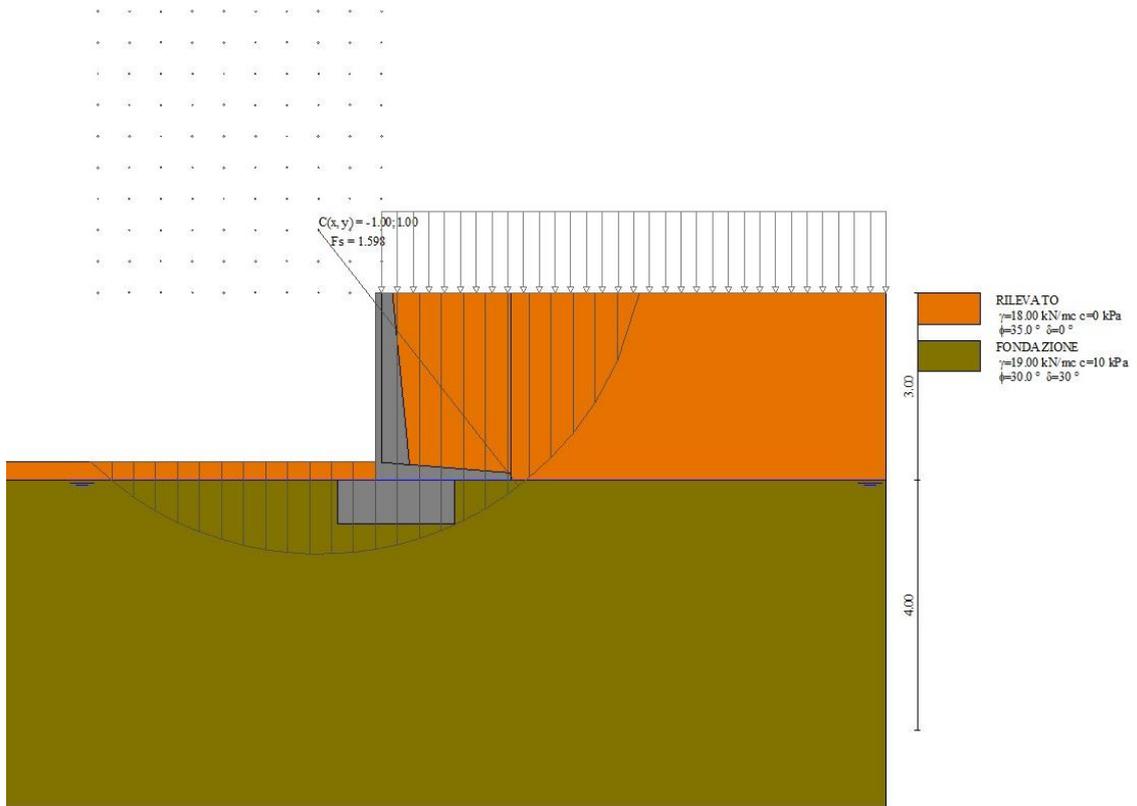
n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
14	12.50	0.00	0.35	4.195	24.791	8	11.4	
15	9.27	0.00	0.35	0.329	24.791	8	11.5	
16	9.20	0.00	0.35	-3.535	24.791	8	11.4	
17	8.99	0.00	0.35	-7.416	24.791	8	11.1	
18	8.63	0.00	0.35	-11.331	24.791	8	10.5	
19	8.11	0.00	0.35	-15.301	24.791	8	9.7	
20	7.43	0.00	0.35	-19.349	24.791	8	8.7	
21	6.57	0.00	0.35	-23.500	24.791	8	7.3	
22	5.51	0.00	0.35	-27.787	24.791	8	5.7	
23	4.24	0.00	0.35	-32.252	24.791	8	3.7	
24	2.73	0.00	0.35	-36.950	24.791	8	1.3	
25	0.92	0.00	-4.63 - 0.35	-41.019	29.256	0	0.0	

Combinazione n° 13 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	3.41	1.40	4.09 - 0.35	72.195	35.000	0	0.0	
2	8.89	1.40	0.35	62.111	35.000	0	0.0	
3	12.51	1.40	0.35	54.644	35.000	0	0.0	
4	15.28	1.40	0.35	48.399	35.000	0	0.0	
5	17.53	1.40	0.35	42.857	35.000	0	0.0	
6	20.36	1.40	0.35	37.781	30.000	10	0.9	
7	21.28	1.40	0.35	33.035	30.000	10	3.3	
8	22.65	1.40	0.35	28.535	30.000	10	5.4	
9	24.72	1.40	0.35	24.221	30.000	10	7.1	
10	26.35	1.40	0.35	20.049	30.000	10	8.4	
11	27.13	1.40	0.35	15.986	30.000	10	9.6	
12	25.51	1.00	0.35	12.004	30.000	10	10.4	
13	10.67	0.00	0.35	8.081	30.000	10	11.0	
14	12.50	0.00	0.35	4.195	30.000	10	11.4	
15	9.27	0.00	0.35	0.329	30.000	10	11.5	
16	9.20	0.00	0.35	-3.535	30.000	10	11.4	
17	8.99	0.00	0.35	-7.416	30.000	10	11.1	
18	8.63	0.00	0.35	-11.331	30.000	10	10.5	
19	8.11	0.00	0.35	-15.301	30.000	10	9.7	
20	7.43	0.00	0.35	-19.349	30.000	10	8.7	
21	6.57	0.00	0.35	-23.500	30.000	10	7.3	
22	5.51	0.00	0.35	-27.787	30.000	10	5.7	
23	4.24	0.00	0.35	-32.252	30.000	10	3.7	
24	2.73	0.00	0.35	-36.950	30.000	10	1.3	
25	0.92	0.00	-4.63 - 0.35	-41.019	35.000	0	0.0	

Combinazione n° 14 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	3.17	1.47	4.44 - 0.37	68.934	35.000	0	0.0	
2	8.50	1.47	0.37	60.370	35.000	0	0.0	
3	12.29	1.47	0.37	53.433	35.000	0	0.0	
4	15.28	1.47	0.37	47.513	35.000	0	0.0	
5	17.72	1.47	0.37	42.209	35.000	0	0.0	
6	19.77	1.47	0.37	37.324	35.000	0	0.0	
7	22.27	1.47	0.37	32.740	30.000	10	2.3	
8	23.29	1.47	0.37	28.383	30.000	10	4.5	
9	24.14	1.47	0.37	24.200	30.000	10	6.3	
10	27.32	1.47	0.37	20.150	30.000	10	7.7	
11	28.20	1.47	0.37	16.204	30.000	10	8.9	
12	28.90	1.47	0.37	12.335	30.000	10	9.8	
13	14.90	0.08	0.37	8.523	30.000	10	10.5	
14	12.78	0.00	0.37	4.749	30.000	10	10.9	
15	9.51	0.00	0.37	0.996	30.000	10	11.1	
16	9.47	0.00	0.37	-2.754	30.000	10	11.1	
17	9.27	0.00	0.37	-6.515	30.000	10	10.8	
18	8.91	0.00	0.37	-10.305	30.000	10	10.2	
19	8.38	0.00	0.37	-14.141	30.000	10	9.4	
20	7.67	0.00	0.37	-18.043	30.000	10	8.4	
21	6.78	0.00	0.37	-22.034	30.000	10	7.1	
22	5.68	0.00	0.37	-26.142	30.000	10	5.5	
23	4.37	0.00	0.37	-30.401	30.000	10	3.5	
24	2.80	0.00	0.37	-34.857	30.000	10	1.2	
25	0.94	0.00	-4.77 - 0.37	-38.538	35.000	0	0.0	

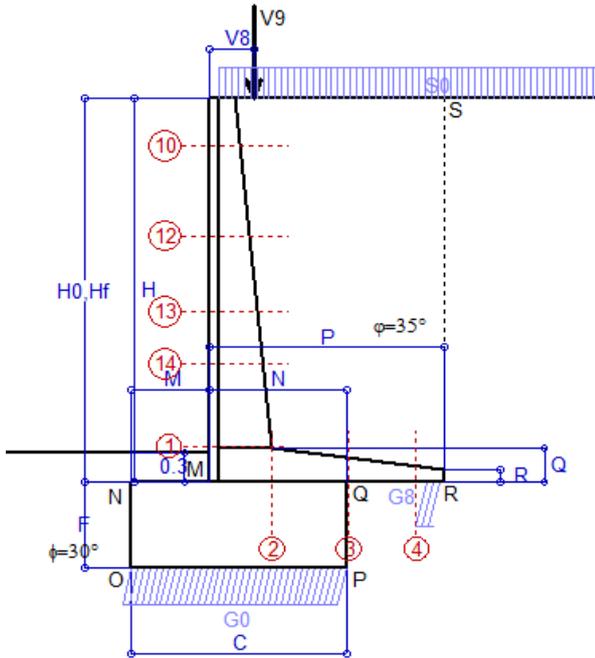


Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 12)

Scheda 1: Approccio 2, (A1+M1+R3)

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500. 1° lotto

Condizione di carico "Esercizio"



Dati

$H_m = 4.00$ m	Prefabbricato tipo u40NM	$H_0 = 4.00$ m
$C = 2.20$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 4.00$ m
$F = 0.90$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$M = 0.80$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35.00^\circ$
$N = 1.40$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 2.40$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.35$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.580$
$U_v = 0.00$ m	Forza orizzontale concentrata	$U_9 = 0.00$ kN/cad
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad
$R = 0.12$ m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$i_b = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine)	$K_1 = 0.271$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H = 4.00$ m
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$O_3 = 0.00^\circ$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1.3	50.7	113.3	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1.5	32.5	94.3	0.0	0.0
Peso struttura (parete+platea) x 1.3	0.0	0.0	37.3	55.5
Peso terra x 1.3 e sovracc. x 1.50	0.0	0.0	269.8	553.3
Forze concentrate (U9+V9) x 1.5	0.0	0.0	4.5	5.6
Spinta della terra sulla fondaz. x 1.3	3.0	0.7	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1.3	0.0	0.0	64.3	70.8
TOTALI (GEO e STR)	86.2	208.3	375.9	685.2

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 = 35.2$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$Q_8 = 0.19$ m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 340.7$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$C_8 = 2.20$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_t = 0.155$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 12.9^\circ$
Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo		$Rd = (375.9 * 0.58) / 1.1 = 198.2 > Ed = 86.2$	
Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo		$Rd = (685.2) / 1.15 = 595.8 > Ed = 208.3$	
Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo		$Rd = (365.2) / 1.15 = 317.5 > Ed = 132.7$	
Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 168$ kN		Lato monte (punto Q) $G_7 = 108$ kN	

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb) $K_0 = 0.244$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato comp- presso	b_w larghez- za taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricen- trico	V_{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	107.6	107.6	56.5	53.0	63.1	55.7	116.6	16.6	45°, 1.0	4.76	10.05	4.59	7.22	222.7	182.3	
2	70.0	70.0	0.0	76.8	35.0	28.8	125.0	125.0	-	5.26	21.30	4.52	13.96	224.7	213.5	
3	35.9	35.9	0.0	51.4	25.0	19.0	125.0	125.0	-	4.24	16.54	4.52	8.17	117.2	162.2	
4	-2.2	-2.2	0.0	3.3	15.7	9.6	125.0	125.0	-	2.42	7.16	4.52	0.00	-29.6	68.7	
10	-0.7	-0.2	10.2	5.6	31.6	26.1	12.7	12.7	73°, 1.0	7.17	2.01	4.59	3.96	-42.7	42.7	
12	11.0	13.2	21.0	16.1	41.0	34.1	114.0	14.0	73°, 1.0	2.81	4.02	4.59	3.96	57.9	53.9	
13	33.7	38.6	32.5	27.6	48.9	41.4	115.1	15.1	73°, 1.0	3.43	6.03	4.59	3.96	101.0	63.5	
14	57.8	65.2	41.5	36.6	54.3	45.6	115.8	15.8	73°, 1.0	3.97	8.04	4.59	3.96	146.3	68.5	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

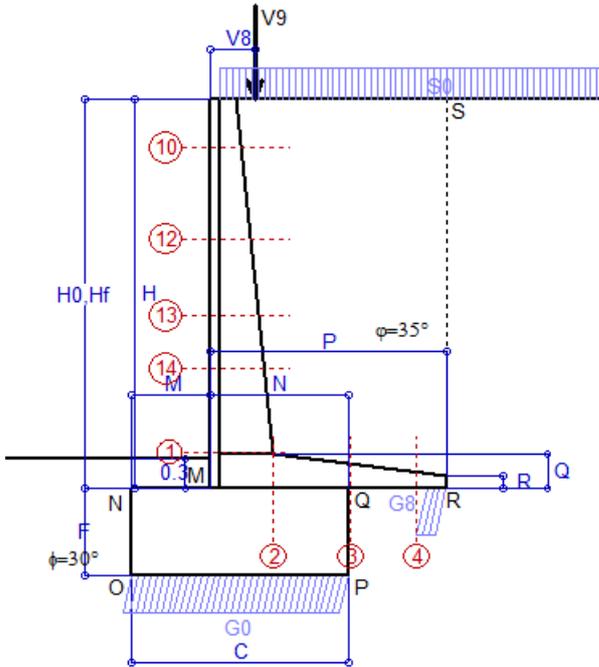
(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 $M_{Ed} = M_{Edu}$ perché $ctg(\alpha) = ctg(\theta) = 1$; nelle sezioni 3 e 4 $a_1 = 0$ perché il momento flettente è già massimo

Scheda 2: Verifica SLE combinaz. RARA

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500. 1° lotto

Condizione di carico "Esercizio"



Dati

$H_m = 4.00$ m	Prefabbricato tipo u40NM	$H_0 = 4.00$ m
$C = 2.20$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 4.00$ m
$F = 0.90$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$M = 0.80$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$N = 1.40$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 2.40$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.35$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.271$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
39.02	87.15	0.00	0.00
21.68	62.87	0.00	0.00
0.00	0.00	28.67	42.66
0.00	0.00	200.16	410.88
0.00	0.00	3.00	3.75
2.29	0.57	0.00	0.00
0.00	0.00	49.50	54.45
$S_9 = 62.99$	$M_9 = 150.59$	$P_9 = 281.33$	$M_8 = 511.74$

Spinta della terra su sez. R-S x 1	39.02	87.15	0.00	0.00
Spinta del sovraccar. su R-S x 1	21.68	62.87	0.00	0.00
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.00	0.00	28.67	42.66
Peso terra e sovraccarico x 1	0.00	0.00	200.16	410.88
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.00	0.00	3.00	3.75
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	2.29	0.57	0.00	0.00
Peso della fondazione x 1	0.00	0.00	49.50	54.45
<i>*non sommati</i>				
Totali				

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O'	=	2.850
GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici)	=	2.590
Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 =$	28.74 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio $. Q_8 =$ 0.20 m
Carico sul terreno della fondazione: $G_0 =$	252.58 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio $. C_8 =$ 2.20 m
TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff	$\sigma_t =$	0.115 MPa
OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione	$\beta =$	12.6°

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 2.59

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb) $K_0 = 0.244$

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compartecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $c+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	77.6	41.5	51.7	116.6	63.1	55.7	10.05	4.59	133	3.69	38	0.075
2	50.5	0.0	80.0	125.0	35.0	28.8	21.30	4.52	89	4.51	50	0.000
3	24.2	0.0	55.4	125.0	25.0	19.0	16.54	4.52	84	4.71	50	0.000
4	-2.1	0.0	0.0	125.0	16.1	10.0	7.35	4.52	34	1.81	50	0.000
10	-0.4	7.1	3.4	12.7	31.6	26.1	2.01	4.59	0	0.18	38	0.000
12	7.8	15.0	13.3	114.0	41.0	34.1	4.02	4.59	48	1.30	38	0.000
13	24.0	23.6	25.1	115.1	48.9	41.4	6.03	4.59	89	2.36	38	0.000
14	41.3	30.3	34.9	115.8	54.3	45.6	8.04	4.59	107	3.01	38	0.000

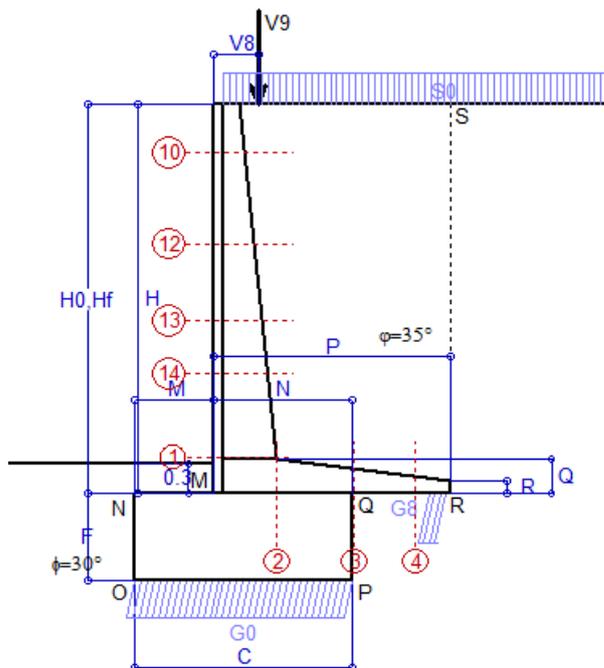
(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 3: Verifica SLE combinaz. FREQUENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500. 1° lotto

Condizione di carico "Esercizio"



Dati

$H_m = 4.00$ m	Prefabbricato tipo u40NM	$H_0 = 4.00$ m
$C = 2.20$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 4.00$ m
$F = 0.90$ m	Angolo d'attrito della terra	$\phi = 35^\circ$
$M = 0.80$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 15.0$ kN/m ²
$N = 1.40$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 2.40$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.35$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.271$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
39.02	87.15	0.00	0.00
16.26	47.15	0.00	0.00
0.00	0.00	28.67	42.66
0.00	0.00	188.16	386.88
0.00	0.00	3.00	3.75
2.27	0.57	0.00	0.00
0.00	0.00	49.50	54.45
$S_9 = 57.55$	$M_9 = 134.87$	$P_9 = 269.33$	$M_8 = 487.74$

- Spinta della terra su sez. R-S x 1
- Spinta del sovraccar. su R-S x 1
- Peso struttura (parete+platea) x 1
- Peso terra e sovraccarico x 1
- Forze concentrate (U9+V9) x 1
- Spinta della terra sulla fondaz. x 1
- Peso della fondazione x 1
- *non sommati*
- Totali**

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O' = 3.045
 GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 2.714
 Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 31.48$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $. Q_8 = 0.22$ m
 Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 237.84$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $. C_8 = 2.20$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.108$ MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 12.1^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 2.22

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb) $K_0 = 0.244$

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compartecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $c+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	68.4	39.4	46.8	116.6	63.1	55.7	10.05	4.59	116	3.27	38	0.055
2	44.4	0.0	70.4	125.0	35.0	28.8	21.30	4.52	79	3.97	50	0.000
3	18.7	0.0	47.4	125.0	25.0	19.0	16.54	4.52	64	3.63	50	0.000
4	-2.8	0.0	0.0	125.0	16.7	10.6	7.70	4.52	45	2.32	50	0.000
10	-0.6	6.8	2.7	12.7	31.6	26.1	2.01	4.59	0	0.24	38	0.000
12	6.2	14.2	11.3	114.0	41.0	34.1	4.02	4.59	38	1.05	38	0.000
13	20.3	22.2	21.9	115.1	48.9	41.4	6.03	4.59	74	2.01	38	0.000
14	35.7	28.6	31.0	115.8	54.3	45.6	8.04	4.59	91	2.61	38	0.000

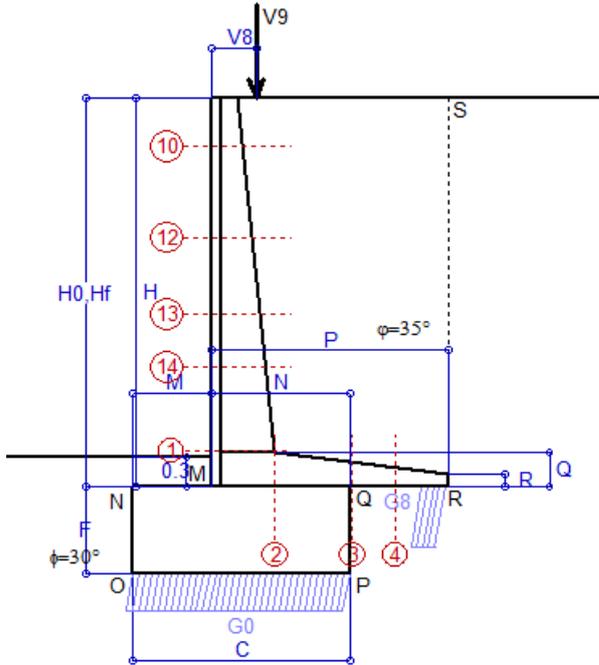
(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 4: Verifica SLE combinaz QUASI PERMANENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500. 1° lotto

Condizione di carico "Esercizio"



Dati

$H_m = 4.00$ m	Prefabbricato tipo u40NM	$H_0 = 4.00$ m
$C = 2.20$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 4.00$ m
$F = 0.90$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$M = 0.80$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 0.0$ kN/m ²
$N = 1.40$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 2.40$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.35$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.271$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

	COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1	39.02	87.15	0.00	0.00
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.00	0.00	28.67	42.66
Peso terra e sovraccarico x 1	0.00	0.00	152.16	314.88
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.00	0.00	3.00	3.75
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	2.20	0.56	0.00	0.00
Peso della fondazione x 1	0.00	0.00	49.50	54.45
Totali	$S_9 = 41.23$	$M_9 = 87.71$	$P_9 = 233.33$	$M_8 = 415.74$

Spinta della terra su sez. R-S x 1
 Peso struttura (parete+platea) x 1
 Peso terra e sovraccarico x 1
 Forze concentrate (U9+V9) x 1
 Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 Peso della fondazione x 1
**non sommati*

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O' = 4.118
 GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 3.283
 Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 39.57$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $Q_8 = 0.27$ m
 Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 193.75$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $C_8 = 2.20$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.088$ MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 10.0^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 1.11

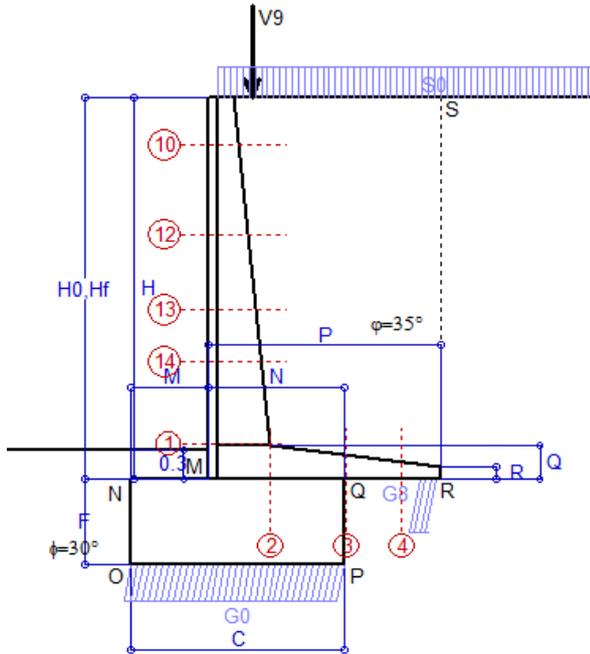
Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb) $K_0 = 0.244$

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compar-tecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett.baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $C+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	40.6	32.9	31.8	116.6	63.1	55.7	10.05	4.59	66	1.98	38	0.000
2	26.4	0.0	41.8	125.0	35.0	28.8	21.30	4.52	47	2.36	50	0.000
3	2.5	0.0	23.6	125.0	25.0	19.0	16.54	4.52	9	0.49	50	0.000
4	-6.6	0.0	0.0	125.0	19.1	13.0	9.02	4.52	95	4.18	50	0.000
10	-1.2	5.9	0.6	12.7	31.6	26.1	2.01	4.59	2	0.60	38	0.000
12	1.6	11.6	5.2	114.0	41.0	34.1	4.02	4.59	5	0.28	38	0.000
13	9.3	18.2	12.6	115.1	48.9	41.4	6.03	4.59	30	0.96	38	0.000
14	18.8	23.6	19.4	115.8	54.3	45.6	8.04	4.59	45	1.41	38	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Condizione di carico "Esercizio"



Dati

- H_m = 4.00 m
- C = 2.20 m
- F = 0.90 m
- M = 0.80 m
- N = 1.40 m
- P = 2.40 m
- Q = 0.35 m
- U_v = 0.00 m
- V₈ = 0.45 m
- U₁ = 0.0 m
- R = 0.12 m

- Acceleraz orizz. al suolo**
- Prefabbricato tipo u40NM**
- Altezza della terra contro il pannello
- Sovraccarico sul rilevato (20%)
- Angolo d'attrito della terra
- Coefficiente d'attrito della fondazione
- Accelerazione massima locale
- Coeff. riduz. acceleraz. max attesa
- Forza orizzontale concentrata
- Forza verticale concentrata in cima
- Pendenza del rilevato vicino al muro
- Pendenza del rilevato lontano dal muro

- a_g/g = 0.061**
- H₀ = 4.00 m
- H = 4.00 m
- S₀ = 4.0 kN/m²
- φ = 35°
- R₀ = 0.580
- a_{max}/g = 0.117
- β_m = 0.38**
- U_g = 0.00 kN/cad
- V_g = 3.75 kN/cad
- l_g = 0.0%
- l_b = 0.0%

Calcolo delle azioni sul terreno

- Coefficiente di spinta attiva della terra (Rankine con sisma) K₁ = 0.278
- agente su una sezione ideale R-S di altezza H = 4.00 m
- Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale O₃ = 9.22°
- Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine) K₃ = 0.271
- Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Mononobe-Okabe) K_p = 2.92
- (Dati: φ = 30.00° ε = 0.0° ψ = 90° δ = 0°)

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R'-S' x 1	39.5	88.2	6.4	20.5
Spinta del sovraccar. su R'-S' x 1	4.4	12.7	0.7	2.3
Peso struttura (parete+platea) x 1	1.3	2.4	28.0	41.7
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	6.8	20.6	158.2	326.7
Forze concentrate (U ₉ +V ₉) x 1	0.0	0.0	3.0	3.8
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	2.8	0.7	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	2.2	1.0	48.4	53.2
Spinta passiva sulla fondaz. Sp x 0.5	-9.5*	-3.8*	0.0*	0.0*
<i>*non sommati</i>				
TOTALI (GEO e STR)	S_g = 57.0	M_g = 125.6	P_g = 244.7	M_g = 448.1

Angolo di rotazione sismica Θ = 2.61°
 Coefficiente sismico orizzontale Kh = 0.045
 Coefficiente sismico verticale Kv = 0.022

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G₈ necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G₈ sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

- Carico sul terreno sotto la platea: G₈ = 31.5 kN
- Larghezza dell'impronta d'appoggio Q₈ = 0.22 m
- Carico sul terreno sotto la fondazione: G₀ = 213.2 kN
- Larghezza dell'impronta d'appoggio. C₈ = 2.20 m
- TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff σ_t = 0.097 MPa
- OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale β = 11.0°

Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo Rd = (244.7 * 0.58 + 9.5) / 1.0 = 151.4 > Ed = 57

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) G₆ = 102 kN Lato monte (punto Q) G₇ = 63 kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (1a formula di Mononobe-Okabe) Freccia in cima al pannello mm 1.80 K₀ = 0.271

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni						Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M _{Ed} (1) sulla sez. naturale	M _{Edu} (1) sulla sez. traslata	N _{Ed} (2)	V _{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato compreso	b _w larghezza taglio	staffe α°, ctgΘ	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M _{Rd} baricentrico	V _{Rd}
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN
1	54.0	54.0	36.3	31.4	63.1	55.7	116.6	16.6	45°, 1.0	4.66	10.05	4.59	7.22	219.5	188.3
2	35.1	35.1	0.0	38.5	35.0	28.8	125.0	125.0	-	5.26	21.30	4.52	13.96	224.7	213.5
3	13.1	13.1	0.0	28.6	25.0	19.0	125.0	125.0	-	4.24	16.54	4.52	8.17	117.2	162.2
4	-3.7	-3.7	0.0	4.7	17.3	11.2	125.0	125.0	-	2.65	8.01	4.52	0.00	-33.6	79.7
10	-1.0	-0.9	6.2	2.0	31.6	26.1	12.7	12.7	73°, 1.0	7.06	2.01	4.59	3.96	-42.0	44.5
12	3.4	4.4	12.6	7.2	41.0	34.1	114.0	14.0	73°, 1.0	2.77	4.02	4.59	3.96	57.1	56.6
13	14.0	16.5	20.0	14.2	48.9	41.4	115.1	15.1	73°, 1.0	3.36	6.03	4.59	3.96	99.7	67.0
14	26.4	30.3	26.0	20.2	54.3	45.6	115.8	15.8	73°, 1.0	3.90	8.04	4.59	3.96	144.3	72.5

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

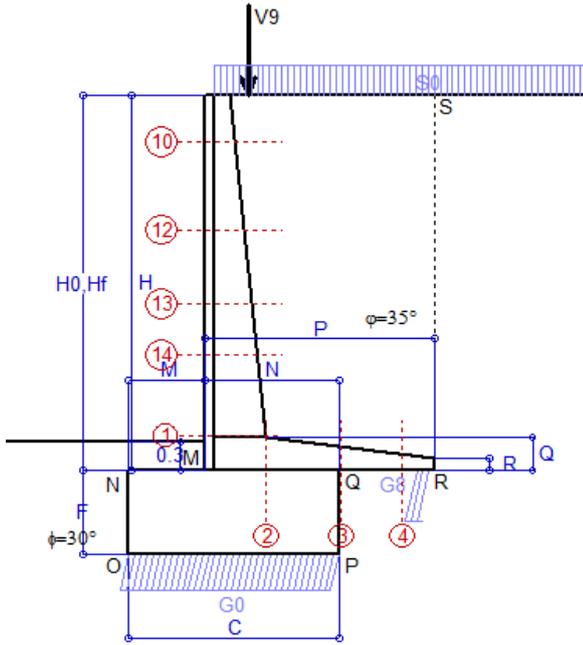
Nelle sezioni 1 e 2 Med=Medu perché ctg(alfa)=ctg(teta)=1; nelle sezioni 3 e 4 a1=0 perché il momento flettente è già massimo

Scheda 6: Verifica sismica al ribaltamento

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500. 1° lotto

Comune di Codrongianos

Condizione di carico "Esercizio"



Dati

$H_m = 4.00$ m
 $C = 2.20$ m
 $F = 0.90$ m
 $M = 0.80$ m
 $N = 1.40$ m
 $P = 2.40$ m
 $Q = 0.35$ m
 $U_v = 0.00$ m
 $V_g = 0.45$ m
 $U_1 = 0.0$ m
 $R = 0.12$ m

Acceleraz. orizz. al suolo

Prefabbricato tipo u40NM
 Altezza della terra contro il pannello
 Sovraccarico sul rilevato (20%)
 Angolo d'attrito della terra
 Coefficiente d'attrito della fondazione
 Accelerazione massima locale
 Coeff. riduz. acceleraz. max attesa
 Forza orizzontale concentrata
 Forza verticale concentrata in cima
 Pendenza del rilevato vicino al muro
 Pendenza del rilevato lontano dal muro

$a_g/g = 0.061$

$H_0 = 4.00$ m
 $H = 4.00$ m
 $S_0 = 4.0$ kN/m²
 $\varphi = 35^\circ$
 $R_0 = 0.580$
 $a_{max}/g = 0.117$
 $\beta_m = 0.57$
 $U_g = 0.00$ kN/cad
 $V_g = 3.75$ kN/cad
 $I_g = 0.0\%$
 $I_b = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

Coefficiente di spinta attiva della terra (Rankine con sisma) agente su una sezione ideale R-S di altezza
 Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale
 Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)
 Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Monobe-Okabe)
 (Dati: $\phi = 30.00^\circ$ $\epsilon = 0.0^\circ$ $\psi = 90^\circ$ $\delta = 0^\circ$)

$K_1 = 0.286$
 $H = 4.00$ m
 $O_3 = 13.47^\circ$
 $K_3 = 0.285$
 $K_p = 2.88$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R'-S' x 1	40.1	89.6	9.6	30.7
Spinta del sovraccar. su R'-S' x 1	4.5	12.9	1.1	3.4
Peso struttura (parete+platea) x 1	1.9	3.5	27.7	41.2
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	10.1	30.9	156.4	322.9
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.0	0.0	3.0	3.8
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	3.2	0.7	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	3.3	1.5	47.8	52.6
Spinta passiva sulla fondaz. Sp x 0.5 <i>*non sommati</i>	-9.3*	-3.7*	0.0*	0.0*
TOTALI (GEO e STR)	S_g = 63.1	M_g = 139.1	P_g = 245.6	M_g = 454.7

Angolo di rotazione sismica $\Theta = 3.95^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.067$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.033$

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 27.2$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . . . $Q_8 = 0.19$ m
 Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 218.4$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . . $C_8 = 2.20$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.099$ MPa
 OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 12.4^\circ$
Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo $R_d = (454.7 + 3.7) / 1.0 = 458.4 > E_d = 139.1$
Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo $R_d = (243.9) / 1.0 = 243.9 > E_d = 85.9$
 Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 103$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 68$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (1a formula di Monobe-Okabe) Freccia in cima al pannello mm 1.94
 $K_0 = 0.285$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M _{Ed} (1) sulla sez. naturale	M _{Edu} (1) sulla sez. traslata	N _{Ed} (2)	V _{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato compresso	b _w larghezza taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M _{Rd} baricentrico	V _{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	57.5	57.5	37.3	33.3	63.1	55.7	116.6	16.6	45°, 1.0	4.67	10.05	4.59	7.22	219.6	187.7	
2	37.4	37.4	0.0	41.0	35.0	28.8	125.0	125.0	-	5.26	21.30	4.52	13.96	224.7	213.5	
3	17.6	17.6	0.0	31.0	25.0	19.0	125.0	125.0	-	4.24	16.54	4.52	8.17	117.2	162.2	
4	-2.7	-2.7	0.0	3.7	16.5	10.4	125.0	125.0	-	2.54	7.59	4.52	0.00	-31.6	74.3	
10	-1.0	-0.8	6.2	2.1	31.6	26.1	12.7	12.7	73°, 1.0	7.06	2.01	4.59	3.96	-42.0	44.4	
12	3.8	4.8	12.7	7.6	41.0	34.1	114.0	14.0	73°, 1.0	2.77	4.02	4.59	3.96	57.1	56.4	
13	15.0	17.6	20.3	15.1	48.9	41.4	115.1	15.1	73°, 1.0	3.37	6.03	4.59	3.96	99.7	66.7	
14	28.2	32.4	26.6	21.5	54.3	45.6	115.8	15.8	73°, 1.0	3.90	8.04	4.59	3.96	144.4	72.1	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 Med=Medu perché ctg(alpha)=ctg(teta)=1; nelle sezioni 3 e 4 a1=0 perché il momento flettente è già massimo

Scheda 7. Portanza della fondazione

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500. 1° lotto

Coefficienti SLU "favorevoli" e "sfavorevoli"

Prefabbricato tipo u40NM

Condizione di carico "Esercizio"

Calcolo con la formula di Brinch-Hansen 1970 (valida per terreno omogeneo e condizioni drenate)

Dati geotecnici del terreno di fondazione:

Natura di terreno di fondazione		Unità geotecnica 'SL' (sabbie con limo, sabbie limose)			
ϕ	Angolo d'attrito nominale	gradi	30.0°	$\phi = \text{rad}$	0.5236
c	Coesione drenata	kN/m ²	10		
γ	Peso specifico	kN/m ³	9.00		
Iv	Inclinazione del terreno a valle	%	0.0%	$\epsilon = \text{rad}$	0.0000

Dati geometrici della fondazione:

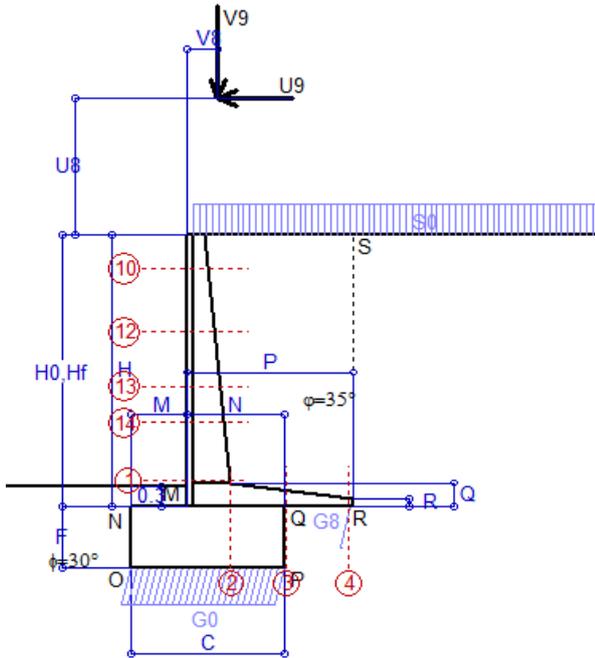
E	Spessore della terra sulla fondazione	m	0.30		
F	Spessore della fondazione (facciata di valle)	m	0.90		
I7	Inclinazione del letto di posa	%	0.0%	$\alpha = \text{rad}$	0.0000

Verifiche allo stato limite ultimo (A1+M1+R3)			Scheda 1	Sisma
Carichi agenti sulla fondazione:				
N	Componente verticale (G0)	kN/m	340.7	213.2
β	Obliquità del carico rispetto alla verticale	gradi	12.92°	10.98°
H	Componente orizzontale = G0 * tan(β)	kN/m	78.2	41.4
B	Larghezza del nastro di appoggio (C8)	m	2.20	2.20
Dati influenzati dal tipo di verifica:				
Φ	Angolo d'attrito assunto nel calcolo	rad	0.5236	0.5236
E5	Distanza della risultante dal bordo esterno della fondazione	m	1.10	1.10
D	Affondamento = E + F + E5 * Iv	m	1.20	1.20
Termini della formula di Brinch-Hansen				
Profondità	= $[\gamma D N_q] s_q d_q i_q b_q g_q z_q$	kN/m ²	136.60	145.26
Coefficiente base	$N_q = \tan^2(45^\circ + \Phi / 2) e^{\pi \tan \Phi}$		18.40	18.40
Inclinaz. terreno a valle	$g_q = (1 - \tan \epsilon)^2$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_q = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_q = 1 + 2 \tan \Phi (1 - \sin \Phi)^2 x \text{se}[D < B; D/B; \text{atn}(D/B)]$		1.16	1.16
Inclinazione letto di posa	$b_q = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	i_q #RIF!		0.59	0.65
Paolucci e Pecker 1997	$z_q = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$		-	0.972
Coesione	= $[c N_c] s_c d_c i_c b_c g_c z_c$	kN/m ²	200.58	217.92
Coefficiente base	$N_c = (N_q - 1) \cot \Phi$		30.14	30.14
Inclinaz. terreno a valle	$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_c = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.17	1.17
Inclinazione letto di posa	$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c \tan \Phi)$		0.57	0.63
Paolucci e Pecker 1997	$z_c = 1 - 0.34 K_h$		-	0.985
Superficie	= $[\frac{1}{2} \gamma B N_\gamma] s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma z_\gamma$	kN/m ²	110.89	125.70
Coefficiente base	$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \Phi$		22.40	22.40
Inclinaz. terreno a valle	$g_\gamma = (1 - \tan \epsilon)^2$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_\gamma = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_\gamma = 1.00$		1.00	1.00
Inclinazione letto di posa	$b_\gamma = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	i_γ #RIF!		0.50	0.58
Paolucci e Pecker 1997	$z_\gamma = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$		-	0.972
Verifica della capacità portante				
q _{LIM}	Carico unitario limite (Meyerhof)	Mpa	0.448	0.489
γ_R	Coeff. per le verifiche SLU di fondazioni superficiali		1.4	1.2
C_p	Capacità portante, tenuto conto di γ_R	kN	704.1	896.3
G ₀	Carico effettivo, dovuto alle forze esterne	kN	340.7	213.2
La struttura è verificata al collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno per l'approccio 2 (A1+M1+R3)				

Scheda 8: Approccio 2, (A1+M1+R3)

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500. 1° lotto

Condizione di carico "Vento"



Dati

$H_m = 4.00$ m	Prefabbricato tipo u40NM	$H_0 = 4.00$ m
$C = 2.20$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 4.00$ m
$F = 0.90$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$M = 0.80$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35.00^\circ$
$N = 1.40$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 2.40$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.35$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.580$
$U_v = 2.00$ m	Forza orizzontale concentrata	$U_9 = 5.75$ kN/cad
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad
$R = 0.12$ m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$i_b = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine)	$K_1 = 0.271$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H = 4.00$ m
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$O_3 = 0.00^\circ$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

	COMPONENTI ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1.3	50.7	113.3	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1.5	32.5	94.3	0.0	0.0
Peso struttura (parete+platea) x 1.3	0.0	0.0	37.3	55.5
Peso terra x 1.3 e sovracc. x 1.50	0.0	0.0	269.8	553.3
Forze concentrate (U9+V9) x 1.5	6.9	47.6	4.5	5.6
Spinta della terra sulla fondaz. x 1.3	3.0	0.7	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1.3	0.0	0.0	64.3	70.8
TOTALI (GEO e STR)	93.1	255.9	375.9	685.2

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 = 8.5$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$Q_8 = 0.05$ m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 367.4$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$C_8 = 2.20$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_t = 0.167$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 13.9^\circ$
Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo		$Rd = (375.9 * 0.58) / 1.1 = 198.2 > Ed = 93.1$	
Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo		$Rd = (685.2) / 1.15 = 595.8 > Ed = 255.9$	
Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo		$Rd = (365.2) / 1.15 = 317.5 > Ed = 174.1$	
Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 181$ kN		Lato monte (punto Q) $G_7 = 122$ kN	

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb) Freccia in cima al pannello mm 7.62
 $K_0 = 0.244$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato compresso	b_w larghezza taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricentrico	V_{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	155.5	155.5	56.5	52.7	63.1	55.7	116.6	16.6	45°, 1.0	4.76	10.05	4.59	7.22	222.7	182.3	
2	101.1	101.1	0.0	111.0	35.0	28.8	125.0	125.0	-	5.26	21.30	4.52	13.96	224.7	213.5	
3	65.4	65.4	0.0	62.7	25.0	19.0	125.0	125.0	-	4.24	16.54	4.52	8.17	117.2	162.2	
4	-0.1	-0.1	0.0	0.3	12.9	6.8	125.0	125.0	-	2.08	5.59	4.52	0.00	-21.9	53.1	
10	20.9	22.1	10.2	5.7	31.6	26.1	112.7	12.7	73°, 1.0	2.27	2.01	4.59	3.96	26.7	42.7	
12	40.7	43.8	21.0	15.8	41.0	34.1	114.0	14.0	73°, 1.0	2.81	4.02	4.59	3.96	57.9	53.9	
13	70.2	76.2	32.5	27.1	48.9	41.4	115.1	15.1	73°, 1.0	3.43	6.03	4.59	3.96	101.0	63.5	
14	98.9	107.6	41.5	35.9	54.3	45.6	115.8	15.8	73°, 1.0	3.97	8.04	4.59	3.96	146.3	68.5	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

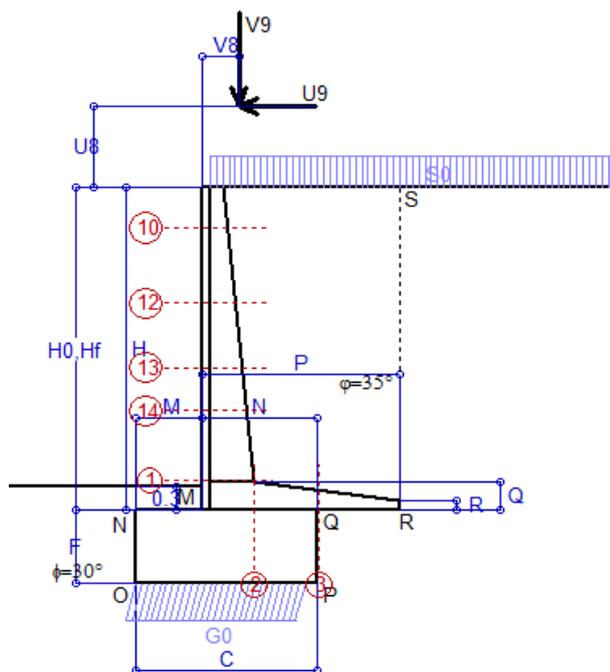
(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 $Med=Medu$ perché $ctg(\alpha)=ctg(\theta)=1$; nelle sezioni 3 e 4 $a1=0$ perché il momento flettente è già massimo

Scheda 9: Urto sul sicurvia da 14.29 kN/cad a 1.00 m da terra

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500. 1° lotto

Coefficienti SLU per azioni eccezionali



Dati

$H_m = 4.00$ m	Prefabbricato tipo u40NM	$H_0 = 4.00$ m
$C = 2.20$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 4.00$ m
$F = 0.90$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$M = 0.80$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$N = 1.40$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 2.40$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.35$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$U_V = 1.00$ m	Urto: Forza orizzontale concentrata	$U_9 = 14.29$ kN/cad
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad
$R = 0.12$ m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$l_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine)	$K_1 = 0.271$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H = 4.00$ m
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$O_3 = 0.00^\circ$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1	39.0	87.2	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1	21.7	62.9	0.0	0.0
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.0	0.0	28.7	42.7
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	0.0	0.0	200.2	410.9
Forze concentrate (U9+V9) x 1	11.4	67.4	3.0	3.8
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	2.3	0.6	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	0.0	0.0	49.5	54.4
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 74.4	M₉ = 218.0	P₉ = 281.3	M₈ = 511.7

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto O che al punto P, la platea non appoggia sul terreno (G8=0). Nell'ipotesi di Mejerhoff, la larghezza dell'impronta d'appoggio è il doppio della distanza della risultante da O. Dunque risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 = 0.0$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$Q_8 = 0.00$ m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 281.3$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$C_8 = 2.09$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_t = 0.135$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 14.8^\circ$
Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo		$Rd = (281.3 * 0.58) / 1.1 = 148.3 > Ed = 74.4$	
Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo		$Rd = (511.7) / 1.15 = 445.0 > Ed = 218$	
Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo		$Rd = (271.8) / 1.15 = 236.4 > Ed = 152.5$	
Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 147$ kN		Lato monte (punto Q) $G_7 = 85$ kN	

Verifica delle sezioni allo s.l.u. (STR)

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb) $K_0 = 0.244$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato comp- presso	b_w larghez- za taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o infer. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricen- trico	V_{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	142.3	142.3	41.5	40.9	63.1	55.7	116.6	16.6	45°, 1.0	4.69	10.05	4.59	7.22	220.3	186.9	
2	92.6	92.6	0.0	101.5	35.0	28.8	125.0	125.0	-	5.26	21.30	4.52	13.96	224.7	213.5	
3	56.5	56.5	0.0	48.9	25.0	19.0	125.0	125.0	-	4.24	16.54	4.52	8.17	117.2	162.2	
10	21.0	22.5	7.1	9.6	31.6	26.1	112.7	12.7	73°, 1.0	2.26	2.01	4.59	3.96	26.5	43.5	
12	42.5	45.6	15.0	15.1	41.0	34.1	114.0	14.0	73°, 1.0	2.78	4.02	4.59	3.96	57.3	55.5	
13	70.0	75.4	23.6	22.6	48.9	41.4	115.1	15.1	73°, 1.0	3.38	6.03	4.59	3.96	100.1	65.8	
14	95.0	102.4	30.3	28.5	54.3	45.6	115.8	15.8	73°, 1.0	3.92	8.04	4.59	3.96	144.9	71.3	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Le sezioni sulla parete prefabbricata (come la 12) sono collocate poco sopra il piego di ogni ferro, senza più considerarne il contributo.

programma Tensiter 'Muri 2018' vers.1.2.3

Norma: Italia D.M 17/1/2018

Verifica stabilità globale muro + terreno**Simbologia adottata**

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
11 - GEO (A2-M2-R2)	-1.00; 0.00	5.42	1.777
12 - GEO (A2-M2-R2)	-1.50; 0.50	6.09	1.486
13 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-1.50; 1.50	7.00	1.989
14 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-1.50; 1.50	7.00	1.992

Dettagli strisce verifiche stabilità**Simbologia adottata**

Le ascisse X sono considerate positive verso monte	
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto	
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)	
W	peso della striscia espresso in [kN]
Qy	carico sulla striscia espresso in [kN]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
Tx; Ty	Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

Combinazione n° 11 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W	Qy	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	6.72	0.00	4.42 - 0.38	79.269	29.256	0	0.0	
2	16.04	0.00	0.38	64.001	29.256	0	0.0	
3	20.53	0.00	0.38	55.918	29.256	0	0.0	
4	23.89	0.00	0.38	49.321	29.256	0	0.0	
5	26.59	0.00	0.38	43.531	29.256	0	0.0	
6	29.97	0.00	0.38	38.260	24.791	8	2.5	
7	31.01	0.00	0.38	33.350	24.791	8	5.2	
8	32.63	0.00	0.38	28.706	24.791	8	7.4	
9	35.53	0.00	0.38	24.261	24.791	8	9.2	
10	37.33	0.00	0.38	19.968	24.791	8	10.7	
11	38.25	0.00	0.38	15.789	24.791	8	11.9	
12	35.92	3.75	0.38	11.695	24.791	8	12.8	
13	14.49	0.00	0.38	7.661	24.791	8	13.4	
14	13.77	0.00	0.38	3.665	24.791	8	13.8	
15	11.98	0.00	0.38	-0.313	24.791	8	13.9	
16	11.54	0.00	0.38	-4.292	24.791	8	13.8	
17	11.26	0.00	0.38	-8.292	24.791	8	13.4	
18	10.79	0.00	0.38	-12.334	24.791	8	12.7	
19	10.14	0.00	0.38	-16.440	24.791	8	11.7	
20	9.28	0.00	0.38	-20.634	24.791	8	10.5	
21	8.21	0.00	0.38	-24.949	24.791	8	9.0	
22	6.90	0.00	0.38	-29.422	24.791	8	7.1	
23	5.32	0.00	0.38	-34.103	24.791	8	4.8	
24	3.43	0.00	0.38	-39.062	24.791	8	2.0	
25	1.15	0.00	-4.98 - 0.38	-43.268	29.256	0	0.0	

Combinazione n° 12 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W	Qy	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	6.66	10.92	4.58 - 0.42	76.584	29.256	0	0.0	
2	16.53	10.92	0.42	63.748	29.256	0	0.0	
3	22.09	10.92	0.42	55.766	29.256	0	0.0	
4	26.26	10.92	0.42	49.228	29.256	0	0.0	
5	29.61	10.92	0.42	43.480	29.256	0	0.0	
6	33.40	10.92	0.42	38.241	24.791	8	2.8	
7	35.11	10.92	0.42	33.361	24.791	8	5.7	
8	36.58	10.92	0.42	28.743	24.791	8	8.2	
9	41.31	10.92	0.42	24.322	24.791	8	10.3	
10	42.72	10.92	0.42	20.051	24.791	8	12.0	
11	44.88	9.82	0.42	15.895	24.791	8	13.3	
12	17.14	0.00	0.42	11.823	24.791	8	14.3	
13	16.32	0.00	0.42	7.811	24.791	8	15.0	

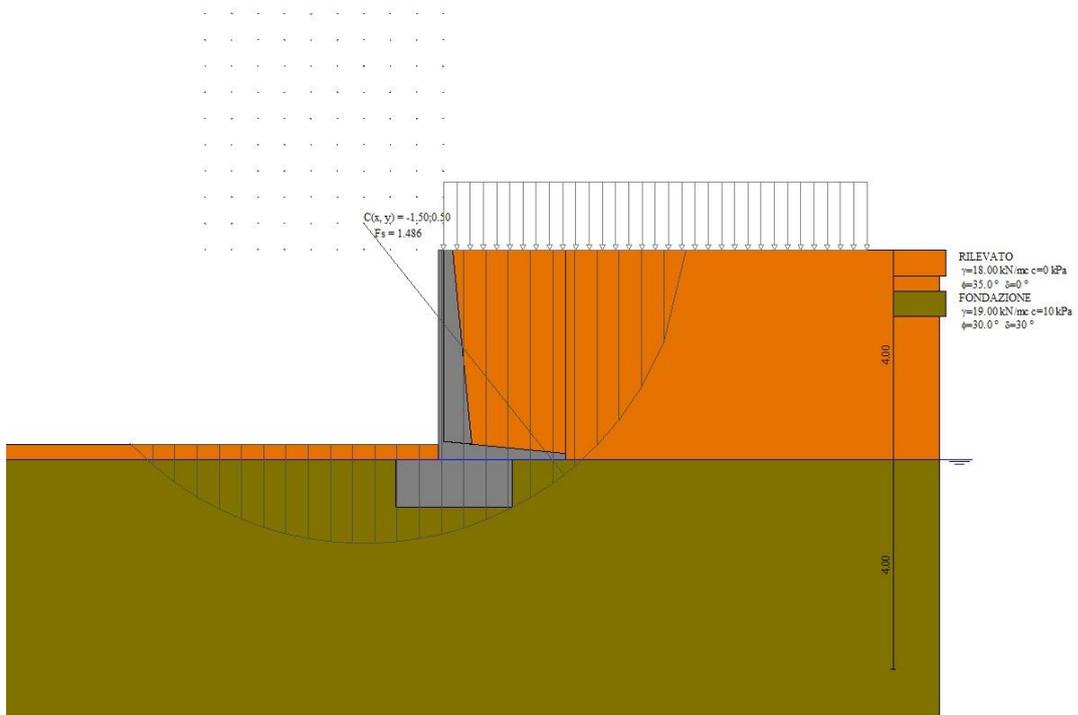
n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
14	14.28	0.00	0.42	3.837	24.791	8	15.5	
15	14.28	0.00	0.42	-0.118	24.791	8	15.6	
16	14.17	0.00	0.42	-4.074	24.791	8	15.4	
17	13.83	0.00	0.42	-8.049	24.791	8	15.0	
18	13.26	0.00	0.42	-12.064	24.791	8	14.3	
19	12.47	0.00	0.42	-16.140	24.791	8	13.2	
20	11.42	0.00	0.42	-20.303	24.791	8	11.9	
21	10.11	0.00	0.42	-24.581	24.791	8	10.2	
22	8.50	0.00	0.42	-29.012	24.791	8	8.1	
23	6.56	0.00	0.42	-33.644	24.791	8	5.6	
24	4.24	0.00	0.42	-38.543	24.791	8	2.6	
25	1.45	0.00	-5.92 - 0.42	-43.129	29.256	0	0.0	

Combinazione n° 13 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	5.69	1.85	5.34 - 0.46	71.405	35.000	0	0.0	
2	14.95	1.85	0.46	61.774	35.000	0	0.0	
3	21.20	1.85	0.46	54.520	35.000	0	0.0	
4	26.05	1.85	0.46	48.417	35.000	0	0.0	
5	29.99	1.85	0.46	42.987	35.000	0	0.0	
6	33.29	1.85	0.46	38.006	30.000	10	0.1	
7	37.44	1.85	0.46	33.346	30.000	10	3.3	
8	38.83	1.85	0.46	28.926	30.000	10	6.1	
9	40.28	1.85	0.46	24.688	30.000	10	8.4	
10	45.35	1.85	0.46	20.591	30.000	10	10.2	
11	46.78	1.85	0.46	16.601	30.000	10	11.8	
12	37.89	1.07	0.46	12.693	30.000	10	13.0	
13	16.89	0.00	0.46	8.844	30.000	10	13.8	
14	16.09	0.00	0.46	5.036	30.000	10	14.4	
15	14.86	0.00	0.46	1.250	30.000	10	14.6	
16	14.82	0.00	0.46	-2.531	30.000	10	14.6	
17	14.52	0.00	0.46	-6.323	30.000	10	14.2	
18	13.97	0.00	0.46	-10.143	30.000	10	13.6	
19	13.15	0.00	0.46	-14.009	30.000	10	12.6	
20	12.05	0.00	0.46	-17.942	30.000	10	11.3	
21	10.66	0.00	0.46	-21.965	30.000	10	9.6	
22	8.95	0.00	0.46	-26.106	30.000	10	7.6	
23	6.89	0.00	0.46	-30.401	30.000	10	5.2	
24	4.43	0.00	0.46	-34.895	30.000	10	2.3	
25	1.50	0.00	-6.19 - 0.46	-38.916	35.000	0	0.0	

Combinazione n° 14 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	5.69	1.85	5.34 - 0.46	71.405	35.000	0	0.0	
2	14.95	1.85	0.46	61.774	35.000	0	0.0	
3	21.20	1.85	0.46	54.520	35.000	0	0.0	
4	26.05	1.85	0.46	48.417	35.000	0	0.0	
5	29.99	1.85	0.46	42.987	35.000	0	0.0	
6	33.29	1.85	0.46	38.006	30.000	10	0.1	
7	37.44	1.85	0.46	33.346	30.000	10	3.3	
8	38.83	1.85	0.46	28.926	30.000	10	6.1	
9	40.28	1.85	0.46	24.688	30.000	10	8.4	
10	45.35	1.85	0.46	20.591	30.000	10	10.2	
11	46.78	1.85	0.46	16.601	30.000	10	11.8	
12	37.89	1.07	0.46	12.693	30.000	10	13.0	
13	16.89	0.00	0.46	8.844	30.000	10	13.8	
14	16.09	0.00	0.46	5.036	30.000	10	14.4	
15	14.86	0.00	0.46	1.250	30.000	10	14.6	
16	14.82	0.00	0.46	-2.531	30.000	10	14.6	
17	14.52	0.00	0.46	-6.323	30.000	10	14.2	
18	13.97	0.00	0.46	-10.143	30.000	10	13.6	
19	13.15	0.00	0.46	-14.009	30.000	10	12.6	
20	12.05	0.00	0.46	-17.942	30.000	10	11.3	
21	10.66	0.00	0.46	-21.965	30.000	10	9.6	
22	8.95	0.00	0.46	-26.106	30.000	10	7.6	
23	6.89	0.00	0.46	-30.401	30.000	10	5.2	
24	4.43	0.00	0.46	-34.895	30.000	10	2.3	
25	1.50	0.00	-6.19 - 0.46	-38.916	35.000	0	0.0	



Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 12)

Errore. Il segnalibro non è definito.

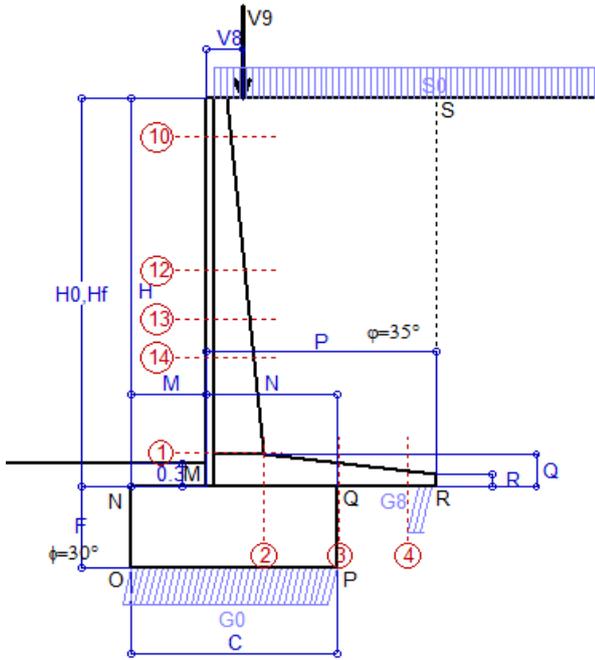
ALLEGATO 3

Muri di sostegno con barriera integrata h = 5 m – presenza della falda freatica

Scheda 1: Approccio 2, (A1+M1+R3)

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Condizione di carico "Esercizio"



Dati

$H_m = 5.00$ m	Prefabbricato tipo u50NM	$H_0 = 5.00$ m
$C = 2.60$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 5.00$ m
$F = 1.05$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$M = 0.95$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35.00^\circ$
$N = 1.65$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 2.90$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.41$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.580$
$U_v = 0.00$ m	Forza orizzontale concentrata	$U_9 = 0.00$ kN/cad
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad
$R = 0.15$ m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$i_b = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine)	$K_1 = 0.271$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H = 5.00$ m
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$O_3 = 0.00^\circ$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

	COMPONENTI ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1.3	79.3	215.3	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1.5	40.6	144.3	0.0	0.0
Peso struttura (parete+platea) x 1.3	0.0	0.0	51.7	93.3
Peso terra x 1.3 e sovracc. x 1.50	0.0	0.0	389.1	955.9
Forze concentrate (U9+V9) x 1.5	0.0	0.0	4.5	6.3
Spinta della terra sulla fondaz. x 1.3	3.6	1.1	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1.3	0.0	0.0	88.7	115.3
TOTALI (GEO e STR)	123.6	360.8	534.0	1 170.9

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 = 52.8$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$Q_8 = 0.23$ m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 481.2$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$C_8 = 2.60$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_t = 0.185$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 13.0^\circ$
Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo		$Rd = (534 * 0.58) / 1.1 = 281.6$	$> Ed = 123.6$
Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo		$Rd = (1170.9) / 1.15 = 1018.2$	$> Ed = 360.8$
Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo		$Rd = (632.5) / 1.15 = 550.0$	$> Ed = 233.7$
Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 240$ kN		Lato monte (punto Q) $G_7 = 152$ kN	

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb) $K_0 = 0.244$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato compresso	b_w larghezza taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricentrico	V_{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	195.4	195.4	77.4	75.2	72.1	64.8	118.4	18.4	45°, 1.0	6.00	14.51	4.59	7.85	371.9	228.5	
2	127.0	127.0	0.0	128.8	41.0	34.7	125.0	125.0	-	6.74	29.78	5.34	14.67	373.2	259.4	
3	65.5	65.5	0.0	79.5	29.9	23.7	125.0	125.0	-	5.32	23.13	5.34	9.85	197.3	201.5	
4	-4.5	-4.5	0.0	4.6	19.3	13.0	125.0	125.0	-	3.12	9.46	5.34	0.00	-43.3	92.9	
10	-0.7	-0.2	10.2	5.6	31.2	25.7	12.8	12.8	73°, 1.0	6.75	3.14	4.59	3.96	-42.0	42.0	
12	33.4	38.3	32.3	27.5	48.4	41.6	115.4	15.4	73°, 1.0	3.48	6.28	4.59	3.96	105.3	63.8	
13	62.0	70.0	42.9	38.3	54.7	47.2	116.3	16.3	73°, 1.0	4.17	8.83	4.59	3.96	165.2	70.6	
14	92.2	103.2	52.2	47.5	59.6	50.9	117.1	17.1	73°, 1.0	4.80	11.37	4.59	3.96	227.8	74.7	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

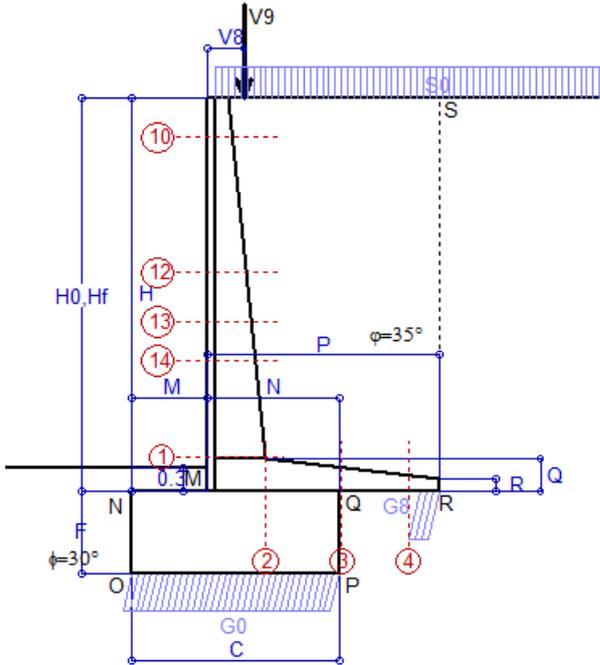
(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 $M_{Ed} = M_{Edu}$ perché $ctg(\alpha) = ctg(\theta) = 1$; nelle sezioni 3 e 4 $a_1 = 0$ perché il momento flettente è già massimo

Scheda 2: Verifica SLE combinaz. RARA

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Condizione di carico "Esercizio"



Dati

$H_m = 5.00$ m	Prefabbricato tipo u50NM	$H_0 = 5.00$ m
$C = 2.60$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 5.00$ m
$F = 1.05$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$M = 0.95$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$N = 1.65$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 2.90$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.41$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine)	$K_1 = 0.271$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H_3 = 5.00$ m
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
60.97	165.64	0.00	0.00
27.10	96.20	0.00	0.00
0.00	0.00	39.78	71.76
0.00	0.00	290.36	713.93
0.00	0.00	3.00	4.20
2.80	0.87	0.00	0.00
0.00	0.00	68.25	88.72
$S_9 = 90.87$	$M_9 = 262.71$	$P_9 = 401.39$	$M_8 = 878.62$

Spinta della terra su sez. R-S x 1	60.97	165.64	0.00	0.00
Spinta del sovraccar. su R-S x 1	27.10	96.20	0.00	0.00
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.00	0.00	39.78	71.76
Peso terra e sovraccarico x 1	0.00	0.00	290.36	713.93
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.00	0.00	3.00	4.20
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	2.80	0.87	0.00	0.00
Peso della fondazione x 1	0.00	0.00	68.25	88.72
<i>*non sommati</i>				
Totali	$S_9 = 90.87$	$M_9 = 262.71$	$P_9 = 401.39$	$M_8 = 878.62$

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O' = 2.795
 GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 2.562
 Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 42.91$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $Q_8 = 0.24$ m
 Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 358.48$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $C_8 = 2.60$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.138$ MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 12.8^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 4.65

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb) $K_0 = 0.244$

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compar-tecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		T E N S I O N I		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $c+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	142.1	57.3	76.1	118.4	72.1	64.8	14.51	4.59	146	4.45	38	0.102
2	92.4	0.0	128.1	125.0	41.0	34.7	29.78	5.34	98	5.34	51	0.000
3	44.8	0.0	82.8	125.0	29.9	23.7	23.13	5.34	90	5.34	51	0.000
4	-4.1	0.0	0.0	125.0	19.7	13.4	9.73	5.34	49	2.30	51	0.000
10	-0.4	7.1	3.4	12.8	31.2	25.7	3.14	4.59	0	0.18	38	0.000
12	23.7	23.5	24.9	115.4	48.4	41.6	6.28	4.59	84	2.28	38	0.000
13	44.4	31.4	36.5	116.3	54.7	47.2	8.83	4.59	101	2.93	38	0.000
14	66.4	38.3	46.9	117.1	59.6	50.9	11.37	4.59	110	3.43	38	0.061

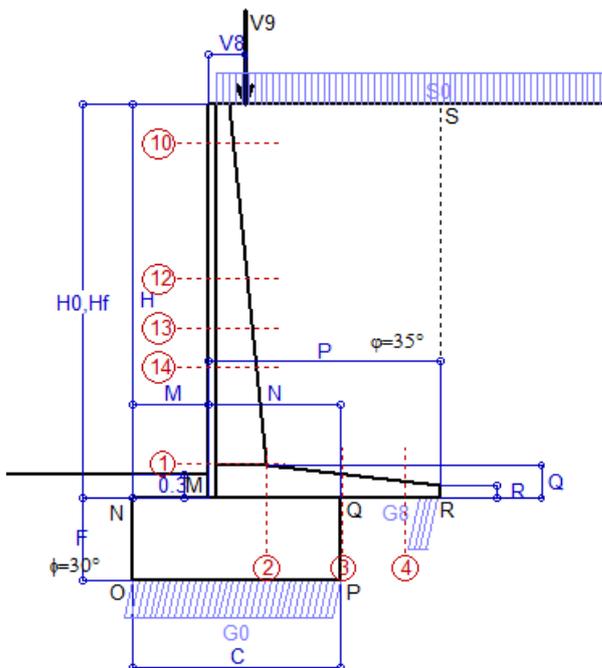
(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 3: Verifica SLE combinaz. FREQUENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Condizione di carico "Esercizio"



Dati

$H_m = 5.00$ m	Prefabbricato tipo u50NM	$H_0 = 5.00$ m
$C = 2.60$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 5.00$ m
$F = 1.05$ m	Angolo d'attrito della terra	$\phi = 35^\circ$
$M = 0.95$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 15.0$ kN/m ²
$N = 1.65$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 2.90$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.41$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.271$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

	COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1	60.97	165.64	0.00	0.00
Spinta del sovraccar. su R-S x 1	20.32	72.15	0.00	0.00
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.00	0.00	39.78	71.76
Peso terra e sovraccarico x 1	0.00	0.00	275.86	679.13
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.00	0.00	3.00	4.20
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	2.79	0.87	0.00	0.00
Peso della fondazione x 1	0.00	0.00	68.25	88.72
Totali	S₉ = 84.09	M₉ = 238.66	P₉ = 386.89	M₈ = 843.82

- Spinta della terra su sez. R-S x 1
- Spinta del sovraccar. su R-S x 1
- Peso struttura (parete+platea) x 1
- Peso terra e sovraccarico x 1
- Forze concentrate (U9+V9) x 1
- Spinta della terra sulla fondaz. x 1
- Peso della fondazione x 1
- *non sommati*

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O' = 2.968
 GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 2.669
 Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 46.62$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $. Q_8 = 0.26$ m
 Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 340.27$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $. C_8 = 2.60$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.131$ MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 12.3^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 4.06

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb) $K_0 = 0.244$

SEZIONE N°	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compar- tecipazione cm	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		T E N S I O N I		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr. KN m	Sforzo normale ⁽²⁾ KN	Taglio KN		totale H cm	utile Y cm	lato terrapieno cm ²	lato facciata o inf. platea cm ²	acciaio σ_a Mpa	calcestr. σ_c Mpa	ricoprim. C+ Φ_{staffe} mm	apertura fessure mm
1	127.3	54.6	69.8	118.4	72.1	64.8	14.51	4.59	130	4.00	38	0.084
2	82.8	0.0	114.8	125.0	41.0	34.7	29.78	5.34	87	4.78	51	0.000
3	35.8	0.0	72.5	125.0	29.9	23.7	23.13	5.34	72	4.27	51	0.000
4	-5.4	0.0	0.0	125.0	20.3	14.0	10.19	5.34	63	2.84	51	0.000
10	-0.6	6.8	2.7	12.8	31.2	25.7	3.14	4.59	0	0.24	38	0.000
12	20.1	22.1	21.8	115.4	48.4	41.6	6.28	4.59	70	1.94	38	0.000
13	38.4	29.7	32.5	116.3	54.7	47.2	8.83	4.59	87	2.55	38	0.000
14	58.2	36.3	42.2	117.1	59.6	50.9	11.37	4.59	96	3.02	38	0.000

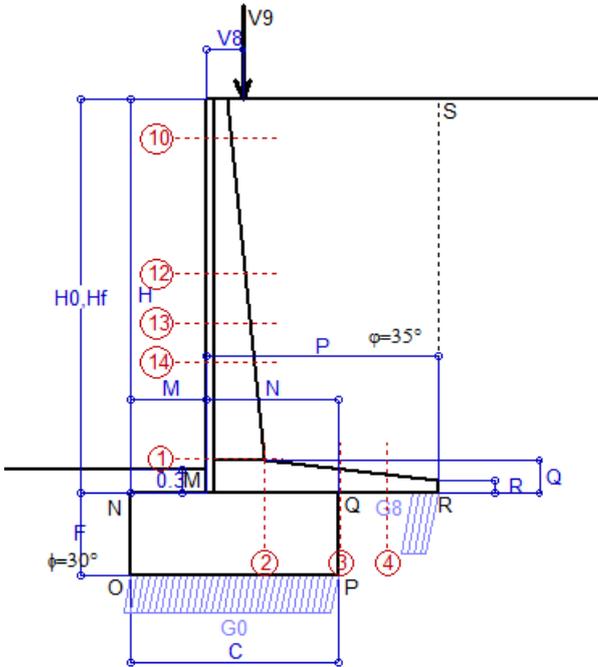
(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 4: Verifica SLE combinaz QUASI PERMANENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Condizione di carico "Esercizio"



Dati

$H_m = 5.00$ m	Prefabbricato tipo u50NM	$H_0 = 5.00$ m
$C = 2.60$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 5.00$ m
$F = 1.05$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$M = 0.95$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 0.0$ kN/m ²
$N = 1.65$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 2.90$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.41$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine)	$K_1 = 0.271$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H_3 = 5.00$ m
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI	COMPONENTI VERTICALI		
	Forze	Momenti	
KN	KN m	KN	KN m
60.97	165.64	0.00	0.00
0.00	0.00	39.78	71.76
0.00	0.00	232.36	574.73
0.00	0.00	3.00	4.20
2.75	0.87	0.00	0.00
0.00	0.00	68.25	88.72
S₉ = 63.72	M₉ = 166.51	P₉ = 343.39	M₈ = 739.42

Spinta della terra su sez. R-S x 1	60.97	165.64	0.00	0.00
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.00	0.00	39.78	71.76
Peso terra e sovraccarico x 1	0.00	0.00	232.36	574.73
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.00	0.00	3.00	4.20
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	2.75	0.87	0.00	0.00
Peso della fondazione x 1	0.00	0.00	68.25	88.72
<i>*non sommati</i>				
Totali				

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O'	=	3.831
GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici)	=	3.126
Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 =$	57.63 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio $Q_8 =$ 0.32 m
Carico sul terreno della fondazione: $G_0 =$	285.76 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio $C_8 =$ 2.60 m
TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff	$\sigma_t =$	0.110 MPa
OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione	$\beta =$	10.5°

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 2.30

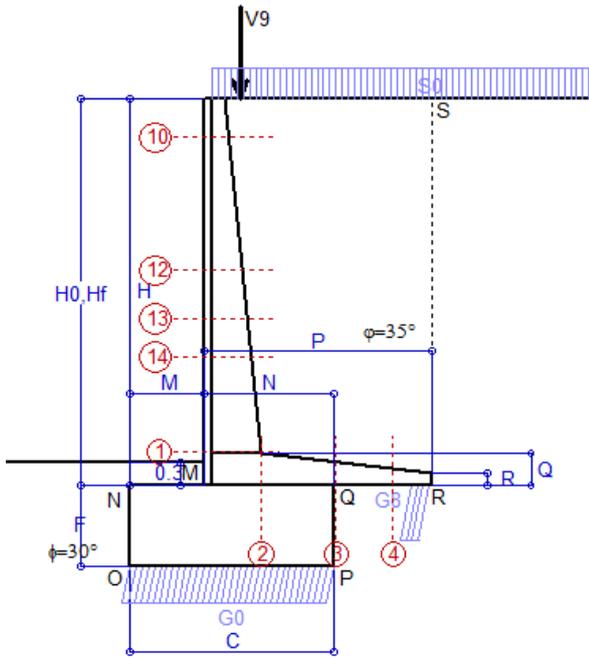
Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb) $K_0 = 0.244$

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compar-tecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett.baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $C+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	82.9	46.4	50.9	118.4	72.1	64.8	14.51	4.59	82	2.64	38	0.000
2	53.9	0.0	74.8	125.0	41.0	34.7	29.78	5.34	57	3.12	51	0.000
3	9.5	0.0	41.8	125.0	29.9	23.7	23.13	5.34	19	1.13	51	0.000
4	-11.3	0.0	0.0	125.0	22.6	16.3	11.86	5.34	117	4.79	51	0.000
10	-1.2	5.9	0.6	12.8	31.2	25.7	3.14	4.59	2	0.60	38	0.000
12	9.2	18.1	12.5	115.4	48.4	41.6	6.28	4.59	29	0.92	38	0.000
13	20.5	24.5	20.5	116.3	54.7	47.2	8.83	4.59	44	1.40	38	0.000
14	33.6	30.2	28.1	117.1	59.6	50.9	11.37	4.59	53	1.78	38	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Condizione di carico "Esercizio"



Dati

H_m = 5.00 m
 C = 2.60 m
 F = 1.05 m
 M = 0.95 m
 N = 1.65 m
 P = 2.90 m
 Q = 0.41 m
 U_v = 0.00 m
 V₈ = 0.45 m
 U₁ = 0.0 m
 R = 0.15 m

Acceleraz orizz. al suolo
Prefabbricato tipo u50NM
 Altezza della terra contro il pannello
 Sovraccarico sul rilevato (20%)
 Angolo d'attrito della terra
 Coefficiente d'attrito della fondazione
 Accelerazione massima locale
 Coeff. riduz. acceleraz. max attesa
 Forza orizzontale concentrata
 Forza verticale concentrata in cima
 Pendenza del rilevato vicino al muro
 Pendenza del rilevato lontano dal muro

a_g/g = 0.061
 H₀ = 5.00 m
 H = 5.00 m
 S₀ = 4.0 kN/m²
 φ = 35°
 R₀ = 0.580
 a_{max}/g = 0.098
β_m = 0.38
 U_g = 0.00 kN/cad
 V_g = 3.75 kN/cad
 I_g = 0.0%
 I_b = 0.0%

Calcolo delle azioni sul terreno

Coefficiente di spinta attiva della terra (Rankine con sisma) K₁ = 0.276
 agente su una sezione ideale R-S di altezza H = 5.00 m
 Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale O₃ = 7.75°
 Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine) K₃ = 0.266
 Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Mononobe-Okabe) K_p = 2.93
 (Dati: φ = 30.00° ε = 0.0° ψ = 90° δ = 0°)

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R'-S' x 1	61.5	167.0	8.4	32.2
Spinta del sovraccar. su R'-S' x 1	5.5	19.4	0.7	2.9
Peso struttura (parete+platea) x 1	1.5	3.2	39.0	70.4
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	8.6	32.2	239.4	591.4
Forze concentrate (U ₉ +V ₉) x 1	0.0	0.0	3.0	4.2
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	3.3	1.0	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	2.5	1.3	67.0	87.1
Spinta passiva sulla fondaz. Sp x 0.5	-12.0*	-5.4*	0.0*	0.0*
<i>*non sommati</i>				
TOTALI (GEO e STR)	S_g = 83.0	M_g = 224.1	P_g = 357.6	M_g = 788.2

Angolo di rotazione sismica Θ = 2.17°
 Coefficiente sismico orizzontale Kh = 0.037
 Coefficiente sismico verticale Kv = 0.019

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G₈ necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G₈ sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea: G₈ = 47.3 kN Larghezza dell'impronta d'appoggio Q₈ = 0.26 m
 Carico sul terreno sotto la fondazione: G₀ = 310.2 kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. C₈ = 2.60 m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff σ_t = **0.119 MPa**
 OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale β = **11.2°**

Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo Rd = (357.6 * 0.58 + 12) / 1.0 = 219.4 > Ed = 83

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) G₆ = 150 kN Lato monte (punto Q) G₇ = 93 kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (1a formula di Mononobe-Okabe) Freccia in cima al pannello mm 3.37
 K₀ = 0.266

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni						Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M _{Ed} (1) sulla sez. naturale	M _{Edu} (1) sulla sez. traslata	N _{Ed} (2)	V _{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato compresso	b _w larghezza taglio	staffe α°, ctgΘ	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M _{Rd} baricentrico	V _{Rd}
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN
1	104.1	104.1	50.7	46.7	72.1	64.8	118.4	18.4	45°, 1.0	5.88	14.51	4.59	7.85	366.8	236.4
2	67.7	67.7	0.0	68.6	41.0	34.7	125.0	125.0	-	6.74	29.78	5.34	14.67	373.2	259.4
3	26.3	26.3	0.0	45.9	29.9	23.7	125.0	125.0	-	5.32	23.13	5.34	9.85	197.3	201.5
4	-6.8	-6.8	0.0	6.1	20.9	14.6	125.0	125.0	-	3.40	10.63	5.34	0.00	-48.3	104.2
10	-1.0	-0.9	6.1	2.0	31.2	25.7	12.8	12.8	73°, 1.0	6.67	3.14	4.59	3.96	-41.3	43.8
12	13.6	15.9	19.7	13.9	48.4	41.6	115.4	15.4	73°, 1.0	3.41	6.28	4.59	3.96	103.9	67.3
13	28.1	32.3	26.8	20.9	54.7	47.2	116.3	16.3	73°, 1.0	4.09	8.83	4.59	3.96	163.1	75.0
14	44.4	50.5	33.1	27.3	59.6	50.9	117.1	17.1	73°, 1.0	4.71	11.37	4.59	3.96	225.0	79.6

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

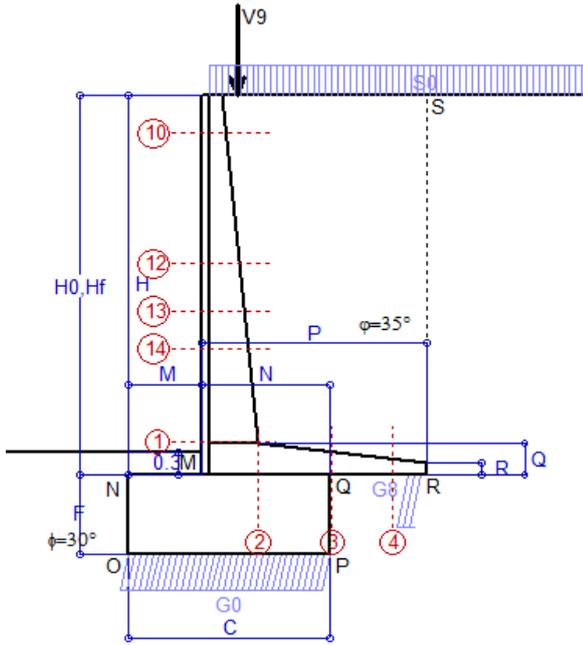
Nelle sezioni 1 e 2 Med=Medu perché ctg(alfa)=ctg(teta)=1; nelle sezioni 3 e 4 a1=0 perché il momento flettente è già massimo

Scheda 6: Verifica sismica al ribaltamento

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Comune di Codrongianos

Condizione di carico "Esercizio"



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 3.29^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.056$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.028$

Dati

$H_m = 5.00$ m
 $C = 2.60$ m
 $F = 1.05$ m
 $M = 0.95$ m
 $N = 1.65$ m
 $P = 2.90$ m
 $Q = 0.41$ m
 $U_v = 0.00$ m
 $V_g = 0.45$ m
 $U_1 = 0.0$ m
 $R = 0.15$ m

Acceleraz. orizz. al suolo

Prefabbricato tipo u50NM
 Altezza della terra contro il pannello
 Sovraccarico sul rilevato (20%)
 Angolo d'attrito della terra
 Coefficiente d'attrito della fondazione
 Accelerazione massima locale
 Coeff. riduz. acceleraz. max attesa
 Forza orizzontale concentrata
 Forza verticale concentrata in cima
 Pendenza del rilevato vicino al muro
 Pendenza del rilevato lontano dal muro

$a_g/g = 0.061$

$H_0 = 5.00$ m
 $H = 5.00$ m
 $S_0 = 4.0$ kN/m²
 $\varphi = 35^\circ$
 $R_0 = 0.580$
 $a_{max}/g = 0.098$
 $\beta_m = 0.57$
 $U_g = 0.00$ kN/cad
 $V_g = 3.75$ kN/cad
 $I_g = 0.0\%$
 $I_b = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

Coefficiente di spinta attiva della terra (Rankine con sisma) agente su una sezione ideale R-S di altezza $K_1 = 0.282$
 Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale $H = 5.00$ m
 $O_3 = 11.44^\circ$
 Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine) $K_3 = 0.278$
 Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Mononobe-Okabe) $K_p = 2.90$
 (Dati: $\phi = 30.00^\circ$ $\epsilon = 0.0^\circ$ $\psi = 90^\circ$ $\delta = 0^\circ$)

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R'-S' x 1	62.1	168.8	12.6	48.4
Spinta del sovraccar. su R'-S' x 1	5.5	19.6	1.1	4.3
Peso struttura (parete+platea) x 1	2.2	4.8	38.7	69.8
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	13.0	48.3	237.1	585.7
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.0	0.0	3.0	4.2
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	3.7	1.1	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	3.8	2.0	66.3	86.2
Spinta passiva sulla fondaz. Sp x 0.5 <i>*non sommati</i>	-11.9*	-5.3*	0.0*	0.0*
TOTALI (GEO e STR)	S_g = 90.4	M_g = 244.7	P_g = 358.8	M_g = 798.7

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzera della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 42.1$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $Q_8 = 0.23$ m
 Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 316.7$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $C_8 = 2.60$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.122$ MPa
 OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 12.3^\circ$
Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo $R_d = (798.7 + 5.3) / 1.0 = 804.0 > E_d = 244.7$
Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo $R_d = (434.5) / 1.0 = 434.5 > E_d = 154.6$
 Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 152$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 99$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (1a formula di Mononobe-Okabe) $K_0 = 0.278$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M _{Ed} (1) sulla sez. naturale	M _{EdU} (1) sulla sez. traslata	N _{Ed} (2)	V _{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato compresso	b _w larghezza taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M _{Rd} baricentrico	V _{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	109.5	109.5	51.9	49.0	72.1	64.8	118.4	18.4	45°, 1.0	5.88	14.51	4.59	7.85	367.0	235.6	
2	71.2	71.2	0.0	72.2	41.0	34.7	125.0	125.0	-	6.74	29.78	5.34	14.67	373.2	259.4	
3	33.2	33.2	0.0	49.1	29.9	23.7	125.0	125.0	-	5.32	23.13	5.34	9.85	197.3	201.5	
4	-5.4	-5.4	0.0	5.1	20.2	13.9	125.0	125.0	-	3.28	10.13	5.34	0.00	-46.2	99.4	
10	-1.0	-0.9	6.2	2.1	31.2	25.7	12.8	12.8	73°, 1.0	6.67	3.14	4.59	3.96	-41.3	43.8	
12	14.4	16.9	20.1	14.6	48.4	41.6	115.4	15.4	73°, 1.0	3.42	6.28	4.59	3.96	103.9	67.1	
13	29.7	34.1	27.3	22.0	54.7	47.2	116.3	16.3	73°, 1.0	4.10	8.83	4.59	3.96	163.2	74.6	
14	46.8	53.2	33.7	28.7	59.6	50.9	117.1	17.1	73°, 1.0	4.71	11.37	4.59	3.96	225.1	79.2	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 Med=Medu perché ctg(alpha)=ctg(teta)=1; nelle sezioni 3 e 4 a1=0 perché il momento flettente è già massimo

programma Tensiter 'Muri 2018' vers.1.2.3

Norma: Italia D.M 17/1/2018

Scheda 7. Portanza della fondazione

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Coefficienti SLU "favorevoli" e "sfavorevoli"

Prefabbricato tipo u50NM

Condizione di carico "Esercizio"

Calcolo con la formula di Brinch-Hansen 1970 (valida per terreno omogeneo e condizioni drenate)

Dati geotecnici del terreno di fondazione:

	Natura di terreno di fondazione	Unità geotecnica 'SL' (sabbie con limo, sabbie limose)			
ϕ	Angolo d'attrito nominale	gradi	30.0°	$\phi = \text{rad}$	0.5236
c	Coesione drenata	kN/m ²	10		
γ	Peso specifico	kN/m ³	9.00		
Iv	Inclinazione del terreno a valle	%	0.0%	$\epsilon = \text{rad}$	0.0000

Dati geometrici della fondazione:

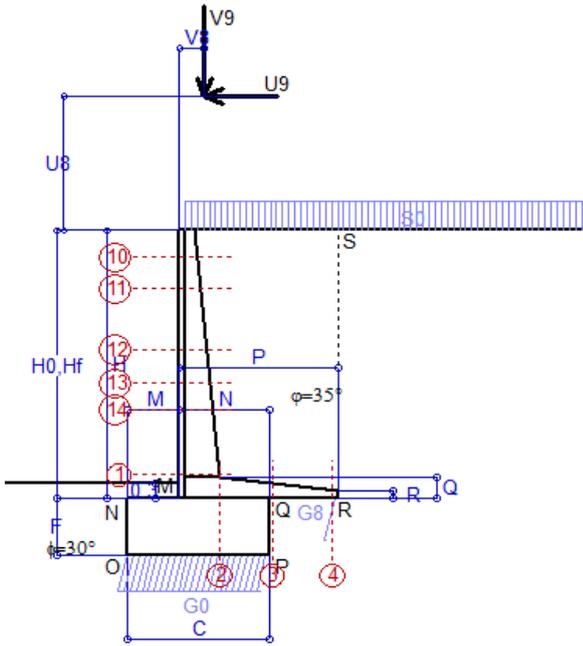
E	Spessore della terra sulla fondazione	m	0.30		
F	Spessore della fondazione (facciata di valle)	m	1.05		
I7	Inclinazione del letto di posa	%	0.0%	$\alpha = \text{rad}$	0.0000

Verifiche allo stato limite ultimo (A1+M1+R3)			Scheda 1	Sisma
Carichi agenti sulla fondazione:				
N	Componente verticale (G0)	kN/m	481.2	310.2
β	Obliquità del carico rispetto alla verticale	gradi	13.03°	11.22°
H	Componente orizzontale = G0 * tan(β)	kN/m	111.3	61.5
B	Larghezza del nastro di appoggio (C8)	m	2.60	2.60
Dati influenzati dal tipo di verifica:				
Φ	Angolo d'attrito assunto nel calcolo	rad	0.5236	0.5236
E5	Distanza della risultante dal bordo esterno della fondazione	m	1.30	1.30
D	Affondamento = E + F + E5 * Iv	m	1.35	1.35
Termini della formula di Brinch-Hansen				
Profondità	= $[\gamma D N_q] s_q d_q i_q b_q g_q z_q$	kN/m ²	151.88	161.40
Coefficiente base	$N_q = \tan^2(45^\circ + \Phi / 2) e^{\pi \tan \Phi}$		18.40	18.40
Inclinaz. terreno a valle	$g_q = (1 - \tan \epsilon)^2$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_q = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_q = 1 + 2 \tan \Phi (1 - \sin \Phi)^2 x \text{se}[D < B; D/B; \text{atn}(D/B)]$		1.15	1.15
Inclinazione letto di posa	$b_q = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	i_q #RIF!		0.59	0.64
Paolucci e Pecker 1997	$z_q = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$		-	0.977
Coesione	= $[c N_c] s_c d_c i_c b_c g_c z_c$	kN/m ²	198.07	214.47
Coefficiente base	$N_c = (N_q - 1) \cot \Phi$		30.14	30.14
Inclinaz. terreno a valle	$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_c = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.16	1.16
Inclinazione letto di posa	$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c \tan \Phi)$		0.57	0.62
Paolucci e Pecker 1997	$z_c = 1 - 0.34 K_h$		-	0.987
Superficie	= $[\frac{1}{2} \gamma B N_\gamma] s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma z_\gamma$	kN/m ²	128.46	144.72
Coefficiente base	$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \Phi$		22.40	22.40
Inclinaz. terreno a valle	$g_\gamma = (1 - \tan \epsilon)^2$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_\gamma = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_\gamma = 1.00$		1.00	1.00
Inclinazione letto di posa	$b_\gamma = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	i_γ #RIF!		0.49	0.57
Paolucci e Pecker 1997	$z_\gamma = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$		-	0.977
Verifica della capacità portante				
q _{LIM}	Carico unitario limite (Meyerhof)	Mpa	0.478	0.521
γ_R	Coeff. per le verifiche SLU di fondazioni superficiali		1.4	1.2
C_p	Capacità portante, tenuto conto di γ_R	kN	888.5	1128.0
G ₀	Carico effettivo, dovuto alle forze esterne	kN	481.2	310.2
La struttura è verificata al collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno per l'approccio 2 (A1+M1+R3)				

Scheda 8: Approccio 2, (A1+M1+R3)

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Condizione di carico "Vento"



Dati

$H_m = 5.00$ m	Prefabbricato tipo u50NM	$H_0 = 5.00$ m
$C = 2.60$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 5.00$ m
$F = 1.05$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$M = 0.95$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35.00^\circ$
$N = 1.65$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 2.90$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.41$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.580$
$U_v = 2.50$ m	Forza orizzontale concentrata	$U_9 = 7.625$ kN/cad
$V_9 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad
$R = 0.15$ m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$i_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.271$
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$H = 5.00$ m
	$O_3 = 0.00^\circ$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1.3	79.3	215.3	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1.5	40.6	144.3	0.0	0.0
Peso struttura (parete+platea) x 1.3	0.0	0.0	51.7	93.3
Peso terra x 1.3 e sovracc. x 1.50	0.0	0.0	389.1	955.9
Forze concentrate (U9+V9) x 1.5	9.2	78.2	4.5	6.3
Spinta della terra sulla fondaz. x 1.3	3.6	1.1	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1.3	0.0	0.0	88.7	115.3
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 132.7	M₉ = 439.0	P₉ = 534.0	M₈ = 1170.9

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 = 16.7$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$Q_8 = 0.07$ m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 517.3$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$C_8 = 2.60$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_t = 0.199$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 14.0^\circ$

Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo

$$Rd = (534 * 0.58) / 1.1 = 281.6 > Ed = 132.7$$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo

$$Rd = (1170.9) / 1.15 = 1018.2 > Ed = 439$$

Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo

$$Rd = (632.5) / 1.15 = 550.0 > Ed = 302.4$$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 257$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 171$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb)

Freccia in cima al pannello mm	13.50
$K_0 =$	0.244

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni						Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b_w larghez- za taglio	staffe $\alpha^\circ, \text{ctg}\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricen- trico	V_{Rd}
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	275.3	275.3	77.4	73.8	72.1	64.8	118.4	18.4	45°, 1.0	6.00	14.51	4.59	7.85	371.9	228.5
2	179.0	179.0	0.0	181.5	41.0	34.7	125.0	125.0	-	6.74	29.78	5.34	14.67	373.2	259.4
3	115.2	115.2	0.0	97.1	29.9	23.7	125.0	125.0	-	5.32	23.13	5.34	9.85	197.3	201.5
4	-0.4	-0.4	0.0	0.6	16.4	10.1	125.0	125.0	-	2.60	7.28	5.34	0.00	-33.8	72.9
10	33.6	35.0	10.2	3.0	31.2	25.7	112.8	12.8	73°, 1.0	2.97	6.28	4.59	3.96	66.0	42.0
11	46.0	48.5	16.6	9.7	37.0	31.5	113.7	13.7	73°, 1.0	3.14	6.28	4.59	3.96	79.7	50.5
12	87.4	93.8	32.3	25.4	48.4	41.6	115.4	15.4	73°, 1.0	4.05	9.42	4.59	3.96	153.4	63.8
13	123.2	132.9	42.9	36.2	54.7	47.2	116.3	16.3	73°, 1.0	4.33	9.70	4.59	3.96	180.4	70.6
14	158.9	171.8	52.2	45.3	59.6	50.9	117.1	17.1	73°, 1.0	4.80	11.37	4.59	3.96	227.8	74.7

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

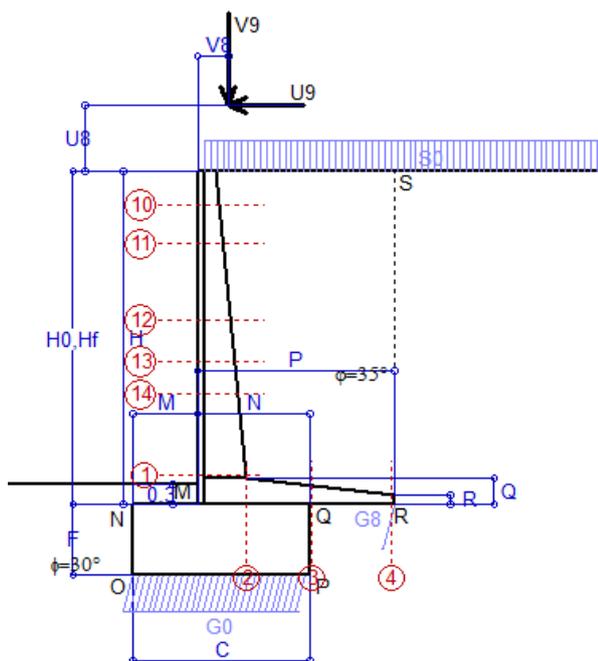
(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 $M_{Ed} = M_{Edu}$ perché $\text{ctg}(\alpha) = \text{ctg}(\beta) = 1$; nelle sezioni 3 e 4 $a_1 = 0$ perché il momento flettente è già massimo

Scheda 9: Urto sul sicurvia da 14.29 kN/cad a 1.00 m da terra

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Coefficienti SLU per azioni eccezionali



Dati

$H_m = 5.00$ m	Prefabbricato tipo u50NM	$H_0 = 5.00$ m
$C = 2.60$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 5.00$ m
$F = 1.05$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$M = 0.95$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$N = 1.65$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 2.90$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.41$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$U_v = 1.00$ m	Urto: Forza orizzontale concentrata	$U_9 = 14.29$ kN/cad
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad
$R = 0.15$ m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$i_b = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine)	$K_1 = 0.271$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H = 5.00$ m
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$O_3 = 0.00^\circ$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1	61.0	165.6	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1	27.1	96.2	0.0	0.0
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.0	0.0	39.8	71.8
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	0.0	0.0	290.4	713.9
Forze concentrate (U9+V9) x 1	11.4	80.6	3.0	4.2
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	2.8	0.9	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	0.0	0.0	68.2	88.7
TOTALI (GEO e STR)	102.3	343.3	401.4	878.6

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 = 6.0$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$Q_8 = 0.03$ m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 395.4$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$C_8 = 2.60$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_1 = 0.152$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 14.3^\circ$

Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo $Rd = (401.4 * 0.58) / 1.1 = 211.6 > Ed = 102.3$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo $Rd = (878.6) / 1.15 = 764.0 > Ed = 343.3$

Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo $Rd = (473.4) / 1.15 = 411.7 > Ed = 238$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 195$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 132$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u. (STR)

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb) $K_0 = 0.244$

Freccia in cima al pannello mm 10.63

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b_w larghez- za taglio	staffe α° , ctg \ominus	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o infer. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricen- trico	V_{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN		
1	219.8	219.8	57.3	57.1	72.1	64.8	118.4	18.4	45°, 1.0	5.91	14.51	4.59	7.85	368.1	234.8	
2	146.3	146.3	0.0	143.6	41.0	34.7	125.0	125.0	-	6.74	29.78	5.34	14.67	373.2	259.4	
3	96.3	96.3	0.0	75.6	29.9	23.7	125.0	125.0	-	5.32	23.13	5.34	9.85	197.3	201.5	
4	-0.1	-0.1	0.0	0.1	15.6	9.3	125.0	125.0	-	2.49	6.76	5.34	0.00	-31.4	69.4	
10	21.0	22.5	7.1	9.4	31.2	25.7	112.8	12.8	73°, 1.0	2.95	6.28	4.59	3.96	65.8	42.9	
11	33.3	35.7	11.8	12.7	37.0	31.5	113.7	13.7	73°, 1.0	3.12	6.28	4.59	3.96	79.3	51.8	
12	69.7	75.0	23.5	22.5	48.4	41.6	115.4	15.4	73°, 1.0	4.01	9.42	4.59	3.96	152.4	66.1	
13	99.2	107.1	31.4	29.9	54.7	47.2	116.3	16.3	73°, 1.0	4.28	9.70	4.59	3.96	178.9	73.6	
14	128.0	138.3	38.3	36.2	59.6	50.9	117.1	17.1	73°, 1.0	4.73	11.37	4.59	3.96	225.7	78.3	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
11 - GEO (A2-M2-R2)	-1.50; 0.50	7.24	1.615
12 - GEO (A2-M2-R2)	-1.50; 0.50	7.24	1.403
13 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-1.50; 1.00	7.69	1.840
14 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-1.50; 1.00	7.69	1.841

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte	
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto	
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)	
W	peso della striscia espresso in [kN]
Qy	carico sulla striscia espresso in [kN]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
Tx; Ty	Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

Combinazione n° 11 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W	Qy	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	9.47	0.00	5.73 - 0.49	77.114	29.256	0	0.0	
2	23.40	0.00	0.49	64.108	29.256	0	0.0	
3	31.10	0.00	0.49	56.164	29.256	0	0.0	
4	36.88	0.00	0.49	49.670	29.256	0	0.0	
5	41.52	0.00	0.49	43.967	29.256	0	0.0	
6	47.80	0.00	0.49	38.774	24.791	8	1.3	
7	49.11	0.00	0.49	33.940	24.791	8	4.9	
8	51.93	0.00	0.49	29.368	24.791	8	7.9	
9	55.95	0.00	0.49	24.994	24.791	8	10.3	
10	59.64	0.00	0.49	20.773	24.791	8	12.4	
11	61.26	0.00	0.49	16.666	24.791	8	14.0	
12	52.63	3.75	0.49	12.647	24.791	8	15.3	
13	20.56	0.00	0.49	8.690	24.791	8	16.2	
14	24.13	0.00	0.49	4.774	24.791	8	16.7	
15	17.93	0.00	0.49	0.882	24.791	8	17.0	
16	17.85	0.00	0.49	-3.007	24.791	8	16.9	
17	17.47	0.00	0.49	-6.910	24.791	8	16.5	
18	16.80	0.00	0.49	-10.846	24.791	8	15.7	
19	15.81	0.00	0.49	-14.834	24.791	8	14.6	
20	14.49	0.00	0.49	-18.898	24.791	8	13.2	
21	12.83	0.00	0.49	-23.063	24.791	8	11.3	
22	10.78	0.00	0.49	-27.363	24.791	8	9.0	
23	8.32	0.00	0.49	-31.838	24.791	8	6.3	
24	5.37	0.00	0.49	-36.544	24.791	8	3.0	
25	1.84	0.00	-6.54 - 0.49	-40.956	29.256	0	0.0	

Combinazione n° 12 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W	Qy	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	9.47	12.76	5.73 - 0.49	77.114	29.256	0	0.0	
2	23.40	12.76	0.49	64.108	29.256	0	0.0	
3	31.10	12.76	0.49	56.164	29.256	0	0.0	
4	36.88	12.76	0.49	49.670	29.256	0	0.0	
5	41.52	12.76	0.49	43.967	29.256	0	0.0	
6	47.80	12.76	0.49	38.774	24.791	8	1.3	
7	49.11	12.76	0.49	33.940	24.791	8	4.9	
8	51.93	12.76	0.49	29.368	24.791	8	7.9	
9	55.95	12.76	0.49	24.994	24.791	8	10.3	
10	59.64	12.76	0.49	20.773	24.791	8	12.4	
11	61.26	12.76	0.49	16.666	24.791	8	14.0	
12	52.63	8.54	0.49	12.647	24.791	8	15.3	
13	20.56	0.00	0.49	8.690	24.791	8	16.2	
14	24.13	0.00	0.49	4.774	24.791	8	16.7	

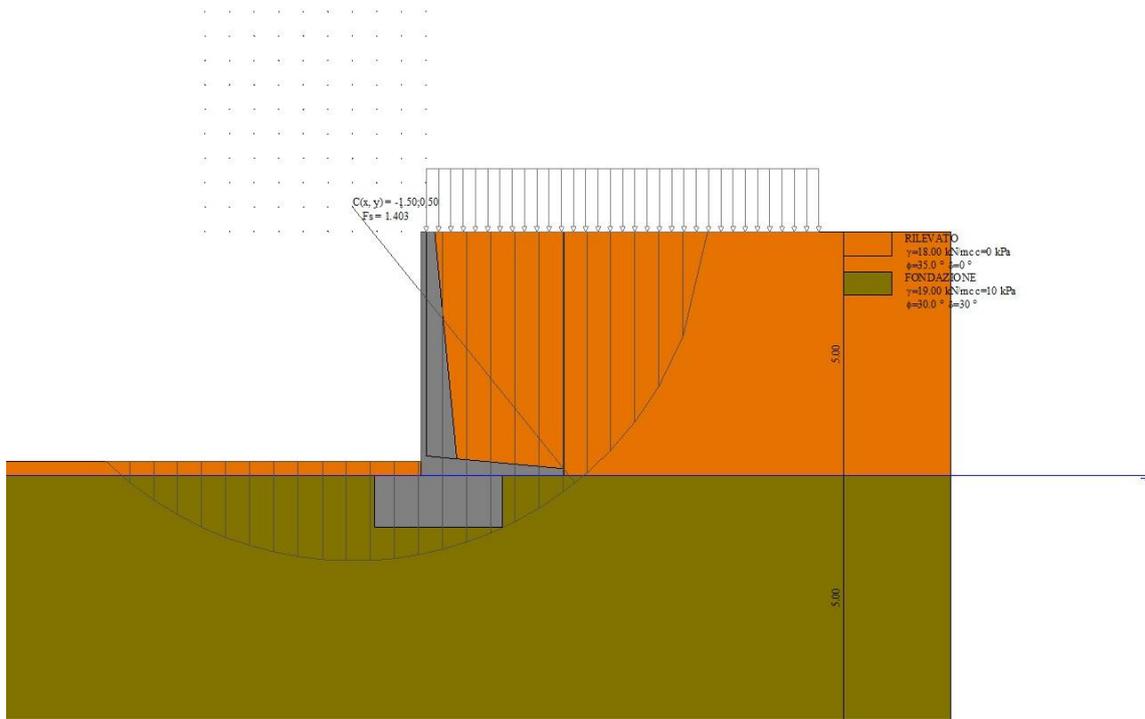
n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
15	17.93	0.00	0.49	0.882	24.791	8	17.0	
16	17.85	0.00	0.49	-3.007	24.791	8	16.9	
17	17.47	0.00	0.49	-6.910	24.791	8	16.5	
18	16.80	0.00	0.49	-10.846	24.791	8	15.7	
19	15.81	0.00	0.49	-14.834	24.791	8	14.6	
20	14.49	0.00	0.49	-18.898	24.791	8	13.2	
21	12.83	0.00	0.49	-23.063	24.791	8	11.3	
22	10.78	0.00	0.49	-27.363	24.791	8	9.0	
23	8.32	0.00	0.49	-31.838	24.791	8	6.3	
24	5.37	0.00	0.49	-36.544	24.791	8	3.0	
25	1.84	0.00	-6.54 - 0.49	-40.956	29.256	0	0.0	

Combinazione n° 13 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	8.81	2.05	6.13 - 0.51	74.996	35.000	0	0.0	
2	22.36	2.05	0.51	63.480	35.000	0	0.0	
3	30.57	2.05	0.51	55.805	35.000	0	0.0	
4	36.81	2.05	0.51	49.470	35.000	0	0.0	
5	41.85	2.05	0.51	43.884	35.000	0	0.0	
6	46.04	2.05	0.51	38.787	35.000	0	0.0	
7	51.25	2.05	0.51	34.035	30.000	10	3.6	
8	53.10	2.05	0.51	29.538	30.000	10	6.7	
9	54.89	2.05	0.51	25.234	30.000	10	9.3	
10	61.40	2.05	0.51	21.079	30.000	10	11.5	
11	63.19	2.05	0.51	17.037	30.000	10	13.2	
12	65.11	1.98	0.51	13.081	30.000	10	14.6	
13	24.49	0.00	0.51	9.189	30.000	10	15.6	
14	21.52	0.00	0.51	5.338	30.000	10	16.2	
15	18.36	0.00	0.51	1.512	30.000	10	16.5	
16	18.27	0.00	0.51	-2.307	30.000	10	16.5	
17	17.92	0.00	0.51	-6.137	30.000	10	16.1	
18	17.25	0.00	0.51	-9.994	30.000	10	15.4	
19	16.25	0.00	0.51	-13.898	30.000	10	14.3	
20	14.90	0.00	0.51	-17.870	30.000	10	12.9	
21	13.19	0.00	0.51	-21.933	30.000	10	11.1	
22	11.08	0.00	0.51	-26.116	30.000	10	8.8	
23	8.53	0.00	0.51	-30.456	30.000	10	6.1	
24	5.49	0.00	0.51	-35.000	30.000	10	2.9	
25	1.87	0.00	-6.68 - 0.51	-39.071	35.000	0	0.0	

Combinazione n° 14 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	8.81	2.05	6.13 - 0.51	74.996	35.000	0	0.0	
2	22.36	2.05	0.51	63.480	35.000	0	0.0	
3	30.57	2.05	0.51	55.805	35.000	0	0.0	
4	36.81	2.05	0.51	49.470	35.000	0	0.0	
5	41.85	2.05	0.51	43.884	35.000	0	0.0	
6	46.04	2.05	0.51	38.787	35.000	0	0.0	
7	51.25	2.05	0.51	34.035	30.000	10	3.6	
8	53.10	2.05	0.51	29.538	30.000	10	6.7	
9	54.89	2.05	0.51	25.234	30.000	10	9.3	
10	61.40	2.05	0.51	21.079	30.000	10	11.5	
11	63.19	2.05	0.51	17.037	30.000	10	13.2	
12	65.11	1.98	0.51	13.081	30.000	10	14.6	
13	24.49	0.00	0.51	9.189	30.000	10	15.6	
14	21.52	0.00	0.51	5.338	30.000	10	16.2	
15	18.36	0.00	0.51	1.512	30.000	10	16.5	
16	18.27	0.00	0.51	-2.307	30.000	10	16.5	
17	17.92	0.00	0.51	-6.137	30.000	10	16.1	
18	17.25	0.00	0.51	-9.994	30.000	10	15.4	
19	16.25	0.00	0.51	-13.898	30.000	10	14.3	
20	14.90	0.00	0.51	-17.870	30.000	10	12.9	
21	13.19	0.00	0.51	-21.933	30.000	10	11.1	
22	11.08	0.00	0.51	-26.116	30.000	10	8.8	
23	8.53	0.00	0.51	-30.456	30.000	10	6.1	
24	5.49	0.00	0.51	-35.000	30.000	10	2.9	
25	1.87	0.00	-6.68 - 0.51	-39.071	35.000	0	0.0	



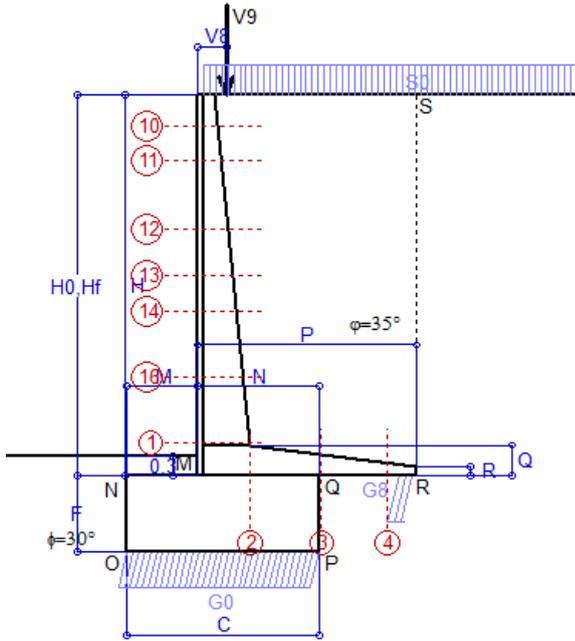
Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 12)

Errore. Il segnalibro non è definito.

Scheda 1: Approccio 2, (A1+M1+R3)

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Condizione di carico "Esercizio"



Dati

$H_m = 6.00$ m	Prefabbricato tipo u60NM	$H_0 = 6.00$ m
$C = 3.00$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 6.00$ m
$F = 1.20$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$M = 1.10$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35.00^\circ$
$N = 1.90$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 3.40$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.48$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.580$
$U_V = 0.00$ m	Forza orizzontale concentrata	$U_9 = 0.00$ kN/cad
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad
$R = 0.15$ m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$i_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.271$
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$H = 6.00$ m
	$O_3 = 0.00^\circ$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1.3	114.1	365.3	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1.5	48.8	204.9	0.0	0.0
Peso struttura (parete+platea) x 1.3	0.0	0.0	67.5	143.1
Peso terra x 1.3 e sovracc. x 1.50	0.0	0.0	530.8	1 519.2
Forze concentrate (U9+V9) x 1.5	0.0	0.0	4.5	7.0
Spinta della terra sulla fondaz. x 1.3	4.5	1.7	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1.3	0.0	0.0	117.0	175.5
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 167.4	M₉ = 571.8	P₉ = 719.7	M₈ = 1 844.8

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 = 74.7$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$Q_8 = 0.27$ m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 645.0$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$C_8 = 3.00$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_t = 0.215$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 13.1^\circ$

Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo $R_d = (719.7 * 0.58) / 1.1 = 379.5 > E_d = 167.4$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo $R_d = (1844.8) / 1.15 = 1604.1 > E_d = 571.8$

Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo $R_d = (1006.2) / 1.15 = 875.0 > E_d = 374.6$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 324$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 204$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb) $K_0 = 0.244$

Freccia in cima al pannello mm 10.77

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M _{Ed} (1) sulla sez. naturale	M _{EdU} (1) sulla sez. traslata	N _{Ed} (2)	V _{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b _w larghez- za taglio	staffe α° , ctg Θ	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M _{Rd} baricen- trico	V _{Rd}	
	KN.m	KN.m	KN	KN	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	KN.m	KN		
1	317.3	317.3	100.9	100.2	81.1	73.2	119.4	19.4	45°, 1.0	7.56	20.80	4.59	8.58	597.6	280.1	
2	206.2	206.2	0.0	185.9	48.0	41.6	125.0	125.0	45°, 1.0	7.96	35.88	6.16	15.10	538.8	312.9	
3	106.9	106.9	0.0	106.8	34.1	27.7	125.0	125.0	-	6.17	28.08	6.16	11.53	277.9	230.2	
4	-8.2	-8.2	0.0	8.2	20.6	14.2	125.0	125.0	-	3.67	11.63	6.16	0.00	-53.3	101.6	
10	-0.7	-0.2	10.2	5.6	30.9	25.4	12.7	12.7	73°, 1.0	6.30	6.28	4.59	3.96	-41.4	41.5	
11	4.3	5.6	16.0	11.2	36.3	30.8	113.5	13.5	73°, 1.0	3.12	6.28	4.59	3.96	77.8	49.3	
12	29.8	34.3	30.8	25.9	47.1	40.3	115.1	15.1	73°, 1.0	4.00	9.42	4.59	3.96	148.5	62.0	
13	62.0	69.9	42.9	38.2	54.4	46.9	116.1	16.1	73°, 1.0	4.43	10.30	4.59	3.96	189.5	70.2	
14	97.6	109.2	53.6	49.0	60.1	51.4	117.0	17.0	73°, 1.0	5.04	12.57	4.59	3.96	252.8	75.2	
16	190.3	211.5	76.1	72.8	70.4	62.0	118.4	18.4	73°, 1.0	6.52	18.25	4.59	5.07	440.9	117.3	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 Med=Medu perché ctg(alpha)=ctg(teta)=1; nelle sezioni 3 e 4 a1=0 perché il momento flettente è già massimo

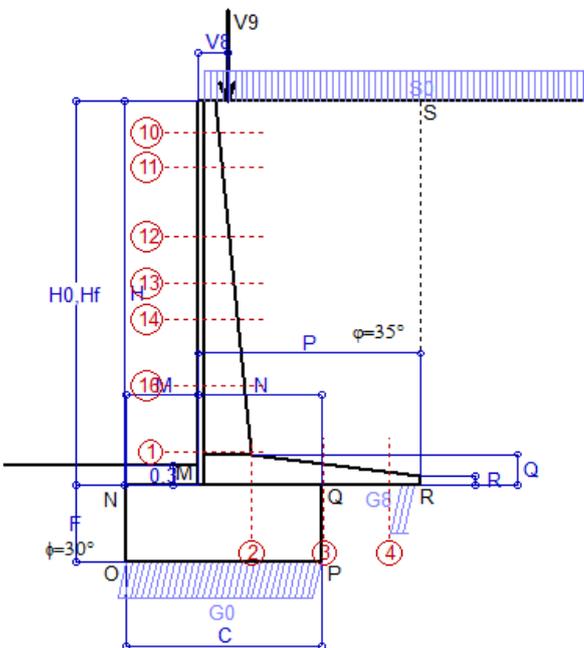
programma Tensiter 'Muri 2018' vers.1.2.3

Norma: Italia D.M 17/1/2018

Scheda 2: Verifica SLE combinaz. RARA

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Condizione di carico "Esercizio"



Dati

$H_m = 6.00$ m	Prefabbricato tipo u60NM	$H_0 = 6.00$ m
$C = 3.00$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 6.00$ m
$F = 1.20$ m	Angolo d'attrito della terra	$\phi = 35^\circ$
$M = 1.10$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$N = 1.90$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 3.40$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.48$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.271$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
87.80	280.96	0.00	0.00
32.52	136.58	0.00	0.00
0.00	0.00	51.89	110.08
0.00	0.00	397.84	1 139.30
0.00	0.00	3.00	4.65
3.44	1.28	0.00	0.00
0.00	0.00	90.00	135.00
$S_9 = 123.76$	$M_9 = 418.82$	$P_9 = 542.73$	$M_8 = 1 389.03$

Spinta della terra su sez. R-S x 1	87.80
Spinta del sovraccar. su R-S x 1	32.52
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.00
Peso terra e sovraccarico x 1	0.00
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.00
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	3.44
Peso della fondazione x 1	0.00
<i>*non sommati</i>	
Totali	

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O' = 2.768

GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 2.544

Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 60.35$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $Q_8 = 0.28$ m

Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 482.38$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. $C_8 = 3.00$ m

TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.161$ MPa

OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 12.8^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 7.37

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb)

$K_0 = 0.244$

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di partecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricopr. c+ Φ staffe	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	232.4	75.1	104.6	119.4	81.1	73.2	20.80	4.59	149	5.17	40	0.109
2	151.1	0.0	186.3	125.0	48.0	41.6	35.88	6.16	110	6.04	52	0.000
3	74.0	0.0	115.9	125.0	34.1	27.7	28.08	6.16	104	6.30	52	0.000
4	-7.3	0.0	0.0	125.0	21.1	14.7	11.93	6.16	72	3.40	52	0.000
10	-0.4	7.1	3.4	12.7	30.9	25.4	6.28	4.59	0	0.16	38	0.000
11	3.1	11.3	8.5	113.5	36.3	30.8	6.28	4.59	12	0.53	38	0.000
12	21.3	22.3	23.3	115.1	47.1	40.3	9.42	4.59	52	1.79	38	0.000
13	44.5	31.3	36.5	116.1	54.4	46.9	12.57	4.59	73	2.54	38	0.000
14	70.4	39.4	48.7	117.0	60.1	51.4	12.57	4.59	105	3.43	38	0.058
16	138.5	56.3	74.9	118.4	70.4	62.0	18.25	4.59	119	4.21	38	0.077

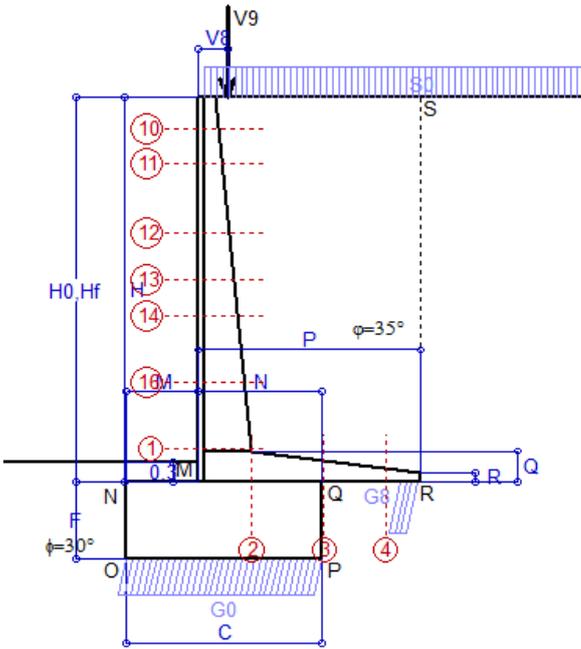
(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 3: Verifica SLE combinaz. FREQUENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Condizione di carico "Esercizio"



Dati

$H_m = 6.00$ m	Prefabbricato tipo u60NM	$H_0 = 6.00$ m
$C = 3.00$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 6.00$ m
$F = 1.20$ m	Angolo d'attrito della terra	$\phi = 35^\circ$
$M = 1.10$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 15.0$ kN/m ²
$N = 1.90$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 3.40$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.48$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.271$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
87.80	280.96	0.00	0.00
24.39	102.43	0.00	0.00
0.00	0.00	51.89	110.08
0.00	0.00	380.84	1 091.70
0.00	0.00	3.00	4.65
3.43	1.28	0.00	0.00
0.00	0.00	90.00	135.00
$S_9 = 115.62$	$M_9 = 384.68$	$P_9 = 525.73$	$M_8 = 1 341.43$

- Spinta della terra su sez. R-S x 1
 - Spinta del sovraccar. su R-S x 1
 - Peso struttura (parete+platea) x 1
 - Peso terra e sovraccarico x 1
 - Forze concentrate (U9+V9) x 1
 - Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 - Peso della fondazione x 1
- *non sommati* **Totali**

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O' = 2.923
 GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 2.637
 Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 65.04$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $Q_8 = 0.30$ m
 Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 460.69$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. $C_8 = 3.00$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.154$ MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 12.4^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 6.53

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb)

$K_0 = 0.244$

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di partecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricopr. c+ Φ_{staffe}	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	210.8	71.8	97.0	119.4	81.1	73.2	20.80	4.59	134	4.71	40	0.094
2	137.1	0.0	169.0	125.0	48.0	41.6	35.88	6.16	100	5.48	52	0.000
3	60.7	0.0	103.3	125.0	34.1	27.7	28.08	6.16	86	5.17	52	0.000
4	-9.3	0.0	0.0	125.0	21.8	15.4	12.44	6.16	88	4.02	52	0.000
10	-0.6	6.8	2.7	12.7	30.9	25.4	6.28	4.59	0	0.22	38	0.000
11	2.2	10.7	7.1	113.5	36.3	30.8	6.28	4.59	8	0.40	38	0.000
12	17.9	21.0	20.3	115.1	47.1	40.3	9.42	4.59	44	1.52	38	0.000
13	38.5	29.6	32.5	116.1	54.4	46.9	12.57	4.59	62	2.21	38	0.000
14	61.8	37.3	43.9	117.0	60.1	51.4	12.57	4.59	92	3.02	38	0.041
16	124.0	53.6	68.6	118.4	70.4	62.0	18.25	4.59	106	3.78	38	0.064

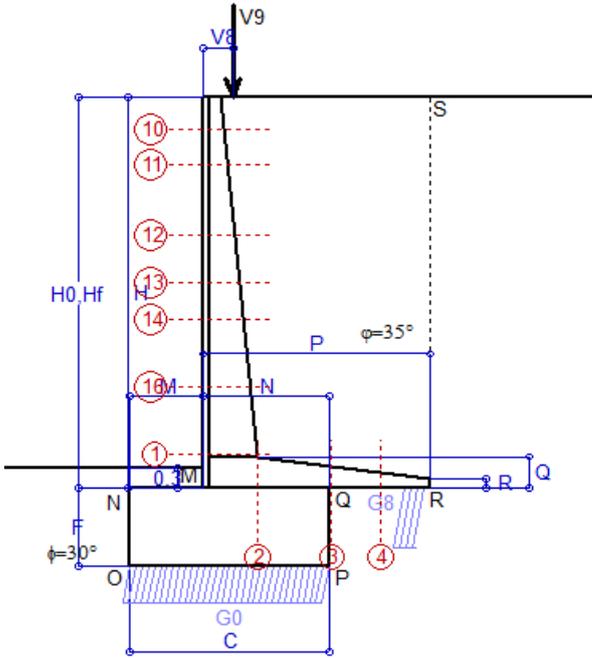
(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 4: Verifica SLE combinaz QUASI PERMANENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Condizione di carico "Esercizio"



Dati

$H_m = 6.00$ m	Prefabbricato tipo u60NM	$H_0 = 6.00$ m
$C = 3.00$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 6.00$ m
$F = 1.20$ m	Angolo d'attrito della terra	$\phi = 35^\circ$
$M = 1.10$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 0.0$ kN/m ²
$N = 1.90$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 3.40$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.48$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) $K_1 = 0.271$
 agente su una sezione ideale R-S di altezza $H_3 = 6.00$ m
 Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine) $K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
87.80	280.96	0.00	0.00
0.00	0.00	51.89	110.08
0.00	0.00	329.84	948.90
0.00	0.00	3.00	4.65
3.40	1.28	0.00	0.00
0.00	0.00	90.00	135.00
$S_9 = 91.21$	$M_9 = 282.24$	$P_9 = 474.73$	$M_8 = 1198.63$

Spinta della terra su sez. R-S x 1
 Peso struttura (parete+platea) x 1
 Peso terra e sovraccarico x 1
 Forze concentrate (U9+V9) x 1
 Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 Peso della fondazione x 1
**non sommati*

Totali

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O' = 3.647
 GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 3.019
 Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 78.98$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $.Q_8 = 0.37$ m
 Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 395.75$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. $.C_8 = 3.00$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.132$ MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 10.9^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

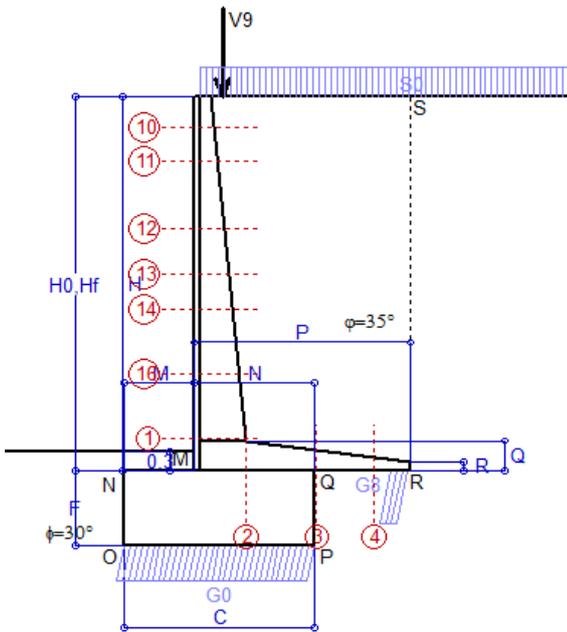
Freccia in cima al pannello mm 4.01

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Mononobe-Okabe: 2a form $K_0 = 0.244$

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di partecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricopr. c+ Φ_{staffe}	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	146.2	61.9	74.2	119.4	81.1	73.2	20.80	4.59	91	3.31	40	0.047
2	95.0	0.0	117.2	125.0	48.0	41.6	35.88	6.16	70	3.80	52	0.000
3	21.7	0.0	65.7	125.0	34.1	27.7	28.08	6.16	31	1.85	52	0.000
4	-17.7	0.0	0.0	125.0	24.3	17.9	14.23	6.16	150	6.15	52	0.000
10	-0.2	5.9	0.6	12.7	30.9	25.4	6.28	4.59	2	0.11	38	0.000
11	-0.2	8.8	2.7	13.5	36.3	30.8	6.28	4.59	0	0.09	38	0.000
12	7.9	17.2	11.4	115.1	47.1	40.3	9.42	4.59	17	0.71	38	0.000
13	20.6	24.4	20.5	116.1	54.4	46.9	12.57	4.59	31	1.22	38	0.000
14	36.1	31.1	29.5	117.0	60.1	51.4	12.57	4.59	51	1.80	38	0.000
16	80.5	45.5	49.9	118.4	70.4	62.0	18.25	4.59	67	2.49	38	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione



Condizione di carico "Esercizio"

Dati

H_m = 6.00 m
 C = 3.00 m
 F = 1.20 m
 M = 1.10 m
 N = 1.90 m
 P = 3.40 m
 Q = 0.48 m
 U_v = 0.00 m
 V_g = 0.45 m
 U₁ = 0.0 m
 R = 0.15 m

Acceleraz orizz. al suolo

Prefabbricato tipo u60NM

Altezza della terra contro il pannello
 Sovraccarico sul rilevato (20%)
 Angolo d'attrito della terra
 Coefficiente d'attrito della fondazione
 Accelerazione massima locale
 Coeff. riduz. acceleraz. max attesa
 Forza orizzontale concentrata
 Forza verticale concentrata in cima
 Pendenza del rilevato vicino al muro
 Pendenza del rilevato lontano dal muro

a_g/g = 0.061

H₀ = 6.00 m
 H = 6.00 m
 S₀ = 4.0 kN/m²
 φ = 35°
 R₀ = 0.580
 a_{max}/g = 0.098
 β_m = 0.38
 U_g = 0.00 kN/cad
 V_g = 3.75 kN/cad
 I_g = 0.0%
 I_g = 0.0%

Calcolo delle azioni sul terreno

Coefficiente di spinta attiva della terra (Rankine con sisma) K₁ = 0.276
 agente su una sezione ideale R-S di altezza H = 6.00 m
 Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale O₃ = 7.75°
 Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine) K₃ = 0.266
 Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Mononobe-Okabe) K_p = 2.93
 (Dati: φ = 30.00° ε = 0.0° ψ = 90° δ = 0°)

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R'-S' x 1	88.5	283.3	12.1	54.2
Spinta del sovraccar. su R'-S' x 1	6.6	27.5	0.9	4.0
Peso struttura (parete+platea) x 1	1.9	4.8	50.9	108.0
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	12.3	53.9	337.1	968.6
Forze concentrate (U ₉ +V ₉) x 1	0.0	0.0	3.0	4.7
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	4.1	1.4	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	3.3	2.0	88.3	132.5
Spinta passiva sulla fondaz. Sp x 0.5 <i>*non sommati</i>	-14.9*	-7.4*	0.0*	0.0*
TOTALI (GEO e STR)	116.7	373.0	492.2	1 272.1

Angolo di rotazione sismica Θ = 2.17°
 Coefficiente sismico orizzontale Kh = 0.037
 Coefficiente sismico verticale Kv = 0.019

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G₈ necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G₈ sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea: G₈ = 64.6 kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . . . Q₈ = 0.30 m
 Carico sul terreno sotto la fondazione: G₀ = 427.7 kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . . C₈ = 3.00 m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff σ_t = 0.143 MPa
 OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale β = 11.7°
 Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo Rd = (492.2 * 0.58 + 14.9) / 1.0 = 300.4 > Ed = 116.7
 Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) G₆ = 209 kN Lato monte (punto Q) G₇ = 130 kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (1a formula di Mononobe-Okabe) Freccia in cima al pannello mm 5.59
 K₀ = 0.266

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M _{Ed} (1) sulla sez. naturale kN.m	M _{Edu} (1) sulla sez. traslata kN.m	N _{Ed} (2) kN	V _{Ed} kN	H altezza totale cm	d altezza utile cm	B5 lato comp-presso cm	b _w larghezza taglio cm	staffe α°, ctgΘ	X1 asse neutro cm	A1 lato terrapieno cm ²	A2 lato facc. o inf. platea cm ²	A4 staffe cm ² /m	M _{Rd} baricentrico kN.m	V _{Rd} kN	
1	179.1	179.1	67.6	65.2	81.1	73.2	119.4	19.4	45°, 1.0	7.41	20.80	4.59	8.58	590.1	289.8	
2	116.4	116.4	0.0	104.9	48.0	41.6	125.0	125.0	45°, 1.0	7.96	35.88	6.16	15.10	538.8	312.9	
3	49.2	49.2	0.0	65.9	34.1	27.7	125.0	125.0	-	6.17	28.08	6.16	11.53	277.9	230.2	
4	-10.8	-10.8	0.0	9.7	22.3	15.9	125.0	125.0	-	3.95	12.78	6.16	0.00	-58.7	113.0	
10	-1.0	-0.9	6.1	2.0	30.9	25.4	12.7	12.7	73°, 1.0	6.26	6.28	4.59	3.96	-40.7	43.3	
11	0.7	1.1	9.5	4.4	36.3	30.8	113.5	13.5	73°, 1.0	3.09	6.28	4.59	3.96	77.4	51.6	
12	11.9	14.0	18.7	12.9	47.1	40.3	115.1	15.1	73°, 1.0	3.95	9.42	4.59	3.96	147.3	65.5	
13	28.1	32.3	26.7	20.9	54.4	46.9	116.1	16.1	73°, 1.0	4.36	10.30	4.59	3.96	187.5	74.5	
14	47.5	53.9	34.1	28.4	60.1	51.4	117.0	17.0	73°, 1.0	4.95	12.57	4.59	3.96	249.9	80.2	
16	101.1	113.8	49.8	45.2	70.4	62.0	118.4	18.4	73°, 1.0	6.41	18.25	4.59	5.07	436.1	124.0	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

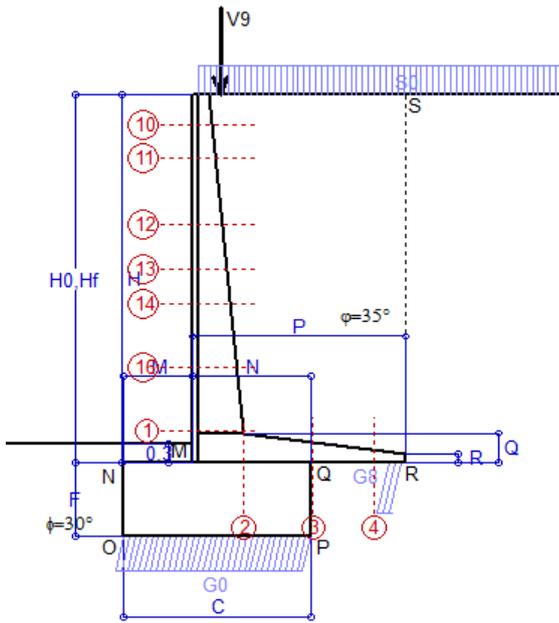
(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 Med=Medu perché ctg(alfa)=ctg(teta)=1; nelle sezioni 3 e 4 a1=0 perché il momento flettente è già massimo

Scheda 6: Verifica sismica al ribaltamento

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dai km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Comune di Codrongianos



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 3.29^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.056$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.028$

Condizione di carico "Esercizio"

Dati

$H_m = 6.00$ m
 $C = 3.00$ m
 $F = 1.20$ m
 $M = 1.10$ m
 $N = 1.90$ m
 $P = 3.40$ m
 $Q = 0.48$ m
 $U_v = 0.00$ m
 $V_8 = 0.45$ m
 $U_1 = 0.0$ m
 $R = 0.15$ m

Acceleraz. orizz. al suolo

Prefabbricato tipo u60NM
 Altezza della terra contro il pannello
 Sovraccarico sul rilevato (20%)
 Angolo d'attrito della terra
 Coefficiente d'attrito della fondazione
 Accelerazione massima locale
 Coeff. riduz. acceleraz. max attesa
 Forza orizzontale concentrata
 Forza verticale concentrata in cima
 Pendenza del rilevato vicino al muro
 Pendenza del rilevato lontano dal muro

$a_g/g = 0.061$

$H_0 = 6.00$ m
 $H = 6.00$ m
 $S_0 = 4.0$ kN/m²
 $\phi = 35^\circ$
 $R_0 = 0.580$
 $a_{max}/g = 0.098$
 $\beta_m = 0.57$
 $U_9 = 0.00$ kN/cad
 $V_9 = 3.75$ kN/cad
 $I_9 = 0.0\%$
 $I_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

Coefficiente di spinta attiva della terra (Rankine con sisma) $K_1 = 0.282$
 agente su una sezione ideale R-S di altezza $H = 6.00$ m
 Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale $O_3 = 11.44^\circ$
 Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine) $K_3 = 0.278$
 Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Mononobe-Okabe) $K_p = 2.90$
 (Dati: $\phi = 30.00^\circ$ $\epsilon = 0.0^\circ$ $\psi = 90^\circ$ $\delta = 0^\circ$)

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R'-S' x 1	89.5	286.4	18.1	81.5
Spinta del sovraccar. su R'-S' x 1	6.6	27.8	1.3	6.0
Peso struttura (parete+platea) x 1	2.9	7.2	50.4	107.0
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	18.4	81.0	333.8	959.4
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.0	0.0	3.0	4.7
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	4.5	1.5	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	5.0	3.0	87.5	131.2
Spinta passiva sulla fondaz. Sp x 0.5 <i>*non sommati</i>	-14.7*	-7.3*	0.0*	0.0*
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 127.0	M₉ = 407.0	P₉ = 494.2	M₈ = 1289.8

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:
 Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 57.4$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . . . $Q_8 = 0.27$ m
 Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 436.9$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . . $C_8 = 3.00$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.146$ MPa
 OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 12.8^\circ$
Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo $R_d = (1289.8 + 7.3) / 1.0 = 1297.2 > E_d = 407$
Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo $R_d = (711.2) / 1.0 = 711.2 > E_d = 261.5$
 Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 211$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 138$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (1a formula di Mononobe-Okabe) $K_0 = 0.278$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M _{Ed} (1) sulla sez. naturale	M _{Edu} (1) sulla sez. traslata	N _{Ed} (2)	V _{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b _w larghez- za taglio	staffe $\alpha^\circ, \text{ctg}\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M _{Rd} baricen- trico	V _{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	188.2	188.2	69.3	68.3	81.1	73.2	119.4	19.4	45°, 1.0	7.42	20.80	4.59	8.58	590.5	288.8	
2	122.3	122.3	0.0	110.3	48.0	41.6	125.0	125.0	45°, 1.0	7.96	35.88	6.16	15.10	538.8	312.9	
3	60.8	60.8	0.0	69.7	34.1	27.7	125.0	125.0	-	6.17	28.08	6.16	11.53	277.9	230.2	
4	-8.4	-8.4	0.0	8.0	21.4	15.0	125.0	125.0	-	3.80	12.18	6.16	0.00	-55.9	107.0	
10	-1.0	-0.9	6.2	2.1	30.9	25.4	12.7	12.7	73°, 1.0	6.26	6.28	4.59	3.96	-40.7	43.3	
11	0.8	1.3	9.6	4.7	36.3	30.8	113.5	13.5	73°, 1.0	3.09	6.28	4.59	3.96	77.4	51.5	
12	12.6	14.9	19.0	13.5	47.1	40.3	115.1	15.1	73°, 1.0	3.95	9.42	4.59	3.96	147.3	65.3	
13	29.7	34.2	27.2	22.0	54.4	46.9	116.1	16.1	73°, 1.0	4.36	10.30	4.59	3.96	187.5	74.2	
14	50.1	56.9	34.8	29.8	60.1	51.4	117.0	17.0	73°, 1.0	4.95	12.57	4.59	3.96	250.0	79.8	
16	106.4	119.8	50.9	47.4	70.4	62.0	118.4	18.4	73°, 1.0	6.42	18.25	4.59	5.07	436.3	123.3	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 Med=Medu perché ctg(alfa)=ctg(teta)=1; nelle sezioni 3 e 4 a1=0 perché il momento flettente è già massimo

programma Tensiter 'Muri 2018' vers.1.2.3

Norma: Italia D.M 17/1/2018

Scheda 7. Portanza della fondazione

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Coefficienti SLU "favorevoli" e "sfavorevoli"

Prefabbricato tipo u60NM

Condizione di carico "Esercizio"

Calcolo con la formula di Brinch-Hansen 1970 (valida per terreno omogeneo e condizioni drenate)

Dati geotecnici del terreno di fondazione:

		Natura di terreno di fondazione	Unità geotecnica 'SL' (sabbie con limo, sabbie limose)		
ϕ	Angolo d'attrito nominale	gradi	30.0°	$\phi = \text{rad}$	0.5236
c	Coesione drenata	kN/m ²	10		
γ	Peso specifico	kN/m ³	9.00		
Iv	Inclinazione del terreno a valle	%	0.0%	$\epsilon = \text{rad}$	0.0000

Dati geometrici della fondazione:

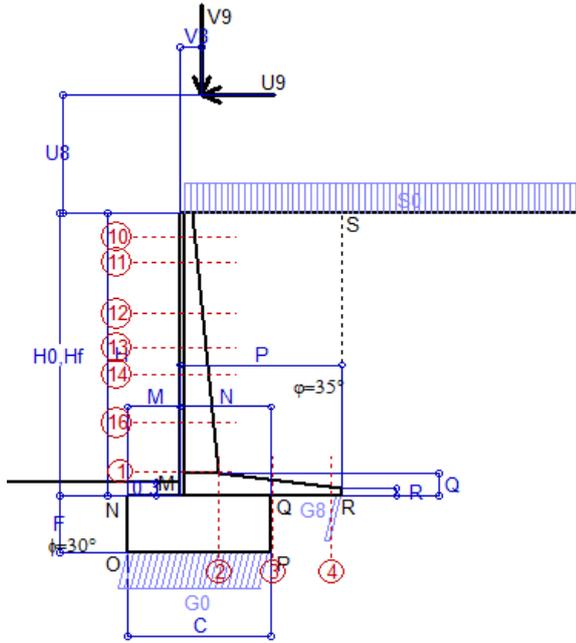
E	Spessore della terra sulla fondazione	m	0.30		
F	Spessore della fondazione (facciata di valle)	m	1.20		
I7	Inclinazione del letto di posa	%	0.0%	$\alpha = \text{rad}$	0.0000

Verifiche allo stato limite ultimo (A1+M1+R3)			Scheda 1	Sisma
Carichi agenti sulla fondazione:				
N	Componente verticale (G0)	kN/m	645.0	427.7
β	Obliquità del carico rispetto alla verticale	gradi	13.09°	11.69°
H	Componente orizzontale = G0 * tan(β)	kN/m	150.0	88.5
B	Larghezza del nastro di appoggio (C8)	m	3.00	3.00
Dati influenzati dal tipo di verifica:				
Φ	Angolo d'attrito assunto nel calcolo	rad	0.5236	0.5236
E5	Distanza della risultante dal bordo esterno della fondazione	m	1.50	1.50
D	Affondamento = E + F + E5 * Iv	m	1.50	1.50
Termini della formula di Brinch-Hansen				
Profondità = $[\gamma D N_q] s_q d_q i_q b_q g_q z_q$			kN/m ²	167.42
Coefficiente base $N_q = \tan^2(45^\circ + \Phi / 2) e^{\pi \tan \Phi}$			18.40	18.40
Inclinaz. terreno a valle $g_q = (1 - \tan \epsilon)^2$			1.00	1.00
Lunghezza del muro $s_q = 1$ (fondazione nastriforme)			1.00	1.00
Larghezza fondazione $d_q = 1 + 2 \tan \Phi (1 - \sin \Phi)^2 x \text{se}[D < B; D/B; \text{atn}(D/B)]$			1.14	1.14
Inclinazione letto di posa $b_q = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$			1.00	1.00
Inclinaz. della risultante i_q #RIF!			0.59	0.63
Paolucci e Pecker 1997 $z_q = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$			-	0.977
Coesione = $[c N_c] s_c d_c i_c b_c g_c z_c$			kN/m ²	196.40
Coefficiente base $N_c = (N_q - 1) \cot \Phi$			30.14	30.14
Inclinaz. terreno a valle $g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \Phi)$			1.00	1.00
Lunghezza del muro $s_c = 1$ (fondazione nastriforme)			1.00	1.00
Larghezza fondazione $d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \Phi)$			1.15	1.15
Inclinazione letto di posa $b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \Phi)$			1.00	1.00
Inclinaz. della risultante $i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c \tan \Phi)$			0.57	0.61
Paolucci e Pecker 1997 $z_c = 1 - 0.34 K_h$			-	0.987
Superficie = $[\frac{1}{2} \gamma B N_\gamma] s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma z_\gamma$			kN/m ²	146.17
Coefficiente base $N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \Phi$			22.40	22.40
Inclinaz. terreno a valle $g_\gamma = (1 - \tan \epsilon)^2$			1.00	1.00
Lunghezza del muro $s_\gamma = 1$ (fondazione nastriforme)			1.00	1.00
Larghezza fondazione $d_\gamma = 1.00$			1.00	1.00
Inclinazione letto di posa $b_\gamma = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$			1.00	1.00
Inclinaz. della risultante i_γ #RIF!			0.48	0.54
Paolucci e Pecker 1997 $z_\gamma = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$			-	0.977
Verifica della capacità portante				
q_{LIM}	Carico unitario limite (Meyerhof)	Mpa	0.510	0.543
γ_R	Coeff. per le verifiche SLU di fondazioni superficiali		1.4	1.2
C_p	Capacità portante, tenuto conto di γ_R	kN	1092.8	1358.2
G_0	Carico effettivo, dovuto alle forze esterne	kN	645.0	427.7
La struttura è verificata al collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno per l'approccio 2 (A1+M1+R3)				

Scheda 8: Approccio 2, (A1+M1+R3)

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Condizione di carico "Vento"



Dati

$H_m = 6.00$ m	Prefabbricato tipo u60NM	$H_0 = 6.00$ m
$C = 3.00$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 6.00$ m
$F = 1.20$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$M = 1.10$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35.00^\circ$
$N = 1.90$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 3.40$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.48$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.580$
$U_V = 2.50$ m	Forza orizzontale concentrata	$U_9 = 7.625$ kN/cad
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad
$R = 0.15$ m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$i_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine)	$K_1 = 0.271$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H = 6.00$ m
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$O_3 = 0.00^\circ$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1.3	114.1	365.3	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1.5	48.8	204.9	0.0	0.0
Peso struttura (parete+platea) x 1.3	0.0	0.0	67.5	143.1
Peso terra x 1.3 e sovracc. x 1.50	0.0	0.0	530.8	1 519.2
Forze concentrate (U9+V9) x 1.5	9.2	88.8	4.5	7.0
Spinta della terra sulla fondaz. x 1.3	4.5	1.7	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1.3	0.0	0.0	117.0	175.5
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 176.5	M₉ = 660.5	P₉ = 719.7	M₈ = 1 844.8

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezziera della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 = 39.7$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$Q_8 = 0.14$ m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 680.1$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$C_8 = 3.00$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_t = 0.227$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 13.8^\circ$

Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo $R_d = (719.7 * 0.58) / 1.1 = 379.5 > E_d = 176.5$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo $R_d = (1844.8) / 1.15 = 1604.1 > E_d = 660.5$

Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo $R_d = (1006.2) / 1.15 = 875.0 > E_d = 452.4$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 341$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 222$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb) $K_0 = 0.244$ Freccia in cima al pannello mm 18.43

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M _{Ed} (1) sulla sez. naturale	M _{Edu} (1) sulla sez. traslata	N _{Ed} (2)	V _{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b _w larghez- za taglio	staffe α° , ctg Θ	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M _{Rd} baricen- trico	V _{Rd}	
	KN.m	KN.m	KN	KN	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	KN.m	KN		
1	407.9	407.9	100.9	98.8	81.1	73.2	119.4	19.4	45°, 1.0	7.56	20.80	4.59	8.58	597.6	280.1	
2	265.1	265.1	0.0	238.9	48.0	41.6	125.0	125.0	45°, 1.0	7.96	35.88	6.16	15.10	538.8	312.9	
3	163.7	163.7	0.0	121.9	34.1	27.7	125.0	125.0	-	6.17	28.08	6.16	11.53	277.9	230.2	
4	-2.3	-2.3	0.0	2.9	18.0	11.6	125.0	125.0	-	3.27	9.74	6.16	0.00	-44.2	83.9	
10	33.6	35.0	10.2	2.9	30.9	25.4	112.7	12.7	73°, 1.0	2.96	6.28	4.59	3.96	65.3	41.5	
11	44.7	47.1	16.0	9.0	36.3	30.8	113.5	13.5	73°, 1.0	3.12	6.28	4.59	3.96	77.8	49.3	
12	82.7	88.6	30.8	23.6	47.1	40.3	115.1	15.1	73°, 1.0	4.00	9.42	4.59	3.96	148.5	62.0	
13	123.1	132.8	42.9	36.1	54.4	46.9	116.1	16.1	73°, 1.0	4.43	10.30	4.59	3.96	189.5	70.2	
14	165.3	178.7	53.6	46.7	60.1	51.4	117.0	17.0	73°, 1.0	5.04	12.57	4.59	3.96	252.8	75.2	
16	269.7	293.2	76.1	70.8	70.4	62.0	118.4	18.4	73°, 1.0	6.52	18.25	4.59	5.07	440.9	117.3	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

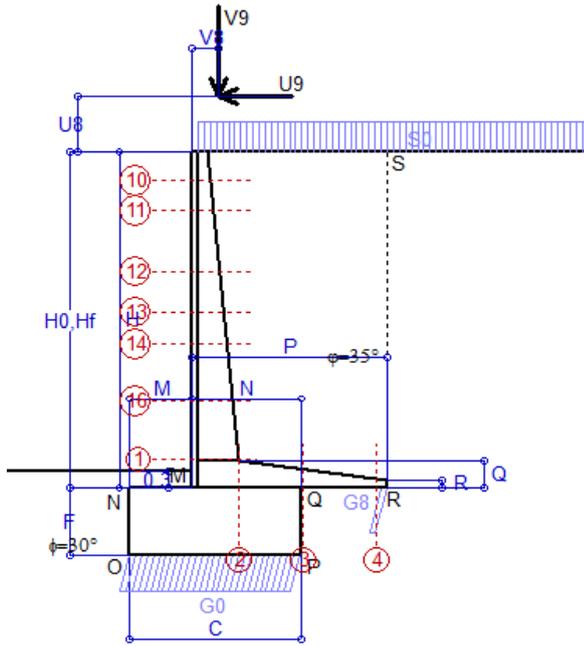
(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 Med=Medu perché ctg(alpha)=ctg(teta)=1; nelle sezioni 3 e 4 a1=0 perché il momento flettente è già massimo

Scheda 9: Urto sul sicurvia da 14.29 kN/cad a 1.00 m da terra

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Coefficienti SLU per azioni eccezionali



Dati

$H_m = 6.00$ m	Prefabbricato tipo u60NM	$H_0 = 6.00$ m
$C = 3.00$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 6.00$ m
$F = 1.20$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$M = 1.10$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$N = 1.90$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 3.40$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.48$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$U_v = 1.00$ m	Urto: Forza orizzontale concentrata	$U_9 = 14.29$ kN/cad
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad
$R = 0.15$ m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$i_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.271$
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$H = 6.00$ m
	$O_3 = 0.00^\circ$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1	87.8	281.0	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1	32.5	136.6	0.0	0.0
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.0	0.0	51.9	110.1
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	0.0	0.0	397.8	1 139.3
Forze concentrate (U9+V9) x 1	11.4	93.7	3.0	4.7
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	3.4	1.3	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	0.0	0.0	90.0	135.0
TOTALI (GEO e STR)	S₉ =	M₉ =	P₉ =	M₈ =
	135.2	512.6	542.7	1 389.0

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 = 23.6$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$Q_8 = 0.11$ m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 519.2$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$C_8 = 3.00$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_t = 0.173$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 14.0^\circ$

Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo

$$R_d = (542.7 * 0.58) / 1.1 = 286.2 > E_d = 135.2$$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo

$$R_d = (1389) / 1.15 = 1207.9 > E_d = 512.6$$

Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo

$$R_d = (756) / 1.15 = 657.4 > E_d = 353.2$$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 259$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 171$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u. (STR)

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb)

Freccia in cima al pannello mm 14.51

$K_0 = 0.244$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni						Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	$M_{Ed,u}$ (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b_w larghez- za taglio	staffe $\alpha^\circ, \text{ctg}\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o infer. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricen- trico	V_{Rd}
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	322.7	322.7	75.1	75.5	81.1	73.2	119.4	19.4	45°, 1.0	7.45	20.80	4.59	8.58	591.8	288.3
2	211.8	211.8	0.0	188.4	48.0	41.6	125.0	125.0	45°, 1.0	7.96	35.88	6.16	15.10	538.8	312.9
3	134.0	134.0	0.0	94.2	34.1	27.7	125.0	125.0	-	6.17	28.08	6.16	11.53	277.9	230.2
4	-1.1	-1.1	0.0	1.5	17.4	11.0	125.0	125.0	-	3.17	9.28	6.16	0.00	-42.0	80.8
10	21.0	22.4	7.1	9.3	30.9	25.4	112.7	12.7	73°, 1.0	2.95	6.28	4.59	3.96	65.1	42.4
11	32.1	34.4	11.3	12.2	36.3	30.8	113.5	13.5	73°, 1.0	3.10	6.28	4.59	3.96	77.5	50.5
12	65.7	70.7	22.3	21.3	47.1	40.3	115.1	15.1	73°, 1.0	3.96	9.42	4.59	3.96	147.7	64.2
13	99.2	107.0	31.3	29.7	54.4	46.9	116.1	16.1	73°, 1.0	4.38	10.30	4.59	3.96	188.1	73.2
14	133.1	143.8	39.4	37.2	60.1	51.4	117.0	17.0	73°, 1.0	4.97	12.57	4.59	3.96	250.7	78.9
16	215.4	233.8	56.3	54.7	70.4	62.0	118.4	18.4	73°, 1.0	6.44	18.25	4.59	5.07	437.2	122.6

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
11 - GEO (A2-M2-R2)	-1.50; 0.00	7.93	1.504
12 - GEO (A2-M2-R2)	-2.00; 1.00	9.05	1.344
13 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-2.00; 1.00	9.05	1.734
14 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-2.00; 1.00	9.05	1.733

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte	
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto	
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)	
W	peso della striscia espresso in [kN]
Qy	carico sulla striscia espresso in [kN]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
Tx; Ty	Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

Combinazione n° 11 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W	Qy	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	13.91	0.00	6.43 - 0.54	79.385	29.256	0	0.0	
2	33.23	0.00	0.54	64.284	29.256	0	0.0	
3	42.56	0.00	0.54	56.293	29.256	0	0.0	
4	49.55	0.00	0.54	49.775	29.256	0	0.0	
5	55.15	0.00	0.54	44.056	29.256	0	0.0	
6	62.60	0.00	0.54	38.852	24.791	8	1.7	
7	64.29	0.00	0.54	34.009	24.791	8	5.6	
8	67.71	0.00	0.54	29.430	24.791	8	8.8	
9	72.26	0.00	0.54	25.050	24.791	8	11.6	
10	77.19	0.00	0.54	20.823	24.791	8	13.8	
11	79.16	0.00	0.54	16.712	24.791	8	15.6	
12	81.74	3.75	0.54	12.688	24.791	8	17.0	
13	28.02	0.00	0.54	8.727	24.791	8	18.0	
14	25.50	0.00	0.54	4.808	24.791	8	18.6	
15	22.30	0.00	0.54	0.911	24.791	8	18.9	
16	21.46	0.00	0.54	-2.981	24.791	8	18.8	
17	21.01	0.00	0.54	-6.887	24.791	8	18.3	
18	20.19	0.00	0.54	-10.826	24.791	8	17.5	
19	19.01	0.00	0.54	-14.817	24.791	8	16.3	
20	17.42	0.00	0.54	-18.884	24.791	8	14.7	
21	15.42	0.00	0.54	-23.053	24.791	8	12.7	
22	12.96	0.00	0.54	-27.356	24.791	8	10.2	
23	10.00	0.00	0.54	-31.835	24.791	8	7.2	
24	6.45	0.00	0.54	-36.545	24.791	8	3.6	
25	2.20	0.00	-7.03 - 0.54	-40.880	29.256	0	0.0	

Combinazione n° 12 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W	Qy	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	12.91	15.69	7.00 - 0.60	75.748	29.256	0	0.0	
2	32.47	15.69	0.60	63.761	29.256	0	0.0	
3	43.99	15.69	0.60	56.013	29.256	0	0.0	
4	52.71	15.69	0.60	49.639	29.256	0	0.0	
5	59.74	15.69	0.60	44.028	29.256	0	0.0	
6	65.60	15.69	0.60	38.912	24.791	8	0.3	
7	71.78	15.69	0.60	34.145	24.791	8	4.7	
8	75.43	15.69	0.60	29.635	24.791	8	8.4	
9	80.92	15.69	0.60	25.321	24.791	8	11.5	
10	86.87	15.69	0.60	21.156	24.791	8	14.0	
11	89.38	15.69	0.60	17.106	24.791	8	16.1	
12	69.86	9.31	0.60	13.143	24.791	8	17.7	
13	28.90	0.00	0.60	9.243	24.791	8	18.9	

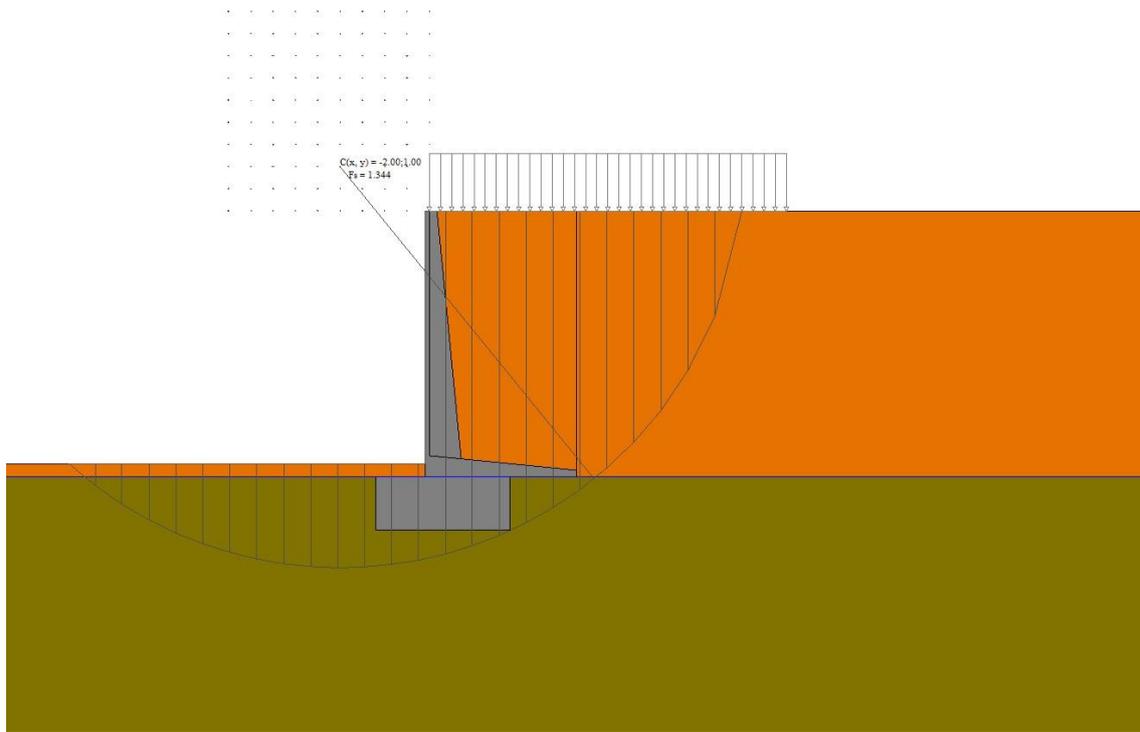
n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
14	27.76	0.00	0.60	5.387	24.791	8	19.6	
15	25.42	0.00	0.60	1.554	24.791	8	20.0	
16	25.38	0.00	0.60	-2.271	24.791	8	20.0	
17	24.90	0.00	0.60	-6.107	24.791	8	19.5	
18	23.97	0.00	0.60	-9.970	24.791	8	18.7	
19	22.58	0.00	0.60	-13.880	24.791	8	17.4	
20	20.71	0.00	0.60	-17.858	24.791	8	15.8	
21	18.34	0.00	0.60	-21.927	24.791	8	13.6	
22	15.41	0.00	0.60	-26.117	24.791	8	11.0	
23	11.87	0.00	0.60	-30.464	24.791	8	7.8	
24	7.65	0.00	0.60	-35.016	24.791	8	4.0	
25	2.61	0.00	-8.09 - 0.60	-39.207	29.256	0	0.0	

Combinazione n° 13 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	12.91	2.41	7.00 - 0.60	75.748	35.000	0	0.0	
2	32.47	2.41	0.60	63.761	35.000	0	0.0	
3	43.99	2.41	0.60	56.013	35.000	0	0.0	
4	52.71	2.41	0.60	49.639	35.000	0	0.0	
5	59.74	2.41	0.60	44.028	35.000	0	0.0	
6	65.60	2.41	0.60	38.912	30.000	10	0.3	
7	71.78	2.41	0.60	34.145	30.000	10	4.7	
8	75.43	2.41	0.60	29.635	30.000	10	8.4	
9	80.92	2.41	0.60	25.321	30.000	10	11.5	
10	86.87	2.41	0.60	21.156	30.000	10	14.0	
11	89.38	2.41	0.60	17.106	30.000	10	16.1	
12	69.86	1.43	0.60	13.143	30.000	10	17.7	
13	28.90	0.00	0.60	9.243	30.000	10	18.9	
14	27.76	0.00	0.60	5.387	30.000	10	19.6	
15	25.42	0.00	0.60	1.554	30.000	10	20.0	
16	25.38	0.00	0.60	-2.271	30.000	10	20.0	
17	24.90	0.00	0.60	-6.107	30.000	10	19.5	
18	23.97	0.00	0.60	-9.970	30.000	10	18.7	
19	22.58	0.00	0.60	-13.880	30.000	10	17.4	
20	20.71	0.00	0.60	-17.858	30.000	10	15.8	
21	18.34	0.00	0.60	-21.927	30.000	10	13.6	
22	15.41	0.00	0.60	-26.117	30.000	10	11.0	
23	11.87	0.00	0.60	-30.464	30.000	10	7.8	
24	7.65	0.00	0.60	-35.016	30.000	10	4.0	
25	2.61	0.00	-8.09 - 0.60	-39.207	35.000	0	0.0	

Combinazione n° 14 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	12.91	2.41	7.00 - 0.60	75.748	35.000	0	0.0	
2	32.47	2.41	0.60	63.761	35.000	0	0.0	
3	43.99	2.41	0.60	56.013	35.000	0	0.0	
4	52.71	2.41	0.60	49.639	35.000	0	0.0	
5	59.74	2.41	0.60	44.028	35.000	0	0.0	
6	65.60	2.41	0.60	38.912	30.000	10	0.3	
7	71.78	2.41	0.60	34.145	30.000	10	4.7	
8	75.43	2.41	0.60	29.635	30.000	10	8.4	
9	80.92	2.41	0.60	25.321	30.000	10	11.5	
10	86.87	2.41	0.60	21.156	30.000	10	14.0	
11	89.38	2.41	0.60	17.106	30.000	10	16.1	
12	69.86	1.43	0.60	13.143	30.000	10	17.7	
13	28.90	0.00	0.60	9.243	30.000	10	18.9	
14	27.76	0.00	0.60	5.387	30.000	10	19.6	
15	25.42	0.00	0.60	1.554	30.000	10	20.0	
16	25.38	0.00	0.60	-2.271	30.000	10	20.0	
17	24.90	0.00	0.60	-6.107	30.000	10	19.5	
18	23.97	0.00	0.60	-9.970	30.000	10	18.7	
19	22.58	0.00	0.60	-13.880	30.000	10	17.4	
20	20.71	0.00	0.60	-17.858	30.000	10	15.8	
21	18.34	0.00	0.60	-21.927	30.000	10	13.6	
22	15.41	0.00	0.60	-26.117	30.000	10	11.0	
23	11.87	0.00	0.60	-30.464	30.000	10	7.8	
24	7.65	0.00	0.60	-35.016	30.000	10	4.0	
25	2.61	0.00	-8.09 - 0.60	-39.207	35.000	0	0.0	



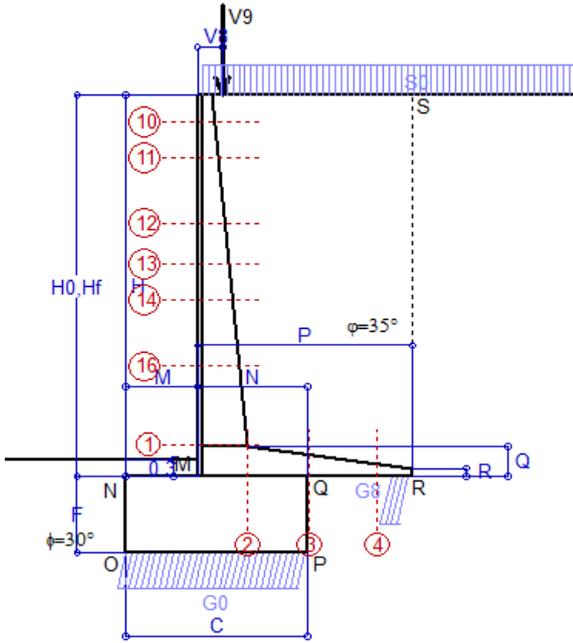
Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 12)

Errore. Il segnalibro non è definito.

Scheda 1: Approccio 2, (A1+M1+R3)

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Condizione di carico "Esercizio"



Dati

$H_m = 7.00$ m	Prefabbricato tipo u70NM	$H_0 = 7.00$ m
$C = 3.30$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 7.00$ m
$F = 1.40$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$M = 1.30$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35.00^\circ$
$N = 2.00$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 3.90$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.55$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.580$
$U_V = 0.00$ m	Forza orizzontale concentrata	$U_g = 0.00$ kN/cad
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad
$R = 0.15$ m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$i_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.271$
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$H = 7.00$ m
	$O_3 = 0.00^\circ$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1.3	155.4	580.0	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1.5	56.9	278.8	0.0	0.0
Peso struttura (parete+platea) x 1.3	0.0	0.0	85.2	212.1
Peso terra x 1.3 e sovracc. x 1.50	0.0	0.0	694.5	2 303.7
Forze concentrate (U9+V9) x 1.5	0.0	0.0	4.5	7.9
Spinta della terra sulla fondaz. x 1.3	5.7	2.6	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1.3	0.0	0.0	150.1	247.7
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 217.9	M₉ = 861.5	P₉ = 934.3	M₈ = 2 771.4

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzera della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 = 121.2$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$Q_8 = 0.37$ m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 813.1$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$C_8 = 3.30$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_t = 0.246$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 13.1^\circ$

Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo $R_d = (934.3 * 0.58) / 1.1 = 492.6 > E_d = 217.9$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo $R_d = (2771.4) / 1.15 = 2409.9 > E_d = 861.5$

Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo $R_d = (1504.3) / 1.15 = 1308.1 > E_d = 561.7$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 417$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 246$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb) $K_0 = 0.244$

Freccia in cima al pannello mm 15.12

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M _{Ed} (1) sulla sez. naturale	M _{Edu} (1) sulla sez. traslata	N _{Ed} (2)	V _{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b _w larghez- za taglio	staffe α° , ctg Θ	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M _{Rd} baricen- trico	V _{Rd}	
	KN.m	KN.m	KN	KN	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	KN.m	KN		
1	479.9	479.9	127.6	129.1	90.1	82.2	120.3	20.3	45°, 1.0	9.03	26.61	4.59	9.25	856.8	336.7	
2	311.9	311.9	0.0	253.6	55.0	48.5	125.0	125.0	45°, 1.0	8.98	40.50	7.10	15.68	711.1	378.6	
3	167.3	167.3	0.0	144.5	40.3	33.8	125.0	125.0	-	7.17	33.38	7.10	12.07	403.5	266.4	
4	-19.8	-19.8	0.0	17.1	23.4	17.0	125.0	125.0	-	4.02	12.30	7.10	0.00	-64.8	121.2	
10	-0.7	-0.2	10.2	5.6	30.6	25.1	12.7	12.7	73°, 1.0	6.24	6.94	4.59	3.96	-40.8	41.0	
11	5.9	7.4	17.3	12.5	37.1	31.6	113.6	13.6	73°, 1.0	3.26	6.94	4.59	3.96	87.4	50.5	
12	38.3	43.7	34.3	29.4	49.1	42.3	115.3	15.3	73°, 1.0	4.25	10.36	4.59	3.96	170.5	64.5	
13	76.7	86.2	47.5	43.0	56.6	49.1	116.3	16.3	73°, 1.0	4.73	11.40	4.59	3.96	219.4	72.8	
14	124.2	138.9	60.6	56.9	63.2	56.1	117.2	17.2	73°, 1.0	5.71	15.21	4.59	3.96	331.9	81.0	
16	254.0	281.6	88.9	86.4	75.4	67.0	118.9	18.9	73°, 1.0	7.54	22.81	4.59	5.07	592.3	124.7	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 Med=Medu perché ctg(alpha)=ctg(teta)=1; nelle sezioni 3 e 4 a1=0 perché il momento flettente è già massimo

Scheda 2: Verifica SLE combinaz. RARA

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Condizione di carico "Esercizio"

Dati

$H_m = 7.00$ m	Prefabbricato tipo u70NM	$H_0 = 7.00$ m
$C = 3.30$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 7.00$ m
$F = 1.40$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$M = 1.30$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$N = 2.00$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 3.90$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.55$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.271$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
119.51	446.16	0.00	0.00
37.94	185.90	0.00	0.00
0.00	0.00	65.50	163.18
0.00	0.00	522.24	1733.06
0.00	0.00	3.00	5.25
4.37	2.01	0.00	0.00
0.00	0.00	115.50	190.57
$S_9 = 161.81$	$M_9 = 634.07$	$P_9 = 706.24$	$M_8 = 2092.07$

Spinta della terra su sez. R-S x 1
 Spinta del sovraccar. su R-S x 1
 Peso struttura (parete+platea) x 1
 Peso terra e sovraccarico x 1
 Forze concentrate (U9+V9) x 1
 Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 Peso della fondazione x 1
**non sommati*

Totali

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O' = 2.754
 GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 2.531
 Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 96.34$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $Q_8 = 0.38$ m
 Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 609.90$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. $C_8 = 3.30$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.185$ MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 12.9^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 10.46

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb)

$K_0 = 0.244$

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di partecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. c+ Φ_{staffe}	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	353.5	95.2	137.4	120.3	90.1	82.2	26.61	4.59	157	6.05	40	0.120
2	229.8	0.0	255.0	125.0	55.0	48.5	40.50	7.10	127	6.83	52	0.119
3	116.7	0.0	157.5	125.0	40.3	33.8	33.38	7.10	113	6.70	52	0.089
4	-17.0	0.0	0.0	125.0	23.9	17.4	12.62	7.10	132	5.69	52	0.000
10	-0.4	7.1	3.4	12.7	30.6	25.1	6.94	4.59	0	0.17	38	0.000
11	4.2	12.3	9.8	113.6	37.1	31.6	6.94	4.59	16	0.65	38	0.000
12	27.4	24.9	27.1	115.3	49.1	42.3	10.74	4.59	57	2.01	38	0.000
13	55.1	34.8	41.7	116.3	56.6	49.1	11.40	4.59	95	3.04	38	0.048
14	89.9	44.6	56.8	117.2	63.2	56.1	15.21	4.59	102	3.50	38	0.062
16	185.7	66.0	90.4	118.9	75.4	67.0	22.81	4.59	119	4.58	38	0.081

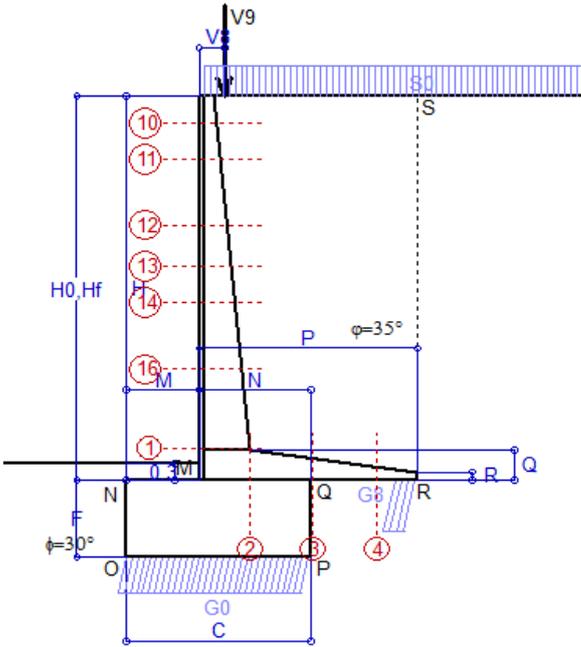
(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 3: Verifica SLE combinaz. FREQUENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Condizione di carico "Esercizio"



Dati

$H_m = 7.00$ m	Prefabbricato tipo u70NM	$H_0 = 7.00$ m
$C = 3.30$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 7.00$ m
$F = 1.40$ m	Angolo d'attrito della terra	$\phi = 35^\circ$
$M = 1.30$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 15.0$ kN/m ²
$N = 2.00$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 3.90$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.55$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.271$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
119.51	446.16	0.00	0.00
28.45	139.42	0.00	0.00
0.00	0.00	65.50	163.18
0.00	0.00	502.74	1 669.68
0.00	0.00	3.00	5.25
4.36	2.01	0.00	0.00
0.00	0.00	115.50	190.57
$S_9 = 152.32$	$M_9 = 587.60$	$P_9 = 686.74$	$M_8 = 2 028.69$

- Spinta della terra su sez. R-S x 1
 - Spinta del sovraccar. su R-S x 1
 - Peso struttura (parete+platea) x 1
 - Peso terra e sovraccarico x 1
 - Forze concentrate (U9+V9) x 1
 - Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 - Peso della fondazione x 1
- *non sommati
- Totali

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O' = 2.895

GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 2.615

Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 101.36$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $Q_8 = 0.40$ m

Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 585.38$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. $C_8 = 3.30$ m

TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.177$ MPa

OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 12.5^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 9.37

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb)

$K_0 = 0.244$

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di partecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricopr. c+ Φ_{staffe}	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	323.9	91.4	128.5	120.3	90.1	82.2	26.61	4.59	144	5.56	40	0.107
2	210.5	0.0	233.7	125.0	55.0	48.5	40.50	7.10	117	6.25	52	0.000
3	97.4	0.0	142.7	125.0	40.3	33.8	33.38	7.10	95	5.59	52	0.000
4	-20.2	0.0	0.0	125.0	24.7	18.2	13.17	7.10	152	6.35	52	0.000
10	-0.6	6.8	2.7	12.7	30.6	25.1	6.94	4.59	0	0.22	38	0.000
11	3.2	11.6	8.2	113.6	37.1	31.6	6.94	4.59	11	0.50	38	0.000
12	23.3	23.5	23.8	115.3	49.1	42.3	10.74	4.59	48	1.72	38	0.000
13	48.1	32.9	37.4	116.3	56.6	49.1	11.40	4.59	82	2.66	38	0.000
14	79.6	42.4	51.5	117.2	63.2	56.1	15.21	4.59	90	3.11	38	0.048
16	167.5	63.0	83.5	118.9	75.4	67.0	22.81	4.59	107	4.14	38	0.069

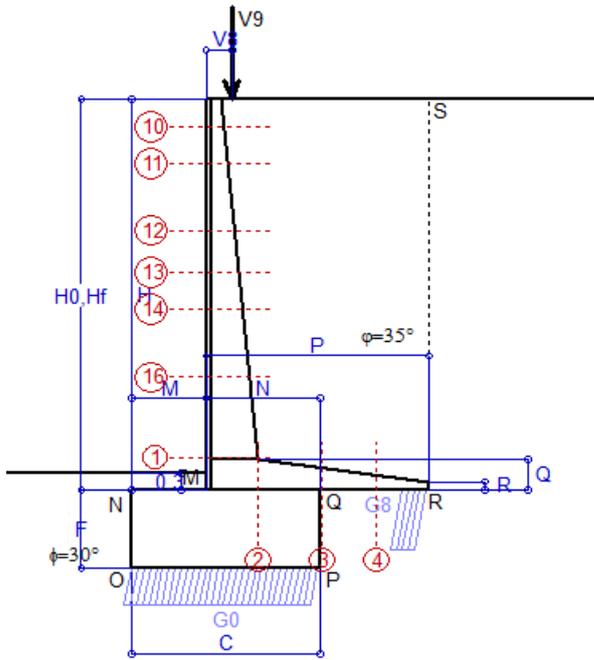
(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 4: Verifica SLE combinaz QUASI PERMANENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Condizione di carico "Esercizio"



Dati

$H_m = 7.00$ m	Prefabbricato tipo u70NM	$H_0 = 7.00$ m
$C = 3.30$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 7.00$ m
$F = 1.40$ m	Angolo d'attrito della terra	$\phi = 35^\circ$
$M = 1.30$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 0.0$ kN/m ²
$N = 2.00$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 3.90$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.55$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) $K_1 = 0.271$
 agente su una sezione ideale R-S di altezza $H_3 = 7.00$ m
 Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine) $K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
119.51	446.16	0.00	0.00
0.00	0.00	65.50	163.18
0.00	0.00	444.24	1 479.56
0.00	0.00	3.00	5.25
4.36	2.01	0.00	0.00
0.00	0.00	115.50	190.57
$S_9 = 123.87$	$M_9 = 448.17$	$P_9 = 628.24$	$M_8 = 1 838.57$

Spinta della terra su sez. R-S x 1
 Peso struttura (parete+platea) x 1
 Peso terra e sovraccarico x 1
 Forze concentrate (U9+V9) x 1
 Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 Peso della fondazione x 1
**non sommati*

Totali

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O' = 3.520
 GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 2.942
 Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 116.25$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $.Q_8 = 0.46$ m
 Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 511.99$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. $.C_8 = 3.30$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.155$ MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 11.2^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

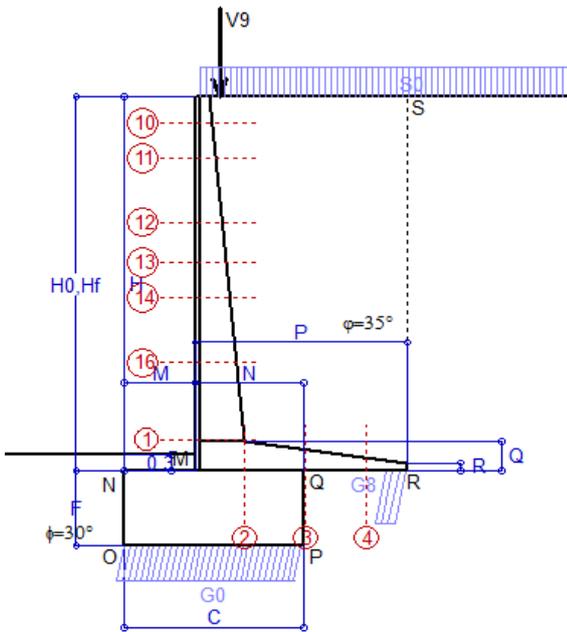
Freccia in cima al pannello mm 6.09

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Mononobe-Okabe: 2a form $K_0 = 0.244$

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di partecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricopr. c+ Φ_{staffe}	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	235.2	79.8	101.8	120.3	90.1	82.2	26.61	4.59	103	4.09	40	0.066
2	152.9	0.0	169.7	125.0	55.0	48.5	40.50	7.10	85	4.54	52	0.000
3	40.5	0.0	98.6	125.0	40.3	33.8	33.38	7.10	39	2.32	52	0.000
4	-33.1	0.0	0.0	125.0	27.3	20.8	15.04	7.10	220	8.44	52	0.000
10	-0.2	5.9	0.6	12.7	30.6	25.1	6.94	4.59	3	0.12	38	0.000
11	0.2	9.5	3.3	113.6	37.1	31.6	6.94	4.59	0	0.07	38	0.000
12	11.1	19.2	13.9	115.3	49.1	42.3	10.74	4.59	21	0.86	38	0.000
13	26.8	27.3	24.3	116.3	56.6	49.1	11.40	4.59	43	1.52	38	0.000
14	48.4	35.5	35.7	117.2	63.2	56.1	15.21	4.59	53	1.93	38	0.000
16	113.1	53.9	62.5	118.9	75.4	67.0	22.81	4.59	70	2.84	38	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 2.17^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.037$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.019$

Condizione di carico "Esercizio"

Dati

- $H_m = 7.00$ m
- $C = 3.30$ m
- $F = 1.40$ m
- $M = 1.30$ m
- $N = 2.00$ m
- $P = 3.90$ m
- $Q = 0.55$ m
- $U_v = 0.00$ m
- $V_8 = 0.45$ m
- $U_1 = 0.0$ m
- $R = 0.15$ m

Acceleraz. orizz. al suolo

Prefabbricato tipo u70NM

- Altezza della terra contro il pannello
- Sovraccarico sul rilevato (20%)
- Angolo d'attrito della terra
- Coefficiente d'attrito della fondazione
- Accelerazione massima locale
- Coeff. riduz. acceleraz. max attesa
- Forza orizzontale concentrata
- Forza verticale concentrata in cima
- Pendenza del rilevato vicino al muro
- Pendenza del rilevato lontano dal muro

$a_g/g = 0.061$

- $H_0 = 7.00$ m
- $H = 7.00$ m
- $S_0 = 4.0$ kN/m²
- $\phi = 35^\circ$
- $R_0 = 0.580$
- $a_{max}/g = 0.098$
- $\beta_m = 0.38$
- $U_g = 0.00$ kN/cad
- $V_g = 3.75$ kN/cad
- $I_g = 0.0\%$
- $I_b = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

- Coefficiente di spinta attiva della terra (Rankine con sisma) $K_1 = 0.276$
- agente su una sezione ideale R-S di altezza $H = 7.00$ m
- Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale $O_3 = 7.75^\circ$
- Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine) $K_3 = 0.266$
- Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Mononobe-Okabe) $K_p = 2.93$
- (Dati: $\phi = 30.00^\circ$ $\varepsilon = 0.0^\circ$ $\psi = 90^\circ$ $\delta = 0^\circ$)

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R'-S' x 1	120.5	449.9	16.4	85.3
Spinta del sovraccar. su R'-S' x 1	7.7	37.5	1.0	5.4
Peso struttura (parete+platea) x 1	2.4	6.9	64.3	160.1
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	16.5	84.6	451.3	1501.8
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.0	0.0	3.0	5.2
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	5.0	2.2	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	4.3	3.0	113.4	187.0
Spinta passiva sulla fondaz. Sp x 0.5 <i>*non sommati</i>	-19.1*	-10.8*	0.0*	0.0*
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 156.5	M₉ = 584.1	P₉ = 649.4	M₈ = 1944.9

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

- Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 98.1$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . . . $Q_8 = 0.39$ m
- Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 551.3$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . . $C_8 = 3.30$ m
- TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_f = 0.167$ MPa
- OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 11.9^\circ$

Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo $R_d = (649.4 * 0.58 + 19.1) / 1.0 = 395.7 > E_d = 156.5$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 276$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 162$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (1a formula di Mononobe-Okabe) $K_0 = 0.266$

Freccia in cima al pannello mm 8.20

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M _{Ed} (1) sulla sez. naturale	M _{Edu} (1) sulla sez. traslata	N _{Ed} (2)	V _{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato compresso	b _w larghezza taglio	staffe $\alpha^\circ, \text{ctg}\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M _{Rd} baricentrico	V _{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	283.1	283.1	87.1	86.9	90.1	82.2	120.3	20.3	45°, 1.0	8.86	26.61	4.59	9.25	846.3	348.4	
2	184.0	184.0	0.0	149.6	55.0	48.5	125.0	125.0	45°, 1.0	8.98	40.50	7.10	15.68	711.1	378.6	
3	84.4	84.4	0.0	94.0	40.3	33.8	125.0	125.0	-	7.17	33.38	7.10	12.07	403.5	266.4	
4	-21.7	-21.7	0.0	17.2	25.0	18.5	125.0	125.0	-	4.05	13.39	7.10	0.00	-68.4	132.0	
10	-1.0	-0.9	6.1	2.0	30.6	25.1	12.7	12.7	73°, 1.0	6.20	6.94	4.59	3.96	-40.1	42.8	
11	1.3	1.9	10.3	5.1	37.1	31.6	113.6	13.6	73°, 1.0	3.23	6.94	4.59	3.96	86.9	52.8	
12	16.0	18.7	21.0	15.2	49.1	42.3	115.3	15.3	73°, 1.0	4.19	10.36	4.59	3.96	169.1	68.2	
13	36.0	41.2	29.9	24.2	56.6	49.1	116.3	16.3	73°, 1.0	4.65	11.40	4.59	3.96	217.1	77.5	
14	62.5	70.9	38.9	33.8	63.2	56.1	117.2	17.2	73°, 1.0	5.62	15.21	4.59	3.96	328.6	86.6	
16	139.9	156.9	59.0	55.2	75.4	67.0	118.9	18.9	73°, 1.0	7.42	22.81	4.59	5.07	586.4	132.2	

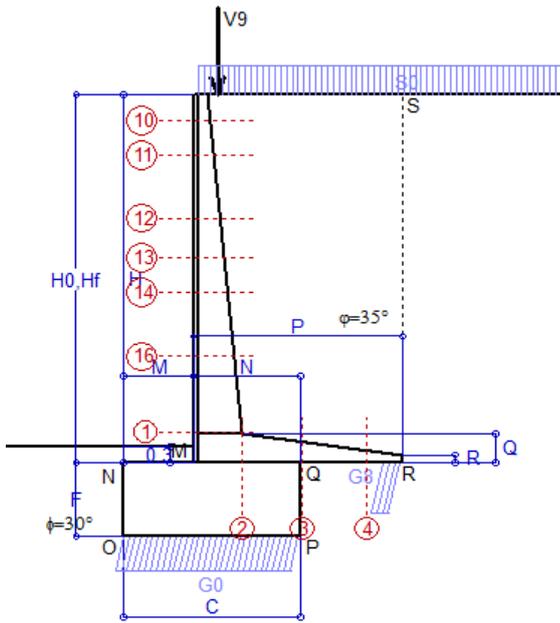
(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 6: Verifica sismica al ribaltamento

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dai km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Comune di Codrongianos



Condizione di carico "Esercizio"

Dati

$H_m = 7.00$ m
 $C = 3.30$ m
 $F = 1.40$ m
 $M = 1.30$ m
 $N = 2.00$ m
 $P = 3.90$ m
 $Q = 0.55$ m
 $U_v = 0.00$ m
 $V_8 = 0.45$ m
 $U_1 = 0.0$ m
 $R = 0.15$ m

Acceleraz. orizz. al suolo

Prefabbricato tipo u70NM
 Altezza della terra contro il pannello
 Sovraccarico sul rilevato (20%)
 Angolo d'attrito della terra
 Coefficiente d'attrito della fondazione
 Accelerazione massima locale
 Coeff. riduz. acceleraz. max attesa
 Forza orizzontale concentrata
 Forza verticale concentrata in cima
 Pendenza del rilevato vicino al muro
 Pendenza del rilevato lontano dal muro

$a_g/g = 0.061$

$H_0 = 7.00$ m
 $H = 7.00$ m
 $S_0 = 4.0$ kN/m²
 $\phi = 35^\circ$
 $R_0 = 0.580$
 $a_{max}/g = 0.098$
 $\beta_m = 0.57$
 $U_g = 0.00$ kN/cad
 $V_g = 3.75$ kN/cad
 $l_g = 0.0\%$
 $l_b = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

Coefficiente di spinta attiva della terra (Rankine con sisma) $K_1 = 0.282$
 agente su una sezione ideale R-S di altezza $H = 7.00$ m
 Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale $O_3 = 11.44^\circ$
 Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine) $K_3 = 0.278$
 Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Mononobe-Okabe) $K_p = 2.90$
 (Dati: $\phi = 30.00^\circ$ $\epsilon = 0.0^\circ$ $\psi = 90^\circ$ $\delta = 0^\circ$)

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R'-S' x 1	121.8	454.8	24.7	128.2
Spinta del sovraccar. su R'-S' x 1	7.7	37.9	1.6	8.1
Peso struttura (parete+platea) x 1	3.7	10.4	63.7	158.6
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	24.8	127.1	447.0	1487.5
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.0	0.0	3.0	5.2
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	5.5	2.3	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	6.5	4.5	112.3	185.2
Spinta passiva sulla fondaz. Sp x 0.5 <i>*non sommati</i>	-18.8*	-10.7*	0.0*	0.0*
TOTALI (GEO e STR)	S_g = 170.0	M_g = 637.0	P_g = 652.1	M_g = 1972.9

Angolo di rotazione sismica $\Theta = 3.29^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.056$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.028$

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:
 Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 88.7$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . . . $Q_8 = 0.35$ m
 Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 563.4$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . . $C_8 = 3.30$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.171$ MPa
 OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 13.0^\circ$
Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo $R_d = (1972.9 + 10.7) / 1.0 = 1983.6 > E_d = 637$
Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo $R_d = (1085.9) / 1.0 = 1085.9 > E_d = 408.9$
 Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 278$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 173$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (1a formula di Mononobe-Okabe) Freccia in cima al pannello mm 8.67
 $K_0 = 0.278$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M _{Ed} (1) sulla sez. naturale	M _{Edu} (1) sulla sez. traslata	N _{Ed} (2)	V _{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b _w larghez- za taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M _{Rd} baricen- trico	V _{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	297.4	297.4	89.4	91.1	90.1	82.2	120.3	20.3	45°, 1.0	8.87	26.61	4.59	9.25	846.9	347.0	
2	193.3	193.3	0.0	157.1	55.0	48.5	125.0	125.0	45°, 1.0	8.98	40.50	7.10	15.68	711.1	378.6	
3	103.2	103.2	0.0	98.4	40.3	33.8	125.0	125.0	-	7.17	33.38	7.10	12.07	403.5	266.4	
4	-17.6	-17.6	0.0	14.8	24.0	17.5	125.0	125.0	-	4.03	12.68	7.10	0.00	-66.0	124.9	
10	-1.0	-0.9	6.2	2.1	30.6	25.1	12.7	12.7	73°, 1.0	6.20	6.94	4.59	3.96	-40.1	42.7	
11	1.4	2.1	10.4	5.4	37.1	31.6	113.6	13.6	73°, 1.0	3.23	6.94	4.59	3.96	86.9	52.7	
12	17.0	19.8	21.4	16.0	49.1	42.3	115.3	15.3	73°, 1.0	4.19	10.36	4.59	3.96	169.2	67.9	
13	38.1	43.5	30.5	25.4	56.6	49.1	116.3	16.3	73°, 1.0	4.65	11.40	4.59	3.96	217.1	77.1	
14	65.9	74.8	39.7	35.5	63.2	56.1	117.2	17.2	73°, 1.0	5.62	15.21	4.59	3.96	328.7	86.1	
16	147.1	165.0	60.4	57.9	75.4	67.0	118.9	18.9	73°, 1.0	7.42	22.81	4.59	5.07	586.6	131.4	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 Med=Medu perché ctg(alfa)=ctg(teta)=1; nelle sezioni 3 e 4 a1=0 perché il momento flettente è già massimo

programma Tensiter 'Muri 2018' vers.1.2.3

Norma: Italia D.M 17/1/2018

Scheda 7. Portanza della fondazione

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Coefficienti SLU "favorevoli" e "sfavorevoli"

Prefabbricato tipo u70NM

Condizione di carico "Esercizio"

Calcolo con la formula di Brinch-Hansen 1970 (valida per terreno omogeneo e condizioni drenate)

Dati geotecnici del terreno di fondazione:

	Natura di terreno di fondazione	Unità geotecnica 'SL' (sabbie con limo, sabbie limose)			
ϕ	Angolo d'attrito nominale	gradi	30.0°	$\phi = \text{rad}$	0.5236
c	Coesione drenata	kN/m ²	10		
γ	Peso specifico	kN/m ³	9.00		
Iv	Inclinazione del terreno a valle	%	0.0%	$\epsilon = \text{rad}$	0.0000

Dati geometrici della fondazione:

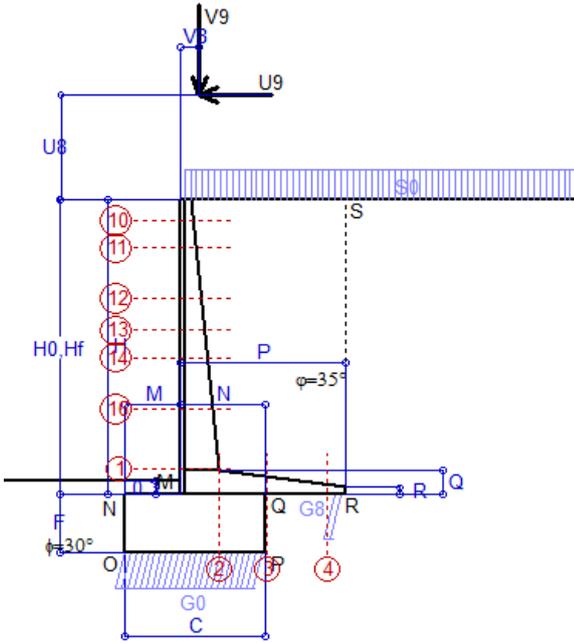
E	Spessore della terra sulla fondazione	m	0.30		
F	Spessore della fondazione (facciata di valle)	m	1.40		
I7	Inclinazione del letto di posa	%	0.0%	$\alpha = \text{rad}$	0.0000

Verifiche allo stato limite ultimo (A1+M1+R3)			Scheda 1	Sisma
Carichi agenti sulla fondazione:				
N	Componente verticale (G0)	kN/m	813.1	551.3
β	Obliquità del carico rispetto alla verticale	gradi	13.13°	11.94°
H	Componente orizzontale = G0 * tan(β)	kN/m	189.7	116.6
B	Larghezza del nastro di appoggio (C8)	m	3.30	3.30
Dati influenzati dal tipo di verifica:				
Φ	Angolo d'attrito assunto nel calcolo	rad	0.5236	0.5236
E5	Distanza della risultante dal bordo esterno della fondazione	m	1.65	1.65
D	Affondamento = E + F + E5 * Iv	m	1.70	1.70
Termini della formula di Brinch-Hansen				
Profondità	= $[\gamma D N_q] s_q d_q i_q b_q g_q z_q$	kN/m ²	190.12	196.41
Coefficiente base	$N_q = \tan^2(45^\circ + \Phi / 2) e^{\pi \tan \Phi}$		18.40	18.40
Inclinaz. terreno a valle	$g_q = (1 - \tan \epsilon)^2$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_q = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_q = 1 + 2 \tan \Phi (1 - \sin \Phi)^2 x \text{se}[D < B; D/B; \text{atn}(D/B)]$		1.15	1.15
Inclinazione letto di posa	$b_q = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	i_q #RIF!		0.59	0.62
Paolucci e Pecker 1997	$z_q = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$		-	0.977
Coesione	= $[c N_c] s_c d_c i_c b_c g_c z_c$	kN/m ²	196.79	206.60
Coefficiente base	$N_c = (N_q - 1) \cot \Phi$		30.14	30.14
Inclinaz. terreno a valle	$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_c = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.16	1.16
Inclinazione letto di posa	$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c \tan \Phi)$		0.56	0.60
Paolucci e Pecker 1997	$z_c = 1 - 0.34 K_h$		-	0.987
Superficie	= $[\frac{1}{2} \gamma B N_\gamma] s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma z_\gamma$	kN/m ²	159.12	171.65
Coefficiente base	$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \Phi$		22.40	22.40
Inclinaz. terreno a valle	$g_\gamma = (1 - \tan \epsilon)^2$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_\gamma = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_\gamma = 1.00$		1.00	1.00
Inclinazione letto di posa	$b_\gamma = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	i_γ #RIF!		0.48	0.53
Paolucci e Pecker 1997	$z_\gamma = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$		-	0.977
Verifica della capacità portante				
q _{LIM}	Carico unitario limite (Meyerhof)	Mpa	0.546	0.575
γ_R	Coeff. per le verifiche SLU di fondazioni superficiali		1.4	1.2
C_p	Capacità portante, tenuto conto di γ_R	kN	1287.1	1580.3
G ₀	Carico effettivo, dovuto alle forze esterne	kN	813.1	551.3
La struttura è verificata al collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno per l'approccio 2 (A1+M1+R3)				

Scheda 8: Approccio 2, (A1+M1+R3)

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Condizione di carico "Vento"



Dati

$H_m = 7.00$ m	Prefabbricato tipo u70NM	$H_0 = 7.00$ m
$C = 3.30$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 7.00$ m
$F = 1.40$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$M = 1.30$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35.00^\circ$
$N = 2.00$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 3.90$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.55$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.580$
$U_v = 2.50$ m	Forza orizzontale concentrata	$U_9 = 7.625$ kN/cad
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad
$R = 0.15$ m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$i_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.271$
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$H = 7.00$ m
	$O_3 = 0.00^\circ$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1.3	155.4	580.0	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1.5	56.9	278.8	0.0	0.0
Peso struttura (parete+platea) x 1.3	0.0	0.0	85.2	212.1
Peso terra x 1.3 e sovracc. x 1.50	0.0	0.0	694.5	2 303.7
Forze concentrate (U9+V9) x 1.5	9.2	99.7	4.5	7.9
Spinta della terra sulla fondaz. x 1.3	5.7	2.6	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1.3	0.0	0.0	150.1	247.7
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 227.1	M₉ = 961.2	P₉ = 934.3	M₈ = 2 771.4

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 = 87.3$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$Q_8 = 0.27$ m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 847.0$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$C_8 = 3.30$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_t = 0.257$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 13.7^\circ$

Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo $R_d = (934.3 * 0.58) / 1.1 = 492.6 > E_d = 227.1$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo $R_d = (2771.4) / 1.15 = 2409.9 > E_d = 961.2$

Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo $R_d = (1504.3) / 1.15 = 1308.1 > E_d = 648.6$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 433$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 263$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb) $K_0 = 0.244$

Freccia in cima al pannello mm 23.74

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M _{Ed} (1) sulla sez. naturale	M _{Edu} (1) sulla sez. traslata	N _{Ed} (2)	V _{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b _w larghez- za taglio	staffe α° , ctg Θ	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M _{Rd} baricen- trico	V _{Rd}	
	KN.m	KN.m	KN	KN	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	KN.m	KN		
1	581.1	581.1	127.6	127.7	90.1	82.2	120.3	20.3	45°, 1.0	9.03	26.61	4.59	9.25	856.8	336.7	
2	377.7	377.7	0.0	307.0	55.0	48.5	125.0	125.0	45°, 1.0	8.98	40.50	7.10	15.68	711.1	378.6	
3	234.3	234.3	0.0	158.1	40.3	33.8	125.0	125.0	-	7.17	33.38	7.10	12.07	403.5	266.4	
4	-10.2	-10.2	0.0	10.4	21.1	14.6	125.0	125.0	-	3.68	10.60	7.10	0.00	-56.6	104.2	
10	33.6	35.0	10.2	2.7	30.6	25.1	112.7	12.7	73°, 1.0	3.05	6.94	4.59	3.96	70.5	41.0	
11	47.6	50.3	17.3	10.2	37.1	31.6	113.6	13.6	73°, 1.0	3.26	6.94	4.59	3.96	87.4	50.5	
12	93.8	100.7	34.3	27.2	49.1	42.3	115.3	15.3	73°, 1.0	4.25	10.36	4.59	3.96	170.5	64.5	
13	140.8	152.1	47.5	40.8	56.6	49.1	116.3	16.3	73°, 1.0	4.73	11.40	4.59	3.96	219.4	72.8	
14	195.8	212.5	60.6	55.0	63.2	56.1	117.2	17.2	73°, 1.0	5.71	15.21	4.59	3.96	331.9	81.0	
16	339.5	369.5	88.9	84.5	75.4	67.0	118.9	18.9	73°, 1.0	7.54	22.81	4.59	5.07	592.3	124.7	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 Med=Medu perché ctg(alpha)=ctg(teta)=1; nelle sezioni 3 e 4 a1=0 perché il momento flettente è già massimo

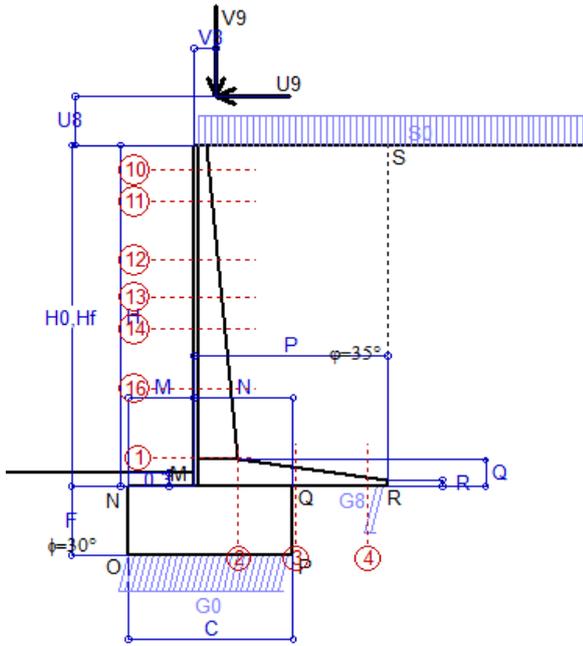
programma Tensiter 'Muri 2018' vers.1.2.3

Norma: Italia D.M 17/1/2018

Scheda 9: Urto sul sicurvia da 14.29 kN/cad a 1.00 m da terra

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Coefficienti SLU per azioni eccezionali



Dati

$H_m = 7.00$ m	Prefabbricato tipo u70NM	$H_0 = 7.00$ m
$C = 3.30$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 7.00$ m
$F = 1.40$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$M = 1.30$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$N = 2.00$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 3.90$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.55$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$U_v = 1.00$ m	Urto: Forza orizzontale concentrata	$U_9 = 14.29$ kN/cad
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad
$R = 0.15$ m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$i_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.271$
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$H = 7.00$ m
	$O_3 = 0.00^\circ$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1	119.5	446.2	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1	37.9	185.9	0.0	0.0
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.0	0.0	65.5	163.2
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	0.0	0.0	522.2	1 733.1
Forze concentrate (U9+V9) x 1	11.4	107.5	3.0	5.2
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	4.4	2.0	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	0.0	0.0	115.5	190.6
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 173.2	M₉ = 741.5	P₉ = 706.2	M₈ = 2 092.1

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 = 60.0$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$Q_8 = 0.24$ m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 646.2$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$C_8 = 3.30$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_t = 0.196$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 13.8^\circ$

Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo

$$R_d = (706.2 * 0.58) / 1.1 = 372.4 > E_d = 173.2$$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo

$$R_d = (2092.1) / 1.15 = 1819.2 > E_d = 741.5$$

Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo

$$R_d = (1133.5) / 1.15 = 985.7 > E_d = 503.1$$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 329$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 202$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u. (STR)

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb) $K_0 = 0.244$

Freccia in cima al pannello mm 18.64

$K_0 = 0.244$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni						Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	$M_{Ed,u}$ (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b_w larghez- za taglio	staffe α° , ctg Θ	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o infer. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricen- trico	V_{Rd}
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	456.1	456.1	95.2	97.0	90.1	82.2	120.3	20.3	45°, 1.0	8.89	26.61	4.59	9.25	848.4	347.1
2	299.9	299.9	0.0	240.0	55.0	48.5	125.0	125.0	45°, 1.0	8.98	40.50	7.10	15.68	711.1	378.6
3	189.0	189.0	0.0	121.6	40.3	33.8	125.0	125.0	-	7.17	33.38	7.10	12.07	403.5	266.4
4	-6.5	-6.5	0.0	6.9	20.5	14.1	125.0	125.0	-	3.58	10.21	7.10	0.00	-54.6	100.3
10	21.0	22.4	7.1	9.1	30.6	25.1	112.7	12.7	73°, 1.0	3.04	6.94	4.59	3.96	70.4	41.9
11	34.8	37.3	12.3	12.9	37.1	31.6	113.6	13.6	73°, 1.0	3.24	6.94	4.59	3.96	87.1	51.7
12	75.0	80.8	24.9	23.6	49.1	42.3	115.3	15.3	73°, 1.0	4.20	10.36	4.59	3.96	169.5	66.9
13	113.5	122.6	34.8	33.1	56.6	49.1	116.3	16.3	73°, 1.0	4.67	11.40	4.59	3.96	217.7	76.1
14	157.4	170.6	44.6	43.3	63.2	56.1	117.2	17.2	73°, 1.0	5.64	15.21	4.59	3.96	329.5	85.2
16	269.7	293.0	66.0	64.8	75.4	67.0	118.9	18.9	73°, 1.0	7.45	22.81	4.59	5.07	587.8	130.9

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
11 - GEO (A2-M2-R2)	-2.00; 0.50	9.73	1.430
12 - GEO (A2-M2-R2)	-2.50; 0.50	9.94	1.297
13 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-2.50; 0.50	9.94	1.653
14 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-2.50; 0.50	9.94	1.651

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte	
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto	
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)	
W	peso della striscia espresso in [kN]
Qy	carico sulla striscia espresso in [kN]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
Tx; Ty	Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

Combinazione n° 11 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	17.71	0.00	7.72 - 0.65	77.855	29.256	0	0.0	
2	43.35	0.00	0.65	64.331	29.256	0	0.0	
3	57.03	0.00	0.65	56.433	29.256	0	0.0	
4	67.31	0.00	0.65	49.983	29.256	0	0.0	
5	75.57	0.00	0.65	44.321	29.256	0	0.0	
6	82.45	0.00	0.65	39.168	24.791	8	0.3	
7	89.30	0.00	0.65	34.372	24.791	8	5.1	
8	93.97	0.00	0.65	29.840	24.791	8	9.1	
9	96.91	0.00	0.65	25.505	24.791	8	12.5	
10	107.80	0.00	0.65	21.324	24.791	8	15.3	
11	110.76	0.00	0.65	17.258	24.791	8	17.5	
12	104.97	3.75	0.65	13.281	24.791	8	19.2	
13	35.26	0.00	0.65	9.369	24.791	8	20.5	
14	34.95	0.00	0.65	5.500	24.791	8	21.3	
15	29.55	0.00	0.65	1.656	24.791	8	21.7	
16	29.45	0.00	0.65	-2.180	24.791	8	21.7	
17	28.91	0.00	0.65	-6.026	24.791	8	21.3	
18	27.84	0.00	0.65	-9.899	24.791	8	20.4	
19	26.24	0.00	0.65	-13.820	24.791	8	19.0	
20	24.07	0.00	0.65	-17.807	24.791	8	17.2	
21	21.32	0.00	0.65	-21.887	24.791	8	14.9	
22	17.92	0.00	0.65	-26.087	24.791	8	12.1	
23	13.82	0.00	0.65	-30.445	24.791	8	8.6	
24	8.91	0.00	0.65	-35.010	24.791	8	4.5	
25	3.06	0.00	-8.55 - 0.65	-39.287	29.256	0	0.0	

Combinazione n° 12 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	18.84	17.46	7.43 - 0.67	77.841	29.256	0	0.0	
2	46.09	17.46	0.67	64.202	29.256	0	0.0	
3	60.57	17.46	0.67	56.261	29.256	0	0.0	
4	71.44	17.46	0.67	49.774	29.256	0	0.0	
5	80.18	17.46	0.67	44.078	29.256	0	0.0	
6	89.87	17.46	0.67	38.894	24.791	8	2.2	
7	94.40	17.46	0.67	34.067	24.791	8	7.1	
8	99.75	17.46	0.67	29.504	24.791	8	11.2	
9	110.79	17.46	0.67	25.140	24.791	8	14.6	
10	114.16	17.46	0.67	20.927	24.791	8	17.4	
11	117.25	17.46	0.67	16.831	24.791	8	19.7	
12	46.92	1.04	0.67	12.822	24.791	8	21.4	
13	37.72	0.00	0.67	8.876	24.791	8	22.7	

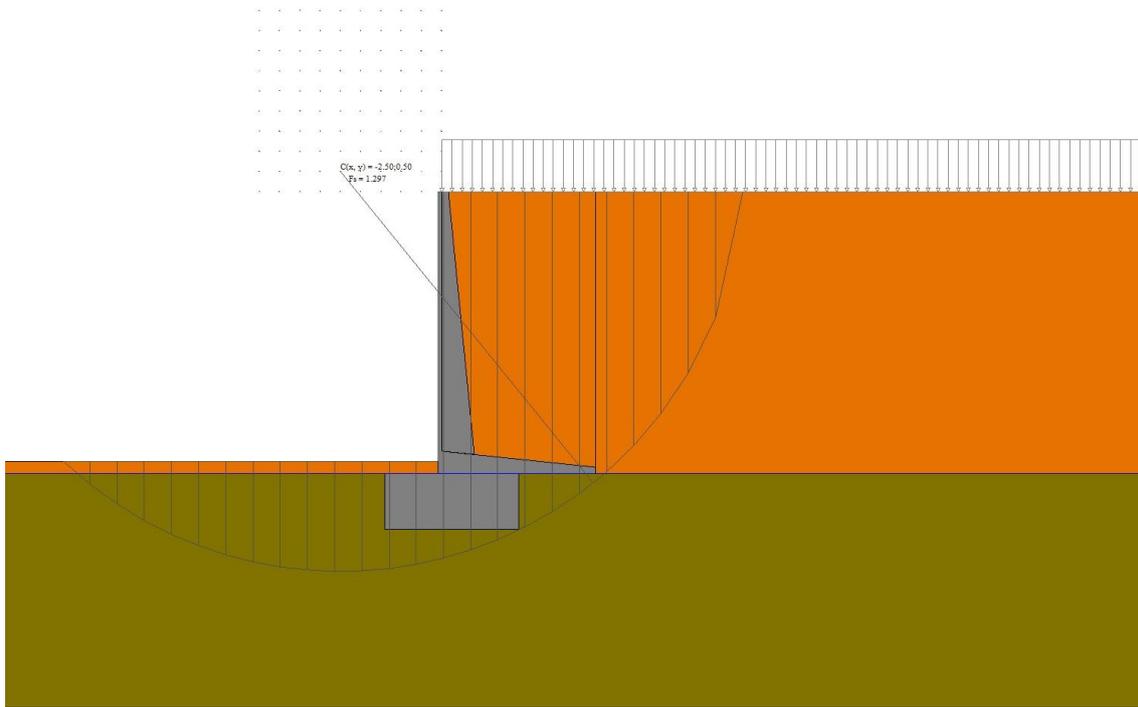
n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
14	33.47	0.00	0.67	4.972	24.791	8	23.5	
15	33.01	0.00	0.67	1.091	24.791	8	23.8	
16	32.89	0.00	0.67	-2.784	24.791	8	23.7	
17	32.22	0.00	0.67	-6.673	24.791	8	23.2	
18	30.99	0.00	0.67	-10.593	24.791	8	22.2	
19	29.17	0.00	0.67	-14.563	24.791	8	20.7	
20	26.75	0.00	0.67	-18.608	24.791	8	18.8	
21	23.68	0.00	0.67	-22.751	24.791	8	16.3	
22	19.91	0.00	0.67	-27.025	24.791	8	13.2	
23	15.35	0.00	0.67	-31.469	24.791	8	9.5	
24	9.90	0.00	0.67	-36.138	24.791	8	5.1	
25	3.40	0.00	-9.36 - 0.67	-40.510	29.256	0	0.0	

Combinazione n° 13 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	18.84	2.69	7.43 - 0.67	77.841	35.000	0	0.0	
2	46.09	2.69	0.67	64.202	35.000	0	0.0	
3	60.57	2.69	0.67	56.261	35.000	0	0.0	
4	71.44	2.69	0.67	49.774	35.000	0	0.0	
5	80.18	2.69	0.67	44.078	35.000	0	0.0	
6	89.87	2.69	0.67	38.894	30.000	10	2.2	
7	94.40	2.69	0.67	34.067	30.000	10	7.1	
8	99.75	2.69	0.67	29.504	30.000	10	11.2	
9	110.79	2.69	0.67	25.140	30.000	10	14.6	
10	114.16	2.69	0.67	20.927	30.000	10	17.4	
11	117.25	2.69	0.67	16.831	30.000	10	19.7	
12	46.92	0.16	0.67	12.822	30.000	10	21.4	
13	37.72	0.00	0.67	8.876	30.000	10	22.7	
14	33.47	0.00	0.67	4.972	30.000	10	23.5	
15	33.01	0.00	0.67	1.091	30.000	10	23.8	
16	32.89	0.00	0.67	-2.784	30.000	10	23.7	
17	32.22	0.00	0.67	-6.673	30.000	10	23.2	
18	30.99	0.00	0.67	-10.593	30.000	10	22.2	
19	29.17	0.00	0.67	-14.563	30.000	10	20.7	
20	26.75	0.00	0.67	-18.608	30.000	10	18.8	
21	23.68	0.00	0.67	-22.751	30.000	10	16.3	
22	19.91	0.00	0.67	-27.025	30.000	10	13.2	
23	15.35	0.00	0.67	-31.469	30.000	10	9.5	
24	9.90	0.00	0.67	-36.138	30.000	10	5.1	
25	3.40	0.00	-9.36 - 0.67	-40.510	35.000	0	0.0	

Combinazione n° 14 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	18.84	2.69	7.43 - 0.67	77.841	35.000	0	0.0	
2	46.09	2.69	0.67	64.202	35.000	0	0.0	
3	60.57	2.69	0.67	56.261	35.000	0	0.0	
4	71.44	2.69	0.67	49.774	35.000	0	0.0	
5	80.18	2.69	0.67	44.078	35.000	0	0.0	
6	89.87	2.69	0.67	38.894	30.000	10	2.2	
7	94.40	2.69	0.67	34.067	30.000	10	7.1	
8	99.75	2.69	0.67	29.504	30.000	10	11.2	
9	110.79	2.69	0.67	25.140	30.000	10	14.6	
10	114.16	2.69	0.67	20.927	30.000	10	17.4	
11	117.25	2.69	0.67	16.831	30.000	10	19.7	
12	46.92	0.16	0.67	12.822	30.000	10	21.4	
13	37.72	0.00	0.67	8.876	30.000	10	22.7	
14	33.47	0.00	0.67	4.972	30.000	10	23.5	
15	33.01	0.00	0.67	1.091	30.000	10	23.8	
16	32.89	0.00	0.67	-2.784	30.000	10	23.7	
17	32.22	0.00	0.67	-6.673	30.000	10	23.2	
18	30.99	0.00	0.67	-10.593	30.000	10	22.2	
19	29.17	0.00	0.67	-14.563	30.000	10	20.7	
20	26.75	0.00	0.67	-18.608	30.000	10	18.8	
21	23.68	0.00	0.67	-22.751	30.000	10	16.3	
22	19.91	0.00	0.67	-27.025	30.000	10	13.2	
23	15.35	0.00	0.67	-31.469	30.000	10	9.5	
24	9.90	0.00	0.67	-36.138	30.000	10	5.1	
25	3.40	0.00	-9.36 - 0.67	-40.510	35.000	0	0.0	

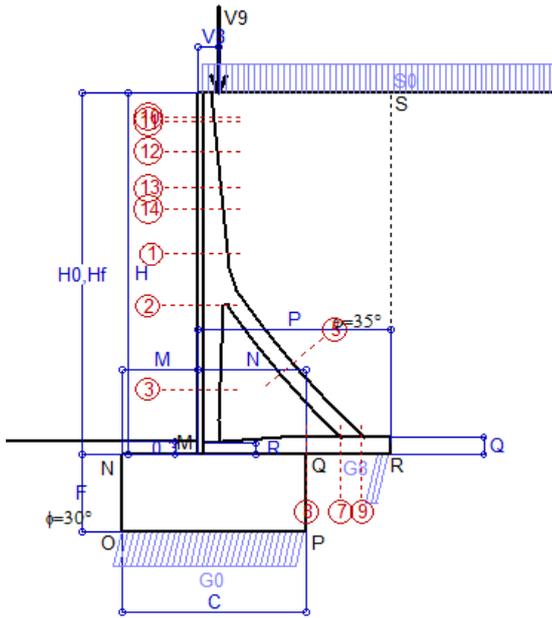


Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 12)

Scheda 1: Approccio 2, (A1+M1+R3)

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Condizione di carico "Esercizio"



Dati

$H_m = 8.00$ m	Prefabbricato tipo u80TM	$H_0 = 8.00$ m
$C = 4.00$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 8.00$ m
$F = 1.70$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$M = 1.65$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35.00^\circ$
$N = 2.35$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 4.20$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.40$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.580$
$U_v = 0.00$ m	Forza orizzontale concentrata	$U_g = 0.00$ kN/cad
$V_g = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_g = 3.75$ kN/cad
$R = 0.25$ m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$I_g = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine)	$K_1 = 0.271$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H = 8.00$ m
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$O_3 = 0.00^\circ$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1.3	202.9	886.1	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1.5	65.0	370.7	0.0	0.0
Peso struttura (parete+platea) x 1.3	0.0	0.0	95.7	276.4
Peso terra x 1.3 e sovracc. x 1.50	0.0	0.0	843.4	3 221.9
Forze concentrate (U9+V9) x 1.5	0.0	0.0	4.5	9.4
Spinta della terra sulla fondaz. x 1.3	10.9	5.0	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1.3	0.0	0.0	221.0	442.0
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 278.9	M₉ = 1 261.8	P₉ = 1 164.5	M₈ = 3 949.8

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 = 108.8$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$Q_8 = 0.29$ m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 1055.7$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$C_g = 4.00$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_t = 0.264$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 13.5^\circ$

Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo $R_d = (1164.5 * 0.58) / 1.1 = 614.0 > E_d = 278.9$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo $R_d = (3949.8) / 1.15 = 3434.6 > E_d = 1261.8$

Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo $R_d = (1950.9) / 1.15 = 1696.5 > E_d = 801.3$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 533$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 301$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb) $K_0 = 0.244$

Freccia in cima al pannello mm 2.24

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni						Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M _{Ed} (1) sulla sez. naturale	M _{Edu} (1) sulla sez. traslata	N _{Ed} (2)	V _{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b _w larghez- za taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M _{Rd} baricen- trico	V _{Rd}
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	107.3	120.7	57.0	52.4	63.3	56.2	120.9	20.6	73°, 1.0	5.16	12.60	4.15	4.02	278.5	83.3
2	62.3	72.1	311.8	-82.4	56.8	52.0	112.0	22.5	90°, 1.0	5.28	6.57	6.50	10.44	181.7	-178.1
3	-32.1	-32.1	358.3	0.0	44.3	38.8	22.5	22.5	-	11.81	4.02	6.50	4.54	-178.9	78.0
5	-16.9	-16.9	-304.8	28.3	34.0	27.8	18.5	18.5	90°, 1.0	5.16	9.11	10.05	5.69	-57.9	55.7
7	-47.1	-35.5	196.0	-92.0	40.0	33.5	125.0	125.0	-	5.28	11.12	13.92	10.66	-209.5	-223.9
8	-38.6	-38.6	196.0	26.5	40.0	33.5	125.0	125.0	-	5.23	8.23	13.92	7.63	-209.2	223.9
9	37.4	37.4	0.0	49.7	40.0	34.0	125.0	125.0	-	4.21	11.12	6.28	9.82	146.3	201.3
10	-0.7	-0.2	10.2	5.6	32.1	26.6	13.2	13.2	73°, 1.0	6.21	5.15	4.15	4.02	-40.2	44.2
11	0.0	0.6	11.3	6.6	33.2	27.7	13.5	13.5	73°, 1.0	6.24	5.15	4.15	4.02	-42.3	45.9
12	7.9	9.7	18.9	13.9	40.0	33.1	118.3	15.1	73°, 1.0	3.26	7.16	4.15	4.02	94.3	53.5
13	28.5	32.9	30.4	25.2	48.3	40.8	122.3	17.1	73°, 1.0	3.84	9.17	4.15	4.02	146.9	63.7
14	46.8	53.4	38.0	32.9	53.0	45.9	124.0	18.2	73°, 1.0	4.19	10.08	4.15	4.02	181.7	70.3

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

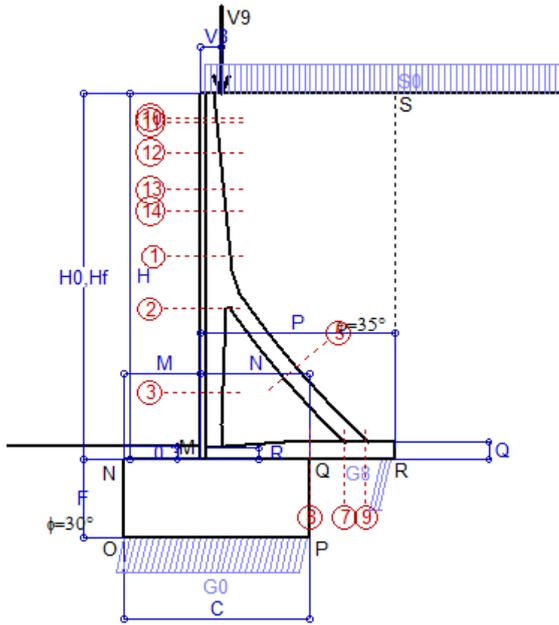
(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 3, 5, 6, 8 e 9 Med=Medu perché il momento flettente è già massimo

Scheda 2: Verifica SLE combinaz. RARA

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Condizione di carico "Esercizio"



Dati

$H_m = 8.00$ m	Prefabbricato tipo u80TM	$H_0 = 8.00$ m
$C = 4.00$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 8.00$ m
$F = 1.70$ m	Angolo d'attrito della terra	$\phi = 35^\circ$
$M = 1.65$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$N = 2.35$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 4.20$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.40$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine)	$K_1 = 0.271$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H_3 = 8.00$ m
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

	COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1	156.09	681.59	0.00	0.00
Spinta del sovraccar. su R-S x 1	43.36	247.14	0.00	0.00
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.00	0.00	73.58	212.65
Peso terra e sovraccarico x 1	0.00	0.00	635.82	2 429.89
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.00	0.00	3.00	6.30
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	8.39	3.88	0.00	0.00
Peso della fondazione x 1	0.00	0.00	170.00	340.00
Totali	$S_9 = 207.84$	$M_9 = 932.61$	$P_9 = 882.40$	$M_8 = 2 988.84$

Spinta della terra su sez. R-S x 1	156.09	681.59	0.00	0.00
Spinta del sovraccar. su R-S x 1	43.36	247.14	0.00	0.00
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.00	0.00	73.58	212.65
Peso terra e sovraccarico x 1	0.00	0.00	635.82	2 429.89
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.00	0.00	3.00	6.30
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	8.39	3.88	0.00	0.00
Peso della fondazione x 1	0.00	0.00	170.00	340.00
<i>*non sommati</i>				
Totali	$S_9 = 207.84$	$M_9 = 932.61$	$P_9 = 882.40$	$M_8 = 2 988.84$

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché $<$ del valore rispetto a 'O'	$=$	2.499
GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici)	$=$	2.462
Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 =$	88.41 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio $Q_8 =$ 0.31 m
Carico sul terreno della fondazione: $G_0 =$	793.99 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio. $C_8 =$ 4.00 m
TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff	$\sigma_t =$	0.198 MPa
OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione	$\beta =$	13.3°

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 0.87

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Mononobe-Okabe: 2a form.) $K_0 = 0.244$

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di partecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricopr. $c+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	77.4	42.0	51.5	120.9	63.3	56.2	12.60	4.15	104	3.22	38	0.000
2	44.3	235.5	-62.8	112.0	56.8	52.0	6.57	6.50	34	2.95	38	0.000
3	-25.7	272.4	0.0	22.5	44.3	38.8	4.02	6.50	-4	3.65	38	0.000
5	-10.4	-224.4	20.8	0.0	34.0	22.0	9.11	10.05	161	0.00	38	0.115
7	-40.2	144.3	-72.3	125.0	40.0	33.5	11.12	13.92	39	2.95	50	0.000
8	-36.0	144.3	17.3	125.0	40.0	33.5	8.23	13.92	30	2.57	50	0.000
9	28.4	0.0	37.6	125.0	40.0	34.0	11.12	6.28	79	2.58	50	0.000
10	0.9	7.1	3.4	114.5	32.1	26.6	5.15	4.15	0	0.04	38	0.000
11	0.1	7.9	4.3	115.0	33.2	27.7	5.15	4.15	0	0.06	38	0.000
12	5.6	13.5	11.2	118.3	40.0	33.1	7.16	4.15	20	0.75	38	0.000
13	20.3	22.0	22.6	122.3	48.3	40.8	9.17	4.15	50	1.64	38	0.000
14	33.5	27.7	30.5	124.0	53.0	45.9	11.18	4.15	61	2.02	38	0.000

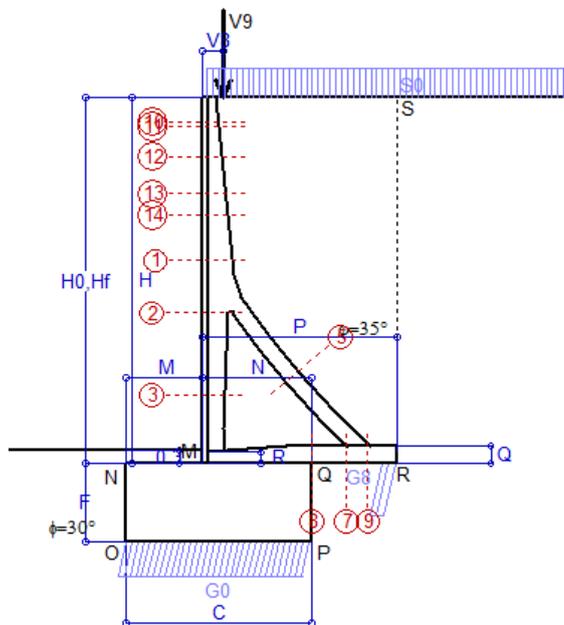
(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 3: Verifica SLE combinaz. FREQUENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Condizione di carico "Esercizio"



Dati

$H_m = 8.00$ m	Prefabbricato tipo u80TM	$H_0 = 8.00$ m
$C = 4.00$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 8.00$ m
$F = 1.70$ m	Angolo d'attrito della terra	$\phi = 35^\circ$
$M = 1.65$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 15.0$ kN/m ²
$N = 2.35$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 4.20$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.40$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) $K_1 = 0.271$
 agente su una sezione ideale R-S di altezza $H_3 = 8.00$ m
 Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine) $K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

	COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1	156.09	681.59	0.00	0.00
Spinta del sovraccar. su R-S x 1	32.52	185.36	0.00	0.00
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.00	0.00	73.58	212.65
Peso terra e sovraccarico x 1	0.00	0.00	614.82	2 351.14
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.00	0.00	3.00	6.30
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	8.34	3.87	0.00	0.00
Peso della fondazione x 1	0.00	0.00	170.00	340.00
Totali	$S_9 = 196.95$	$M_9 = 870.82$	$P_9 = 861.40$	$M_8 = 2 910.09$

Spinta della terra su sez. R-S x 1
 Spinta del sovraccar. su R-S x 1
 Peso struttura (parete+platea) x 1
 Peso terra e sovraccarico x 1
 Forze concentrate (U9+V9) x 1
 Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 Peso della fondazione x 1
**non sommati*

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché $<$ del valore rispetto a 'O' = 2.616
 GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 2.537
 Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 96.06$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $. Q_8 = 0.33$ m
 Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 765.35$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. $. C_8 = 4.00$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.191$ MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 12.9^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 0.49

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Mononobe-Okabe: 2a form.) $K_0 = 0.244$

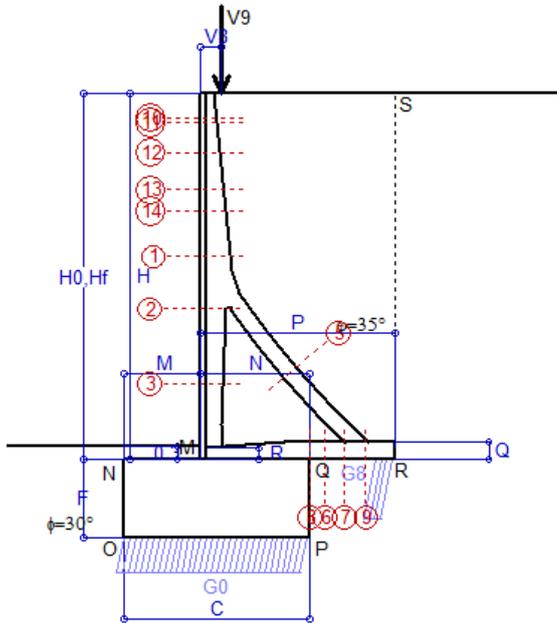
SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di partecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricopr. $c+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	68.2	39.8	46.5	120.9	63.3	56.2	12.60	4.15	91	2.84	38	0.000
2	36.5	220.1	-58.7	112.0	56.8	52.0	6.57	6.50	20	2.40	38	0.000
3	-27.8	254.9	0.0	22.5	44.3	38.8	4.02	6.50	-3	3.76	38	0.000
5	-10.0	-207.9	20.0	0.0	34.0	22.0	9.11	10.05	151	0.00	38	0.104
7	-46.3	133.6	-74.8	125.0	40.0	33.5	11.12	13.92	56	3.55	50	0.000
8	-45.8	133.6	12.4	125.0	40.0	33.5	8.23	13.92	55	3.51	50	0.000
9	27.6	0.0	36.6	125.0	40.0	34.0	11.12	6.28	77	2.51	50	0.000
10	0.6	6.8	2.7	114.5	32.1	26.6	5.15	4.15	0	0.03	38	0.000
11	-0.2	7.5	3.5	13.5	33.2	27.7	5.15	4.15	0	0.10	38	0.000
12	4.4	12.7	9.4	118.3	40.0	33.1	7.16	4.15	15	0.60	38	0.000
13	17.1	20.8	19.7	122.3	48.3	40.8	9.17	4.15	41	1.39	38	0.000
14	28.7	26.1	27.0	124.0	53.0	45.9	11.18	4.15	52	1.74	38	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.
 (2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 4: Verifica SLE combinaz QUASI PERMANENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Condizione di carico "Esercizio"



Dati

$H_m = 8.00$ m	Prefabbricato tipo u80TM	$H_0 = 8.00$ m
$C = 4.00$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 8.00$ m
$F = 1.70$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$M = 1.65$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 0.0$ kN/m ²
$N = 2.35$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 4.20$ m	Peso specifico del calcestruzzo . . .	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.40$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) $K_1 = 0.271$
 agente su una sezione ideale R-S di altezza $H_3 = 8.00$ m
 Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine) $K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
156.09	681.59	0.00	0.00
0.00	0.00	73.58	212.65
0.00	0.00	551.82	2 114.89
0.00	0.00	3.00	6.30
8.19	3.85	0.00	0.00
0.00	0.00	170.00	340.00
$S_9 = 164.28$	$M_9 = 685.44$	$P_9 = 798.40$	$M_8 = 2 673.84$

Spinta della terra su sez. R-S x 1
 Peso struttura (parete+platea) x 1
 Peso terra e sovraccarico x 1
 Forze concentrate (U9+V9) x 1
 Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 Peso della fondazione x 1
**non sommati*

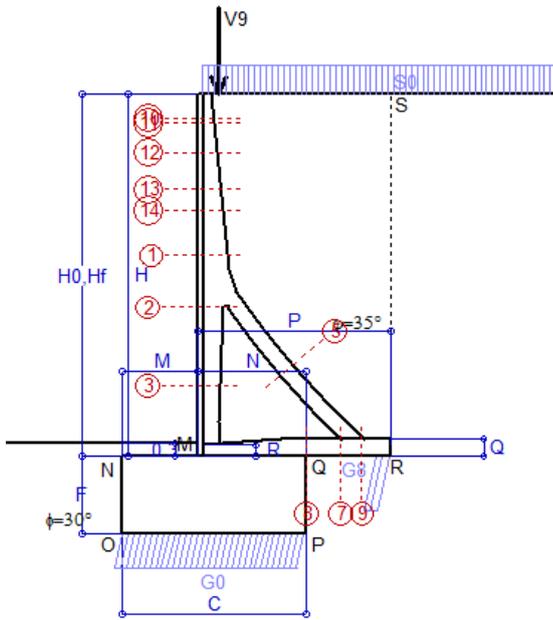
GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché $<$ del valore rispetto a 'O' = 3.116
 GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 2.819
 Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 118.89$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $Q_8 = 0.41$ m
 Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 679.51$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $C_8 = 4.00$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.170$ MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 11.6^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb) $K_0 = 0.244$

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di partecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricopr. $C+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	40.5	33.4	31.6	120.9	63.3	56.2	12.60	4.15	52	1.72	38	0.000
2	13.1	173.6	-46.6	112.0	56.8	52.0	6.57	6.50	-1	1.13	38	0.000
3	-34.6	202.5	0.0	22.5	44.3	38.8	4.02	6.50	0	4.26	38	0.000
5	-8.8	-158.4	17.4	0.0	34.0	22.0	9.11	10.05	120	0.00	38	0.072
6	-82.5	101.8	0.0	125.0	40.0	33.5	7.10	13.92	149	6.79	60	0.000
7	-63.1	101.8	-82.2	125.0	40.0	33.5	11.12	13.92	106	5.12	50	0.000
8	-73.4	101.8	0.0	125.0	40.0	33.5	8.23	13.92	129	6.01	50	0.000
9	25.4	0.0	33.6	125.0	40.0	34.0	11.12	6.28	71	2.31	50	0.000
10	-1.2	5.9	0.6	13.2	32.1	26.6	5.15	4.15	2	0.51	38	0.000
11	-1.1	6.4	0.9	13.5	33.2	27.7	5.15	4.15	0	0.36	38	0.000
12	0.8	10.4	4.0	118.3	40.0	33.1	7.16	4.15	1	0.12	38	0.000
13	7.4	17.0	10.9	122.3	48.3	40.8	9.17	4.15	16	0.64	38	0.000
14	14.4	21.5	16.3	124.0	53.0	45.9	11.18	4.15	24	0.91	38	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.
 (2) Negativo se lo sforzo è di trazione



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 2.17^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.037$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.019$

Condizione di carico "Esercizio"

Dati

- $H_m = 8.00$ m
- $C = 4.00$ m
- $F = 1.70$ m
- $M = 1.65$ m
- $N = 2.35$ m
- $P = 4.20$ m
- $Q = 0.40$ m
- $U_v = 0.00$ m
- $V_g = 0.45$ m
- $U_1 = 0.0$ m
- $R = 0.25$ m

Acceleraz. orizz. al suolo

- Prefabbricato tipo u80TM**
- Altezza della terra contro il pannello
- Sovraccarico sul rilevato (20%)
- Angolo d'attrito della terra
- Coefficiente d'attrito della fondazione
- Accelerazione massima locale
- Coeff. riduz. acceleraz. max attesa
- Forza orizzontale concentrata
- Forza verticale concentrata in cima
- Pendenza del rilevato vicino al muro
- Pendenza del rilevato lontano dal muro

- $a_g/g = 0.061$
- $H_0 = 8.00$ m
- $H = 8.00$ m
- $S_0 = 4.0$ kN/m²
- $\phi = 35^\circ$
- $R_0 = 0.580$
- $a_{max}/g = 0.098$
- $\beta_m = 0.38$
- $U_g = 0.00$ kN/cad
- $V_g = 3.75$ kN/cad
- $i_g = 0.0\%$
- $i_b = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

- Coefficiente di spinta attiva della terra (Rankine con sisma) $K_1 = 0.276$
- agente su una sezione ideale R-S di altezza $H = 8.00$ m
- Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale $O_3 = 7.75^\circ$
- Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine) $K_3 = 0.266$
- Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Monobe-Okabe) $K_p = 2.93$
- (Dati: $\phi = 30.00^\circ$ $\epsilon = 0.0^\circ$ $\psi = 90^\circ$ $\delta = 0^\circ$)

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze	Momenti	Forze	Momenti
	KN	KN m	KN	KN m
Spinta della terra su sez. R'-S' x 1	157.4	687.3	21.4	125.3
Spinta del sovraccar. su R'-S' x 1	8.7	49.8	1.2	7.0
Peso struttura (parete+platea) x 1	2.7	9.7	72.2	208.7
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	20.5	121.3	558.0	2 137.4
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.0	0.0	3.0	6.3
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	10.1	4.5	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	6.3	5.4	166.8	333.7
Spinta passiva sulla fondaz. Sp x 0.5	-26.4*	-17.6*	0.0*	0.0*
	$S_g =$	$M_g =$	$P_g =$	$M_g =$
TOTALI (GEO e STR)	205.8	878.0	822.7	2 818.4

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:
 Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 94.3$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . . . $Q_8 = 0.33$ m
 Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 728.4$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . . $C_8 = 4.00$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_1 = 0.182$ MPa
 OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 12.3^\circ$
Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo $Rd = (822.7 * 0.58 + 26.4) / 1.0 = 503.6 > Ed = 205.8$
 Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 359$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 202$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (1a formula di Monobe-Okabe) $K_0 = 0.266$
 Freccia in cima al pannello mm 0.22

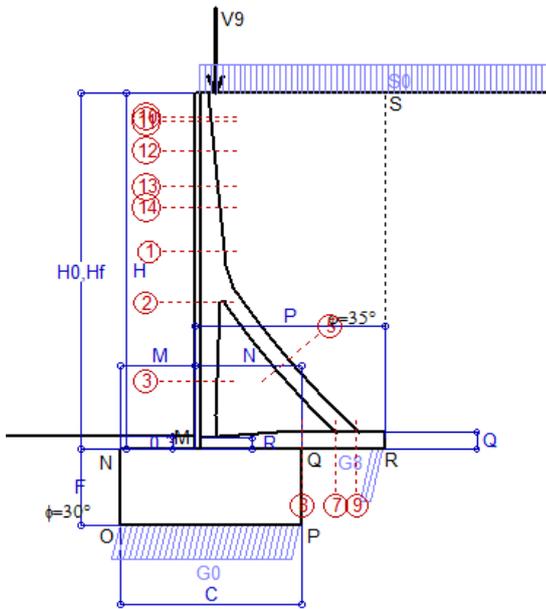
Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H	d	B5	b_w	staffe	X1	A1	A2	A4	M_{Rd}	V_{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm	$\alpha^\circ, ctg\Theta$	cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	53.2	60.7	36.5	30.7	63.3	56.2	120.9	20.6	73°, 1.0	5.07	12.60	4.15	4.02	275.0	88.9	
2	21.4	27.8	202.0	-57.7	56.8	52.0	112.0	22.5	90°, 1.0	4.79	6.57	6.50	10.44	164.6	-182.2	
3	-35.5	-35.5	235.4	1.4	44.3	38.8	22.5	22.5	-	9.47	4.02	6.50	4.54	-150.9	69.9	
5	-11.0	-11.0	-189.5	18.5	34.0	27.8	18.5	18.5	90°, 1.0	6.08	9.11	10.05	5.69	-71.4	55.7	
7	-45.5	-36.7	121.8	-68.3	40.0	33.5	125.0	125.0	-	5.05	11.12	13.92	10.66	-197.6	-214.6	
8	-42.7	-42.7	121.8	14.7	40.0	33.5	125.0	125.0	-	4.99	8.23	13.92	7.63	-197.1	214.6	
9	26.3	26.3	0.0	34.9	40.0	34.0	125.0	125.0	-	4.21	11.12	6.28	9.82	146.3	201.3	
10	-1.0	-0.9	6.2	2.0	32.1	26.6	13.2	13.2	73°, 1.0	6.16	5.15	4.15	4.02	-39.4	46.1	
11	-0.8	-0.6	6.8	2.4	33.2	27.7	13.5	13.5	73°, 1.0	6.18	5.15	4.15	4.02	-41.4	47.8	
12	2.1	2.8	11.3	5.9	40.0	33.1	118.3	15.1	73°, 1.0	3.22	7.16	4.15	4.02	93.6	56.1	
13	11.3	13.4	18.5	12.5	48.3	40.8	122.3	17.1	73°, 1.0	3.79	9.17	4.15	4.02	145.6	67.3	
14	20.4	23.8	23.5	17.4	53.0	45.9	124.0	18.2	73°, 1.0	4.12	10.08	4.15	4.02	179.9	74.6	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.
 (2) Negativo se lo sforzo è di trazione
 Nelle sezioni 3, 5, 6, 8 e 9 $M_{ed} = M_{edu}$ perché il momento flettente è già massimo
 programma Tensiter 'Muri 2018' vers.1.2.3
 Norma: Italia D.M 17/1/2018

Scheda 6: Verifica sismica al ribaltamento

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Comune di Codrogianos



Condizione di carico "Esercizio"

Dati

$H_m = 8.00$ m
 $C = 4.00$ m
 $F = 1.70$ m
 $M = 1.65$ m
 $N = 2.35$ m
 $P = 4.20$ m
 $Q = 0.40$ m
 $U_v = 0.00$ m
 $V_g = 0.45$ m
 $U_1 = 0.0$ m
 $R = 0.25$ m

Acceleraz orizz. al suolo
Prefabbricato tipo u80TM
 Altezza della terra contro il pannello
 Sovraccarico sul rilevato (20%)
 Angolo d'attrito della terra
 Coefficiente d'attrito della fondazione
 Accelerazione massima locale
 Coeff. riduz. acceleraz. max attesa
 Forza orizzontale concentrata
 Forza verticale concentrata in cima
 Pendenza del rilevato vicino al muro
 Pendenza del rilevato lontano dal muro

$a_g/g = 0.061$
 $H_0 = 8.00$ m
 $H = 8.00$ m
 $S_0 = 4.0$ kN/m²
 $\varphi = 35^\circ$
 $R_0 = 0.580$
 $a_{max}/g = 0.098$
 $\beta_m = 0.57$
 $U_9 = 0.00$ kN/cad
 $V_9 = 3.75$ kN/cad
 $I_9 = 0.0\%$
 $I_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

Coefficiente di spinta attiva della terra (Rankine con sisma) $K_1 = 0.282$
 agente su una sezione ideale R-S di altezza $H = 8.00$ m
 Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale $O_3 = 11.44^\circ$
 Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine) $K_3 = 0.278$
 Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Mononobe-Okabe) $K_p = 2.90$
 (Dati: $\phi = 30.00^\circ$ $\varepsilon = 0.0^\circ$ $\psi = 90^\circ$ $\delta = 0^\circ$)

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze	Momenti	Forze	Momenti
	KN	KN m	KN	KN m
Spinta della terra su sez. R'-S' x 1	159.1	694.8	32.2	188.4
Spinta del sovraccar. su R'-S' x 1	8.8	50.4	1.8	10.5
Peso struttura (parete+platea) x 1	4.1	14.5	71.5	206.7
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	30.8	182.3	552.7	2 117.0
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.0	0.0	3.0	6.3
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	11.2	4.8	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	9.5	8.1	165.2	330.5
Spinta passiva sulla fondaz. Sp x 0.5	-26.1*	-17.4*	0.0*	0.0*
	$S_9 =$	$M_9 =$	$P_9 =$	$M_8 =$
TOTALI (GEO e STR)	223.6	954.8	826.5	2 859.3

Angolo di rotazione sismica $\Theta = 3.29^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.056$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.028$

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 81.4$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . . . $Q_8 = 0.28$ m
 Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 745.0$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . . $C_8 = 4.00$ m

TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_1 = 0.186$ MPa
 OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 13.4^\circ$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo $Rd = (2859.3 + 17.4) / 1.0 = 2876.7 > Ed = 954.8$

Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo $Rd = (1437.8) / 1.0 = 1437.8 > Ed = 597$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 363$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 217$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (1a formula di Mononobe-Okabe) $K_0 = 0.278$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni								Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b_w larghez- za taglio	staffe α° , ctg Θ	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricen- trico	V_{Rd}		
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN		
1	56.2	64.2	37.3	32.3	63.3	56.2	120.9	20.6	73°, 1.0	5.07	12.60	4.15	4.02	275.2	88.4		
2	22.9	29.6	210.8	-60.5	56.8	52.0	112.0	22.5	90°, 1.0	4.83	6.57	6.50	10.44	165.9	-181.8		
3	-36.9	-36.9	245.7	2.1	44.3	38.8	22.5	22.5	-	9.59	4.02	6.50	4.54	-153.4	70.6		
5	-11.0	-11.0	-199.2	18.5	34.0	27.8	18.5	18.5	90°, 1.0	6.00	9.11	10.05	5.69	-70.3	55.7		
7	-35.3	-28.1	128.0	-58.8	40.0	33.5	125.0	125.0	-	5.07	11.12	13.92	10.66	-198.6	-215.4		
8	-24.6	-24.6	128.0	24.5	40.0	33.5	125.0	125.0	-	5.01	8.23	13.92	7.63	-198.1	215.4		
9	26.4	26.4	0.0	35.0	40.0	34.0	125.0	125.0	-	4.21	11.12	6.28	9.82	146.3	201.3		
10	-1.0	-0.8	6.2	2.1	32.1	26.6	13.2	13.2	73°, 1.0	6.16	5.15	4.15	4.02	-39.4	46.1		
11	-0.8	-0.6	6.8	2.5	33.2	27.7	13.5	13.5	73°, 1.0	6.18	5.15	4.15	4.02	-41.4	47.8		
12	2.3	3.1	11.4	6.2	40.0	33.1	118.3	15.1	73°, 1.0	3.22	7.16	4.15	4.02	93.6	56.0		
13	12.1	14.3	18.8	13.2	48.3	40.8	122.3	17.1	73°, 1.0	3.79	9.17	4.15	4.02	145.6	67.1		
14	21.7	25.2	23.9	18.3	53.0	45.9	124.0	18.2	73°, 1.0	4.13	10.08	4.15	4.02	179.9	74.3		

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 3, 5, 6, 8 e 9 $M_{ed} = M_{edu}$ perché il momento flettente è già massimo

Scheda 7. Portanza della fondazione

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Coefficienti SLU "favorevoli" e "sfavorevoli"

Prefabbricato tipo u80TM

Condizione di carico "Esercizio"

Calcolo con la formula di Brinch-Hansen 1970 (valida per terreno omogeneo e condizioni drenate)

Dati geotecnici del terreno di fondazione:

		Natura di terreno di fondazione	Unità geotecnica 'SL' (sabbie con limo, sabbie limose)		
ϕ	Angolo d'attrito nominale	gradi	30.0°	$\phi = \text{rad}$	0.5236
c	Coesione drenata	kN/m ²	10		
γ	Peso specifico	kN/m ³	9.00		
Iv	Inclinazione del terreno a valle	%	0.0%	$\epsilon = \text{rad}$	0.0000

Dati geometrici della fondazione:

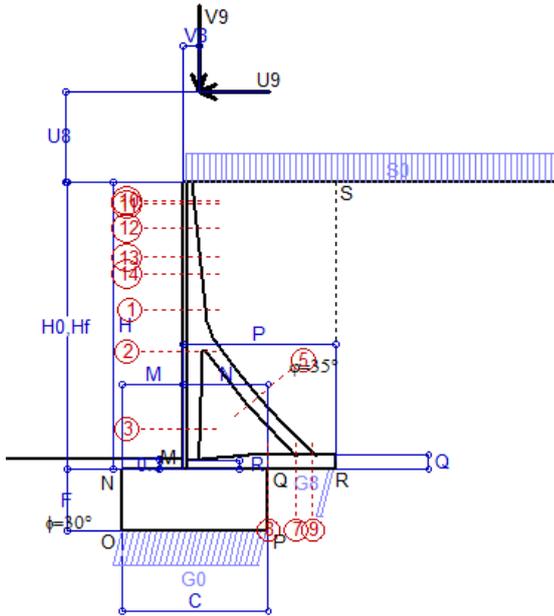
E	Spessore della terra sulla fondazione	m	0.30		
F	Spessore della fondazione (facciata di valle)	m	1.70		
I7	Inclinazione del letto di posa	%	0.0%	$\alpha = \text{rad}$	0.0000

Verifiche allo stato limite ultimo (A1+M1+R3)			Scheda 1	Sisma	
Carichi agenti sulla fondazione:					
N	Componente verticale (G0)	kN/m	1055.7	728.4	
β	Obliquità del carico rispetto alla verticale	gradi	13.47°	12.30°	
H	Componente orizzontale = G0 * tan(β)	kN/m	252.8	158.9	
B	Larghezza del nastro di appoggio (C8)	m	4.00	4.00	
Dati influenzati dal tipo di verifica:					
Φ	Angolo d'attrito assunto nel calcolo	rad	0.5236	0.5236	
E5	Distanza della risultante dal bordo esterno della fondazione	m	2.00	2.00	
D	Affondamento = E + F + E5 * Iv	m	2.00	2.00	
Termini della formula di Brinch-Hansen					
Profondità		= $[\gamma D N_q] s_q d_q i_q b_q g_q z_q$	kN/m ²	219.24	226.39
Coefficiente base		$N_q = \tan^2(45^\circ + \Phi / 2) e^{\pi \tan \Phi}$		18.40	18.40
Inclinaz. terreno a valle		$g_q = (1 - \tan \epsilon)^2$		1.00	1.00
Lunghezza del muro		$s_q = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione		$d_q = 1 + 2 \tan \Phi (1 - \sin \Phi)^2 \times \text{se}[D < B; D/B; \text{atn}(D/B)]$		1.14	1.14
Inclinazione letto di posa		$b_q = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante		i_q #RIF!		0.58	0.61
Paolucci e Pecker 1997		$z_q = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$		-	0.977
Coesione		= $[c N_c] s_c d_c i_c b_c g_c z_c$	kN/m ²	192.52	202.05
Coefficiente base		$N_c = (N_q - 1) \cot \Phi$		30.14	30.14
Inclinaz. terreno a valle		$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.00	1.00
Lunghezza del muro		$s_c = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione		$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.15	1.15
Inclinazione letto di posa		$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante		$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c \tan \Phi)$		0.55	0.59
Paolucci e Pecker 1997		$z_c = 1 - 0.34 K_h$		-	0.987
Superficie		= $[\frac{1}{2} \gamma B N_\gamma] s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma z_\gamma$	kN/m ²	187.91	202.35
Coefficiente base		$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \Phi$		22.40	22.40
Inclinaz. terreno a valle		$g_\gamma = (1 - \tan \epsilon)^2$		1.00	1.00
Lunghezza del muro		$s_\gamma = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione		$d_\gamma = 1.00$		1.00	1.00
Inclinazione letto di posa		$b_\gamma = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante		i_γ #RIF!		0.47	0.51
Paolucci e Pecker 1997		$z_\gamma = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$		-	0.977
Verifica della capacità portante					
q _{LIM}	Carico unitario limite (Meyerhof)	Mpa	0.600	0.631	
γ_R	Coeff. per le verifiche SLU di fondazioni superficiali		1.4	1.2	
C_p	Capacità portante, tenuto conto di γ_R	kN	1713.3	2102.6	
G ₀	Carico effettivo, dovuto alle forze esterne	kN	1055.7	728.4	
La struttura è verificata al collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno per l'approccio 2 (A1+M1+R3)					

Scheda 8: Approccio 2, (A1+M1+R3)

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Condizione di carico "Vento"



Dati

$H_m = 8.00$ m	Prefabbricato tipo u80TM	$H_0 = 8.00$ m
$C = 4.00$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 8.00$ m
$F = 1.70$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$M = 1.65$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35.00^\circ$
$N = 2.35$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 4.20$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.40$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.580$
$U_v = 2.50$ m	Forza orizzontale concentrata	$U_9 = 7.625$ kN/cad
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad
$R = 0.25$ m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$I_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine)	$K_1 = 0.271$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H = 8.00$ m
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$O_3 = 0.00^\circ$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1.3	202.9	886.1	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1.5	65.0	370.7	0.0	0.0
Peso struttura (parete+platea) x 1.3	0.0	0.0	95.7	276.4
Peso terra x 1.3 e sovracc. x 1.50	0.0	0.0	843.4	3 221.9
Forze concentrate (U9+V9) x 1.5	9.2	111.6	4.5	9.4
Spinta della terra sulla fondaz. x 1.3	10.9	5.0	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1.3	0.0	0.0	221.0	442.0
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 288.0	M₉ = 1 373.5	P₉ = 1 164.5	M₈ = 3 949.8

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 = 74.2$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$Q_8 = 0.20$ m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 1090.3$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$C_8 = 4.00$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_t = 0.273$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 13.9^\circ$

Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo

$$R_d = (1164.5 * 0.58) / 1.1 = 614.0 > E_d = 288$$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo

$$R_d = (3949.8) / 1.15 = 3434.6 > E_d = 1373.5$$

Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo

$$R_d = (1950.9) / 1.15 = 1696.5 > E_d = 897.3$$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 550$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 319$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb)

Freccia in cima al pannello mm	8.14
$K_0 =$	0.244

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni						Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b_w larghez- za taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricen- trico	V_{Rd}
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	176.4	191.8	57.0	50.8	63.3	56.2	120.9	20.6	73°, 1.0	5.16	12.60	4.15	4.02	278.5	83.3
2	122.8	134.5	345.5	-86.9	56.8	52.0	112.0	22.5	90°, 1.0	5.43	6.57	6.50	10.44	186.9	-178.1
3	-6.6	-6.6	400.9	0.0	44.3	38.8	22.5	22.5	-	12.92	4.02	6.50	4.54	-187.6	80.8
5	-16.9	-16.9	-348.8	28.3	34.0	27.8	18.5	18.5	90°, 1.0	4.80	9.11	10.05	5.69	-52.6	55.7
7	-22.4	-12.2	224.2	-82.4	40.0	33.5	125.0	125.0	-	5.36	11.12	13.92	10.66	-214.0	-227.5
8	-6.2	-6.2	224.2	36.0	40.0	33.5	125.0	125.0	-	5.32	8.23	13.92	7.63	-213.7	227.5
9	40.0	40.0	0.0	53.0	40.0	34.0	125.0	125.0	-	4.21	11.12	6.28	9.82	146.3	201.3
10	33.6	35.1	10.2	3.3	32.1	26.6	114.5	13.2	73°, 1.0	2.75	5.15	4.15	4.02	56.9	44.2
11	35.5	37.1	11.3	4.4	33.2	27.7	115.0	13.5	73°, 1.0	2.78	5.15	4.15	4.02	59.0	45.9
12	51.0	54.0	18.9	11.5	40.0	33.1	118.3	15.1	73°, 1.0	3.26	7.16	4.15	4.02	94.3	53.5
13	80.9	86.7	30.4	23.0	48.3	40.8	122.3	17.1	73°, 1.0	3.84	9.17	4.15	4.02	146.9	63.7
14	104.5	112.7	38.0	31.0	53.0	45.9	124.0	18.2	73°, 1.0	4.19	10.08	4.15	4.02	181.7	70.3

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

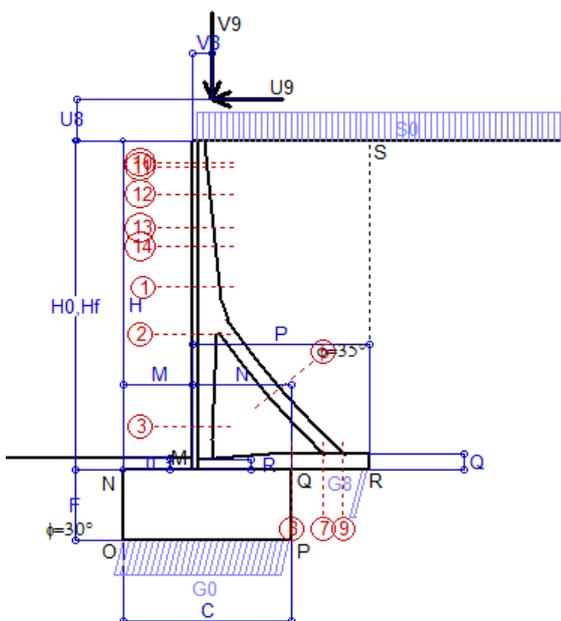
(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 3, 5, 6, 8 e 9 $M_{ed} = M_{edu}$ perché il momento flettente è già massimo

Scheda 9: Urto sul sicurvia da 14.29 kN/cad a 1.00 m da terra

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Coefficienti SLU per azioni eccezionali



Dati

$H_m = 8.00$ m	Prefabbricato tipo u80TM	$H_0 = 8.00$ m
$C = 4.00$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 8.00$ m
$F = 1.70$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$M = 1.65$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$N = 2.35$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 4.20$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.40$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$U_v = 1.00$ m	Urto: Forza orizzontale concentrata	$U_9 = 14.29$ kN/cad
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad
$R = 0.25$ m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$I_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine)	$K_1 = 0.271$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H = 8.00$ m
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$O_3 = 0.00^\circ$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1	156.1	681.6	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1	43.4	247.1	0.0	0.0
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.0	0.0	73.6	212.6
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	0.0	0.0	635.8	2 429.9
Forze concentrate (U9+V9) x 1	11.4	122.3	3.0	6.3
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	8.4	3.9	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	0.0	0.0	170.0	340.0
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 219.3	M₉ = 1 054.9	P₉ = 882.4	M₈ = 2 988.8

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 = 50.6$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$Q_8 = 0.18$ m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 831.8$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$C_8 = 4.00$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_t = 0.208$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 14.0^\circ$

Scorrimento sul piano di posa verificato essendo $R_d = (882.4 * 0.58) / 1.1 = 465.3 > E_d = 219.3$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo $R_d = (2988.8) / 1.15 = 2599.0 > E_d = 1054.9$

Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo $R_d = (1473.4) / 1.15 = 1281.2 > E_d = 692.6$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 418$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 244$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u. (STR)

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb) $K_0 = 0.244$

Freccia in cima al pannello mm 6.55

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M _{Ed} (1) sulla sez. naturale	M _{Edu} (1) sulla sez. traslata	N _{Ed} (2)	V _{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b _w larghez- za taglio	staffe $\alpha^\circ, \text{ctg}\varnothing$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o infer. platea	A4 staffe	M _{Rd} baricen- trico	V _{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN		
1	141.9	154.1	42.0	40.3	63.3	56.2	120.9	20.6	73°, 1.0	5.09	12.60	4.15	4.02	276.0	87.5	
2	101.4	110.5	271.6	-66.2	56.8	52.0	112.0	22.5	90°, 1.0	5.11	6.57	6.50	10.44	175.5	-181.4	
3	-1.9	-1.9	317.4	0.0	44.3	38.8	22.5	22.5	-	10.75	4.02	6.50	4.54	-170.2	75.3	
5	-12.7	-12.7	-271.5	21.2	34.0	27.8	18.5	18.5	90°, 1.0	5.43	9.11	10.05	5.69	-61.8	55.7	
7	-12.8	-5.2	174.5	-61.2	40.0	33.5	125.0	125.0	-	5.21	11.12	13.92	10.66	-206.0	-221.2	
8	0.4	0.4	174.5	28.5	40.0	34.0	125.0	125.0	-	4.77	8.23	13.92	7.63	143.9	223.6	
9	32.9	32.9	0.0	43.6	40.0	34.0	125.0	125.0	-	4.21	11.12	6.28	9.82	146.3	201.3	
10	21.0	22.5	7.1	9.5	32.1	26.6	114.5	13.2	73°, 1.0	2.74	5.15	4.15	4.02	56.7	45.1	
11	23.0	24.6	7.9	10.0	33.2	27.7	115.0	13.5	73°, 1.0	2.76	5.15	4.15	4.02	58.7	46.8	
12	37.9	40.7	13.5	13.6	40.0	33.1	118.3	15.1	73°, 1.0	3.23	7.16	4.15	4.02	93.8	54.9	
13	64.1	69.1	22.0	20.8	48.3	40.8	122.3	17.1	73°, 1.0	3.81	9.17	4.15	4.02	146.0	66.0	
14	83.8	90.6	27.7	26.3	53.0	45.9	124.0	18.2	73°, 1.0	4.14	10.08	4.15	4.02	180.4	73.2	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

programma Tensiter 'Muri 2018' vers.1.2.3

Le sezioni sulla parete prefabbricata (come la 12) sono collocate poco sopra il piego di ogni ferro, senza più considerarne il contributo.

Norma: Italia D.M 17/1/2018

Verifica stabilità globale muro + terreno**Simbologia adottata**

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
11 - GEO (A2-M2-R2)	-1.50; 0.00	10.41	1.409
12 - GEO (A2-M2-R2)	-3.00; 1.00	11.93	1.297
13 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-3.00; 1.00	11.93	1.636
14 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-3.00; 1.00	11.93	1.632

Dettagli strisce verifiche stabilità**Simbologia adottata**

Le ascisse X sono considerate positive verso monte	
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto	
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)	
W	peso della striscia espresso in [kN]
Qy	carico sulla striscia espresso in [kN]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
Tx; Ty	Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

Combinazione n° 11 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W	Qy	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	23.50	0.00	8.91 - 0.70	79.456	29.256	0	0.0	
2	56.16	0.00	0.70	64.457	29.256	0	0.0	
3	71.92	0.00	0.70	56.523	29.256	0	0.0	
4	83.76	0.00	0.70	50.053	29.256	0	0.0	
5	93.27	0.00	0.70	44.378	29.256	0	0.0	
6	101.19	0.00	0.70	39.215	24.791	8	0.6	
7	113.28	0.00	0.70	34.412	24.791	8	5.7	
8	114.94	0.00	0.70	29.872	24.791	8	10.0	
9	119.42	0.00	0.70	25.532	24.791	8	13.6	
10	126.57	0.00	0.70	21.345	24.791	8	16.6	
11	133.79	0.00	0.70	17.275	24.791	8	19.0	
12	136.06	0.00	0.70	13.294	24.791	8	20.8	
13	121.38	3.75	0.70	9.377	24.791	8	22.2	
14	41.05	0.00	0.70	5.504	24.791	8	23.1	
15	41.60	0.00	0.70	1.656	24.791	8	23.5	
16	36.07	0.00	0.70	-2.184	24.791	8	23.5	
17	33.21	0.00	0.70	-6.034	24.791	8	23.0	
18	31.98	0.00	0.70	-9.912	24.791	8	22.0	
19	30.14	0.00	0.70	-13.837	24.791	8	20.6	
20	27.65	0.00	0.70	-17.829	24.791	8	18.7	
21	24.49	0.00	0.70	-21.913	24.791	8	16.2	
22	20.58	0.00	0.70	-26.119	24.791	8	13.1	
23	15.86	0.00	0.70	-30.483	24.791	8	9.5	
24	10.22	0.00	0.70	-35.055	24.791	8	5.0	
25	3.49	0.00	-8.52 - 0.70	-39.251	29.256	0	0.0	

Combinazione n° 12 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W	Qy	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	24.50	20.87	8.89 - 0.80	76.684	29.256	0	0.0	
2	60.89	20.87	0.80	63.998	29.256	0	0.0	
3	81.42	20.87	0.80	56.135	29.256	0	0.0	
4	96.89	20.87	0.80	49.692	29.256	0	0.0	
5	109.33	20.87	0.80	44.029	29.256	0	0.0	
6	126.14	20.87	0.80	38.870	24.791	8	2.7	
7	130.22	20.87	0.80	34.065	24.791	8	8.6	
8	137.27	20.87	0.80	29.522	24.791	8	13.5	
9	149.56	20.87	0.80	25.175	24.791	8	17.5	
10	156.81	20.87	0.80	20.979	24.791	8	20.9	
11	160.65	20.87	0.80	16.899	24.791	8	23.6	
12	64.93	1.66	0.80	12.906	24.791	8	25.7	
13	53.33	0.00	0.80	8.976	24.791	8	27.2	

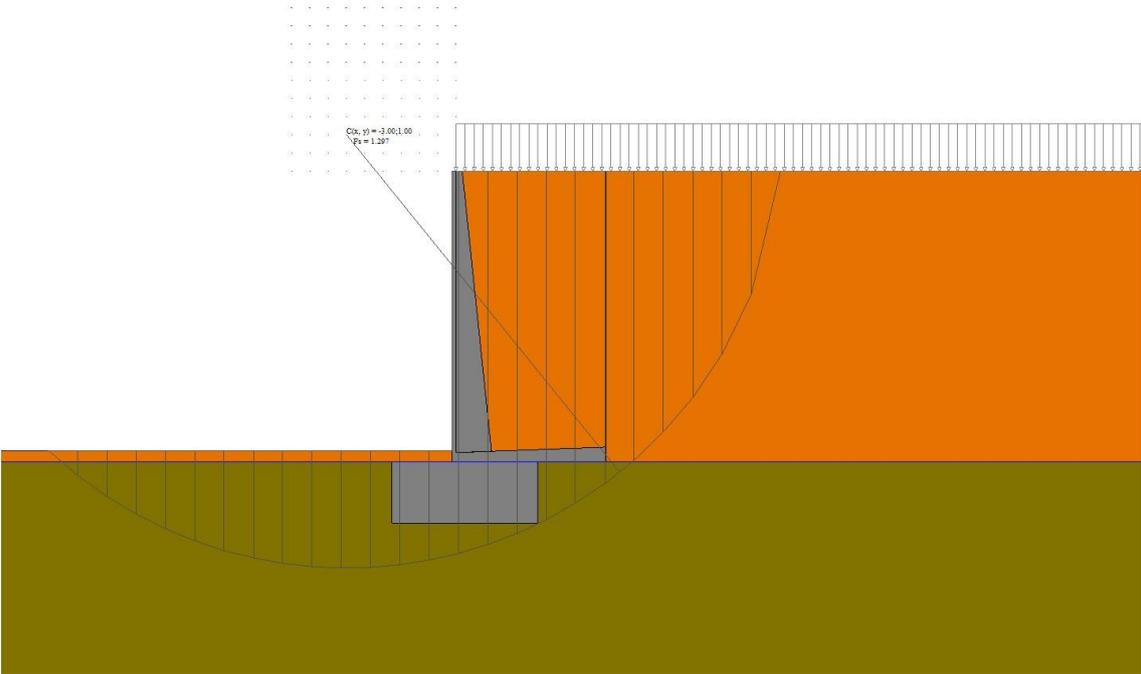
n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
14	48.18	0.00	0.80	5.088	24.791	8	8	28.2
15	46.51	0.00	0.80	1.224	24.791	8	8	28.6
16	46.37	0.00	0.80	-2.635	24.791	8	8	28.5
17	45.44	0.00	0.80	-6.506	24.791	8	8	27.9
18	43.71	0.00	0.80	-10.407	24.791	8	8	26.7
19	41.16	0.00	0.80	-14.357	24.791	8	8	25.0
20	37.75	0.00	0.80	-18.379	24.791	8	8	22.7
21	33.42	0.00	0.80	-22.498	24.791	8	8	19.7
22	28.10	0.00	0.80	-26.744	24.791	8	8	16.1
23	21.67	0.00	0.80	-31.157	24.791	8	8	11.8
24	13.99	0.00	0.80	-35.787	24.791	8	8	6.6
25	4.82	0.00	-11.17 - 0.80	-40.218	24.791	8	8	0.4

Combinazione n° 13 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	24.50	3.21	8.89 - 0.80	76.684	35.000	0	0.0	
2	60.89	3.21	0.80	63.998	35.000	0	0.0	
3	81.42	3.21	0.80	56.135	35.000	0	0.0	
4	96.89	3.21	0.80	49.692	35.000	0	0.0	
5	109.33	3.21	0.80	44.029	35.000	0	0.0	
6	126.14	3.21	0.80	38.870	30.000	10	2.7	
7	130.22	3.21	0.80	34.065	30.000	10	8.6	
8	137.27	3.21	0.80	29.522	30.000	10	13.5	
9	149.56	3.21	0.80	25.175	30.000	10	17.5	
10	156.81	3.21	0.80	20.979	30.000	10	20.9	
11	160.65	3.21	0.80	16.899	30.000	10	23.6	
12	64.93	0.26	0.80	12.906	30.000	10	25.7	
13	53.33	0.00	0.80	8.976	30.000	10	27.2	
14	48.18	0.00	0.80	5.088	30.000	10	28.2	
15	46.51	0.00	0.80	1.224	30.000	10	28.6	
16	46.37	0.00	0.80	-2.635	30.000	10	28.5	
17	45.44	0.00	0.80	-6.506	30.000	10	27.9	
18	43.71	0.00	0.80	-10.407	30.000	10	26.7	
19	41.16	0.00	0.80	-14.357	30.000	10	25.0	
20	37.75	0.00	0.80	-18.379	30.000	10	22.7	
21	33.42	0.00	0.80	-22.498	30.000	10	19.7	
22	28.10	0.00	0.80	-26.744	30.000	10	16.1	
23	21.67	0.00	0.80	-31.157	30.000	10	11.8	
24	13.99	0.00	0.80	-35.787	30.000	10	6.6	
25	4.82	0.00	-11.17 - 0.80	-40.218	30.000	10	0.4	

Combinazione n° 14 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	24.50	3.21	8.89 - 0.80	76.684	35.000	0	0.0	
2	60.89	3.21	0.80	63.998	35.000	0	0.0	
3	81.42	3.21	0.80	56.135	35.000	0	0.0	
4	96.89	3.21	0.80	49.692	35.000	0	0.0	
5	109.33	3.21	0.80	44.029	35.000	0	0.0	
6	126.14	3.21	0.80	38.870	30.000	10	2.7	
7	130.22	3.21	0.80	34.065	30.000	10	8.6	
8	137.27	3.21	0.80	29.522	30.000	10	13.5	
9	149.56	3.21	0.80	25.175	30.000	10	17.5	
10	156.81	3.21	0.80	20.979	30.000	10	20.9	
11	160.65	3.21	0.80	16.899	30.000	10	23.6	
12	64.93	0.26	0.80	12.906	30.000	10	25.7	
13	53.33	0.00	0.80	8.976	30.000	10	27.2	
14	48.18	0.00	0.80	5.088	30.000	10	28.2	
15	46.51	0.00	0.80	1.224	30.000	10	28.6	
16	46.37	0.00	0.80	-2.635	30.000	10	28.5	
17	45.44	0.00	0.80	-6.506	30.000	10	27.9	
18	43.71	0.00	0.80	-10.407	30.000	10	26.7	
19	41.16	0.00	0.80	-14.357	30.000	10	25.0	
20	37.75	0.00	0.80	-18.379	30.000	10	22.7	
21	33.42	0.00	0.80	-22.498	30.000	10	19.7	
22	28.10	0.00	0.80	-26.744	30.000	10	16.1	
23	21.67	0.00	0.80	-31.157	30.000	10	11.8	
24	13.99	0.00	0.80	-35.787	30.000	10	6.6	
25	4.82	0.00	-11.17 - 0.80	-40.218	30.000	10	0.4	

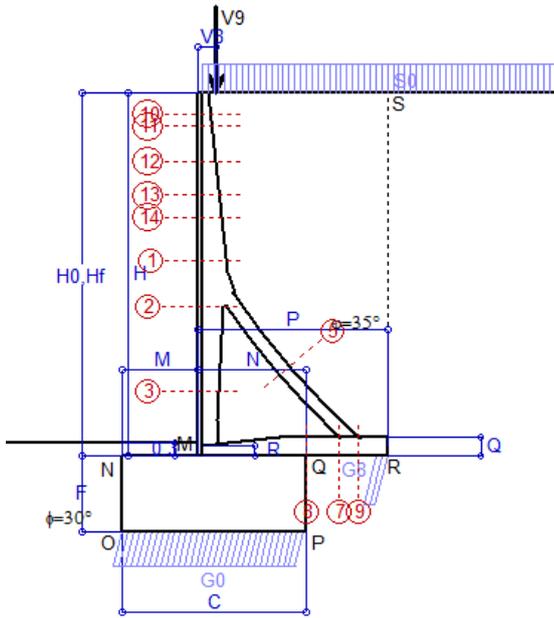


Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 12)

Scheda 1: Approccio 2, (A1+M1+R3)

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Condizione di carico "Esercizio"



Dati

$H_m = 9.00$ m	Prefabbricato tipo u90TM	$H_0 = 9.00$ m
$C = 4.50$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 9.00$ m
$F = 1.90$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$M = 1.85$ m	Angolo d'attrito della terra	$\phi = 35.00^\circ$
$N = 2.65$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 4.65$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.45$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.580$
$U_v = 0.00$ m	Forza orizzontale concentrata	$U_g = 0.00$ kN/cad
$V_g = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_g = 3.75$ kN/cad
$R = 0.25$ m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$I_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine)	$K_1 = 0.271$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H = 9.00$ m
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$O_3 = 0.00^\circ$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1.3	256.8	1 258.4	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1.5	73.2	468.3	0.0	0.0
Peso struttura (parete+platea) x 1.3	0.0	0.0	113.2	366.6
Peso terra x 1.3 e sovracc. x 1.50	0.0	0.0	1 037.3	4 407.0
Forze concentrate (U9+V9) x 1.5	0.0	0.0	4.5	10.4
Spinta della terra sulla fondaz. x 1.3	14.4	7.2	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1.3	0.0	0.0	277.9	625.2
TOTALI (GEO e STR)	S_g = 344.4	M_g = 1 733.9	P_g = 1 432.9	M_g = 5 409.2

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 = 123.8$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$Q_8 = 0.29$ m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 1309.1$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$C_g = 4.50$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_t = 0.291$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 13.5^\circ$

Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo

$$R_d = (1432.9 * 0.58) / 1.1 = 755.5 > E_d = 344.4$$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo

$$R_d = (5409.2) / 1.15 = 4703.6 > E_d = 1733.9$$

Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo

$$R_d = (2647.2) / 1.15 = 2301.9 > E_d = 1099.7$$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 658$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 374$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb)

Freccia in cima al pannello mm	3.35
$K_0 =$	0.244

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni						Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M _{Ed} (1) sulla sez. naturale	M _{Edu} (1) sulla sez. traslata	N _{Ed} (2)	V _{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b _w larghez- za taglio	staffe $\alpha^\circ, \text{ctg}\ominus$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M _{Rd} baricen- trico	V _{Rd}
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	159.2	178.3	70.0	66.2	69.3	62.3	121.2	20.9	73°, 1.0	6.14	16.46	4.84	5.03	401.0	117.7
2	94.5	108.2	381.5	-101.2	62.7	57.8	112.0	22.5	90°, 1.0	6.11	8.23	8.64	10.77	251.0	-203.1
3	-41.0	-41.0	438.9	0.0	47.9	42.3	22.5	22.5	-	14.99	5.09	8.64	4.59	-242.2	92.4
5	-23.4	-23.4	-376.7	35.8	34.0	27.9	18.5	18.5	90°, 1.0	5.46	10.30	12.25	6.01	-69.5	59.0
7	-54.6	-38.7	242.1	-107.5	45.0	38.5	125.0	125.0	-	5.70	12.60	14.33	11.01	-254.4	-250.1
8	-43.0	-43.0	242.1	24.5	45.0	38.5	125.0	125.0	-	5.68	9.17	14.33	6.99	-254.3	250.1
9	50.2	50.2	0.0	60.6	45.0	39.0	125.0	125.0	-	4.61	12.60	6.28	8.73	187.6	221.0
10	-0.7	-0.2	10.2	5.6	32.1	26.6	13.1	13.1	73°, 1.0	6.48	5.69	4.84	4.02	-45.8	44.1
11	1.7	2.6	13.4	8.7	35.2	29.7	115.5	13.7	73°, 1.0	2.99	5.69	4.84	4.02	69.2	48.9
12	16.3	19.3	24.2	19.2	44.1	37.2	119.3	15.6	73°, 1.0	3.62	8.23	4.84	4.02	120.8	59.1
13	45.9	52.4	37.5	32.7	52.8	46.3	123.0	17.4	73°, 1.0	4.28	10.34	4.84	4.02	187.4	70.8
14	74.3	84.0	47.3	42.6	58.3	51.2	124.0	18.6	73°, 1.0	4.57	10.85	4.84	4.02	218.7	76.7

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

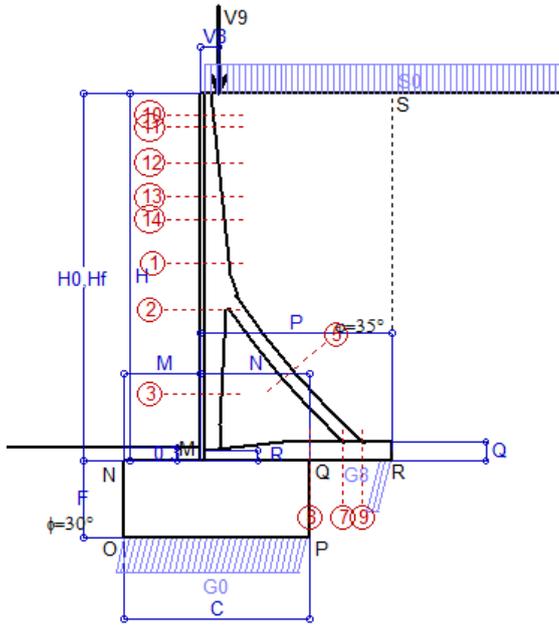
(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 3, 5, 6, 8 e 9 Med=Medu perché il momento flettente è già massimo

Scheda 2: Verifica SLE combinaz. RARA

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Condizione di carico "Esercizio"



Dati

$H_m = 9.00$ m	Prefabbricato tipo u90TM	$H_0 = 9.00$ m
$C = 4.50$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 9.00$ m
$F = 1.90$ m	Angolo d'attrito della terra	$\phi = 35^\circ$
$M = 1.85$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$N = 2.65$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 4.65$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.45$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine)	$K_1 = 0.271$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H_3 = 9.00$ m
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

	COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1	197.55	968.00	0.00	0.00
Spinta del sovraccar. su R-S x 1	48.78	312.18	0.00	0.00
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.00	0.00	87.09	282.03
Peso terra e sovraccarico x 1	0.00	0.00	783.59	3 330.24
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.00	0.00	3.00	6.90
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	11.10	5.56	0.00	0.00
Peso della fondazione x 1	0.00	0.00	213.75	480.94
Totali	$S_9 = 257.43$	$M_9 = 1 285.74$	$P_9 = 1 087.44$	$M_8 = 4 100.11$

Spinta della terra su sez. R-S x 1	197.55	968.00	0.00	0.00
Spinta del sovraccar. su R-S x 1	48.78	312.18	0.00	0.00
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.00	0.00	87.09	282.03
Peso terra e sovraccarico x 1	0.00	0.00	783.59	3 330.24
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.00	0.00	3.00	6.90
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	11.10	5.56	0.00	0.00
Peso della fondazione x 1	0.00	0.00	213.75	480.94
<i>*non sommati</i>				
Totali				

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché $<$ del valore rispetto a 'O'	$=$	2.466
GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici)	$=$	2.450
Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 =$ 100.87 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . $Q_8 =$	0.31 m
Carico sul terreno della fondazione: $G_0 =$ 986.56 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio. . $C_8 =$	4.50 m
TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff	$\sigma_t =$	0.219 MPa
OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione	$\beta =$	13.3°

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 1.51

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb)

$K_0 = 0.244$

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di partecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricopr. $c + \Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	115.5	51.7	66.4	121.2	69.3	62.3	16.46	4.84	109	3.60	38	0.059
2	67.9	288.7	-78.9	112.0	62.7	57.8	8.23	8.64	45	3.61	38	0.000
3	-32.9	334.2	0.0	22.5	47.9	42.3	5.09	8.64	-5	4.07	38	0.000
5	-14.2	-278.3	26.0	0.0	34.0	21.9	10.30	12.25	169	0.00	38	0.107
7	-47.3	178.9	-84.7	125.0	45.0	38.5	12.60	14.33	31	2.60	50	0.000
8	-41.3	178.9	15.4	125.0	45.0	38.5	9.17	14.33	21	2.16	50	0.000
9	38.1	0.0	46.0	125.0	45.0	39.0	12.60	6.28	82	2.63	50	0.000
10	-0.4	7.1	3.4	13.1	32.1	26.6	5.69	4.84	0	0.15	38	0.000
11	1.2	9.5	6.2	115.5	35.2	29.7	5.69	4.84	4	0.24	38	0.000
12	11.6	17.5	16.4	119.3	44.1	37.2	8.23	4.84	34	1.18	38	0.000
13	32.8	27.3	30.2	123.0	52.8	46.3	11.37	4.84	59	1.96	38	0.000
14	53.4	34.6	40.8	124.0	58.3	51.2	11.15	4.84	89	2.69	38	0.000

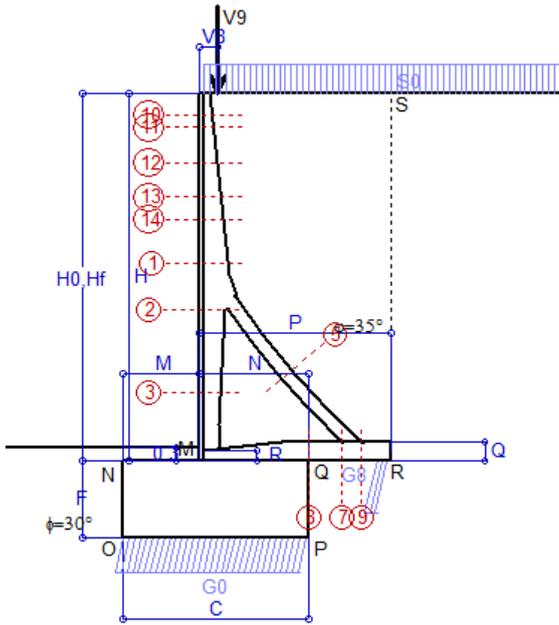
(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 3: Verifica SLE combinaz. FREQUENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Condizione di carico "Esercizio"



Dati

$H_m = 9.00$ m	Prefabbricato tipo u90TM	$H_0 = 9.00$ m
$C = 4.50$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 9.00$ m
$F = 1.90$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$M = 1.85$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 15.0$ kN/m ²
$N = 2.65$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 4.65$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.45$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) $K_1 = 0.271$
 agente su una sezione ideale R-S di altezza $H_3 = 9.00$ m
 Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine) $K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

Spinta della terra su sez. R-S x 1
 Spinta del sovraccar. su R-S x 1
 Peso struttura (parete+platea) x 1
 Peso terra e sovraccarico x 1
 Forze concentrate (U9+V9) x 1
 Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 Peso della fondazione x 1
**non sommati*

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
197.55	968.00	0.00	0.00
36.58	234.14	0.00	0.00
0.00	0.00	87.09	282.03
0.00	0.00	760.34	3 233.17
0.00	0.00	3.00	6.90
11.04	5.54	0.00	0.00
0.00	0.00	213.75	480.94
S₉ = 245.17	M₉ = 1 207.68	P₉ = 1 064.19	M₈ = 4 003.04

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché $<$ del valore rispetto a 'O' = 2.573
 GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 2.518
 Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 110.08$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $Q_8 = 0.34$ m
 Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 954.11$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. $C_8 = 4.50$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.212$ MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 13.0^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 1.01

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb)

$K_0 = 0.244$

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di partecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricopr. $c + \Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	102.9	49.2	60.6	121.2	69.3	62.3	16.46	4.84	96	3.22	38	0.044
2	57.4	271.1	-74.2	112.0	62.7	57.8	8.23	8.64	30	3.05	38	0.000
3	-35.8	314.3	0.0	22.5	47.9	42.3	5.09	8.64	-4	4.20	38	0.000
5	-13.7	-259.4	25.1	0.0	34.0	21.9	10.30	12.25	159	0.00	38	0.105
7	-55.6	166.8	-87.8	125.0	45.0	38.5	12.60	14.33	49	3.27	50	0.000
8	-54.2	166.8	9.8	125.0	45.0	38.5	9.17	14.33	46	3.19	50	0.000
9	37.2	0.0	44.9	125.0	45.0	39.0	12.60	6.28	80	2.57	50	0.000
10	-0.6	6.8	2.7	13.1	32.1	26.6	5.69	4.84	0	0.20	38	0.000
11	0.7	9.0	5.0	115.5	35.2	29.7	5.69	4.84	1	0.15	38	0.000
12	9.5	16.4	14.0	119.3	44.1	37.2	8.23	4.84	27	0.98	38	0.000
13	28.1	25.8	26.6	123.0	52.8	46.3	11.37	4.84	50	1.69	38	0.000
14	46.5	32.8	36.5	124.0	58.3	51.2	11.16	4.84	77	2.36	38	0.000

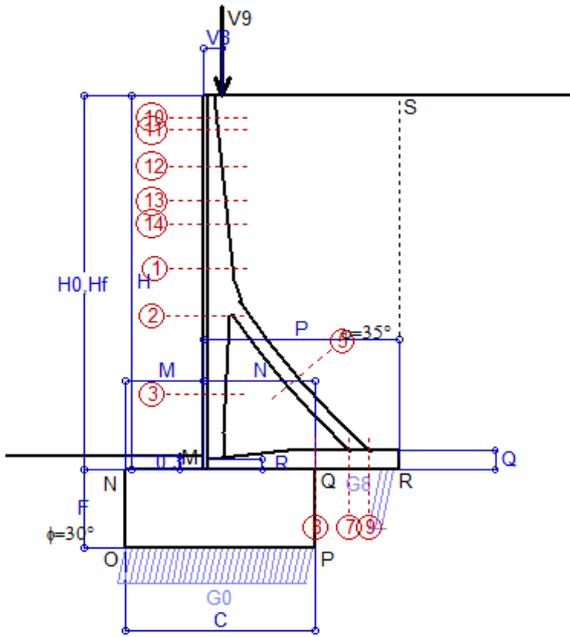
(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 4: Verifica SLE combinaz QUASI PERMANENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Condizione di carico "Esercizio"



Dati

$H_m = 9.00$ m	Prefabbricato tipo u90TM	$H_0 = 9.00$ m
$C = 4.50$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 9.00$ m
$F = 1.90$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$M = 1.85$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 0.0$ kN/m ²
$N = 2.65$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 4.65$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.45$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.271$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
197.55	968.00	0.00	0.00
0.00	0.00	87.09	282.03
0.00	0.00	690.59	2 941.96
0.00	0.00	3.00	6.90
10.83	5.51	0.00	0.00
0.00	0.00	213.75	480.94
S₉ = 208.38	M₉ = 973.51	P₉ = 994.44	M₈ = 3 711.83

Spinta della terra su sez. R-S x 1
 Peso struttura (parete+platea) x 1
 Peso terra e sovraccarico x 1
 Forze concentrate (U9+V9) x 1
 Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 Peso della fondazione x 1
**non sommati*

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O' = 3.015
 GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 2.768
 Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 137.61$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $.Q_8 = 0.42$ m
 Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 856.82$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. $.C_8 = 4.50$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.190$ MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 11.8^\circ$

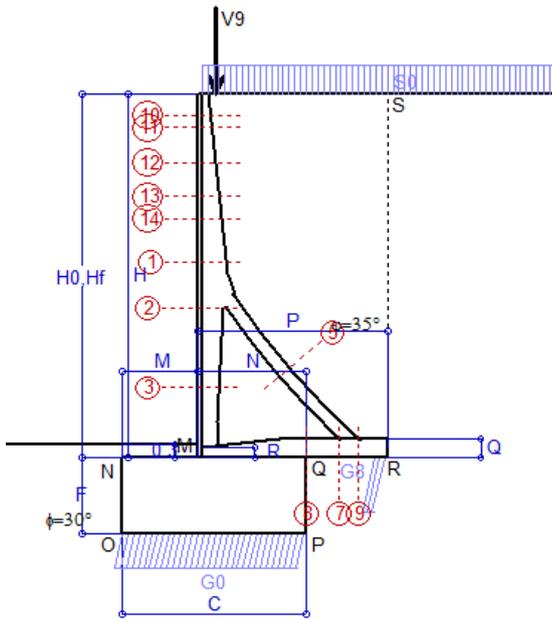
Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Mononobe-Okabe: 2a form $K_0 = 0.244$

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di partecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $c+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	65.2	41.7	43.2	121.2	69.3	62.3	16.46	4.84	59	2.07	38	0.000
2	25.8	218.3	-60.2	112.0	62.7	57.8	8.23	8.64	1	1.52	38	0.000
3	-45.2	254.7	0.0	22.5	47.9	42.3	5.09	8.64	0	4.74	38	0.000
5	-12.2	-203.0	22.2	0.0	34.0	21.9	10.30	12.25	130	0.00	38	0.088
7	-78.5	130.5	-97.2	125.0	45.0	38.5	12.60	14.33	104	4.99	50	0.000
8	-90.6	130.5	0.0	125.0	45.0	38.5	9.17	14.33	127	5.84	50	0.000
9	34.5	0.0	41.6	125.0	45.0	39.0	12.60	6.28	74	2.38	50	0.000
10	-0.1	5.9	0.6	13.1	32.1	26.6	5.69	4.84	1	0.06	38	0.000
11	-0.8	7.5	1.6	13.7	35.2	29.7	5.69	4.84	0	0.21	38	0.000
12	3.3	13.4	7.0	119.3	44.1	37.2	8.23	4.84	7	0.36	38	0.000
13	14.0	21.2	16.0	123.0	52.8	46.3	11.37	4.84	23	0.88	38	0.000
14	25.8	27.2	23.6	124.0	58.3	51.2	11.19	4.84	40	1.34	38	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 2.17^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.037$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.019$

Condizione di carico "Esercizio"

Dati

$H_m = 9.00$ m
 $C = 4.50$ m
 $F = 1.90$ m
 $M = 1.85$ m
 $N = 2.65$ m
 $P = 4.65$ m
 $Q = 0.45$ m
 $U_v = 0.00$ m
 $V_g = 0.45$ m
 $U_1 = 0.0$ m
 $R = 0.25$ m

Acceleraz. orizz. al suolo

Prefabbricato tipo u90TM
 Altezza della terra contro il pannello
 Sovraccarico sul rilevato (20%)
 Angolo d'attrito della terra
 Coefficiente d'attrito della fondazione
 Accelerazione massima locale
 Coeff. riduz. acceleraz. max attesa
 Forza orizzontale concentrata
 Forza verticale concentrata in cima
 Pendenza del rilevato vicino al muro
 Pendenza del rilevato lontano dal muro

$a_g/g = 0.061$
 $H_0 = 9.00$ m
 $H = 9.00$ m
 $S_0 = 4.0$ kN/m2
 $\phi = 35^\circ$
 $R_0 = 0.580$
 $a_{max}/g = 0.098$
 $\beta_m = 0.38$
 $U_g = 0.00$ kN/cad
 $V_g = 3.75$ kN/cad
 $i_g = 0.0\%$
 $i_b = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

Coefficiente di spinta attiva della terra (Rankine con sisma) agente su una sezione ideale R-S di altezza $K_1 = 0.276$
 Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale $H = 9.00$ m
 $O_3 = 7.75^\circ$
 Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine) $K_3 = 0.266$
 Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Monoboe-Okabe) $K_p = 2.93$
 (Dati: $\phi = 30.00^\circ$ $\epsilon = 0.0^\circ$ $\psi = 90^\circ$ $\delta = 0^\circ$)

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R'-S' x 1	199.2	976.2	27.1	176.3
Spinta del sovraccar. su R'-S' x 1	9.8	63.0	1.3	8.7
Peso struttura (parete+platea) x 1	3.2	12.7	85.5	276.8
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	25.7	170.2	696.0	2963.5
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.0	0.0	3.0	6.9
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	13.4	6.4	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	8.0	7.6	209.8	472.0
Spinta passiva sulla fondaz. Sp x 0.5	-31.9*	-23.4*	0.0*	0.0*
TOTALI (GEO e STR)	$S_g = 259.3$	$M_g = 1236.0$	$P_g = 1022.7$	$M_g = 3904.1$

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:
 Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 106.6$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $Q_8 = 0.33$ m
 Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 916.1$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $C_8 = 4.50$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_1 = 0.204$ MPa
 OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 12.5^\circ$
Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo $R_d = (1022.7 * 0.58 + 31.9) / 1.0 = 625.1 > E_d = 259.3$
 Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 450$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 257$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (1a formula di Monoboe-Okabe) $K_0 = 0.266$
 Freccia in cima al pannello mm 0.62

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato compresso	b_w larghezza taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricentrico	V_{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	83.2	94.4	45.6	40.4	69.3	62.3	121.2	20.9	73°, 1.0	6.03	16.46	4.84	5.03	396.5	124.2	
2	37.8	46.8	252.5	-72.6	62.7	57.8	112.0	22.5	90°, 1.0	5.56	8.23	8.64	10.77	228.4	-207.9	
3	-46.3	-46.3	294.3	1.6	47.9	42.3	22.5	22.5	-	11.24	5.09	8.64	4.59	-210.2	82.5	
5	-15.6	-15.6	-240.5	23.8	34.0	27.9	18.5	18.5	90°, 1.0	6.45	10.30	12.25	6.01	-85.1	59.0	
7	-53.2	-41.4	154.6	-79.3	45.0	38.5	125.0	125.0	-	5.43	12.60	14.33	11.01	-238.3	-238.9	
8	-47.7	-47.7	154.6	14.2	45.0	38.5	125.0	125.0	-	5.38	9.17	14.33	6.99	-238.0	238.9	
9	35.6	35.6	0.0	43.0	45.0	39.0	125.0	125.0	-	4.61	12.60	6.28	8.73	187.6	221.0	
10	-1.0	-0.9	6.2	2.0	32.1	26.6	13.1	13.1	73°, 1.0	6.44	5.69	4.84	4.02	-45.0	46.0	
11	-0.2	0.1	8.0	3.2	35.2	29.7	13.7	13.7	73°, 1.0	6.53	5.69	4.84	4.02	-51.6	51.0	
12	5.7	7.0	14.6	8.9	44.1	37.2	119.3	15.6	73°, 1.0	3.58	8.23	4.84	4.02	119.9	62.2	
13	19.9	23.3	23.2	17.2	52.8	46.3	123.0	17.4	73°, 1.0	4.22	10.34	4.84	4.02	185.6	75.2	
14	34.9	40.2	29.8	23.9	58.3	51.2	124.0	18.6	73°, 1.0	4.50	10.85	4.84	4.02	216.2	81.7	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

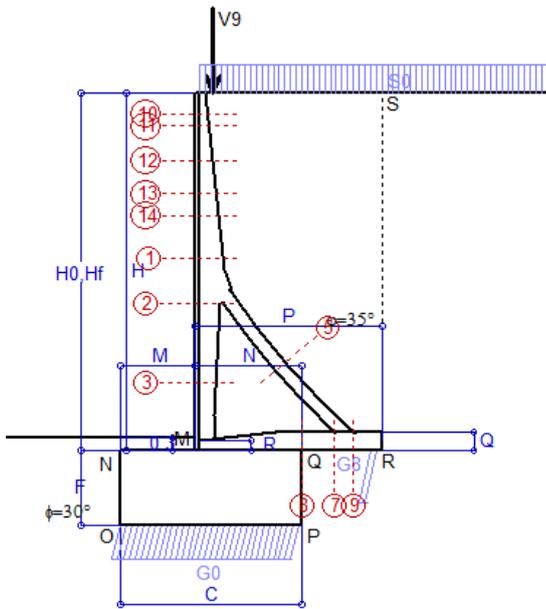
(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 3, 5, 6, 8 e 9 $M_{ed} = M_{edu}$ perché il momento flettente è già massimo

Scheda 6: Verifica sismica al ribaltamento

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Comune di Codrogianos



Angolo di rotazione sismica $\theta = 3.29^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.056$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.028$

Condizione di carico "Esercizio"

Dati

$H_m = 9.00$ m
 $C = 4.50$ m
 $F = 1.90$ m
 $M = 1.85$ m
 $N = 2.65$ m
 $P = 4.65$ m
 $Q = 0.45$ m
 $U_v = 0.00$ m
 $V_8 = 0.45$ m
 $U_1 = 0.0$ m
 $R = 0.25$ m

Acceleraz. orizz. al suolo

Prefabbricato tipo u90TM
 Altezza della terra contro il pannello
 Sovraccarico sul rilevato (20%)
 Angolo d'attrito della terra
 Coefficiente d'attrito della fondazione
 Accelerazione massima locale
 Coeff. riduz. acceleraz. max attesa
 Forza orizzontale concentrata
 Forza verticale concentrata in cima
 Pendenza del rilevato vicino al muro
 Pendenza del rilevato lontano dal muro

$a_g/g = 0.061$

$H_0 = 9.00$ m
 $H = 9.00$ m
 $S_0 = 4.0$ kN/m²
 $\phi = 35^\circ$
 $R_0 = 0.580$
 $a_{max}/g = 0.098$
 $\beta_m = 0.57$
 $U_9 = 0.00$ kN/cad
 $V_9 = 3.75$ kN/cad
 $I_9 = 0.0\%$
 $I_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

Coefficiente di spinta attiva della terra (Rankine con sisma) agente su una sezione ideale R-S di altezza
 Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale
 Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)
 Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Mononobe-Okabe)
 (Dati: $\phi = 30.00^\circ$ $\varepsilon = 0.0^\circ$ $\psi = 90^\circ$ $\delta = 0^\circ$)

$K_1 = 0.282$
 $H = 9.00$ m
 $O_3 = 11.44^\circ$
 $K_3 = 0.278$
 $K_p = 2.90$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R'-S' x 1	201.4	986.7	40.8	264.9
Spinta del sovraccar. su R'-S' x 1	9.9	63.6	2.0	13.1
Peso struttura (parete+platea) x 1	4.9	19.0	84.7	274.2
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	38.6	255.8	689.4	2935.2
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.0	0.0	3.0	6.9
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	14.9	7.0	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	11.9	11.4	207.8	467.5
Spinta passiva sulla fondaz. Sp x 0.5	-31.6*	-23.1*	0.0*	0.0*
	$S_9 =$	$M_9 =$	$P_9 =$	$M_8 =$
TOTALI (GEO e STR)	281.6	1343.5	1027.6	3961.7

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 90.3$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $Q_8 = 0.28$ m
 Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 937.3$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $C_8 = 4.50$ m

TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_1 = 0.208$ MPa
 OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 13.7^\circ$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo $R_d = (3961.7 + 23.1) / 1.0 = 3984.9 > E_d = 1343.5$

Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo $R_d = (1977.6) / 1.0 = 1977.6 > E_d = 841.1$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 454$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 275$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (1a formula di Mononobe-Okabe) Freccia in cima al pannello mm 0.70
 $K_0 = 0.278$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni									Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b_w larghez- za taglio	staffe α° , ctg θ	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricen- trico	V_{Rd}			
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN			
1	87.8	99.6	46.6	42.5	69.3	62.3	121.2	20.9	73°, 1.0	6.04	16.46	4.84	5.03	396.7	123.6			
2	40.1	49.6	263.5	-76.0	62.7	57.8	112.0	22.5	90°, 1.0	5.61	8.23	8.64	10.77	230.3	-207.4			
3	-48.0	-48.0	307.2	2.5	47.9	42.3	22.5	22.5	-	11.57	5.09	8.64	4.59	-213.2	83.4			
5	-15.6	-15.6	-252.8	23.8	34.0	27.9	18.5	18.5	90°, 1.0	6.36	10.30	12.25	6.01	-83.7	59.0			
7	-38.4	-28.9	162.5	-67.2	45.0	38.5	125.0	125.0	-	5.45	12.60	14.33	11.01	-239.7	-239.9			
8	-22.2	-22.2	162.5	26.8	45.0	38.5	125.0	125.0	-	5.41	9.17	14.33	6.99	-239.5	239.9			
9	35.8	35.8	0.0	43.2	45.0	39.0	125.0	125.0	-	4.61	12.60	6.28	8.73	187.6	221.0			
10	-1.0	-0.8	6.2	2.1	32.1	26.6	13.1	13.1	73°, 1.0	6.44	5.69	4.84	4.02	-45.0	46.0			
11	-0.2	0.2	8.0	3.4	35.2	29.7	13.7	13.7	73°, 1.0	6.53	5.69	4.84	4.02	-51.6	50.9			
12	6.1	7.5	14.8	9.4	44.1	37.2	119.3	15.6	73°, 1.0	3.58	8.23	4.84	4.02	119.9	62.0			
13	21.2	24.7	23.6	18.2	52.8	46.3	123.0	17.4	73°, 1.0	4.22	10.34	4.84	4.02	185.7	74.9			
14	37.0	42.5	30.3	25.1	58.3	51.2	124.0	18.6	73°, 1.0	4.50	10.85	4.84	4.02	216.3	81.3			

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 3, 5, 6, 8 e 9 $M_{ed} = M_{edu}$ perché il momento flettente è già massimo

Scheda 7. Portanza della fondazione

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Coefficienti SLU "favorevoli" e "sfavorevoli"

Prefabbricato tipo u90TM

Condizione di carico "Esercizio"

Calcolo con la formula di Brinch-Hansen 1970 (valida per terreno omogeneo e condizioni drenate)

Dati geotecnici del terreno di fondazione:

		Natura di terreno di fondazione	Unità geotecnica 'SL' (sabbie con limo, sabbie limose)		
ϕ	Angolo d'attrito nominale	gradi	30.0°	$\phi = \text{rad}$	0.5236
c	Coazione drenata	kN/m ²	10		
γ	Peso specifico	kN/m ³	9.00		
Iv	Inclinazione del terreno a valle	%	0.0%	$\epsilon = \text{rad}$	0.0000

Dati geometrici della fondazione:

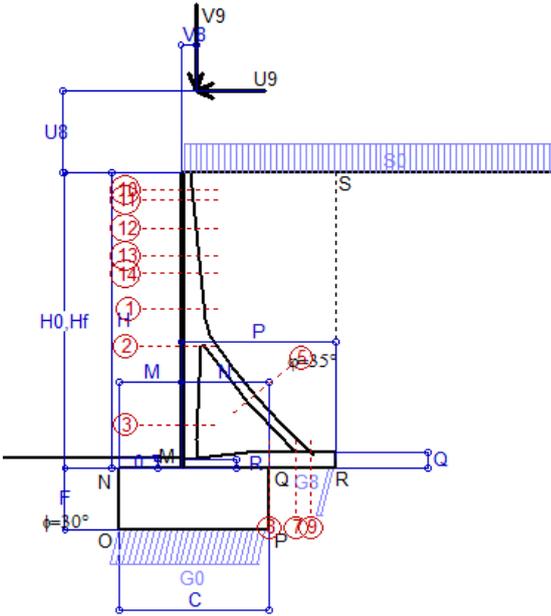
E	Spessore della terra sulla fondazione	m	0.30		
F	Spessore della fondazione (facciata di valle)	m	1.90		
I7	Inclinazione del letto di posa	%	0.0%	$\alpha = \text{rad}$	0.0000

Verifiche allo stato limite ultimo (A1+M1+R3)			Scheda 1	Sisma
Carichi agenti sulla fondazione:				
N	Componente verticale (G0)	kN/m	1309.1	916.1
β	Obliquità del carico rispetto alla verticale	gradi	13.52°	12.53°
H	Componente orizzontale = G0 * tan(β)	kN/m	314.7	203.7
B	Larghezza del nastro di appoggio (C8)	m	4.50	4.50
Dati influenzati dal tipo di verifica:				
Φ	Angolo d'attrito assunto nel calcolo	rad	0.5236	0.5236
E5	Distanza della risultante dal bordo esterno della fondazione	m	2.25	2.25
D	Affondamento = E + F + E5 * Iv	m	2.20	2.20
Termini della formula di Brinch-Hansen				
Profondità = $[\gamma D N_q] s_q d_q i_q b_q g_q z_q$			kN/m ²	239.91
Coefficiente base $N_q = \tan^2(45^\circ + \Phi / 2) e^{\pi \tan \Phi}$			18.40	18.40
Inclinaz. terreno a valle $g_q = (1 - \tan \epsilon)^2$			1.00	1.00
Lunghezza del muro $s_q = 1$ (fondazione nastriforme)			1.00	1.00
Larghezza fondazione $d_q = 1 + 2 \tan \Phi (1 - \sin \Phi)^2 x \text{se}[D < B; D/B; \text{atn}(D/B)]$			1.14	1.14
Inclinazione letto di posa $b_q = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$			1.00	1.00
Inclinaz. della risultante i_q #RIF!			0.58	0.60
Paolucci e Pecker 1997 $z_q = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$			-	0.977
Coazione = $[c N_c] s_c d_c i_c b_c g_c z_c$			kN/m ²	191.45
Coefficiente base $N_c = (N_q - 1) \cot \Phi$			30.14	30.14
Inclinaz. terreno a valle $g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \Phi)$			1.00	1.00
Lunghezza del muro $s_c = 1$ (fondazione nastriforme)			1.00	1.00
Larghezza fondazione $d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \Phi)$			1.15	1.15
Inclinazione letto di posa $b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \Phi)$			1.00	1.00
Inclinaz. della risultante $i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c \tan \Phi)$			0.55	0.58
Paolucci e Pecker 1997 $z_c = 1 - 0.34 K_h$			-	0.987
Superficie = $[\frac{1}{2} \gamma B N_\gamma] s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma z_\gamma$			kN/m ²	209.65
Coefficiente base $N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \Phi$			22.40	22.40
Inclinaz. terreno a valle $g_\gamma = (1 - \tan \epsilon)^2$			1.00	1.00
Lunghezza del muro $s_\gamma = 1$ (fondazione nastriforme)			1.00	1.00
Larghezza fondazione $d_\gamma = 1.00$			1.00	1.00
Inclinazione letto di posa $b_\gamma = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$			1.00	1.00
Inclinaz. della risultante i_γ #RIF!			0.46	0.50
Paolucci e Pecker 1997 $z_\gamma = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$			-	0.977
Verifica della capacità portante				
q_{LIM}	Carico unitario limite (Meyerhof)	Mpa	0.641	0.668
γ_R	Coeff. per le verifiche SLU di fondazioni superficiali		1.4	1.2
C_p	Capacità portante, tenuto conto di γ_R	kN	2060.4	2503.2
G_0	Carico effettivo, dovuto alle forze esterne	kN	1309.1	916.1
La struttura è verificata al collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno per l'approccio 2 (A1+M1+R3)				

Scheda 8: Approccio 2, (A1+M1+R3)

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Condizione di carico "Vento"



Dati

$H_m = 9.00$ m	Prefabbricato tipo u90TM	$H_0 = 9.00$ m
$C = 4.50$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 9.00$ m
$F = 1.90$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$M = 1.85$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35.00^\circ$
$N = 2.65$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 4.65$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.45$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.580$
$U_v = 2.50$ m	Forza orizzontale concentrata	$U_9 = 7.625$ kN/cad
$V_9 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad
$R = 0.25$ m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$I_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine)	$K_1 = 0.271$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H = 9.00$ m
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$O_3 = 0.00^\circ$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1.3	256.8	1 258.4	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1.5	73.2	468.3	0.0	0.0
Peso struttura (parete+platea) x 1.3	0.0	0.0	113.2	366.6
Peso terra x 1.3 e sovracc. x 1.50	0.0	0.0	1 037.3	4 407.0
Forze concentrate (U9+V9) x 1.5	9.2	122.6	4.5	10.4
Spinta della terra sulla fondaz. x 1.3	14.4	7.2	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1.3	0.0	0.0	277.9	625.2
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 353.6	M₉ = 1 856.5	P₉ = 1 432.9	M₈ = 5 409.2

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 = 89.4$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$Q_8 = 0.21$ m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 1343.4$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$C_8 = 4.50$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_t = 0.299$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 13.9^\circ$

Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo

$$R_d = (1432.9 * 0.58) / 1.1 = 755.5 > E_d = 353.6$$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo

$$R_d = (5409.2) / 1.15 = 4703.6 > E_d = 1856.5$$

Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo

$$R_d = (2647.2) / 1.15 = 2301.9 > E_d = 1204.9$$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 675$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 391$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb)

Freccia in cima al pannello mm	9.88
$K_0 =$	0.244

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni						Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b_w larghez- za taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricen- trico	V_{Rd}
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	235.1	256.4	70.0	64.6	69.3	62.3	121.2	20.9	73°, 1.0	6.14	16.46	4.84	5.03	401.0	117.7
2	160.9	176.7	414.7	-104.3	62.7	57.8	112.0	22.5	90°, 1.0	6.25	8.23	8.64	10.77	256.7	-203.1
3	-12.8	-12.8	480.7	0.0	47.9	42.3	22.5	22.5	-	16.07	5.09	8.64	4.59	-250.7	95.3
5	-23.4	-23.4	-420.0	35.8	34.0	27.9	18.5	18.5	90°, 1.0	5.14	10.30	12.25	6.01	-64.5	59.0
7	-26.8	-12.7	270.0	-97.8	45.0	38.5	125.0	125.0	-	5.78	12.60	14.33	11.01	-259.5	-253.7
8	-7.0	-7.0	270.0	34.2	45.0	38.5	125.0	125.0	-	5.77	9.17	14.33	6.99	-259.5	253.7
9	54.2	54.2	0.0	65.2	45.0	39.0	125.0	125.0	-	4.61	12.60	6.28	8.73	187.6	221.0
10	33.6	35.1	10.2	3.2	32.1	26.6	114.2	13.1	73°, 1.0	2.91	5.69	4.84	4.02	62.7	44.2
11	39.5	41.5	13.4	6.6	35.2	29.7	115.5	13.7	73°, 1.0	2.99	5.69	4.84	4.02	69.2	48.9
12	64.0	68.3	24.2	17.0	44.1	37.2	119.3	15.6	73°, 1.0	3.62	8.23	4.84	4.02	120.8	59.1
13	103.3	111.5	37.5	30.9	52.8	46.3	123.0	17.4	73°, 1.0	4.28	10.34	4.84	4.02	187.4	70.8
14	137.9	149.4	47.3	40.8	58.3	51.2	124.0	18.6	73°, 1.0	4.57	10.85	4.84	4.02	218.7	76.7

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

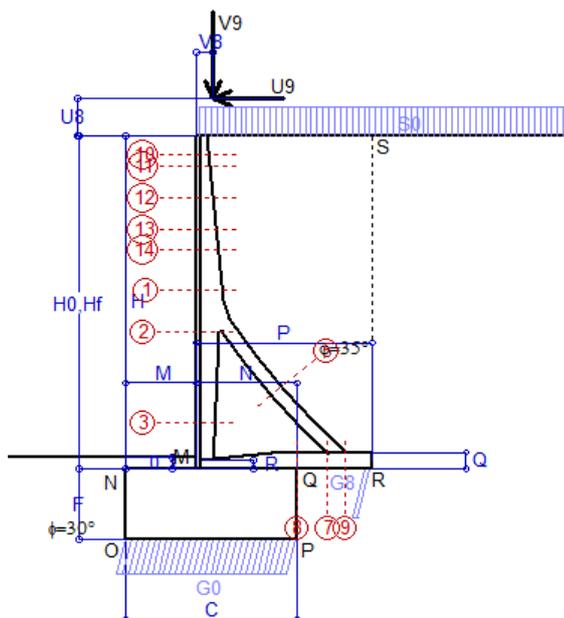
(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 3, 5, 6, 8 e 9 $M_{ed} = M_{edu}$ perché il momento flettente è già massimo

Scheda 9: Urto sul sicurvia da 14.29 kN/cad a 1.00 m da terra

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Coefficienti SLU per azioni eccezionali



Dati

$H_m = 9.00$ m	Prefabbricato tipo u90TM	$H_0 = 9.00$ m
$C = 4.50$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 9.00$ m
$F = 1.90$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$M = 1.85$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$N = 2.65$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 4.65$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.45$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$U_v = 1.00$ m	Urto: Forza orizzontale concentrata	$U_9 = 14.29$ kN/cad
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad
$R = 0.25$ m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$I_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine)	$K_1 = 0.271$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H = 9.00$ m
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$O_3 = 0.00^\circ$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1	197.6	968.0	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1	48.8	312.2	0.0	0.0
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.0	0.0	87.1	282.0
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	0.0	0.0	783.6	3 330.2
Forze concentrate (U9+V9) x 1	11.4	136.0	3.0	6.9
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	11.1	5.6	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	0.0	0.0	213.8	480.9
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 268.9	M₉ = 1 421.8	P₉ = 1 087.4	M₈ = 4 100.1

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 = 62.9$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$Q_8 = 0.19$ m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 1024.6$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$C_8 = 4.50$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_t = 0.228$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 13.9^\circ$

Scorrimento sul piano di posa verificato essendo $Rd = (1087.4 * 0.58) / 1.1 = 573.4 > Ed = 268.9$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo $Rd = (4100.1) / 1.15 = 3565.3 > Ed = 1421.8$

Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo $Rd = (2002.9) / 1.15 = 1741.6 > Ed = 926.5$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 513$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 298$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u. (STR)

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb) $K_0 = 0.244$

Freccia in cima al pannello mm 7.97

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M _{Ed} (1) sulla sez. naturale	M _{Edu} (1) sulla sez. traslata	N _{Ed} (2)	V _{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b _w larghez- za taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\alpha$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o infer. platea	A4 staffe	M _{Rd} baricen- trico	V _{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN		
1	188.3	205.0	51.7	50.3	69.3	62.3	121.2	20.9	73°, 1.0	6.06	16.46	4.84	5.03	397.6	122.8	
2	131.9	144.1	324.8	-79.3	62.7	57.8	112.0	22.5	90°, 1.0	5.87	8.23	8.64	10.77	241.1	-207.1	
3	-6.0	-6.0	379.1	0.0	47.9	42.3	22.5	22.5	-	13.44	5.09	8.64	4.59	-229.5	88.3	
5	-17.6	-17.6	-325.3	27.0	34.0	27.9	18.5	18.5	90°, 1.0	5.84	10.30	12.25	6.01	-75.5	59.0	
7	-16.3	-5.7	209.1	-73.3	45.0	38.5	125.0	125.0	-	5.60	12.60	14.33	11.01	-248.4	-245.9	
8	-0.5	-0.5	209.1	26.8	45.0	38.5	125.0	125.0	-	5.57	9.17	14.33	6.99	-248.2	245.9	
9	43.7	43.7	0.0	52.5	45.0	39.0	125.0	125.0	-	4.61	12.60	6.28	8.73	187.6	221.0	
10	21.0	22.5	7.1	9.5	32.1	26.6	114.2	13.1	73°, 1.0	2.90	5.69	4.84	4.02	62.5	45.1	
11	27.0	29.0	9.5	11.1	35.2	29.7	115.5	13.7	73°, 1.0	2.97	5.69	4.84	4.02	68.9	50.0	
12	49.6	53.4	17.5	17.0	44.1	37.2	119.3	15.6	73°, 1.0	3.59	8.23	4.84	4.02	120.1	60.9	
13	82.9	89.7	27.3	26.3	52.8	46.3	123.0	17.4	73°, 1.0	4.24	10.34	4.84	4.02	186.1	73.8	
14	111.1	120.4	34.6	33.2	58.3	51.2	124.0	18.6	73°, 1.0	4.52	10.85	4.84	4.02	216.9	80.3	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

programma Tensiter 'Muri 2018' vers.1.2.3

Le sezioni sulla parete prefabbricata (come la 12) sono collocate poco sopra il piego di ogni ferro, senza più considerarne il contributo.

Norma: Italia D.M 17/1/2018

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
11 - GEO (A2-M2-R2)	-3.00; 0.50	12.69	1.370
12 - GEO (A2-M2-R2)	-3.00; 0.50	12.69	1.273
13 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-3.00; 0.50	12.69	1.592
14 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-3.00; 0.50	12.69	1.587

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte	
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto	
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)	
W	peso della striscia espresso in [kN]
Qy	carico sulla striscia espresso in [kN]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
Tx; Ty	Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

Combinazione n° 11 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W	Qy	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	31.74	0.00	9.68 - 0.86	78.210	29.256	0	0.0	
2	77.12	0.00	0.86	64.239	29.256	0	0.0	
3	100.73	0.00	0.86	56.293	29.256	0	0.0	
4	118.47	0.00	0.86	49.804	29.256	0	0.0	
5	132.70	0.00	0.86	44.108	29.256	0	0.0	
6	152.39	0.00	0.86	38.924	24.791	8	3.6	
7	156.67	0.00	0.86	34.098	24.791	8	9.8	
8	164.69	0.00	0.86	29.536	24.791	8	15.0	
9	178.57	0.00	0.86	25.173	24.791	8	19.4	
10	187.37	0.00	0.86	20.961	24.791	8	23.0	
11	191.70	0.00	0.86	16.866	24.791	8	25.8	
12	103.73	3.75	0.86	12.858	24.791	8	28.1	
13	61.97	0.00	0.86	8.914	24.791	8	29.7	
14	59.00	0.00	0.86	5.012	24.791	8	30.7	
15	53.68	0.00	0.86	1.133	24.791	8	31.2	
16	53.50	0.00	0.86	-2.741	24.791	8	31.1	
17	52.41	0.00	0.86	-6.627	24.791	8	30.4	
18	50.41	0.00	0.86	-10.544	24.791	8	29.1	
19	47.47	0.00	0.86	-14.512	24.791	8	27.2	
20	43.54	0.00	0.86	-18.553	24.791	8	24.7	
21	38.56	0.00	0.86	-22.693	24.791	8	21.6	
22	32.43	0.00	0.86	-26.962	24.791	8	17.7	
23	25.03	0.00	0.86	-31.402	24.791	8	13.0	
24	16.18	0.00	0.86	-36.064	24.791	8	7.3	
25	5.61	0.00	-11.75 - 0.86	-40.666	24.791	8	0.7	

Combinazione n° 12 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W	Qy	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	31.74	22.29	9.68 - 0.86	78.210	29.256	0	0.0	
2	77.12	22.29	0.86	64.239	29.256	0	0.0	
3	100.73	22.29	0.86	56.293	29.256	0	0.0	
4	118.47	22.29	0.86	49.804	29.256	0	0.0	
5	132.70	22.29	0.86	44.108	29.256	0	0.0	
6	152.39	22.29	0.86	38.924	24.791	8	3.6	
7	156.67	22.29	0.86	34.098	24.791	8	9.8	
8	164.69	22.29	0.86	29.536	24.791	8	15.0	
9	178.57	22.29	0.86	25.173	24.791	8	19.4	
10	187.37	22.29	0.86	20.961	24.791	8	23.0	
11	191.70	22.29	0.86	16.866	24.791	8	25.8	
12	103.73	6.52	0.86	12.858	24.791	8	28.1	
13	61.97	0.00	0.86	8.914	24.791	8	29.7	

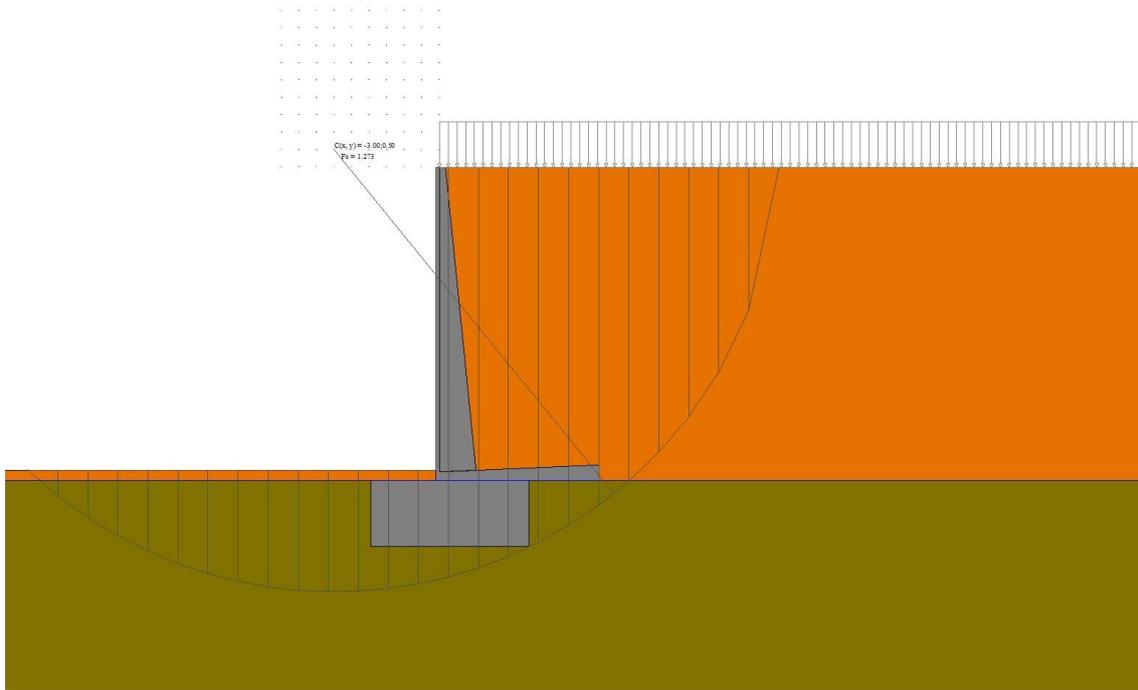
n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
14	59.00	0.00	0.86	5.012	24.791	8	30.7	
15	53.68	0.00	0.86	1.133	24.791	8	31.2	
16	53.50	0.00	0.86	-2.741	24.791	8	31.1	
17	52.41	0.00	0.86	-6.627	24.791	8	30.4	
18	50.41	0.00	0.86	-10.544	24.791	8	29.1	
19	47.47	0.00	0.86	-14.512	24.791	8	27.2	
20	43.54	0.00	0.86	-18.553	24.791	8	24.7	
21	38.56	0.00	0.86	-22.693	24.791	8	21.6	
22	32.43	0.00	0.86	-26.962	24.791	8	17.7	
23	25.03	0.00	0.86	-31.402	24.791	8	13.0	
24	16.18	0.00	0.86	-36.064	24.791	8	7.3	
25	5.61	0.00	-11.75 - 0.86	-40.666	24.791	8	0.7	

Combinazione n° 13 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	31.74	3.43	9.68 - 0.86	78.210	35.000	0	0.0	
2	77.12	3.43	0.86	64.239	35.000	0	0.0	
3	100.73	3.43	0.86	56.293	35.000	0	0.0	
4	118.47	3.43	0.86	49.804	35.000	0	0.0	
5	132.70	3.43	0.86	44.108	35.000	0	0.0	
6	152.39	3.43	0.86	38.924	30.000	10	3.6	
7	156.67	3.43	0.86	34.098	30.000	10	9.8	
8	164.69	3.43	0.86	29.536	30.000	10	15.0	
9	178.57	3.43	0.86	25.173	30.000	10	19.4	
10	187.37	3.43	0.86	20.961	30.000	10	23.0	
11	191.70	3.43	0.86	16.866	30.000	10	25.8	
12	103.73	1.00	0.86	12.858	30.000	10	28.1	
13	61.97	0.00	0.86	8.914	30.000	10	29.7	
14	59.00	0.00	0.86	5.012	30.000	10	30.7	
15	53.68	0.00	0.86	1.133	30.000	10	31.2	
16	53.50	0.00	0.86	-2.741	30.000	10	31.1	
17	52.41	0.00	0.86	-6.627	30.000	10	30.4	
18	50.41	0.00	0.86	-10.544	30.000	10	29.1	
19	47.47	0.00	0.86	-14.512	30.000	10	27.2	
20	43.54	0.00	0.86	-18.553	30.000	10	24.7	
21	38.56	0.00	0.86	-22.693	30.000	10	21.6	
22	32.43	0.00	0.86	-26.962	30.000	10	17.7	
23	25.03	0.00	0.86	-31.402	30.000	10	13.0	
24	16.18	0.00	0.86	-36.064	30.000	10	7.3	
25	5.61	0.00	-11.75 - 0.86	-40.666	30.000	10	0.7	

Combinazione n° 14 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	31.74	3.43	9.68 - 0.86	78.210	35.000	0	0.0	
2	77.12	3.43	0.86	64.239	35.000	0	0.0	
3	100.73	3.43	0.86	56.293	35.000	0	0.0	
4	118.47	3.43	0.86	49.804	35.000	0	0.0	
5	132.70	3.43	0.86	44.108	35.000	0	0.0	
6	152.39	3.43	0.86	38.924	30.000	10	3.6	
7	156.67	3.43	0.86	34.098	30.000	10	9.8	
8	164.69	3.43	0.86	29.536	30.000	10	15.0	
9	178.57	3.43	0.86	25.173	30.000	10	19.4	
10	187.37	3.43	0.86	20.961	30.000	10	23.0	
11	191.70	3.43	0.86	16.866	30.000	10	25.8	
12	103.73	1.00	0.86	12.858	30.000	10	28.1	
13	61.97	0.00	0.86	8.914	30.000	10	29.7	
14	59.00	0.00	0.86	5.012	30.000	10	30.7	
15	53.68	0.00	0.86	1.133	30.000	10	31.2	
16	53.50	0.00	0.86	-2.741	30.000	10	31.1	
17	52.41	0.00	0.86	-6.627	30.000	10	30.4	
18	50.41	0.00	0.86	-10.544	30.000	10	29.1	
19	47.47	0.00	0.86	-14.512	30.000	10	27.2	
20	43.54	0.00	0.86	-18.553	30.000	10	24.7	
21	38.56	0.00	0.86	-22.693	30.000	10	21.6	
22	32.43	0.00	0.86	-26.962	30.000	10	17.7	
23	25.03	0.00	0.86	-31.402	30.000	10	13.0	
24	16.18	0.00	0.86	-36.064	30.000	10	7.3	
25	5.61	0.00	-11.75 - 0.86	-40.666	30.000	10	0.7	



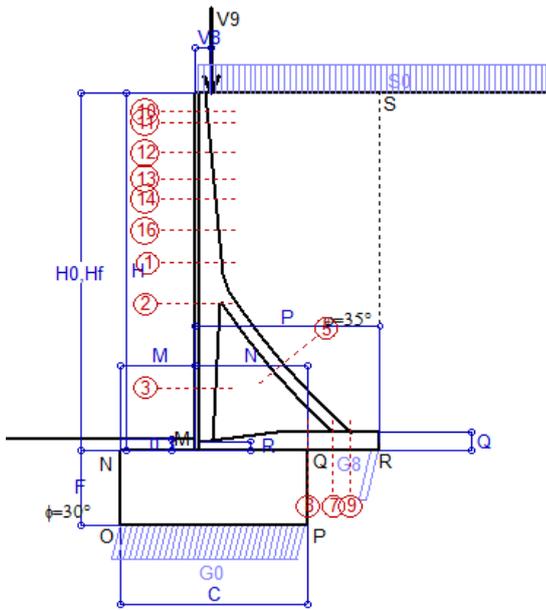
Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 12)

Errore. Il segnalibro non è definito.

Scheda 1: Approccio 2, (A1+M1+R3)

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Condizione di carico "Esercizio"



Dati

$H_m =$ 10.00 m	Prefabbricato tipo u100TM	$H_0 =$ 10.00 m
$C =$ 5.15 m	Altezza della terra contro il pannello	$H =$ 10.00 m
$F =$ 2.10 m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 =$ 20.0 kN/m ²
$M =$ 2.05 m	Angolo d'attrito della terra	$\phi =$ 35.00°
$N =$ 3.10 m	Peso specifico della terra	$P_0 =$ 18.0 kN/m ³
$P =$ 5.10 m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 =$ 25.0 kN/m ³
$Q =$ 0.50 m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 =$ 0.580
$U_v =$ 0.00 m	Forza orizzontale concentrata	$U_9 =$ 0.00 kN/cad
$V_8 =$ 0.45 m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 =$ 3.75 kN/cad
$R =$ 0.25 m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$i_8 =$ 0.0%

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 =$ 0.271
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$H =$ 10.00 m
	$O_3 =$ 0.00°
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 =$ 0.244

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1.3	317.1	1 722.7	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1.5	81.3	577.2	0.0	0.0
Peso struttura (parete+platea) x 1.3	0.0	0.0	137.4	489.7
Peso terra x 1.3 e sovracc. x 1.50	0.0	0.0	1 247.4	5 840.9
Forze concentrate (U9+V9) x 1.5	0.0	0.0	4.5	11.2
Spinta della terra sulla fondaz. x 1.3	21.3	10.9	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1.3	0.0	0.0	351.5	905.1
TOTALI (GEO e STR)	S₉ =	M₉ =	P₉ =	M₈ =
	419.7	2 310.7	1 740.9	7 246.9

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 =$ 114.9 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$Q_8 =$ 0.25 m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 =$ 1626.0 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$C_8 =$ 5.15 m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_1 =$ 0.316 MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta =$ 13.6°
Scorrimento sul piano di posa verificato essendo		$Rd = (1740.9 * 0.58) / 1.1 =$ 917.9	$> Ed = 419.7$
Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo		$Rd = (7246.9) / 1.15 =$ 6301.6	$> Ed = 2310.7$
Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo		$Rd = (3493.6) / 1.15 =$ 3037.9	$> Ed = 1463.3$
Componenti verticali nel contatto platea-fondazione:	Lato valle (punto M) $G_6 =$ 804 kN	Lato monte (punto Q) $G_7 =$ 470 kN	

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb)

Freccia in cima al pannello mm 3.76
 $K_0 =$ 0.244

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b_w larghez- za taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\phi$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricen- trico	V_{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	226.0	252.1	85.4	81.4	75.3	68.3	121.5	24.9	73°, 1.0	7.11	20.36	4.84	5.03	543.7	127.6	
2	142.7	161.0	460.9	-121.4	68.7	63.8	112.0	27.0	90°, 1.0	7.00	10.18	9.36	10.26	347.1	-212.1	
3	-46.4	-46.4	531.5	0.0	51.3	45.7	27.0	27.0	-	15.10	5.09	9.36	4.63	-295.6	116.5	
5	-31.4	-31.4	-455.6	44.3	34.0	28.0	23.0	23.0	90°, 1.0	5.61	15.27	15.27	6.67	-88.8	65.7	
7	-32.3	-17.7	292.9	-92.8	50.0	43.5	125.0	125.0	-	5.75	14.20	11.62	12.21	-256.3	-276.6	
8	-13.8	-13.8	292.9	5.6	50.0	43.5	125.0	125.0	-	5.73	10.24	11.62	7.27	-256.2	276.6	
9	66.2	66.2	0.0	73.0	50.0	44.0	125.0	125.0	-	5.05	14.20	6.28	7.85	236.7	240.3	
10	-0.7	-0.2	10.2	5.6	32.1	26.5	13.4	13.4	73°, 1.0	6.45	5.69	4.84	4.02	-45.8	44.1	
11	1.6	2.5	13.3	8.6	35.1	29.6	115.8	14.2	73°, 1.0	2.98	5.69	4.84	4.02	69.0	48.7	
12	15.9	18.8	24.0	19.0	43.8	37.0	119.8	16.5	73°, 1.0	3.60	8.23	4.84	4.02	120.1	58.8	
13	39.6	45.5	35.2	30.1	51.2	44.7	123.2	18.5	73°, 1.0	4.21	10.30	4.84	4.02	180.2	69.0	
14	67.1	75.9	45.1	40.1	56.9	49.8	124.0	20.0	73°, 1.0	4.50	10.74	4.84	4.02	210.6	75.2	
16	130.6	146.5	63.4	58.7	66.0	58.8	124.0	22.4	-	5.69	15.27	4.84	4.02	351.4	92.7	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 3, 5, 6, 8 e 9 $M_{Ed} = M_{Edu}$ perché il momento flettente è già massimo

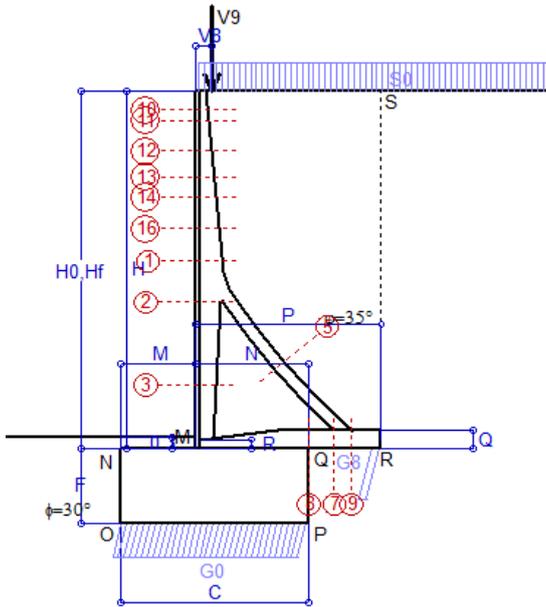
programma Tensiter 'Muri 2018' vers.1.2.3

Norma: Italia D.M 17/1/2018

Scheda 2: Verifica SLE combinaz. RARA

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Condizione di carico "Esercizio"



Dati

$H_m = 10.00$ m	Prefabbricato tipo u100TM	$H_0 = 10.00$ m
$C = 5.15$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 10.00$ m
$F = 2.10$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$M = 2.05$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$N = 3.10$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 5.10$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.50$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.271$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
243.89	1 325.14	0.00	0.00
54.20	384.81	0.00	0.00
0.00	0.00	105.72	376.66
0.00	0.00	943.88	4 420.81
0.00	0.00	3.00	7.50
16.39	8.35	0.00	0.00
0.00	0.00	270.37	696.22
$S_g = 314.48$	$M_g = 1 718.30$	$P_g = 1 322.98$	$M_g = 5 501.18$

Spinta della terra su sez. R-S x 1
 Spinta del sovraccar. su R-S x 1
 Peso struttura (parete+platea) x 1
 Peso terra e sovraccarico x 1
 Forze concentrate (U9+V9) x 1
 Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 Peso della fondazione x 1
**non sommati*

Totali

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché $<$ del valore rispetto a 'O' = 2.442
 GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 2.440
 Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 95.41$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $Q_8 = 0.27$ m
 Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 1227.57$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. $C_8 = 5.15$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.238$ MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 13.4^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 1.75

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb)

$K_0 = 0.244$

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compartecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom. flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $C+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	164.8	63.4	83.3	121.5	75.3	68.3	20.36	4.84	114	4.03	38	0.064
2	103.5	350.2	-96.8	112.0	68.7	63.8	10.18	9.36	54	4.22	38	0.000
3	-37.9	406.3	0.0	27.0	51.3	45.7	5.09	9.36	-5	3.84	38	0.000
5	-19.8	-337.6	31.8	0.0	34.0	21.9	15.27	15.27	170	0.00	38	0.109
7	-32.6	217.0	-74.3	125.0	50.0	43.5	14.20	11.62	2	1.08	50	0.000
8	-21.5	217.0	0.4	125.0	50.0	43.5	10.24	11.62	0	0.74	50	0.000
9	49.8	0.0	55.0	125.0	50.0	44.0	14.20	6.28	84	2.69	50	0.000
10	-0.4	7.1	3.4	13.4	32.1	26.5	5.69	4.84	0	0.15	38	0.000
11	1.2	9.4	6.1	115.8	35.1	29.6	5.69	4.84	4	0.23	38	0.000
12	11.3	17.3	16.1	119.8	43.8	37.0	8.23	4.84	33	1.15	38	0.000
13	28.3	25.6	27.5	123.2	51.2	44.7	10.78	4.84	55	1.83	38	0.000
14	48.1	33.0	38.2	124.0	56.9	49.8	12.35	4.84	74	2.42	38	0.000
16	94.5	46.8	58.4	124.0	66.0	58.8	15.27	4.84	101	3.30	38	0.044

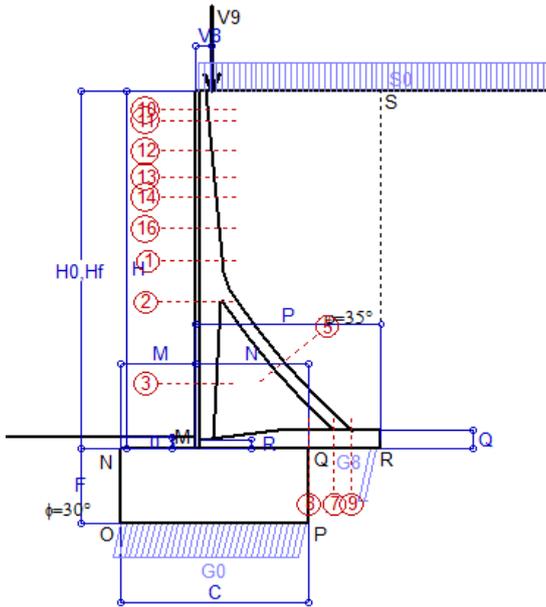
(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 3: Verifica SLE combinaz. FREQUENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Condizione di carico "Esercizio"



Dati

$H_m = 10.00$ m	Prefabbricato tipo u100TM	$H_0 = 10.00$ m
$C = 5.15$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 10.00$ m
$F = 2.10$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$M = 2.05$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 15.0$ kN/m ²
$N = 3.10$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 5.10$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.50$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.271$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
243.89	1 325.14	0.00	0.00
40.65	288.60	0.00	0.00
0.00	0.00	105.72	376.66
0.00	0.00	918.38	4 303.51
0.00	0.00	3.00	7.50
16.26	8.32	0.00	0.00
0.00	0.00	270.37	696.22
$S_9 = 300.80$	$M_9 = 1 622.07$	$P_9 = 1 297.48$	$M_8 = 5 383.88$

- Spinta della terra su sez. R-S x 1
- Spinta del sovraccar. su R-S x 1
- Peso struttura (parete+platea) x 1
- Peso terra e sovraccarico x 1
- Forze concentrate (U9+V9) x 1
- Spinta della terra sulla fondaz. x 1
- Peso della fondazione x 1
- *non sommati*

Totali

- GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O' = 2.541
- GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 2.502
- Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 106.81$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $Q_8 = 0.30$ m
- Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 1190.67$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. $C_8 = 5.15$ m
- TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.231$ MPa
- OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 13.1^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 1.20

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb)

$K_0 = 0.244$

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compartecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom. flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $C+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	148.2	60.5	76.6	121.5	75.3	68.3	20.36	4.84	102	3.63	38	0.051
2	89.6	330.4	-91.5	112.0	68.7	63.8	10.18	9.36	39	3.65	38	0.000
3	-42.0	384.0	0.0	27.0	51.3	45.7	5.09	9.36	-4	3.99	38	0.000
5	-19.1	-316.5	30.7	0.0	34.0	21.9	15.27	15.27	161	0.00	38	0.105
7	-44.8	203.4	-78.9	125.0	50.0	43.5	14.20	11.62	15	1.83	50	0.000
8	-38.7	203.4	0.0	125.0	50.0	43.5	10.24	11.62	8	1.44	50	0.000
9	48.8	0.0	53.9	125.0	50.0	44.0	14.20	6.28	83	2.63	50	0.000
10	-0.6	6.8	2.7	13.4	32.1	26.5	5.69	4.84	0	0.20	38	0.000
11	0.7	8.9	5.0	115.8	35.1	29.6	5.69	4.84	1	0.14	38	0.000
12	9.2	16.3	13.8	119.8	43.8	37.0	8.23	4.84	26	0.96	38	0.000
13	24.1	24.2	24.2	123.2	51.2	44.7	10.78	4.84	46	1.57	38	0.000
14	41.8	31.3	34.0	124.0	56.9	49.8	12.64	4.84	62	2.09	38	0.000
16	83.8	44.5	53.0	124.0	66.0	58.8	15.27	4.84	89	2.93	38	0.000

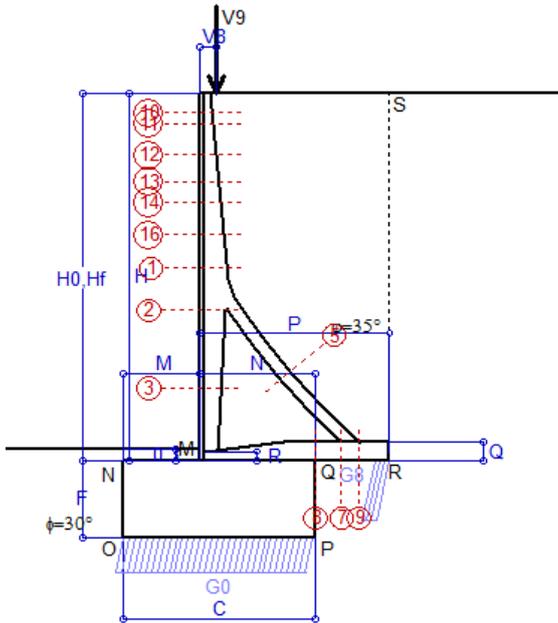
(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 4: Verifica SLE combinaz QUASI PERMANENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Condizione di carico "Esercizio"



Dati

$H_m = 10.00$ m	Prefabbricato tipo u100TM	$H_0 = 10.00$ m
$C = 5.15$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 10.00$ m
$F = 2.10$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$M = 2.05$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 0.0$ kN/m ²
$N = 3.10$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 5.10$ m	Peso specifico del calcestruzzo . . .	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.50$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine)	$K_1 = 0.271$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H_3 = 10.00$ m
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1	243.89	1 325.14	0.00
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.00	0.00	105.72
Peso terra e sovraccarico x 1	0.00	0.00	841.88
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.00	0.00	3.00
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	15.85	8.22	0.00
Peso della fondazione x 1	0.00	0.00	270.37
Totale	$S_9 = 259.74$	$M_9 = 1 333.37$	$P_9 = 1 220.98$
			$M_8 = 5 031.98$

Spinta della terra su sez. R-S x 1
 Peso struttura (parete+platea) x 1
 Peso terra e sovraccarico x 1
 Forze concentrate (U9+V9) x 1
 Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 Peso della fondazione x 1
**non sommati*

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché $<$ del valore rispetto a 'O'	$=$	2.936
GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici)	$=$	2.726
Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 =$	141.03 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio $. Q_8 =$ 0.39 m
Carico sul terreno della fondazione: $G_0 =$	1079.94 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio. $. C_8 =$ 5.15 m
TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff	$\sigma_t =$	0.210 MPa
OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione	$\beta =$	12.0°

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Mononobe-Okabe: 2a form.) $K_0 = 0.244$

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di partecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricopr. $C+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	98.6	51.9	56.7	121.5	75.3	68.3	20.36	4.84	66	2.45	38	0.000
2	47.8	271.3	-75.5	112.0	68.7	63.8	10.18	9.36	5	1.98	38	0.000
3	-54.8	317.0	0.0	27.0	51.3	45.7	5.09	9.36	-1	4.51	38	0.000
5	-17.1	-253.2	27.6	0.0	34.0	21.9	15.27	15.27	134	0.00	38	0.082
7	-78.9	162.8	-92.7	125.0	50.0	43.5	14.20	11.62	93	4.35	50	0.000
8	-87.5	162.8	0.0	125.0	50.0	43.5	10.24	11.62	111	4.91	50	0.000
9	45.6	0.0	50.3	125.0	50.0	44.0	14.20	6.28	77	2.46	50	0.000
10	-0.1	5.9	0.6	13.4	32.1	26.5	5.69	4.84	1	0.06	38	0.000
11	-0.8	7.5	1.6	14.2	35.1	29.6	5.69	4.84	0	0.21	38	0.000
12	3.2	13.3	6.9	119.8	43.8	37.0	8.23	4.84	7	0.35	38	0.000
13	11.6	19.9	14.2	123.2	51.2	44.7	10.78	4.84	20	0.79	38	0.000
14	22.8	25.9	21.7	124.0	56.9	49.8	13.32	4.84	30	1.14	38	0.000
16	51.5	37.5	36.9	124.0	66.0	58.8	15.27	4.84	52	1.83	38	0.000

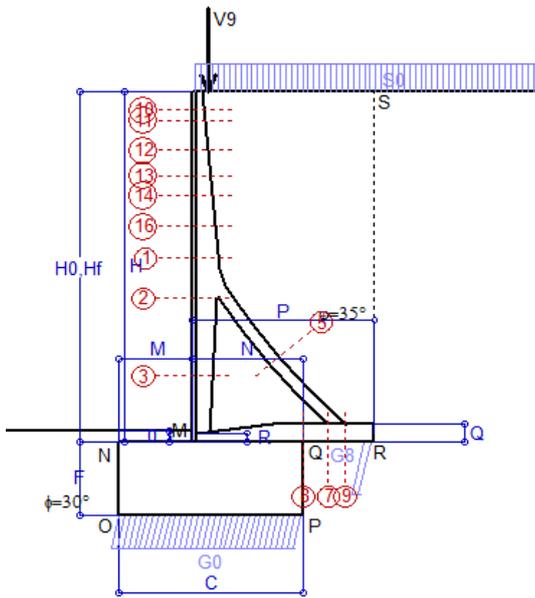
(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 5: Verifica sismica

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Comune di Codrongianes



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 2.17^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.037$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.019$

Condizione di carico "Esercizio"

Dati	Acceleraz. orizz. al suolo	$a_g/g = 0.061$
$H_m = 10.00$ m	Prefabbricato tipo u100TM	$H_0 = 10.00$ m
$C = 5.15$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 10.00$ m
$F = 2.10$ m	Sovraccarico sul rilevato (20%)	$S_0 = 4.0$ kN/m ²
$M = 2.05$ m	Angolo d'attrito della terra	$\phi = 35^\circ$
$N = 3.10$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.580$
$P = 5.10$ m	Accelerazione massima locale	$a_{max}/g = 0.098$
$Q = 0.50$ m	Coeff. riduz. acceleraz. max attesa	$\beta_m = 0.38$
$U_v = 0.00$ m	Forza orizzontale concentrata	$U_9 = 0.00$ kN/cad
$V_b = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad
$U_1 = 0.0$ m	Pendenza del rilevato vicino al muro	$I_9 = 0.0\%$
$R = 0.25$ m	Pendenza del rilevato lontano dal muro	$I_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

Coefficiente di spinta attiva della terra (Rankine con sisma)	$K_1 = 0.276$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H = 10.00$ m
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$\alpha_3 = 7.75^\circ$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.266$
Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Mononobe-Okabe)	$K_p = 2.93$
(Dati: $\phi = 30.00^\circ$ $\epsilon = 0.0^\circ$ $\psi = 90^\circ$ $\delta = 0^\circ$)	

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R'-S' x 1	245.9	1 336.3	33.5	239.4
Spinta del sovraccar. su R'-S' x 1	10.9	77.6	1.5	10.6
Peso struttura (parete+platea) x 1	3.9	17.1	103.8	369.7
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	31.3	230.2	846.2	3 970.2
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.0	0.0	3.0	7.5
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	19.6	9.8	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	10.1	10.6	265.3	683.3
Spinta passiva sulla fondaz. Sp x 0.5	-38.0*	-30.4*	0.0*	0.0*
*non sommati				
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 321.8	M₉ = 1 681.6	P₉ = 1 253.3	M₈ = 5 280.6

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 101.6$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . . . $Q_8 = 0.28$ m
 Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 1151.7$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . . $C_8 = 5.15$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_1 = 0.224$ MPa
 OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 12.8^\circ$

Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo $R_d = (1253.3 * 0.58 + 38) / 1.0 = 764.9 > E_d = 321.8$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 557$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 329$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (1a formula di Mononobe-Okabe) Freccia in cima al pannello mm 0.76
 $K_0 = 0.266$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato comp-presso	b_w larghezza taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricentrico	V_{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	123.6	139.6	56.6	51.5	75.3	68.3	121.5	24.9	73°, 1.0	6.99	20.36	4.84	5.03	537.3	134.9	
2	64.9	77.3	312.0	-89.0	68.7	63.8	112.0	27.0	90°, 1.0	6.38	10.18	9.36	10.26	315.7	-217.4	
3	-55.3	-55.3	364.3	2.1	51.3	45.7	27.0	27.0	-	11.58	5.09	9.36	4.63	-256.8	103.4	
5	-21.2	-21.2	-298.0	29.9	34.0	28.0	23.0	23.0	90°, 1.0	6.42	15.27	15.27	6.67	-106.7	65.7	
7	-40.3	-29.3	191.5	-68.7	50.0	43.5	125.0	125.0	-	5.42	14.20	11.62	12.21	-235.0	-263.4	
8	-28.8	-28.8	191.5	1.6	50.0	43.5	125.0	125.0	-	5.37	10.24	11.62	7.27	-234.7	263.4	
9	46.9	46.9	0.0	51.9	50.0	44.0	125.0	125.0	-	5.05	14.20	6.28	7.85	236.7	240.3	
10	-1.0	-0.9	6.2	2.0	32.1	26.5	13.4	13.4	73°, 1.0	6.40	5.69	4.84	4.02	-45.1	46.0	
11	-0.3	0.0	7.9	3.2	35.1	29.6	14.2	14.2	73°, 1.0	6.47	5.69	4.84	4.02	-51.5	50.8	
12	5.6	6.8	14.4	8.7	43.8	37.0	119.8	16.5	73°, 1.0	3.56	8.23	4.84	4.02	119.2	61.9	
13	16.9	19.8	21.7	15.7	51.2	44.7	123.2	18.5	73°, 1.0	4.15	10.30	4.84	4.02	178.6	73.1	
14	31.2	35.9	28.3	22.3	56.9	49.8	124.0	20.0	73°, 1.0	4.42	10.74	4.84	4.02	208.2	80.0	
16	66.7	75.9	41.0	35.2	66.0	58.8	124.0	22.4	73°, 1.0	5.60	15.27	4.84	4.02	347.3	92.0	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

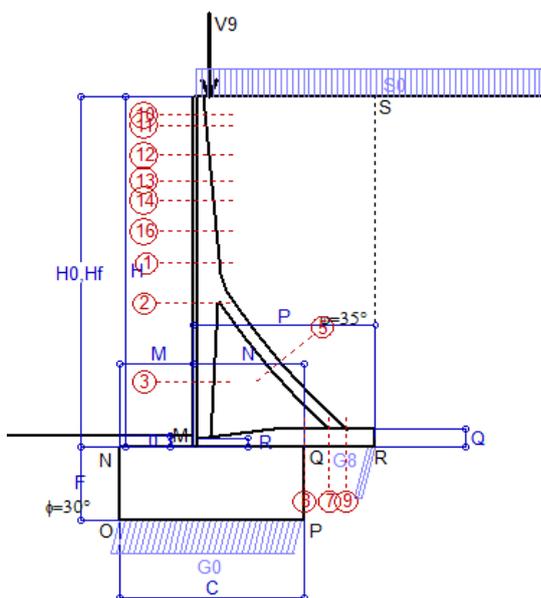
(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 3, 5, 6, 8 e 9 $M_{ed} = M_{edu}$ perché il momento flettente è già massimo

Scheda 6: Verifica sismica al ribaltamento

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Comune di Codrongianes



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 3.29^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.056$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.028$

Condizione di carico "Esercizio"

Dati	Acceleraz. orizz. al suolo	$a_g/g = 0.061$
$H_m = 10.00$ m	Prefabbricato tipo u100TM	$H_0 = 10.00$ m
$C = 5.15$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 10.00$ m
$F = 2.10$ m	Sovraccarico sul rilevato (20%)	$S_0 = 4.0$ kN/m ²
$M = 2.05$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$N = 3.10$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.580$
$P = 5.10$ m	Accelerazione massima locale	$a_{max}/g = 0.098$
$Q = 0.50$ m	Coeff. riduz. acceleraz. max attesa	$\beta_m = 0.57$
$U_v = 0.00$ m	Forza orizzontale concentrata	$U_9 = 0.00$ kN/cad
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad
$U_1 = 0.0$ m	Pendenza del rilevato vicino al muro	$I_9 = 0.0\%$
$R = 0.25$ m	Pendenza del rilevato lontano dal muro	$I_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

Coefficiente di spinta attiva della terra (Rankine con sisma)	$K_1 = 0.282$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H = 10.00$ m
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$O_3 = 11.44^\circ$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.278$
Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Mononobe-Okabe)	$K_p = 2.90$
(Dati: $\phi = 30.00^\circ$ $\varepsilon = 0.0^\circ$ $\psi = 90^\circ$ $\delta = 0^\circ$)	

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R'-S' x 1	248.6	1 350.7	50.3	359.7
Spinta del sovraccar. su R'-S' x 1	11.0	78.4	2.2	16.0
Peso struttura (parete+platea) x 1	5.9	25.7	102.8	366.1
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	47.1	345.9	838.2	3 932.4
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.0	0.0	3.0	7.5
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	21.8	10.8	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	15.1	15.9	262.8	676.8
Spinta passiva sulla fondaz. Sp x 0.5	-37.6*	-30.1*	0.0*	0.0*
<i>*non sommati</i>				
TOTALI (GEO e STR)	349.6	1 827.4	1 259.3	5 358.5

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 80.8$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . . . $Q_8 = 0.22$ m
 Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 1178.6$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . . $C_8 = 5.15$ m

TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_1 = 0.229$ MPa
 OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 13.9^\circ$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo $R_d = (5358.5 + 30.1) / 1.0 = 5388.5 > E_d = 1827.4$

Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo $R_d = (2638.9) / 1.0 = 2638.9 > E_d = 1144.2$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 564$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 352$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (1a formula di Mononobe-Okabe) $K_0 = 0.278$
 Freccia in cima al pannello mm 0.85

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni						Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato comp.	b_w larghezza taglio	staffe α° , ctg Θ	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricentrico	V_{Rd}
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN
1	130.4	147.2	57.9	54.2	75.3	68.3	121.5	24.9	73°, 1.0	7.00	20.36	4.84	5.03	537.6	134.1
2	68.8	81.9	325.7	-93.2	68.7	63.8	112.0	27.0	90°, 1.0	6.44	10.18	9.36	10.26	318.6	-216.8
3	-57.4	-57.4	380.3	3.1	51.3	45.7	27.0	27.0	-	11.84	5.09	9.36	4.63	-260.8	104.7
5	-21.2	-21.2	-313.1	29.9	34.0	28.0	23.0	23.0	90°, 1.0	6.35	15.27	15.27	6.67	-105.0	65.7
7	-17.5	-10.0	201.3	-53.0	50.0	43.5	125.0	125.0	-	5.45	14.20	11.62	12.21	-237.0	-264.6
8	6.1	6.1	201.3	17.7	50.0	44.0	125.0	125.0	-	5.36	10.24	11.62	7.27	218.3	266.8
9	48.8	48.8	0.0	53.8	50.0	44.0	125.0	125.0	-	5.05	14.20	6.28	7.85	236.7	240.3
10	-1.0	-0.8	6.2	2.1	32.1	26.5	13.4	13.4	73°, 1.0	6.40	5.69	4.84	4.02	-45.1	45.9
11	-0.2	0.2	8.0	3.4	35.1	29.6	14.2	14.2	73°, 1.0	6.47	5.69	4.84	4.02	-51.5	50.7
12	6.0	7.4	14.6	9.3	43.8	37.0	119.8	16.5	73°, 1.0	3.56	8.23	4.84	4.02	119.2	61.7
13	18.0	21.1	22.0	16.5	51.2	44.7	123.2	18.5	73°, 1.0	4.15	10.30	4.84	4.02	178.7	72.8
14	33.1	38.1	28.9	23.5	56.9	49.8	124.0	20.0	73°, 1.0	4.42	10.74	4.84	4.02	208.3	79.6
16	70.6	80.2	41.8	37.0	66.0	58.8	124.0	22.4	73°, 1.0	5.60	15.27	4.84	4.02	347.5	91.5

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 3, 5, 6, 8 e 9 $M_{ed} = M_{edu}$ perché il momento flettente è già massimo

Scheda 7. Portanza della fondazione

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Coefficienti SLU "favorevoli" e "sfavorevoli"

Prefabbricato tipo u100TM

Condizione di carico "Esercizio"

Calcolo con la formula di Brinch-Hansen 1970 (valida per terreno omogeneo e condizioni drenate)

Dati geotecnici del terreno di fondazione:

		Natura di terreno di fondazione	Unità geotecnica 'SL' (sabbie con limo, sabbie limose)		
φ	Angolo d'attrito nominale	gradi	30.0°	φ = rad	0.5236
c	Coazione drenata	kN/m ²	10		
γ	Peso specifico	kN/m ³	9.00		
lv	Inclinazione del terreno a valle	%	0.0%	ε = rad	0.0000

Dati geometrici della fondazione:

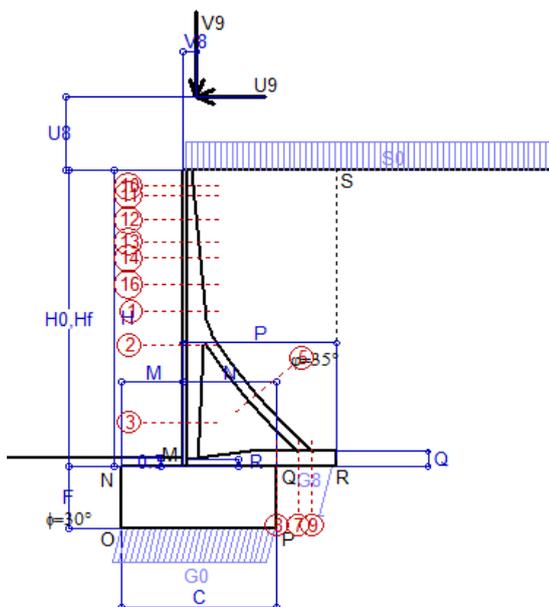
E	Spessore della terra sulla fondazione	m	0.30		
F	Spessore della fondazione (facciata di valle)	m	2.10		
lv	Inclinazione del letto di posa	%	0.0%	α = rad	0.0000

Verifiche allo stato limite ultimo (A1+M1+R3)			Scheda 1	Sisma
Carichi agenti sulla fondazione:				
N	Componente verticale (G0)	kN/m	1626.0	1151.7
β	Obliquità del carico rispetto alla verticale	gradi	13.55°	12.76°
H	Componente orizzontale = G0 * tan(β)	kN/m	392.0	260.8
B	Larghezza del nastro di appoggio (C8)	m	5.15	5.15
Dati influenzati dal tipo di verifica:				
Φ	Angolo d'attrito assunto nel calcolo	rad	0.5236	0.5236
E5	Distanza della risultante dal bordo esterno della fondazione	m	2.58	2.58
D	Affondamento = E + F + E5 * lv	m	2.40	2.40
Termini della formula di Brinch-Hansen				
Profondità = [γ D N _q] s _q d _q i _q b _q g _q z _q			kN/m ²	259.73
Coefficiente base N _q = tan ² (45° + Φ / 2) e ^{π tan Φ}			18.40	18.40
Inclinaz. terreno a valle g _q = (1 - tan ε) ²			1.00	1.00
Lunghezza del muro s _q = 1 (fondazione nastriforme)			1.00	1.00
Larghezza fondazione d _q = 1 + 2 tanΦ(1 - sinΦ) ² x se[D<B;D/B;atn(D/B)]			1.13	1.13
Inclinazione letto di posa b _q = (1 - α tan Φ) ²			1.00	1.00
Inclinaz. della risultante i _q #RIF!			0.58	0.60
Paolucci e Pecker 1997 z _q = (1 - K _h / tanΦ) ^{0.35}			-	0.977
Coazione = [c N _c] s _c d _c i _c b _c g _c z _c			kN/m ²	189.90
Coefficiente base N _c = (N _q - 1) cot Φ			30.14	30.14
Inclinaz. terreno a valle g _c = g _q - (1 - g _q) / (N _c tan Φ)			1.00	1.00
Lunghezza del muro s _c = 1 (fondazione nastriforme)			1.00	1.00
Larghezza fondazione d _c = d _q - (1 - d _q) / (N _c tan Φ)			1.14	1.14
Inclinazione letto di posa b _c = b _q - (1 - b _q) / (N _c tan Φ)			1.00	1.00
Inclinaz. della risultante i _c = i _q - (1 - i _q) / (N _c tan Φ)			0.55	0.58
Paolucci e Pecker 1997 z _c = 1 - 0.34 K _h			-	0.987
Superficie = [½ γ B N _γ] s _γ i _γ b _γ g _γ z _γ			kN/m ²	238.38
Coefficiente base N _γ = 2 (N _q + 1) tan Φ			22.40	22.40
Inclinaz. terreno a valle g _γ = (1 - tan ε) ²			1.00	1.00
Lunghezza del muro s _γ = 1 (fondazione nastriforme)			1.00	1.00
Larghezza fondazione d _γ = 1.00			1.00	1.00
Inclinazione letto di posa b _γ = (1 - α tan Φ) ²			1.00	1.00
Inclinaz. della risultante i _γ #RIF!			0.46	0.49
Paolucci e Pecker 1997 z _γ = (1 - K _h / tanΦ) ^{0.35}			-	0.977
Verifica della capacità portante				
q _{LIM}	Carico unitario limite (Meyerhof)	Mpa	0.688	0.709
γ _R	Coeff. per le verifiche SLU di fondazioni superficiali		1.4	1.2
C_p	Capacità portante, tenuto conto di γ_R	kN	2530.9	3043.3
G ₀	Carico effettivo, dovuto alle forze esterne	kN	1626.0	1151.7
La struttura è verificata al collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno per l'approccio 2 (A1+M1+R3)				

Scheda 8: Approccio 2, (A1+M1+R3)

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Condizione di carico "Vento"



Dati

$H_m = 10.00$ m	Prefabbricato tipo u100TM	$H_0 = 10.00$ m
$C = 5.15$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 10.00$ m
$F = 2.10$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$M = 2.05$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35.00^\circ$
$N = 3.10$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 5.10$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$R_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.50$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$Q_0 = 0.580$
$U_v = 2.50$ m	Forza orizzontale concentrata	$U_9 = 7.625$ kN/cad
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad
$R = 0.25$ m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$i_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.271$
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$H = 10.00$ m
	$O_3 = 0.00^\circ$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1.3	317.1	1 722.7	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1.5	81.3	577.2	0.0	0.0
Peso struttura (parete+platea) x 1.3	0.0	0.0	137.4	489.7
Peso terra x 1.3 e sovracc. x 1.50	0.0	0.0	1 247.4	5 840.9
Forze concentrate (U9+V9) x 1.5	9.2	133.6	4.5	11.2
Spinta della terra sulla fondaz. x 1.3	21.3	10.9	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1.3	0.0	0.0	351.5	905.1
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 428.8	M₉ = 2 444.3	P₉ = 1 740.9	M₈ = 7 246.9

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 = 80.5$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$Q_8 = 0.17$ m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 1660.4$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$C_8 = 5.15$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_1 = 0.322$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 13.8^\circ$
Scorrimento sul piano di posa verificato essendo		$Rd = (1740.9 * 0.58) / 1.1 = 917.9$	$> Ed = 428.8$
Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo		$Rd = (7246.9) / 1.15 = 6301.6$	$> Ed = 2444.3$
Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo		$Rd = (3493.6) / 1.15 = 3037.9$	$> Ed = 1577.7$
Componenti verticali nel contatto platea-fondazione:	Lato valle (punto M) $G_6 = 821$ kN	Lato monte (punto Q) $G_7 = 488$ kN	

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb)

Freccia in cima al pannello mm	10.24
$K_0 =$	0.244

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b_w larghez- za taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricen- trico	V_{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	308.8	337.4	85.4	80.0	75.3	68.3	121.5	24.9	73°, 1.0	7.11	20.36	4.84	5.03	543.7	127.6	
2	215.6	236.2	493.7	-123.2	68.7	63.8	112.0	27.0	90°, 1.0	7.13	10.18	9.36	10.26	354.0	-212.1	
3	-15.2	-15.2	572.8	0.0	51.3	45.7	27.0	27.0	-	16.00	5.09	9.36	4.63	-304.3	119.7	
5	-31.4	-31.4	-498.4	44.3	34.0	28.0	23.0	23.0	90°, 1.0	5.39	15.27	15.27	6.67	-83.8	65.7	
7	0.9	13.6	320.4	-82.6	50.0	44.0	125.0	125.0	-	6.29	14.20	11.62	12.21	305.0	-282.6	
8	27.2	27.2	320.4	15.7	50.0	44.0	125.0	125.0	-	5.77	10.24	11.62	7.27	243.4	282.6	
9	85.6	85.6	0.0	94.5	50.0	44.0	125.0	125.0	-	5.05	14.20	6.28	7.85	236.7	240.3	
10	33.6	35.1	10.2	3.3	32.1	26.6	114.4	13.4	73°, 1.0	2.91	5.69	4.84	4.02	62.7	44.2	
11	39.3	41.3	13.3	6.5	35.1	29.6	115.8	14.2	73°, 1.0	2.98	5.69	4.84	4.02	69.0	48.7	
12	63.3	67.6	24.0	16.8	43.8	37.0	119.8	16.5	73°, 1.0	3.60	8.23	4.84	4.02	120.1	58.8	
13	95.4	102.8	35.2	28.4	51.2	44.7	123.2	18.5	73°, 1.0	4.21	10.30	4.84	4.02	180.2	69.0	
14	129.2	139.8	45.1	38.3	56.9	49.8	124.0	20.0	73°, 1.0	4.50	10.74	4.84	4.02	210.6	75.2	
16	203.0	220.9	63.4	57.1	66.0	58.8	124.0	22.4	-	5.69	15.27	4.84	4.02	351.4	92.7	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 3, 5, 6, 8 e 9 $M_{Ed} = M_{Edu}$ perché il momento flettente è già massimo

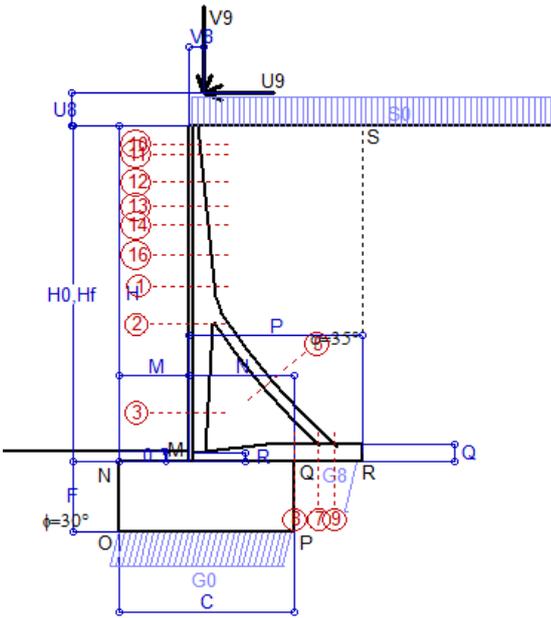
programma Tensiter 'Muri 2018' vers.1.2.3

Norma: Italia D.M 17/1/2018

Scheda 9: Urto sul sicurvia da 14.29 kN/cad a 1.00 m da terra

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Coefficienti SLU per azioni eccezionali



Dati

$H_m = 10.00$ m	Prefabbricato tipo u100TM	$H_0 = 10.00$ m
$C = 5.15$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 10.00$ m
$F = 2.10$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m2
$M = 2.05$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$N = 3.10$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m3
$P = 5.10$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m3
$Q = 0.50$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$U_v = 1.00$ m	Urto: Forza orizzontale concentrata	$U_9 = 14.29$ kN/cad
$V_9 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 3.75$ kN/cad
$R = 0.25$ m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$I_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine)	$K_1 = 0.271$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H = 10.00$ m
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$O_3 = 0.00^\circ$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1	243.9	1 325.1	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1	54.2	384.8	0.0	0.0
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.0	0.0	105.7	376.7
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	0.0	0.0	943.9	4 420.8
Forze concentrate (U9+V9) x 1	11.4	149.8	3.0	7.5
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	16.4	8.4	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	0.0	0.0	270.4	696.2
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 325.9	M₉ = 1 868.1	P₉ = 1 323.0	M₈ = 5 501.2

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 = 56.9$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$Q_8 = 0.16$ m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 1266.1$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$C_8 = 5.15$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_t = 0.246$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 13.8^\circ$

Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo $Rd = (1323 * 0.58) / 1.1 = 697.6 > Ed = 325.9$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo $Rd = (5501.2) / 1.15 = 4783.6 > Ed = 1868.1$

Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo $Rd = (2647.1) / 1.15 = 2301.9 > Ed = 1209.7$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 624$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 371$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u. (STR)

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb) $K_0 = 0.244$

Freccia in cima al pannello mm 8.25
 $K_0 = 0.244$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni						Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b_w larghez- za taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o infer. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricen- trico	V_{Rd}
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm2	cm2	cm2/m	kN.m	kN	
1	245.8	268.0	63.4	61.6	75.3	68.3	121.5	24.9	73°, 1.0	7.02	20.36	4.84	5.03	538.8	133.5
2	175.0	190.9	386.2	-93.7	68.7	63.8	112.0	27.0	90°, 1.0	6.69	10.18	9.36	10.26	331.4	-216.7
3	-7.1	-7.1	451.3	0.0	51.3	45.7	27.0	27.0	-	13.37	5.09	9.36	4.63	-277.6	110.2
5	-23.7	-23.7	-384.6	33.4	34.0	28.0	23.0	23.0	90°, 1.0	5.98	15.27	15.27	6.67	-96.9	65.7
7	4.7	14.3	247.2	-62.2	50.0	44.0	125.0	125.0	-	6.05	14.20	11.62	12.21	289.9	-272.9
8	24.9	24.9	247.2	12.4	50.0	44.0	125.0	125.0	-	5.52	10.24	11.62	7.27	228.0	272.9
9	67.3	67.3	0.0	74.4	50.0	44.0	125.0	125.0	-	5.05	14.20	6.28	7.85	236.7	240.3
10	21.0	22.5	7.1	9.5	32.1	26.6	114.4	13.4	73°, 1.0	2.90	5.69	4.84	4.02	62.5	45.1
11	26.8	28.8	9.4	11.0	35.1	29.6	115.8	14.2	73°, 1.0	2.96	5.69	4.84	4.02	68.7	49.8
12	49.0	52.7	17.3	16.9	43.8	37.0	119.8	16.5	73°, 1.0	3.57	8.23	4.84	4.02	119.5	60.6
13	76.3	82.5	25.6	24.5	51.2	44.7	123.2	18.5	73°, 1.0	4.17	10.30	4.84	4.02	179.1	71.7
14	104.0	112.7	33.0	31.4	56.9	49.8	124.0	20.0	73°, 1.0	4.44	10.74	4.84	4.02	208.9	78.6
16	162.9	177.1	46.8	44.9	66.0	58.8	124.0	22.4	-	5.62	15.27	4.84	4.02	348.4	91.4

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

programma Tensiter 'Muri 2018' vers.1.2.3

Le sezioni sulla parete prefabbricata (come la 12) sono collocate poco sopra il piego di ogni ferro, senza più considerarne il contributo.

Norma: Italia D.M 17/1/2018

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
11 - GEO (A2-M2-R2)	-3.00; 1.00	14.42	1.343
12 - GEO (A2-M2-R2)	-3.50; 0.50	14.19	1.258
13 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-3.00; 1.50	14.87	1.561
14 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-3.00; 1.50	14.87	1.555

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte	
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto	
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)	
W	peso della striscia espresso in [kN]
Qy	carico sulla striscia espresso in [kN]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
Tx; Ty	Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

Combinazione n° 11 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W	Qy	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	36.79	0.00	11.39 - 0.96	77.220	29.256	0	0.0	
2	90.88	0.00	0.96	64.258	29.256	0	0.0	
3	120.75	0.00	0.96	56.391	29.256	0	0.0	
4	143.23	0.00	0.96	49.957	29.256	0	0.0	
5	161.31	0.00	0.96	44.308	29.256	0	0.0	
6	176.44	0.00	0.96	39.165	24.791	8	1.7	
7	196.88	0.00	0.96	34.378	24.791	8	8.7	
8	202.13	0.00	0.96	29.853	24.791	8	14.7	
9	208.03	0.00	0.96	25.526	24.791	8	19.6	
10	230.72	0.00	0.96	21.351	24.791	8	23.7	
11	236.28	0.00	0.96	17.292	24.791	8	27.1	
12	215.05	3.75	0.96	13.322	24.791	8	29.6	
13	74.12	0.00	0.96	9.416	24.791	8	31.5	
14	76.32	0.00	0.96	5.554	24.791	8	32.8	
15	65.07	0.00	0.96	1.717	24.791	8	33.4	
16	64.14	0.00	0.96	-2.112	24.791	8	33.4	
17	62.97	0.00	0.96	-5.951	24.791	8	32.7	
18	60.65	0.00	0.96	-9.817	24.791	8	31.4	
19	57.17	0.00	0.96	-13.729	24.791	8	29.4	
20	52.47	0.00	0.96	-17.707	24.791	8	26.7	
21	46.47	0.00	0.96	-21.776	24.791	8	23.4	
22	39.07	0.00	0.96	-25.965	24.791	8	19.2	
23	30.13	0.00	0.96	-30.310	24.791	8	14.1	
24	19.44	0.00	0.96	-34.859	24.791	8	8.1	
25	6.70	0.00	-12.68 - 0.96	-39.232	24.791	8	0.9	

Combinazione n° 12 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W	Qy	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	40.64	25.01	10.68 - 0.96	78.258	29.256	0	0.0	
2	97.94	25.01	0.96	64.200	29.256	0	0.0	
3	127.63	25.01	0.96	56.235	29.256	0	0.0	
4	149.93	25.01	0.96	49.731	29.256	0	0.0	
5	167.82	25.01	0.96	44.022	29.256	0	0.0	
6	192.07	25.01	0.96	38.826	24.791	8	5.3	
7	197.83	25.01	0.96	33.988	24.791	8	12.3	
8	208.10	25.01	0.96	29.414	24.791	8	18.1	
9	229.30	25.01	0.96	25.039	24.791	8	23.0	
10	236.05	25.01	0.96	20.816	24.791	8	27.0	
11	241.42	25.01	0.96	16.709	24.791	8	30.2	
12	97.05	2.48	0.96	12.689	24.791	8	32.7	
13	79.23	0.00	0.96	8.731	24.791	8	34.5	

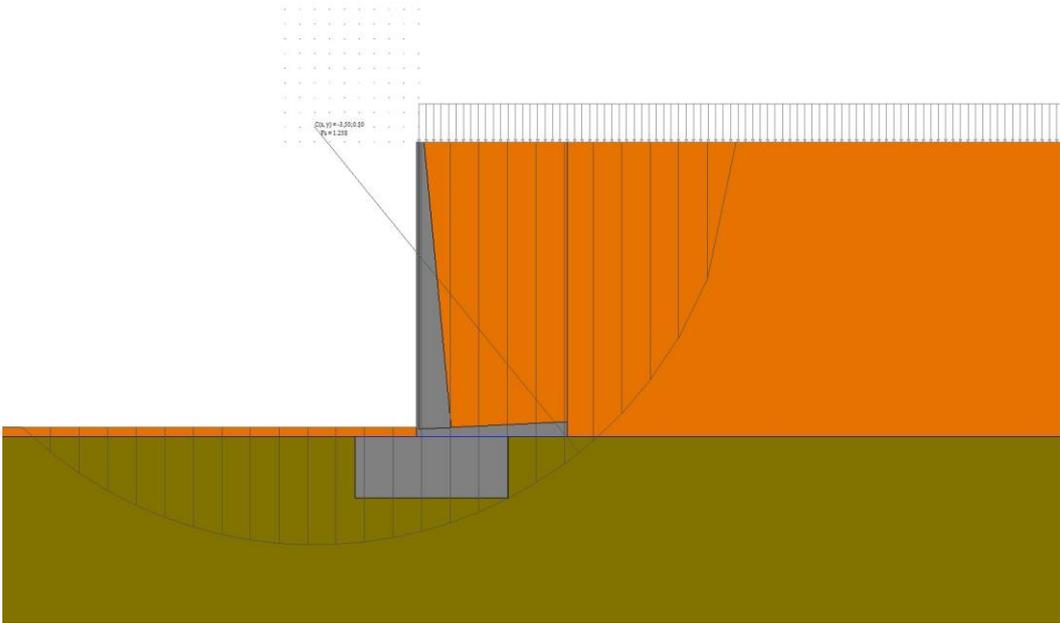
n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
14	72.45	0.00	0.96	4.816	24.791	8	35.6	
15	68.88	0.00	0.96	0.923	24.791	8	36.1	
16	68.58	0.00	0.96	-2.965	24.791	8	35.9	
17	67.15	0.00	0.96	-6.868	24.791	8	35.1	
18	64.56	0.00	0.96	-10.803	24.791	8	33.6	
19	60.77	0.00	0.96	-14.790	24.791	8	31.5	
20	55.72	0.00	0.96	-18.853	24.791	8	28.6	
21	49.34	0.00	0.96	-23.017	24.791	8	25.0	
22	41.50	0.00	0.96	-27.315	24.791	8	20.6	
23	32.04	0.00	0.96	-31.787	24.791	8	15.2	
24	20.71	0.00	0.96	-36.490	24.791	8	8.8	
25	7.18	0.00	-13.37 - 0.96	-41.142	24.791	8	1.2	

Combinazione n° 13 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	35.43	3.94	11.80 - 0.98	76.177	35.000	0	0.0	
2	88.71	3.94	0.98	63.975	35.000	0	0.0	
3	119.61	3.94	0.98	56.238	35.000	0	0.0	
4	143.00	3.94	0.98	49.883	35.000	0	0.0	
5	161.85	3.94	0.98	44.291	35.000	0	0.0	
6	177.57	3.94	0.98	39.195	30.000	10	0.2	
7	200.56	3.94	0.98	34.450	30.000	10	7.4	
8	204.58	3.94	0.98	29.962	30.000	10	13.5	
9	210.77	3.94	0.98	25.670	30.000	10	18.6	
10	234.26	3.94	0.98	21.528	30.000	10	22.8	
11	240.13	3.94	0.98	17.503	30.000	10	26.3	
12	245.01	3.92	0.98	13.564	30.000	10	28.9	
13	77.71	0.00	0.98	9.691	30.000	10	30.9	
14	77.04	0.00	0.98	5.862	30.000	10	32.3	
15	67.20	0.00	0.98	2.059	30.000	10	32.9	
16	64.83	0.00	0.98	-1.735	30.000	10	32.9	
17	63.72	0.00	0.98	-5.536	30.000	10	32.3	
18	61.44	0.00	0.98	-9.362	30.000	10	31.1	
19	57.96	0.00	0.98	-13.231	30.000	10	29.1	
20	53.21	0.00	0.98	-17.163	30.000	10	26.5	
21	47.14	0.00	0.98	-21.180	30.000	10	23.2	
22	39.64	0.00	0.98	-25.311	30.000	10	19.0	
23	30.57	0.00	0.98	-29.588	30.000	10	14.0	
24	19.73	0.00	0.98	-34.057	30.000	10	8.0	
25	6.83	0.00	-12.80 - 0.98	-38.433	30.000	10	0.9	

Combinazione n° 14 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	35.43	3.94	11.80 - 0.98	76.177	35.000	0	0.0	
2	88.71	3.94	0.98	63.975	35.000	0	0.0	
3	119.61	3.94	0.98	56.238	35.000	0	0.0	
4	143.00	3.94	0.98	49.883	35.000	0	0.0	
5	161.85	3.94	0.98	44.291	35.000	0	0.0	
6	177.57	3.94	0.98	39.195	30.000	10	0.2	
7	200.56	3.94	0.98	34.450	30.000	10	7.4	
8	204.58	3.94	0.98	29.962	30.000	10	13.5	
9	210.77	3.94	0.98	25.670	30.000	10	18.6	
10	234.26	3.94	0.98	21.528	30.000	10	22.8	
11	240.13	3.94	0.98	17.503	30.000	10	26.3	
12	245.01	3.92	0.98	13.564	30.000	10	28.9	
13	77.71	0.00	0.98	9.691	30.000	10	30.9	
14	77.04	0.00	0.98	5.862	30.000	10	32.3	
15	67.20	0.00	0.98	2.059	30.000	10	32.9	
16	64.83	0.00	0.98	-1.735	30.000	10	32.9	
17	63.72	0.00	0.98	-5.536	30.000	10	32.3	
18	61.44	0.00	0.98	-9.362	30.000	10	31.1	
19	57.96	0.00	0.98	-13.231	30.000	10	29.1	
20	53.21	0.00	0.98	-17.163	30.000	10	26.5	
21	47.14	0.00	0.98	-21.180	30.000	10	23.2	
22	39.64	0.00	0.98	-25.311	30.000	10	19.0	
23	30.57	0.00	0.98	-29.588	30.000	10	14.0	
24	19.73	0.00	0.98	-34.057	30.000	10	8.0	
25	6.83	0.00	-12.80 - 0.98	-38.433	30.000	10	0.9	



Anas S.p.A.

CA349 - SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia
Potenziamento e messa in sicurezza della S.S. 131
dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)

Codrongianos (SS)

RELAZIONE DI CALCOLO

**dei muri di sostegno in cemento armato
realizzati con elementi prefabbricati
svolta a sensi del D.M. 17/1/2018**

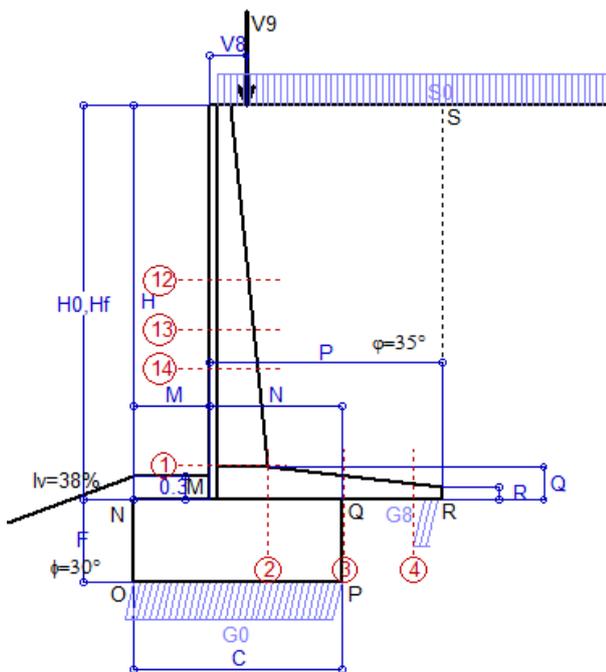
CATEGORIA TOPOGRAFICA T2

Manufatti prodotti in conformità alle norme UNI EN 13369 e UNI EN 15258
dotati di "Marcatura CE" ai sensi del D.M. 17/1/2018

Emissione del 19/11/2020

Scheda 1: Approccio 2, (A1+M1+R3)

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1°lotto



Dati

$H_m = 5.00$ m	Prefabbricato tipo u50NM	$H_0 = 5.00$ m
$C = 2.60$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 5.00$ m
$F = 1.05$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$M = 0.95$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35.00^\circ$
$N = 1.65$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 2.90$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.41$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.580$
$U_V = 0.00$ m	Forza orizzontale concentrata	$U_9 = 0.00$ kN/cad
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 1.875$ kN/cad
$R = 0.15$ m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$l_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine)	$K_1 = 0.271$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H = 5.00$ m
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$O_3 = 0.00^\circ$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze	Momenti	Forze	Momenti
	KN	KN m	KN	KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1.3	79.3	215.3	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1.5	40.6	144.3	0.0	0.0
Peso struttura (parete+platea) x 1.3	0.0	0.0	51.7	93.3
Peso terra x 1.3 e sovracc. x 1.50	0.0	0.0	389.1	955.9
Forze concentrate (U9+V9) x 1.5	0.0	0.0	2.3	3.1
Spinta della terra sulla fondaz. x 1.3	3.6	1.1	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1.3	0.0	0.0	88.7	115.3
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 123.6	M₉ = 360.8	P₉ = 531.8	M₈ = 1167.7

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzieria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 = 52.7$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$Q_8 = 0.23$ m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 479.0$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$C_8 = 2.60$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_t = 0.184$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 13.1^\circ$
Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo		$Rd = (531.8 * 0.58) / 1.1 = 280.4$	$> Ed = 123.6$
Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo		$Rd = (1167.7) / 1.15 = 1015.4$	$> Ed = 360.8$
Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo		$Rd = (631.5) / 1.15 = 549.1$	$> Ed = 233.7$
Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 238$ kN		Lato monte (punto Q) $G_7 = 152$ kN	

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb) $K_0 = 0.244$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato compresso	b_w larghezza taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricentrico	V_{Rd}	
	KN.m	KN.m	KN	KN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	KN.m	KN	
1	196.0	196.0	74.6	75.0	72.1	64.8	118.4	18.4	45°, 1.0	5.99	14.51	4.59	7.85	371.4	228.5	
2	127.4	127.4	0.0	129.9	41.0	34.7	125.0	125.0	45°, 1.0	5.62	21.49	5.34	14.67	275.2	253.5	
3	65.6	65.6	0.0	80.1	29.9	23.7	125.0	125.0	-	4.48	16.55	5.34	9.85	146.8	180.3	
4	-4.5	-4.5	0.0	4.5	19.3	13.0	125.0	125.0	-	2.57	5.94	5.34	0.00	-37.1	92.9	
12	34.3	39.2	29.5	27.2	48.4	41.6	115.4	15.4	73°, 1.0	3.46	6.28	4.59	3.96	105.0	63.8	
13	62.8	70.8	40.1	38.0	54.7	47.2	116.3	16.3	73°, 1.0	4.16	8.83	4.59	3.96	164.8	70.6	
14	92.9	104.0	49.4	47.3	59.6	50.9	117.1	17.1	73°, 1.0	4.79	11.37	4.59	3.96	227.3	74.7	

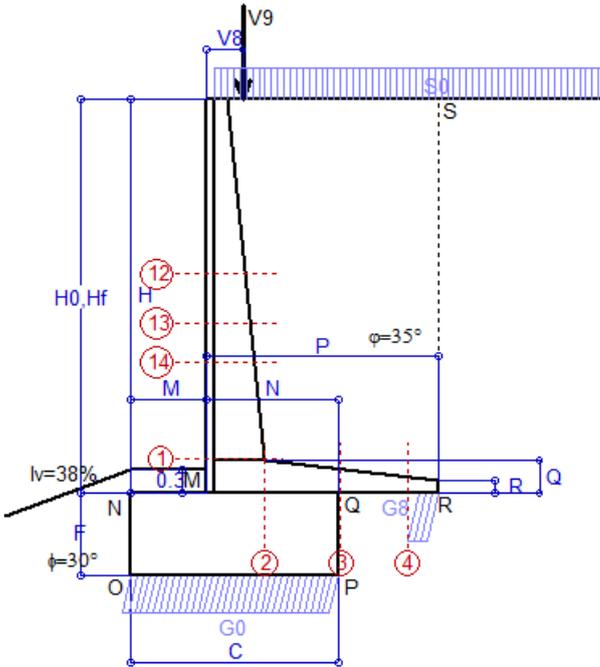
(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 $M_{Ed} = M_{Edu}$ perché $ctg(\alpha) = ctg(\theta) = 1$; nelle sezioni 3 e 4 $a_1 = 0$ perché il momento flettente è già massimo

Scheda 2: Verifica SLE combinaz. RARA

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1°lotto



Dati

$H_m = 5.00$ m	Prefabbricato tipo u50NM	$H_0 = 5.00$ m
$C = 2.60$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 5.00$ m
$F = 1.05$ m	Angolo d'attrito della terra	$\phi = 35^\circ$
$M = 0.95$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$N = 1.65$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 2.90$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.41$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 1.875$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.271$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
60.97	165.64	0.00	0.00
27.10	96.20	0.00	0.00
0.00	0.00	39.78	71.76
0.00	0.00	290.36	713.93
0.00	0.00	1.50	2.10
2.80	0.87	0.00	0.00
0.00	0.00	68.25	88.72
$S_9 = 90.87$	$M_9 = 262.71$	$P_9 = 399.89$	$M_8 = 876.52$

- Spinta della terra su sez. R-S x 1
- Spinta del sovraccar. su R-S x 1
- Peso struttura (parete+platea) x 1
- Peso terra e sovraccarico x 1
- Forze concentrate (U9+V9) x 1
- Spinta della terra sulla fondaz. x 1
- Peso della fondazione x 1
- *non sommati
- Totali**

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O' = 2.791
 GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 2.552
 Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 42.85$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $. Q_8 = 0.24$ m
 Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 357.03$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $. C_8 = 2.60$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.137$ MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 12.8^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 4.74

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb) $K_0 = 0.244$

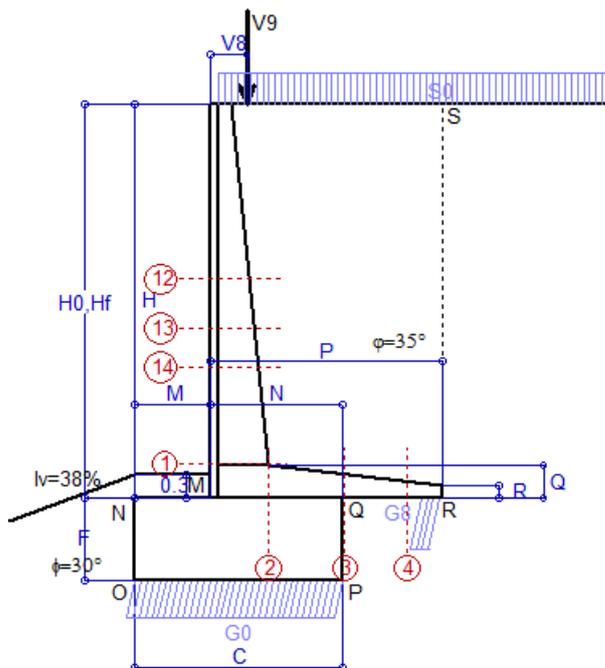
SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compar-tecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		T E N S I O N I		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $c+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	142.5	55.4	76.1	118.4	72.1	64.8	14.51	4.59	147	4.45	38	0.103
2	92.6	0.0	128.5	125.0	41.0	34.7	21.49	5.34	134	6.11	51	0.000
3	44.9	0.0	82.9	125.0	29.9	23.7	16.55	5.34	124	6.13	51	0.000
4	-4.1	0.0	0.0	125.0	19.7	13.4	6.10	5.34	54	2.29	51	0.000
12	24.3	21.6	24.9	115.4	48.4	41.6	6.28	4.59	87	2.32	38	0.000
13	44.9	29.5	36.5	116.3	54.7	47.2	8.83	4.59	103	2.96	38	0.000
14	66.9	36.4	46.9	117.1	59.6	50.9	11.37	4.59	112	3.45	38	0.062

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 3: Verifica SLE combinaz. FREQUENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1°lotto



Dati

$H_m = 5.00$ m	Prefabbricato tipo u50NM	$H_0 = 5.00$ m
$C = 2.60$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 5.00$ m
$F = 1.05$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$M = 0.95$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 15.0$ kN/m ²
$N = 1.65$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 2.90$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.41$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 1.875$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.271$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

	COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1	60.97	165.64	0.00	0.00
Spinta del sovraccar. su R-S x 1	20.32	72.15	0.00	0.00
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.00	0.00	39.78	71.76
Peso terra e sovraccarico x 1	0.00	0.00	275.86	679.13
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.00	0.00	1.50	2.10
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	2.79	0.87	0.00	0.00
Peso della fondazione x 1	0.00	0.00	68.25	88.72
Totali	$S_9 = 84.09$	$M_9 = 238.66$	$P_9 = 385.39$	$M_8 = 841.72$

- Spinta della terra su sez. R-S x 1
- Spinta del sovraccar. su R-S x 1
- Peso struttura (parete+platea) x 1
- Peso terra e sovraccarico x 1
- Forze concentrate (U9+V9) x 1
- Spinta della terra sulla fondaz. x 1
- Peso della fondazione x 1
- *non sommati

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O' = 2.963
 GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 2.658
 Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 46.57$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $.Q_8 = 0.26$ m
 Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 338.82$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $.C_8 = 2.60$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.130$ MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 12.3^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 4.16

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb) $K_0 = 0.244$

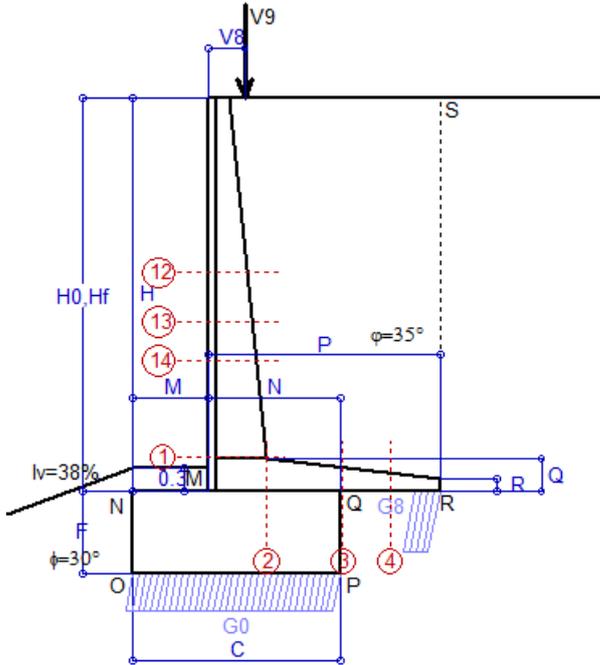
SEZIONE N°	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compar- tecipazione cm	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		T E N S I O N I		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr. KN m	Sforzo normale ⁽²⁾ KN	Taglio KN		totale H cm	utile Y cm	lato terrapieno cm ²	lato facciata o inf. platea cm ²	acciaio σ_a Mpa	calcestr. σ_c Mpa	ricoprim. $c+\Phi_{staffe}$ mm	apertura fessure mm
1	127.7	52.7	69.8	118.4	72.1	64.8	14.51	4.59	131	4.00	38	0.085
2	83.0	0.0	115.1	125.0	41.0	34.7	21.49	5.34	120	5.48	51	0.000
3	35.9	0.0	72.6	125.0	29.9	23.7	16.55	5.34	99	4.90	51	0.000
4	-5.4	0.0	0.0	125.0	20.3	14.0	6.38	5.34	68	2.81	51	0.000
12	20.7	20.2	21.8	115.4	48.4	41.6	6.28	4.59	74	1.98	38	0.000
13	39.0	27.8	32.5	116.3	54.7	47.2	8.83	4.59	89	2.57	38	0.000
14	58.7	34.4	42.2	117.1	59.6	50.9	11.37	4.59	97	3.03	38	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 4: Verifica SLE combinaz QUASI PERMANENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1°lotto



Dati

$H_m = 5.00$ m	Prefabbricato tipo u50NM	$H_0 = 5.00$ m
$C = 2.60$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 5.00$ m
$F = 1.05$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$M = 0.95$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 0.0$ kN/m ²
$N = 1.65$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 2.90$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.41$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 1.875$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.271$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
60.97	165.64	0.00	0.00
0.00	0.00	39.78	71.76
0.00	0.00	232.36	574.73
0.00	0.00	1.50	2.10
2.75	0.87	0.00	0.00
0.00	0.00	68.25	88.72
$S_9 = 63.72$	$M_9 = 166.51$	$P_9 = 341.89$	$M_8 = 737.32$

Spinta della terra su sez. R-S x 1	60.97	165.64	0.00	0.00
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.00	0.00	39.78	71.76
Peso terra e sovraccarico x 1	0.00	0.00	232.36	574.73
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.00	0.00	1.50	2.10
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	2.75	0.87	0.00	0.00
Peso della fondazione x 1	0.00	0.00	68.25	88.72
<i>*non sommati</i>				
Totali				

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O'	=	3.824
GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici)	=	3.112
Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 =$	57.58 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio $Q_8 =$ 0.32 m
Carico sul terreno della fondazione: $G_0 =$	284.31 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio $C_8 =$ 2.60 m
TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff	$\sigma_t =$	0.109 MPa
OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione	$\beta =$	10.6°

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

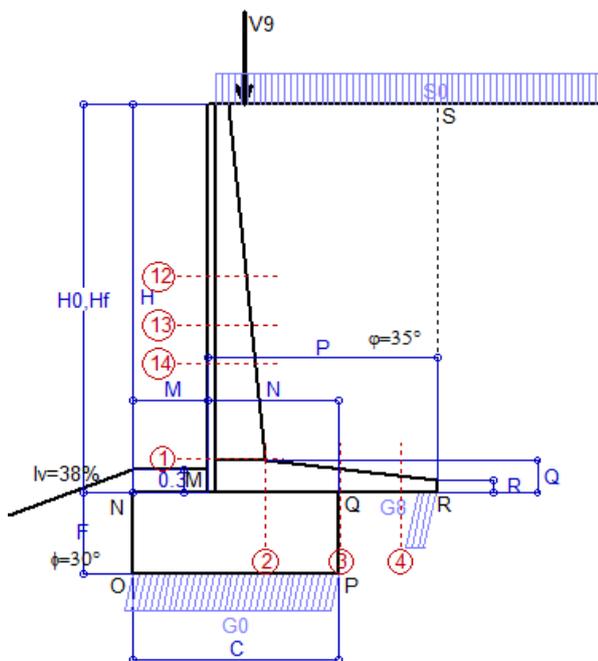
Freccia in cima al pannello mm 2.40

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb) $K_0 = 0.244$

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compartecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $c+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	83.3	44.5	50.9	118.4	72.1	64.8	14.51	4.59	83	2.64	38	0.000
2	54.2	0.0	75.1	125.0	41.0	34.7	21.49	5.34	78	3.57	51	0.000
3	9.6	0.0	41.9	125.0	29.9	23.7	16.55	5.34	26	1.31	51	0.000
4	-11.3	0.0	0.0	125.0	22.6	16.3	7.39	5.34	125	4.70	51	0.000
12	9.8	16.2	12.5	115.4	48.4	41.6	6.28	4.59	32	0.97	38	0.000
13	21.1	22.6	20.5	116.3	54.7	47.2	8.83	4.59	46	1.43	38	0.000
14	34.1	28.4	28.1	117.1	59.6	50.9	11.37	4.59	54	1.80	38	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 2.61^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.045$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.022$

Dati

- $H_m = 5.00$ m
- $C = 2.60$ m
- $F = 1.05$ m
- $M = 0.95$ m
- $N = 1.65$ m
- $P = 2.90$ m
- $Q = 0.41$ m
- $U_v = 0.00$ m
- $V_8 = 0.45$ m
- $U_1 = 0.0$ m
- $R = 0.15$ m

Acceleraz orizz. al suolo
Prefabbricato tipo u50NM

- Altezza della terra contro il pannello
- Sovraccarico sul rilevato (20%)
- Angolo d'attrito della terra
- Coefficiente d'attrito della fondazione
- Accelerazione massima locale
- Coeff. riduz. acceleraz. max attesa
- Forza orizzontale concentrata
- Forza verticale concentrata in cima
- Pendenza del rilevato vicino al muro
- Pendenza del rilevato lontano dal muro

- $a_g/g = 0.061$
- $H_0 = 5.00$ m
- $H = 5.00$ m
- $S_0 = 4.0$ kN/m²
- $\varphi = 35^\circ$
- $R_0 = 0.580$
- $a_{max}/g = 0.117$
- $\beta_m = 0.38$
- $U_9 = 0.00$ kN/cad
- $V_9 = 1.875$ kN/cad
- $I_9 = 0.0\%$
- $I_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

- Coefficiente di spinta attiva della terra (Rankine con sisma) agente su una sezione ideale R-S di altezza $K_1 = 0.278$
- Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale $H = 5.00$ m
- $O_3 = 9.22^\circ$
- Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine) $K_3 = 0.271$
- Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Mononobe-Okabe) $K_p = 1.38$
- (Dati: $\phi = 30.00^\circ$ $\varepsilon = 21.0^\circ$ $\psi = 90^\circ$ $\delta = 0^\circ$)

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R'-S' x 1	61.7	167.7	10.0	38.5
Spinta del sovraccar. su R'-S' x 1	5.5	19.5	0.9	3.4
Peso struttura (parete+platea) x 1	1.8	3.8	38.9	70.2
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	10.3	38.5	238.5	589.2
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.0	0.0	1.5	2.1
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	3.5	1.0	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	3.0	1.6	66.7	86.8
Spinta passiva sulla fondaz. Sp x 0.5	-12.0*	-5.4*	0.0*	0.0*
<i>*non sommati</i>				
TOTALI (GEO e STR)	85.8	232.0	356.6	790.2

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

- Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 45.3$ kN
- Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 311.2$ kN
- TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.120$ MPa
- OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 11.7^\circ$

Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo $R_d = (356.6 * 0.58 + 12) / 1.0 = 218.8 > E_d = 85.8$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 150$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 95$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (1a formula di Mononobe-Okabe) $K_0 = 0.271$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato compreso	b_w larghezza taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricentrico	V_{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	106.6	106.6	49.3	47.4	72.1	64.8	118.4	18.4	45°, 1.0	5.87	14.51	4.59	7.85	366.5	236.1	
2	69.3	69.3	0.0	70.6	41.0	34.7	125.0	125.0	45°, 1.0	5.62	21.49	5.34	14.67	275.2	253.5	
3	29.0	29.0	0.0	47.4	29.9	23.7	125.0	125.0	-	4.48	16.55	5.34	9.85	146.8	180.3	
4	-6.2	-6.2	0.0	5.6	20.6	14.4	125.0	125.0	-	2.75	6.53	5.34	0.00	-40.8	102.3	
12	14.5	16.9	18.0	13.9	48.4	41.6	115.4	15.4	73°, 1.0	3.40	6.28	4.59	3.96	103.7	67.3	
13	29.2	33.6	25.1	21.2	54.7	47.2	116.3	16.3	73°, 1.0	4.09	8.83	4.59	3.96	162.9	74.8	
14	45.8	52.1	31.5	27.6	59.6	50.9	117.1	17.1	73°, 1.0	4.70	11.37	4.59	3.96	224.7	79.5	

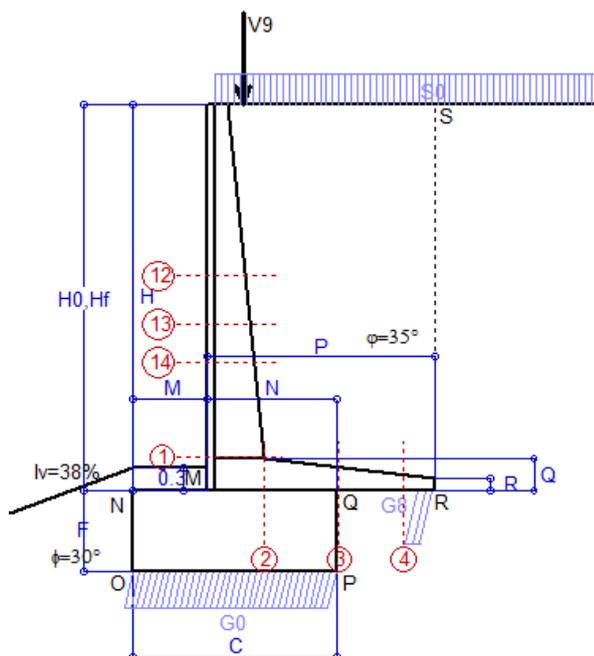
(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.
 (2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 $Med=Medu$ perché $ctg(\alpha) = ctg(\beta) = 1$; nelle sezioni 3 e 4 $a1=0$ perché il momento flettente è già massimo

Scheda 6: Verifica sismica al ribaltamento

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1°lotto

Comune di Codrongianos



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 3.95^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.067$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.033$

Dati

$H_m = 5.00$ m
 $C = 2.60$ m
 $F = 1.05$ m
 $M = 0.95$ m
 $N = 1.65$ m
 $P = 2.90$ m
 $Q = 0.41$ m
 $U_v = 0.00$ m
 $V_8 = 0.45$ m
 $U_1 = 0.0$ m
 $R = 0.15$ m

Acceleraz orizz. al suolo
Prefabbricato tipo u50NM
 Altezza della terra contro il pannello
 Sovraccarico sul rilevato (20%)
 Angolo d'attrito della terra
 Coefficiente d'attrito della fondazione
 Accelerazione massima locale
 Coeff. riduz. acceleraz. max attesa
 Forza orizzontale concentrata
 Forza verticale concentrata in cima
 Pendenza del rilevato vicino al muro
 Pendenza del rilevato lontano dal muro

$a_g/g = 0.061$
 $H_0 = 5.00$ m
 $H = 5.00$ m
 $S_0 = 4.0$ kN/m²
 $\varphi = 35^\circ$
 $R_0 = 0.580$
 $a_{max}/g = 0.117$
 $\beta_m = 0.57$
 $U_9 = 0.00$ kN/cad
 $V_9 = 1.875$ kN/cad
 $l_9 = 0.0\%$
 $l_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

Coefficiente di spinta attiva della terra (Rankine con sisma) agente su una sezione ideale R-S di altezza H = 5.00 m
 Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale $O_3 = 13.47^\circ$
 Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine) $K_3 = 0.285$
 Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Mononobe-Okabe) $K_p = 1.32$
 (Dati: $\phi = 30.00^\circ$ $\varepsilon = 21.0^\circ$ $\psi = 90^\circ$ $\delta = 0^\circ$)
 $K_1 = 0.286$
 $H = 5.00$ m
 $O_3 = 13.47^\circ$
 $K_3 = 0.285$
 $K_p = 1.32$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R'-S' x 1	62.7	170.2	15.0	57.8
Spinta del sovraccar. su R'-S' x 1	5.6	19.8	1.3	5.1
Peso struttura (parete+platea) x 1	2.7	5.8	38.4	69.4
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	15.5	57.7	235.8	582.5
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.0	0.0	1.5	2.1
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	3.9	1.1	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	4.6	2.4	66.0	85.8
Spinta passiva sulla fondaz. Sp x 0.5	-11.5*	-5.2*	0.0*	0.0*
<i>*non sommati</i>				
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 94.9	M₉ = 256.9	P₉ = 358.1	M₈ = 802.6

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 38.8$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . . . $Q_8 = 0.22$ m
 Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 319.2$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . . $C_8 = 2.60$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.123$ MPa
 OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 13.1^\circ$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo $R_d = (802.6 + 5.2) / 1.0 = 807.8 > E_d = 256.9$

Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo $R_d = (439.3) / 1.0 = 439.3 > E_d = 162.7$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 151$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 102$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (1a formula di Mononobe-Okabe) $K_0 = 0.285$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni						Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b_w larghez- za taglio	staffe α° , ctg Θ	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricen- trico	V_{Rd}
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	113.2	113.2	50.8	50.2	72.1	64.8	118.4	18.4	45°, 1.0	5.88	14.51	4.59	7.85	366.8	235.1
2	73.6	73.6	0.0	75.0	41.0	34.7	125.0	125.0	45°, 1.0	5.62	21.49	5.34	14.67	275.2	253.5
3	37.6	37.6	0.0	51.3	29.9	23.7	125.0	125.0	-	4.48	16.55	5.34	9.85	146.8	180.3
4	-4.5	-4.5	0.0	4.3	19.8	13.5	125.0	125.0	-	2.64	6.16	5.34	0.00	-38.4	96.4
12	15.5	18.1	18.4	14.8	48.4	41.6	115.4	15.4	73°, 1.0	3.41	6.28	4.59	3.96	103.8	67.0
13	31.2	35.8	25.7	22.5	54.7	47.2	116.3	16.3	73°, 1.0	4.09	8.83	4.59	3.96	163.0	74.4
14	48.8	55.4	32.3	29.3	59.6	50.9	117.1	17.1	73°, 1.0	4.71	11.37	4.59	3.96	224.8	79.0

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 $M_{ed} = M_{edu}$ perché $ctg(\alpha) = ctg(\theta) = 1$; nelle sezioni 3 e 4 $a_1 = 0$ perché il momento flettente è già massimo

Scheda 7. Portanza della fondazione

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1°lotto

Coefficienti SLU "favorevoli" e "sfavorevoli"

Prefabbricato tipo u50NM

Calcolo con la formula di Brinch-Hansen 1970 (valida per terreno omogeneo e condizioni drenate)

Dati geotecnici del terreno di fondazione:

	Natura di terreno di fondazione	Unità geotecnica 'SL' (sabbie con limo, sabbie limose)			
ϕ	Angolo d'attrito nominale	gradi	30.0°	$\phi = \text{rad}$	0.5236
c	Coesione drenata	kN/m ²	10		
γ	Peso specifico	kN/m ³	19.00		
Iv	Inclinazione del terreno a valle	%	38.4%	$\epsilon = \text{rad}$	0.3666

Dati geometrici della fondazione:

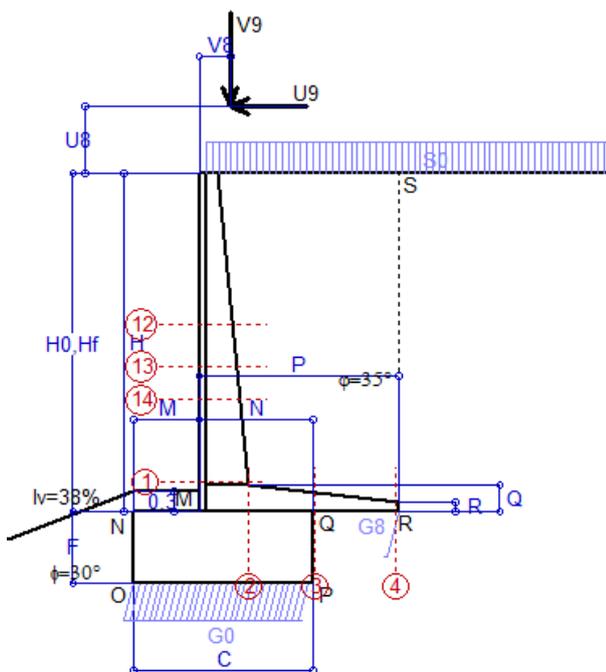
E	Spessore della terra sulla fondazione	m	0.30		
F	Spessore della fondazione (facciata di valle)	m	1.05		
I7	Inclinazione del letto di posa	%	0.0%	$\alpha = \text{rad}$	0.0000

Verifiche allo stato limite ultimo (A1+M1+R3)			Scheda 1	Sisma
Carichi agenti sulla fondazione:				
N	Componente verticale (G0)	kN/m	479.0	311.2
β	Obliquità del carico rispetto alla verticale	gradi	13.08°	11.70°
H	Componente orizzontale = G0 * tan(β)	kN/m	111.3	64.5
B	Larghezza del nastro di appoggio (C8)	m	2.60	2.60
Dati influenzati dal tipo di verifica:				
Φ	Angolo d'attrito assunto nel calcolo	rad	0.5236	0.5236
E5	Distanza della risultante dal bordo esterno della fondazione	m	1.30	1.30
D	Affondamento = E + F + E5 * Iv	m	1.85	1.85
Termini della formula di Brinch-Hansen				
Profondità	= $[\gamma D N_q] s_q d_q i_q b_q g_q z_q$	kN/m ²	174.29	180.80
Coefficiente base	$N_q = \tan^2(45^\circ + \Phi / 2) e^{\pi \tan \Phi}$		18.40	18.40
Inclinaz. terreno a valle	$g_q = (1 - \tan \epsilon)^2$		0.38	0.38
Lunghezza del muro	$s_q = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_q = 1 + 2 \tan \Phi (1 - \sin \Phi)^2 \times \text{se}[D < B; D/B; \text{atn}(D/B)]$		1.21	1.21
Inclinazione letto di posa	$b_q = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	i_q #RIF!		0.59	0.63
Paolucci e Pecker 1997	$z_q = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$		-	0.972
Coesione	= $[c N_c] s_c d_c i_c b_c g_c z_c$	kN/m ²	71.37	75.46
Coefficiente base	$N_c = (N_q - 1) \cot \Phi$		30.14	30.14
Inclinaz. terreno a valle	$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \Phi)$		0.34	0.34
Lunghezza del muro	$s_c = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.22	1.22
Inclinazione letto di posa	$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c \tan \Phi)$		0.57	0.61
Paolucci e Pecker 1997	$z_c = 1 - 0.34 K_h$		-	0.985
Superficie	= $[\frac{1}{2} \gamma B N_\gamma] s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma z_\gamma$	kN/m ²	102.62	112.22
Coefficiente base	$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \Phi$		22.40	22.40
Inclinaz. terreno a valle	$g_\gamma = (1 - \tan \epsilon)^2$		0.38	0.38
Lunghezza del muro	$s_\gamma = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_\gamma = 1.00$		1.00	1.00
Inclinazione letto di posa	$b_\gamma = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	i_γ #RIF!		0.49	0.55
Paolucci e Pecker 1997	$z_\gamma = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$		-	0.972
Verifica della capacità portante				
q _{LIM}	Carico unitario limite (Meyerhof)	Mpa	0.348	0.368
γ_R	Coeff. per le verifiche SLU di fondazioni superficiali		1.4	1.2
C_p	Capacità portante, tenuto conto di γ_R	kN	646.8	798.4
G ₀	Carico effettivo, dovuto alle forze esterne	kN	479.0	311.2
La struttura è verificata al collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno per l'approccio 2 (A1+M1+R3)				

Scheda 9: Urto sul sicurvia da 14.29 kN/cad a 1.00 m da terra

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1°lotto

Coefficienti SLU per azioni eccezionali



Dati

$H_m = 5.00$ m	Prefabbricato tipo u50NM	$H_0 = 5.00$ m
$C = 2.60$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 5.00$ m
$F = 1.05$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$M = 0.95$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$N = 1.65$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 2.90$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.41$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$U_V = 1.00$ m	Urto: Forza orizzontale concentrata	$U_9 = 14.29$ kN/cad
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 1.875$ kN/cad
$R = 0.15$ m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$l_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine)	$K_1 = 0.271$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H = 5.00$ m
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$O_3 = 0.00^\circ$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1	61.0	165.6	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1	27.1	96.2	0.0	0.0
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.0	0.0	39.8	71.8
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	0.0	0.0	290.4	713.9
Forze concentrate (U9+V9) x 1	11.4	80.6	1.5	2.1
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	2.8	0.9	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	0.0	0.0	68.2	88.7
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 102.3	M₉ = 343.3	P₉ = 399.9	M₈ = 876.5

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 = 5.9$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$Q_8 = 0.03$ m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 394.0$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$C_8 = 2.60$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_t = 0.152$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 14.4^\circ$

Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo

$$R_d = (399.9 * 0.58) / 1.1 = 210.8 > E_d = 102.3$$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo

$$R_d = (876.5) / 1.15 = 762.2 > E_d = 343.3$$

Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo

$$R_d = (472.7) / 1.15 = 411.1 > E_d = 238$$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 194$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 132$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u. (STR)

Freccia in cima al pannello mm 11.07

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb)

$K_0 = 0.244$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. trasmata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b_w larghez- za taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o infer. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricen- trico	V_{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	220.2	220.2	55.4	56.9	72.1	64.8	118.4	18.4	45°, 1.0	5.90	14.51	4.59	7.85	367.7	234.8	
2	146.9	146.9	0.0	144.5	41.0	34.7	125.0	125.0	45°, 1.0	5.62	21.49	5.34	14.67	275.2	253.5	
3	96.4	96.4	0.0	76.5	29.9	23.7	125.0	125.0	-	4.48	16.55	5.34	9.85	146.8	180.3	
4	-0.1	-0.1	0.0	0.1	15.6	9.3	125.0	125.0	-	2.09	4.31	5.34	0.00	-26.7	69.3	
12	70.3	75.6	21.6	22.4	48.4	41.6	115.4	15.4	73°, 1.0	3.42	6.28	4.59	3.96	104.1	66.1	
13	99.7	107.6	29.5	29.8	54.7	47.2	116.3	16.3	73°, 1.0	4.11	8.83	4.59	3.96	163.4	73.6	
14	128.5	138.8	36.4	36.1	59.6	50.9	117.1	17.1	73°, 1.0	4.73	11.37	4.59	3.96	225.5	78.3	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Verifica stabilità globale muro + terreno**Simbologia adottata**

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
11 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 3.00	10.90	1.311
12 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 3.00	10.90	1.163
13 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-4.50; 3.50	11.32	1.488
14 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-4.50; 3.50	11.32	1.498

Dettagli strisce verifiche stabilità**Simbologia adottata**

Le ascisse X sono considerate positive verso monte	
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto	
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)	
W	peso della striscia espresso in [kN]
Qy	carico sulla striscia espresso in [kN]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
Tx; Ty	Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

Combinazione n° 11 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	7.52	0.00	5.98 - 0.56	69.609	29.256	0	0.0	
2	20.39	0.00	0.56	62.443	29.256	0	0.0	
3	29.99	0.00	0.56	56.611	29.256	0	0.0	
4	37.76	0.00	0.56	51.588	29.256	0	0.0	
5	44.29	0.00	0.56	47.077	29.256	0	0.0	
6	52.02	0.00	0.56	42.924	29.256	0	0.0	
7	55.45	0.00	0.56	39.036	24.791	8	0.0	
8	60.08	0.00	0.56	35.353	24.791	8	0.0	
9	67.61	0.00	0.56	31.831	24.791	8	0.0	
10	71.05	0.00	0.56	28.440	24.791	8	0.0	
11	64.97	1.87	0.56	25.154	24.791	8	0.0	
12	30.36	0.00	0.56	21.955	24.791	8	0.0	
13	28.83	0.00	0.56	18.827	24.791	8	0.0	
14	26.07	0.00	0.56	15.756	24.791	8	0.0	
15	25.35	0.00	0.56	12.731	24.791	8	0.0	
16	24.31	0.00	0.56	9.742	24.791	8	0.0	
17	22.98	0.00	0.56	6.780	24.791	8	0.0	
18	21.35	0.00	0.56	3.835	24.791	8	0.0	
19	19.44	0.00	0.56	0.901	24.791	8	0.0	
20	17.24	0.00	0.56	-2.031	24.791	8	0.0	
21	14.75	0.00	0.56	-4.968	24.791	8	0.0	
22	11.97	0.00	0.56	-7.918	24.791	8	0.0	
23	8.90	0.00	0.56	-10.890	24.791	8	0.0	
24	5.53	0.00	0.56	-13.892	24.791	8	0.0	
25	1.84	0.00	-7.95 - 0.56	-16.115	24.791	8	0.0	

Combinazione n° 12 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	7.52	14.49	5.98 - 0.56	69.609	29.256	0	0.0	
2	20.39	14.49	0.56	62.443	29.256	0	0.0	
3	29.99	14.49	0.56	56.611	29.256	0	0.0	
4	37.76	14.49	0.56	51.588	29.256	0	0.0	
5	44.29	14.49	0.56	47.077	29.256	0	0.0	
6	52.02	14.49	0.56	42.924	29.256	0	0.0	
7	55.45	14.49	0.56	39.036	24.791	8	0.0	
8	60.08	14.49	0.56	35.353	24.791	8	0.0	
9	67.61	14.49	0.56	31.831	24.791	8	0.0	
10	71.05	14.49	0.56	28.440	24.791	8	0.0	
11	64.97	10.61	0.56	25.154	24.791	8	0.0	
12	30.36	0.00	0.56	21.955	24.791	8	0.0	
13	28.83	0.00	0.56	18.827	24.791	8	0.0	

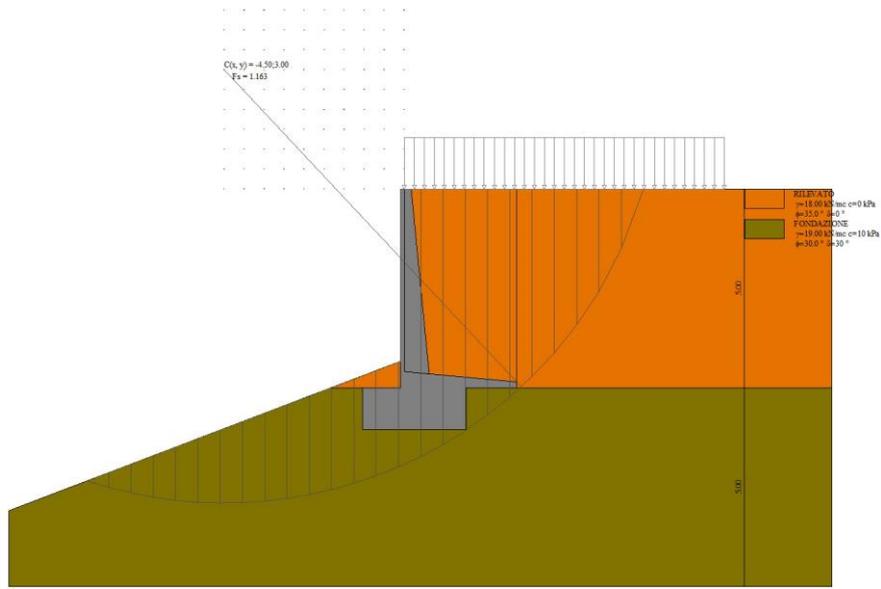
n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
14	26.07	0.00	0.56	15.756	24.791	8	0.0	
15	25.35	0.00	0.56	12.731	24.791	8	0.0	
16	24.31	0.00	0.56	9.742	24.791	8	0.0	
17	22.98	0.00	0.56	6.780	24.791	8	0.0	
18	21.35	0.00	0.56	3.835	24.791	8	0.0	
19	19.44	0.00	0.56	0.901	24.791	8	0.0	
20	17.24	0.00	0.56	-2.031	24.791	8	0.0	
21	14.75	0.00	0.56	-4.968	24.791	8	0.0	
22	11.97	0.00	0.56	-7.918	24.791	8	0.0	
23	8.90	0.00	0.56	-10.890	24.791	8	0.0	
24	5.53	0.00	0.56	-13.892	24.791	8	0.0	
25	1.84	0.00	-7.95 - 0.56	-16.115	24.791	8	0.0	

Combinazione n° 13 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	7.06	2.26	6.27 - 0.57	67.841	35.000	0	0.0	
2	19.41	2.26	0.57	61.411	35.000	0	0.0	
3	28.93	2.26	0.57	55.866	35.000	0	0.0	
4	36.73	2.26	0.57	51.037	35.000	0	0.0	
5	43.34	2.26	0.57	46.673	35.000	0	0.0	
6	49.05	2.26	0.57	42.640	35.000	0	0.0	
7	55.12	2.26	0.57	38.855	30.000	10	0.0	
8	59.18	2.26	0.57	35.263	30.000	10	0.0	
9	65.71	2.26	0.57	31.825	30.000	10	0.0	
10	70.60	2.26	0.57	28.510	30.000	10	0.0	
11	73.72	2.26	0.57	25.298	30.000	10	0.0	
12	38.06	0.20	0.57	22.168	30.000	10	0.0	
13	30.02	0.00	0.57	19.107	30.000	10	0.0	
14	25.98	0.00	0.57	16.102	30.000	10	0.0	
15	25.27	0.00	0.57	13.141	30.000	10	0.0	
16	24.25	0.00	0.57	10.216	30.000	10	0.0	
17	22.93	0.00	0.57	7.318	30.000	10	0.0	
18	21.32	0.00	0.57	4.439	30.000	10	0.0	
19	19.41	0.00	0.57	1.571	30.000	10	0.0	
20	17.22	0.00	0.57	-1.294	30.000	10	0.0	
21	14.73	0.00	0.57	-4.161	30.000	10	0.0	
22	11.96	0.00	0.57	-7.039	30.000	10	0.0	
23	8.89	0.00	0.57	-9.935	30.000	10	0.0	
24	5.52	0.00	0.57	-12.857	30.000	10	0.0	
25	1.84	0.00	-7.87 - 0.57	-15.096	30.000	10	0.0	

Combinazione n° 14 - GEO (A2-M2-R2) H - V

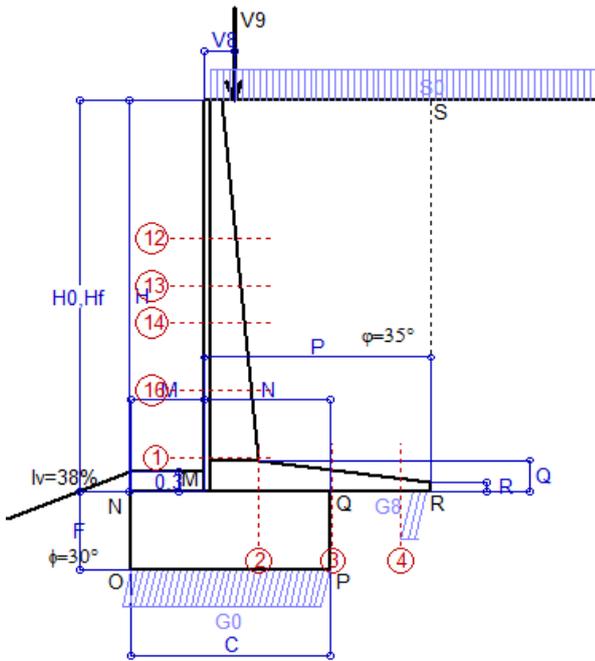
n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	7.06	2.26	6.27 - 0.57	67.841	35.000	0	0.0	
2	19.41	2.26	0.57	61.411	35.000	0	0.0	
3	28.93	2.26	0.57	55.866	35.000	0	0.0	
4	36.73	2.26	0.57	51.037	35.000	0	0.0	
5	43.34	2.26	0.57	46.673	35.000	0	0.0	
6	49.05	2.26	0.57	42.640	35.000	0	0.0	
7	55.12	2.26	0.57	38.855	30.000	10	0.0	
8	59.18	2.26	0.57	35.263	30.000	10	0.0	
9	65.71	2.26	0.57	31.825	30.000	10	0.0	
10	70.60	2.26	0.57	28.510	30.000	10	0.0	
11	73.72	2.26	0.57	25.298	30.000	10	0.0	
12	38.06	0.20	0.57	22.168	30.000	10	0.0	
13	30.02	0.00	0.57	19.107	30.000	10	0.0	
14	25.98	0.00	0.57	16.102	30.000	10	0.0	
15	25.27	0.00	0.57	13.141	30.000	10	0.0	
16	24.25	0.00	0.57	10.216	30.000	10	0.0	
17	22.93	0.00	0.57	7.318	30.000	10	0.0	
18	21.32	0.00	0.57	4.439	30.000	10	0.0	
19	19.41	0.00	0.57	1.571	30.000	10	0.0	
20	17.22	0.00	0.57	-1.294	30.000	10	0.0	
21	14.73	0.00	0.57	-4.161	30.000	10	0.0	
22	11.96	0.00	0.57	-7.039	30.000	10	0.0	
23	8.89	0.00	0.57	-9.935	30.000	10	0.0	
24	5.52	0.00	0.57	-12.857	30.000	10	0.0	
25	1.84	0.00	-7.87 - 0.57	-15.096	30.000	10	0.0	



Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 12)

Scheda 1: Approccio 2, (A1+M1+R3)

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1°lotto



Dati

$H_m =$	6.00 m	Prefabbricato tipo u60NM	$H_0 =$	6.00 m
$C =$	3.00 m	Altezza della terra contro il pannello	$H =$	6.00 m
$F =$	1.20 m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 =$	20.0 kN/m ²
$M =$	1.10 m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi =$	35.00°
$N =$	1.90 m	Peso specifico della terra	$P_0 =$	18.0 kN/m ³
$P =$	3.40 m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 =$	25.0 kN/m ³
$Q =$	0.48 m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 =$	0.580
$U_v =$	0.00 m	Forza orizzontale concentrata	$U_9 =$	0.00 kN/cad
$V_8 =$	0.45 m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 =$	1.875 kN/cad
$R =$	0.15 m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$i_b =$	0.0%

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine)	$K_1 =$	0.271
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H =$	6.00 m
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$O_3 =$	0.00°
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 =$	0.244

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

	COMPONENTI		VERTICALI	
	ORIZZONTALI		Forze	Momenti
	Forze	Momenti	Forze	Momenti
	KN	KN m	KN	KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1.3	114.1	365.3	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1.5	48.8	204.9	0.0	0.0
Peso struttura (parete+platea) x 1.3	0.0	0.0	67.5	143.1
Peso terra x 1.3 e sovracc. x 1.50	0.0	0.0	530.8	1 519.2
Forze concentrate (U9+V9) x 1.5	0.0	0.0	2.3	3.5
Spinta della terra sulla fondaz. x 1.3	4.5	1.7	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1.3	0.0	0.0	117.0	175.5
TOTALI (GEO e STR)	S₉ =	M₉ =	P₉ =	M₈ =
	167.4	571.8	717.5	1 841.3

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 =$	74.7 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$Q_8 =$	0.27 m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 =$	642.8 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$C_8 =$	3.00 m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff				$\sigma_t =$	0.214 MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale				$\beta =$	13.1°
Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo			$Rd = (717.5 * 0.58) / 1.1 =$	378.3	> Ed = 167.4
Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo			$Rd = (1841.3) / 1.15 =$	1601.1	> Ed = 571.8
Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo			$Rd = (1005.2) / 1.15 =$	874.1	> Ed = 374.6
Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 =$	322 kN		Lato monte (punto Q) $G_7 =$	203 kN	

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb) $K_0 =$ 0.244

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato compreso	b_w larghezza taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricentrico	V_{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	317.8	317.8	98.1	100.1	81.1	73.2	119.4	19.4	45°, 1.0	7.55	20.80	4.59	8.58	597.0	280.1	
2	206.6	206.6	0.0	186.8	48.0	41.6	125.0	125.0	45°, 1.0	7.01	28.84	6.16	15.10	438.9	312.9	
3	106.9	106.9	0.0	107.4	34.1	27.7	125.0	125.0	-	5.47	22.62	6.16	11.53	228.7	214.2	
4	-8.2	-8.2	0.0	8.1	20.6	14.2	125.0	125.0	-	3.27	9.09	6.16	0.00	-49.2	101.6	
12	30.7	35.2	27.9	25.6	47.1	40.3	115.1	15.1	73°, 1.0	3.42	6.28	4.59	3.96	101.7	62.0	
13	62.8	70.8	40.1	37.9	54.4	46.9	116.1	16.1	73°, 1.0	4.26	9.42	4.59	3.96	174.1	70.2	
14	98.4	110.0	50.8	48.8	60.1	51.4	117.0	17.0	73°, 1.0	5.02	12.57	4.59	3.96	252.4	75.2	
16	190.9	212.2	73.3	72.6	70.4	62.0	118.4	18.4	73°, 1.0	6.51	18.25	4.59	5.07	440.3	117.3	

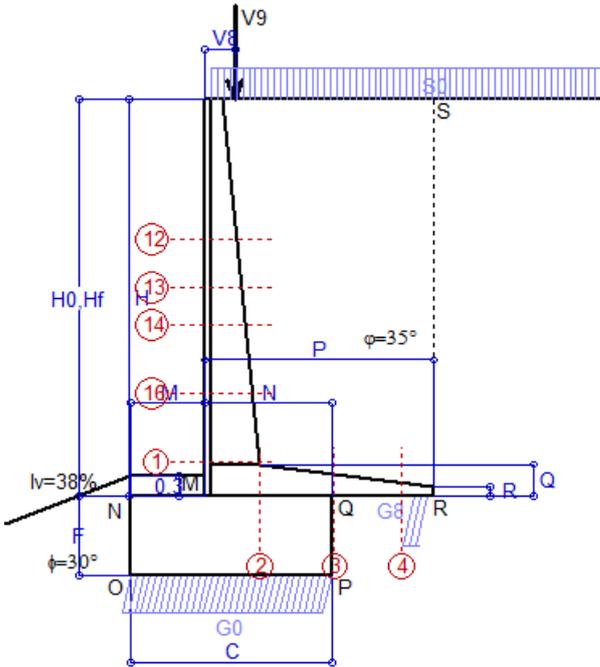
(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 $M_{Ed} = M_{Edu}$ perché $ctg(\alpha) = ctg(\theta) = 1$; nelle sezioni 3 e 4 $a_1 = 0$ perché il momento flettente è già massimo

Scheda 2: Verifica SLE combinaz. RARA

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1°lotto



Dati

$H_m = 6.00$ m	Prefabbricato tipo u60NM	$H_0 = 6.00$ m
$C = 3.00$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 6.00$ m
$F = 1.20$ m	Angolo d'attrito della terra	$\phi = 35^\circ$
$M = 1.10$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$N = 1.90$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 3.40$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.48$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 1.875$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.271$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
87.80	280.96	0.00	0.00
32.52	136.58	0.00	0.00
0.00	0.00	51.89	110.08
0.00	0.00	397.84	1 139.30
0.00	0.00	1.50	2.33
3.44	1.28	0.00	0.00
0.00	0.00	90.00	135.00
$S_9 = 123.76$	$M_9 = 418.82$	$P_9 = 541.23$	$M_8 = 1 386.71$

Spinta della terra su sez. R-S x 1	87.80	280.96	0.00	0.00
Spinta del sovraccar. su R-S x 1	32.52	136.58	0.00	0.00
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.00	0.00	51.89	110.08
Peso terra e sovraccarico x 1	0.00	0.00	397.84	1 139.30
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.00	0.00	1.50	2.33
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	3.44	1.28	0.00	0.00
Peso della fondazione x 1	0.00	0.00	90.00	135.00
<i>*non sommati</i>				
Totali	$S_9 = 123.76$	$M_9 = 418.82$	$P_9 = 541.23$	$M_8 = 1 386.71$

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O'	=	2.765
GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici)	=	2.537
Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 =$ 60.34 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . $Q_8 =$	0.28 m
Carico sul terreno della fondazione: $G_0 =$ 480.89 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . $C_8 =$	3.00 m
TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff	$\sigma_t =$	0.160 MPa
OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione	$\beta =$	12.9°

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 7.47

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb) $K_0 = 0.244$

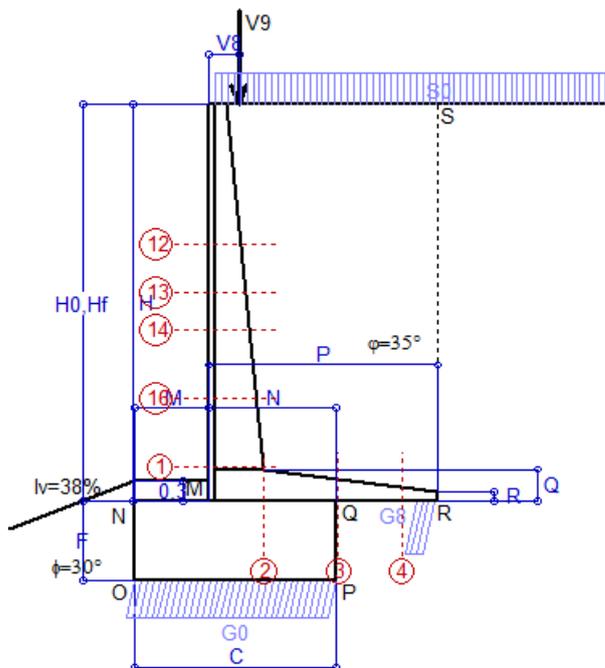
SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compar-tecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		T E N S I O N I		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $c+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	232.7	73.2	104.6	119.4	81.1	73.2	20.80	4.59	149	5.17	40	0.109
2	151.3	0.0	186.5	125.0	48.0	41.6	28.84	6.16	137	6.60	52	0.000
3	74.0	0.0	115.9	125.0	34.1	27.7	22.62	6.16	129	6.88	52	0.000
4	-7.3	0.0	0.0	125.0	21.1	14.7	9.30	6.16	75	3.38	52	0.000
12	21.8	20.4	23.3	115.1	47.1	40.3	6.28	4.59	81	2.19	38	0.000
13	44.9	29.5	36.5	116.1	54.4	46.9	9.42	4.59	98	2.90	38	0.000
14	70.9	37.5	48.7	117.0	60.1	51.4	12.57	4.59	106	3.44	38	0.059
16	138.9	54.4	74.9	118.4	70.4	62.0	18.25	4.59	120	4.21	38	0.078

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 3: Verifica SLE combinaz. FREQUENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1°lotto



Dati

$H_m = 6.00$ m	Prefabbricato tipo u60NM	$H_0 = 6.00$ m
$C = 3.00$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 6.00$ m
$F = 1.20$ m	Angolo d'attrito della terra	$\phi = 35^\circ$
$M = 1.10$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 15.0$ kN/m ²
$N = 1.90$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 3.40$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.48$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 1.875$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.271$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
87.80	280.96	0.00	0.00
24.39	102.43	0.00	0.00
0.00	0.00	51.89	110.08
0.00	0.00	380.84	1 091.70
0.00	0.00	1.50	2.33
3.43	1.28	0.00	0.00
0.00	0.00	90.00	135.00
$S_9 = 115.62$	$M_9 = 384.68$	$P_9 = 524.23$	$M_8 = 1 339.11$

Spinta della terra su sez. R-S x 1	87.80	280.96	0.00	0.00
Spinta del sovraccar. su R-S x 1	24.39	102.43	0.00	0.00
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.00	0.00	51.89	110.08
Peso terra e sovraccarico x 1	0.00	0.00	380.84	1 091.70
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.00	0.00	1.50	2.33
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	3.43	1.28	0.00	0.00
Peso della fondazione x 1	0.00	0.00	90.00	135.00
<i>*non sommati</i>				
Totali				

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O' = 2.920
 GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 2.630
 Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 65.03$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $.Q_8 = 0.30$ m
 Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 459.20$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $.C_8 = 3.00$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.153$ MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 12.4^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 6.64

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb) $K_0 = 0.244$

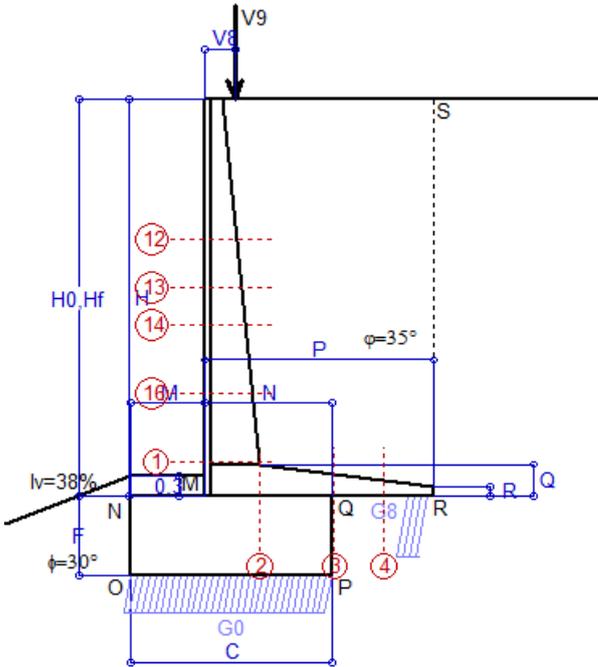
SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di partecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $c+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	211.2	69.9	97.0	119.4	81.1	73.2	20.80	4.59	135	4.71	40	0.095
2	137.3	0.0	169.2	125.0	48.0	41.6	28.84	6.16	124	5.99	52	0.000
3	60.7	0.0	103.3	125.0	34.1	27.7	22.62	6.16	105	5.64	52	0.000
4	-9.3	0.0	0.0	125.0	21.8	15.4	9.65	6.16	91	3.99	52	0.000
12	18.5	19.1	20.3	115.1	47.1	40.3	6.28	4.59	68	1.86	38	0.000
13	39.0	27.7	32.5	116.1	54.4	46.9	9.42	4.59	84	2.53	38	0.000
14	62.3	35.5	43.9	117.0	60.1	51.4	12.57	4.59	93	3.04	38	0.043
16	124.4	51.7	68.6	118.4	70.4	62.0	18.25	4.59	107	3.78	38	0.065

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 4: Verifica SLE combinaz QUASI PERMANENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1°lotto



Dati

$H_m = 6.00$ m	Prefabbricato tipo u60NM	$H_0 = 6.00$ m
$C = 3.00$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 6.00$ m
$F = 1.20$ m	Angolo d'attrito della terra	$\phi = 35^\circ$
$M = 1.10$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 0.0$ kN/m ²
$N = 1.90$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 3.40$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.48$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 1.875$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.271$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

	COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1	87.80	280.96	0.00	0.00
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.00	0.00	51.89	110.08
Peso terra e sovraccarico x 1	0.00	0.00	329.84	948.90
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.00	0.00	1.50	2.33
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	3.40	1.28	0.00	0.00
Peso della fondazione x 1	0.00	0.00	90.00	135.00
Totali	$S_9 = 91.21$	$M_9 = 282.24$	$P_9 = 473.23$	$M_8 = 1196.31$

Spinta della terra su sez. R-S x 1	87.80	280.96	0.00	0.00
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.00	0.00	51.89	110.08
Peso terra e sovraccarico x 1	0.00	0.00	329.84	948.90
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.00	0.00	1.50	2.33
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	3.40	1.28	0.00	0.00
Peso della fondazione x 1	0.00	0.00	90.00	135.00
<i>*non sommati</i>				
Totali	$S_9 = 91.21$	$M_9 = 282.24$	$P_9 = 473.23$	$M_8 = 1196.31$

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O'	=	3.643
GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici)	=	3.009
Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 =$	78.97 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio $Q_8 =$ 0.37 m
Carico sul terreno della fondazione: $G_0 =$	394.25 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio $C_8 =$ 3.00 m
TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff	$\sigma_t =$	0.131 MPa
OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione	$\beta =$	10.9°

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 4.12

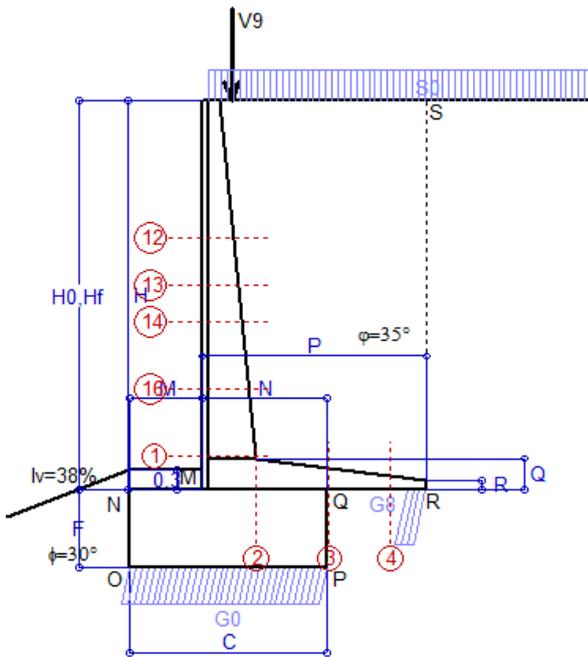
Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb)

$K_0 = 0.244$

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compar-tecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett.baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $C+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	146.5	60.1	74.2	119.4	81.1	73.2	20.80	4.59	92	3.31	40	0.048
2	95.2	0.0	117.4	125.0	48.0	41.6	28.84	6.16	86	4.16	52	0.000
3	21.7	0.0	65.7	125.0	34.1	27.7	22.62	6.16	38	2.02	52	0.000
4	-17.7	0.0	0.0	125.0	24.3	17.9	10.90	6.16	154	6.07	52	0.000
12	8.5	15.3	11.4	115.1	47.1	40.3	6.28	4.59	28	0.89	38	0.000
13	21.1	22.6	20.5	116.1	54.4	46.9	9.42	4.59	43	1.40	38	0.000
14	36.6	29.3	29.5	117.0	60.1	51.4	12.57	4.59	53	1.82	38	0.000
16	80.9	43.6	49.9	118.4	70.4	62.0	18.25	4.59	68	2.49	38	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 2.61^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.045$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.022$

Dati

$H_m = 6.00$ m
 $C = 3.00$ m
 $F = 1.20$ m
 $M = 1.10$ m
 $N = 1.90$ m
 $P = 3.40$ m
 $Q = 0.48$ m
 $U_v = 0.00$ m
 $V_8 = 0.45$ m
 $U_1 = 0.0$ m
 $R = 0.15$ m

Acceleraz orizz. al suolo
Prefabbricato tipo u60NM

Altezza della terra contro il pannello
 Sovraccarico sul rilevato (20%)
 Angolo d'attrito della terra
 Coefficiente d'attrito della fondazione
 Accelerazione massima locale
 Coeff. riduz. acceleraz. max attesa
 Forza orizzontale concentrata
 Forza verticale concentrata in cima
 Pendenza del rilevato vicino al muro
 Pendenza del rilevato lontano dal muro

$a_g/g = 0.061$
 $H_0 = 6.00$ m
 $H = 6.00$ m
 $S_0 = 4.0$ kN/m²
 $\varphi = 35^\circ$
 $R_0 = 0.580$
 $a_{max}/g = 0.117$
 $\beta_m = 0.38$
 $U_g = 0.00$ kN/cad
 $V_9 = 1.875$ kN/cad
 $I_g = 0.0\%$
 $I_b = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

Coefficiente di spinta attiva della terra (Rankine con sisma) agente su una sezione ideale R-S di altezza
 Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale
 $K_1 = 0.278$
 $H = 6.00$ m
 $O_3 = 9.22^\circ$
 $K_3 = 0.271$
 Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Mononobe-Okabe)
 $K_p = 1.38$
 (Dati: $\phi = 30.00^\circ$ $\varepsilon = 21.0^\circ$ $\psi = 90^\circ$ $\delta = 0^\circ$)

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R'-S' x 1	88.9	284.4	14.4	64.9
Spinta del sovraccar. su R'-S' x 1	6.6	27.6	1.1	4.8
Peso struttura (parete+platea) x 1	2.3	5.7	50.7	107.6
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	14.7	64.5	335.8	965.0
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.0	0.0	1.5	2.3
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	4.2	1.5	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	4.0	2.4	88.0	132.0
Spinta passiva sulla fondaz. Sp x 0.5	-14.8*	-7.4*	0.0*	0.0*
<i>*non sommati</i>				
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 120.7	M₉ = 386.1	P₉ = 491.5	M₈ = 1276.7

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 61.8$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . . . $Q_8 = 0.29$ m
 Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 429.7$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . . $C_8 = 3.00$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.143$ MPa
 OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 12.2^\circ$

Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo $R_d = (491.5 * 0.58 + 14.8) / 1.0 = 299.9 > E_d = 120.7$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 209$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 133$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (1a formula di Mononobe-Okabe) $K_0 = 0.271$
 Freccia in cima al pannello mm 6.03

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni						Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M _{Ed} (1) sulla sez. naturale	M _{Edu} (1) sulla sez. traslata	N _{Ed} (2)	V _{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b _w larghez- za taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M _{Rd} baricen- trico	V _{Rd}
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN
1	182.9	182.9	66.4	66.3	81.1	73.2	119.4	19.4	45°, 1.0	7.41	20.80	4.59	8.58	589.8	289.4
2	118.9	118.9	0.0	107.5	48.0	41.6	125.0	125.0	45°, 1.0	7.01	28.84	6.16	15.10	438.9	312.9
3	53.6	53.6	0.0	67.7	34.1	27.7	125.0	125.0	-	5.47	22.62	6.16	11.53	228.7	214.2
4	-9.9	-9.9	0.0	8.9	21.9	15.5	125.0	125.0	-	3.45	9.73	6.16	0.00	-53.2	110.7
12	12.8	14.9	16.9	12.9	47.1	40.3	115.1	15.1	73°, 1.0	3.37	6.28	4.59	3.96	100.5	65.4
13	29.3	33.6	25.0	21.1	54.4	46.9	116.1	16.1	73°, 1.0	4.19	9.42	4.59	3.96	172.2	74.4
14	49.0	55.5	32.5	28.8	60.1	51.4	117.0	17.0	73°, 1.0	4.94	12.57	4.59	3.96	249.7	80.0
16	103.6	116.6	48.3	45.9	70.4	62.0	118.4	18.4	73°, 1.0	6.40	18.25	4.59	5.07	435.8	123.7

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

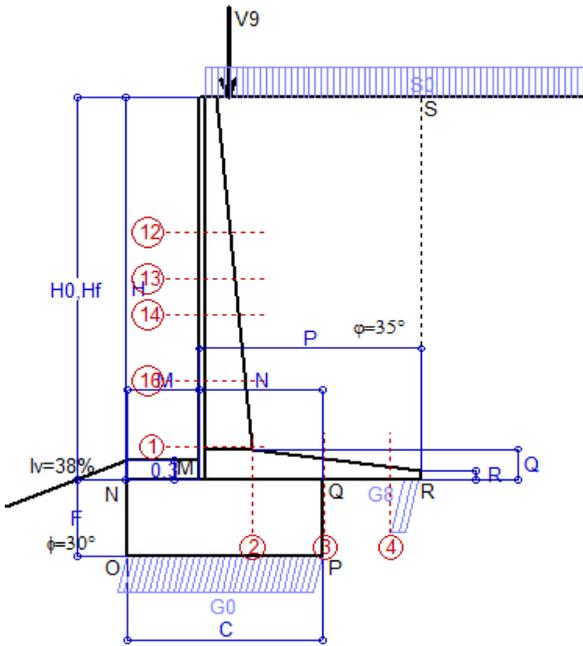
(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 Med=Medu perché ctg(alfa)=ctg(teta)=1; nelle sezioni 3 e 4 a1=0 perché il momento flettente è già massimo

Scheda 6: Verifica sismica al ribaltamento

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1°lotto

Comune di Codrongianos



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 3.95^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.067$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.033$

Dati

$H_m = 6.00$ m
 $C = 3.00$ m
 $F = 1.20$ m
 $M = 1.10$ m
 $N = 1.90$ m
 $P = 3.40$ m
 $Q = 0.48$ m
 $U_v = 0.00$ m
 $V_8 = 0.45$ m
 $U_1 = 0.0$ m
 $R = 0.15$ m

Acceleraz. orizz. al suolo

Prefabbricato tipo u60NM
 Altezza della terra contro il pannello
 Sovraccarico sul rilevato (20%)
 Angolo d'attrito della terra
 Coefficiente d'attrito della fondazione
 Accelerazione massima locale
 Coeff. riduz. acceleraz. max attesa
 Forza orizzontale concentrata
 Forza verticale concentrata in cima
 Pendenza del rilevato vicino al muro
 Pendenza del rilevato lontano dal muro

$a_g/g = 0.061$

$H_0 = 6.00$ m
 $H = 6.00$ m
 $S_0 = 4.0$ kN/m²
 $\varphi = 35^\circ$
 $R_0 = 0.580$
 $a_{max}/g = 0.117$
 $\beta_m = 0.57$
 $U_g = 0.00$ kN/cad
 $V_g = 1.875$ kN/cad
 $I_g = 0.0\%$
 $I_b = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

Coefficiente di spinta attiva della terra (Rankine con sisma) agente su una sezione ideale R-S di altezza
 Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale
 Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)
 Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Mononobe-Okabe)
 (Dati: $\phi = 30.00^\circ$ $\epsilon = 21.0^\circ$ $\psi = 90^\circ$ $\delta = 0^\circ$)

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R'-S' x 1	90.2	288.7	21.6	97.2
Spinta del sovraccar. su R'-S' x 1	6.7	28.1	1.6	7.2
Peso struttura (parete+platea) x 1	3.5	8.6	50.2	106.4
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	22.0	96.7	332.0	954.1
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.0	0.0	1.5	2.3
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	4.8	1.6	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	6.0	3.6	87.0	130.5
Spinta passiva sulla fondaz. Sp x 0.5 <i>*non sommati</i>	-14.2*	-7.1*	0.0*	0.0*
TOTALI (GEO e STR)	133.2	427.3	493.9	1297.8

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 52.8$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . . . $Q_8 = 0.24$ m
 Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 441.0$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . . $C_8 = 3.00$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.147$ MPa
 OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 13.6^\circ$
Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo $R_d = (1297.8 + 7.1) / 1.0 = 1304.8 > E_d = 427.3$
Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo $R_d = (719.7) / 1.0 = 719.7 > E_d = 275.2$
 Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 211$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 143$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (1a formula di Mononobe-Okabe) Freccia in cima al pannello mm 6.46
 $K_0 = 0.285$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	$M_{Ed,u}$ (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato compresso	b_w larghezza taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricentrico	V_{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	194.1	194.1	68.5	70.1	81.1	73.2	119.4	19.4	45°, 1.0	7.42	20.80	4.59	8.58	590.3	288.1	
2	126.2	126.2	0.0	114.1	48.0	41.6	125.0	125.0	45°, 1.0	7.01	28.84	6.16	15.10	438.9	312.9	
3	68.1	68.1	0.0	72.3	34.1	27.7	125.0	125.0	-	5.47	22.62	6.16	11.53	228.7	214.2	
4	-7.1	-7.1	0.0	6.9	20.9	14.5	125.0	125.0	-	3.30	9.21	6.16	0.00	-50.0	103.3	
12	13.7	16.0	17.3	13.8	47.1	40.3	115.1	15.1	73°, 1.0	3.37	6.28	4.59	3.96	100.6	65.1	
13	31.2	35.8	25.7	22.4	54.4	46.9	116.1	16.1	73°, 1.0	4.19	9.42	4.59	3.96	172.3	74.0	
14	52.2	59.1	33.3	30.5	60.1	51.4	117.0	17.0	73°, 1.0	4.95	12.57	4.59	3.96	249.8	79.5	
16	110.1	123.8	49.8	48.7	70.4	62.0	118.4	18.4	73°, 1.0	6.41	18.25	4.59	5.07	436.0	122.9	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 $M_{ed} = M_{edu}$ perché $ctg(\alpha) = ctg(\theta) = 1$; nelle sezioni 3 e 4 $a_1 = 0$ perché il momento flettente è già massimo

programma Tensiter 'Muri 2018' vers.1.2.3

Norma: Italia D.M 17/1/2018

Scheda 7. Portanza della fondazione

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1°lotto

Coefficienti SLU "favorevoli" e "sfavorevoli"

Prefabbricato tipo u60NM

Calcolo con la formula di Brinch-Hansen 1970 (valida per terreno omogeneo e condizioni drenate)

Dati geotecnici del terreno di fondazione:

	Natura di terreno di fondazione	Unità geotecnica 'SL' (sabbie con limo, sabbie limose)			
ϕ	Angolo d'attrito nominale	gradi	30.0°	$\phi = \text{rad}$	0.5236
c	Coesione drenata	kN/m ²	10		
γ	Peso specifico	kN/m ³	19.00		
Iv	Inclinazione del terreno a valle	%	38.4%	$\epsilon = \text{rad}$	0.3666

Dati geometrici della fondazione:

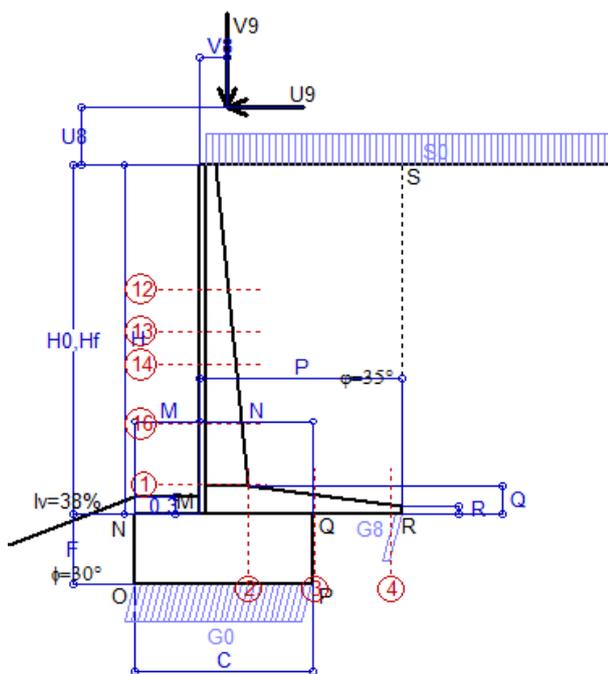
E	Spessore della terra sulla fondazione	m	0.30		
F	Spessore della fondazione (facciata di valle)	m	1.20		
I7	Inclinazione del letto di posa	%	0.0%	$\alpha = \text{rad}$	0.0000

Verifiche allo stato limite ultimo (A1+M1+R3)			Scheda 1	Sisma
Carichi agenti sulla fondazione:				
N	Componente verticale (G0)	kN/m	642.8	429.7
β	Obliquità del carico rispetto alla verticale	gradi	13.13°	12.16°
H	Componente orizzontale = G0 * tan(β)	kN/m	150.0	92.6
B	Larghezza del nastro di appoggio (C8)	m	3.00	3.00
Dati influenzati dal tipo di verifica:				
Φ	Angolo d'attrito assunto nel calcolo	rad	0.5236	0.5236
E5	Distanza della risultante dal bordo esterno della fondazione	m	1.50	1.50
D	Affondamento = E + F + E5 * Iv	m	2.08	2.08
Termini della formula di Brinch-Hansen				
Profondità	= $[\gamma D N_q] s_q d_q i_q b_q g_q z_q$	kN/m ²	194.29	197.80
Coefficiente base	$N_q = \tan^2(45^\circ + \Phi / 2) e^{\pi \tan \Phi}$		18.40	18.40
Inclinaz. terreno a valle	$g_q = (1 - \tan \epsilon)^2$		0.38	0.38
Lunghezza del muro	$s_q = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_q = 1 + 2 \tan \Phi (1 - \sin \Phi)^2 \times \text{se}[D < B; D/B; \text{atn}(D/B)]$		1.20	1.20
Inclinazione letto di posa	$b_q = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	i_q #RIF!		0.59	0.62
Paolucci e Pecker 1997	$z_q = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$		-	0.972
Coesione	= $[c N_c] s_c d_c i_c b_c g_c z_c$	kN/m ²	70.83	73.38
Coefficiente base	$N_c = (N_q - 1) \cot \Phi$		30.14	30.14
Inclinaz. terreno a valle	$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \Phi)$		0.34	0.34
Lunghezza del muro	$s_c = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.21	1.21
Inclinazione letto di posa	$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c \tan \Phi)$		0.56	0.59
Paolucci e Pecker 1997	$z_c = 1 - 0.34 K_h$		-	0.985
Superficie	= $[\frac{1}{2} \gamma B N_\gamma] s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma z_\gamma$	kN/m ²	116.86	124.21
Coefficiente base	$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \Phi$		22.40	22.40
Inclinaz. terreno a valle	$g_\gamma = (1 - \tan \epsilon)^2$		0.38	0.38
Lunghezza del muro	$s_\gamma = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_\gamma = 1.00$		1.00	1.00
Inclinazione letto di posa	$b_\gamma = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	i_γ #RIF!		0.48	0.53
Paolucci e Pecker 1997	$z_\gamma = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$		-	0.972
Verifica della capacità portante				
q_{LIM}	Carico unitario limite (Meyerhof)	Mpa	0.382	0.395
γ_R	Coeff. per le verifiche SLU di fondazioni superficiali		1.4	1.2
C_p	Capacità portante, tenuto conto di γ_R	kN	818.5	988.5
G_0	Carico effettivo, dovuto alle forze esterne	kN	642.8	429.7
La struttura è verificata al collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno per l'approccio 2 (A1+M1+R3)				

Scheda 9: Urto sul sicurvia da 14.29 kN/cad a 1.00 m da terra

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1°lotto

Coefficienti SLU per azioni eccezionali



Dati

$H_m =$	6.00 m	Prefabbricato tipo u60NM	$H_0 =$	6.00 m
$C =$	3.00 m	Altezza della terra contro il pannello	$H =$	6.00 m
$F =$	1.20 m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 =$	20.0 kN/m ²
$M =$	1.10 m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi =$	35°
$N =$	1.90 m	Peso specifico della terra	$P_0 =$	18.0 kN/m ³
$P =$	3.40 m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 =$	25.0 kN/m ³
$Q =$	0.48 m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 =$	0.58
$U_V =$	1.00 m	Urto: Forza orizzontale concentrata	$U_9 =$	14.29 kN/cad
$V_8 =$	0.45 m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 =$	1.875 kN/cad
$R =$	0.15 m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$l_8 =$	0.0%

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine)	$K_1 =$	0.271
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H =$	6.00 m
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$O_3 =$	0.00°
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 =$	0.244

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze	Momenti	Forze	Momenti
	KN	KN m	KN	KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1	87.8	281.0	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1	32.5	136.6	0.0	0.0
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.0	0.0	51.9	110.1
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	0.0	0.0	397.8	1 139.3
Forze concentrate (U9+V9) x 1	11.4	93.7	1.5	2.3
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	3.4	1.3	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	0.0	0.0	90.0	135.0
TOTALI (GEO e STR)	$S_9 =$	$M_9 =$	$P_9 =$	$M_8 =$
	135.2	512.6	541.2	1 386.7

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 =$	23.5 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$Q_8 =$	0.11 m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 =$	517.7 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$C_8 =$	3.00 m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff				$\sigma_t =$	0.173 MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale				$\beta =$	14.0°

Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo

$$R_d = (541.2 * 0.58) / 1.1 = 285.4 > E_d = 135.2$$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo

$$R_d = (1386.7) / 1.15 = 1205.8 > E_d = 512.6$$

Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo

$$R_d = (755.4) / 1.15 = 656.8 > E_d = 353.2$$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 257$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 170$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u. (STR)

Freccia in cima al pannello mm 15.01

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb)

$K_0 = 0.244$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni						Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. tralciata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato compresso	b_w larghezza taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o infer. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricentrico	V_{Rd}
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN
1	323.0	323.0	73.2	75.4	81.1	73.2	119.4	19.4	45°, 1.0	7.44	20.80	4.59	8.58	591.4	288.3
2	212.3	212.3	0.0	189.2	48.0	41.6	125.0	125.0	45°, 1.0	7.01	28.84	6.16	15.10	438.9	312.9
3	134.1	134.1	0.0	95.0	34.1	27.7	125.0	125.0	-	5.47	22.62	6.16	11.53	228.7	214.2
4	-1.1	-1.1	0.0	1.4	17.4	11.0	125.0	125.0	-	2.81	7.45	6.16	0.00	-38.8	80.8
12	66.3	71.3	20.4	21.2	47.1	40.3	115.1	15.1	73°, 1.0	3.39	6.28	4.59	3.96	100.9	64.2
13	99.7	107.6	29.5	29.6	54.4	46.9	116.1	16.1	73°, 1.0	4.21	9.42	4.59	3.96	172.7	73.2
14	133.6	144.3	37.5	37.1	60.1	51.4	117.0	17.0	73°, 1.0	4.96	12.57	4.59	3.96	250.4	78.9
16	215.9	234.2	54.4	54.6	70.4	62.0	118.4	18.4	73°, 1.0	6.43	18.25	4.59	5.07	436.9	122.6

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Le sezioni sulla parete prefabbricata (come la 12) sono collocate poco sopra il piego di ogni ferro, senza più considerarne il contributo.

programma Tensiter 'Muri 2018' vers.1.2.3

Norma: Italia D.M 17/1/2018

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
11 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 2.50	11.58	1.240
12 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 2.50	11.58	1.124
13 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-4.50; 2.50	11.58	1.419
14 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-4.50; 2.50	11.58	1.427

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte	
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto	
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)	
W	peso della striscia espresso in [kN]
Qy	carico sulla striscia espresso in [kN]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
Tx; Ty	Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

Combinazione n° 11 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W	Qy	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	10.39	0.00	6.81 - 0.61	72.357	29.256	0	0.0	
2	27.61	0.00	0.61	64.188	29.256	0	0.0	
3	39.71	0.00	0.61	57.918	29.256	0	0.0	
4	49.31	0.00	0.61	52.623	29.256	0	0.0	
5	57.29	0.00	0.61	47.914	29.256	0	0.0	
6	67.04	0.00	0.61	43.605	29.256	0	0.0	
7	70.74	0.00	0.61	39.588	24.791	8	0.0	
8	76.09	0.00	0.61	35.793	24.791	8	0.0	
9	85.90	0.00	0.61	32.173	24.791	8	0.0	
10	89.66	0.00	0.61	28.691	24.791	8	0.0	
11	93.27	0.00	0.61	25.323	24.791	8	0.0	
12	64.26	1.87	0.61	22.046	24.791	8	0.0	
13	36.67	0.00	0.61	18.843	24.791	8	0.0	
14	32.50	0.00	0.61	15.701	24.791	8	0.0	
15	30.58	0.00	0.61	12.607	24.791	8	0.0	
16	29.34	0.00	0.61	9.549	24.791	8	0.0	
17	27.73	0.00	0.61	6.519	24.791	8	0.0	
18	25.78	0.00	0.61	3.507	24.791	8	0.0	
19	23.47	0.00	0.61	0.505	24.791	8	0.0	
20	20.82	0.00	0.61	-2.495	24.791	8	0.0	
21	17.82	0.00	0.61	-5.503	24.791	8	0.0	
22	14.47	0.00	0.61	-8.526	24.791	8	0.0	
23	10.76	0.00	0.61	-11.573	24.791	8	0.0	
24	6.68	0.00	0.61	-14.654	24.791	8	0.0	
25	2.22	0.00	-8.34 - 0.61	-16.964	24.791	8	0.0	

Combinazione n° 12 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W	Qy	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	10.39	15.75	6.81 - 0.61	72.357	29.256	0	0.0	
2	27.61	15.75	0.61	64.188	29.256	0	0.0	
3	39.71	15.75	0.61	57.918	29.256	0	0.0	
4	49.31	15.75	0.61	52.623	29.256	0	0.0	
5	57.29	15.75	0.61	47.914	29.256	0	0.0	
6	67.04	15.75	0.61	43.605	29.256	0	0.0	
7	70.74	15.75	0.61	39.588	24.791	8	0.0	
8	76.09	15.75	0.61	35.793	24.791	8	0.0	
9	85.90	15.75	0.61	32.173	24.791	8	0.0	
10	89.66	15.75	0.61	28.691	24.791	8	0.0	
11	93.27	15.75	0.61	25.323	24.791	8	0.0	
12	64.26	3.81	0.61	22.046	24.791	8	0.0	
13	36.67	0.00	0.61	18.843	24.791	8	0.0	

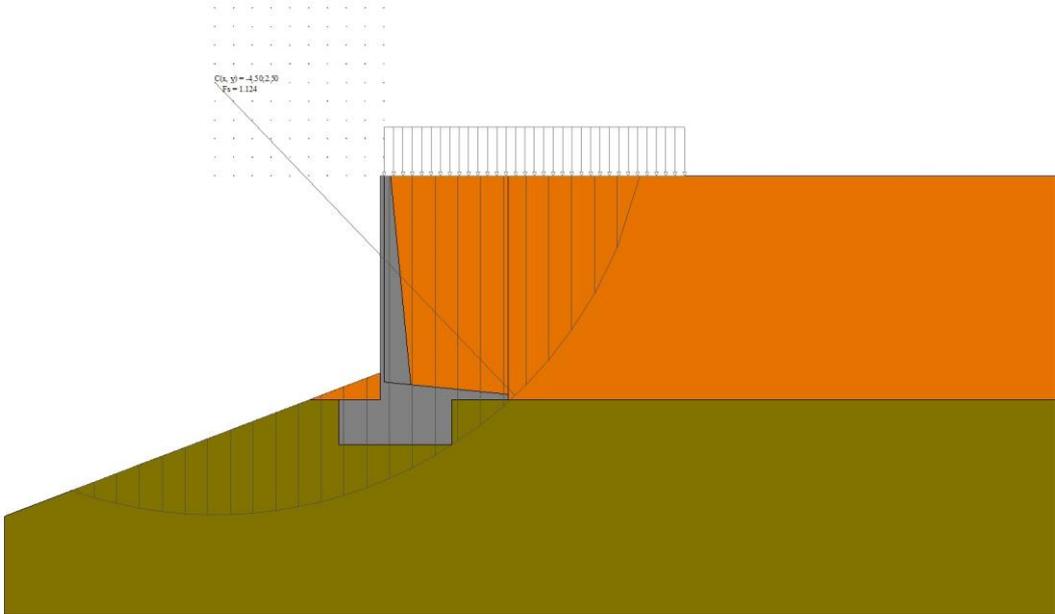
n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
14	32.50	0.00	0.61	15.701	24.791	8	0.0	
15	30.58	0.00	0.61	12.607	24.791	8	0.0	
16	29.34	0.00	0.61	9.549	24.791	8	0.0	
17	27.73	0.00	0.61	6.519	24.791	8	0.0	
18	25.78	0.00	0.61	3.507	24.791	8	0.0	
19	23.47	0.00	0.61	0.505	24.791	8	0.0	
20	20.82	0.00	0.61	-2.495	24.791	8	0.0	
21	17.82	0.00	0.61	-5.503	24.791	8	0.0	
22	14.47	0.00	0.61	-8.526	24.791	8	0.0	
23	10.76	0.00	0.61	-11.573	24.791	8	0.0	
24	6.68	0.00	0.61	-14.654	24.791	8	0.0	
25	2.22	0.00	-8.34 - 0.61	-16.964	24.791	8	0.0	

Combinazione n° 13 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	10.39	2.42	6.81 - 0.61	72.357	35.000	0	0.0	
2	27.61	2.42	0.61	64.188	35.000	0	0.0	
3	39.71	2.42	0.61	57.918	35.000	0	0.0	
4	49.31	2.42	0.61	52.623	35.000	0	0.0	
5	57.29	2.42	0.61	47.914	35.000	0	0.0	
6	67.04	2.42	0.61	43.605	35.000	0	0.0	
7	70.74	2.42	0.61	39.588	30.000	10	0.0	
8	76.09	2.42	0.61	35.793	30.000	10	0.0	
9	85.90	2.42	0.61	32.173	30.000	10	0.0	
10	89.66	2.42	0.61	28.691	30.000	10	0.0	
11	93.27	2.42	0.61	25.323	30.000	10	0.0	
12	64.26	0.59	0.61	22.046	30.000	10	0.0	
13	36.67	0.00	0.61	18.843	30.000	10	0.0	
14	32.50	0.00	0.61	15.701	30.000	10	0.0	
15	30.58	0.00	0.61	12.607	30.000	10	0.0	
16	29.34	0.00	0.61	9.549	30.000	10	0.0	
17	27.73	0.00	0.61	6.519	30.000	10	0.0	
18	25.78	0.00	0.61	3.507	30.000	10	0.0	
19	23.47	0.00	0.61	0.505	30.000	10	0.0	
20	20.82	0.00	0.61	-2.495	30.000	10	0.0	
21	17.82	0.00	0.61	-5.503	30.000	10	0.0	
22	14.47	0.00	0.61	-8.526	30.000	10	0.0	
23	10.76	0.00	0.61	-11.573	30.000	10	0.0	
24	6.68	0.00	0.61	-14.654	30.000	10	0.0	
25	2.22	0.00	-8.34 - 0.61	-16.964	30.000	10	0.0	

Combinazione n° 14 - GEO (A2-M2-R2) H - V

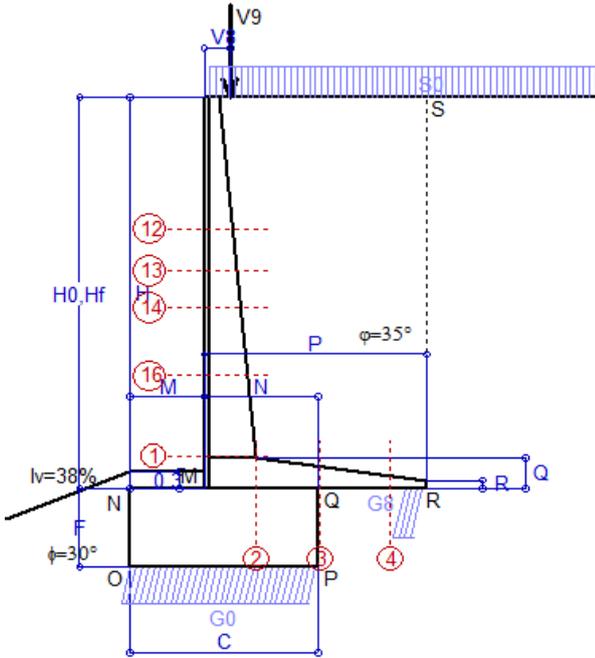
n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	10.39	2.42	6.81 - 0.61	72.357	35.000	0	0.0	
2	27.61	2.42	0.61	64.188	35.000	0	0.0	
3	39.71	2.42	0.61	57.918	35.000	0	0.0	
4	49.31	2.42	0.61	52.623	35.000	0	0.0	
5	57.29	2.42	0.61	47.914	35.000	0	0.0	
6	67.04	2.42	0.61	43.605	35.000	0	0.0	
7	70.74	2.42	0.61	39.588	30.000	10	0.0	
8	76.09	2.42	0.61	35.793	30.000	10	0.0	
9	85.90	2.42	0.61	32.173	30.000	10	0.0	
10	89.66	2.42	0.61	28.691	30.000	10	0.0	
11	93.27	2.42	0.61	25.323	30.000	10	0.0	
12	64.26	0.59	0.61	22.046	30.000	10	0.0	
13	36.67	0.00	0.61	18.843	30.000	10	0.0	
14	32.50	0.00	0.61	15.701	30.000	10	0.0	
15	30.58	0.00	0.61	12.607	30.000	10	0.0	
16	29.34	0.00	0.61	9.549	30.000	10	0.0	
17	27.73	0.00	0.61	6.519	30.000	10	0.0	
18	25.78	0.00	0.61	3.507	30.000	10	0.0	
19	23.47	0.00	0.61	0.505	30.000	10	0.0	
20	20.82	0.00	0.61	-2.495	30.000	10	0.0	
21	17.82	0.00	0.61	-5.503	30.000	10	0.0	
22	14.47	0.00	0.61	-8.526	30.000	10	0.0	
23	10.76	0.00	0.61	-11.573	30.000	10	0.0	
24	6.68	0.00	0.61	-14.654	30.000	10	0.0	
25	2.22	0.00	-8.34 - 0.61	-16.964	30.000	10	0.0	



Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 12)

Scheda 1: Approccio 2, (A1+M1+R3)

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1°lotto



Dati

$H_m = 7.00$ m	Prefabbricato tipo u70NM	$H_0 = 7.00$ m
$C = 3.30$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 7.00$ m
$F = 1.40$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$M = 1.30$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35.00^\circ$
$N = 2.00$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 3.90$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.55$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.580$
$U_v = 0.00$ m	Forza orizzontale concentrata	$U_9 = 0.00$ kN/cad
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 1.875$ kN/cad
$R = 0.15$ m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$i_b = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine)	$K_1 = 0.271$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H = 7.00$ m
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$O_3 = 0.00^\circ$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1.3	155.4	580.0	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1.5	56.9	278.8	0.0	0.0
Peso struttura (parete+platea) x 1.3	0.0	0.0	85.2	212.1
Peso terra x 1.3 e sovracc. x 1.50	0.0	0.0	694.5	2 303.7
Forze concentrate (U9+V9) x 1.5	0.0	0.0	2.3	3.9
Spinta della terra sulla fondaz. x 1.3	5.7	2.6	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1.3	0.0	0.0	150.1	247.7
TOTALI (GEO e STR)	217.9	861.5	932.1	2 767.5

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 = 121.2$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$Q_8 = 0.37$ m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 810.9$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$C_8 = 3.30$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_t = 0.246$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 13.2^\circ$
Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo		$Rd = (932.1 * 0.58) / 1.1 = 491.5 > Ed = 217.9$	
Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo		$Rd = (2767.5) / 1.15 = 2406.5 > Ed = 861.5$	
Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo		$Rd = (1503.3) / 1.15 = 1307.2 > Ed = 561.7$	
Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 415$ kN		Lato monte (punto Q) $G_7 = 246$ kN	

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb) $K_0 = 0.244$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato compreso	b_w larghezza taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricentrico	V_{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	480.3	480.3	124.8	129.0	90.1	82.2	120.3	20.3	45°, 1.0	9.01	26.61	4.59	9.25	856.1	336.7	
2	312.2	312.2	0.0	254.2	55.0	48.5	125.0	125.0	45°, 1.0	8.44	36.54	7.10	15.68	645.4	378.6	
3	167.4	167.4	0.0	144.9	40.3	33.8	125.0	125.0	-	6.77	30.24	7.10	12.07	368.5	257.8	
4	-19.7	-19.7	0.0	17.1	23.4	17.0	125.0	125.0	-	3.92	11.26	7.10	0.00	-64.0	121.1	
12	39.2	44.6	31.5	29.2	49.1	42.3	115.3	15.3	73°, 1.0	3.74	7.60	4.59	3.96	127.4	64.5	
13	77.5	87.0	44.7	42.7	56.6	49.1	116.3	16.3	73°, 1.0	4.72	11.40	4.59	3.96	219.0	72.8	
14	124.9	139.6	57.8	56.7	63.2	56.1	117.2	17.2	73°, 1.0	5.70	15.21	4.59	3.96	331.5	81.0	
16	254.5	282.1	86.1	86.2	75.4	67.0	118.9	18.9	73°, 1.0	7.53	22.81	4.59	5.07	591.8	124.7	

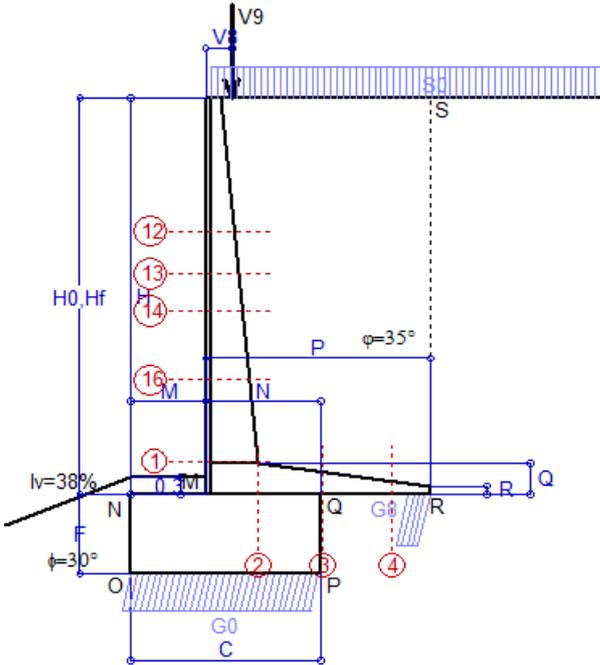
(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 $M_{ed} = M_{edu}$ perché $ctg(\alpha) = ctg(\theta) = 1$; nelle sezioni 3 e 4 $a_1 = 0$ perché il momento flettente è già massimo

Scheda 2: Verifica SLE combinaz. RARA

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1°lotto



Dati

$H_m = 7.00$ m	Prefabbricato tipo u70NM	$H_0 = 7.00$ m
$C = 3.30$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 7.00$ m
$F = 1.40$ m	Angolo d'attrito della terra	$\phi = 35^\circ$
$M = 1.30$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$N = 2.00$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 3.90$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.55$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 1.875$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.271$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

	COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1	119.51	446.16	0.00	0.00
Spinta del sovraccar. su R-S x 1	37.94	185.90	0.00	0.00
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.00	0.00	65.50	163.18
Peso terra e sovraccarico x 1	0.00	0.00	522.24	1 733.06
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.00	0.00	1.50	2.62
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	4.37	2.01	0.00	0.00
Peso della fondazione x 1	0.00	0.00	115.50	190.57
Totali	S₉ = 161.81	M₉ = 634.07	P₉ = 704.74	M₈ = 2 089.44

- Spinta della terra su sez. R-S x 1
- Spinta del sovraccar. su R-S x 1
- Peso struttura (parete+platea) x 1
- Peso terra e sovraccarico x 1
- Forze concentrate (U9+V9) x 1
- Spinta della terra sulla fondaz. x 1
- Peso della fondazione x 1
- *non sommati*

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O' = 2.752
 GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 2.526
 Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 96.31$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $. Q_8 = 0.38$ m
 Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 608.43$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $. C_8 = 3.30$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.184$ MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 12.9^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 10.58

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb) $K_0 = 0.244$

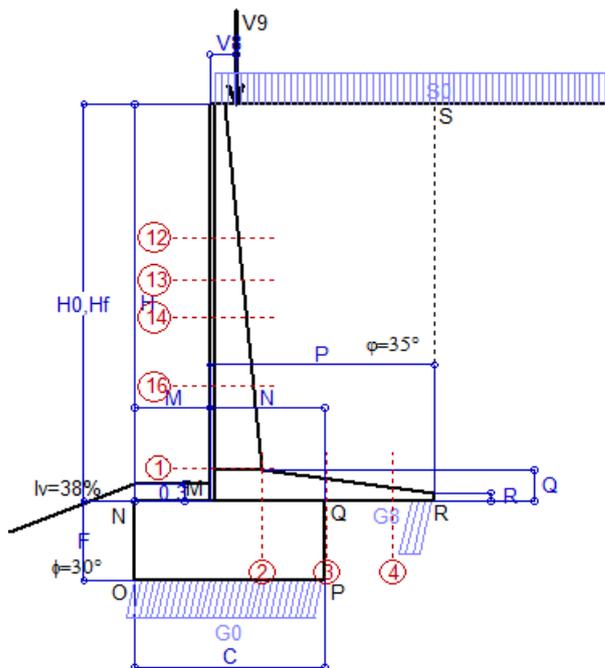
SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compar-tecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		T E N S I O N I		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $c+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	353.7	93.3	137.4	120.3	90.1	82.2	26.61	4.59	158	6.05	40	0.120
2	229.9	0.0	255.2	125.0	55.0	48.5	36.54	7.10	141	7.12	52	0.134
3	116.8	0.0	157.5	125.0	40.3	33.8	30.24	7.10	125	6.97	52	0.101
4	-17.0	0.0	0.0	125.0	23.9	17.4	11.52	7.10	133	5.66	52	0.000
12	27.9	23.1	27.1	115.3	49.1	42.3	7.60	4.59	82	2.37	38	0.000
13	55.7	32.9	41.7	116.3	56.6	49.1	11.40	4.59	96	3.05	38	0.050
14	90.4	42.8	56.8	117.2	63.2	56.1	15.21	4.59	103	3.51	38	0.063
16	186.0	64.1	90.4	118.9	75.4	67.0	22.81	4.59	119	4.58	38	0.082

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 3: Verifica SLE combinaz. FREQUENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1°lotto



Dati

$H_m = 7.00$ m	Prefabbricato tipo u70NM	$H_0 = 7.00$ m
$C = 3.30$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 7.00$ m
$F = 1.40$ m	Angolo d'attrito della terra	$\phi = 35^\circ$
$M = 1.30$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 15.0$ kN/m ²
$N = 2.00$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 3.90$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.55$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 1.875$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.271$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

	COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1	119.51	446.16	0.00	0.00
Spinta del sovraccar. su R-S x 1	28.45	139.42	0.00	0.00
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.00	0.00	65.50	163.18
Peso terra e sovraccarico x 1	0.00	0.00	502.74	1 669.68
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.00	0.00	1.50	2.62
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	4.36	2.01	0.00	0.00
Peso della fondazione x 1	0.00	0.00	115.50	190.57
<i>*non sommati</i>				
Totali	S₉ = 152.32	M₉ = 587.60	P₉ = 685.24	M₈ = 2 026.07

- Spinta della terra su sez. R-S x 1
- Spinta del sovraccar. su R-S x 1
- Peso struttura (parete+platea) x 1
- Peso terra e sovraccarico x 1
- Forze concentrate (U9+V9) x 1
- Spinta della terra sulla fondaz. x 1
- Peso della fondazione x 1

*non sommati

Totali

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O' = 2.893

GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 2.609

Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 101.33$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $. Q_8 = 0.40$ m

Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 583.91$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $. C_8 = 3.30$ m

TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.177$ MPa

OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 12.5^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 9.48

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb) $K_0 = 0.244$

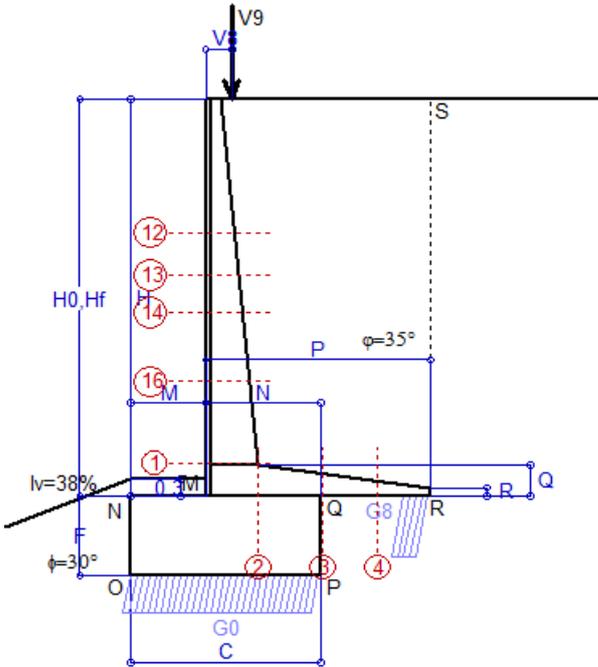
SEZIONE N°	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compar- tecipazione cm	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		T E N S I O N I		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr. KN m	Sforzo normale ⁽²⁾ KN	Taglio KN		totale H cm	utile Y cm	lato terrapieno cm ²	lato facciata o inf. platea cm ²	acciaio σ_a Mpa	calcestr. σ_c Mpa	ricoprim. c+ Φ_{staffe} mm	apertura fessure mm
1	324.1	89.5	128.5	120.3	90.1	82.2	26.61	4.59	144	5.56	40	0.107
2	210.7	0.0	233.8	125.0	55.0	48.5	36.54	7.10	129	6.52	52	0.000
3	97.5	0.0	142.8	125.0	40.3	33.8	30.24	7.10	104	5.82	52	0.000
4	-20.2	0.0	0.0	125.0	24.7	18.2	11.97	7.10	153	6.32	52	0.000
12	23.8	21.6	23.8	115.3	49.1	42.3	7.60	4.59	70	2.04	38	0.000
13	48.6	31.1	37.4	116.3	56.6	49.1	11.40	4.59	83	2.68	38	0.000
14	80.0	40.5	51.5	117.2	63.2	56.1	15.21	4.59	91	3.12	38	0.049
16	167.9	61.1	83.5	118.9	75.4	67.0	22.81	4.59	107	4.14	38	0.070

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 4: Verifica SLE combinaz QUASI PERMANENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1°lotto



Dati

$H_m = 7.00$ m	Prefabbricato tipo u70NM	$H_0 = 7.00$ m
$C = 3.30$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 7.00$ m
$F = 1.40$ m	Angolo d'attrito della terra	$\phi = 35^\circ$
$M = 1.30$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 0.0$ kN/m ²
$N = 2.00$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 3.90$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.55$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 1.875$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.271$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

	COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1	119.51	446.16	0.00	0.00
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.00	0.00	65.50	163.18
Peso terra e sovraccarico x 1	0.00	0.00	444.24	1 479.56
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.00	0.00	1.50	2.62
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	4.36	2.01	0.00	0.00
Peso della fondazione x 1	0.00	0.00	115.50	190.57
Totali	$S_9 = 123.87$	$M_9 = 448.17$	$P_9 = 626.74$	$M_8 = 1 835.94$

Spinta della terra su sez. R-S x 1
 Peso struttura (parete+platea) x 1
 Peso terra e sovraccarico x 1
 Forze concentrate (U9+V9) x 1
 Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 Peso della fondazione x 1
**non sommati*

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O' = 3.517
 GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 2.935
 Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 116.23$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $Q_8 = 0.46$ m
 Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 510.51$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $C_8 = 3.30$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.155$ MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 11.2^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

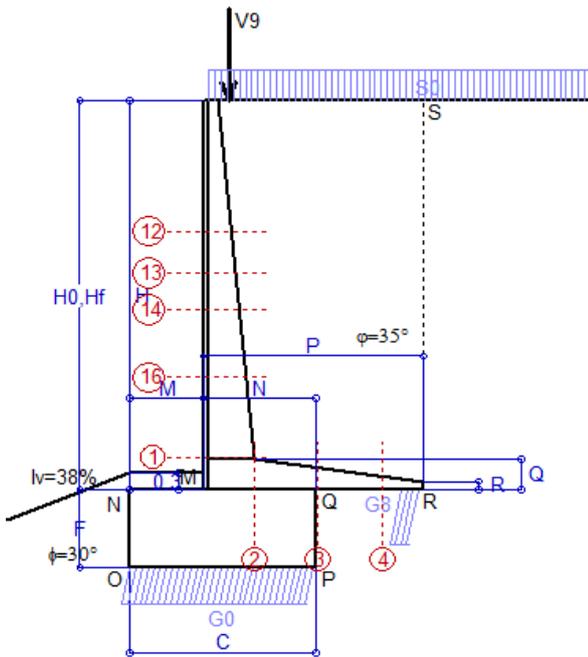
Freccia in cima al pannello mm 6.21

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb) $K_0 = 0.244$

SEZIONE N°	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compar- tecipazione cm	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr. KN m	Sforzo normale ⁽²⁾ KN	Taglio KN		totale H cm	utile Y cm	lato terrapieno cm ²	lato facciata o inf. platea cm ²	acciaio σ_a Mpa	calcestr. σ_c Mpa	ricoprim. $C+\Phi_{staffe}$ mm	apertura fessure mm
1	235.4	78.0	101.8	120.3	90.1	82.2	26.61	4.59	103	4.08	40	0.066
2	153.0	0.0	169.9	125.0	55.0	48.5	36.54	7.10	94	4.74	52	0.000
3	40.5	0.0	98.7	125.0	40.3	33.8	30.24	7.10	43	2.42	52	0.000
4	-33.0	0.0	0.0	125.0	27.3	20.8	13.52	7.10	222	8.39	52	0.000
12	11.6	17.4	13.9	115.3	49.1	42.3	7.60	4.59	32	1.03	38	0.000
13	27.3	25.4	24.3	116.3	56.6	49.1	11.40	4.59	45	1.54	38	0.000
14	48.9	33.7	35.7	117.2	63.2	56.1	15.21	4.59	54	1.94	38	0.000
16	113.4	52.1	62.5	118.9	75.4	67.0	22.81	4.59	71	2.84	38	0.029

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 2.61^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.045$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.022$

Dati

$H_m = 7.00$ m
 $C = 3.30$ m
 $F = 1.40$ m
 $M = 1.30$ m
 $N = 2.00$ m
 $P = 3.90$ m
 $Q = 0.55$ m
 $U_v = 0.00$ m
 $V_8 = 0.45$ m
 $U_1 = 0.0$ m
 $R = 0.15$ m

Acceleraz orizz. al suolo
Prefabbricato tipo u70NM
 Altezza della terra contro il pannello
 Sovraccarico sul rilevato (20%)
 Angolo d'attrito della terra
 Coefficiente d'attrito della fondazione
 Accelerazione massima locale
 Coeff. riduz. acceleraz. max attesa
 Forza orizzontale concentrata
 Forza verticale concentrata in cima
 Pendenza del rilevato vicino al muro
 Pendenza del rilevato lontano dal muro

$a_g/g = 0.061$
 $H_0 = 7.00$ m
 $H = 7.00$ m
 $S_0 = 4.0$ kN/m²
 $\varphi = 35^\circ$
 $R_0 = 0.580$
 $a_{max}/g = 0.117$
 $\beta_m = 0.38$
 $U_g = 0.00$ kN/cad
 $V_9 = 1.875$ kN/cad
 $l_g = 0.0\%$
 $l_b = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

Coefficiente di spinta attiva della terra (Rankine con sisma) agente su una sezione ideale R-S di altezza H = 7.00 m
 Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale $O_3 = 9.22^\circ$
 Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine) $K_3 = 0.271$
 Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Mononobe-Okabe) $K_p = 1.38$
 (Dati: $\phi = 30.00^\circ$ $\varepsilon = 21.0^\circ$ $\psi = 90^\circ$ $\delta = 0^\circ$)

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R'-S' x 1	121.0	451.6	19.6	102.0
Spinta del sovraccar. su R'-S' x 1	7.7	37.6	1.2	6.5
Peso struttura (parete+platea) x 1	2.9	8.3	64.0	159.6
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	19.8	101.2	449.6	1 496.2
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.0	0.0	1.5	2.6
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	5.2	2.3	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	5.1	3.6	112.9	186.3
Spinta passiva sulla fondaz. Sp x 0.5	-19.0*	-10.8*	0.0*	0.0*
<i>*non sommati</i>				
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 161.7	M₉ = 604.5	P₉ = 649.0	M₈ = 1 953.2

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 94.5$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . . . $Q_8 = 0.38$ m
 Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 554.4$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . . $C_8 = 3.30$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.168$ MPa
 OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 12.4^\circ$

Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo $R_d = (649 * 0.58 + 19) / 1.0 = 395.4 > E_d = 161.7$
 Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 275$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 166$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (1a formula di Mononobe-Okabe) $K_0 = 0.271$
 Freccia in cima al pannello mm 8.82

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b_w larghez- za taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricen- trico	V_{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	288.8	288.8	86.1	88.4	90.1	82.2	120.3	20.3	45°, 1.0	8.85	26.61	4.59	9.25	846.1	347.9	
2	187.7	187.7	0.0	152.9	55.0	48.5	125.0	125.0	45°, 1.0	8.44	36.54	7.10	15.68	645.4	378.6	
3	91.6	91.6	0.0	95.9	40.3	33.8	125.0	125.0	-	6.77	30.24	7.10	12.07	368.5	257.8	
4	-20.1	-20.1	0.0	16.2	24.6	18.1	125.0	125.0	-	3.94	11.93	7.10	0.00	-66.6	129.3	
12	17.0	19.7	19.3	15.3	49.1	42.3	115.3	15.3	73°, 1.0	3.69	7.60	4.59	3.96	126.1	68.1	
13	37.3	42.6	28.2	24.5	56.6	49.1	116.3	16.3	73°, 1.0	4.64	11.40	4.59	3.96	216.8	77.3	
14	64.3	72.9	37.3	34.3	63.2	56.1	117.2	17.2	73°, 1.0	5.61	15.21	4.59	3.96	328.3	86.4	
16	143.0	160.4	57.6	56.1	75.4	67.0	118.9	18.9	73°, 1.0	7.41	22.81	4.59	5.07	586.1	131.9	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

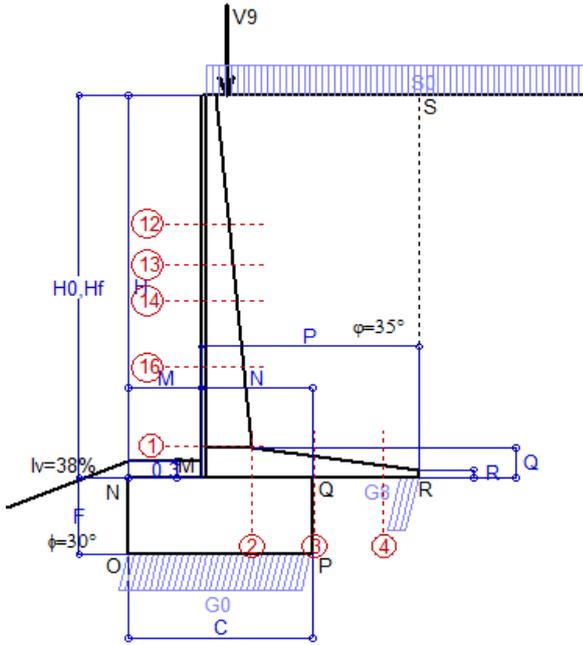
(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 $Med=Medu$ perché $ctg(\alpha)=ctg(\theta)=1$; nelle sezioni 3 e 4 $a1=0$ perché il momento flettente è già massimo

Scheda 6: Verifica sismica al ribaltamento

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1°lotto

Comune di Codrongianos



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 3.95^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.067$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.033$

Dati

$H_m = 7.00$ m
 $C = 3.30$ m
 $F = 1.40$ m
 $M = 1.30$ m
 $N = 2.00$ m
 $P = 3.90$ m
 $Q = 0.55$ m
 $U_v = 0.00$ m
 $V_8 = 0.45$ m
 $U_1 = 0.0$ m
 $R = 0.15$ m

Acceleraz. orizz. al suolo

Prefabbricato tipo u70NM

Altezza della terra contro il pannello
 Sovraccarico sul rilevato (20%)
 Angolo d'attrito della terra
 Coefficiente d'attrito della fondazione
 Accelerazione massima locale
 Coeff. riduz. acceleraz. max attesa
 Forza orizzontale concentrata
 Forza verticale concentrata in cima
 Pendenza del rilevato vicino al muro
 Pendenza del rilevato lontano dal muro

$a_g/g = 0.061$

$H_0 = 7.00$ m
 $H = 7.00$ m
 $S_0 = 4.0$ kN/m²
 $\varphi = 35^\circ$
 $R_0 = 0.580$
 $a_{max}/g = 0.117$
 $\beta_m = 0.57$
 $U_g = 0.00$ kN/cad
 $V_g = 1.875$ kN/cad
 $I_g = 0.0\%$
 $I_b = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

Coefficiente di spinta attiva della terra (Rankine con sisma) agente su una sezione ideale R-S di altezza
 Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale
 Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)
 Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Mononobe-Okabe)
 (Dati: $\phi = 30.00^\circ$ $\epsilon = 21.0^\circ$ $\psi = 90^\circ$ $\delta = 0^\circ$)

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R'-S' x 1	122.8	458.5	29.4	153.0
Spinta del sovraccar. su R'-S' x 1	7.8	38.2	1.9	9.7
Peso struttura (parete+platea) x 1	4.4	12.4	63.3	157.7
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	29.6	151.7	444.5	1 479.2
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.0	0.0	1.5	2.6
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	5.8	2.4	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	7.7	5.4	111.6	184.2
Spinta passiva sulla fondaz. Sp x 0.5 <i>*non sommati</i>	-18.2*	-10.3*	0.0*	0.0*
TOTALI (GEO e STR)	S_g = 178.1	M_g = 668.6	P_g = 652.3	M_g = 1 986.5

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 82.8$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . . . $Q_8 = 0.33$ m
 Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 569.4$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . . $C_8 = 3.30$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.173$ MPa
 OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 13.8^\circ$
Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo $R_d = (1986.5 + 10.3) / 1.0 = 1996.8 > E_d = 668.6$
Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo $R_d = (1099.5) / 1.0 = 1099.5 > E_d = 430.4$
 Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 278$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 180$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (1a formula di Mononobe-Okabe) Freccia in cima al pannello mm 9.45
 $K_0 = 0.285$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M _{Ed} (1) sulla sez. naturale	M _{Edu} (1) sulla sez. traslata	N _{Ed} (2)	V _{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato compresso	b _w larghezza taglio	staffe $\alpha^\circ, \text{ctg}\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M _{Rd} baricentrico	V _{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	306.3	306.3	88.9	93.5	90.1	82.2	120.3	20.3	45°, 1.0	8.87	26.61	4.59	9.25	846.8	346.2	
2	199.1	199.1	0.0	162.1	55.0	48.5	125.0	125.0	45°, 1.0	8.44	36.54	7.10	15.68	645.4	378.6	
3	115.1	115.1	0.0	101.2	40.3	33.8	125.0	125.0	-	6.77	30.24	7.10	12.07	368.5	257.8	
4	-15.3	-15.3	0.0	13.3	23.4	16.9	125.0	125.0	-	3.91	11.21	7.10	0.00	-63.7	120.6	
12	18.2	21.1	19.7	16.3	49.1	42.3	115.3	15.3	73°, 1.0	3.69	7.60	4.59	3.96	126.2	67.8	
13	39.8	45.4	28.9	26.0	56.6	49.1	116.3	16.3	73°, 1.0	4.65	11.40	4.59	3.96	216.9	76.9	
14	68.5	77.6	38.4	36.4	63.2	56.1	117.2	17.2	73°, 1.0	5.62	15.21	4.59	3.96	328.5	85.8	
16	151.9	170.3	59.4	59.5	75.4	67.0	118.9	18.9	73°, 1.0	7.42	22.81	4.59	5.07	586.4	131.0	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 Med=Medu perché ctg(alpha)=ctg(teta)=1; nelle sezioni 3 e 4 a1=0 perché il momento flettente è già massimo

programma Tensiter 'Muri 2018' vers.1.2.3

Norma: Italia D.M 17/1/2018

Scheda 7. Portanza della fondazione

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1°lotto

Coefficienti SLU "favorevoli" e "sfavorevoli"

Prefabbricato tipo u70NM

Calcolo con la formula di Brinch-Hansen 1970 (valida per terreno omogeneo e condizioni drenate)

Dati geotecnici del terreno di fondazione:

	Natura di terreno di fondazione	Unità geotecnica 'SL' (sabbie con limo, sabbie limose)		
ϕ	Angolo d'attrito nominale	gradi	30.0°	$\phi = \text{rad}$ 0.5236
c	Coesione drenata	kN/m ²	10	
γ	Peso specifico	kN/m ³	19.00	
Iv	Inclinazione del terreno a valle	%	38.4%	$\epsilon = \text{rad}$ 0.3666

Dati geometrici della fondazione:

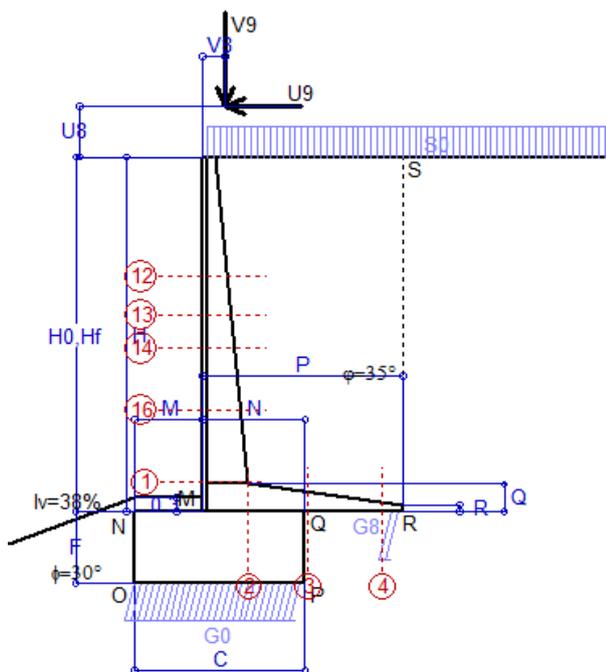
E	Spessore della terra sulla fondazione	m	0.30	
F	Spessore della fondazione (facciata di valle)	m	1.40	
I7	Inclinazione del letto di posa	%	0.0%	$\alpha = \text{rad}$ 0.0000

Verifiche allo stato limite ultimo (A1+M1+R3)			Scheda 1	Sisma
Carichi agenti sulla fondazione:				
N	Componente verticale (G0)	kN/m	810.9	554.4
β	Obliquità del carico rispetto alla verticale	gradi	13.16°	12.40°
H	Componente orizzontale = G0 * tan(β)	kN/m	189.6	121.9
B	Larghezza del nastro di appoggio (C8)	m	3.30	3.30
Dati influenzati dal tipo di verifica:				
Φ	Angolo d'attrito assunto nel calcolo	rad	0.5236	0.5236
E5	Distanza della risultante dal bordo esterno della fondazione	m	1.65	1.65
D	Affondamento = E + F + E5 * Iv	m	2.33	2.33
Termini della formula di Brinch-Hansen				
Profondità	= $[\gamma D N_q] s_q d_q i_q b_q g_q z_q$	kN/m ²	218.89	220.67
Coefficiente base	$N_q = \tan^2(45^\circ + \Phi / 2) e^{\pi \tan \Phi}$		18.40	18.40
Inclinaz. terreno a valle	$g_q = (1 - \tan \epsilon)^2$		0.38	0.38
Lunghezza del muro	$s_q = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_q = 1 + 2 \tan \Phi (1 - \sin \Phi)^2 \times \text{se}[D < B; D/B; \text{atn}(D/B)]$		1.20	1.20
Inclinazione letto di posa	$b_q = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	i_q #RIF!		0.59	0.61
Paolucci e Pecker 1997	$z_q = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$		-	0.972
Coesione	= $[c N_c] s_c d_c i_c b_c g_c z_c$	kN/m ²	70.99	72.76
Coefficiente base	$N_c = (N_q - 1) \cot \Phi$		30.14	30.14
Inclinaz. terreno a valle	$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \Phi)$		0.34	0.34
Lunghezza del muro	$s_c = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.22	1.22
Inclinazione letto di posa	$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c \tan \Phi)$		0.56	0.59
Paolucci e Pecker 1997	$z_c = 1 - 0.34 K_h$		-	0.985
Superficie	= $[\frac{1}{2} \gamma B N_\gamma] s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma z_\gamma$	kN/m ²	127.27	133.06
Coefficiente base	$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \Phi$		22.40	22.40
Inclinaz. terreno a valle	$g_\gamma = (1 - \tan \epsilon)^2$		0.38	0.38
Lunghezza del muro	$s_\gamma = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_\gamma = 1.00$		1.00	1.00
Inclinazione letto di posa	$b_\gamma = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	i_γ #RIF!		0.48	0.51
Paolucci e Pecker 1997	$z_\gamma = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$		-	0.972
Verifica della capacità portante				
q _{LIM}	Carico unitario limite (Meyerhof)	Mpa	0.417	0.426
γ_R	Coeff. per le verifiche SLU di fondazioni superficiali		1.4	1.2
C_p	Capacità portante, tenuto conto di γ_R	kN	983.3	1172.8
G ₀	Carico effettivo, dovuto alle forze esterne	kN	810.9	554.4
La struttura è verificata al collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno per l'approccio 2 (A1+M1+R3)				

Scheda 9: Urto sul sicurvia da 14.29 kN/cad a 1.00 m da terra

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al 209+500 - 1° lotto

Coefficienti SLU per azioni eccezionali



Dati

$H_m = 7.00$ m	Prefabbricato tipo u70NM	$H_0 = 7.00$ m
$C = 3.30$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 7.00$ m
$F = 1.40$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$M = 1.30$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$N = 2.00$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 3.90$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.55$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$U_V = 1.00$ m	Urto: Forza orizzontale concentrata	$U_9 = 14.29$ kN/cad
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 1.875$ kN/cad
$R = 0.15$ m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$l_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine)	$K_1 = 0.271$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H = 7.00$ m
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$O_3 = 0.00^\circ$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1	119.5	446.2	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1	37.9	185.9	0.0	0.0
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.0	0.0	65.5	163.2
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	0.0	0.0	522.2	1 733.1
Forze concentrate (U9+V9) x 1	11.4	107.5	1.5	2.6
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	4.4	2.0	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	0.0	0.0	115.5	190.6
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 173.2	M₉ = 741.5	P₉ = 704.7	M₈ = 2 089.4

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 = 60.0$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$Q_8 = 0.24$ m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 644.8$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$C_8 = 3.30$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_t = 0.195$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 13.8^\circ$

Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo $R_d = (704.7 * 0.58) / 1.1 = 371.6 > E_d = 173.2$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo $R_d = (2089.4) / 1.15 = 1816.9 > E_d = 741.5$

Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo $R_d = (1132.9) / 1.15 = 985.1 > E_d = 503.1$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 328$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 202$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u. (STR)

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb) $K_0 = 0.244$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. trasmata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b_w larghez- za taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o infer. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricen- trico	V_{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	456.4	456.4	93.3	96.9	90.1	82.2	120.3	20.3	45°, 1.0	8.88	26.61	4.59	9.25	848.0	347.1	
2	300.4	300.4	0.0	240.5	55.0	48.5	125.0	125.0	45°, 1.0	8.44	36.54	7.10	15.68	645.4	378.6	
3	189.0	189.0	0.0	122.0	40.3	33.8	125.0	125.0	-	6.77	30.24	7.10	12.07	368.5	257.8	
4	-6.5	-6.5	0.0	6.9	20.5	14.1	125.0	125.0	-	3.47	9.53	7.10	0.00	-53.6	100.2	
12	75.6	81.4	23.1	23.5	49.1	42.3	115.3	15.3	73°, 1.0	3.70	7.60	4.59	3.96	126.5	66.9	
13	114.0	123.1	32.9	32.9	56.6	49.1	116.3	16.3	73°, 1.0	4.66	11.40	4.59	3.96	217.5	76.1	
14	157.8	171.1	42.8	43.1	63.2	56.1	117.2	17.2	73°, 1.0	5.63	15.21	4.59	3.96	329.2	85.2	
16	270.1	293.4	64.1	64.7	75.4	67.0	118.9	18.9	73°, 1.0	7.44	22.81	4.59	5.07	587.4	130.9	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Le sezioni sulla parete prefabbricata (come la 12) sono collocate poco sopra il piego di ogni ferro, senza più considerarne il contributo.

programma Tensiter 'Muri 2018' vers.1.2.3

Norma: Italia D.M 17/1/2018

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
11 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 2.50	12.65	1.197
12 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 2.50	12.65	1.100
13 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-4.50; 2.50	12.65	1.376
14 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-4.50; 2.50	12.65	1.383

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte	
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto	
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)	
W	peso della striscia espresso in [kN]
Qy	carico sulla striscia espresso in [kN]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
Tx; Ty	Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

Combinazione n° 11 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W	Qy	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	13.06	0.00	7.91 - 0.66	73.188	29.256	0	0.0	
2	34.48	0.00	0.66	64.716	29.256	0	0.0	
3	49.24	0.00	0.66	58.344	29.256	0	0.0	
4	60.87	0.00	0.66	52.993	29.256	0	0.0	
5	70.53	0.00	0.66	48.248	29.256	0	0.0	
6	78.75	0.00	0.66	43.914	29.256	0	0.0	
7	87.55	0.00	0.66	39.877	24.791	8	0.0	
8	93.06	0.00	0.66	36.067	24.791	8	0.0	
9	98.74	0.00	0.66	32.434	24.791	8	0.0	
10	110.49	0.00	0.66	28.943	24.791	8	0.0	
11	114.14	0.00	0.66	25.566	24.791	8	0.0	
12	119.48	3.75	0.66	22.283	24.791	8	0.0	
13	44.82	0.00	0.66	19.075	24.791	8	0.0	
14	43.27	0.00	0.66	15.928	24.791	8	0.0	
15	36.58	0.00	0.66	12.830	24.791	8	0.0	
16	34.77	0.00	0.66	9.770	24.791	8	0.0	
17	32.88	0.00	0.66	6.738	24.791	8	0.0	
18	30.58	0.00	0.66	3.725	24.791	8	0.0	
19	27.85	0.00	0.66	0.722	24.791	8	0.0	
20	24.72	0.00	0.66	-2.279	24.791	8	0.0	
21	21.16	0.00	0.66	-5.286	24.791	8	0.0	
22	17.19	0.00	0.66	-8.308	24.791	8	0.0	
23	12.79	0.00	0.66	-11.354	24.791	8	0.0	
24	7.96	0.00	0.66	-14.432	24.791	8	0.0	
25	2.66	0.00	-8.65 - 0.66	-16.885	24.791	8	0.0	

Combinazione n° 12 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W	Qy	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	13.06	17.22	7.91 - 0.66	73.188	29.256	0	0.0	
2	34.48	17.22	0.66	64.716	29.256	0	0.0	
3	49.24	17.22	0.66	58.344	29.256	0	0.0	
4	60.87	17.22	0.66	52.993	29.256	0	0.0	
5	70.53	17.22	0.66	48.248	29.256	0	0.0	
6	78.75	17.22	0.66	43.914	29.256	0	0.0	
7	87.55	17.22	0.66	39.877	24.791	8	0.0	
8	93.06	17.22	0.66	36.067	24.791	8	0.0	
9	98.74	17.22	0.66	32.434	24.791	8	0.0	
10	110.49	17.22	0.66	28.943	24.791	8	0.0	
11	114.14	17.22	0.66	25.566	24.791	8	0.0	
12	119.48	16.27	0.66	22.283	24.791	8	0.0	
13	44.82	0.00	0.66	19.075	24.791	8	0.0	

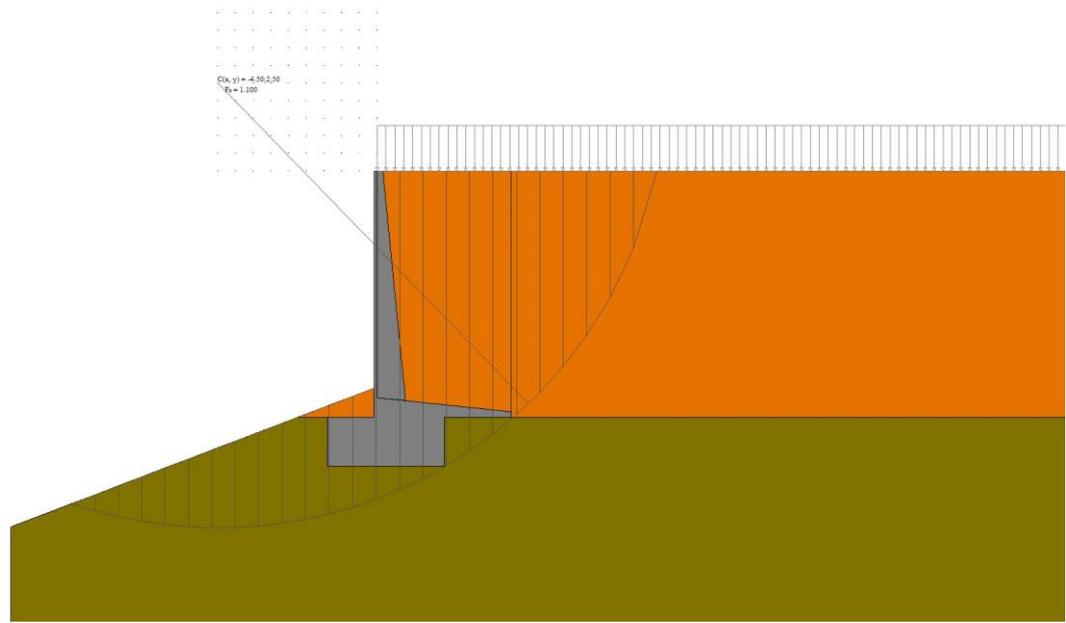
n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
14	43.27	0.00	0.66	15.928	24.791	8	0.0	
15	36.58	0.00	0.66	12.830	24.791	8	0.0	
16	34.77	0.00	0.66	9.770	24.791	8	0.0	
17	32.88	0.00	0.66	6.738	24.791	8	0.0	
18	30.58	0.00	0.66	3.725	24.791	8	0.0	
19	27.85	0.00	0.66	0.722	24.791	8	0.0	
20	24.72	0.00	0.66	-2.279	24.791	8	0.0	
21	21.16	0.00	0.66	-5.286	24.791	8	0.0	
22	17.19	0.00	0.66	-8.308	24.791	8	0.0	
23	12.79	0.00	0.66	-11.354	24.791	8	0.0	
24	7.96	0.00	0.66	-14.432	24.791	8	0.0	
25	2.66	0.00	-8.65 - 0.66	-16.885	24.791	8	0.0	

Combinazione n° 13 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	13.06	2.65	7.91 - 0.66	73.188	35.000	0	0.0	
2	34.48	2.65	0.66	64.716	35.000	0	0.0	
3	49.24	2.65	0.66	58.344	35.000	0	0.0	
4	60.87	2.65	0.66	52.993	35.000	0	0.0	
5	70.53	2.65	0.66	48.248	35.000	0	0.0	
6	78.75	2.65	0.66	43.914	35.000	0	0.0	
7	87.55	2.65	0.66	39.877	30.000	10	0.0	
8	93.06	2.65	0.66	36.067	30.000	10	0.0	
9	98.74	2.65	0.66	32.434	30.000	10	0.0	
10	110.49	2.65	0.66	28.943	30.000	10	0.0	
11	114.14	2.65	0.66	25.566	30.000	10	0.0	
12	119.48	2.50	0.66	22.283	30.000	10	0.0	
13	44.82	0.00	0.66	19.075	30.000	10	0.0	
14	43.27	0.00	0.66	15.928	30.000	10	0.0	
15	36.58	0.00	0.66	12.830	30.000	10	0.0	
16	34.77	0.00	0.66	9.770	30.000	10	0.0	
17	32.88	0.00	0.66	6.738	30.000	10	0.0	
18	30.58	0.00	0.66	3.725	30.000	10	0.0	
19	27.85	0.00	0.66	0.722	30.000	10	0.0	
20	24.72	0.00	0.66	-2.279	30.000	10	0.0	
21	21.16	0.00	0.66	-5.286	30.000	10	0.0	
22	17.19	0.00	0.66	-8.308	30.000	10	0.0	
23	12.79	0.00	0.66	-11.354	30.000	10	0.0	
24	7.96	0.00	0.66	-14.432	30.000	10	0.0	
25	2.66	0.00	-8.65 - 0.66	-16.885	30.000	10	0.0	

Combinazione n° 14 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	13.06	2.65	7.91 - 0.66	73.188	35.000	0	0.0	
2	34.48	2.65	0.66	64.716	35.000	0	0.0	
3	49.24	2.65	0.66	58.344	35.000	0	0.0	
4	60.87	2.65	0.66	52.993	35.000	0	0.0	
5	70.53	2.65	0.66	48.248	35.000	0	0.0	
6	78.75	2.65	0.66	43.914	35.000	0	0.0	
7	87.55	2.65	0.66	39.877	30.000	10	0.0	
8	93.06	2.65	0.66	36.067	30.000	10	0.0	
9	98.74	2.65	0.66	32.434	30.000	10	0.0	
10	110.49	2.65	0.66	28.943	30.000	10	0.0	
11	114.14	2.65	0.66	25.566	30.000	10	0.0	
12	119.48	2.50	0.66	22.283	30.000	10	0.0	
13	44.82	0.00	0.66	19.075	30.000	10	0.0	
14	43.27	0.00	0.66	15.928	30.000	10	0.0	
15	36.58	0.00	0.66	12.830	30.000	10	0.0	
16	34.77	0.00	0.66	9.770	30.000	10	0.0	
17	32.88	0.00	0.66	6.738	30.000	10	0.0	
18	30.58	0.00	0.66	3.725	30.000	10	0.0	
19	27.85	0.00	0.66	0.722	30.000	10	0.0	
20	24.72	0.00	0.66	-2.279	30.000	10	0.0	
21	21.16	0.00	0.66	-5.286	30.000	10	0.0	
22	17.19	0.00	0.66	-8.308	30.000	10	0.0	
23	12.79	0.00	0.66	-11.354	30.000	10	0.0	
24	7.96	0.00	0.66	-14.432	30.000	10	0.0	
25	2.66	0.00	-8.65 - 0.66	-16.885	30.000	10	0.0	

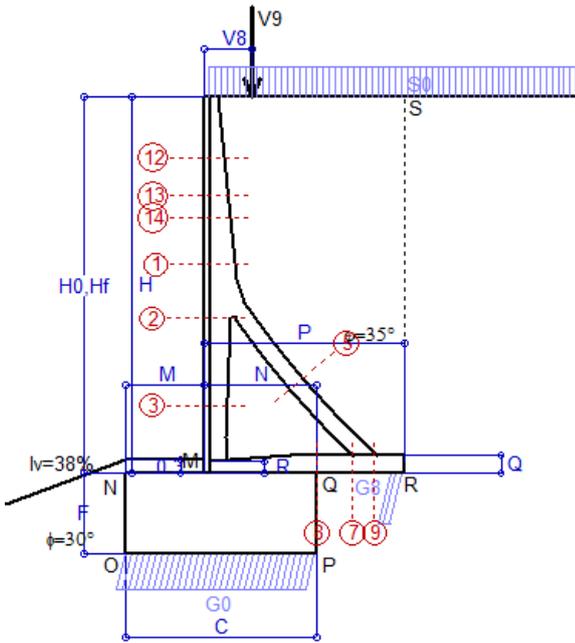


Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 12)

Errore. Il segnalibro non è definito.

Scheda 1: Approccio 2, (A1+M1+R3)

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al 209+500 - 1° lotto



Dati

$H_m = 8.00$ m	Prefabbricato tipo u80TM	$H_0 = 8.00$ m
$C = 4.00$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 8.00$ m
$F = 1.70$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$M = 1.65$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35.00^\circ$
$N = 2.35$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 4.20$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.40$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.580$
$U_V = 0.00$ m	Forza orizzontale concentrata	$U_9 = 0.00$ kN/cad
$V_8 = 1.00$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 1.875$ kN/cad
$R = 0.25$ m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$i_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.271$
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$H = 8.00$ m
	$O_3 = 0.00^\circ$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1.3	202.9	886.1	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1.5	65.0	370.7	0.0	0.0
Peso struttura (parete+platea) x 1.3	0.0	0.0	95.7	276.4
Peso terra x 1.3 e sovracc. x 1.50	0.0	0.0	843.4	3 221.9
Forze concentrate (U9+V9) x 1.5	0.0	0.0	2.3	6.0
Spinta della terra sulla fondaz. x 1.3	10.9	5.0	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1.3	0.0	0.0	221.0	442.0
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 278.9	M₉ = 1 261.8	P₉ = 1 162.3	M₈ = 3 946.3

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 = 109.2$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$Q_8 = 0.29$ m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 1053.1$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$C_8 = 4.00$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_t = 0.263$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 13.5^\circ$

Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo $Rd = (1162.3 * 0.58) / 1.1 = 612.8 > Ed = 278.9$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo $Rd = (3946.3) / 1.15 = 3431.5 > Ed = 1261.8$

Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo $Rd = (1951.2) / 1.15 = 1696.7 > Ed = 801.3$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 531$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 301$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb) $K_0 = 0.244$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M _{Ed} (1) sulla sez. naturale	M _{Edu} (1) sulla sez. traslata	N _{Ed} (2)	V _{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b _w larghez- za taglio	staffe α° , ctg Θ	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M _{Rd} baricen- trico	V _{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN		
1	106.5	119.9	54.2	52.5	63.3	56.2	120.9	20.6	73°, 1.0	5.15	12.60	4.15	4.02	278.0	83.3	
2	61.6	71.3	308.9	-82.4	56.8	52.0	112.0	22.5	90°, 1.0	5.27	6.57	6.50	10.44	181.3	-178.1	
3	-32.5	-32.5	355.3	0.0	44.3	38.8	22.5	22.5	-	11.74	4.02	6.50	4.54	-178.3	77.8	
5	-16.9	-16.9	-304.7	28.3	34.0	27.8	18.5	18.5	90°, 1.0	5.16	9.11	10.05	5.69	-57.9	55.7	
7	-47.4	-35.8	195.9	-92.3	40.0	33.6	125.0	125.0	-	4.62	11.12	8.48	10.66	-146.5	-224.4	
8	-39.1	-39.1	195.9	26.1	40.0	33.6	125.0	125.0	-	4.51	7.89	8.48	6.62	-145.7	224.4	
9	37.4	37.4	0.0	49.7	40.0	34.0	125.0	125.0	-	4.12	11.12	5.09	9.82	145.5	201.3	
12	7.3	9.1	16.1	14.1	40.0	33.1	118.3	15.1	73°, 1.0	2.68	4.02	4.15	4.02	55.8	53.5	
13	27.8	32.2	27.6	25.3	48.3	40.8	122.3	17.1	73°, 1.0	3.27	6.03	4.15	4.02	99.2	63.7	
14	46.1	52.7	35.1	33.0	53.0	45.9	124.0	18.2	73°, 1.0	3.81	8.04	4.15	4.02	146.7	70.3	

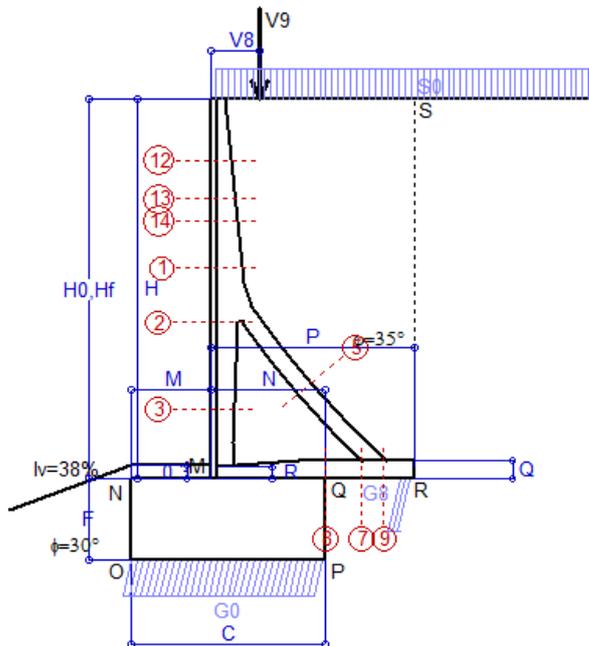
(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 3, 5, 6, 8 e 9 Med=Medu perché il momento flettente è già massimo

Scheda 2: Verifica SLE combinaz. RARA

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al 209+500 - 1° lotto



Dati

$H_m = 8.00$ m	Prefabbricato tipo u80TM	$H_0 = 8.00$ m
$C = 4.00$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 8.00$ m
$F = 1.70$ m	Angolo d'attrito della terra	$\phi = 35^\circ$
$M = 1.65$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$N = 2.35$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 4.20$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.40$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 1.00$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 1.875$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.271$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
156.09	681.59	0.00	0.00
43.36	247.14	0.00	0.00
0.00	0.00	73.58	212.65
0.00	0.00	635.82	2 429.89
0.00	0.00	1.50	3.97
8.39	3.88	0.00	0.00
0.00	0.00	170.00	340.00
$S_9 = 207.84$	$M_9 = 932.61$	$P_9 = 880.90$	$M_8 = 2 986.52$

- Spinta della terra su sez. R-S x 1
- Spinta del sovraccar. su R-S x 1
- Peso struttura (parete+platea) x 1
- Peso terra e sovraccarico x 1
- Forze concentrate (U9+V9) x 1
- Spinta della terra sulla fondaz. x 1
- Peso della fondazione x 1
- *non sommati*
- Totali**

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O' = 2.499

GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 2.458

Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 88.65$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $Q_8 = 0.31$ m

Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 792.25$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. $C_8 = 4.00$ m

TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.198$ MPa

OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 13.3^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 0.85

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb)

$K_0 = 0.244$

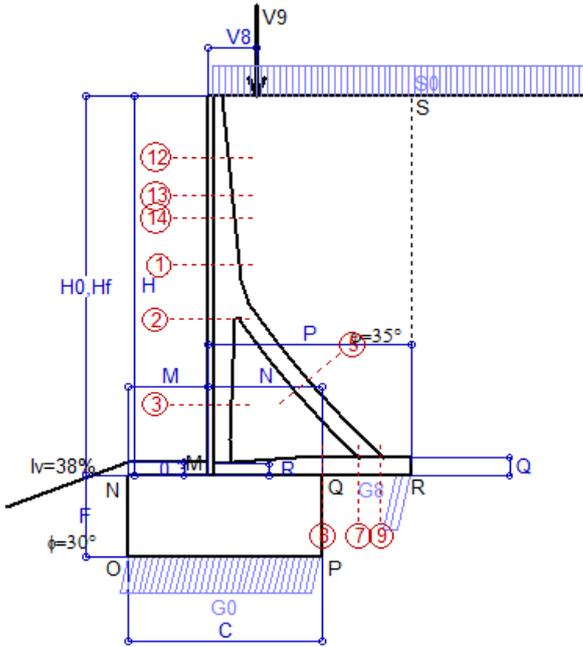
SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di partecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricopr. c+ Φ_{staffe}	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	76.9	40.1	51.5	120.9	63.3	56.2	12.60	4.15	104	3.19	38	0.000
2	43.8	233.6	-62.7	112.0	56.8	52.0	6.57	6.50	33	2.92	38	0.000
3	-26.0	270.4	0.0	22.5	44.3	38.8	4.02	6.50	-4	3.67	38	0.000
5	-10.4	-224.3	20.8	0.0	34.0	22.0	9.11	10.05	161	0.00	38	0.115
7	-40.3	144.2	-72.5	125.0	40.0	33.6	11.12	8.48	61	3.50	50	0.000
8	-36.3	144.2	17.1	125.0	40.0	33.6	7.89	8.48	47	3.04	50	0.000
9	28.4	0.0	37.7	125.0	40.0	34.0	11.12	5.09	79	2.58	50	0.000
12	5.2	11.6	11.2	118.3	40.0	33.1	4.02	4.15	32	0.89	38	0.000
13	19.8	20.2	22.6	122.3	48.3	40.8	6.03	4.15	74	1.92	38	0.000
14	32.9	25.8	30.5	124.0	53.0	45.9	8.04	4.15	84	2.29	38	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 3: Verifica SLE combinaz. FREQUENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al 209+500 - 1° lotto



Dati

$H_m = 8.00$ m	Prefabbricato tipo u80TM	$H_0 = 8.00$ m
$C = 4.00$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 8.00$ m
$F = 1.70$ m	Angolo d'attrito della terra	$\phi = 35^\circ$
$M = 1.65$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 15.0$ kN/m ²
$N = 2.35$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 4.20$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.40$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 1.00$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 1.875$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.271$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
156.09	681.59	0.00	0.00
32.52	185.36	0.00	0.00
0.00	0.00	73.58	212.65
0.00	0.00	614.82	2 351.14
0.00	0.00	1.50	3.97
8.34	3.87	0.00	0.00
0.00	0.00	170.00	340.00
$S_9 = 196.95$	$M_9 = 870.82$	$P_9 = 859.90$	$M_8 = 2 907.77$

Spinta della terra su sez. R-S x 1	156.09
Spinta del sovraccar. su R-S x 1	32.52
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.00
Peso terra e sovraccarico x 1	0.00
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.00
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	8.34
Peso della fondazione x 1	0.00
<i>*non sommati</i>	
Totali	

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O' = 2.616
 GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 2.532
 Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 96.29$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $Q_8 = 0.33$ m
 Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 763.61$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. $C_8 = 4.00$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.191$ MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 12.9^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 0.47

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb)

$K_0 = 0.244$

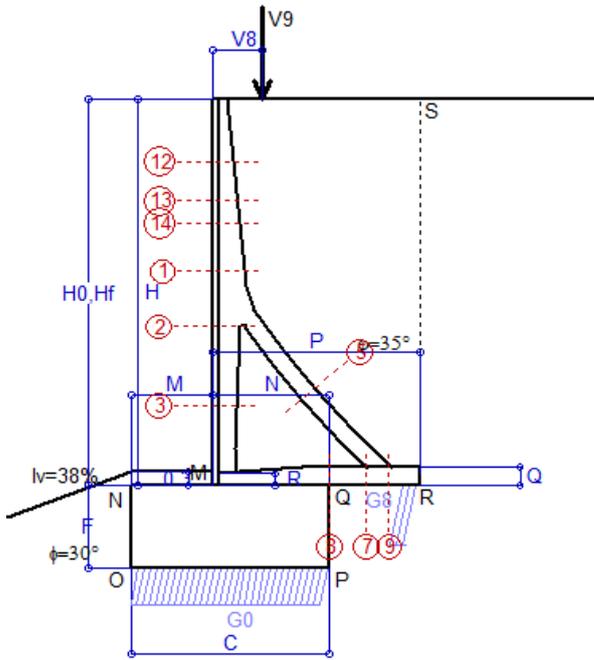
SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di partecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricopr. c+ Φ_{staffe}	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	67.6	38.0	46.5	120.9	63.3	56.2	12.60	4.15	91	2.82	38	0.000
2	36.0	218.1	-58.6	112.0	56.8	52.0	6.57	6.50	19	2.37	38	0.000
3	-28.1	253.0	0.0	22.5	44.3	38.8	4.02	6.50	-3	3.78	38	0.000
5	-10.0	-207.8	20.0	0.0	34.0	22.0	9.11	10.05	151	0.00	38	0.104
7	-46.4	133.6	-75.0	125.0	40.0	33.6	11.12	8.48	88	4.29	50	0.000
8	-46.0	133.6	12.2	125.0	40.0	33.6	7.89	8.48	87	4.25	50	0.000
9	27.6	0.0	36.7	125.0	40.0	34.0	11.12	5.09	77	2.51	50	0.000
12	4.0	10.9	9.4	118.3	40.0	33.1	4.02	4.15	23	0.69	38	0.000
13	16.6	18.9	19.7	122.3	48.3	40.8	6.03	4.15	61	1.62	38	0.000
14	28.2	24.3	27.0	124.0	53.0	45.9	8.04	4.15	71	1.97	38	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 4: Verifica SLE combinaz QUASI PERMANENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al 209+500 - 1° lotto



Dati

$H_m = 8.00$ m	Prefabbricato tipo u80TM	$H_0 = 8.00$ m
$C = 4.00$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 8.00$ m
$F = 1.70$ m	Angolo d'attrito della terra	$\phi = 35^\circ$
$M = 1.65$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 0.0$ kN/m ²
$N = 2.35$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 4.20$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.40$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 1.00$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 1.875$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine)	$K_1 = 0.271$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H_3 = 8.00$ m
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
156.09	681.59	0.00	0.00
0.00	0.00	73.58	212.65
0.00	0.00	551.82	2 114.89
0.00	0.00	1.50	3.97
8.19	3.85	0.00	0.00
0.00	0.00	170.00	340.00
$S_9 = 164.28$	$M_9 = 685.44$	$P_9 = 796.90$	$M_8 = 2 671.52$

Spinta della terra su sez. R-S x 1	
Peso struttura (parete+platea) x 1	
Peso terra e sovraccarico x 1	
Forze concentrate (U9+V9) x 1	
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	
Peso della fondazione x 1	
<i>*non sommati</i>	
Totali	

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O'	=	3.116
GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici)	=	2.813
Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 =$ 103.89 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio $.Q_8 =$	0.36 m
Carico sul terreno della fondazione: $G_0 =$ 693.01 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio. $.C_8 =$	3.86 m
TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff	$\sigma_t =$	0.179 MPa
OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione	$\beta =$	11.6°

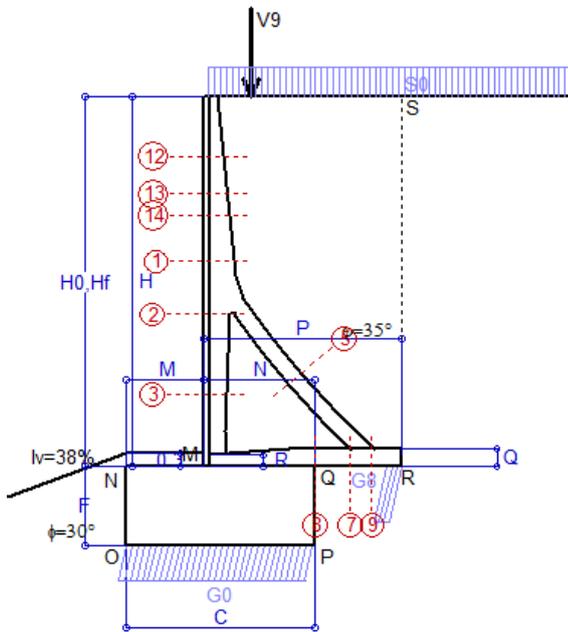
Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb) $K_0 = 0.244$

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di partecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricopr. c+ Φ_{staffe}	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	40.0	31.5	31.6	120.9	63.3	56.2	12.60	4.15	52	1.69	38	0.000
2	12.6	171.7	-46.5	112.0	56.8	52.0	6.57	6.50	-1	1.11	38	0.000
3	-34.9	200.5	0.0	22.5	44.3	38.8	4.02	6.50	1	4.30	38	0.000
5	-8.8	-158.3	17.4	0.0	34.0	22.0	9.11	10.05	120	0.00	38	0.072
7	-50.5	101.7	-63.4	125.0	40.0	33.6	11.12	8.48	122	4.94	50	0.000
8	-45.8	101.7	16.7	125.0	40.0	33.6	7.89	8.48	105	4.43	50	0.000
9	25.4	0.0	33.6	125.0	40.0	34.0	11.12	5.09	71	2.30	50	0.000
12	0.3	8.6	4.0	118.3	40.0	33.1	4.02	4.15	0	0.07	38	0.000
13	6.9	15.1	10.9	122.3	48.3	40.8	6.03	4.15	22	0.71	38	0.000
14	13.9	19.7	16.3	124.0	53.0	45.9	8.04	4.15	32	1.00	38	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 2.61^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.045$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.022$

Dati

- $H_m = 8.00$ m
- $C = 4.00$ m
- $F = 1.70$ m
- $M = 1.65$ m
- $N = 2.35$ m
- $P = 4.20$ m
- $Q = 0.40$ m
- $U_v = 0.00$ m
- $V_8 = 1.00$ m
- $U_1 = 0.0$ m
- $R = 0.25$ m

Acceleraz orizz. al suolo

Prefabbricato tipo u80TM

- Altezza della terra contro il pannello
- Sovraccarico sul rilevato (20%)
- Angolo d'attrito della terra
- Coefficiente d'attrito della fondazione
- Accelerazione massima locale
- Coeff. riduz. acceleraz. max attesa
- Forza orizzontale concentrata
- Forza verticale concentrata in cima
- Pendenza del rilevato vicino al muro
- Pendenza del rilevato lontano dal muro

$a_g/g = 0.061$

- $H_0 = 8.00$ m
- $H = 8.00$ m
- $S_0 = 4.0$ kN/m²
- $\phi = 35^\circ$
- $R_0 = 0.580$
- $a_{max}/g = 0.117$
- $\beta_m = 0.38$
- $U_g = 0.00$ kN/cad
- $V_g = 1.875$ kN/cad
- $I_g = 0.0\%$
- $I_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

- Coefficiente di spinta attiva della terra (Rankine con sisma) $K_1 = 0.278$
- agente su una sezione ideale R-S di altezza $H = 8.00$ m
- Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale $O_3 = 9.22^\circ$
- Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine) $K_3 = 0.271$
- Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Mononobe-Okabe) $K_p = 1.38$
- (Dati: $\phi = 30.00^\circ$ $\varepsilon = 21.0^\circ$ $\psi = 90^\circ$ $\delta = 0^\circ$)

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R'-S' x 1	158.0	689.9	25.6	149.9
Spinta del sovraccar. su R'-S' x 1	8.8	50.0	1.4	8.3
Peso struttura (parete+platea) x 1	3.3	11.6	71.9	207.9
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	24.6	145.1	556.0	2 129.4
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.0	0.0	1.5	4.0
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	10.5	4.6	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	7.6	6.4	166.2	332.4
Spinta passiva sulla fondaz. Sp x 0.5 <i>*non sommati</i>	-26.3*	-17.5*	0.0*	0.0*
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 212.7	M₉ = 907.6	P₉ = 822.7	M₈ = 2 832.0

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

- Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 89.6$ kN
- Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 733.1$ kN
- TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_f = 0.183$ MPa
- OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 12.8^\circ$
- Scorrimento** sul piano di posa: verificato essendo $R_d = (822.7 * 0.58 + 26.3) / 1.0 = 503.4 > E_d = 212.7$
- Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 359$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 208$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (1a formula di Mononobe-Okabe) $K_0 = 0.271$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M _{Ed} (1) sulla sez. naturale kN.m	M _{Edu} (1) sulla sez. traslata kN.m	N _{Ed} (2) kN	V _{Ed} kN	H altezza totale cm	d altezza utile cm	B5 lato comp-presso cm	b _w larghezza taglio cm	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro cm	A1 lato terrapieno cm ²	A2 lato facc. o inf. platea cm ²	A4 staffe cm ² /m	M _{Rd} baricentrico kN.m	V _{Rd} kN	
1	53.8	61.5	34.9	31.3	63.3	56.2	120.9	20.6	73°, 1.0	5.06	12.60	4.15	4.02	274.8	88.7	
2	21.5	28.0	203.4	-58.7	56.8	52.0	112.0	22.5	90°, 1.0	4.80	6.57	6.50	10.44	164.8	-182.0	
3	-36.3	-36.3	237.4	1.7	44.3	38.8	22.5	22.5	-	9.49	4.02	6.50	4.54	-151.3	70.0	
5	-11.0	-11.0	-193.1	18.5	34.0	27.8	18.5	18.5	90°, 1.0	6.05	9.11	10.05	5.69	-71.0	55.7	
7	-41.9	-33.7	124.1	-64.9	40.0	33.6	125.0	125.0	-	4.39	11.12	8.48	10.66	-134.7	-215.4	
8	-36.2	-36.2	124.1	18.2	40.0	33.6	125.0	125.0	-	4.26	7.89	8.48	6.62	-133.6	215.4	
9	26.3	26.3	0.0	34.9	40.0	34.0	125.0	125.0	-	4.12	11.12	5.09	9.82	145.5	201.3	
12	1.8	2.6	9.4	6.1	40.0	33.1	118.3	15.1	73°, 1.0	2.65	4.02	4.15	4.02	55.3	56.1	
13	11.2	13.3	16.7	12.8	48.3	40.8	122.3	17.1	73°, 1.0	3.21	6.03	4.15	4.02	98.0	67.2	
14	20.4	23.9	21.8	17.8	53.0	45.9	124.0	18.2	73°, 1.0	3.75	8.04	4.15	4.02	145.0	74.5	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

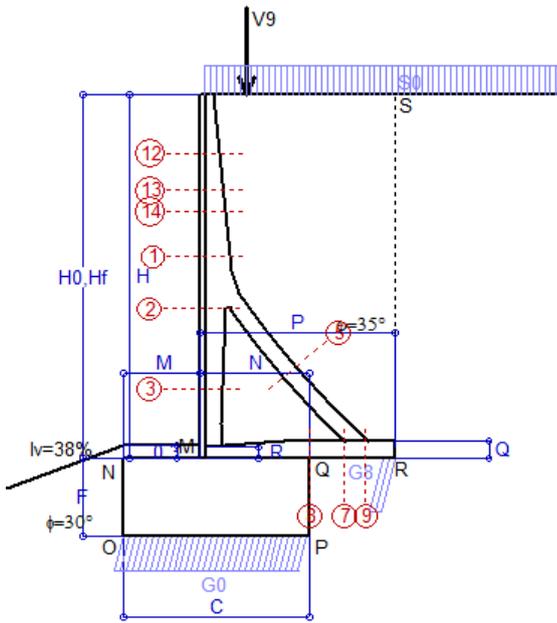
(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 3, 5, 6, 8 e 9 Med=Medu perché il momento flettente è già massimo

Scheda 6: Verifica sismica al ribaltamento

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dai km 192+500 al 209+500 - 1° lotto

Comune di Codrongianos



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 3.95^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.067$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.033$

Dati

$H_m = 8.00$ m
 $C = 4.00$ m
 $F = 1.70$ m
 $M = 1.65$ m
 $N = 2.35$ m
 $P = 4.20$ m
 $Q = 0.40$ m
 $U_v = 0.00$ m
 $V_8 = 1.00$ m
 $U_1 = 0.0$ m
 $R = 0.25$ m

Acceleraz. orizz. al suolo

Prefabbricato tipo u80TM
 Altezza della terra contro il pannello
 Sovraccarico sul rilevato (20%)
 Angolo d'attrito della terra
 Coefficiente d'attrito della fondazione
 Accelerazione massima locale
 Coeff. riduz. acceleraz. max attesa
 Forza orizzontale concentrata
 Forza verticale concentrata in cima
 Pendenza del rilevato vicino al muro
 Pendenza del rilevato lontano dal muro

$a_g/g = 0.061$

$H_0 = 8.00$ m
 $H = 8.00$ m
 $S_0 = 4.0$ kN/m²
 $\phi = 35^\circ$
 $R_0 = 0.580$
 $a_{max}/g = 0.117$
 $\beta_m = 0.57$
 $U_g = 0.00$ kN/cad
 $V_g = 1.875$ kN/cad
 $i_g = 0.0\%$
 $i_b = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

Coefficiente di spinta attiva della terra (Rankine con sisma) $K_1 = 0.286$
 agente su una sezione ideale R-S di altezza $H = 8.00$ m
 Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale $O_3 = 13.47^\circ$
 Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine) $K_3 = 0.285$
 Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Mononobe-Okabe) $K_p = 1.32$
 (Dati: $\phi = 30.00^\circ$ $\epsilon = 21.0^\circ$ $\psi = 90^\circ$ $\delta = 0^\circ$)

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R'-S' x 1	160.4	700.5	38.4	224.8
Spinta del sovraccar. su R'-S' x 1	8.9	50.8	2.1	12.5
Peso struttura (parete+platea) x 1	4.9	17.3	71.1	205.6
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	36.8	217.5	549.7	2 105.3
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.0	0.0	1.5	4.0
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	12.0	5.1	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	11.3	9.6	164.3	328.7
Spinta passiva sulla fondaz. Sp x 0.5 <i>*non sommati</i>	-25.2*	-16.8*	0.0*	0.0*
TOTALI (GEO e STR)	S_g = 234.4	M_g = 1 000.8	P_g = 827.2	M_g = 2 880.7

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 73.6$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . . . $Q_8 = 0.26$ m
 Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 753.6$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . . $C_8 = 4.00$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.188$ MPa
 OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 14.2^\circ$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo $R_d = (2880.7 + 16.8) / 1.0 = 2897.5 > E_d = 1000.8$

Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo $R_d = (1458.3) / 1.0 = 1458.3 > E_d = 627.3$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 363$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 226$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (1a formula di Mononobe-Okabe) $K_0 = 0.285$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M _{Ed} (1) sulla sez. naturale	M _{Edu} (1) sulla sez. traslata	N _{Ed} (2)	V _{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b _w larghez- za taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M _{Rd} baricen- trico	V _{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	57.4	65.7	35.8	33.3	63.3	56.2	120.9	20.6	73°, 1.0	5.07	12.60	4.15	4.02	274.9	88.1	
2	23.3	30.1	214.1	-62.1	56.8	52.0	112.0	22.5	90°, 1.0	4.85	6.57	6.50	10.44	166.5	-181.5	
3	-38.0	-38.0	249.9	2.5	44.3	38.8	22.5	22.5	-	9.64	4.02	6.50	4.54	-154.4	70.9	
5	-11.0	-11.0	-205.0	18.5	34.0	27.8	18.5	18.5	90°, 1.0	5.96	9.11	10.05	5.69	-69.6	55.7	
7	-28.7	-22.6	131.8	-53.0	40.0	33.6	125.0	125.0	-	4.42	11.12	8.48	10.66	-135.9	-216.3	
8	-13.3	-13.3	131.8	30.5	40.0	33.6	125.0	125.0	-	4.29	7.89	8.48	6.62	-134.9	216.3	
9	26.4	26.4	0.0	35.1	40.0	34.0	125.0	125.0	-	4.12	11.12	5.09	9.82	145.5	201.3	
12	2.1	2.9	9.6	6.5	40.0	33.1	118.3	15.1	73°, 1.0	2.65	4.02	4.15	4.02	55.3	55.9	
13	12.1	14.4	17.1	13.7	48.3	40.8	122.3	17.1	73°, 1.0	3.21	6.03	4.15	4.02	98.1	66.9	
14	22.0	25.6	22.3	19.0	53.0	45.9	124.0	18.2	73°, 1.0	3.75	8.04	4.15	4.02	145.0	74.1	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 3, 5, 6, 8 e 9 Med=Medu perché il momento flettente è già massimo

Scheda 7. Portanza della fondazione

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al 209+500 - 1° lotto

Coefficienti SLU "favorevoli" e "sfavorevoli"

Prefabbricato tipo u80TM

Calcolo con la formula di Brinch-Hansen 1970 (valida per terreno omogeneo e condizioni drenate)

Dati geotecnici del terreno di fondazione:

Natura di terreno di fondazione		Unità geotecnica 'SL' (sabbie con limo, sabbie limose)			
ϕ	Angolo d'attrito nominale	gradi	30.0°	$\phi = \text{rad}$	0.5236
c	Coesione drenata	kN/m ²	10		
γ	Peso specifico	kN/m ³	19.00		
Iv	Inclinazione del terreno a valle	%	38.4%	$\epsilon = \text{rad}$	0.3666

Dati geometrici della fondazione:

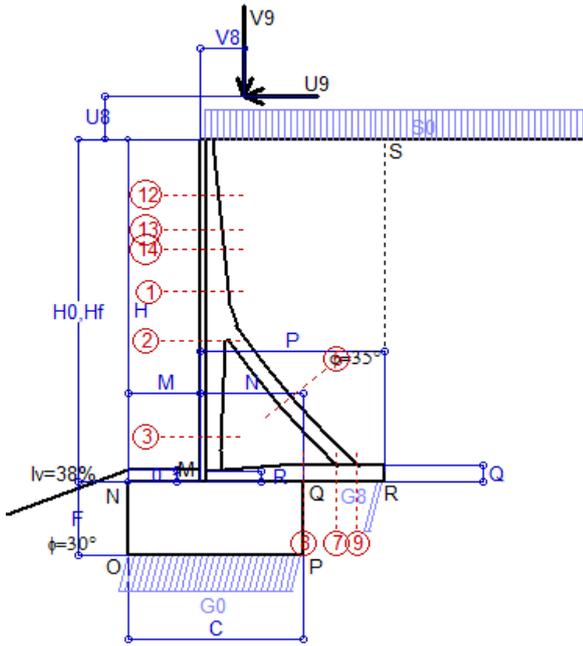
E	Spessore della terra sulla fondazione	m	0.30		
F	Spessore della fondazione (facciata di valle)	m	1.70		
I7	Inclinazione del letto di posa	%	0.0%	$\alpha = \text{rad}$	0.0000

Verifiche allo stato limite ultimo (A1+M1+R3)			Scheda 1	Sisma
Carichi agenti sulla fondazione:				
N	Componente verticale (G0)	kN/m	1053.1	733.1
β	Obliquità del carico rispetto alla verticale	gradi	13.49°	12.77°
H	Componente orizzontale = G0 * tan(β)	kN/m	252.7	166.1
B	Larghezza del nastro di appoggio (C8)	m	4.00	4.00
Dati influenzati dal tipo di verifica:				
Φ	Angolo d'attrito assunto nel calcolo	rad	0.5236	0.5236
E5	Distanza della risultante dal bordo esterno della fondazione	m	2.00	2.00
D	Affondamento = E + F + E5 * Iv	m	2.77	2.77
Termini della formula di Brinch-Hansen				
Profondità	= $[\gamma D N_q] s_q d_q i_q b_q g_q z_q$	kN/m ²	254.59	256.32
Coefficiente base	$N_q = \tan^2(45^\circ + \Phi / 2) e^{\pi \tan \Phi}$		18.40	18.40
Inclinaz. terreno a valle	$g_q = (1 - \tan \epsilon)^2$		0.38	0.38
Lunghezza del muro	$s_q = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_q = 1 + 2 \tan \Phi (1 - \sin \Phi)^2 x \text{se}[D < B; D/B; \text{atn}(D/B)]$		1.20	1.20
Inclinazione letto di posa	$b_q = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	i_q #RIF!		0.58	0.60
Paolucci e Pecker 1997	$z_q = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$		-	0.972
Coesione	= $[c N_c] s_c d_c i_c b_c g_c z_c$	kN/m ²	69.49	71.11
Coefficiente base	$N_c = (N_q - 1) \cot \Phi$		30.14	30.14
Inclinaz. terreno a valle	$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \Phi)$		0.34	0.34
Lunghezza del muro	$s_c = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.21	1.21
Inclinazione letto di posa	$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c \tan \Phi)$		0.55	0.58
Paolucci e Pecker 1997	$z_c = 1 - 0.34 K_h$		-	0.985
Superficie	= $[\frac{1}{2} \gamma B N_\gamma] s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma z_\gamma$	kN/m ²	150.35	156.68
Coefficiente base	$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \Phi$		22.40	22.40
Inclinaz. terreno a valle	$g_\gamma = (1 - \tan \epsilon)^2$		0.38	0.38
Lunghezza del muro	$s_\gamma = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_\gamma = 1.00$		1.00	1.00
Inclinazione letto di posa	$b_\gamma = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	i_γ #RIF!		0.47	0.50
Paolucci e Pecker 1997	$z_\gamma = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$		-	0.972
Verifica della capacità portante				
q _{LIM}	Carico unitario limite (Meyerhof)	Mpa	0.474	0.484
γ_R	Coeff. per le verifiche SLU di fondazioni superficiali		1.4	1.2
C_p	Capacità portante, tenuto conto di γ_R	kN	1355.5	1613.7
G ₀	Carico effettivo, dovuto alle forze esterne	kN	1053.1	733.1
La struttura è verificata al collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno per l'approccio 2 (A1+M1+R3)				

Scheda 9: Urto sul scurvia da 14.29 kN/cad a 1.00 m da terra

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al 209+500 - 1° lotto

Coefficienti SLU per azioni eccezionali



Dati

$H_m = 8.00$ m	Prefabbricato tipo u80TM	$H_0 = 8.00$ m
$C = 4.00$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 8.00$ m
$F = 1.70$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$M = 1.65$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$N = 2.35$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 4.20$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.40$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$U_v = 1.00$ m	Urto: Forza orizzontale concentrata	$U_9 = 14.29$ kN/cad
$V_8 = 1.00$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 1.875$ kN/cad
$R = 0.25$ m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$i_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.271$
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$H = 8.00$ m
	$O_3 = 0.00^\circ$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1	156.1	681.6	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1	43.4	247.1	0.0	0.0
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.0	0.0	73.6	212.6
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	0.0	0.0	635.8	2429.9
Forze concentrate (U9+V9) x 1	11.4	122.3	1.5	4.0
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	8.4	3.9	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	0.0	0.0	170.0	340.0
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 219.3	M₉ = 1 054.9	P₉ = 880.9	M₈ = 2 986.5

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 = 50.9$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$Q_8 = 0.18$ m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 830.0$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$C_8 = 4.00$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_t = 0.208$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 14.0^\circ$

Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo

$$R_d = (880.9 * 0.58) / 1.1 = 464.5 > E_d = 219.3$$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo

$$R_d = (2986.5) / 1.15 = 2597.0 > E_d = 1054.9$$

Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo

$$R_d = (1473.5) / 1.15 = 1281.3 > E_d = 692.6$$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 417$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 243$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u. (STR)

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb) $K_0 = 0.244$

Freccia in cima al pannello mm 6.72

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni						Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	$M_{Ed,u}$ (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b_w larghez- za taglio	staffe α° , ctg Θ	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o infer. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricen- trico	V_{Rd}
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	141.3	153.6	40.1	40.3	63.3	56.2	120.9	20.6	73°, 1.0	5.09	12.60	4.15	4.02	275.6	87.5
2	100.9	110.0	269.6	-66.2	56.8	52.0	112.0	22.5	90°, 1.0	5.10	6.57	6.50	10.44	175.2	-181.4
3	-2.1	-2.1	315.4	0.0	44.3	38.8	22.5	22.5	-	10.70	4.02	6.50	4.54	-169.8	75.2
5	-12.7	-12.7	-271.4	21.2	34.0	27.8	18.5	18.5	90°, 1.0	5.43	9.11	10.05	5.69	-61.8	55.7
7	-13.0	-5.4	174.4	-61.4	40.0	33.6	125.0	125.0	-	4.55	11.12	8.48	10.66	-143.0	-221.7
8	0.1	0.1	174.4	28.3	40.0	34.0	125.0	125.0	-	4.48	7.89	8.48	6.62	137.4	223.6
9	32.8	32.8	0.0	43.4	40.0	34.0	125.0	125.0	-	4.12	11.12	5.09	9.82	145.5	201.3
12	37.5	40.3	11.6	13.8	40.0	33.1	118.3	15.1	73°, 1.0	2.66	4.02	4.15	4.02	55.5	54.9
13	63.7	68.6	20.2	21.0	48.3	40.8	122.3	17.1	73°, 1.0	3.23	6.03	4.15	4.02	98.4	66.0
14	83.4	90.2	25.8	26.4	53.0	45.9	124.0	18.2	73°, 1.0	3.77	8.04	4.15	4.02	145.5	73.2

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
11 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 1.00	12.66	1.193
12 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 1.00	12.66	1.110
13 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-4.50; 2.00	13.52	1.377
14 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-4.50; 2.00	13.52	1.383

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte	
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto	
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)	
W	peso della striscia espresso in [kN]
Qy	carico sulla striscia espresso in [kN]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
Tx; Ty	Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

Combinazione n° 11 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	20.58	0.00	8.13 - 0.70	77.772	29.256	0	0.0	
2	51.37	0.00	0.70	66.413	29.256	0	0.0	
3	69.09	0.00	0.70	59.308	29.256	0	0.0	
4	82.63	0.00	0.70	53.507	29.256	0	0.0	
5	93.69	0.00	0.70	48.427	29.256	0	0.0	
6	107.67	0.00	0.70	43.818	24.791	8	0.0	
7	112.70	0.00	0.70	39.545	24.791	8	0.0	
8	119.44	0.00	0.70	35.522	24.791	8	0.0	
9	130.29	0.00	0.70	31.692	24.791	8	0.0	
10	138.07	0.00	0.70	28.016	24.791	8	0.0	
11	142.35	0.00	0.70	24.461	24.791	8	0.0	
12	109.47	3.75	0.70	21.005	24.791	8	0.0	
13	55.74	0.00	0.70	17.627	24.791	8	0.0	
14	54.87	0.00	0.70	14.312	24.791	8	0.0	
15	45.95	0.00	0.70	11.045	24.791	8	0.0	
16	43.71	0.00	0.70	7.814	24.791	8	0.0	
17	41.26	0.00	0.70	4.609	24.791	8	0.0	
18	38.31	0.00	0.70	1.417	24.791	8	0.0	
19	34.86	0.00	0.70	-1.770	24.791	8	0.0	
20	30.91	0.00	0.70	-4.962	24.791	8	0.0	
21	26.46	0.00	0.70	-8.170	24.791	8	0.0	
22	21.50	0.00	0.70	-11.405	24.791	8	0.0	
23	16.00	0.00	0.70	-14.676	24.791	8	0.0	
24	9.96	0.00	0.70	-17.998	24.791	8	0.0	
25	3.35	0.00	-9.47 - 0.70	-20.761	24.791	8	0.0	

Combinazione n° 12 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	20.58	18.30	8.13 - 0.70	77.772	29.256	0	0.0	
2	51.37	18.30	0.70	66.413	29.256	0	0.0	
3	69.09	18.30	0.70	59.308	29.256	0	0.0	
4	82.63	18.30	0.70	53.507	29.256	0	0.0	
5	93.69	18.30	0.70	48.427	29.256	0	0.0	
6	107.67	18.30	0.70	43.818	24.791	8	0.0	
7	112.70	18.30	0.70	39.545	24.791	8	0.0	
8	119.44	18.30	0.70	35.522	24.791	8	0.0	
9	130.29	18.30	0.70	31.692	24.791	8	0.0	
10	138.07	18.30	0.70	28.016	24.791	8	0.0	
11	142.35	18.30	0.70	24.461	24.791	8	0.0	
12	109.47	10.10	0.70	21.005	24.791	8	0.0	
13	55.74	0.00	0.70	17.627	24.791	8	0.0	

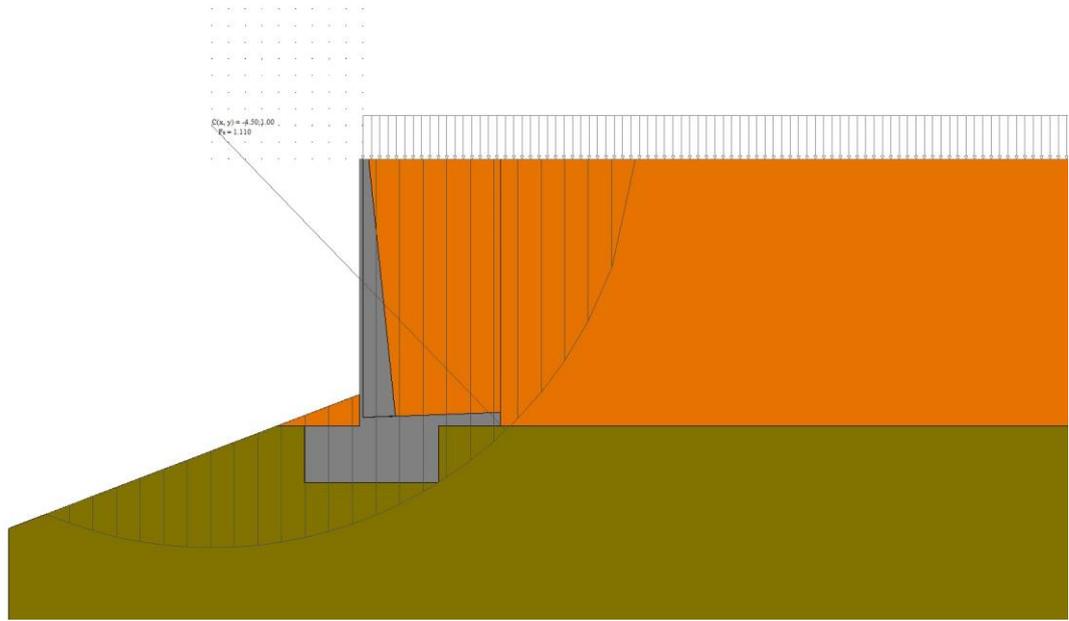
n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
14	54.87	0.00	0.70	14.312	24.791	8	0.0	
15	45.95	0.00	0.70	11.045	24.791	8	0.0	
16	43.71	0.00	0.70	7.814	24.791	8	0.0	
17	41.26	0.00	0.70	4.609	24.791	8	0.0	
18	38.31	0.00	0.70	1.417	24.791	8	0.0	
19	34.86	0.00	0.70	-1.770	24.791	8	0.0	
20	30.91	0.00	0.70	-4.962	24.791	8	0.0	
21	26.46	0.00	0.70	-8.170	24.791	8	0.0	
22	21.50	0.00	0.70	-11.405	24.791	8	0.0	
23	16.00	0.00	0.70	-14.676	24.791	8	0.0	
24	9.96	0.00	0.70	-17.998	24.791	8	0.0	
25	3.35	0.00	-9.47 - 0.70	-20.761	24.791	8	0.0	

Combinazione n° 13 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	18.21	2.92	8.88 - 0.73	75.242	35.000	0	0.0	
2	46.98	2.92	0.73	65.586	35.000	0	0.0	
3	65.48	2.92	0.73	58.848	35.000	0	0.0	
4	79.84	2.92	0.73	53.268	35.000	0	0.0	
5	91.66	2.92	0.73	48.352	35.000	0	0.0	
6	101.67	2.92	0.73	43.877	35.000	0	0.0	
7	114.58	2.92	0.73	39.718	30.000	10	0.0	
8	119.49	2.92	0.73	35.799	30.000	10	0.0	
9	125.82	2.92	0.73	32.065	30.000	10	0.0	
10	140.23	2.92	0.73	28.479	30.000	10	0.0	
11	144.10	2.92	0.73	25.011	30.000	10	0.0	
12	148.11	2.92	0.73	21.639	30.000	10	0.0	
13	76.21	0.47	0.73	18.344	30.000	10	0.0	
14	56.02	0.00	0.73	15.111	30.000	10	0.0	
15	51.08	0.00	0.73	11.927	30.000	10	0.0	
16	44.63	0.00	0.73	8.780	30.000	10	0.0	
17	42.17	0.00	0.73	5.659	30.000	10	0.0	
18	39.18	0.00	0.73	2.556	30.000	10	0.0	
19	35.66	0.00	0.73	-0.541	30.000	10	0.0	
20	31.63	0.00	0.73	-3.638	30.000	10	0.0	
21	27.08	0.00	0.73	-6.747	30.000	10	0.0	
22	21.99	0.00	0.73	-9.876	30.000	10	0.0	
23	16.36	0.00	0.73	-13.034	30.000	10	0.0	
24	10.17	0.00	0.73	-16.234	30.000	10	0.0	
25	3.40	0.00	-9.37 - 0.73	-18.745	30.000	10	0.0	

Combinazione n° 14 - GEO (A2-M2-R2) H - V

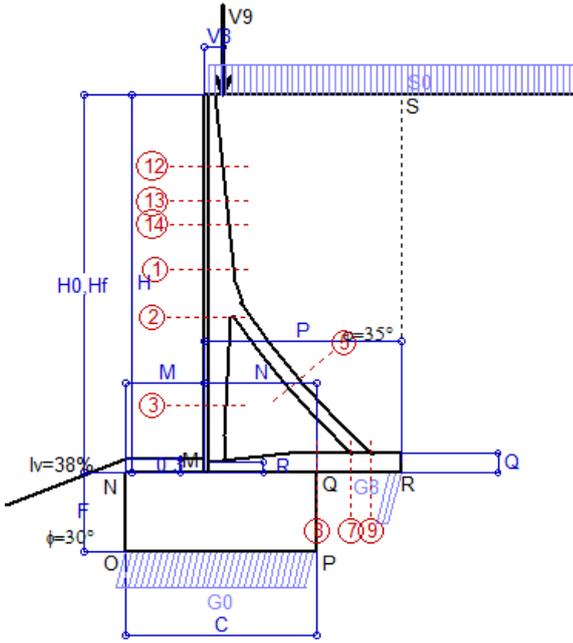
n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	18.21	2.92	8.88 - 0.73	75.242	35.000	0	0.0	
2	46.98	2.92	0.73	65.586	35.000	0	0.0	
3	65.48	2.92	0.73	58.848	35.000	0	0.0	
4	79.84	2.92	0.73	53.268	35.000	0	0.0	
5	91.66	2.92	0.73	48.352	35.000	0	0.0	
6	101.67	2.92	0.73	43.877	35.000	0	0.0	
7	114.58	2.92	0.73	39.718	30.000	10	0.0	
8	119.49	2.92	0.73	35.799	30.000	10	0.0	
9	125.82	2.92	0.73	32.065	30.000	10	0.0	
10	140.23	2.92	0.73	28.479	30.000	10	0.0	
11	144.10	2.92	0.73	25.011	30.000	10	0.0	
12	148.11	2.92	0.73	21.639	30.000	10	0.0	
13	76.21	0.47	0.73	18.344	30.000	10	0.0	
14	56.02	0.00	0.73	15.111	30.000	10	0.0	
15	51.08	0.00	0.73	11.927	30.000	10	0.0	
16	44.63	0.00	0.73	8.780	30.000	10	0.0	
17	42.17	0.00	0.73	5.659	30.000	10	0.0	
18	39.18	0.00	0.73	2.556	30.000	10	0.0	
19	35.66	0.00	0.73	-0.541	30.000	10	0.0	
20	31.63	0.00	0.73	-3.638	30.000	10	0.0	
21	27.08	0.00	0.73	-6.747	30.000	10	0.0	
22	21.99	0.00	0.73	-9.876	30.000	10	0.0	
23	16.36	0.00	0.73	-13.034	30.000	10	0.0	
24	10.17	0.00	0.73	-16.234	30.000	10	0.0	
25	3.40	0.00	-9.37 - 0.73	-18.745	30.000	10	0.0	



Errore. Il segnalibro non è definito.

Scheda 1: Approccio 2, (A1+M1+R3)

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al 209+500 - 1° lotto



Dati

H _m = 9.00 m	Prefabbricato tipo u90TM	H ₀ = 9.00 m
C = 4.50 m	Altezza della terra contro il pannello	H = 9.00 m
F = 1.90 m	Sovraccarico sul rilevato	S ₀ = 20.0 kN/m ²
M = 1.85 m	Angolo d'attrito della terra	φ = 35.00°
N = 2.65 m	Peso specifico della terra	P ₀ = 18.0 kN/m ³
P = 4.65 m	Peso specifico del calcestruzzo	Q ₀ = 25.0 kN/m ³
Q = 0.45 m	Coefficiente d'attrito della fondazione	R ₀ = 0.580
U _v = 0.00 m	Forza orizzontale concentrata	U _g = 0.00 kN/cad
V ₈ = 0.45 m	Forza verticale concentrata in cima	V ₉ = 1.875 kN/cad
R = 0.25 m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	i ₈ = 0.0%

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine)	K ₁ = 0.271
agente su una sezione ideale R-S di altezza	H = 9.00 m
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	O ₃ = 0.00°
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	K ₃ = 0.244

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1.3	256.8	1 258.4	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1.5	73.2	468.3	0.0	0.0
Peso struttura (parete+platea) x 1.3	0.0	0.0	113.2	366.6
Peso terra x 1.3 e sovracc. x 1.50	0.0	0.0	1 037.3	4 407.0
Forze concentrate (U ₉ +V ₉) x 1.5	0.0	0.0	2.3	5.2
Spinta della terra sulla fondaz. x 1.3	14.4	7.2	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1.3	0.0	0.0	277.9	625.2
TOTALI (GEO e STR)	S_g = 344.4	M_g = 1 733.9	P_g = 1 430.6	M₈ = 5 404.0

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G₈ necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G₈ sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	G ₈ = 123.8 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	Q ₈ = 0.29 m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	G ₀ = 1306.8 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	C ₈ = 4.50 m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			σ _t = 0.290 MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			β = 13.5°

Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo $Rd = (1430.6 * 0.58) / 1.1 = 754.3 > Ed = 344.4$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo $Rd = (5404) / 1.15 = 4699.1 > Ed = 1733.9$

Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo $Rd = (2646.2) / 1.15 = 2301.1 > Ed = 1099.7$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) G₆ = 656 kN Lato monte (punto Q) G₇ = 373 kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb) $K_0 = 0.244$ Freccia in cima al pannello mm 3.90

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M _{Ed} (1) sulla sez. naturale	M _{Edu} (1) sulla sez. traslata	N _{Ed} (2)	V _{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b _w larghez- za taglio	staffe α°, ctgθ	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M _{Rd} baricen- trico	V _{Rd}	
	KN.m	KN.m	KN	KN	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	KN.m	KN		
1	159.8	178.9	67.2	66.0	69.3	62.3	121.2	20.9	73°, 1.0	6.13	16.46	4.84	5.03	400.5	117.7	
2	95.0	108.7	378.9	-101.2	62.7	57.8	112.0	22.5	90°, 1.0	6.10	8.23	8.64	10.77	250.5	-203.1	
3	-40.9	-40.9	436.5	0.0	47.9	42.3	22.5	22.5	-	14.93	5.09	8.64	4.59	-241.7	92.2	
5	-23.4	-23.4	-377.0	35.8	34.0	27.9	18.5	18.5	90°, 1.0	5.46	10.30	12.25	6.01	-69.5	59.0	
7	-54.6	-38.8	242.4	-107.8	45.0	38.6	125.0	125.0	-	5.12	12.60	9.61	11.01	-191.1	-250.6	
8	-43.3	-43.3	242.4	24.2	45.0	38.6	125.0	125.0	-	5.05	8.83	9.61	6.08	-190.6	250.6	
9	50.2	50.2	0.0	60.6	45.0	39.0	125.0	125.0	-	4.54	12.60	5.09	8.73	187.0	221.0	
12	17.3	20.2	21.4	18.9	44.1	37.2	119.3	15.6	73°, 1.0	3.05	5.09	4.84	4.02	77.6	59.1	
13	46.7	53.3	34.7	32.4	52.8	46.3	123.0	17.4	73°, 1.0	3.90	8.23	4.84	4.02	150.9	70.8	
14	75.1	84.8	44.5	42.3	58.3	51.2	124.0	18.6	73°, 1.0	4.55	10.78	4.84	4.02	216.8	76.7	

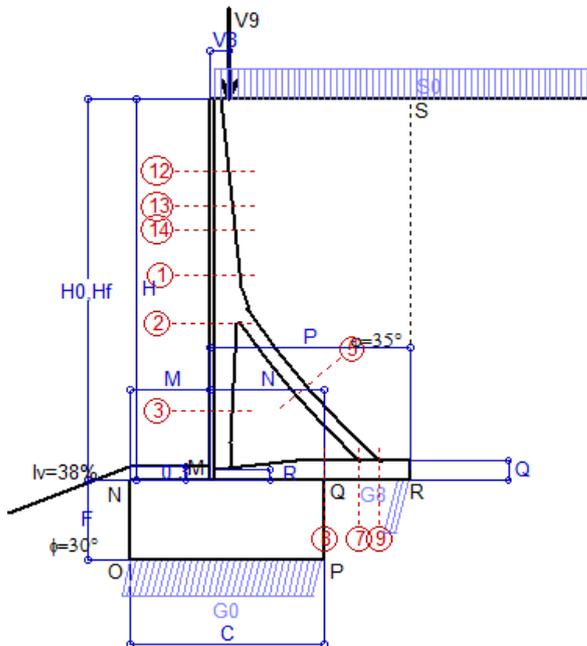
(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 3, 5, 6, 8 e 9 Med=Medu perché il momento flettente è già massimo

Scheda 2: Verifica SLE combinaz. RARA

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al 209+500 - 1° lotto



Dati

$H_m = 9.00$ m	Prefabbricato tipo u90TM	$H_0 = 9.00$ m
$C = 4.50$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 9.00$ m
$F = 1.90$ m	Angolo d'attrito della terra	$\phi = 35^\circ$
$M = 1.85$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$N = 2.65$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 4.65$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.45$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 1.875$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.271$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
197.55	968.00	0.00	0.00
48.78	312.18	0.00	0.00
0.00	0.00	87.09	282.03
0.00	0.00	783.59	3 330.24
0.00	0.00	1.50	3.45
11.10	5.56	0.00	0.00
0.00	0.00	213.75	480.94
$S_9 = 257.43$	$M_9 = 1 285.74$	$P_9 = 1 085.94$	$M_8 = 4 096.66$

Spinta della terra su sez. R-S x 1	197.55
Spinta del sovraccar. su R-S x 1	48.78
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.00
Peso terra e sovraccarico x 1	0.00
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.00
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	11.10
Peso della fondazione x 1	0.00
<i>*non sommati</i>	
Totali	

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O' = 2.465

GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 2.447

Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 100.87$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $Q_8 = 0.31$ m

Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 985.07$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. $C_8 = 4.50$ m

TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.219$ MPa

OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 13.3^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 1.61

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb)

$K_0 = 0.244$

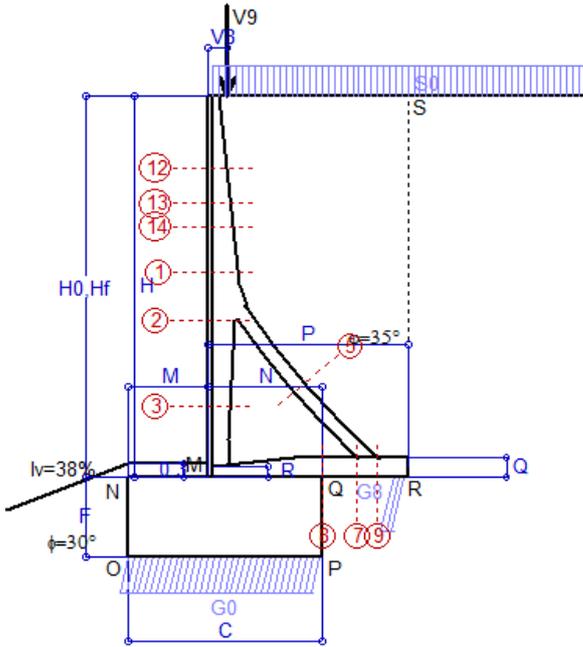
SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di partecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricopr. c+ Φ_{staffe}	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	115.9	49.9	66.4	121.2	69.3	62.3	16.46	4.84	109	3.61	38	0.060
2	68.2	287.0	-79.1	112.0	62.7	57.8	8.23	8.64	46	3.63	38	0.000
3	-32.8	332.6	0.0	22.5	47.9	42.3	5.09	8.64	-5	4.05	38	0.000
5	-14.2	-278.5	26.0	0.0	34.0	21.9	10.30	12.25	169	0.00	38	0.107
7	-47.2	179.0	-84.9	125.0	45.0	38.6	12.60	9.61	42	2.93	50	0.000
8	-41.4	179.0	15.2	125.0	45.0	38.6	8.83	9.61	28	2.41	50	0.000
9	38.2	0.0	46.0	125.0	45.0	39.0	12.60	5.09	82	2.63	50	0.000
12	12.2	15.6	16.4	119.3	44.1	37.2	5.09	4.84	58	1.52	38	0.000
13	33.3	25.5	30.2	123.0	52.8	46.3	8.23	4.84	83	2.28	38	0.000
14	53.9	32.8	40.8	124.0	58.3	51.2	10.78	4.84	93	2.75	38	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 3: Verifica SLE combinaz. FREQUENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al 209+500 - 1° lotto



Dati

$H_m = 9.00$ m	Prefabbricato tipo u90TM	$H_0 = 9.00$ m
$C = 4.50$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 9.00$ m
$F = 1.90$ m	Angolo d'attrito della terra	$\phi = 35^\circ$
$M = 1.85$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 15.0$ kN/m ²
$N = 2.65$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 4.65$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.45$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 1.875$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.271$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
197.55	968.00	0.00	0.00
36.58	234.14	0.00	0.00
0.00	0.00	87.09	282.03
0.00	0.00	760.34	3 233.17
0.00	0.00	1.50	3.45
11.04	5.54	0.00	0.00
0.00	0.00	213.75	480.94
$S_9 = 245.17$	$M_9 = 1 207.68$	$P_9 = 1 062.69$	$M_8 = 3 999.59$

- Spinta della terra su sez. R-S x 1
 - Spinta del sovraccar. su R-S x 1
 - Peso struttura (parete+platea) x 1
 - Peso terra e sovraccarico x 1
 - Forze concentrate (U9+V9) x 1
 - Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 - Peso della fondazione x 1
- *non sommati* **Totali**

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O' = 2.573
 GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 2.514
 Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 110.07$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $Q_8 = 0.34$ m
 Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 952.61$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. $C_8 = 4.50$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.212$ MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 13.0^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 1.10

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb)

$K_0 = 0.244$

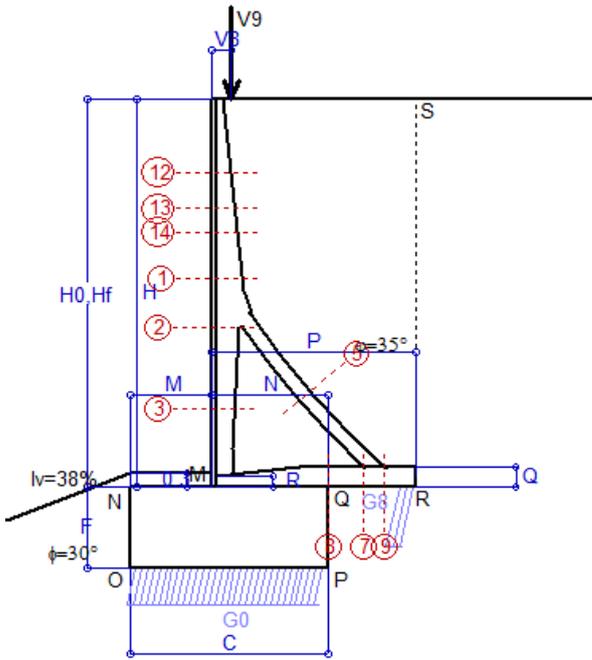
SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di partecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricopr. $c+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	103.4	47.3	60.6	121.2	69.3	62.3	16.46	4.84	97	3.23	38	0.045
2	57.7	269.4	-74.4	112.0	62.7	57.8	8.23	8.64	31	3.07	38	0.000
3	-35.7	312.7	0.0	22.5	47.9	42.3	5.09	8.64	-4	4.18	38	0.000
5	-13.7	-259.7	25.1	0.0	34.0	21.9	10.30	12.25	159	0.00	38	0.105
7	-55.5	166.9	-88.0	125.0	45.0	38.6	12.60	9.61	69	3.77	50	0.000
8	-54.3	166.9	9.7	125.0	45.0	38.6	8.83	9.61	66	3.67	50	0.000
9	37.3	0.0	44.9	125.0	45.0	39.0	12.60	5.09	80	2.57	50	0.000
12	10.1	14.6	14.0	119.3	44.1	37.2	5.09	4.84	47	1.27	38	0.000
13	28.6	23.9	26.6	123.0	52.8	46.3	8.23	4.84	70	1.97	38	0.000
14	47.0	30.9	36.5	124.0	58.3	51.2	10.78	4.84	81	2.41	38	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 4: Verifica SLE combinaz QUASI PERMANENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al 209+500 - 1° lotto



Spinta della terra su sez. R-S x 1
 Peso struttura (parete+platea) x 1
 Peso terra e sovraccarico x 1
 Forze concentrate (U9+V9) x 1
 Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 Peso della fondazione x 1
**non sommati*

Totali

Dati

$H_m = 9.00$ m	Prefabbricato tipo u90TM	$H_0 = 9.00$ m
$C = 4.50$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 9.00$ m
$F = 1.90$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$M = 1.85$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 0.0$ kN/m ²
$N = 2.65$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 4.65$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.45$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 1.875$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) $K_1 = 0.271$
 agente su una sezione ideale R-S di altezza $H_3 = 9.00$ m
 Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine) $K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
197.55	968.00	0.00	0.00
0.00	0.00	87.09	282.03
0.00	0.00	690.59	2 941.96
0.00	0.00	1.50	3.45
10.83	5.51	0.00	0.00
0.00	0.00	213.75	480.94
$S_9 = 208.38$	$M_9 = 973.51$	$P_9 = 992.94$	$M_8 = 3 708.38$

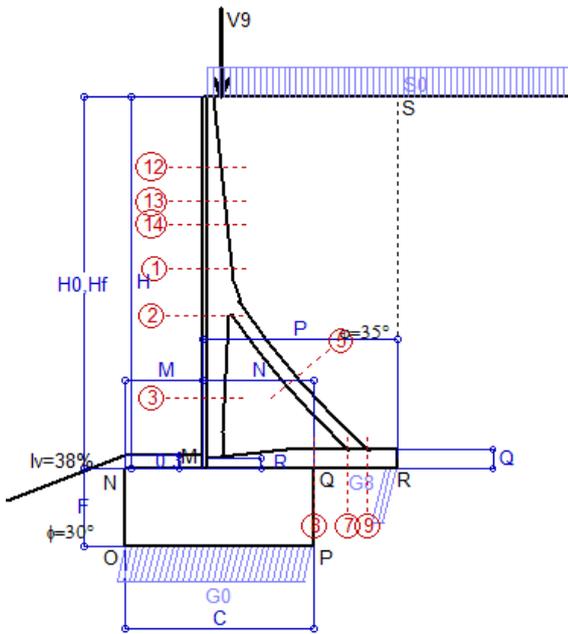
GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O' = 3.013
 GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 2.764
 Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 124.19$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $.Q_8 = 0.38$ m
 Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 868.74$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. $.C_8 = 4.39$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.198$ MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 11.9^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb) $K_0 = 0.244$

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di partecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricopr. c+ Φ_{staffe}	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	65.6	39.8	43.2	121.2	69.3	62.3	16.46	4.84	60	2.08	38	0.000
2	26.1	216.6	-60.3	112.0	62.7	57.8	8.23	8.64	1	1.53	38	0.000
3	-45.1	253.1	0.0	22.5	47.9	42.3	5.09	8.64	0	4.73	38	0.000
5	-12.2	-203.3	22.2	0.0	34.0	21.9	10.30	12.25	130	0.00	38	0.088
7	-65.9	130.7	-80.6	125.0	45.0	38.6	12.60	9.61	116	4.85	50	0.000
8	-63.9	130.7	9.9	125.0	45.0	38.6	8.83	9.61	110	4.70	50	0.000
9	34.5	0.0	41.6	125.0	45.0	39.0	12.60	5.09	74	2.38	50	0.000
12	3.9	11.5	7.0	119.3	44.1	37.2	5.09	4.84	15	0.51	38	0.000
13	14.5	19.4	16.0	123.0	52.8	46.3	8.23	4.84	33	1.03	38	0.000
14	26.3	25.4	23.6	124.0	58.3	51.2	10.78	4.84	43	1.38	38	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.
 (2) Negativo se lo sforzo è di trazione



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 2.61^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.045$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.022$

Dati

$H_m = 9.00$ m
 $C = 4.50$ m
 $F = 1.90$ m
 $M = 1.85$ m
 $N = 2.65$ m
 $P = 4.65$ m
 $Q = 0.45$ m
 $U_y = 0.00$ m
 $V_8 = 0.45$ m
 $U_1 = 0.0$ m
 $R = 0.25$ m

Acceleraz orizz. al suolo

Prefabbricato tipo u90TM

Altezza della terra contro il pannello
 Sovraccarico sul rilevato (20%)
 Angolo d'attrito della terra
 Coefficiente d'attrito della fondazione
 Accelerazione massima locale
 Coeff. riduz. acceleraz. max attesa
 Forza orizzontale concentrata
 Forza verticale concentrata in cima
 Pendenza del rilevato vicino al muro
 Pendenza del rilevato lontano dal muro

$a_g/g = 0.061$

$H_0 = 9.00$ m
 $H = 9.00$ m
 $S_0 = 4.0$ kN/m2
 $\varphi = 35^\circ$
 $R_0 = 0.580$
 $a_{max}/g = 0.117$
 $\beta_m = 0.38$
 $U_0 = 0.00$ kN/cad
 $V_9 = 1.875$ kN/cad
 $I_9 = 0.0\%$
 $I_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

Coefficiente di spinta attiva della terra (Rankine con sisma)

$K_1 = 0.278$

agente su una sezione ideale R-S di altezza
 Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale

$H = 9.00$ m
 $O_3 = 9.22^\circ$

Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)

$K_3 = 0.271$

Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Mononobe-Okabe)

$K_p = 1.38$

(Dati: $\phi = 30.00^\circ$ $\varepsilon = 21.0^\circ$ $\psi = 90^\circ$ $\delta = 0^\circ$)

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R'-S' x 1	199.9	979.7	32.4	210.9
Spinta del sovraccar. su R'-S' x 1	9.9	63.2	1.6	10.4
Peso struttura (parete+platea) x 1	3.9	15.2	85.2	275.8
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	30.7	203.6	693.4	2 952.4
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.0	0.0	1.5	3.5
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	13.9	6.7	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	9.5	9.0	209.0	470.2
Spinta passiva sulla fondaz. Sp x 0.5 <i>*non sommati</i>	-31.8*	-23.3*	0.0*	0.0*
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 267.9	M₉ = 1 277.4	P₉ = 1 023.1	M₈ = 3 923.2

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 100.4$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . . . $Q_8 = 0.31$ m
 Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 922.7$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . . $C_8 = 4.50$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_f = 0.205$ MPa
 OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 13.0^\circ$

Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo $R_d = (1023.1 * 0.58 + 31.8) / 1.0 = 625.2 > E_d = 267.9$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 450$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 263$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (1a formula di Mononobe-Okabe) Freccia in cima al pannello mm 1.01
 $K_0 = 0.271$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M _{Ed} (1) sulla sez. naturale kN.m	M _{Edu} (1) sulla sez. traslata kN.m	N _{Ed} (2) kN	V _{Ed} kN	H altezza totale cm	d altezza utile cm	B5 lato comp-presso cm	b _w larghezza taglio cm	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro cm	A1 lato terrapieno cm2	A2 lato facc. o inf. platea cm2	A4 staffe cm2/m	M _{Rd} baricentrico kN.m	V _{Rd} kN	
1	85.4	96.8	44.1	41.1	69.3	62.3	121.2	20.9	73°, 1.0	6.02	16.46	4.84	5.03	396.2	124.0	
2	39.0	48.2	255.1	-73.9	62.7	57.8	112.0	22.5	90°, 1.0	5.57	8.23	8.64	10.77	228.8	-207.7	
3	-46.8	-46.8	297.7	2.0	47.9	42.3	22.5	22.5	-	11.32	5.09	8.64	4.59	-211.0	82.7	
5	-15.6	-15.6	-245.5	23.8	34.0	27.9	18.5	18.5	90°, 1.0	6.41	10.30	12.25	6.01	-84.6	59.0	
7	-47.7	-36.7	157.8	-74.9	45.0	38.6	125.0	125.0	-	4.85	12.60	9.61	11.01	-175.2	-239.8	
8	-38.3	-38.3	157.8	18.8	45.0	38.6	125.0	125.0	-	4.75	8.83	9.61	6.08	-174.5	239.8	
9	35.7	35.7	0.0	43.1	45.0	39.0	125.0	125.0	-	4.54	12.60	5.09	8.73	187.0	221.0	
12	6.5	7.8	12.8	8.8	44.1	37.2	119.3	15.6	73°, 1.0	3.01	5.09	4.84	4.02	76.7	62.1	
13	21.0	24.4	21.5	17.4	52.8	46.3	123.0	17.4	73°, 1.0	3.84	8.23	4.84	4.02	149.3	75.1	
14	36.2	41.6	28.1	24.2	58.3	51.2	124.0	18.6	73°, 1.0	4.47	10.78	4.84	4.02	214.4	81.6	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

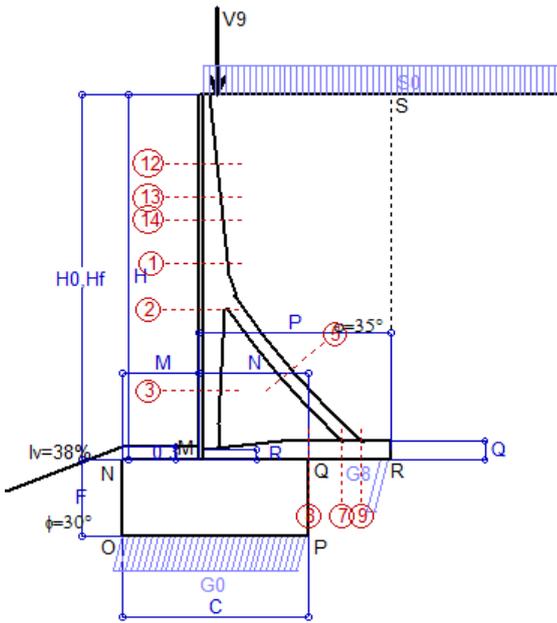
(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 3, 5, 6, 8 e 9 Med=Medu perché il momento flettente è già massimo

Scheda 6: Verifica sismica al ribaltamento

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dai km 192+500 al 209+500 - 1° lotto

Comune di Codrongianos



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 3.95^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.067$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.033$

Dati

$H_m = 9.00$ m
 $C = 4.50$ m
 $F = 1.90$ m
 $M = 1.85$ m
 $N = 2.65$ m
 $P = 4.65$ m
 $Q = 0.45$ m
 $U_v = 0.00$ m
 $V_8 = 0.45$ m
 $U_1 = 0.0$ m
 $R = 0.25$ m

Acceleraz. orizz. al suolo

Prefabbricato tipo u90TM
 Altezza della terra contro il pannello
 Sovraccarico sul rilevato (20%)
 Angolo d'attrito della terra
 Coefficiente d'attrito della fondazione
 Accelerazione massima locale
 Coeff. riduz. acceleraz. max attesa
 Forza orizzontale concentrata
 Forza verticale concentrata in cima
 Pendenza del rilevato vicino al muro
 Pendenza del rilevato lontano dal muro

$a_g/g = 0.061$

$H_0 = 9.00$ m
 $H = 9.00$ m
 $S_0 = 4.0$ kN/m²
 $\phi = 35^\circ$
 $R_0 = 0.580$
 $a_{max}/g = 0.117$
 $\beta_m = 0.57$
 $U_g = 0.00$ kN/cad
 $V_g = 1.875$ kN/cad
 $l_g = 0.0\%$
 $l_b = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

Coefficiente di spinta attiva della terra (Rankine con sisma) agente su una sezione ideale R-S di altezza $H = 9.00$ m
 Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale $O_3 = 13.47^\circ$
 Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine) $K_3 = 0.285$
 Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Mononobe-Okabe) $K_p = 1.32$
 (Dati: $\phi = 30.00^\circ$ $\epsilon = 21.0^\circ$ $\psi = 90^\circ$ $\delta = 0^\circ$)

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R'-S' x 1	203.0	994.8	48.6	316.1
Spinta del sovraccar. su R'-S' x 1	10.0	64.2	2.4	15.6
Peso struttura (parete+platea) x 1	5.8	22.7	84.2	272.6
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	46.1	305.2	685.5	2918.9
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.0	0.0	1.5	3.5
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	15.9	7.4	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	14.3	13.5	206.6	464.9
Spinta passiva sulla fondaz. Sp x 0.5	-30.4*	-22.3*	0.0*	0.0*
TOTALI (GEO e STR)	S_g = 295.1	M_g = 1407.9	P_g = 1028.9	M_g = 3991.6

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 80.0$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . . . $Q_8 = 0.25$ m
 Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 948.9$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . . $C_8 = 4.50$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.211$ MPa
 OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 14.4^\circ$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo $R_d = (3991.6 + 22.3) / 1.0 = 4013.9 > E_d = 1407.9$

Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo $R_d = (2005.5) / 1.0 = 2005.5 > E_d = 883.6$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 456$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 287$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (1a formula di Mononobe-Okabe) $K_0 = 0.285$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M _{Ed} (1) sulla sez. naturale	M _{Edu} (1) sulla sez. traslata	N _{Ed} (2)	V _{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b _w larghez- za taglio	staffe $\alpha^\circ, \text{ctg}\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M _{Rd} baricen- trico	V _{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	90.9	103.1	45.3	43.6	69.3	62.3	121.2	20.9	73°, 1.0	6.03	16.46	4.84	5.03	396.4	123.3	
2	41.9	51.7	268.5	-78.1	62.7	57.8	112.0	22.5	90°, 1.0	5.63	8.23	8.64	10.77	231.2	-207.1	
3	-49.0	-49.0	313.4	2.9	47.9	42.3	22.5	22.5	-	11.73	5.09	8.64	4.59	-214.7	83.8	
5	-15.6	-15.6	-260.4	23.8	34.0	27.9	18.5	18.5	90°, 1.0	6.31	10.30	12.25	6.01	-82.9	59.0	
7	-28.6	-20.6	167.4	-59.7	45.0	38.6	125.0	125.0	-	4.88	12.60	9.61	11.01	-177.0	-241.0	
8	-5.9	-5.9	167.4	34.4	45.0	38.6	125.0	125.0	-	4.79	8.83	9.61	6.08	-176.3	241.0	
9	35.9	35.9	0.0	43.3	45.0	39.0	125.0	125.0	-	4.54	12.60	5.09	8.73	187.0	221.0	
12	7.0	8.5	13.0	9.5	44.1	37.2	119.3	15.6	73°, 1.0	3.01	5.09	4.84	4.02	76.8	61.9	
13	22.5	26.2	22.0	18.6	52.8	46.3	123.0	17.4	73°, 1.0	3.84	8.23	4.84	4.02	149.4	74.7	
14	38.7	44.5	28.8	25.7	58.3	51.2	124.0	18.6	73°, 1.0	4.48	10.78	4.84	4.02	214.5	81.1	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 3, 5, 6, 8 e 9 Med=Medu perché il momento flettente è già massimo

Scheda 7. Portanza della fondazione

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al 209+500 - 1° lotto

Coefficienti SLU "favorevoli" e "sfavorevoli"

Prefabbricato tipo u90TM

Calcolo con la formula di Brinch-Hansen 1970 (valida per terreno omogeneo e condizioni drenate)

Dati geotecnici del terreno di fondazione:

Natura di terreno di fondazione		Unità geotecnica 'SL' (sabbie con limo, sabbie limose)			
ϕ	Angolo d'attrito nominale	gradi	30.0°	$\phi = \text{rad}$	0.5236
c	Coesione drenata	kN/m ²	10		
γ	Peso specifico	kN/m ³	19.00		
Iv	Inclinazione del terreno a valle	%	38.4%	$\epsilon = \text{rad}$	0.3666

Dati geometrici della fondazione:

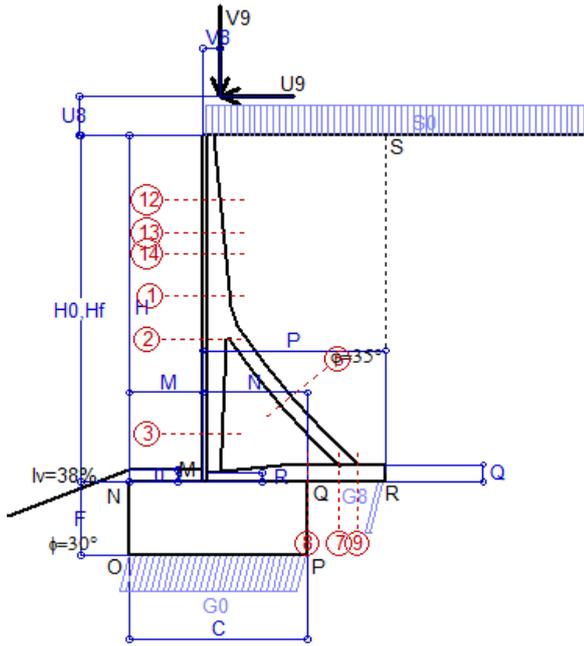
E	Spessore della terra sulla fondazione	m	0.30		
F	Spessore della fondazione (facciata di valle)	m	1.90		
I7	Inclinazione del letto di posa	%	0.0%	$\alpha = \text{rad}$	0.0000

Verifiche allo stato limite ultimo (A1+M1+R3)			Scheda 1	Sisma
Carichi agenti sulla fondazione:				
N	Componente verticale (G0)	kN/m	1306.8	922.7
β	Obliquità del carico rispetto alla verticale	gradi	13.54°	12.99°
H	Componente orizzontale = G0 * tan(β)	kN/m	314.6	212.9
B	Larghezza del nastro di appoggio (C8)	m	4.50	4.50
Dati influenzati dal tipo di verifica:				
Φ	Angolo d'attrito assunto nel calcolo	rad	0.5236	0.5236
E5	Distanza della risultante dal bordo esterno della fondazione	m	2.25	2.25
D	Affondamento = E + F + E5 * Iv	m	3.06	3.06
Termini della formula di Brinch-Hansen				
Profondità	= $[\gamma D N_q] s_q d_q i_q b_q g_q z_q$	kN/m ²	280.45	279.91
Coefficiente base	$N_q = \tan^2(45^\circ + \Phi / 2) e^{\pi \tan \Phi}$		18.40	18.40
Inclinaz. terreno a valle	$g_q = (1 - \tan \epsilon)^2$		0.38	0.38
Lunghezza del muro	$s_q = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_q = 1 + 2 \tan \Phi (1 - \sin \Phi)^2 x \text{se}[D < B; D/B; \text{atn}(D/B)]$		1.20	1.20
Inclinazione letto di posa	$b_q = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	i_q #RIF!		0.58	0.59
Paolucci e Pecker 1997	$z_q = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$		-	0.972
Coesione	= $[c N_c] s_c d_c i_c b_c g_c z_c$	kN/m ²	69.13	70.07
Coefficiente base	$N_c = (N_q - 1) \cot \Phi$		30.14	30.14
Inclinaz. terreno a valle	$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \Phi)$		0.34	0.34
Lunghezza del muro	$s_c = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.21	1.21
Inclinazione letto di posa	$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c \tan \Phi)$		0.55	0.57
Paolucci e Pecker 1997	$z_c = 1 - 0.34 K_h$		-	0.985
Superficie	= $[\frac{1}{2} \gamma B N_\gamma] s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma z_\gamma$	kN/m ²	167.78	172.44
Coefficiente base	$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \Phi$		22.40	22.40
Inclinaz. terreno a valle	$g_\gamma = (1 - \tan \epsilon)^2$		0.38	0.38
Lunghezza del muro	$s_\gamma = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_\gamma = 1.00$		1.00	1.00
Inclinazione letto di posa	$b_\gamma = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	i_γ #RIF!		0.46	0.49
Paolucci e Pecker 1997	$z_\gamma = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$		-	0.972
Verifica della capacità portante				
q _{LIM}	Carico unitario limite (Meyerhof)	Mpa	0.517	0.522
γ_R	Coeff. per le verifiche SLU di fondazioni superficiali		1.4	1.2
C_p	Capacità portante, tenuto conto di γ_R	kN	1662.9	1959.1
G ₀	Carico effettivo, dovuto alle forze esterne	kN	1306.8	922.7
La struttura è verificata al collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno per l'approccio 2 (A1+M1+R3)				

Scheda 9: Urto sul sicurvia da 14.29 kN/cad a 1.00 m da terra

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al 209+500 - 1° lotto

Coefficienti SLU per azioni eccezionali



Dati

$H_m = 9.00$ m	Prefabbricato tipo u90TM	$H_0 = 9.00$ m
$C = 4.50$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 9.00$ m
$F = 1.90$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$M = 1.85$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$N = 2.65$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 4.65$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.45$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$U_v = 1.00$ m	Urto: Forza orizzontale concentrata	$U_9 = 14.29$ kN/cad
$V_9 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 1.875$ kN/cad
$R = 0.25$ m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$i_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.271$
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$H = 9.00$ m
	$O_3 = 0.00^\circ$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1	197.6	968.0	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1	48.8	312.2	0.0	0.0
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.0	0.0	87.1	282.0
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	0.0	0.0	783.6	3 330.2
Forze concentrate (U9+V9) x 1	11.4	136.0	1.5	3.5
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	11.1	5.6	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	0.0	0.0	213.8	480.9
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 268.9	M₉ = 1 421.8	P₉ = 1 085.9	M₈ = 4 096.7

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 = 62.9$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$Q_8 = 0.19$ m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 1023.1$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$C_8 = 4.50$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_t = 0.227$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 13.9^\circ$

Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo

$$R_d = (1085.9 * 0.58) / 1.1 = 572.6 > E_d = 268.9$$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo

$$R_d = (4096.7) / 1.15 = 3562.3 > E_d = 1421.8$$

Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo

$$R_d = (2002.2) / 1.15 = 1741.0 > E_d = 926.5$$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 511$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 298$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u. (STR)

Freccia in cima al pannello mm 8.43

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb)

$K_0 = 0.244$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni						Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b_w larghez- za taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o infer. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricen- trico	V_{Rd}
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	188.7	205.4	49.9	50.2	69.3	62.3	121.2	20.9	73°, 1.0	6.05	16.46	4.84	5.03	397.3	122.8
2	132.2	144.4	323.1	-79.3	62.7	57.8	112.0	22.5	90°, 1.0	5.87	8.23	8.64	10.77	240.8	-207.1
3	-5.9	-5.9	377.5	0.0	47.9	42.3	22.5	22.5	-	13.40	5.09	8.64	4.59	-229.2	88.2
5	-17.6	-17.6	-325.6	27.0	34.0	27.9	18.5	18.5	90°, 1.0	5.84	10.30	12.25	6.01	-75.4	59.0
7	-16.4	-5.7	209.3	-73.4	45.0	38.6	125.0	125.0	-	5.02	12.60	9.61	11.01	-184.9	-246.4
8	-0.7	-0.7	209.3	26.6	45.0	38.6	125.0	125.0	-	4.94	8.83	9.61	6.08	-184.3	246.4
9	43.7	43.7	0.0	52.5	45.0	39.0	125.0	125.0	-	4.54	12.60	5.09	8.73	187.0	221.0
12	50.2	54.0	15.6	16.9	44.1	37.2	119.3	15.6	73°, 1.0	3.03	5.09	4.84	4.02	77.0	60.9
13	83.4	90.2	25.5	26.2	52.8	46.3	123.0	17.4	73°, 1.0	3.86	8.23	4.84	4.02	149.8	73.8
14	111.6	120.9	32.8	33.0	58.3	51.2	124.0	18.6	73°, 1.0	4.50	10.78	4.84	4.02	215.1	80.3

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
11 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 0.50	13.41	1.175
12 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 0.50	13.41	1.105
13 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-4.50; 2.00	14.71	1.362
14 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-4.50; 2.00	14.71	1.367

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte	
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto	
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)	
W	peso della striscia espresso in [kN]
Qy	carico sulla striscia espresso in [kN]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
Tx; Ty	Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

Combinazione n° 11 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	27.00	0.00	8.90 - 0.75	79.179	29.256	0	0.0	
2	65.55	0.00	0.75	66.525	29.256	0	0.0	
3	85.95	0.00	0.75	59.322	29.256	0	0.0	
4	101.47	0.00	0.75	53.460	29.256	0	0.0	
5	114.12	0.00	0.75	48.332	29.256	0	0.0	
6	130.65	0.00	0.75	43.682	24.791	8	0.0	
7	135.93	0.00	0.75	39.372	24.791	8	0.0	
8	143.59	0.00	0.75	35.315	24.791	8	0.0	
9	155.52	0.00	0.75	31.454	24.791	8	0.0	
10	165.17	0.00	0.75	27.746	24.791	8	0.0	
11	170.00	0.00	0.75	24.162	24.791	8	0.0	
12	157.25	1.87	0.75	20.675	24.791	8	0.0	
13	65.69	0.00	0.75	17.268	24.791	8	0.0	
14	64.62	0.00	0.75	13.922	24.791	8	0.0	
15	57.29	0.00	0.75	10.625	24.791	8	0.0	
16	51.27	0.00	0.75	7.363	24.791	8	0.0	
17	48.38	0.00	0.75	4.124	24.791	8	0.0	
18	44.90	0.00	0.75	0.899	24.791	8	0.0	
19	40.85	0.00	0.75	-2.323	24.791	8	0.0	
20	36.21	0.00	0.75	-5.552	24.791	8	0.0	
21	31.00	0.00	0.75	-8.800	24.791	8	0.0	
22	25.18	0.00	0.75	-12.076	24.791	8	0.0	
23	18.75	0.00	0.75	-15.393	24.791	8	0.0	
24	11.68	0.00	0.75	-18.764	24.791	8	0.0	
25	3.93	0.00	-9.94 - 0.75	-21.603	24.791	8	0.0	

Combinazione n° 12 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	27.00	19.60	8.90 - 0.75	79.179	29.256	0	0.0	
2	65.55	19.60	0.75	66.525	29.256	0	0.0	
3	85.95	19.60	0.75	59.322	29.256	0	0.0	
4	101.47	19.60	0.75	53.460	29.256	0	0.0	
5	114.12	19.60	0.75	48.332	29.256	0	0.0	
6	130.65	19.60	0.75	43.682	24.791	8	0.0	
7	135.93	19.60	0.75	39.372	24.791	8	0.0	
8	143.59	19.60	0.75	35.315	24.791	8	0.0	
9	155.52	19.60	0.75	31.454	24.791	8	0.0	
10	165.17	19.60	0.75	27.746	24.791	8	0.0	
11	170.00	19.60	0.75	24.162	24.791	8	0.0	
12	157.25	15.88	0.75	20.675	24.791	8	0.0	
13	65.69	0.00	0.75	17.268	24.791	8	0.0	

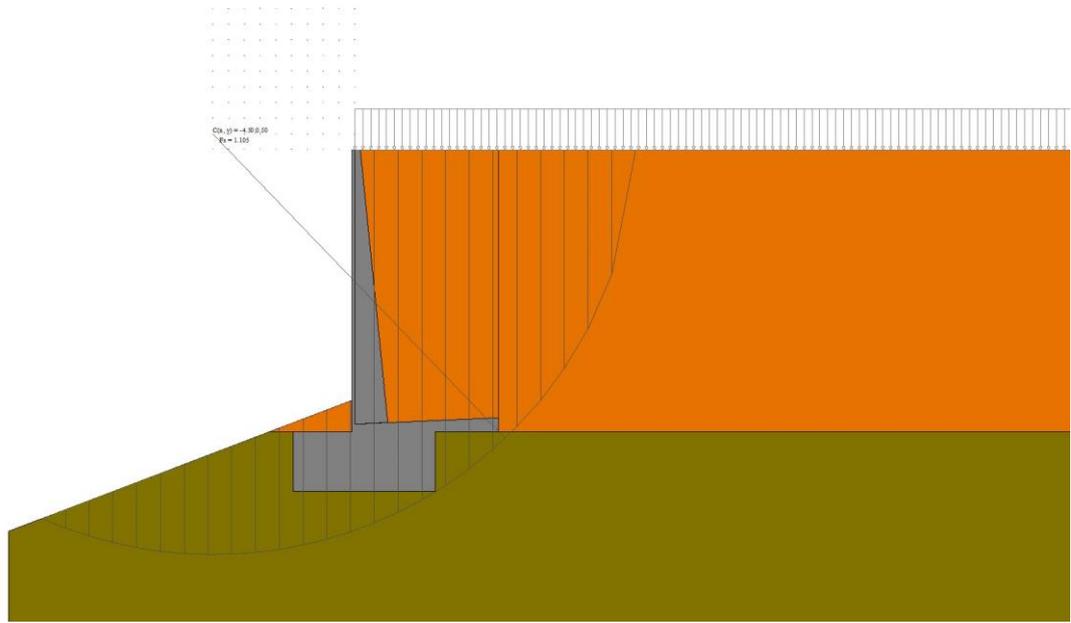
n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
14	64.62	0.00	0.75	13.922	24.791	8	0.0	
15	57.29	0.00	0.75	10.625	24.791	8	0.0	
16	51.27	0.00	0.75	7.363	24.791	8	0.0	
17	48.38	0.00	0.75	4.124	24.791	8	0.0	
18	44.90	0.00	0.75	0.899	24.791	8	0.0	
19	40.85	0.00	0.75	-2.323	24.791	8	0.0	
20	36.21	0.00	0.75	-5.552	24.791	8	0.0	
21	31.00	0.00	0.75	-8.800	24.791	8	0.0	
22	25.18	0.00	0.75	-12.076	24.791	8	0.0	
23	18.75	0.00	0.75	-15.393	24.791	8	0.0	
24	11.68	0.00	0.75	-18.764	24.791	8	0.0	
25	3.93	0.00	-9.94 - 0.75	-21.603	24.791	8	0.0	

Combinazione n° 13 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	22.48	3.19	10.08 - 0.80	75.760	35.000	0	0.0	
2	57.65	3.19	0.80	65.777	35.000	0	0.0	
3	79.83	3.19	0.80	58.984	35.000	0	0.0	
4	96.99	3.19	0.80	53.374	35.000	0	0.0	
5	111.11	3.19	0.80	48.436	35.000	0	0.0	
6	123.04	3.19	0.80	43.944	35.000	0	0.0	
7	140.43	3.19	0.80	39.772	30.000	10	0.0	
8	144.40	3.19	0.80	35.841	30.000	10	0.0	
9	151.91	3.19	0.80	32.097	30.000	10	0.0	
10	163.76	3.19	0.80	28.501	30.000	10	0.0	
11	173.85	3.19	0.80	25.025	30.000	10	0.0	
12	178.60	3.19	0.80	21.645	30.000	10	0.0	
13	146.75	2.10	0.80	18.342	30.000	10	0.0	
14	67.03	0.00	0.80	15.102	30.000	10	0.0	
15	65.39	0.00	0.80	11.911	30.000	10	0.0	
16	54.31	0.00	0.80	8.757	30.000	10	0.0	
17	50.30	0.00	0.80	5.629	30.000	10	0.0	
18	46.73	0.00	0.80	2.519	30.000	10	0.0	
19	42.54	0.00	0.80	-0.585	30.000	10	0.0	
20	37.73	0.00	0.80	-3.690	30.000	10	0.0	
21	32.30	0.00	0.80	-6.806	30.000	10	0.0	
22	26.24	0.00	0.80	-9.942	30.000	10	0.0	
23	19.53	0.00	0.80	-13.109	30.000	10	0.0	
24	12.15	0.00	0.80	-16.317	30.000	10	0.0	
25	4.07	0.00	-9.83 - 0.80	-18.906	30.000	10	0.0	

Combinazione n° 14 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	22.48	3.19	10.08 - 0.80	75.760	35.000	0	0.0	
2	57.65	3.19	0.80	65.777	35.000	0	0.0	
3	79.83	3.19	0.80	58.984	35.000	0	0.0	
4	96.99	3.19	0.80	53.374	35.000	0	0.0	
5	111.11	3.19	0.80	48.436	35.000	0	0.0	
6	123.04	3.19	0.80	43.944	35.000	0	0.0	
7	140.43	3.19	0.80	39.772	30.000	10	0.0	
8	144.40	3.19	0.80	35.841	30.000	10	0.0	
9	151.91	3.19	0.80	32.097	30.000	10	0.0	
10	163.76	3.19	0.80	28.501	30.000	10	0.0	
11	173.85	3.19	0.80	25.025	30.000	10	0.0	
12	178.60	3.19	0.80	21.645	30.000	10	0.0	
13	146.75	2.10	0.80	18.342	30.000	10	0.0	
14	67.03	0.00	0.80	15.102	30.000	10	0.0	
15	65.39	0.00	0.80	11.911	30.000	10	0.0	
16	54.31	0.00	0.80	8.757	30.000	10	0.0	
17	50.30	0.00	0.80	5.629	30.000	10	0.0	
18	46.73	0.00	0.80	2.519	30.000	10	0.0	
19	42.54	0.00	0.80	-0.585	30.000	10	0.0	
20	37.73	0.00	0.80	-3.690	30.000	10	0.0	
21	32.30	0.00	0.80	-6.806	30.000	10	0.0	
22	26.24	0.00	0.80	-9.942	30.000	10	0.0	
23	19.53	0.00	0.80	-13.109	30.000	10	0.0	
24	12.15	0.00	0.80	-16.317	30.000	10	0.0	
25	4.07	0.00	-9.83 - 0.80	-18.906	30.000	10	0.0	

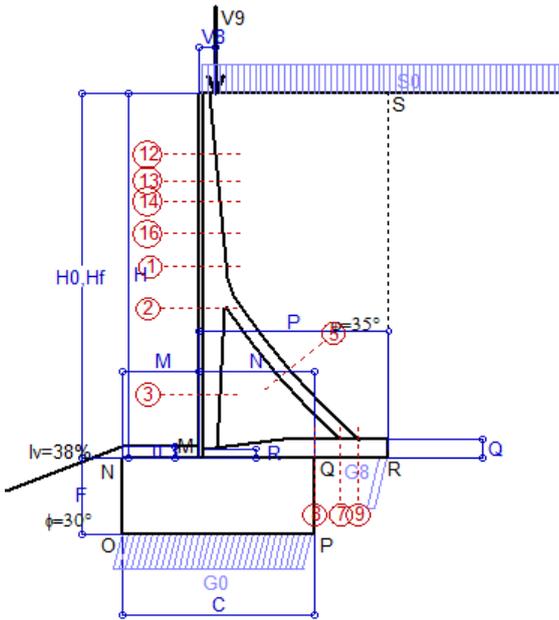


Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 12)

Errore. Il segnalibro non è definito.

Scheda 1: Approccio 2, (A1+M1+R3)

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al 209+500 - 1° lotto



Dati

$H_m = 10.00$ m	Prefabbricato tipo u100TM	$H_0 = 10.00$ m
$C = 5.15$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 10.00$ m
$F = 2.10$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$M = 2.05$ m	Angolo d'attrito della terra	$\phi = 35.00^\circ$
$N = 3.10$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 5.10$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.50$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.580$
$U_v = 0.00$ m	Forza orizzontale concentrata	$U_9 = 0.00$ kN/cad
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 1.875$ kN/cad
$R = 0.25$ m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$I_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine)	$K_1 = 0.271$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H = 10.00$ m
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$O_3 = 0.00^\circ$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1.3	317.1	1 722.7	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1.5	81.3	577.2	0.0	0.0
Peso struttura (parete+platea) x 1.3	0.0	0.0	137.4	489.7
Peso terra x 1.3 e sovracc. x 1.50	0.0	0.0	1 247.4	5 840.9
Forze concentrate (U9+V9) x 1.5	0.0	0.0	2.3	5.6
Spinta della terra sulla fondaz. x 1.3	21.3	10.9	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1.3	0.0	0.0	351.5	905.1
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 419.7	M₉ = 2 310.7	P₉ = 1 738.6	M₈ = 7 241.2

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 = 115.0$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$Q_8 = 0.25$ m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 1623.7$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$C_8 = 5.15$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_t = 0.315$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 13.6^\circ$
Scorrimento sul piano di posa verificato essendo		$Rd = (1738.6 * 0.58) / 1.1 = 916.7$	$> Ed = 419.7$
Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo		$Rd = (7241.2) / 1.15 = 6296.7$	$> Ed = 2310.7$
Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo		$Rd = (3492.5) / 1.15 = 3037.0$	$> Ed = 1463.3$
Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 802$ kN		Lato monte (punto Q) $G_7 = 470$ kN	

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb) $K_0 = 0.244$

Freccia in cima al pannello mm 4.32

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M _{Ed} (1) sulla sez. naturale	M _{Edu} (1) sulla sez. traslata	N _{Ed} (2)	V _{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b _w larghez- za taglio	staffe α° , ctg θ	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M _{Rd} baricen- trico	V _{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	226.6	252.7	82.6	81.3	75.3	68.3	121.5	24.9	73°, 1.0	7.10	20.36	4.84	5.03	543.0	127.6	
2	143.0	161.4	458.3	-121.4	68.7	63.8	112.0	27.0	90°, 1.0	6.99	10.18	9.36	10.26	346.6	-212.1	
3	-46.4	-46.4	529.0	0.0	51.3	45.7	27.0	27.0	-	15.05	5.09	9.36	4.63	-295.0	116.3	
5	-31.4	-31.4	-456.0	44.3	34.0	28.0	23.0	23.0	90°, 1.0	5.61	15.27	15.27	6.67	-88.7	65.7	
7	-32.5	-17.8	293.1	-93.1	50.0	43.6	125.0	125.0	-	5.60	14.20	10.43	12.21	-238.3	-277.1	
8	-14.2	-14.2	293.1	5.2	50.0	43.6	125.0	125.0	-	5.57	10.24	10.43	7.27	-238.1	277.1	
9	66.2	66.2	0.0	72.9	50.0	44.0	125.0	125.0	-	5.00	14.20	5.09	7.85	236.3	240.3	
12	16.8	19.7	21.2	18.6	43.8	37.0	119.8	16.5	73°, 1.0	3.04	5.09	4.84	4.02	77.2	58.8	
13	40.5	46.3	32.4	29.9	51.2	44.7	123.2	18.5	73°, 1.0	3.73	7.63	4.84	4.02	135.9	69.0	
14	67.8	76.7	42.3	39.9	56.9	49.8	124.0	20.0	73°, 1.0	4.39	10.18	4.84	4.02	199.9	75.2	
16	131.3	147.2	60.6	58.5	66.0	58.8	124.0	22.4	-	5.68	15.27	4.84	4.02	350.9	92.5	

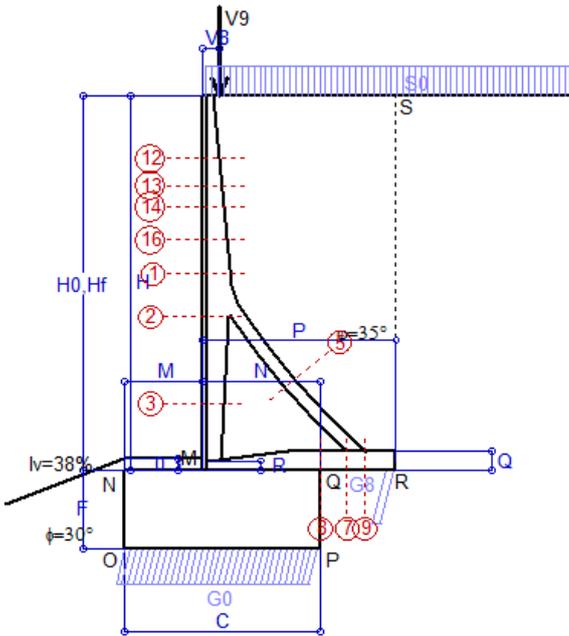
(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 3, 5, 6, 8 e 9 Med=Medu perché il momento flettente è già massimo

Scheda 2: Verifica SLE combinaz. RARA

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al 209+500 - 1° lotto



Dati

$H_m = 10.00$ m	Prefabbricato tipo u100TM	$H_0 = 10.00$ m
$C = 5.15$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 10.00$ m
$F = 2.10$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$M = 2.05$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$N = 3.10$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 5.10$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.50$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 1.875$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.271$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
243.89	1 325.14	0.00	0.00
54.20	384.81	0.00	0.00
0.00	0.00	105.72	376.66
0.00	0.00	943.88	4 420.81
0.00	0.00	1.50	3.75
16.39	8.35	0.00	0.00
0.00	0.00	270.37	696.22
Totale	Totale	Totale	Totale
$S_9 = 314.48$	$M_9 = 1 718.30$	$P_9 = 1 321.48$	$M_8 = 5 497.43$

Spinta della terra su sez. R-S x 1
 Spinta del sovraccar. su R-S x 1
 Peso struttura (parete+platea) x 1
 Peso terra e sovraccarico x 1
 Forze concentrate (U9+V9) x 1
 Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 Peso della fondazione x 1
**non sommati*

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O' = 2.441
 GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 2.437
 Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 95.45$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $.Q_8 = 0.27$ m
 Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 1226.03$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. $.C_8 = 5.15$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.238$ MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 13.4^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 1.85

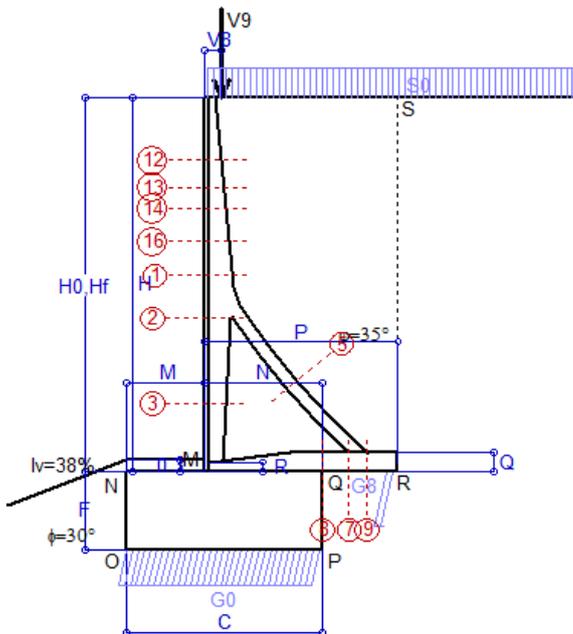
Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb) $K_0 = 0.244$

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di partecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $c+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	165.1	61.5	83.3	121.5	75.3	68.3	20.36	4.84	115	4.03	38	0.065
2	103.7	348.5	-96.9	112.0	68.7	63.8	10.18	9.36	55	4.23	38	0.000
3	-37.8	404.6	0.0	27.0	51.3	45.7	5.09	9.36	-5	3.83	38	0.000
5	-19.8	-337.8	31.8	0.0	34.0	21.9	15.27	15.27	170	0.00	38	0.109
7	-32.6	217.1	-74.5	125.0	50.0	43.6	14.20	10.43	3	1.08	50	0.000
8	-21.7	217.1	0.2	125.0	50.0	43.6	10.24	10.43	0	0.75	50	0.000
9	49.8	0.0	55.0	125.0	50.0	44.0	14.20	5.09	84	2.69	50	0.000
12	11.8	15.4	16.1	119.8	43.8	37.0	5.09	4.84	57	1.49	38	0.000
13	28.8	23.7	27.5	123.2	51.2	44.7	7.63	4.84	79	2.15	38	0.000
14	48.6	31.2	38.2	124.0	56.9	49.8	10.18	4.84	91	2.65	38	0.000
16	95.0	44.9	58.4	124.0	66.0	58.8	15.27	4.84	102	3.31	38	0.045

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.
 (2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 3: Verifica SLE combinaz. FREQUENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al 209+500 - 1° lotto



Dati

$H_m = 10.00$ m	Prefabbricato tipo u100TM	$H_0 = 10.00$ m
$C = 5.15$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 10.00$ m
$F = 2.10$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$M = 2.05$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 15.0$ kN/m ²
$N = 3.10$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 5.10$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.50$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 1.875$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.271$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
243.89	1 325.14	0.00	0.00
40.65	288.60	0.00	0.00
0.00	0.00	105.72	376.66
0.00	0.00	918.38	4 303.51
0.00	0.00	1.50	3.75
16.26	8.32	0.00	0.00
0.00	0.00	270.37	696.22
S₉ = 300.80	M₉ = 1 622.07	P₉ = 1 295.98	M₉ = 5 380.13

- Spinta della terra su sez. R-S x 1
- Spinta del sovraccar. su R-S x 1
- Peso struttura (parete+platea) x 1
- Peso terra e sovraccarico x 1
- Forze concentrate (U9+V9) x 1
- Spinta della terra sulla fondaz. x 1
- Peso della fondazione x 1

*non sommati

Totali

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O'	=	2.540
GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici)	=	2.499
Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 =$	106.86 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio $.Q_8 =$ 0.30 m
Carico sul terreno della fondazione: $G_0 =$	1189.12 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio $.C_8 =$ 5.15 m
TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff	$\sigma_t =$	0.231 MPa
OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione	$\beta =$	13.1°

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 1.29

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb)

$K_0 = 0.244$

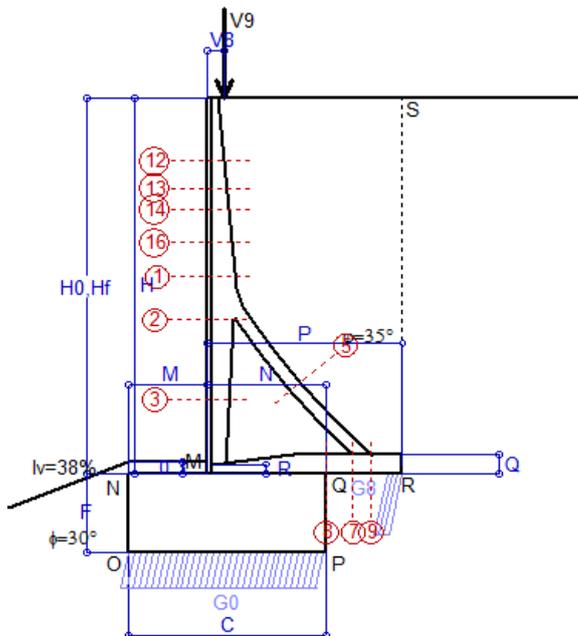
SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di partecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $c+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	148.6	58.6	76.6	121.5	75.3	68.3	20.36	4.84	103	3.63	38	0.051
2	89.8	328.7	-91.6	112.0	68.7	63.8	10.18	9.36	40	3.66	38	0.000
3	-41.9	382.4	0.0	27.0	51.3	45.7	5.09	9.36	-4	3.98	38	0.000
5	-19.1	-316.7	30.7	0.0	34.0	21.9	15.27	15.27	161	0.00	38	0.105
7	-44.9	203.6	-79.1	125.0	50.0	43.6	14.20	10.43	16	1.87	50	0.000
8	-38.9	203.6	0.0	125.0	50.0	43.6	10.24	10.43	8	1.47	50	0.000
9	48.8	0.0	53.9	125.0	50.0	44.0	14.20	5.09	83	2.63	50	0.000
12	9.8	14.4	13.8	119.8	43.8	37.0	5.09	4.84	46	1.24	38	0.000
13	24.6	22.3	24.2	123.2	51.2	44.7	7.63	4.84	67	1.85	38	0.000
14	42.2	29.4	34.0	124.0	56.9	49.8	10.18	4.84	79	2.32	38	0.000
16	84.2	42.6	53.0	124.0	66.0	58.8	15.27	4.84	90	2.94	38	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 4: Verifica SLE combinaz QUASI PERMANENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al 209+500 - 1° lotto



Spinta della terra su sez. R-S x 1
 Peso struttura (parete+platea) x 1
 Peso terra e sovraccarico x 1
 Forze concentrate (U9+V9) x 1
 Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 Peso della fondazione x 1
**non sommati*

Totali

Dati

$H_m = 10.00$ m	Prefabbricato tipo u100TM	$H_0 = 10.00$ m
$C = 5.15$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 10.00$ m
$F = 2.10$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$M = 2.05$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 0.0$ kN/m ²
$N = 3.10$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 5.10$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.50$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 1.875$ kN/cad

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.271$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
243.89	1 325.14	0.00	0.00
0.00	0.00	105.72	376.66
0.00	0.00	841.88	3 951.61
0.00	0.00	1.50	3.75
15.85	8.22	0.00	0.00
0.00	0.00	270.37	696.22
$S_9 = 259.74$	$M_9 = 1 333.37$	$P_9 = 1 219.48$	$M_8 = 5 028.23$

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O' = 2.935
 GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 2.723
 Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 141.08$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $. Q_8 = 0.39$ m
 Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 1078.39$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. $. C_8 = 5.15$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.209$ MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 12.0^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

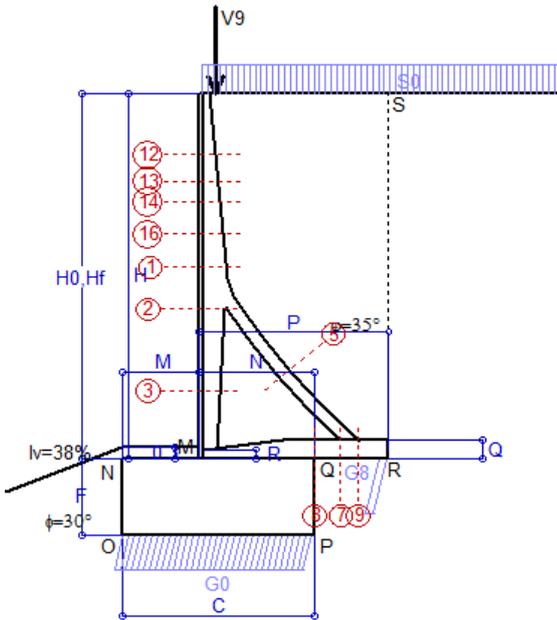
Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb)

$K_0 = 0.244$

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di partecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $C+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	99.0	50.0	56.7	121.5	75.3	68.3	20.36	4.84	67	2.45	38	0.000
2	48.1	269.6	-75.7	112.0	68.7	63.8	10.18	9.36	6	1.98	38	0.000
3	-54.8	315.4	0.0	27.0	51.3	45.7	5.09	9.36	-1	4.50	38	0.000
5	-17.1	-253.4	27.6	0.0	34.0	21.9	15.27	15.27	134	0.00	38	0.082
7	-79.0	162.9	-93.0	125.0	50.0	43.6	14.20	10.43	103	4.53	50	0.000
8	-87.7	162.9	0.0	125.0	50.0	43.6	10.24	10.43	123	5.14	50	0.000
9	45.6	0.0	50.3	125.0	50.0	44.0	14.20	5.09	77	2.46	50	0.000
12	3.7	11.4	6.9	119.8	43.8	37.0	5.09	4.84	15	0.50	38	0.000
13	12.1	18.0	14.2	123.2	51.2	44.7	7.63	4.84	30	0.94	38	0.000
14	23.2	24.1	21.7	124.0	56.9	49.8	10.18	4.84	41	1.30	38	0.000
16	51.9	35.7	36.9	124.0	66.0	58.8	15.27	4.84	53	1.84	38	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 2.61^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.045$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.022$

Dati

- $H_m = 10.00$ m
- $C = 5.15$ m
- $F = 2.10$ m
- $M = 2.05$ m
- $N = 3.10$ m
- $P = 5.10$ m
- $Q = 0.50$ m
- $U_v = 0.00$ m
- $V_8 = 0.45$ m
- $U_1 = 0.0$ m
- $R = 0.25$ m

Acceleraz. orizz. al suolo

- Prefabbricato tipo u100TM**
- Altezza della terra contro il pannello
- Sovraccarico sul rilevato (20%)
- Angolo d'attrito della terra
- Coefficiente d'attrito della fondazione
- Accelerazione massima locale
- Coeff. riduz. acceleraz. max attesa
- Forza orizzontale concentrata
- Forza verticale concentrata in cima
- Pendenza del rilevato vicino al muro
- Pendenza del rilevato lontano dal muro

$a_g/g = 0.061$

- $H_0 = 10.00$ m
- $H = 10.00$ m
- $S_0 = 4.0$ kN/m²
- $\phi = 35^\circ$
- $R_0 = 0.580$
- $a_{max}/g = 0.117$
- $\beta_m = 0.38$
- $U_g = 0.00$ kN/cad
- $V_g = 1.875$ kN/cad
- $i_g = 0.0\%$
- $i_b = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

- Coefficiente di spinta attiva della terra (Rankine con sisma) $K_1 = 0.278$
- agente su una sezione ideale R-S di altezza $H = 10.00$ m
- Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale $O_3 = 9.22^\circ$
- Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine) $K_3 = 0.271$
- Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Mononobe-Okabe) $K_p = 1.38$
- (Dati: $\phi = 30.00^\circ$ $\epsilon = 21.0^\circ$ $\psi = 90^\circ$ $\delta = 0^\circ$)

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R'-S' x 1	246.8	1 341.2	40.1	286.4
Spinta del sovraccar. su R'-S' x 1	11.0	77.9	1.8	12.7
Peso struttura (parete+platea) x 1	4.7	20.4	103.4	368.3
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	37.5	275.3	843.1	3 955.4
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.0	0.0	1.5	3.7
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	20.5	10.2	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	12.0	12.6	264.4	680.7
Spinta passiva sulla fondaz. Sp x 0.5	-37.8*	-30.3*	0.0*	0.0*
TOTALI (GEO e STR)	S_g = 332.5	M_g = 1 737.7	P_g = 1 254.2	M_g = 5 307.3

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:
 Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 93.7$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . . . $Q_8 = 0.26$ m
 Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 1160.4$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . . $C_8 = 5.15$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_1 = 0.225$ MPa
 OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 13.2^\circ$
Scorrimento sul piano di posa verificato essendo $R_d = (1254.2 * 0.58 + 37.8) / 1.0 = 765.3 > E_d = 332.5$
 Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 558$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 338$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (1a formula di Mononobe-Okabe) $K_0 = 0.271$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M _{Ed} (1) sulla sez. naturale	M _{Edu} (1) sulla sez. traslata	N _{Ed} (2)	V _{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b _w larghez- za taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M _{Rd} baricen- trico	V _{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	126.6	142.9	55.2	52.4	75.3	68.3	121.5	24.9	73°, 1.0	6.98	20.36	4.84	5.03	537.0	134.6	
2	66.7	79.3	315.6	-90.7	68.7	63.8	112.0	27.0	90°, 1.0	6.39	10.18	9.36	10.26	316.4	-217.2	
3	-56.0	-56.0	368.8	2.5	51.3	45.7	27.0	27.0	-	11.65	5.09	9.36	4.63	-257.9	103.8	
5	-21.2	-21.2	-304.0	29.9	34.0	28.0	23.0	23.0	90°, 1.0	6.39	15.27	15.27	6.67	-106.0	65.7	
7	-31.9	-22.2	195.4	-63.0	50.0	43.6	125.0	125.0	-	5.28	14.20	10.43	12.21	-217.7	-264.3	
8	-16.0	-16.0	195.4	7.5	50.0	43.6	125.0	125.0	-	5.22	10.24	10.43	7.27	-217.3	264.3	
9	47.0	47.0	0.0	52.0	50.0	44.0	125.0	125.0	-	5.00	14.20	5.09	7.85	236.3	240.3	
12	6.3	7.7	12.6	8.7	43.8	37.0	119.8	16.5	73°, 1.0	3.00	5.09	4.84	4.02	76.3	61.8	
13	17.9	20.9	19.9	15.8	51.2	44.7	123.2	18.5	73°, 1.0	3.67	7.63	4.84	4.02	134.4	72.9	
14	32.4	37.3	26.7	22.6	56.9	49.8	124.0	20.0	73°, 1.0	4.31	10.18	4.84	4.02	197.6	79.9	
16	68.7	78.0	39.4	35.8	66.0	58.8	124.0	22.4	73°, 1.0	5.59	15.27	4.84	4.02	347.1	91.8	

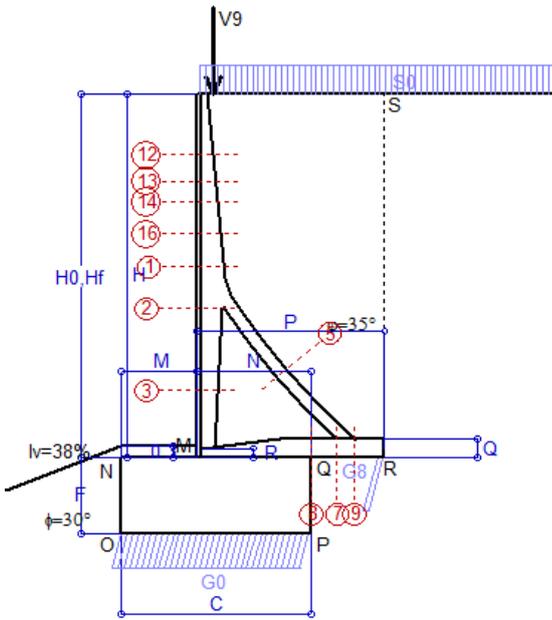
(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.
 (2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 3, 5, 6, 8 e 9 Med=Medu perché il momento flettente è già massimo

Scheda 6: Verifica sismica al ribaltamento

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al 209+500 - 1° lotto

Comune di Codrongianos



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 3.95^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.067$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.033$

Dati

$H_m = 10.00$ m
 $C = 5.15$ m
 $F = 2.10$ m
 $M = 2.05$ m
 $N = 3.10$ m
 $P = 5.10$ m
 $Q = 0.50$ m
 $U_v = 0.00$ m
 $V_8 = 0.45$ m
 $U_1 = 0.0$ m
 $R = 0.25$ m

Acceleraz. orizz. al suolo

Prefabbricato tipo u100TM
 Altezza della terra contro il pannello
 Sovraccarico sul rilevato (20%)
 Angolo d'attrito della terra
 Coefficiente d'attrito della fondazione
 Accelerazione massima locale
 Coeff. riduz. acceleraz. max attesa
 Forza orizzontale concentrata
 Forza verticale concentrata in cima
 Pendenza del rilevato vicino al muro
 Pendenza del rilevato lontano dal muro

$a_g/g = 0.061$

$H_0 = 10.00$ m
 $H = 10.00$ m
 $S_0 = 4.0$ kN/m²
 $\phi = 35^\circ$
 $R_0 = 0.580$
 $a_{max}/g = 0.117$
 $\beta_m = 0.57$
 $U_9 = 0.00$ kN/cad
 $V_9 = 1.875$ kN/cad
 $i_9 = 0.0\%$
 $i_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

Coefficiente di spinta attiva della terra (Rankine con sisma) agente su una sezione ideale R-S di altezza
 Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale
 Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)
 Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Mononobe-Okabe)
 (Dati: $\phi = 30.00^\circ$ $\epsilon = 21.0^\circ$ $\psi = 90^\circ$ $\delta = 0^\circ$)

$K_1 = 0.286$
 $H = 10.00$ m
 $O_3 = 13.47^\circ$
 $K_3 = 0.285$
 $K_p = 1.32$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R'-S' x 1	250.7	1 361.9	60.0	429.2
Spinta del sovraccar. su R'-S' x 1	11.1	79.1	2.7	19.1
Peso struttura (parete+platea) x 1	7.1	30.6	102.2	364.1
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	56.2	412.7	833.5	3 910.5
Forze concentrate (U9+V9) x 1	0.0	0.0	1.5	3.7
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	23.3	11.5	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	18.0	18.9	261.4	673.0
Spinta passiva sulla fondaz. Sp x 0.5	-36.2*	-29.0*	0.0*	0.0*
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 366.3	M₉ = 1 914.7	P₉ = 1 261.3	M₈ = 5 399.7

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 67.7$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . . . $Q_8 = 0.19$ m
 Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 1193.6$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . . $C_8 = 5.15$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_1 = 0.232$ MPa
 OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 14.7^\circ$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo $R_d = (5399.7 + 29) / 1.0 = 5428.6 > E_d = 1914.7$

Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo $R_d = (2676.8) / 1.0 = 2676.8 > E_d = 1201.8$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 566$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 366$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (1a formula di Mononobe-Okabe) Freccia in cima al pannello mm 1.29
 $K_0 = 0.285$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M _{Ed} (1) sulla sez. naturale	M _{EdU} (1) sulla sez. traslata	N _{Ed} (2)	V _{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato comp- presso	b _w larghez- za taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M _{Rd} baricen- trico	V _{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN		
1	134.8	152.1	56.8	55.6	75.3	68.3	121.5	24.9	73°, 1.0	6.99	20.36	4.84	5.03	537.4	133.7	
2	71.4	84.8	332.2	-95.8	68.7	63.8	112.0	27.0	90°, 1.0	6.46	10.18	9.36	10.26	320.0	-216.4	
3	-58.6	-58.6	388.3	3.7	51.3	45.7	27.0	27.0	-	12.01	5.09	9.36	4.63	-262.7	105.3	
5	-21.2	-21.2	-322.5	29.9	34.0	28.0	23.0	23.0	90°, 1.0	6.30	15.27	15.27	6.67	-103.9	65.7	
7	-2.7	2.8	207.3	-43.2	50.0	43.6	125.0	125.0	-	5.32	14.20	10.43	12.21	-220.2	-265.9	
8	28.4	28.4	207.3	27.6	50.0	44.0	125.0	125.0	-	5.34	10.24	10.43	7.27	219.2	267.6	
9	56.4	56.4	0.0	62.2	50.0	44.0	125.0	125.0	-	5.00	14.20	5.09	7.85	236.3	240.3	
12	6.9	8.3	12.9	9.3	43.8	37.0	119.8	16.5	73°, 1.0	3.00	5.09	4.84	4.02	76.3	61.6	
13	19.2	22.4	20.4	16.9	51.2	44.7	123.2	18.5	73°, 1.0	3.67	7.63	4.84	4.02	134.4	72.6	
14	34.7	39.9	27.3	24.0	56.9	49.8	124.0	20.0	73°, 1.0	4.32	10.18	4.84	4.02	197.7	79.4	
16	73.3	83.3	40.5	38.0	66.0	58.8	124.0	22.4	73°, 1.0	5.60	15.27	4.84	4.02	347.3	91.1	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 3, 5, 6, 8 e 9 Med=Medu perché il momento flettente è già massimo

Scheda 7. Portanza della fondazione

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al 209+500 - 1° lotto

Coefficienti SLU "favorevoli" e "sfavorevoli"

Prefabbricato tipo u100TM

Calcolo con la formula di Brinch-Hansen 1970 (valida per terreno omogeneo e condizioni drenate)

Dati geotecnici del terreno di fondazione:

Natura di terreno di fondazione		Unità geotecnica 'SL' (sabbie con limo, sabbie limose)			
ϕ	Angolo d'attrito nominale	gradi	30.0°	$\phi = \text{rad}$	0.5236
c	Coesione drenata	kN/m ²	10		
γ	Peso specifico	kN/m ³	19.00		
Iv	Inclinazione del terreno a valle	%	38.4%	$\epsilon = \text{rad}$	0.3666

Dati geometrici della fondazione:

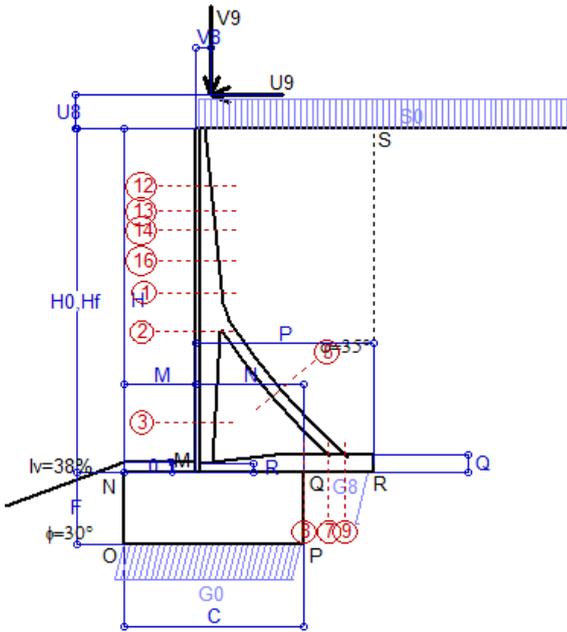
E	Spessore della terra sulla fondazione	m	0.30		
F	Spessore della fondazione (facciata di valle)	m	2.10		
I7	Inclinazione del letto di posa	%	0.0%	$\alpha = \text{rad}$	0.0000

Verifiche allo stato limite ultimo (A1+M1+R3)			Scheda 1	Sisma
Carichi agenti sulla fondazione:				
N	Componente verticale (G0)	kN/m	1623.7	1160.4
β	Obliquità del carico rispetto alla verticale	gradi	13.57°	13.22°
H	Componente orizzontale = G0 * tan(β)	kN/m	391.9	272.6
B	Larghezza del nastro di appoggio (C8)	m	5.15	5.15
Dati influenzati dal tipo di verifica:				
Φ	Angolo d'attrito assunto nel calcolo	rad	0.5236	0.5236
E5	Distanza della risultante dal bordo esterno della fondazione	m	2.58	2.58
D	Affondamento = E + F + E5 * Iv	m	3.39	3.39
Termini della formula di Brinch-Hansen				
Profondità	= $[\gamma D N_q] s_q d_q i_q b_q g_q z_q$	kN/m ²	307.96	304.55
Coefficiente base	$N_q = \tan^2(45^\circ + \Phi / 2) e^{\pi \tan \Phi}$		18.40	18.40
Inclinaz. terreno a valle	$g_q = (1 - \tan \epsilon)^2$		0.38	0.38
Lunghezza del muro	$s_q = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_q = 1 + 2 \tan \Phi (1 - \sin \Phi)^2 x \text{se}[D < B; D/B; \text{atn}(D/B)]$		1.19	1.19
Inclinazione letto di posa	$b_q = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	i_q #RIF!		0.58	0.59
Paolucci e Pecker 1997	$z_q = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$		-	0.972
Coesione	= $[c N_c] s_c d_c i_c b_c g_c z_c$	kN/m ²	68.60	68.84
Coefficiente base	$N_c = (N_q - 1) \cot \Phi$		30.14	30.14
Inclinaz. terreno a valle	$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \Phi)$		0.34	0.34
Lunghezza del muro	$s_c = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.20	1.20
Inclinazione letto di posa	$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c \tan \Phi)$		0.55	0.56
Paolucci e Pecker 1997	$z_c = 1 - 0.34 K_h$		-	0.985
Superficie	= $[\frac{1}{2} \gamma B N_\gamma] s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma z_\gamma$	kN/m ²	190.82	193.33
Coefficiente base	$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \Phi$		22.40	22.40
Inclinaz. terreno a valle	$g_\gamma = (1 - \tan \epsilon)^2$		0.38	0.38
Lunghezza del muro	$s_\gamma = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_\gamma = 1.00$		1.00	1.00
Inclinazione letto di posa	$b_\gamma = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	i_γ #RIF!		0.46	0.48
Paolucci e Pecker 1997	$z_\gamma = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$		-	0.972
Verifica della capacità portante				
q _{LIM}	Carico unitario limite (Meyerhof)	Mpa	0.567	0.567
γ_R	Coeff. per le verifiche SLU di fondazioni superficiali		1.4	1.2
C_p	Capacità portante, tenuto conto di γ_R	kN	2087.1	2432.2
G ₀	Carico effettivo, dovuto alle forze esterne	kN	1623.7	1160.4
La struttura è verificata al collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno per l'approccio 2 (A1+M1+R3)				

Scheda 9: Urto sul scurvia da 14.29 kN/cad a 1.00 m da terra

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al 209+500 - 1° lotto

Coefficienti SLU per azioni eccezionali



Dati

$H_m = 10.00$ m	Prefabbricato tipo u100TM	$H_0 = 10.00$ m
$C = 5.15$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 10.00$ m
$F = 2.10$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$M = 2.05$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$N = 3.10$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 5.10$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.50$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$U_v = 1.00$ m	Urto: Forza orizzontale concentrata	$U_9 = 14.29$ kN/cad
$V_8 = 0.45$ m	Forza verticale concentrata in cima	$V_9 = 1.875$ kN/cad
$R = 0.25$ m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$i_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine)	$K_1 = 0.271$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H = 10.00$ m
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$O_3 = 0.00^\circ$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.244$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1	243.9	1 325.1	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1	54.2	384.8	0.0	0.0
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.0	0.0	105.7	376.7
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	0.0	0.0	943.9	4 420.8
Forze concentrate (U9+V9) x 1	11.4	149.8	1.5	3.7
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	16.4	8.4	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	0.0	0.0	270.4	696.2
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 325.9	M₉ = 1 868.1	P₉ = 1 321.5	M₈ = 5 497.4

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzera della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 = 57.0$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$Q_8 = 0.16$ m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 1264.5$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$C_8 = 5.15$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_t = 0.246$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 13.9^\circ$
Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo		$Rd = (1321.5 * 0.58) / 1.1 = 696.8$	$> Ed = 325.9$
Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo		$Rd = (5497.4) / 1.15 = 4780.4$	$> Ed = 1868.1$
Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo		$Rd = (2646.5) / 1.15 = 2301.3$	$> Ed = 1209.7$
Componenti verticali nel contatto platea-fondazione:	Lato valle (punto M) $G_6 = 623$ kN	Lato monte (punto Q) $G_7 = 371$ kN	

Verifica delle sezioni allo s.l.u. (STR)

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb)

Freccia in cima al pannello mm	8.72
$K_0 =$	0.244

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M _{Ed} (1) sulla sez. naturale	M _{Edu} (1) sulla sez. traslata	N _{Ed} (2)	V _{Ed}	H	d	B5	b _w	staffe	X1	A1	A2	A4	M _{Rd}	V _{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm	α°, ctgθ	cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	246.2	268.4	61.5	61.5	75.3	68.3	121.5	24.9	73°, 1.0	7.01	20.36	4.84	5.03	538.4	133.5	
2	175.2	191.2	384.5	-93.7	68.7	63.8	112.0	27.0	90°, 1.0	6.68	10.18	9.36	10.26	331.1	-216.7	
3	-7.1	-7.1	449.6	0.0	51.3	45.7	27.0	27.0	-	13.33	5.09	9.36	4.63	-277.3	110.1	
5	-23.7	-23.7	-384.9	33.4	34.0	28.0	23.0	23.0	90°, 1.0	5.98	15.27	15.27	6.67	-96.9	65.7	
7	4.6	14.2	247.4	-62.4	50.0	44.0	125.0	125.0	-	5.97	14.20	8.42	12.21	289.4	-272.9	
8	24.7	24.7	247.4	12.2	50.0	44.0	125.0	125.0	-	5.25	9.11	8.42	4.61	209.2	272.9	
9	67.3	67.3	0.0	74.3	50.0	44.0	125.0	125.0	-	4.92	14.20	3.08	7.85	235.7	240.3	
12	49.6	53.3	15.4	16.7	43.8	37.0	119.8	16.5	73°, 1.0	3.01	5.09	4.84	4.02	76.6	60.6	
13	76.9	83.1	23.7	24.4	51.2	44.7	123.2	18.5	73°, 1.0	3.69	7.63	4.84	4.02	134.8	71.7	
14	104.6	113.2	31.2	31.3	56.9	49.8	124.0	20.0	73°, 1.0	4.34	10.18	4.84	4.02	198.3	78.6	
16	163.4	177.6	44.9	44.7	66.0	58.8	124.0	22.4	-	5.62	15.27	4.84	4.02	348.1	91.3	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Le sezioni sulla parete prefabbricata (come la 12) sono collocate poco sopra il piego di ogni ferro, senza più considerarne il contributo.

programma Tensiter 'Muri 2018' vers.1.2.3

Norma: Italia D.M 17/1/2018

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
11 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 0.50	14.67	1.173
12 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 0.50	14.67	1.109
13 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-4.50; 1.50	15.54	1.361
14 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-4.50; 1.50	15.54	1.365

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte	
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto	
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)	
W	peso della striscia espresso in [kN]
Qy	carico sulla striscia espresso in [kN]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
Tx; Ty	Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

Combinazione n° 11 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	32.91	0.00	10.16 - 0.83	79.223	29.256	0	0.0	
2	79.35	0.00	0.83	66.509	29.256	0	0.0	
3	103.85	0.00	0.83	59.296	29.256	0	0.0	
4	122.48	0.00	0.83	53.425	29.256	0	0.0	
5	137.67	0.00	0.83	48.291	29.256	0	0.0	
6	150.56	0.00	0.83	43.635	24.791	8	0.0	
7	166.03	0.00	0.83	39.319	24.791	8	0.0	
8	173.12	0.00	0.83	35.256	24.791	8	0.0	
9	184.75	0.00	0.83	31.389	24.791	8	0.0	
10	199.05	0.00	0.83	27.676	24.791	8	0.0	
11	204.80	0.00	0.83	24.086	24.791	8	0.0	
12	209.64	0.00	0.83	20.594	24.791	8	0.0	
13	123.12	1.87	0.83	17.181	24.791	8	0.0	
14	78.09	0.00	0.83	13.830	24.791	8	0.0	
15	74.88	0.00	0.83	10.527	24.791	8	0.0	
16	61.92	0.00	0.83	7.258	24.791	8	0.0	
17	58.41	0.00	0.83	4.014	24.791	8	0.0	
18	54.21	0.00	0.83	0.782	24.791	8	0.0	
19	49.31	0.00	0.83	-2.447	24.791	8	0.0	
20	43.72	0.00	0.83	-5.684	24.791	8	0.0	
21	37.42	0.00	0.83	-8.939	24.791	8	0.0	
22	30.40	0.00	0.83	-12.224	24.791	8	0.0	
23	22.64	0.00	0.83	-15.551	24.791	8	0.0	
24	14.10	0.00	0.83	-18.932	24.791	8	0.0	
25	4.74	0.00	-10.50 - 0.83	-21.771	24.791	8	0.0	

Combinazione n° 12 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	32.91	21.49	10.16 - 0.83	79.223	29.256	0	0.0	
2	79.35	21.49	0.83	66.509	29.256	0	0.0	
3	103.85	21.49	0.83	59.296	29.256	0	0.0	
4	122.48	21.49	0.83	53.425	29.256	0	0.0	
5	137.67	21.49	0.83	48.291	29.256	0	0.0	
6	150.56	21.49	0.83	43.635	24.791	8	0.0	
7	166.03	21.49	0.83	39.319	24.791	8	0.0	
8	173.12	21.49	0.83	35.256	24.791	8	0.0	
9	184.75	21.49	0.83	31.389	24.791	8	0.0	
10	199.05	21.49	0.83	27.676	24.791	8	0.0	
11	204.80	21.49	0.83	24.086	24.791	8	0.0	
12	209.64	21.49	0.83	20.594	24.791	8	0.0	
13	123.12	6.39	0.83	17.181	24.791	8	0.0	

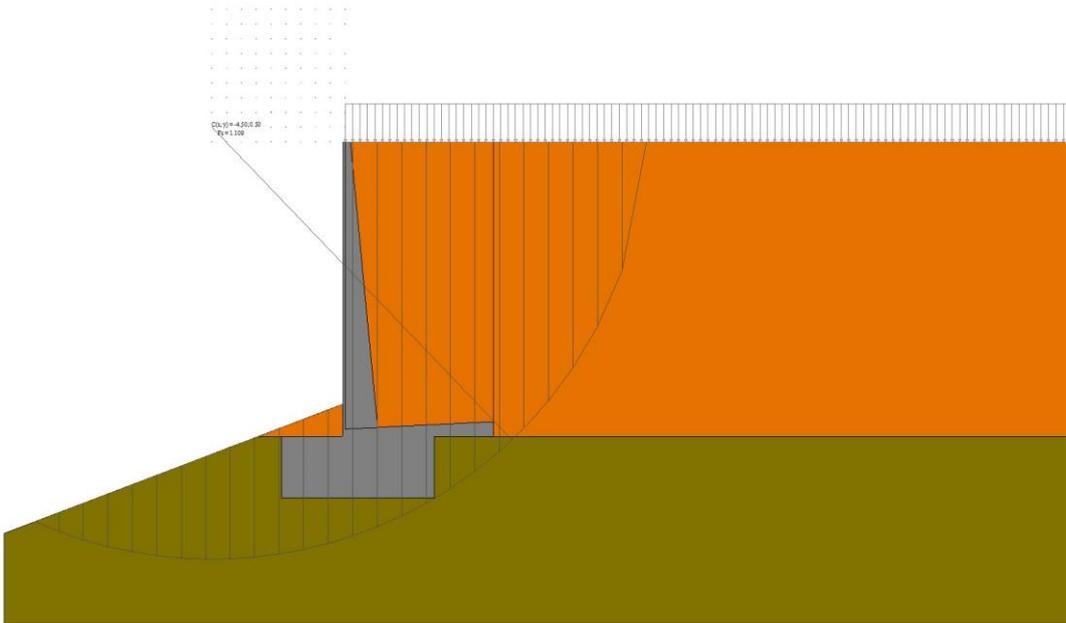
n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
14	78.09	0.00	0.83	13.830	24.791	8	0.0	
15	74.88	0.00	0.83	10.527	24.791	8	0.0	
16	61.92	0.00	0.83	7.258	24.791	8	0.0	
17	58.41	0.00	0.83	4.014	24.791	8	0.0	
18	54.21	0.00	0.83	0.782	24.791	8	0.0	
19	49.31	0.00	0.83	-2.447	24.791	8	0.0	
20	43.72	0.00	0.83	-5.684	24.791	8	0.0	
21	37.42	0.00	0.83	-8.939	24.791	8	0.0	
22	30.40	0.00	0.83	-12.224	24.791	8	0.0	
23	22.64	0.00	0.83	-15.551	24.791	8	0.0	
24	14.10	0.00	0.83	-18.932	24.791	8	0.0	
25	4.74	0.00	-10.50 - 0.83	-21.771	24.791	8	0.0	

Combinazione n° 13 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	29.05	3.42	10.98 - 0.86	77.209	35.000	0	0.0	
2	73.10	3.42	0.86	66.253	35.000	0	0.0	
3	99.17	3.42	0.86	59.244	35.000	0	0.0	
4	119.17	3.42	0.86	53.502	35.000	0	0.0	
5	135.53	3.42	0.86	48.468	35.000	0	0.0	
6	149.33	3.42	0.86	43.896	35.000	0	0.0	
7	169.98	3.42	0.86	39.656	30.000	10	0.0	
8	174.00	3.42	0.86	35.663	30.000	10	0.0	
9	182.60	3.42	0.86	31.862	30.000	10	0.0	
10	198.00	3.42	0.86	28.212	30.000	10	0.0	
11	208.04	3.42	0.86	24.684	30.000	10	0.0	
12	213.40	3.42	0.86	21.254	30.000	10	0.0	
13	196.16	2.81	0.86	17.902	30.000	10	0.0	
14	80.10	0.00	0.86	14.612	30.000	10	0.0	
15	78.08	0.00	0.86	11.371	30.000	10	0.0	
16	67.47	0.00	0.86	8.167	30.000	10	0.0	
17	60.03	0.00	0.86	4.988	30.000	10	0.0	
18	55.75	0.00	0.86	1.825	30.000	10	0.0	
19	50.74	0.00	0.86	-1.333	30.000	10	0.0	
20	45.01	0.00	0.86	-4.495	30.000	10	0.0	
21	38.54	0.00	0.86	-7.671	30.000	10	0.0	
22	31.32	0.00	0.86	-10.870	30.000	10	0.0	
23	23.33	0.00	0.86	-14.105	30.000	10	0.0	
24	14.55	0.00	0.86	-17.386	30.000	10	0.0	
25	4.92	0.00	-10.43 - 0.86	-20.317	30.000	10	0.0	

Combinazione n° 14 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	29.05	3.42	10.98 - 0.86	77.209	35.000	0	0.0	
2	73.10	3.42	0.86	66.253	35.000	0	0.0	
3	99.17	3.42	0.86	59.244	35.000	0	0.0	
4	119.17	3.42	0.86	53.502	35.000	0	0.0	
5	135.53	3.42	0.86	48.468	35.000	0	0.0	
6	149.33	3.42	0.86	43.896	35.000	0	0.0	
7	169.98	3.42	0.86	39.656	30.000	10	0.0	
8	174.00	3.42	0.86	35.663	30.000	10	0.0	
9	182.60	3.42	0.86	31.862	30.000	10	0.0	
10	198.00	3.42	0.86	28.212	30.000	10	0.0	
11	208.04	3.42	0.86	24.684	30.000	10	0.0	
12	213.40	3.42	0.86	21.254	30.000	10	0.0	
13	196.16	2.81	0.86	17.902	30.000	10	0.0	
14	80.10	0.00	0.86	14.612	30.000	10	0.0	
15	78.08	0.00	0.86	11.371	30.000	10	0.0	
16	67.47	0.00	0.86	8.167	30.000	10	0.0	
17	60.03	0.00	0.86	4.988	30.000	10	0.0	
18	55.75	0.00	0.86	1.825	30.000	10	0.0	
19	50.74	0.00	0.86	-1.333	30.000	10	0.0	
20	45.01	0.00	0.86	-4.495	30.000	10	0.0	
21	38.54	0.00	0.86	-7.671	30.000	10	0.0	
22	31.32	0.00	0.86	-10.870	30.000	10	0.0	
23	23.33	0.00	0.86	-14.105	30.000	10	0.0	
24	14.55	0.00	0.86	-17.386	30.000	10	0.0	
25	4.92	0.00	-10.43 - 0.86	-20.317	30.000	10	0.0	



Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 12)

CA349 - SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 1° lotto (dal km 193 al km 199)		
CA-349	<i>Relazione Tecnica e di Calcolo - Muri di Sostegno e Muri di Sottoscarpa</i>	

11 ALLEGATO 2 – MURI DI SOTTOSCARPA

Anas S.p.A.

CA349 - SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia
Potenziamento e messa in sicurezza della S.S. 131
dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)

Codrongianos (SS)

RELAZIONE DI CALCOLO

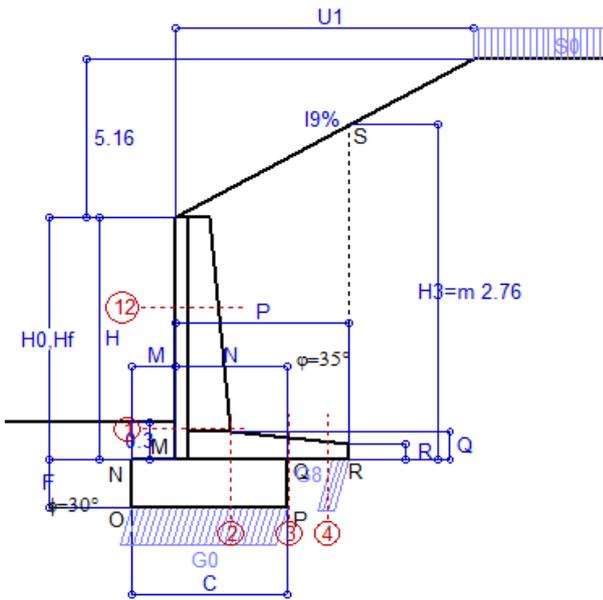
**dei muri di sottoscarpa in cemento armato
realizzati con elementi prefabbricati
svolta a sensi del D.M. 17/1/2018**

Manufatti prodotti in conformità alle norme UNI EN 13369 e UNI EN 15258
dotati di "Marcatura CE" ai sensi del D.M. 17/1/2018

Emissione del 19/11/2020

Scheda 1: Approccio 2, (A1+M1+R3)

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto



Dati

$H_m = 2.00$ m	Prefabbricato tipo u20NM	$H_0 = 2.00$ m
$C = 1.25$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 2.00$ m
$F = 0.40$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$M = 0.35$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35.00^\circ$
$N = 0.90$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 1.40$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.23$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.577$
$U_1 = 9.5$ m	Pendenza del rilevato vicino al muro	$I_9 = 54.3\%$
$R = 0.12$ m	Pendenza del rilevato lontano dal muro	$I_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (cuneo a cavallo di R-S) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.412$
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$H_3 = 2.76$ m
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$O_3 = 28.51^\circ$
	$K_3 = 0.404$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta su R-S: terra x 1.3 + sovr x 1.5	32.3	42.6	17.5	30.7
Peso struttura (parete+platea) x 1.3	0.0	0.0	15.9	11.9
Peso terra x 1.3 e sovracc. x 1.50	0.0	0.0	66.5	76.2
Spinta della terra sulla fondaz. x 1.3	0.8	0.1	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1.3	0.0	0.0	16.3	10.2
TOTALI (GEO e STR)	$S_9 = 33.1$	$M_9 = 42.7$	$P_9 = 116.2$	$M_8 = 128.9$

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 = 14.4$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$Q_8 = 0.12$ m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 101.8$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$C_8 = 1.25$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_1 = 0.081$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 15.9^\circ$

Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo $R_d = (116.2 * 0.577) / 1.1 = 61.0 > E_d = 33.1$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo $R_d = (128.9) / 1.15 = 112.1 > E_d = 42.7$

Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo $R_d = (83.8) / 1.15 = 72.9 > E_d = 29.7$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 47$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 39$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Freccia in cima al pannello mm 0.54

A ogni profondità lo sforzo di taglio sulla parete è calcolato in base all'equilibrio del cuneo di terra limitato dalla parete e da un piano la cui giacitura è quella che genera la massima spinta attiva. Noto il taglio, le altre caratteristiche delle sollecitazioni sono dedotte da questo (procedura 'Cuneo contro la parete').

Sull'intera parete il coefficiente di spinta medio è $K_1 = 0.404$. La spinta risulta applicata al 52.2% dell'altezza.

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	$M_{Ed,u}$ (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b_w larghez- za taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricen- trico	V_{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN		
1	14.2	14.2	15.2	12.0	44.8	38.3	113.8	13.8	45°, 1.0	3.02	5.00	4.02	5.91	76.8	106.1	
2	9.2	9.2	0.0	14.0	23.0	17.2	125.0	125.0	-	2.63	7.26	2.70	13.15	51.2	122.6	
3	4.5	4.5	0.0	14.9	17.8	12.2	125.0	125.0	-	2.09	5.82	2.70	4.65	31.3	86.8	
4	-0.5	-0.5	0.0	0.7	14.0	8.2	125.0	125.0	-	1.50	3.60	2.70	0.00	-15.3	58.5	
12	2.2	2.6	5.1	2.6	34.6	25.1	112.8	12.8	73°, 1.0	2.33	3.08	4.02	3.96	34.8	42.9	

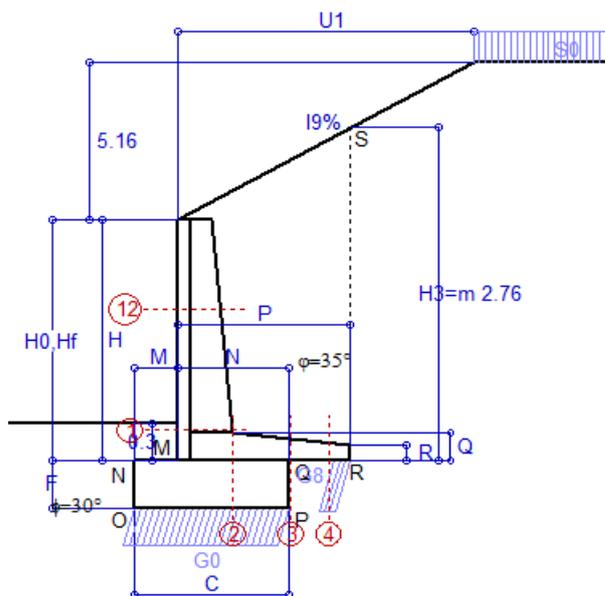
(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 $M_{ed} = M_{ed,u}$ perché $ctg(\alpha) = ctg(\theta) = 1$; nelle sezioni 3 e 4 $a_1 = 0$ perché il momento flettente è già massimo

Scheda 2: Verifica SLE combinaz. RARA

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto



Spinta della terra su sez. R-S x 1
 Peso struttura (parete+platea) x 1
 Peso terra e sovraccarico x 1
 Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 Peso della fondazione x 1
**non sommati*

Totali

Dati

$H_m = 2.00$ m	Prefabbricato tipo u20NM	$H_0 = 2.00$ m
$C = 1.25$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 2.00$ m
$F = 0.40$ m	Angolo d'attrito della terra	$\phi = 35^\circ$
$M = 0.35$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$N = 0.90$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 1.40$ m	Peso specifico del calcestruzzo . .	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.23$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$U_1 = 9.50$ m	Pendenza del rilevato vicino al muro	$i_g = 54.32$ %

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S cuneo a cavallo di R-S) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.412$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.404$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
24.81	32.75	13.48	23.58
0.00	0.00	12.21	9.13
0.00	0.00	51.19	58.64
0.63	0.08	0.00	0.00
0.00	0.00	12.50	7.81
$S_9 = 25.44$	$M_9 = 32.83$	$P_9 = 89.38$	$M_8 = 99.17$

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O'	=	2.823
GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici)	=	2.029
Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 =$	11.04 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . $Q_8 =$ 0.12 m
Carico sul terreno della fondazione: $G_0 =$	78.33 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio. . $C_8 =$ 1.25 m
TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff	$\sigma_t =$	0.063 MPa
OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione	$\beta =$	15.9°

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 0.35

A ogni profondità lo sforzo di taglio sulla parete è calcolato in base all'equilibrio del cuneo di terra limitato da un piano la cui giacitura è quella che genera la massima spinta attiva. Noto il taglio, le altre caratteristiche delle sollecitazioni sono dedotte da questo (procedura 'Cuneo contro la parete'). Sull'intera parete il coefficiente di spinta medio è $K_1 = 0.404$. La spinta risulta applicata al 52.2% dell'altezza.

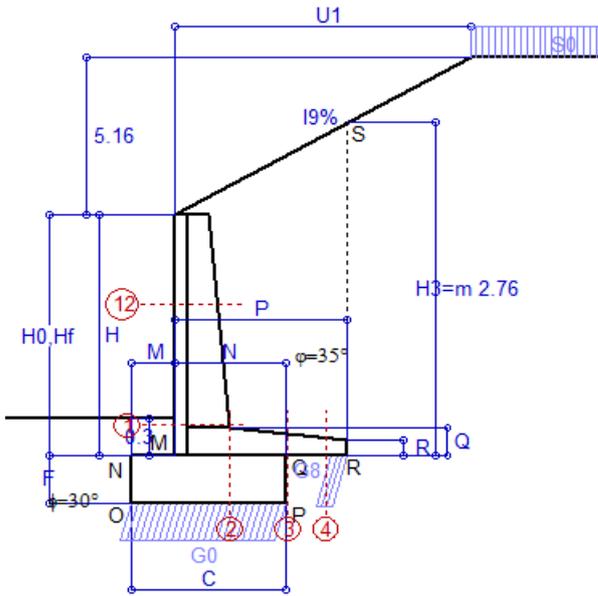
SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di partecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $C+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	11.0	11.7	11.9	113.8	44.8	38.3	5.00	4.02	53	1.35	38	0.000
2	7.1	0.0	15.9	125.0	23.0	17.2	7.26	2.70	60	2.30	48	0.000
3	3.5	0.0	15.0	125.0	17.8	12.2	5.82	2.70	49	2.13	48	0.000
4	-0.3	0.0	0.0	125.0	14.0	8.2	3.60	2.70	11	0.49	48	0.000
12	1.7	3.9	2.6	112.8	34.6	25.1	3.08	4.02	19	0.51	38	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 3: Verifica SLE combinaz. FREQUENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto



Spinta della terra su sez. R-S x 1
 Peso struttura (parete+platea) x 1
 Peso terra e sovraccarico x 1
 Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 Peso della fondazione x 1
**non sommati*

Totali

Dati

$H_m = 2.00$ m	Prefabbricato tipo u20NM	$H_0 = 2.00$ m
$C = 1.25$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 2.00$ m
$F = 0.40$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$M = 0.35$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 15.0$ kN/m ²
$N = 0.90$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 1.40$ m	Peso specifico del calcestruzzo . .	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.23$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$U_1 = 9.50$ m	Pendenza del rilevato vicino al muro	$l_9 = 54.32$ %

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S cuneo a cavallo di R-S) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.412$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.404$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
24.81	32.75	13.48	23.58
0.00	0.00	12.21	9.13
0.00	0.00	51.19	58.64
0.63	0.08	0.00	0.00
0.00	0.00	12.50	7.81
$S_9 = 25.44$	$M_9 = 32.83$	$P_9 = 89.38$	$M_8 = 99.17$

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O'	=	2.823
GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici)	=	2.029
Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 =$	11.04 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio $Q_8 =$ 0.12 m
Carico sul terreno della fondazione: $G_0 =$	78.33 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio $C_8 =$ 1.25 m
TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff	$\sigma_t =$	0.063 MPa
OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione	$\beta =$	15.9°

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 0.35

A ogni profondità lo sforzo di taglio sulla parete è calcolato in base all'equilibrio del cuneo di terra limitato da un piano la cui giacitura è quella che genera la massima spinta attiva. Noto il taglio, le altre caratteristiche delle sollecitazioni sono dedotte da questo (procedura 'Cuneo contro la parete'). Sull'intera parete il coefficiente di spinta medio è $K_1 = 0.404$. La spinta risulta applicata al 52.2% dell'altezza.

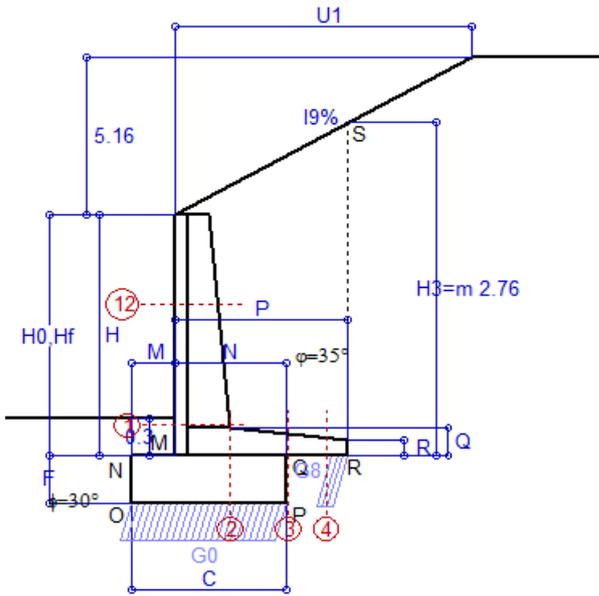
SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di partecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $C+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	11.0	11.7	11.9	113.8	44.8	38.3	5.00	4.02	53	1.35	38	0.000
2	7.1	0.0	15.9	125.0	23.0	17.2	7.26	2.70	60	2.30	48	0.000
3	3.5	0.0	15.0	125.0	17.8	12.2	5.82	2.70	49	2.13	48	0.000
4	-0.3	0.0	0.0	125.0	14.0	8.2	3.60	2.70	11	0.49	48	0.000
12	1.7	3.9	2.6	112.8	34.6	25.1	3.08	4.02	19	0.51	38	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 4: Verifica SLE combinaz QUASI PERMANENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto



Spinta della terra su sez. R-S x 1
 Peso struttura (parete+platea) x 1
 Peso terra e sovraccarico x 1
 Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 Peso della fondazione x 1
**non sommati*

Totali

Dati

$H_m = 2.00$ m	Prefabbricato tipo u20NM	$H_0 = 2.00$ m
$C = 1.25$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 2.00$ m
$F = 0.40$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$M = 0.35$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 0.0$ kN/m ²
$N = 0.90$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 1.40$ m	Peso specifico del calcestruzzo . .	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.23$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$U_1 = 9.50$ m	Pendenza del rilevato vicino al muro	$l_9 = 54.32$ %

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S cuneo a cavallo di R-S) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.412$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.404$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
24.81	32.75	13.48	23.58
0.00	0.00	12.21	9.13
0.00	0.00	51.19	58.64
0.63	0.08	0.00	0.00
0.00	0.00	12.50	7.81
$S_9 = 25.44$	$M_9 = 32.83$	$P_9 = 89.38$	$M_8 = 99.17$

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O'	=	2.823
GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici)	=	2.029
Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 =$ 11.04 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . $Q_8 =$	0.12 m
Carico sul terreno della fondazione: $G_0 =$ 78.33 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio. . $C_8 =$	1.25 m
TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff	$\sigma_t =$	0.063 MPa
OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione	$\beta =$	15.9°

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

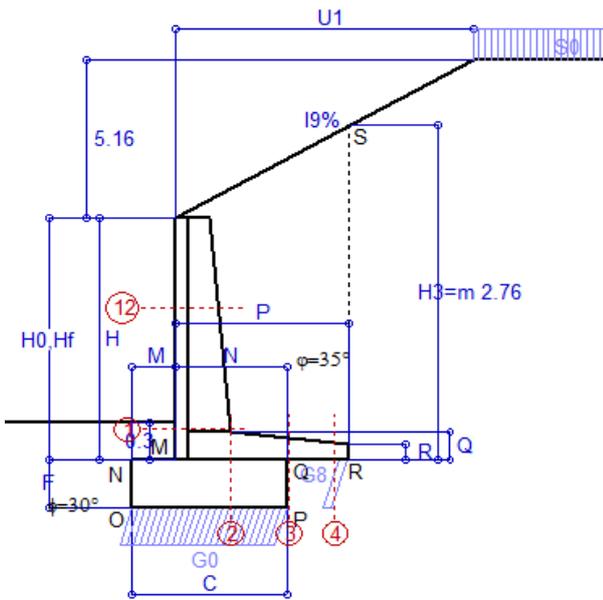
Freccia in cima al pannello mm 0.35

A ogni profondità lo sforzo di taglio sulla parete è calcolato in base all'equilibrio del cuneo di terra limitato da un piano la cui giacitura è quella che genera la massima spinta attiva. Noto il taglio, le altre caratteristiche delle sollecitazioni sono dedotte da questo (procedura 'Cuneo contro la parete'). Sull'intera parete il coefficiente di spinta medio è $K_1 = 0.404$. La spinta risulta applicata al 52.2% dell'altezza.

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di partecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $C+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	11.0	11.7	11.9	113.8	44.8	38.3	5.00	4.02	53	1.35	38	0.000
2	7.1	0.0	15.9	125.0	23.0	17.2	7.26	2.70	60	2.30	48	0.000
3	3.5	0.0	15.0	125.0	17.8	12.2	5.82	2.70	49	2.13	48	0.000
4	-0.3	0.0	0.0	125.0	14.0	8.2	3.60	2.70	11	0.49	48	0.000
12	1.7	3.9	2.6	112.8	34.6	25.1	3.08	4.02	19	0.51	38	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 2.17^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.037$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.019$

Dati

- $H_m = 2.00$ m
- $C = 1.25$ m
- $F = 0.40$ m
- $M = 0.35$ m
- $N = 0.90$ m
- $P = 1.40$ m
- $Q = 0.23$ m
- $U_1 = 9.5$ m
- $R = 0.12$ m

Acceleraz orizz. al suolo

Prefabbricato tipo u20NM

- Altezza della terra contro il pannello
- Sovraccarico sul rilevato (20%)
- Angolo d'attrito della terra
- Coefficiente d'attrito della fondazione
- Accelerazione massima locale
- Coeff. riduz. acceleraz. max attesa
- Pendenza del rilevato vicino al muro
- Pendenza del rilevato lontano dal muro

$a_g/g = 0.061$

- $H_0 = 2.00$ m
- $H = 2.00$ m
- $S_0 = 4.0$ kN/m²
- $\phi = 35^\circ$
- $R_0 = 0.577$
- $a_{max}/g = 0.098$
- $\beta_m = 0.38$
- $I_9 = 54.3\%$
- $I_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

- Coefficiente di spinta attiva della terra (cuneo a cavallo di R-S) agente su una sezione ideale R-S di altezza $H_3 = 2.76$ m
- Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale $O_3 = 32.27^\circ$
- Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine) $K_3 = 0.430$
- Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Mononobe-Okabe) $K_p = 2.93$
- (Dati: $\phi = 30.00^\circ$ $\epsilon = 0.0^\circ$ $\psi = 90^\circ$ $\delta = 0^\circ$)

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta su R-S: terra x 1 + sovr x 1	28.9	38.2	18.3	32.0
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.5	0.4	12.0	9.0
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	1.9	3.3	50.2	57.6
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	0.8	0.1	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	0.5	0.1	12.3	7.7
Spinta passiva sulla fondaz. Sp x 0.5	-3.2*	-0.8*	0.0*	0.0*
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 32.5	M₉ = 42.1	P₉ = 92.8	M₈ = 106.2

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

- Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 7.2$ kN
- Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 85.6$ kN
- TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_1 = 0.068$ MPa
- OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 17.5^\circ$
- Scorrimento** sul piano di posa: verificato essendo $R_d = (92.8 * 0.577 + 3.2) / 1.0 = 56.8 > E_d = 32.5$
- Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 39$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 35$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

A ogni profondità lo sforzo di taglio sulla parete è calcolato in base all'equilibrio del cuneo di terra limitato dalla parete e da un piano la cui giacitura è quella che genera la massima spinta attiva. Nota il taglio, le altre caratteristiche delle sollecitazioni sono dedotte da questo (procedura 'Cuneo contro la parete'). Sull'intera parete il coefficiente di spinta medio è $K_1 = 0.466$. La spinta risulta applicata al 52.2% dell'altezza. Freccia in cima al pannello mm 0.49

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni						Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M _{Ed} (1) sulla sez. naturale	M _{Edu} (1) sulla sez. traslata	N _{Ed} (2)	V _{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato compresso	b _w larghezza taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M _{Rd} baricentrico	V _{Rd}
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN
1	12.8	12.8	12.5	10.8	44.8	38.3	113.8	13.8	45°, 1.0	3.00	5.00	4.02	5.91	76.5	106.8
2	8.3	8.3	0.0	12.6	23.0	17.2	125.0	125.0	-	2.63	7.26	2.70	13.15	51.2	122.6
3	5.6	5.6	0.0	14.6	17.8	12.2	125.0	125.0	-	2.09	5.82	2.70	4.65	31.3	86.8
4	-0.1	-0.1	0.0	0.2	13.3	7.5	125.0	125.0	-	1.42	3.41	2.70	0.00	-14.2	53.2
12	2.0	2.4	4.1	2.4	34.6	25.1	112.8	12.8	73°, 1.0	2.33	3.08	4.02	3.96	34.7	43.0

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

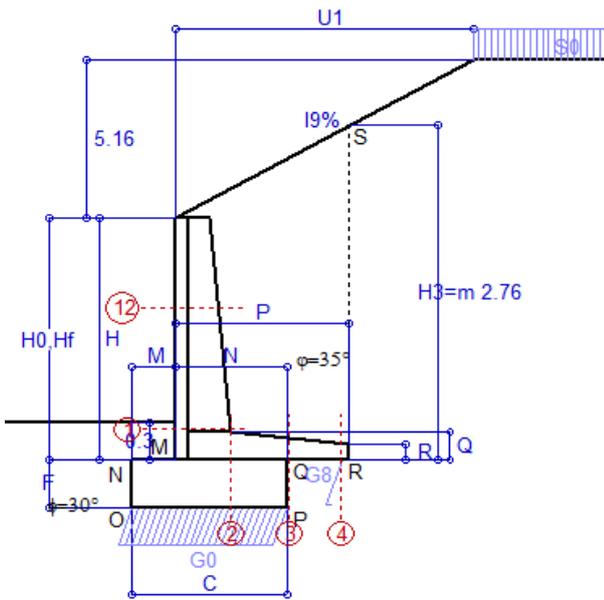
(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 Med=Medu perché ctg(alpha)=ctg(teta)=1; nelle sezioni 3 e 4 a1=0 perché il momento flettente è già massimo

Scheda 6: Verifica sismica al ribaltamento

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Comune di Codrongianes



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 3.29^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.056$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.028$

Dati

$H_m = 2.00$ m
 $C = 1.25$ m
 $F = 0.40$ m
 $M = 0.35$ m
 $N = 0.90$ m
 $P = 1.40$ m
 $Q = 0.23$ m
 $U_1 = 9.5$ m
 $R = 0.12$ m

Acceleraz orizz. al suolo

Prefabbricato tipo u20NM

Altezza della terra contro il pannello
 Sovraccarico sul rilevato (20%)
 Angolo d'attrito della terra
 Coefficiente d'attrito della fondazione
 Accelerazione massima locale
 Coeff. riduz. acceleraz. max attesa
 Pendenza del rilevato vicino al muro
 Pendenza del rilevato lontano dal muro

$a_g/g = 0.061$

$H_0 = 2.00$ m
 $H = 2.00$ m
 $S_0 = 4.0$ kN/m²
 $\phi = 35^\circ$
 $R_0 = 0.577$
 $a_{max}/g = 0.098$
 $\beta_m = 0.57$
 $I_9 = 54.3\%$
 $I_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

Coefficiente di spinta attiva della terra (cuneo a cavallo di R-S) agente su una sezione ideale R-S di altezza

$K_1 = 0.559$
 $H_3 = 2.76$ m

Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale

$O_3 = 33.56^\circ$

Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)

$K_3 = 0.465$

Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Mononobe-Okabe)

$K_p = 2.90$

(Dati: $\phi = 30.00^\circ$ $\epsilon = 0.0^\circ$ $\psi = 90^\circ$ $\delta = 0^\circ$)

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta su R-S: terra x 1 + sovr x 1	32.0	42.2	21.2	37.1
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.7	0.6	11.9	8.9
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	2.9	4.9	49.8	57.0
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	0.9	0.1	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	0.7	0.1	12.2	7.6
Spinta passiva sulla fondaz. $S_p \times 0.5$	-3.2*	-0.7*	0.0*	0.0*
TOTALI (GEO e STR)	$S_9 = 37.1$	$M_9 = 48.0$	$P_9 = 95.0$	$M_8 = 110.6$

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G_8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G_8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 4.2$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . . . $Q_8 = 0.05$ m
 Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 90.8$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . . $C_8 = 1.25$ m

TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_1 = 0.073$ MPa

OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 19.6^\circ$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo $R_d = (110.6 + 0.7) / 1.0 = 111.3 > E_d = 48$

Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo $R_d = (74) / 1.0 = 74.0 > E_d = 33.5$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 40$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 39$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Freccia in cima al pannello mm 0.55

A ogni profondità lo sforzo di taglio sulla parete è calcolato in base all'equilibrio del cuneo di terra limitato dalla parete e da un piano la cui giacitura è quella che genera la massima spinta attiva. Nota il taglio, le altre caratteristiche delle sollecitazioni sono dedotte da questo (procedura 'Cuneo contro la parete').

Sull'intera parete il coefficiente di spinta medio è $K_1 = 0.510$. La spinta risulta applicata al 52.2% dell'altezza.

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni						Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b_w larghez- za taglio	staffe α° , ctg Θ	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricen- trico	V_{Rd}
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	14.0	14.0	13.0	11.9	44.8	38.3	113.8	13.8	45°, 1.0	3.01	5.00	4.02	5.91	76.6	106.2
2	9.1	9.1	0.0	13.8	23.0	17.2	125.0	125.0	-	2.63	7.26	2.70	13.15	51.2	122.6
3	7.3	7.3	0.0	16.9	17.8	12.2	125.0	125.0	-	2.09	5.82	2.70	4.65	31.3	86.8
4	0.0	0.0	0.0	0.1	12.7	6.9	125.0	125.0	-	1.36	3.27	2.70	0.00	-13.4	49.2
12	2.2	2.6	4.2	2.7	34.6	25.1	112.8	12.8	73°, 1.0	2.33	3.08	4.02	3.96	34.7	42.9

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 $M_{ed} = M_{edu}$ perché $ctg(\alpha) = ctg(\theta) = 1$; nelle sezioni 3 e 4 $a_1 = 0$ perché il momento flettente è già massimo

programma Tensiter 'Muri 2018' vers.1.2.3

Norma: Italia D.M 17/1/2018

Scheda 7. Portanza della fondazione

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Coefficienti SLU "favorevoli" e "sfavorevoli"

Prefabbricato tipo u20NM

Calcolo con la formula di Brinch-Hansen 1970 (valida per terreno omogeneo e condizioni drenate)

Dati geotecnici del terreno di fondazione:

	Natura di terreno di fondazione	Unità geotecnica 'SL' (sabbie con limo, sabbie limose)			
ϕ	Angolo d'attrito nominale	gradi	30.0°	$\phi = \text{rad}$	0.5236
c	Coesione drenata	kN/m ²	10		
γ	Peso specifico	kN/m ³	9.00		
Iv	Inclinazione del terreno a valle	%	0.0%	$\varepsilon = \text{rad}$	0.0000

Dati geometrici della fondazione:

E	Spessore della terra sulla fondazione	m	0.30		
F	Spessore della fondazione (facciata di valle)	m	0.40		
I7	Inclinazione del letto di posa	%	0.0%	$\alpha = \text{rad}$	0.0000

Verifiche allo stato limite ultimo (A1+M1+R3)			Scheda 1	Sisma
Carichi agenti sulla fondazione:				
N	Componente verticale (G0)	kN/m	101.8	85.6
β	Obliquità del carico rispetto alla verticale	gradi	15.89°	17.52°
H	Componente orizzontale = G0 * tan(β)	kN/m	29.0	27.0
B	Larghezza del nastro di appoggio (C8)	m	1.25	1.25
Dati influenzati dal tipo di verifica:				
Φ	Angolo d'attrito assunto nel calcolo	rad	0.5236	0.5236
E5	Distanza della risultante dal bordo esterno della fondazione	m	0.63	0.63
D	Affondamento = E + F + E5 * Iv	m	0.70	0.70
Termini della formula di Brinck-Hansen				
Profondità	= $[\gamma D N_q] s_q d_q i_q b_q g_q z_q$	kN/m ²	68.93	61.61
Coefficiente base	$N_q = \tan^2(45^\circ + \Phi / 2) e^{\pi \tan \Phi}$		18.40	18.40
Inclinaz. terreno a valle	$g_q = (1 - \tan \varepsilon)^2$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_q = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_q = 1 + 2 \tan \Phi (1 - \sin \Phi)^2 \times \text{se}[D < B; D/B; \text{atn}(D/B)]$		1.16	1.16
Inclinazione letto di posa	$b_q = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	i_q #RIF!		0.51	0.47
Paolucci e Pecker 1997	$z_q = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$		-	0.977
Coesione	= $[c N_c] s_c d_c i_c b_c g_c z_c$	kN/m ²	170.73	152.52
Coefficiente base	$N_c = (N_q - 1) \cot \Phi$		30.14	30.14
Inclinaz. terreno a valle	$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_c = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.17	1.17
Inclinazione letto di posa	$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c \tan \Phi)$		0.48	0.44
Paolucci e Pecker 1997	$z_c = 1 - 0,34 K_h$		-	0.987
Superficie	= $[\frac{1}{2} \gamma B N_\gamma] s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma z_\gamma$	kN/m ²	56.48	51.53
Coefficiente base	$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \Phi$		22.40	22.40
Inclinaz. terreno a valle	$g_\gamma = (1 - \tan \varepsilon)^2$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_\gamma = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_\gamma = 1.00$		1.00	1.00
Inclinazione letto di posa	$b_\gamma = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	i_γ #RIF!		0.45	0.42
Paolucci e Pecker 1997	$z_\gamma = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$		-	0.977
Verifica della capacità portante				
q_{LIM}	Carico unitario limite (Meyerhof)	Mpa	0.296	0.266
γ_R	Coeff. per le verifiche SLU di fondazioni superficiali		1.4	1.2
C_p	Capacità portante, tenuto conto di γ_R	kN	264.4	276.7
G_0	Carico effettivo, dovuto alle forze esterne	kN	101.8	85.6
La struttura è verificata al collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno per l'approccio 2 (A1+M1+R3)				

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
11 - GEO (A2-M2-R2)	0.00; 4.50	6.96	1.504
12 - GEO (A2-M2-R2)	0.00; 4.50	6.96	1.504
13 - GEO (A2-M2-R2) H + V	0.00; 4.50	6.96	1.755
14 - GEO (A2-M2-R2) H - V	0.00; 4.50	6.96	1.761

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte	
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto	
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)	
W	peso della striscia espresso in [kN]
Qy	carico sulla striscia espresso in [kN]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
Tx; Ty	Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

Combinazione n° 11 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W	Qy	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	5.31	0.00	6.93 - 0.40	76.485	29.256	0	0.0	
2	13.06	0.00	0.40	65.623	29.256	0	0.0	
3	17.10	0.00	0.40	58.412	29.256	0	0.0	
4	19.80	0.00	0.40	52.502	29.256	0	0.0	
5	21.71	0.00	0.40	47.314	29.256	0	0.0	
6	23.06	0.00	0.40	42.599	29.256	0	0.0	
7	23.97	0.00	0.40	38.221	29.256	0	0.0	
8	24.53	0.00	0.40	34.095	29.256	0	0.0	
9	24.78	0.00	0.40	30.161	29.256	0	0.0	
10	24.77	0.00	0.40	26.380	29.256	0	0.0	
11	24.51	0.00	0.40	22.719	29.256	0	0.0	
12	24.07	0.00	0.40	19.155	24.791	8	0.7	
13	23.45	0.00	0.40	15.666	24.791	8	1.9	
14	23.70	0.00	0.40	12.236	24.791	8	2.9	
15	21.85	0.00	0.40	8.850	24.791	8	3.6	
16	21.88	0.00	0.40	5.495	24.791	8	4.1	
17	20.56	0.00	0.40	2.159	24.791	8	4.4	
18	12.85	0.00	0.40	-1.170	24.791	8	4.4	
19	5.60	0.00	0.40	-4.503	24.791	8	4.2	
20	5.00	0.00	0.40	-7.851	24.791	8	3.8	
21	4.51	0.00	0.40	-11.226	24.791	8	3.1	
22	3.83	0.00	0.40	-14.642	24.791	8	2.2	
23	2.97	0.00	0.40	-18.112	24.791	8	1.1	
24	1.91	0.00	0.40	-21.652	29.256	0	0.0	
25	0.63	0.00	-3.17 - 0.40	-24.266	29.256	0	0.0	

Combinazione n° 12 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W	Qy	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	5.31	0.00	6.93 - 0.40	76.485	29.256	0	0.0	
2	13.06	0.00	0.40	65.623	29.256	0	0.0	
3	17.10	0.00	0.40	58.412	29.256	0	0.0	
4	19.80	0.00	0.40	52.502	29.256	0	0.0	
5	21.71	0.00	0.40	47.314	29.256	0	0.0	
6	23.06	0.00	0.40	42.599	29.256	0	0.0	
7	23.97	0.00	0.40	38.221	29.256	0	0.0	
8	24.53	0.00	0.40	34.095	29.256	0	0.0	
9	24.78	0.00	0.40	30.161	29.256	0	0.0	
10	24.77	0.00	0.40	26.380	29.256	0	0.0	
11	24.51	0.00	0.40	22.719	29.256	0	0.0	
12	24.07	0.00	0.40	19.155	24.791	8	0.7	
13	23.45	0.00	0.40	15.666	24.791	8	1.9	
14	23.70	0.00	0.40	12.236	24.791	8	2.9	

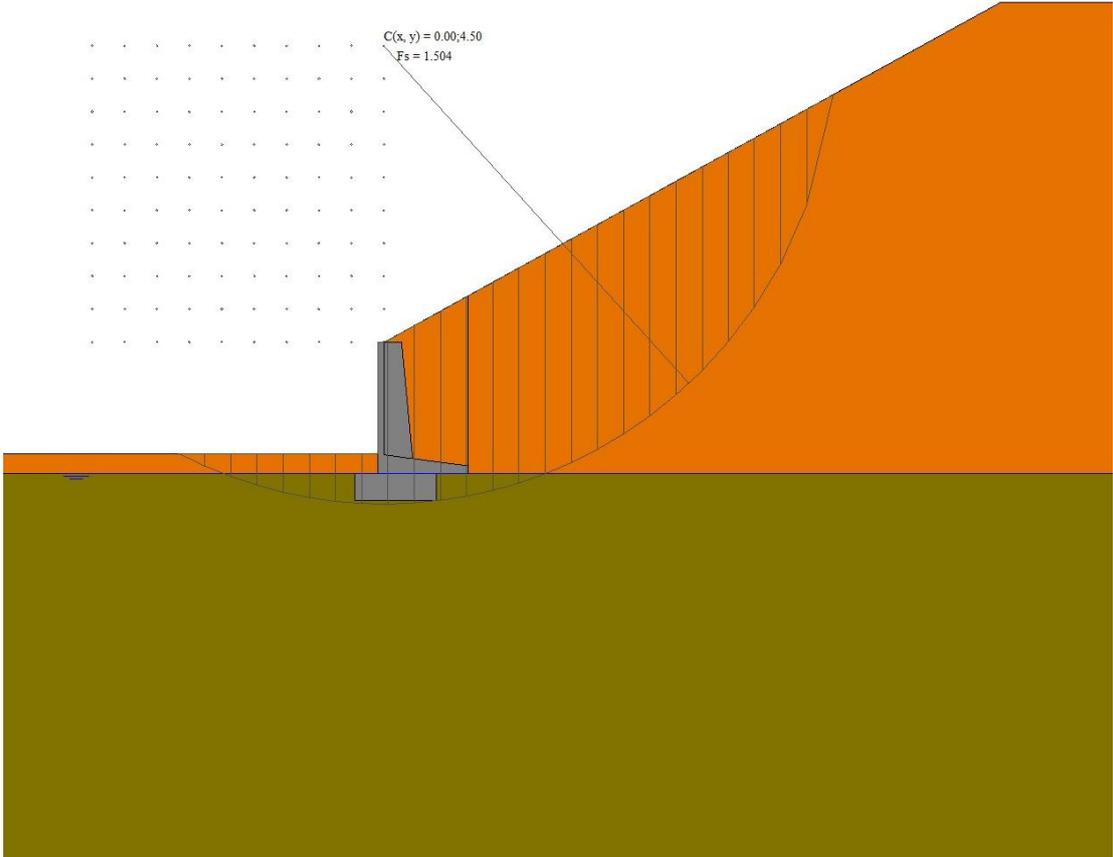
n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
15	21.85	0.00	0.40	8.850	24.791	8	3.6	
16	21.88	0.00	0.40	5.495	24.791	8	4.1	
17	20.56	0.00	0.40	2.159	24.791	8	4.4	
18	12.85	0.00	0.40	-1.170	24.791	8	4.4	
19	5.60	0.00	0.40	-4.503	24.791	8	4.2	
20	5.00	0.00	0.40	-7.851	24.791	8	3.8	
21	4.51	0.00	0.40	-11.226	24.791	8	3.1	
22	3.83	0.00	0.40	-14.642	24.791	8	2.2	
23	2.97	0.00	0.40	-18.112	24.791	8	1.1	
24	1.91	0.00	0.40	-21.652	29.256	0	0.0	
25	0.63	0.00	-3.17 - 0.40	-24.266	29.256	0	0.0	

Combinazione n° 13 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	5.31	0.00	6.93 - 0.40	76.485	35.000	0	0.0	
2	13.06	0.00	0.40	65.623	35.000	0	0.0	
3	17.10	0.00	0.40	58.412	35.000	0	0.0	
4	19.80	0.00	0.40	52.502	35.000	0	0.0	
5	21.71	0.00	0.40	47.314	35.000	0	0.0	
6	23.06	0.00	0.40	42.599	35.000	0	0.0	
7	23.97	0.00	0.40	38.221	35.000	0	0.0	
8	24.53	0.00	0.40	34.095	35.000	0	0.0	
9	24.78	0.00	0.40	30.161	35.000	0	0.0	
10	24.77	0.00	0.40	26.380	35.000	0	0.0	
11	24.51	0.00	0.40	22.719	35.000	0	0.0	
12	24.07	0.00	0.40	19.155	30.000	10	0.7	
13	23.45	0.00	0.40	15.666	30.000	10	1.9	
14	23.70	0.00	0.40	12.236	30.000	10	2.9	
15	21.85	0.00	0.40	8.850	30.000	10	3.6	
16	21.88	0.00	0.40	5.495	30.000	10	4.1	
17	20.56	0.00	0.40	2.159	30.000	10	4.4	
18	12.85	0.00	0.40	-1.170	30.000	10	4.4	
19	5.60	0.00	0.40	-4.503	30.000	10	4.2	
20	5.00	0.00	0.40	-7.851	30.000	10	3.8	
21	4.51	0.00	0.40	-11.226	30.000	10	3.1	
22	3.83	0.00	0.40	-14.642	30.000	10	2.2	
23	2.97	0.00	0.40	-18.112	30.000	10	1.1	
24	1.91	0.00	0.40	-21.652	35.000	0	0.0	
25	0.63	0.00	-3.17 - 0.40	-24.266	35.000	0	0.0	

Combinazione n° 14 - GEO (A2-M2-R2) H - V

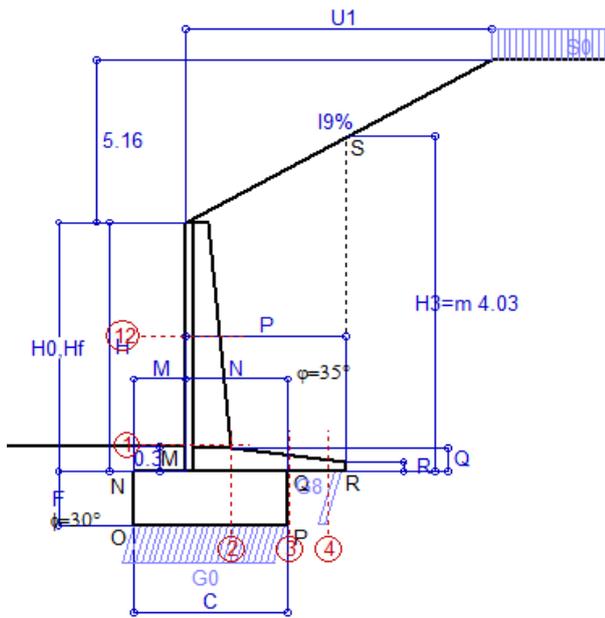
n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	5.31	0.00	6.93 - 0.40	76.485	35.000	0	0.0	
2	13.06	0.00	0.40	65.623	35.000	0	0.0	
3	17.10	0.00	0.40	58.412	35.000	0	0.0	
4	19.80	0.00	0.40	52.502	35.000	0	0.0	
5	21.71	0.00	0.40	47.314	35.000	0	0.0	
6	23.06	0.00	0.40	42.599	35.000	0	0.0	
7	23.97	0.00	0.40	38.221	35.000	0	0.0	
8	24.53	0.00	0.40	34.095	35.000	0	0.0	
9	24.78	0.00	0.40	30.161	35.000	0	0.0	
10	24.77	0.00	0.40	26.380	35.000	0	0.0	
11	24.51	0.00	0.40	22.719	35.000	0	0.0	
12	24.07	0.00	0.40	19.155	30.000	10	0.7	
13	23.45	0.00	0.40	15.666	30.000	10	1.9	
14	23.70	0.00	0.40	12.236	30.000	10	2.9	
15	21.85	0.00	0.40	8.850	30.000	10	3.6	
16	21.88	0.00	0.40	5.495	30.000	10	4.1	
17	20.56	0.00	0.40	2.159	30.000	10	4.4	
18	12.85	0.00	0.40	-1.170	30.000	10	4.4	
19	5.60	0.00	0.40	-4.503	30.000	10	4.2	
20	5.00	0.00	0.40	-7.851	30.000	10	3.8	
21	4.51	0.00	0.40	-11.226	30.000	10	3.1	
22	3.83	0.00	0.40	-14.642	30.000	10	2.2	
23	2.97	0.00	0.40	-18.112	30.000	10	1.1	
24	1.91	0.00	0.40	-21.652	35.000	0	0.0	
25	0.63	0.00	-3.17 - 0.40	-24.266	35.000	0	0.0	



Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 11)

Scheda 1: Approccio 2, (A1+M1+R3)

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto



Dati

$H_m = 3.00$ m	Prefabbricato tipo u30NM	$H_0 = 3.00$ m
$C = 1.80$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 3.00$ m
$F = 0.65$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$M = 0.60$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35.00^\circ$
$N = 1.20$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 1.90$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.29$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.577$
$U_1 = 9.5$ m	Pendenza del rilevato vicino al muro	$I_9 = 54.3\%$
$R = 0.12$ m	Pendenza del rilevato lontano dal muro	$I_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (cuneo a cavallo di R-S) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.412$
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$H_3 = 4.03$ m
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$O_3 = 28.51^\circ$
	$K_3 = 0.404$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta su R-S: terra x 1.3 + sovr x 1.5	68.8	137.2	37.4	93.4
Peso struttura (parete+platea) x 1.3	0.0	0.0	25.7	29.3
Peso terra x 1.3 e sovracc. x 1.50	0.0	0.0	137.8	228.5
Spinta della terra sulla fondaz. x 1.3	2.6	0.5	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1.3	0.0	0.0	38.0	34.2
TOTALI (GEO e STR)	$S_9 = 71.4$	$M_9 = 137.7$	$P_9 = 238.9$	$M_8 = 385.4$

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 = 24.5$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$Q_8 = 0.14$ m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 214.4$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$C_8 = 1.80$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_1 = 0.119$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 16.6^\circ$

Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo $Rd = (238.9 * 0.577) / 1.1 = 125.4 > Ed = 71.4$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo $Rd = (385.4) / 1.15 = 335.2 > Ed = 137.7$

Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo $Rd = (230.7) / 1.15 = 200.6 > Ed = 92.5$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 99$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 78$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Freccia in cima al pannello mm 1.89

A ogni profondità lo sforzo di taglio sulla parete è calcolato in base all'equilibrio del cuneo di terra limitato dalla parete e da un piano la cui giacitura è quella che genera la massima spinta attiva. Noto il taglio, le altre caratteristiche delle sollecitazioni sono dedotte da questo (procedura 'Cuneo contro la parete').

Sull'intera parete il coefficiente di spinta medio è $K_1 = 0.404$. La spinta risulta applicata al 44.2% dell'altezza.

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	$M_{Ed,u}$ (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b_w larghez- za taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricen- trico	V_{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	45.7	45.7	30.0	28.1	54.0	47.3	114.7	14.7	45°, 1.0	3.77	7.10	4.02	6.51	133.0	138.7	
2	29.7	29.7	0.0	37.8	29.0	23.1	125.0	125.0	-	3.65	11.62	3.83	13.33	103.5	158.6	
3	15.3	15.3	0.0	32.8	20.7	14.8	125.0	125.0	-	2.92	8.91	3.83	7.85	55.2	112.0	
4	-1.0	-1.0	0.0	1.6	14.7	8.6	125.0	125.0	-	1.90	4.90	3.83	0.00	-21.8	61.3	
12	8.5	9.8	11.3	8.1	40.6	33.7	113.5	13.5	73°, 1.0	2.70	4.02	4.02	3.96	55.9	55.6	

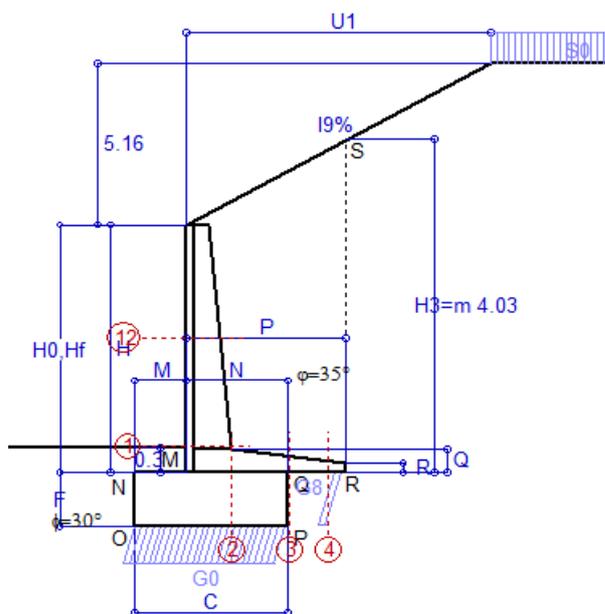
(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 $M_{ed} = M_{ed,u}$ perché $ctg(\alpha) = ctg(\theta) = 1$; nelle sezioni 3 e 4 $a_1 = 0$ perché il momento flettente è già massimo

Scheda 2: Verifica SLE combinaz. RARA

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto



Spinta della terra su sez. R-S x 1
 Peso struttura (parete+platea) x 1
 Peso terra e sovraccarico x 1
 Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 Peso della fondazione x 1
**non sommati*

Totali

Dati

$H_m = 3.00$ m	Prefabbricato tipo u30NM	$H_0 = 3.00$ m
$C = 1.80$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 3.00$ m
$F = 0.65$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$M = 0.60$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$N = 1.20$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 1.90$ m	Peso specifico del calcestruzzo . .	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.29$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$U_1 = 9.50$ m	Pendenza del rilevato vicino al muro	$l_9 = 54.32$ %

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S cuneo a cavallo di R-S) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.412$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.404$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
52.93	105.55	28.75	71.88
0.00	0.00	19.75	22.50
0.00	0.00	106.03	175.77
2.01	0.36	0.00	0.00
0.00	0.00	29.25	26.32
$S_9 = 54.94$	$M_9 = 105.91$	$P_9 = 183.78$	$M_8 = 296.48$

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O'	=	2.494
GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici)	=	1.932
Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 =$	18.88 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . $Q_8 =$ 0.14 m
Carico sul terreno della fondazione: $G_0 =$	164.90 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio. . $C_8 =$ 1.80 m
TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff	$\sigma_t =$	0.092 MPa
OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione	$\beta =$	16.6°

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 1.24

A ogni profondità lo sforzo di taglio sulla parete è calcolato in base all'equilibrio del cuneo di terra limitato da un piano la cui giacitura è quella che genera la massima spinta attiva. Noto il taglio, le altre caratteristiche delle sollecitazioni sono dedotte da questo (procedura 'Cuneo contro la parete'). Sull'intera parete il coefficiente di spinta medio è $K_1 = 0.404$. La spinta risulta applicata al 44.2% dell'altezza.

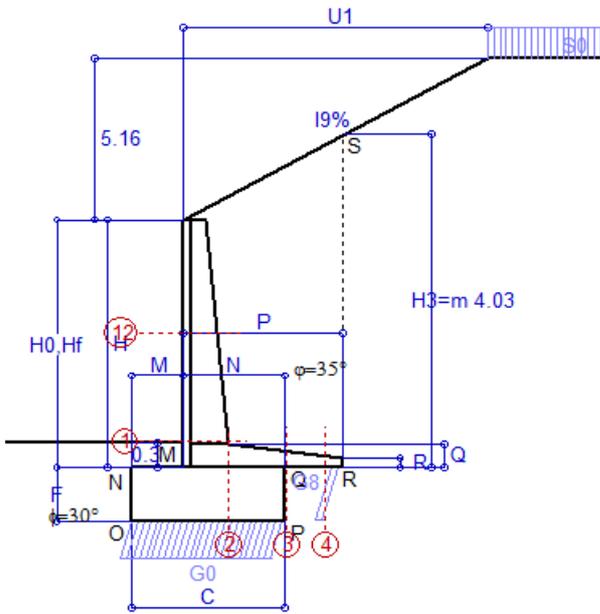
SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compartecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $C+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	35.3	23.1	28.6	114.7	54.0	47.3	7.10	4.02	101	2.58	38	0.000
2	22.9	0.0	42.5	125.0	29.0	23.1	11.62	3.83	91	3.77	50	0.000
3	11.8	0.0	35.9	125.0	20.7	14.8	8.91	3.83	93	4.41	50	0.000
4	-0.8	0.0	0.0	125.0	14.7	8.6	4.90	3.83	17	0.89	50	0.000
12	6.5	8.7	8.0	113.5	40.6	33.7	4.02	4.02	44	1.09	38	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 3: Verifica SLE combinaz. FREQUENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto



Dati

$H_m = 3.00$ m	Prefabbricato tipo u30NM	$H_0 = 3.00$ m
$C = 1.80$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 3.00$ m
$F = 0.65$ m	Angolo d'attrito della terra	$\phi = 35^\circ$
$M = 0.60$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 15.0$ kN/m ²
$N = 1.20$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 1.90$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.29$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$U_1 = 9.50$ m	Pendenza del rilevato vicino al muro	$i_g = 54.32$ %

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-Scuneo a cavallo di R-S) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.412$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.404$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
52.93	105.55	28.75	71.88
0.00	0.00	19.75	22.50
0.00	0.00	106.03	175.77
2.01	0.36	0.00	0.00
0.00	0.00	29.25	26.32
$S_9 = 54.94$	$M_9 = 105.91$	$P_9 = 183.78$	$M_8 = 296.48$

Spinta della terra su sez. R-S x 1
 Peso struttura (parete+platea) x 1
 Peso terra e sovraccarico x 1
 Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 Peso della fondazione x 1
**non sommati*

Totali

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O'	=	2.494
GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici)	=	1.932
Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 =$ 18.88 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . $Q_8 =$	0.14 m
Carico sul terreno della fondazione: $G_0 =$ 164.90 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio. . $C_8 =$	1.80 m
TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff	$\sigma_t =$	0.092 MPa
OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione	$\beta =$	16.6°

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 1.24

A ogni profondità lo sforzo di taglio sulla parete è calcolato in base all'equilibrio del cuneo di terra limitato da un piano la cui giacitura è quella che genera la massima spinta attiva. Noto il taglio, le altre caratteristiche delle sollecitazioni sono dedotte da questo (procedura 'Cuneo contro la parete'). Sull'intera parete il coefficiente di spinta medio è $K_1 = 0.404$. La spinta risulta applicata al 44.2% dell'altezza.

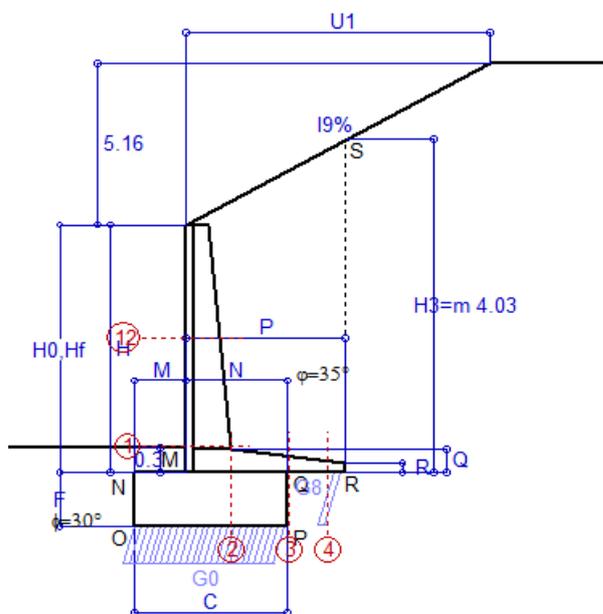
SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di partecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $C+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	35.3	23.1	28.6	114.7	54.0	47.3	7.10	4.02	101	2.58	38	0.000
2	22.9	0.0	42.5	125.0	29.0	23.1	11.62	3.83	91	3.77	50	0.000
3	11.8	0.0	35.9	125.0	20.7	14.8	8.91	3.83	93	4.41	50	0.000
4	-0.8	0.0	0.0	125.0	14.7	8.6	4.90	3.83	17	0.89	50	0.000
12	6.5	8.7	8.0	113.5	40.6	33.7	4.02	4.02	44	1.09	38	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 4: Verifica SLE combinaz QUASI PERMANENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto



Dati

$H_m = 3.00$ m	Prefabbricato tipo u30NM	$H_0 = 3.00$ m
$C = 1.80$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 3.00$ m
$F = 0.65$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$M = 0.60$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 0.0$ kN/m ²
$N = 1.20$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 1.90$ m	Peso specifico del calcestruzzo . .	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.29$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$U_1 = 9.50$ m	Pendenza del rilevato vicino al muro	$l_9 = 54.32$ %

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-Scuneo a cavallo di R-S) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.412$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.404$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
52.93	105.55	28.75	71.88
0.00	0.00	19.75	22.50
0.00	0.00	106.03	175.77
2.01	0.36	0.00	0.00
0.00	0.00	29.25	26.32
$S_9 = 54.94$	$M_9 = 105.91$	$P_9 = 183.78$	$M_8 = 296.48$

Spinta della terra su sez. R-S x 1
 Peso struttura (parete+platea) x 1
 Peso terra e sovraccarico x 1
 Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 Peso della fondazione x 1
**non sommati*

Totali

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O'	=	2.494
GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici)	=	1.932
Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 =$ 18.88 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . $Q_8 =$	0.14 m
Carico sul terreno della fondazione: $G_0 =$ 164.90 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio. . $C_8 =$	1.80 m
TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff	$\sigma_t =$	0.092 MPa
OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione	$\beta =$	16.6°

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

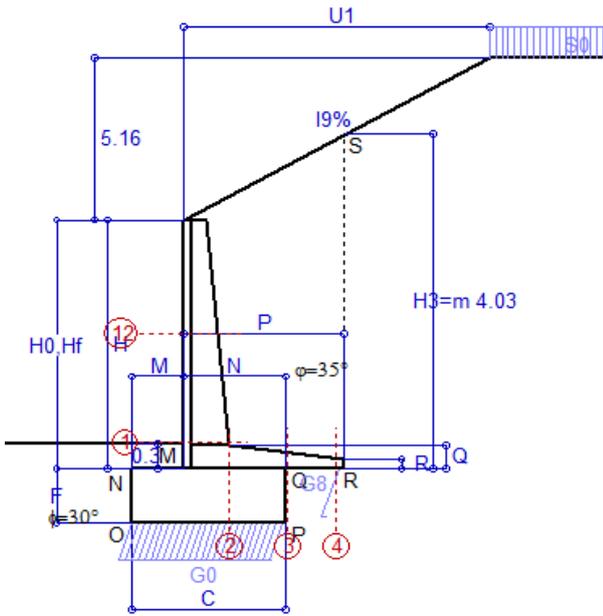
Freccia in cima al pannello mm 1.24

A ogni profondità lo sforzo di taglio sulla parete è calcolato in base all'equilibrio del cuneo di terra limitato da un piano la cui giacitura è quella che genera la massima spinta attiva. Noto il taglio, le altre caratteristiche delle sollecitazioni sono dedotte da questo (procedura 'Cuneo contro la parete'). Sull'intera parete il coefficiente di spinta medio è $K_1 = 0.404$. La spinta risulta applicata al 44.2% dell'altezza.

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di partecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $c + \Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	35.3	23.1	28.6	114.7	54.0	47.3	7.10	4.02	101	2.58	38	0.000
2	22.9	0.0	42.5	125.0	29.0	23.1	11.62	3.83	91	3.77	50	0.000
3	11.8	0.0	35.9	125.0	20.7	14.8	8.91	3.83	93	4.41	50	0.000
4	-0.8	0.0	0.0	125.0	14.7	8.6	4.90	3.83	17	0.89	50	0.000
12	6.5	8.7	8.0	113.5	40.6	33.7	4.02	4.02	44	1.09	38	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 2.17^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.037$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.019$

Dati

- $H_m = 3.00$ m
- $C = 1.80$ m
- $F = 0.65$ m
- $M = 0.60$ m
- $N = 1.20$ m
- $P = 1.90$ m
- $Q = 0.29$ m
- $U_1 = 9.5$ m
- $R = 0.12$ m

Acceleraz orizz. al suolo
Prefabbricato tipo u30NM

- Altezza della terra contro il pannello
- Sovraccarico sul rilevato (20%)
- Angolo d'attrito della terra
- Coefficiente d'attrito della fondazione
- Accelerazione massima locale
- Coeff. riduz. acceleraz. max attesa
- Pendenza del rilevato vicino al muro
- Pendenza del rilevato lontano dal muro

- $a_g/g = 0.061$
- $H_0 = 3.00$ m
- $H = 3.00$ m
- $S_0 = 4.0$ kN/m²
- $\phi = 35^\circ$
- $R_0 = 0.577$
- $a_{max}/g = 0.098$
- $\beta_m = 0.38$
- $I_9 = 54.3\%$
- $I_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

- Coefficiente di spinta attiva della terra (cuneo a cavallo di R-S) agente su una sezione ideale R-S di altezza $K_1 = 0.497$
- Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale $H_3 = 4.03$ m
- Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine) $O_3 = 32.22^\circ$
- Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Mononobe-Okabe) $K_3 = 0.415$
- (Dati: $\phi = 30.00^\circ$ $\epsilon = 0.0^\circ$ $\psi = 90^\circ$ $\delta = 0^\circ$) $K_p = 2.93$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta su R-S: terra x 1 + sovr x 1	61.6	122.7	38.8	97.0
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.7	1.0	19.4	22.1
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	3.9	10.1	104.1	172.5
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	2.5	0.4	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	1.1	0.4	28.7	25.8
Spinta passiva sulla fondaz. Sp x 0.5	-6.0*	-1.9*	0.0*	0.0*
<i>*non sommati</i>				
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 69.8	M₉ = 134.6	P₉ = 190.9	M₈ = 317.4

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

- Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 9.5$ kN
- Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 181.4$ kN
- TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_1 = 0.101$ MPa
- OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 18.5^\circ$
- Scorrimento** sul piano di posa: verificato essendo $R_d = (190.9 * 0.577 + 6) / 1.0 = 116.2 > E_d = 69.8$
- Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 81$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 71$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

A ogni profondità lo sforzo di taglio sulla parete è calcolato in base all'equilibrio del cuneo di terra limitato dalla parete e da un piano la cui giacitura è quella che genera la massima spinta attiva. Nota il taglio, le altre caratteristiche delle sollecitazioni sono dedotte da questo (procedura 'Cuneo contro la parete'). Sull'intera parete il coefficiente di spinta medio è $K_1 = 0.466$. La spinta risulta applicata al 44.2% dell'altezza. Freccia in cima al pannello mm 1.73

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni						Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M _{Ed} (1) sulla sez. naturale	M _{Edu} (1) sulla sez. traslata	N _{Ed} (2)	V _{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato compresso	b _w larghezza taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M _{Rd} baricentrico	V _{Rd}
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN
1	41.0	41.0	25.0	25.2	54.0	47.3	114.7	14.7	45°, 1.0	3.74	7.10	4.02	6.51	132.4	140.3
2	26.6	26.6	0.0	33.9	29.0	23.1	125.0	125.0	-	3.65	11.62	3.83	13.33	103.5	158.6
3	18.8	18.8	0.0	30.9	20.7	14.8	125.0	125.0	-	2.92	8.91	3.83	7.85	55.2	112.0
4	-0.2	-0.2	0.0	0.4	13.3	7.3	125.0	125.0	-	1.75	4.46	3.83	0.00	-19.1	52.5
12	7.7	8.9	9.3	7.4	40.6	33.7	113.5	13.5	73°, 1.0	2.69	4.02	4.02	3.96	55.7	56.0

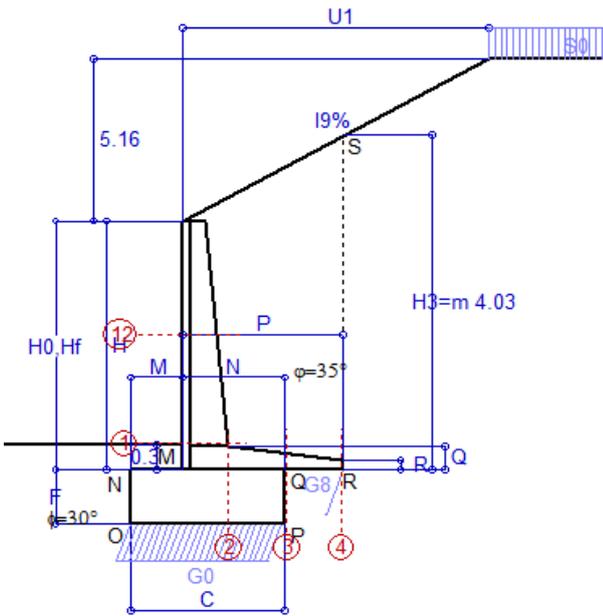
(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.
 (2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 Med=Medu perché ctg(alfa)=ctg(teta)=1; nelle sezioni 3 e 4 a1=0 perché il momento flettente è già massimo

Scheda 6: Verifica sismica al ribaltamento

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Comune di Codrongianes



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 3.29^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.056$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.028$

Dati

$H_m = 3.00$ m
 $C = 1.80$ m
 $F = 0.65$ m
 $M = 0.60$ m
 $N = 1.20$ m
 $P = 1.90$ m
 $Q = 0.29$ m
 $U_1 = 9.5$ m
 $R = 0.12$ m

Acceleraz. orizz. al suolo

Prefabbricato tipo u30NM

Altezza della terra contro il pannello
 Sovraccarico sul rilevato (20%)
 Angolo d'attrito della terra
 Coefficiente d'attrito della fondazione
 Accelerazione massima locale
 Coeff. riduz. acceleraz. max attesa
 Pendenza del rilevato vicino al muro
 Pendenza del rilevato lontano dal muro

$a_g/g = 0.061$

$H_0 = 3.00$ m
 $H = 3.00$ m
 $S_0 = 4.0$ kN/m²
 $\phi = 35^\circ$
 $R_0 = 0.577$
 $a_{max}/g = 0.098$
 $\beta_m = 0.57$
 $I_9 = 54.3\%$
 $I_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

Coefficiente di spinta attiva della terra (cuneo a cavallo di R-S) agente su una sezione ideale R-S di altezza

$K_1 = 0.546$
 $H_3 = 4.03$ m

Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale

$O_3 = 33.36^\circ$

Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)

$K_3 = 0.447$

Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Mononobe-Okabe)

$K_p = 2.90$

(Dati: $\phi = 30.00^\circ$ $\epsilon = 0.0^\circ$ $\psi = 90^\circ$ $\delta = 0^\circ$)

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta su R-S: terra x 1 + sovr x 1	66.8	133.1	43.9	109.9
Peso struttura (parete+platea) x 1	1.1	1.5	19.2	21.9
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	5.9	15.2	103.1	170.9
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	3.0	0.5	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	1.6	0.5	28.4	25.6
Spinta passiva sulla fondaz. $S_p \times 0.5$	-5.9*	-1.9*	0.0*	0.0*
TOTALI (GEO e STR)	$S_9 = 78.4$	$M_9 = 150.8$	$P_9 = 194.6$	$M_8 = 328.2$

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 3.0$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . . . $Q_8 = 0.02$ m
 Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 191.6$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . . $C_8 = 1.80$ m

TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_1 = 0.106$ MPa

OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 20.4^\circ$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo $R_d = (328.2 + 1.9) / 1.0 = 330.0 > E_d = 150.8$

Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo $R_d = (202.9) / 1.0 = 202.9 > E_d = 101.8$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 84$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 79$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Freccia in cima al pannello mm 1.92

A ogni profondità lo sforzo di taglio sulla parete è calcolato in base all'equilibrio del cuneo di terra limitato dalla parete e da un piano la cui giacitura è quella che genera la massima spinta attiva. Nota il taglio, le altre caratteristiche delle sollecitazioni sono dedotte da questo (procedura 'Cuneo contro la parete').

Sull'intera parete il coefficiente di spinta medio è $K_1 = 0.510$. La spinta risulta applicata al 44.2% dell'altezza.

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni						Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato compresso	b_w larghezza taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricentrico	V_{Rd}
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN
1	45.0	45.0	26.3	27.6	54.0	47.3	114.7	14.7	45°, 1.0	3.75	7.10	4.02	6.51	132.5	139.1
2	29.3	29.3	0.0	37.3	29.0	23.1	125.0	125.0	-	3.65	11.62	3.83	13.33	103.5	158.6
3	24.4	24.4	0.0	34.5	20.7	14.8	125.0	125.0	-	2.92	8.91	3.83	7.85	55.2	112.0
4	0.0	0.0	0.0	0.0	12.4	6.4	125.0	125.0	-	1.64	4.16	3.83	0.00	-17.2	48.1
12	8.4	9.8	9.6	8.1	40.6	33.7	113.5	13.5	73°, 1.0	2.69	4.02	4.02	3.96	55.8	55.7

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

programma Tensiter 'Muri 2018' vers.1.2.3

Nelle sezioni 1 e 2 $Med=Medu$ perché $ctg(\alpha)=ctg(\theta)=1$; nelle sezioni 3 e 4 $a1=0$ perché il momento flettente è già massimo

Norma: Italia D.M 17/1/2018

Scheda 7. Portanza della fondazione

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Coefficienti SLU "favorevoli" e "sfavorevoli"

Prefabbricato tipo u30NM

Calcolo con la formula di Brinch-Hansen 1970 (valida per terreno omogeneo e condizioni drenate)

Dati geotecnici del terreno di fondazione:

Natura di terreno di fondazione		Unità geotecnica 'SL' (sabbie con limo, sabbie limose)			
ϕ	Angolo d'attrito nominale	gradi	30.0°	$\phi = \text{rad}$	0.5236
c	Coesione drenata	kN/m ²	10		
γ	Peso specifico	kN/m ³	9.00		
Iv	Inclinazione del terreno a valle	%	0.0%	$\varepsilon = \text{rad}$	0.0000

Dati geometrici della fondazione:

E	Spessore della terra sulla fondazione	m	0.30		
F	Spessore della fondazione (facciata di valle)	m	0.65		
I7	Inclinazione del letto di posa	%	0.0%	$\alpha = \text{rad}$	0.0000

Verifiche allo stato limite ultimo (A1+M1+R3)			Scheda 1	Sisma
Carichi agenti sulla fondazione:				
N	Componente verticale (G0)	kN/m	214.4	181.4
β	Obliquità del carico rispetto alla verticale	gradi	16.64°	18.49°
H	Componente orizzontale = G0 * tan(β)	kN/m	64.1	60.7
B	Larghezza del nastro di appoggio (C8)	m	1.80	1.80
Dati influenzati dal tipo di verifica:				
Φ	Angolo d'attrito assunto nel calcolo	rad	0.5236	0.5236
E5	Distanza della risultante dal bordo esterno della fondazione	m	0.90	0.90
D	Affondamento = E + F + E5 * Iv	m	0.95	0.95
Termini della formula di Brinck-Hansen				
Profondità	= $[\gamma D N_q] s_q d_q i_q b_q g_q z_q$	kN/m ²	89.11	78.45
Coefficiente base	$N_q = \tan^2(45^\circ + \Phi / 2) e^{\pi \tan \Phi}$		18.40	18.40
Inclinaz. terreno a valle	$g_q = (1 - \tan \varepsilon)^2$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_q = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_q = 1 + 2 \tan \Phi (1 - \sin \Phi)^2 \times \text{se}[D < B; D/B; \text{atn}(D/B)]$		1.15	1.15
Inclinazione letto di posa	$b_q = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	i_q #RIF!		0.49	0.44
Paolucci e Pecker 1997	$z_q = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$		-	0.977
Coesione	= $[c N_c] s_c d_c i_c b_c g_c z_c$	kN/m ²	161.78	141.98
Coefficiente base	$N_c = (N_q - 1) \cot \Phi$		30.14	30.14
Inclinaz. terreno a valle	$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_c = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.16	1.16
Inclinazione letto di posa	$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c \tan \Phi)$		0.46	0.41
Paolucci e Pecker 1997	$z_c = 1 - 0,34 K_h$		-	0.987
Superficie	= $[\frac{1}{2} \gamma B N_\gamma] s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma z_\gamma$	kN/m ²	73.24	64.69
Coefficiente base	$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \Phi$		22.40	22.40
Inclinaz. terreno a valle	$g_\gamma = (1 - \tan \varepsilon)^2$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_\gamma = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_\gamma = 1.00$		1.00	1.00
Inclinazione letto di posa	$b_\gamma = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	i_γ #RIF!		0.40	0.36
Paolucci e Pecker 1997	$z_\gamma = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$		-	0.977
Verifica della capacità portante				
q_{LIM}	Carico unitario limite (Meyerhof)	Mpa	0.324	0.285
γ_R	Coeff. per le verifiche SLU di fondazioni superficiali		1.4	1.2
C_p	Capacità portante, tenuto conto di γ_R	kN	416.7	427.7
G_0	Carico effettivo, dovuto alle forze esterne	kN	214.4	181.4
La struttura è verificata al collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno per l'approccio 2 (A1+M1+R3)				

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
11 - GEO (A2-M2-R2)	-0.50; 4.50	8.32	1.402
12 - GEO (A2-M2-R2)	-0.50; 4.50	8.32	1.402
13 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-0.50; 4.50	8.32	1.644
14 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-0.50; 4.50	8.32	1.649

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte	
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto	
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)	
W	peso della striscia espresso in [kN]
Qy	carico sulla striscia espresso in [kN]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
Tx; Ty	Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

Combinazione n° 11 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W	Qy	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	10.40	0.00	7.82 - 0.50	79.057	29.256	0	0.0	
2	24.59	0.00	0.50	65.829	29.256	0	0.0	
3	30.79	0.00	0.50	58.340	29.256	0	0.0	
4	34.90	0.00	0.50	52.247	29.256	0	0.0	
5	37.76	0.00	0.50	46.913	29.256	0	0.0	
6	39.75	0.00	0.50	42.073	29.256	0	0.0	
7	41.07	0.00	0.50	37.581	29.256	0	0.0	
8	41.84	0.00	0.50	33.347	29.256	0	0.0	
9	42.13	0.00	0.50	29.312	29.256	0	0.0	
10	42.04	0.00	0.50	25.431	24.791	8	0.1	
11	41.66	0.00	0.50	21.672	24.791	8	2.2	
12	40.93	0.00	0.50	18.009	24.791	8	4.0	
13	40.39	0.00	0.50	14.421	24.791	8	5.4	
14	39.96	0.00	0.50	10.891	24.791	8	6.5	
15	39.33	0.00	0.50	7.401	24.791	8	7.3	
16	30.78	0.00	0.50	3.940	24.791	8	7.8	
17	12.11	0.00	0.50	0.492	24.791	8	8.0	
18	9.99	0.00	0.50	-2.953	24.791	8	7.9	
19	9.53	0.00	0.50	-6.410	24.791	8	7.5	
20	8.89	0.00	0.50	-9.889	24.791	8	6.7	
21	7.96	0.00	0.50	-13.407	24.791	8	5.7	
22	6.74	0.00	0.50	-16.977	24.791	8	4.4	
23	5.21	0.00	0.50	-20.616	24.791	8	2.7	
24	3.35	0.00	0.50	-24.345	24.791	8	0.7	
25	1.12	0.00	-4.68 - 0.50	-27.398	29.256	0	0.0	

Combinazione n° 12 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W	Qy	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	10.40	0.00	7.82 - 0.50	79.057	29.256	0	0.0	
2	24.59	0.00	0.50	65.829	29.256	0	0.0	
3	30.79	0.00	0.50	58.340	29.256	0	0.0	
4	34.90	0.00	0.50	52.247	29.256	0	0.0	
5	37.76	0.00	0.50	46.913	29.256	0	0.0	
6	39.75	0.00	0.50	42.073	29.256	0	0.0	
7	41.07	0.00	0.50	37.581	29.256	0	0.0	
8	41.84	0.00	0.50	33.347	29.256	0	0.0	
9	42.13	0.00	0.50	29.312	29.256	0	0.0	
10	42.04	0.00	0.50	25.431	24.791	8	0.1	
11	41.66	0.00	0.50	21.672	24.791	8	2.2	
12	40.93	0.00	0.50	18.009	24.791	8	4.0	
13	40.39	0.00	0.50	14.421	24.791	8	5.4	
14	39.96	0.00	0.50	10.891	24.791	8	6.5	

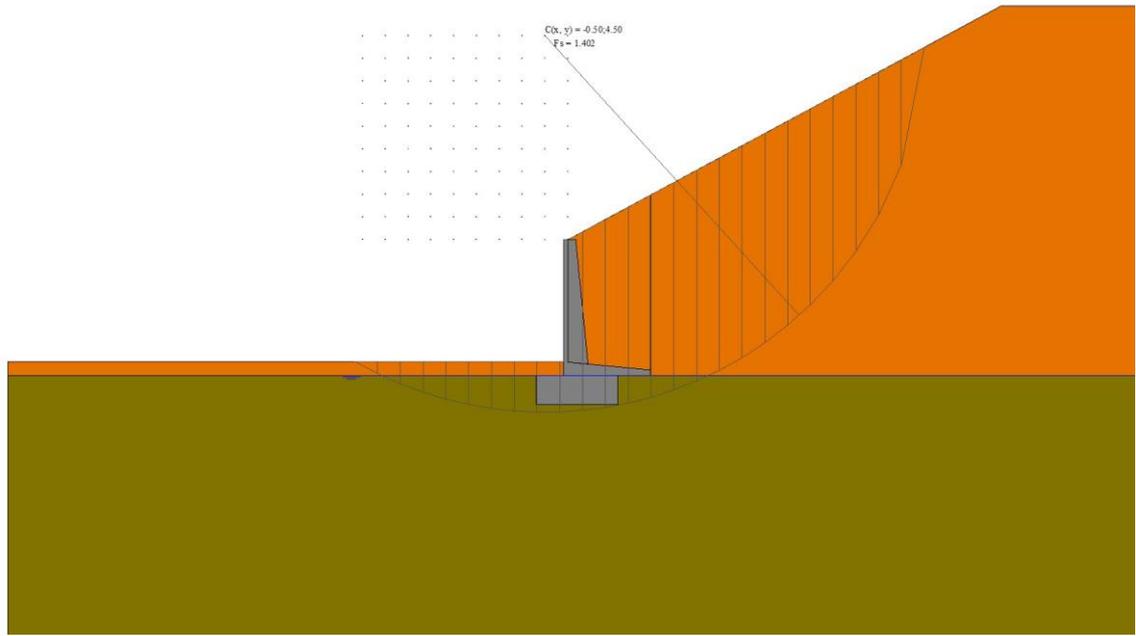
n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
15	39.33	0.00	0.50	7.401	24.791	8	7.3	
16	30.78	0.00	0.50	3.940	24.791	8	7.8	
17	12.11	0.00	0.50	0.492	24.791	8	8.0	
18	9.99	0.00	0.50	-2.953	24.791	8	7.9	
19	9.53	0.00	0.50	-6.410	24.791	8	7.5	
20	8.89	0.00	0.50	-9.889	24.791	8	6.7	
21	7.96	0.00	0.50	-13.407	24.791	8	5.7	
22	6.74	0.00	0.50	-16.977	24.791	8	4.4	
23	5.21	0.00	0.50	-20.616	24.791	8	2.7	
24	3.35	0.00	0.50	-24.345	24.791	8	0.7	
25	1.12	0.00	-4.68 - 0.50	-27.398	29.256	0	0.0	

Combinazione n° 13 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	10.40	0.00	7.82 - 0.50	79.057	35.000	0	0.0	
2	24.59	0.00	0.50	65.829	35.000	0	0.0	
3	30.79	0.00	0.50	58.340	35.000	0	0.0	
4	34.90	0.00	0.50	52.247	35.000	0	0.0	
5	37.76	0.00	0.50	46.913	35.000	0	0.0	
6	39.75	0.00	0.50	42.073	35.000	0	0.0	
7	41.07	0.00	0.50	37.581	35.000	0	0.0	
8	41.84	0.00	0.50	33.347	35.000	0	0.0	
9	42.13	0.00	0.50	29.312	35.000	0	0.0	
10	42.04	0.00	0.50	25.431	30.000	10	0.1	
11	41.66	0.00	0.50	21.672	30.000	10	2.2	
12	40.93	0.00	0.50	18.009	30.000	10	4.0	
13	40.39	0.00	0.50	14.421	30.000	10	5.4	
14	39.96	0.00	0.50	10.891	30.000	10	6.5	
15	39.33	0.00	0.50	7.401	30.000	10	7.3	
16	30.78	0.00	0.50	3.940	30.000	10	7.8	
17	12.11	0.00	0.50	0.492	30.000	10	8.0	
18	9.99	0.00	0.50	-2.953	30.000	10	7.9	
19	9.53	0.00	0.50	-6.410	30.000	10	7.5	
20	8.89	0.00	0.50	-9.889	30.000	10	6.7	
21	7.96	0.00	0.50	-13.407	30.000	10	5.7	
22	6.74	0.00	0.50	-16.977	30.000	10	4.4	
23	5.21	0.00	0.50	-20.616	30.000	10	2.7	
24	3.35	0.00	0.50	-24.345	30.000	10	0.7	
25	1.12	0.00	-4.68 - 0.50	-27.398	35.000	0	0.0	

Combinazione n° 14 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	10.40	0.00	7.82 - 0.50	79.057	35.000	0	0.0	
2	24.59	0.00	0.50	65.829	35.000	0	0.0	
3	30.79	0.00	0.50	58.340	35.000	0	0.0	
4	34.90	0.00	0.50	52.247	35.000	0	0.0	
5	37.76	0.00	0.50	46.913	35.000	0	0.0	
6	39.75	0.00	0.50	42.073	35.000	0	0.0	
7	41.07	0.00	0.50	37.581	35.000	0	0.0	
8	41.84	0.00	0.50	33.347	35.000	0	0.0	
9	42.13	0.00	0.50	29.312	35.000	0	0.0	
10	42.04	0.00	0.50	25.431	30.000	10	0.1	
11	41.66	0.00	0.50	21.672	30.000	10	2.2	
12	40.93	0.00	0.50	18.009	30.000	10	4.0	
13	40.39	0.00	0.50	14.421	30.000	10	5.4	
14	39.96	0.00	0.50	10.891	30.000	10	6.5	
15	39.33	0.00	0.50	7.401	30.000	10	7.3	
16	30.78	0.00	0.50	3.940	30.000	10	7.8	
17	12.11	0.00	0.50	0.492	30.000	10	8.0	
18	9.99	0.00	0.50	-2.953	30.000	10	7.9	
19	9.53	0.00	0.50	-6.410	30.000	10	7.5	
20	8.89	0.00	0.50	-9.889	30.000	10	6.7	
21	7.96	0.00	0.50	-13.407	30.000	10	5.7	
22	6.74	0.00	0.50	-16.977	30.000	10	4.4	
23	5.21	0.00	0.50	-20.616	30.000	10	2.7	
24	3.35	0.00	0.50	-24.345	30.000	10	0.7	
25	1.12	0.00	-4.68 - 0.50	-27.398	35.000	0	0.0	

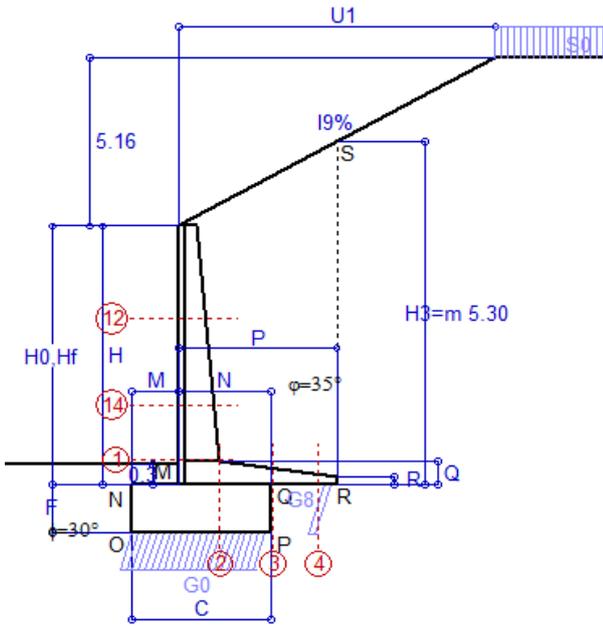


Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 11)

Errore. Il segnalibro non è definito.

Scheda 1: Approccio 2, (A1+M1+R3)

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto



Dati

$H_m = 4.00$ m	Prefabbricato tipo u40NM	$H_0 = 4.00$ m
$C = 2.10$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 4.00$ m
$F = 0.75$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$M = 0.70$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35.00^\circ$
$N = 1.40$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 2.40$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.35$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.577$
$U_1 = 9.5$ m	Pendenza del rilevato vicino al muro	$I_9 = 54.3\%$
$R = 0.12$ m	Pendenza del rilevato lontano dal muro	$I_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (cuneo a cavallo di R-S) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.426$
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$H_3 = 5.30$ m
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$O_3 = 29.21^\circ$
	$K_3 = 0.415$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta su R-S: terra x 1.3 + sovr x 1.5	122.4	308.2	68.4	212.2
Peso struttura (parete+platea) x 1.3	0.0	0.0	37.3	51.7
Peso terra x 1.3 e sovracc. x 1.50	0.0	0.0	234.4	473.8
Spinta della terra sulla fondaz. x 1.3	2.8	0.7	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1.3	0.0	0.0	51.2	53.7
TOTALI (GEO e STR)	$S_9 = 125.2$	$M_9 = 308.9$	$P_9 = 391.3$	$M_8 = 791.4$

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 = 41.7$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$Q_8 = 0.19$ m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 349.6$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$C_8 = 2.10$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_1 = 0.166$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 17.7^\circ$

Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo

$$Rd = (391.3 * 0.577) / 1.1 = 205.4 > Ed = 125.2$$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo

$$Rd = (791.4) / 1.15 = 688.2 > Ed = 308.9$$

Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo

$$Rd = (499.6) / 1.15 = 434.4 > Ed = 216.4$$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 165$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 134$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Freccia in cima al pannello mm 4.11

A ogni profondità lo sforzo di taglio sulla parete è calcolato in base all'equilibrio del cuneo di terra limitato dalla parete e da un piano la cui giacitura è quella che genera la massima spinta attiva. Noto il taglio, le altre caratteristiche delle sollecitazioni sono dedotte da questo (procedura 'Cuneo contro la parete').

Sull'intera parete il coefficiente di spinta medio è $K_1 = 0.404$. La spinta risulta applicata al 40.9% dell'altezza.

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato compreso	b_w larghezza taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricentrico	V_{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	106.1	106.1	49.6	50.3	63.1	55.7	116.6	16.6	45°, 1.0	4.73	10.05	4.59	7.22	221.6	175.3	
2	69.0	69.0	0.0	76.1	35.0	28.8	125.0	125.0	45°, 1.0	4.56	16.21	4.52	13.96	174.5	200.3	
3	43.6	43.6	0.0	61.8	25.0	19.0	125.0	125.0	-	3.73	12.63	4.52	8.17	93.5	148.3	
4	-2.4	-2.4	0.0	3.6	15.6	9.5	125.0	125.0	-	2.12	5.24	4.52	0.00	-25.9	68.0	
12	9.4	11.2	12.1	8.8	41.0	34.1	114.0	14.0	73°, 1.0	2.77	4.02	4.59	3.96	57.1	56.3	
14	53.9	61.2	33.1	30.7	54.3	45.6	115.8	15.8	73°, 1.0	3.93	8.04	4.59	3.96	145.2	66.9	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

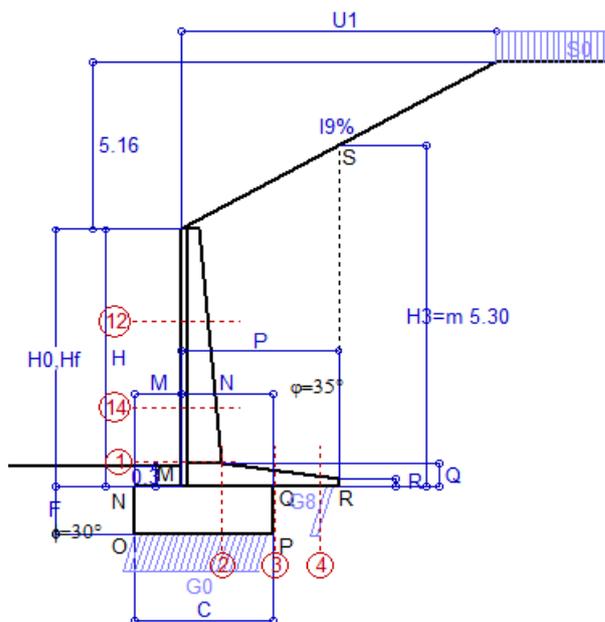
Nelle sezioni 1 e 2 $M_{ed} = M_{edu}$ perché $ctg(\alpha) = ctg(\theta) = 1$; nelle sezioni 3 e 4 $a_1 = 0$ perché il momento flettente è già massimo

programma Tensiter 'Muri 2018' vers.1.2.3

Norma: Italia D.M 17/1/2018

Scheda 2: Verifica SLE combinaz. RARA

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto



Dati

$H_m = 4.00$ m	Prefabbricato tipo u40NM	$H_0 = 4.00$ m
$C = 2.10$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 4.00$ m
$F = 0.75$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$M = 0.70$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$N = 1.40$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 2.40$ m	Peso specifico del calcestruzzo . .	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.35$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$U_1 = 9.50$ m	Pendenza del rilevato vicino al muro	$l_9 = 54.32$ %

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S cuneo a cavallo di R-S)	$K_1 = 0.423$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H_3 = 5.30$ m
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.412$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
93.60	235.68	52.02	161.26
0.00	0.00	28.67	39.79
0.00	0.00	180.32	364.44
2.13	0.52	0.00	0.00
0.00	0.00	39.37	41.34
$S_9 = 95.73$	$M_9 = 236.20$	$P_9 = 300.38$	$M_8 = 606.83$

Spinta della terra su sez. R-S x 1
 Peso struttura (parete+platea) x 1
 Peso terra e sovraccarico x 1
 Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 Peso della fondazione x 1
**non sommati*

Totali

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O'	=	2.313
GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici)	=	1.812
Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 =$ 32.16 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . $Q_8 =$	0.19 m
Carico sul terreno della fondazione: $G_0 =$ 268.22 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio. . $C_8 =$	2.10 m
TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff	$\sigma_t =$	0.128 MPa
OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione	$\beta =$	17.7°

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 2.79

A ogni profondità lo sforzo di taglio sulla parete è calcolato in base all'equilibrio del cuneo di terra limitato da un piano la cui giacitura è quella che genera la massima spinta attiva. Noto il taglio, le altre caratteristiche delle sollecitazioni sono dedotte da questo (procedura 'Cuneo contro la parete'). Sull'intera parete il coefficiente di spinta medio è $K_1 = 0.404$. La spinta risulta applicata al 40.9% dell'altezza.

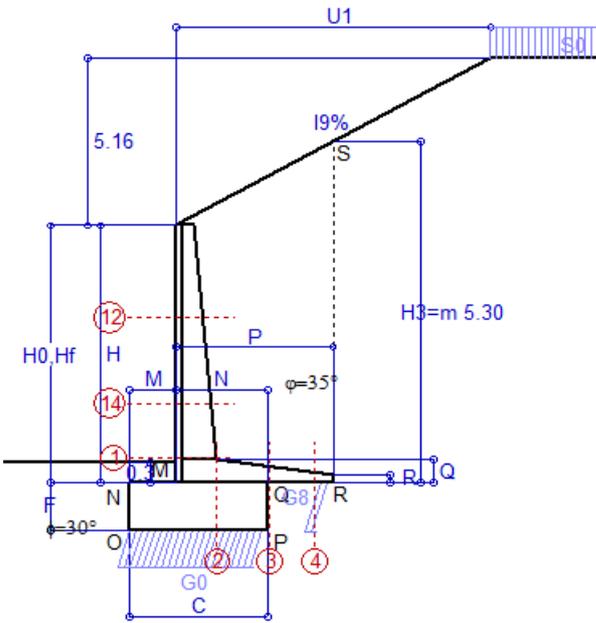
SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compartecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $C+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	82.0	38.2	52.7	116.6	63.1	55.7	10.05	4.59	142	3.88	38	0.085
2	53.3	0.0	84.5	125.0	35.0	28.8	16.21	4.52	123	5.34	50	0.000
3	33.4	0.0	72.3	125.0	25.0	19.0	12.63	4.52	149	7.29	50	0.000
4	-1.9	0.0	0.0	125.0	15.6	9.5	5.24	4.52	34	1.76	50	0.000
12	7.3	9.3	8.7	114.0	41.0	34.1	4.02	4.59	48	1.18	38	0.000
14	41.6	25.4	32.2	115.8	54.3	45.6	8.04	4.59	109	3.00	38	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 3: Verifica SLE combinaz. FREQUENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto



Dati

$H_m = 4.00$ m	Prefabbricato tipo u40NM	$H_0 = 4.00$ m
$C = 2.10$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 4.00$ m
$F = 0.75$ m	Angolo d'attrito della terra	$\phi = 35^\circ$
$M = 0.70$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 15.0$ kN/m ²
$N = 1.40$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 2.40$ m	Peso specifico del calcestruzzo . .	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.35$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$U_1 = 9.50$ m	Pendenza del rilevato vicino al muro	$l_9 = 54.32$ %

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-Scuneo a cavallo di R-S) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.418$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.409$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
92.74	233.51	51.05	158.27
0.00	0.00	28.67	39.79
0.00	0.00	180.32	364.44
2.11	0.52	0.00	0.00
0.00	0.00	39.37	41.34
$S_9 = 94.85$	$M_9 = 234.03$	$P_9 = 299.42$	$M_8 = 603.84$

Spinta della terra su sez. R-S x 1
 Peso struttura (parete+platea) x 1
 Peso terra e sovraccarico x 1
 Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 Peso della fondazione x 1
**non sommati*

Totali

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O'	=	2.321
GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici)	=	1.823
Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 =$	32.25 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . $Q_8 =$ 0.19 m
Carico sul terreno della fondazione: $G_0 =$	267.17 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio. . $C_8 =$ 2.10 m
TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff	$\sigma_t =$	0.127 MPa
OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione	$\beta =$	17.6°

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 2.79

A ogni profondità lo sforzo di taglio sulla parete è calcolato in base all'equilibrio del cuneo di terra limitato da un piano la cui giacitura è quella che genera la massima spinta attiva. Noto il taglio, le altre caratteristiche delle sollecitazioni sono dedotte da questo (procedura 'Cuneo contro la parete'). Sull'intera parete il coefficiente di spinta medio è $K_1 = 0.404$. La spinta risulta applicata al 40.9% dell'altezza.

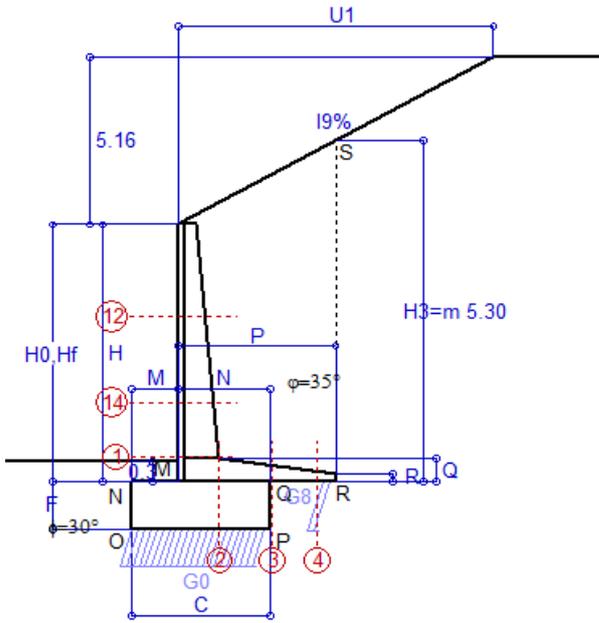
SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compartecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $C+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	82.0	38.2	52.7	116.6	63.1	55.7	10.05	4.59	142	3.88	38	0.085
2	53.3	0.0	84.5	125.0	35.0	28.8	16.21	4.52	123	5.34	50	0.000
3	33.3	0.0	72.0	125.0	25.0	19.0	12.63	4.52	148	7.25	50	0.000
4	-1.9	0.0	0.0	125.0	15.7	9.6	5.25	4.52	35	1.77	50	0.000
12	7.3	9.3	8.7	114.0	41.0	34.1	4.02	4.59	48	1.18	38	0.000
14	41.6	25.4	32.2	115.8	54.3	45.6	8.04	4.59	109	3.00	38	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 4: Verifica SLE combinaz QUASI PERMANENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto



Dati

$H_m = 4.00$ m	Prefabbricato tipo u40NM	$H_0 = 4.00$ m
$C = 2.10$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 4.00$ m
$F = 0.75$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$M = 0.70$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 0.0$ kN/m ²
$N = 1.40$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 2.40$ m	Peso specifico del calcestruzzo . .	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.35$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$U_1 = 9.50$ m	Pendenza del rilevato vicino al muro	$l_9 = 54.32$ %

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S cuneo a cavallo di R-S) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.407$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.400$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
90.77	228.54	48.82	151.34
0.00	0.00	28.67	39.79
0.00	0.00	180.32	364.44
2.07	0.51	0.00	0.00
0.00	0.00	39.37	41.34
$S_9 = 92.83$	$M_9 = 229.05$	$P_9 = 297.18$	$M_8 = 596.91$

Spinta della terra su sez. R-S x 1
 Peso struttura (parete+platea) x 1
 Peso terra e sovraccarico x 1
 Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 Peso della fondazione x 1
**non sommati*

Totali

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O'	=	2.338
GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici)	=	1.848
Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 =$ 32.43 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . $Q_8 =$	0.19 m
Carico sul terreno della fondazione: $G_0 =$ 264.75 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio. . $C_8 =$	2.10 m
TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff	$\sigma_t =$	0.126 MPa
OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione	$\beta =$	17.3°

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

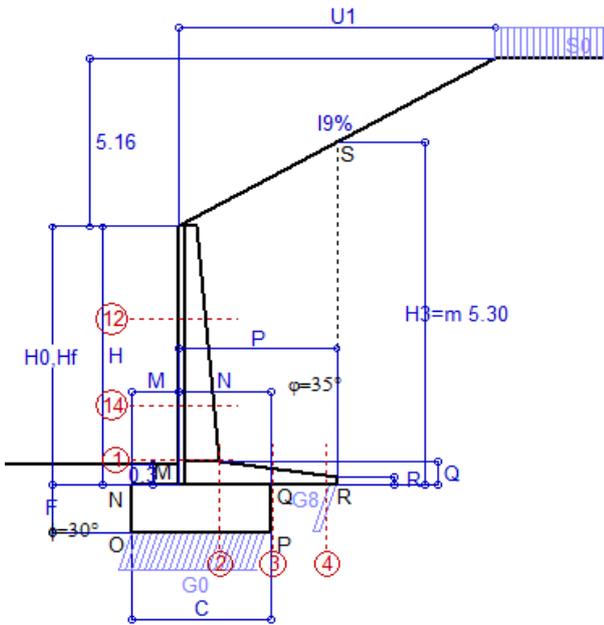
Freccia in cima al pannello mm 2.79

A ogni profondità lo sforzo di taglio sulla parete è calcolato in base all'equilibrio del cuneo di terra limitato da un piano la cui giacitura è quella che genera la massima spinta attiva. Noto il taglio, le altre caratteristiche delle sollecitazioni sono dedotte da questo (procedura 'Cuneo contro la parete'). Sull'intera parete il coefficiente di spinta medio è $K_1 = 0.404$. La spinta risulta applicata al 40.9% dell'altezza.

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di partecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $C+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	82.0	38.2	52.7	116.6	63.1	55.7	10.05	4.59	142	3.88	38	0.085
2	53.3	0.0	84.5	125.0	35.0	28.8	16.21	4.52	123	5.34	50	0.000
3	32.9	0.0	71.4	125.0	25.0	19.0	12.63	4.52	146	7.17	50	0.000
4	-1.9	0.0	0.0	125.0	15.7	9.6	5.26	4.52	35	1.79	50	0.000
12	7.3	9.3	8.7	114.0	41.0	34.1	4.02	4.59	48	1.18	38	0.000
14	41.6	25.4	32.2	115.8	54.3	45.6	8.04	4.59	109	3.00	38	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 2.17^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.037$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.019$

Dati

- $H_m = 4.00$ m
- $C = 2.10$ m
- $F = 0.75$ m
- $M = 0.70$ m
- $N = 1.40$ m
- $P = 2.40$ m
- $Q = 0.35$ m
- $U_1 = 9.5$ m
- $R = 0.12$ m

Acceleraz orizz. al suolo
Prefabbricato tipo u40NM

- Altezza della terra contro il pannello
- Sovraccarico sul rilevato (20%)
- Angolo d'attrito della terra
- Coefficiente d'attrito della fondazione
- Accelerazione massima locale
- Coeff. riduz. acceleraz. max attesa
- Pendenza del rilevato vicino al muro
- Pendenza del rilevato lontano dal muro

- $a_g/g = 0.061$
- $H_0 = 4.00$ m
- $H = 4.00$ m
- $S_0 = 4.0$ kN/m²
- $\phi = 35^\circ$
- $R_0 = 0.577$
- $a_{max}/g = 0.098$
- $\beta_m = 0.38$
- $I_9 = 54.3\%$
- $I_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

- Coefficiente di spinta attiva della terra (cuneo a cavallo di R-S) agente su una sezione ideale R-S di altezza $K_1 = 0.478$
- Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale $H_3 = 5.30$ m
- Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine) $O_3 = 31.71^\circ$
- Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Mononobe-Okabe) $K_3 = 0.403$
- (Dati: $\phi = 30.00^\circ$ $\epsilon = 0.0^\circ$ $\psi = 90^\circ$ $\delta = 0^\circ$) $K_p = 2.93$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta su R-S: terra x 1 + sovr x 1	103.0	259.2	63.6	197.2
Peso struttura (parete+platea) x 1	1.1	1.8	28.1	39.1
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	6.7	21.8	177.0	357.7
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	2.3	0.5	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	1.5	0.5	38.6	40.6
Spinta passiva sulla fondaz. Sp x 0.5	-7.3*	-2.5*	0.0*	0.0*
<i>*non sommati</i>	$S_9 =$	$M_9 =$	$P_9 =$	$M_8 =$
TOTALI (GEO e STR)	114.5	283.9	307.4	634.5

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

- Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 17.5$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . . . $Q_8 = 0.10$ m
- Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 289.9$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . . $C_8 = 2.10$ m
- TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_1 = 0.138$ MPa
- OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 19.2^\circ$
- Scorrimento** sul piano di posa: verificato essendo $R_d = (307.4 * 0.577 + 7.3) / 1.0 = 184.8 > E_d = 114.5$
- Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 133$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 118$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

A ogni profondità lo sforzo di taglio sulla parete è calcolato in base all'equilibrio del cuneo di terra limitato dalla parete e da un piano la cui giacitura è quella che genera la massima spinta attiva. Nota il taglio, le altre caratteristiche delle sollecitazioni sono dedotte da questo (procedura 'Cuneo contro la parete').
 Sull'intera parete il coefficiente di spinta medio è $K_1 = 0.466$. La spinta risulta applicata al 40.9% dell'altezza. Freccia in cima al pannello mm 3.76

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni						Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b_w larghez- za taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricen- trico	V_{Rd}
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN
1	95.1	95.1	41.7	45.0	63.1	55.7	116.6	16.6	45°, 1.0	4.69	10.05	4.59	7.22	220.3	178.1
2	61.8	61.8	0.0	68.1	35.0	28.8	125.0	125.0	45°, 1.0	4.56	16.21	4.52	13.96	174.5	200.3
3	49.2	49.2	0.0	54.3	25.0	19.0	125.0	125.0	-	3.73	12.63	4.52	8.17	93.5	148.3
4	-0.5	-0.5	0.0	1.0	14.0	7.9	125.0	125.0	-	1.93	4.68	4.52	0.00	-22.1	58.5
12	8.5	10.1	9.9	8.0	41.0	34.1	114.0	14.0	73°, 1.0	2.76	4.02	4.59	3.96	56.9	56.6
14	48.4	54.9	27.6	27.5	54.3	45.6	115.8	15.8	73°, 1.0	3.91	8.04	4.59	3.96	144.5	68.3

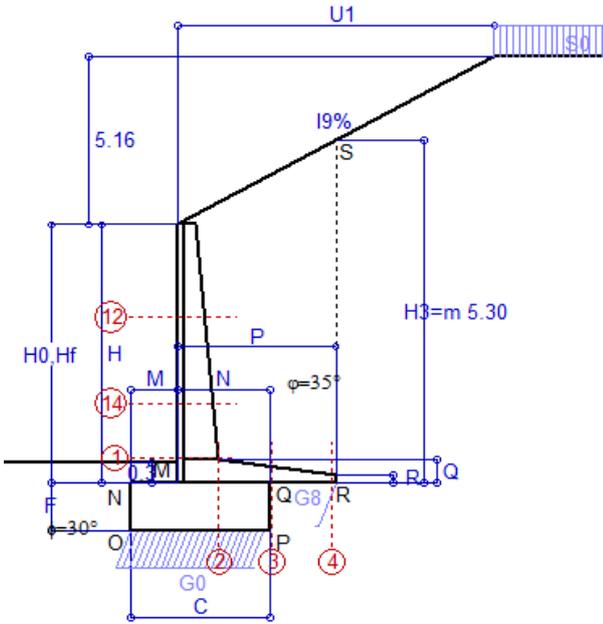
(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.
 (2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 $M_{ed} = M_{edu}$ perché $ctg(\alpha) = ctg(\theta) = 1$; nelle sezioni 3 e 4 $a_1 = 0$ perché il momento flettente è già massimo

Scheda 6: Verifica sismica al ribaltamento

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Comune di Codrongianes



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 3.29^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.056$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.028$

Dati

$H_m = 4.00$ m
 $C = 2.10$ m
 $F = 0.75$ m
 $M = 0.70$ m
 $N = 1.40$ m
 $P = 2.40$ m
 $Q = 0.35$ m
 $U_1 = 9.5$ m
 $R = 0.12$ m

Acceleraz orizz. al suolo

Prefabbricato tipo u40NM

Altezza della terra contro il pannello
 Sovraccarico sul rilevato (20%)
 Angolo d'attrito della terra
 Coefficiente d'attrito della fondazione
 Accelerazione massima locale
 Coeff. riduz. acceleraz. max attesa
 Pendenza del rilevato vicino al muro
 Pendenza del rilevato lontano dal muro

$a_g/g = 0.061$

$H_0 = 4.00$ m
 $H = 4.00$ m
 $S_0 = 4.0$ kN/m²
 $\phi = 35^\circ$
 $R_0 = 0.577$
 $a_{max}/g = 0.098$
 $\beta_m = 0.57$
 $I_9 = 54.3\%$
 $I_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

Coefficiente di spinta attiva della terra (cuneo a cavallo di R-S) agente su una sezione ideale R-S di altezza

$K_1 = 0.516$
 $H_3 = 5.30$ m

Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale

$O_3 = 32.81^\circ$

Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)

$K_3 = 0.432$

Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Mononobe-Okabe)

$K_p = 2.90$

(Dati: $\phi = 30.00^\circ$ $\epsilon = 0.0^\circ$ $\psi = 90^\circ$ $\delta = 0^\circ$)

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta su R-S: terra x 1 + sovr x 1	109.8	276.6	70.8	219.6
Peso struttura (parete+platea) x 1	1.6	2.7	27.9	38.7
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	10.1	32.8	175.3	354.2
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	2.6	0.6	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	2.2	0.8	38.3	40.2
Spinta passiva sulla fondaz. $S_p \times 0.5$	-7.2*	-2.5*	0.0*	0.0*
TOTALI (GEO e STR)	$S_9 = 126.3$	$M_9 = 313.5$	$P_9 = 312.2$	$M_8 = 652.7$

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G_8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G_8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 8.0$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . . . $Q_8 = 0.05$ m
 Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 304.3$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . . $C_8 = 2.10$ m

TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_1 = 0.145$ MPa

OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 20.9^\circ$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo $R_d = (652.7 + 2.5) / 1.0 = 655.2 > E_d = 313.5$

Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo $R_d = (420.7) / 1.0 = 420.7 > E_d = 220.9$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 137$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 129$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Freccia in cima al pannello mm 4.23

A ogni profondità lo sforzo di taglio sulla parete è calcolato in base all'equilibrio del cuneo di terra limitato dalla parete e da un piano la cui giacitura è quella che genera la massima spinta attiva. Nota il taglio, le altre caratteristiche delle sollecitazioni sono dedotte da questo (procedura 'Cuneo contro la parete').

Sull'intera parete il coefficiente di spinta medio è $K_1 = 0.522$. La spinta risulta applicata al 40.3% dell'altezza.

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni						Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b_w larghez- za taglio	staffe α° , ctg Θ	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricen- trico	V_{Rd}
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	105.3	105.3	44.8	50.7	63.1	55.7	116.6	16.6	45°, 1.0	4.70	10.05	4.59	7.22	220.8	173.9
2	75.2	75.2	0.0	72.2	35.0	28.8	125.0	125.0	45°, 1.0	4.56	16.21	4.52	13.96	174.5	200.3
3	61.9	61.9	0.0	59.4	25.0	19.0	125.0	125.0	-	3.73	12.63	4.52	8.17	93.5	148.3
4	-0.1	-0.1	0.0	0.2	12.9	6.8	125.0	125.0	-	1.82	4.31	4.52	0.00	-19.5	52.9
12	9.3	11.1	10.3	8.8	41.0	34.1	114.0	14.0	73°, 1.0	2.76	4.02	4.59	3.96	56.9	56.4
14	53.2	60.3	29.1	30.2	54.3	45.6	115.8	15.8	73°, 1.0	3.91	8.04	4.59	3.96	144.7	67.2

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 $M_{ed} = M_{edu}$ perché $ctg(\alpha) = ctg(\theta) = 1$; nelle sezioni 3 e 4 $a_1 = 0$ perché il momento flettente è già massimo

programma Tensiter 'Muri 2018' vers.1.2.3

Norma: Italia D.M 17/1/2018

Scheda 7. Portanza della fondazione

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Coefficienti SLU "favorevoli" e "sfavorevoli"

Prefabbricato tipo u40NM

Calcolo con la formula di Brinch-Hansen 1970 (valida per terreno omogeneo e condizioni drenate)

Dati geotecnici del terreno di fondazione:

		Unità geotecnica 'SL' (sabbie con limo, sabbie limose)			
	φ	Angolo d'attrito nominale	gradi	30.0°	φ = rad 0.5236
	c	Coesione drenata	kN/m ²	10	
	γ	Peso specifico	kN/m ³	9.00	
	Iv	Inclinazione del terreno a valle	%	0.0%	ε = rad 0.0000

Dati geometrici della fondazione:

	E	Spessore della terra sulla fondazione	m	0.30	
	F	Spessore della fondazione (facciata di valle)	m	0.75	
	I7	Inclinazione del letto di posa	%	0.0%	α = rad 0.0000

Verifiche allo stato limite ultimo (A1+M1+R3)			Scheda 1	Sisma	
Carichi agenti sulla fondazione:					
	N	Componente verticale (G0)	kN/m	349.6	289.9
	β	Obliquità del carico rispetto alla verticale	gradi	17.74°	19.23°
	H	Componente orizzontale = G0 * tan(β)	kN/m	111.9	101.1
	B	Larghezza del nastro di appoggio (C8)	m	2.10	2.10
Dati influenzati dal tipo di verifica:					
	Φ	Angolo d'attrito assunto nel calcolo	rad	0.5236	0.5236
	E5	Distanza della risultante dal bordo esterno della fondazione	m	1.05	1.05
	D	Affondamento = E + F + E5 * Iv	m	1.05	1.05
Termini della formula di Brinck-Hansen					
Profondità = [γ D N _q] s _q d _q i _q b _q g _q z _q			kN/m ²	92.02	82.45
Coefficiente base	N _q = tan ² (45° + Φ / 2) e ^{π tan Φ}			18.40	18.40
Inclinaz. terreno a valle	g _q = (1 - tan ε) ²			1.00	1.00
Lunghezza del muro	s _q = 1 (fondazione nastriforme)			1.00	1.00
Larghezza fondazione	d _q = 1 + 2 tanΦ(1 - sinΦ) ² x se[D<B;D/B;atn(D/B)]			1.14	1.14
Inclinazione letto di posa	b _q = (1 - α tan Φ) ²			1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	i _q #RIF!			0.46	0.42
Paolucci e Pecker 1997	z _q = (1 - K _h / tanΦ) ^{0.35}			-	0.977
Coesione = [c N _c] s _c d _c i _c b _c g _c z _c			kN/m ²	149.92	134.13
Coefficiente base	N _c = (N _q - 1) cot Φ			30.14	30.14
Inclinaz. terreno a valle	g _c = g _q - (1 - g _q) / (N _c tan Φ)			1.00	1.00
Lunghezza del muro	s _c = 1 (fondazione nastriforme)			1.00	1.00
Larghezza fondazione	d _c = d _q - (1 - d _q) / (N _c tan Φ)			1.15	1.15
Inclinazione letto di posa	b _c = b _q - (1 - b _q) / (N _c tan Φ)			1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	i _c = i _q - (1 - i _q) / (N _c tan Φ)			0.43	0.39
Paolucci e Pecker 1997	z _c = 1 - 0,34 K _h			-	0.987
Superficie = [½ γ B N _γ] s _γ i _γ b _γ g _γ z _γ			kN/m ²	75.83	67.99
Coefficiente base	N _γ = 2 (N _q + 1) tan Φ			22.40	22.40
Inclinaz. terreno a valle	g _γ = (1 - tan ε) ²			1.00	1.00
Lunghezza del muro	s _γ = 1 (fondazione nastriforme)			1.00	1.00
Larghezza fondazione	d _γ = 1.00			1.00	1.00
Inclinazione letto di posa	b _γ = (1 - α tan Φ) ²			1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	i _γ #RIF!			0.36	0.33
Paolucci e Pecker 1997	z _γ = (1 - K _h / tanΦ) ^{0.35}			-	0.977
Verifica della capacità portante					
	q _{LIM}	Carico unitario limite (Meyerhof)	Mpa	0.318	0.285
	γ _R	Coeff. per le verifiche SLU di fondazioni superficiali		1.4	1.2
	C_p	Capacità portante, tenuto conto di γ_R	kN	476.7	498.0
	G ₀	Carico effettivo, dovuto alle forze esterne	kN	349.6	289.9
La struttura è verificata al collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno per l'approccio 2 (A1+M1+R3)					

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
11 - GEO (A2-M2-R2)	-1.00; 4.50	9.54	1.302
12 - GEO (A2-M2-R2)	-1.00; 4.50	9.54	1.302
13 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-1.00; 4.50	9.54	1.533
14 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-1.00; 4.50	9.54	1.535

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte	
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto	
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)	
W	peso della striscia espresso in [kN]
Qy	carico sulla striscia espresso in [kN]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
Tx; Ty	Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

Combinazione n° 11 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W	Qy	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	16.81	0.00	8.54 - 0.58	79.982	29.256	0	0.0	
2	37.20	0.00	0.58	65.739	29.256	0	0.0	
3	45.45	0.00	0.58	58.221	29.256	0	0.0	
4	50.89	0.00	0.58	52.103	29.256	0	0.0	
5	54.68	0.00	0.58	46.747	29.256	0	0.0	
6	57.30	0.00	0.58	41.886	29.256	0	0.0	
7	59.02	0.00	0.58	37.374	29.256	0	0.0	
8	60.01	0.00	0.58	33.120	29.256	0	0.0	
9	60.38	0.00	0.58	29.065	29.256	0	0.0	
10	60.27	0.00	0.58	25.165	24.791	8	1.3	
11	62.34	0.00	0.58	21.386	24.791	8	3.7	
12	59.00	0.00	0.58	17.703	24.791	8	5.7	
13	58.97	0.00	0.58	14.095	24.791	8	7.4	
14	58.76	0.00	0.58	10.543	24.791	8	8.6	
15	51.22	0.00	0.58	7.031	24.791	8	9.5	
16	16.53	0.00	0.58	3.546	24.791	8	10.0	
17	14.40	0.00	0.58	0.074	24.791	8	10.2	
18	13.73	0.00	0.58	-3.397	24.791	8	10.0	
19	13.19	0.00	0.58	-6.881	24.791	8	9.5	
20	12.27	0.00	0.58	-10.391	24.791	8	8.6	
21	10.98	0.00	0.58	-13.941	24.791	8	7.4	
22	9.28	0.00	0.58	-17.547	24.791	8	5.8	
23	7.17	0.00	0.58	-21.227	24.791	8	3.8	
24	4.60	0.00	0.58	-25.001	24.791	8	1.4	
25	1.55	0.00	-5.90 - 0.58	-28.082	29.256	0	0.0	

Combinazione n° 12 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W	Qy	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	16.81	0.00	8.54 - 0.58	79.982	29.256	0	0.0	
2	37.20	0.00	0.58	65.739	29.256	0	0.0	
3	45.45	0.00	0.58	58.221	29.256	0	0.0	
4	50.89	0.00	0.58	52.103	29.256	0	0.0	
5	54.68	0.00	0.58	46.747	29.256	0	0.0	
6	57.30	0.00	0.58	41.886	29.256	0	0.0	
7	59.02	0.00	0.58	37.374	29.256	0	0.0	
8	60.01	0.00	0.58	33.120	29.256	0	0.0	
9	60.38	0.00	0.58	29.065	29.256	0	0.0	
10	60.27	0.00	0.58	25.165	24.791	8	1.3	
11	62.34	0.00	0.58	21.386	24.791	8	3.7	
12	59.00	0.00	0.58	17.703	24.791	8	5.7	
13	58.97	0.00	0.58	14.095	24.791	8	7.4	
14	58.76	0.00	0.58	10.543	24.791	8	8.6	

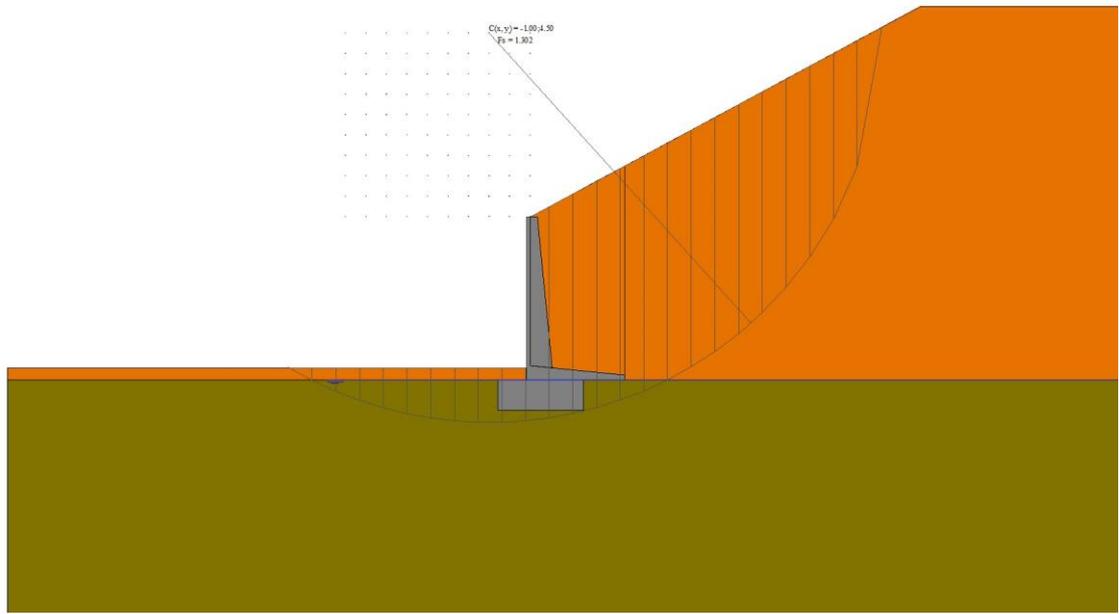
n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
15	51.22	0.00	0.58	7.031	24.791	8	8	9.5
16	16.53	0.00	0.58	3.546	24.791	8	8	10.0
17	14.40	0.00	0.58	0.074	24.791	8	8	10.2
18	13.73	0.00	0.58	-3.397	24.791	8	8	10.0
19	13.19	0.00	0.58	-6.881	24.791	8	8	9.5
20	12.27	0.00	0.58	-10.391	24.791	8	8	8.6
21	10.98	0.00	0.58	-13.941	24.791	8	8	7.4
22	9.28	0.00	0.58	-17.547	24.791	8	8	5.8
23	7.17	0.00	0.58	-21.227	24.791	8	8	3.8
24	4.60	0.00	0.58	-25.001	24.791	8	8	1.4
25	1.55	0.00	-5.90 - 0.58	-28.082	29.256	0	0	0.0

Combinazione n° 13 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	16.81	0.00	8.54 - 0.58	79.982	35.000	0	0	0.0
2	37.20	0.00	0.58	65.739	35.000	0	0	0.0
3	45.45	0.00	0.58	58.221	35.000	0	0	0.0
4	50.89	0.00	0.58	52.103	35.000	0	0	0.0
5	54.68	0.00	0.58	46.747	35.000	0	0	0.0
6	57.30	0.00	0.58	41.886	35.000	0	0	0.0
7	59.02	0.00	0.58	37.374	35.000	0	0	0.0
8	60.01	0.00	0.58	33.120	35.000	0	0	0.0
9	60.38	0.00	0.58	29.065	35.000	0	0	0.0
10	60.27	0.00	0.58	25.165	30.000	10	10	1.3
11	62.34	0.00	0.58	21.386	30.000	10	10	3.7
12	59.00	0.00	0.58	17.703	30.000	10	10	5.7
13	58.97	0.00	0.58	14.095	30.000	10	10	7.4
14	58.76	0.00	0.58	10.543	30.000	10	10	8.6
15	51.22	0.00	0.58	7.031	30.000	10	10	9.5
16	16.53	0.00	0.58	3.546	30.000	10	10	10.0
17	14.40	0.00	0.58	0.074	30.000	10	10	10.2
18	13.73	0.00	0.58	-3.397	30.000	10	10	10.0
19	13.19	0.00	0.58	-6.881	30.000	10	10	9.5
20	12.27	0.00	0.58	-10.391	30.000	10	10	8.6
21	10.98	0.00	0.58	-13.941	30.000	10	10	7.4
22	9.28	0.00	0.58	-17.547	30.000	10	10	5.8
23	7.17	0.00	0.58	-21.227	30.000	10	10	3.8
24	4.60	0.00	0.58	-25.001	30.000	10	10	1.4
25	1.55	0.00	-5.90 - 0.58	-28.082	35.000	0	0	0.0

Combinazione n° 14 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	16.81	0.00	8.54 - 0.58	79.982	35.000	0	0	0.0
2	37.20	0.00	0.58	65.739	35.000	0	0	0.0
3	45.45	0.00	0.58	58.221	35.000	0	0	0.0
4	50.89	0.00	0.58	52.103	35.000	0	0	0.0
5	54.68	0.00	0.58	46.747	35.000	0	0	0.0
6	57.30	0.00	0.58	41.886	35.000	0	0	0.0
7	59.02	0.00	0.58	37.374	35.000	0	0	0.0
8	60.01	0.00	0.58	33.120	35.000	0	0	0.0
9	60.38	0.00	0.58	29.065	35.000	0	0	0.0
10	60.27	0.00	0.58	25.165	30.000	10	10	1.3
11	62.34	0.00	0.58	21.386	30.000	10	10	3.7
12	59.00	0.00	0.58	17.703	30.000	10	10	5.7
13	58.97	0.00	0.58	14.095	30.000	10	10	7.4
14	58.76	0.00	0.58	10.543	30.000	10	10	8.6
15	51.22	0.00	0.58	7.031	30.000	10	10	9.5
16	16.53	0.00	0.58	3.546	30.000	10	10	10.0
17	14.40	0.00	0.58	0.074	30.000	10	10	10.2
18	13.73	0.00	0.58	-3.397	30.000	10	10	10.0
19	13.19	0.00	0.58	-6.881	30.000	10	10	9.5
20	12.27	0.00	0.58	-10.391	30.000	10	10	8.6
21	10.98	0.00	0.58	-13.941	30.000	10	10	7.4
22	9.28	0.00	0.58	-17.547	30.000	10	10	5.8
23	7.17	0.00	0.58	-21.227	30.000	10	10	3.8
24	4.60	0.00	0.58	-25.001	30.000	10	10	1.4
25	1.55	0.00	-5.90 - 0.58	-28.082	35.000	0	0	0.0

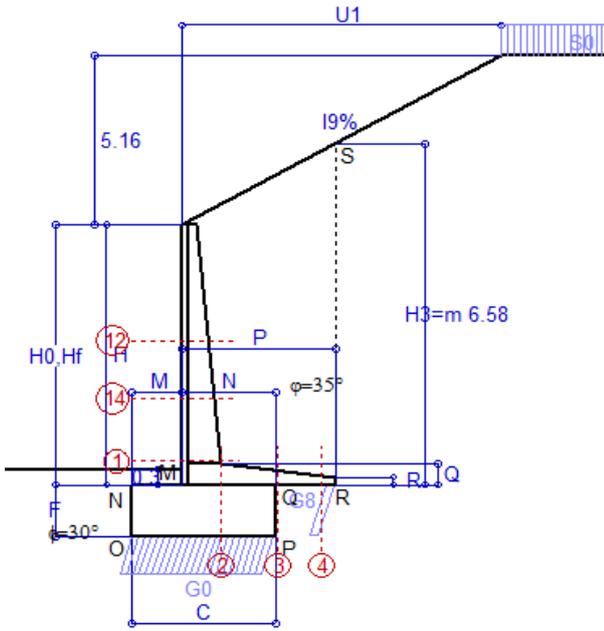


Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 11)

Errore. Il segnalibro non è definito.

Scheda 1: Approccio 2, (A1+M1+R3)

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto



Dati

$H_m = 5.00$ m	Prefabbricato tipo u50NM	$H_0 = 5.00$ m
$C = 2.70$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 5.00$ m
$F = 1.00$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$M = 0.95$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35.00^\circ$
$N = 1.75$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 2.90$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.41$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.577$
$U_1 = 9.5$ m	Pendenza del rilevato vicino al muro	$I_9 = 54.3\%$
$R = 0.15$ m	Pendenza del rilevato lontano dal muro	$I_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (cuneo a cavallo di R-S) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.419$
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$H_3 = 6.58$ m
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$O_3 = 28.89^\circ$
	$K_3 = 0.410$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta su R-S: terra x 1.3 + sovr x 1.5	185.7	592.8	102.5	394.6
Peso struttura (parete+platea) x 1.3	0.0	0.0	51.7	93.3
Peso terra x 1.3 e sovracc. x 1.50	0.0	0.0	355.5	901.3
Spinta della terra sulla fondaz. x 1.3	5.7	1.7	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1.3	0.0	0.0	87.8	118.5
TOTALI (GEO e STR)	$S_9 = 191.4$	$M_9 = 594.5$	$P_9 = 597.5$	$M_8 = 1,507.6$

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 = 51.0$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$Q_8 = 0.18$ m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 546.4$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$C_8 = 2.70$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_1 = 0.202$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 17.8^\circ$
Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo		$Rd = (597.5 * 0.577) / 1.1 = 313.6$	$> Ed = 191.4$
Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo		$Rd = (1507.6) / 1.15 = 1311.0$	$> Ed = 594.5$
Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo		$Rd = (904.9) / 1.15 = 786.9$	$> Ed = 407.1$
Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 256$ kN		Lato monte (punto Q) $G_7 = 203$ kN	

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

A ogni profondità lo sforzo di taglio sulla parete è calcolato in base all'equilibrio del cuneo di terra limitato dalla parete e da un piano la cui giacitura è quella che genera la massima spinta attiva. Noto il taglio, le altre caratteristiche delle sollecitazioni sono dedotte da questo (procedura 'Cuneo contro la parete'). Sull'intera parete il coefficiente di spinta medio è $K_1 = 0.404$. La spinta risulta applicata al 39.1% dell'altezza. Freccia in cima al pannello mm 7.81

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato compreso	b_w larghezza taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricentrico	V_{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	205.4	205.4	74.1	78.9	72.1	64.8	118.4	18.4	45°, 1.0	5.99	14.51	4.59	7.85	371.3	219.9	
2	133.5	133.5	0.0	136.1	41.0	34.7	125.0	125.0	45°, 1.0	5.62	21.49	5.34	14.67	275.2	253.5	
3	79.8	79.8	0.0	94.9	28.7	22.5	125.0	125.0	-	4.82	19.57	5.34	9.85	161.4	186.4	
4	-3.0	-3.0	0.0	3.3	18.3	12.0	125.0	125.0	-	2.44	5.50	5.34	0.00	-34.3	85.8	
12	29.8	34.4	23.3	20.4	48.4	41.6	115.4	15.4	73°, 1.0	3.43	6.28	4.59	3.96	104.3	63.5	
14	90.0	100.9	44.8	43.8	59.6	50.9	117.1	17.1	73°, 1.0	4.76	11.37	4.59	3.96	226.7	71.5	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

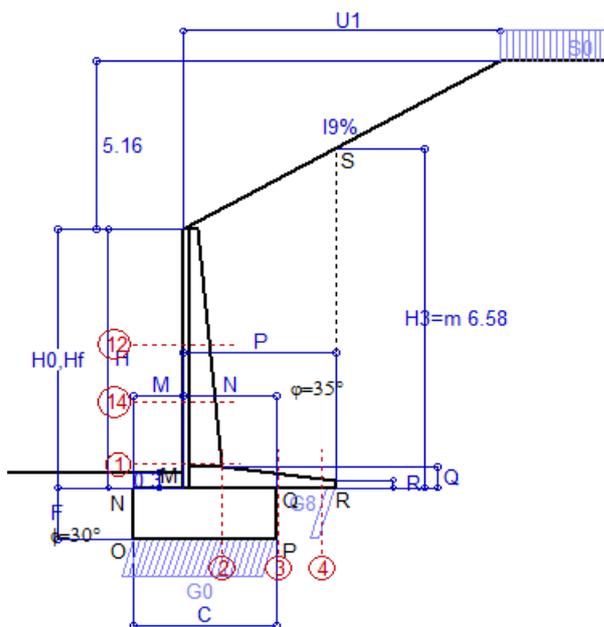
Nelle sezioni 1 e 2 $M_{ed} = M_{edu}$ perché $ctg(\alpha) = ctg(\theta) = 1$; nelle sezioni 3 e 4 $a_1 = 0$ perché il momento flettente è già massimo

programma Tensiter 'Muri 2018' vers.1.2.3

Norma: Italia D.M 17/1/2018

Scheda 2: Verifica SLE combinaz. RARA

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto



Spinta della terra su sez. R-S x 1
 Peso struttura (parete+platea) x 1
 Peso terra e sovraccarico x 1
 Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 Peso della fondazione x 1
**non sommati*

Totali

Dati

$H_m = 5.00$ m	Prefabbricato tipo u50NM	$H_0 = 5.00$ m
$C = 2.70$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 5.00$ m
$F = 1.00$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$M = 0.95$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$N = 1.75$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 2.90$ m	Peso specifico del calcestruzzo . .	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.41$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$U_1 = 9.50$ m	Pendenza del rilevato vicino al muro	$l_9 = 54.32$ %

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S cuneo a cavallo di R-S)	$K_1 = 0.415$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H_3 = 6.58$ m
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.407$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
141.76	452.47	77.59	298.73
0.00	0.00	39.78	71.76
0.00	0.00	273.48	693.28
4.36	1.27	0.00	0.00
0.00	0.00	67.50	91.13
$S_9 = 146.12$	$M_9 = 453.73$	$P_9 = 458.34$	$M_8 = 1,154.90$

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O' = 2.229

GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 1.811

Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 39.44$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . $Q_8 = 0.18$ m

Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 418.90$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . $C_8 = 2.70$ m

TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.155$ MPa

OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 17.7^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 5.34

A ogni profondità lo sforzo di taglio sulla parete è calcolato in base all'equilibrio del cuneo di terra limitato da un piano la cui giacitura è quella che genera la massima spinta attiva. Noto il taglio, le altre caratteristiche delle sollecitazioni sono dedotte da questo (procedura 'Cuneo contro la parete'). Sull'intera parete il coefficiente di spinta medio è $K_1 = 0.404$. La spinta risulta applicata al 39.1% dell'altezza.

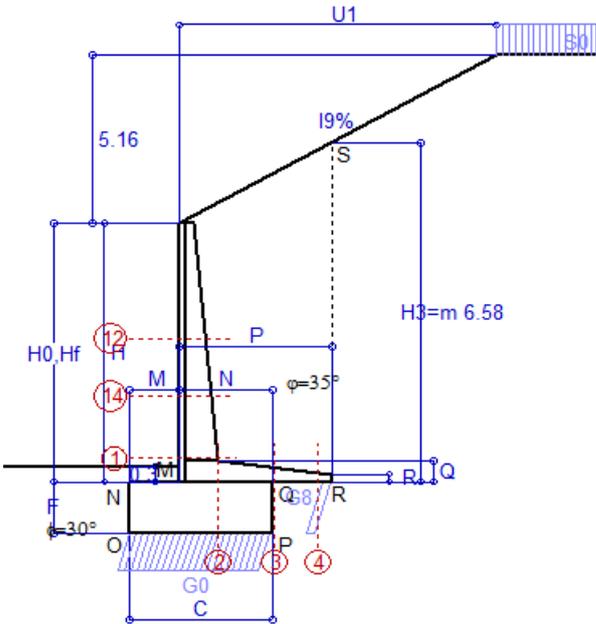
SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compartecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $C+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	158.7	57.0	84.1	118.4	72.1	64.8	14.51	4.59	165	4.95	38	0.121
2	103.2	0.0	143.1	125.0	41.0	34.7	21.49	5.34	149	6.81	51	0.000
3	61.0	0.0	108.3	125.0	28.7	22.5	19.57	5.34	151	8.46	51	0.126
4	-2.4	0.0	0.0	125.0	18.4	12.1	5.51	5.34	33	1.52	51	0.000
12	23.0	18.0	20.8	115.4	48.4	41.6	6.28	4.59	84	2.18	38	0.000
14	69.5	34.5	46.7	117.1	59.6	50.9	11.37	4.59	117	3.57	38	0.069

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 3: Verifica SLE combinaz. FREQUENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto



Dati

$H_m = 5.00$ m	Prefabbricato tipo u50NM	$H_0 = 5.00$ m
$C = 2.70$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 5.00$ m
$F = 1.00$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$M = 0.95$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 15.0$ kN/m ²
$N = 1.75$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 2.90$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.41$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$U_1 = 9.50$ m	Pendenza del rilevato vicino al muro	$l_9 = 54.32$ %

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S cuneo a cavallo di R-S) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.409$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.402$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
140.03	446.94	75.63	291.18
0.00	0.00	39.78	71.76
0.00	0.00	273.48	693.28
4.31	1.25	0.00	0.00
0.00	0.00	67.50	91.13
$S_9 = 144.34$	$M_9 = 448.19$	$P_9 = 456.38$	$M_8 = 1,147.34$

Spinta della terra su sez. R-S x 1
 Peso struttura (parete+platea) x 1
 Peso terra e sovraccarico x 1
 Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 Peso della fondazione x 1
**non sommati*

Totali

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O' = 2.238
 GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 1.826
 Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 39.71$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . $Q_8 = 0.19$ m
 Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 416.67$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . $C_8 = 2.70$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.154$ MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 17.6^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 5.34

A ogni profondità lo sforzo di taglio sulla parete è calcolato in base all'equilibrio del cuneo di terra limitato da un piano la cui giacitura è quella che genera la massima spinta attiva. Noto il taglio, le altre caratteristiche delle sollecitazioni sono dedotte da questo (procedura 'Cuneo contro la parete'). Sull'intera parete il coefficiente di spinta medio è $K_1 = 0.404$. La spinta risulta applicata al 39.1% dell'altezza.

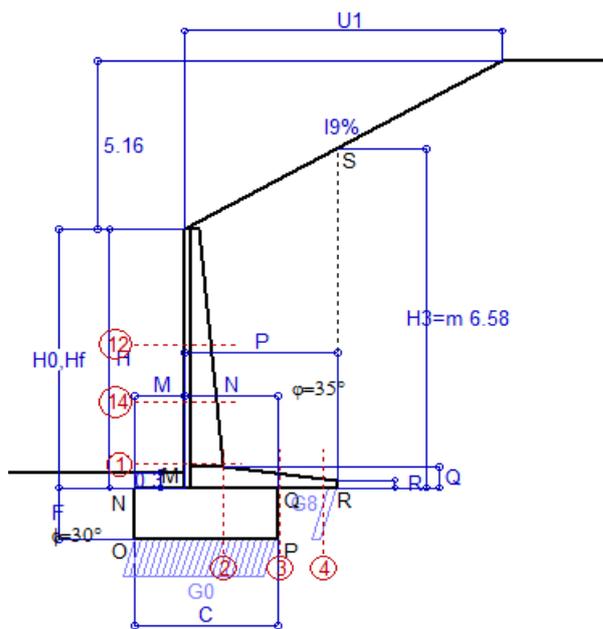
SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compartecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $C+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	158.7	57.0	84.1	118.4	72.1	64.8	14.51	4.59	165	4.95	38	0.121
2	103.2	0.0	143.1	125.0	41.0	34.7	21.49	5.34	149	6.81	51	0.000
3	60.6	0.0	107.7	125.0	28.7	22.5	19.57	5.34	150	8.40	51	0.123
4	-2.4	0.0	0.0	125.0	18.4	12.1	5.52	5.34	34	1.54	51	0.000
12	23.0	18.0	20.8	115.4	48.4	41.6	6.28	4.59	84	2.18	38	0.000
14	69.5	34.5	46.7	117.1	59.6	50.9	11.37	4.59	117	3.57	38	0.069

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 4: Verifica SLE combinaz QUASI PERMANENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto



Spinta della terra su sez. R-S x 1
 Peso struttura (parete+platea) x 1
 Peso terra e sovraccarico x 1
 Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 Peso della fondazione x 1
**non sommati*

Totali

Dati

$H_m = 5.00$ m	Prefabbricato tipo u50NM	$H_0 = 5.00$ m
$C = 2.70$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 5.00$ m
$F = 1.00$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$M = 0.95$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 0.0$ kN/m ²
$N = 1.75$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 2.90$ m	Peso specifico del calcestruzzo . .	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.41$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$U_1 = 9.50$ m	Pendenza del rilevato vicino al muro	$l_9 = 54.32$ %

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S cuneo a cavallo di R-S)	$K_1 = 0.392$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H_3 = 6.58$ m
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.389$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
135.46	432.37	70.37	270.92
0.00	0.00	39.78	71.76
0.00	0.00	273.48	693.28
4.17	1.21	0.00	0.00
0.00	0.00	67.50	91.13
$S_9 = 139.63$	$M_9 = 433.58$	$P_9 = 451.12$	$M_8 = 1,127.09$

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O' = 2.262
 GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 1.865
 Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 40.31$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . $Q_8 = 0.19$ m
 Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 410.81$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . $C_8 = 2.70$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.152$ MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 17.2^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

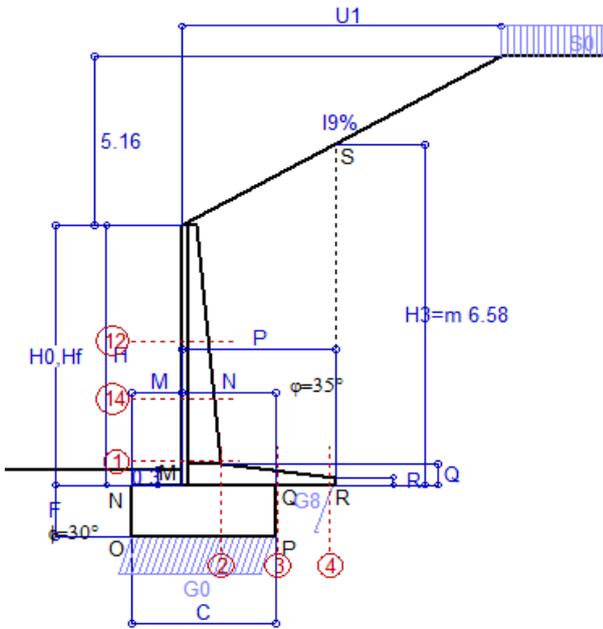
Freccia in cima al pannello mm 5.34

A ogni profondità lo sforzo di taglio sulla parete è calcolato in base all'equilibrio del cuneo di terra limitato da un piano la cui giacitura è quella che genera la massima spinta attiva. Noto il taglio, le altre caratteristiche delle sollecitazioni sono dedotte da questo (procedura 'Cuneo contro la parete').
 Sull'intera parete il coefficiente di spinta medio è $K_1 = 0.404$. La spinta risulta applicata al 39.1% dell'altezza.

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di partecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $c + \Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	158.7	57.0	84.1	118.4	72.1	64.8	14.51	4.59	165	4.95	38	0.121
2	103.2	0.0	143.1	125.0	41.0	34.7	21.49	5.34	149	6.81	51	0.000
3	59.4	0.0	106.2	125.0	28.7	22.5	19.57	5.34	147	8.23	51	0.117
4	-2.5	0.0	0.0	125.0	18.4	12.1	5.55	5.34	35	1.59	51	0.000
12	23.0	18.0	20.8	115.4	48.4	41.6	6.28	4.59	84	2.18	38	0.000
14	69.5	34.5	46.7	117.1	59.6	50.9	11.37	4.59	117	3.57	38	0.069

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 2.17^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.037$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.019$

Dati

- $H_m = 5.00$ m
- $C = 2.70$ m
- $F = 1.00$ m
- $M = 0.95$ m
- $N = 1.75$ m
- $P = 2.90$ m
- $Q = 0.41$ m
- $U_1 = 9.5$ m
- $R = 0.15$ m

Acceleraz orizz. al suolo
Prefabbricato tipo u50NM

- Altezza della terra contro il pannello
- Sovraccarico sul rilevato (20%)
- Angolo d'attrito della terra
- Coefficiente d'attrito della fondazione
- Accelerazione massima locale
- Coeff. riduz. acceleraz. max attesa
- Pendenza del rilevato vicino al muro
- Pendenza del rilevato lontano dal muro

- $a_g/g = 0.061$
- $H_0 = 5.00$ m
- $H = 5.00$ m
- $S_0 = 4.0$ kN/m²
- $\phi = 35^\circ$
- $R_0 = 0.577$
- $a_{max}/g = 0.098$
- $\beta_m = 0.38$
- $I_9 = 54.3\%$
- $I_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

- Coefficiente di spinta attiva della terra (cuneo a cavallo di R-S) agente su una sezione ideale R-S di altezza $K_1 = 0.453$
- Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale $H_3 = 6.58$ m
- Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine) $O_3 = 30.94^\circ$
- Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Mononobe-Okabe) $K_3 = 0.392$
- (Dati: $\phi = 30.00^\circ$ $\epsilon = 0.0^\circ$ $\psi = 90^\circ$ $\delta = 0^\circ$) $K_p = 2.93$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta su R-S: terra x 1 + sovr x 1	151.2	482.6	90.6	349.0
Peso struttura (parete+platea) x 1	1.5	3.1	39.0	70.4
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	10.2	41.7	268.4	680.4
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	5.0	1.3	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	2.5	1.3	66.2	89.4
Spinta passiva sulla fondaz. Sp x 0.5	-11.2*	-4.8*	0.0*	0.0*
<i>*non sommati</i>				
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 170.3	M₉ = 530.0	P₉ = 464.3	M₈ = 1,189.2

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

- Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 17.6$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . . . $Q_8 = 0.08$ m
- Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 446.7$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . . $C_8 = 2.70$ m
- TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_1 = 0.165$ MPa
- OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 18.9^\circ$
- Scorrimento** sul piano di posa: verificato essendo $R_d = (464.3 * 0.577 + 11.2) / 1.0 = 279.2 > E_d = 170.3$
- Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 205$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 175$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

A ogni profondità lo sforzo di taglio sulla parete è calcolato in base all'equilibrio del cuneo di terra limitato dalla parete e da un piano la cui giacitura è quella che genera la massima spinta attiva. Nota il taglio, le altre caratteristiche delle sollecitazioni sono dedotte da questo (procedura 'Cuneo contro la parete').
 Sull'intera parete il coefficiente di spinta medio è $K_1 = 0.475$. La spinta risulta applicata al 38.6% dell'altezza. Freccia in cima al pannello mm 7.16

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni						Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b_w larghez- za taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricen- trico	V_{Rd}
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN
1	184.8	184.8	63.3	72.1	72.1	64.8	118.4	18.4	45°, 1.0	5.94	14.51	4.59	7.85	369.2	223.7
2	123.0	123.0	0.0	121.4	41.0	34.7	125.0	125.0	45°, 1.0	5.62	21.49	5.34	14.67	275.2	253.5
3	89.9	89.9	0.0	84.8	28.7	22.5	125.0	125.0	-	4.82	19.57	5.34	9.85	161.4	186.4
4	-0.4	-0.4	0.0	0.6	16.5	10.2	125.0	125.0	-	2.20	4.67	5.34	0.00	-29.1	73.4
12	26.8	31.0	19.3	18.3	48.4	41.6	115.4	15.4	73°, 1.0	3.41	6.28	4.59	3.96	103.9	64.5
14	80.7	90.5	37.6	39.2	59.6	50.9	117.1	17.1	73°, 1.0	4.73	11.37	4.59	3.96	225.6	73.4

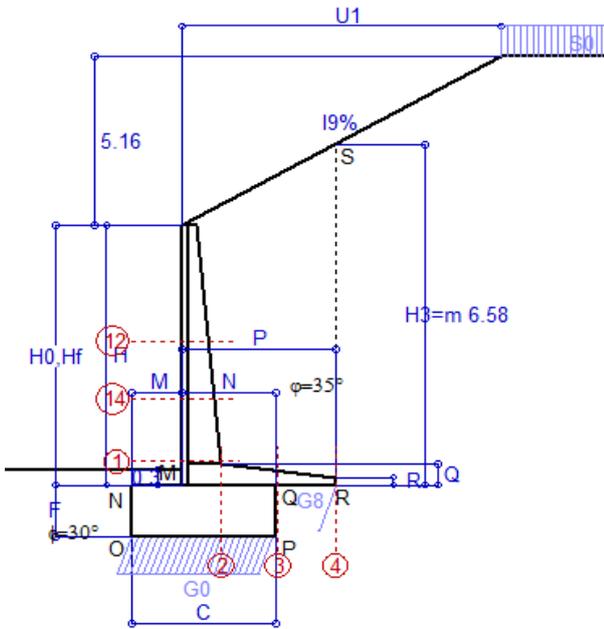
(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.
 (2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 $M_{ed} = M_{edu}$ perché $ctg(\alpha) = ctg(\theta) = 1$; nelle sezioni 3 e 4 $a_1 = 0$ perché il momento flettente è già massimo

Scheda 6: Verifica sismica al ribaltamento

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Comune di Codrongianus



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 3.29^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.056$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.028$

Dati

$H_m = 5.00$ m
 $C = 2.70$ m
 $F = 1.00$ m
 $M = 0.95$ m
 $N = 1.75$ m
 $P = 2.90$ m
 $Q = 0.41$ m
 $U_1 = 9.5$ m
 $R = 0.15$ m

Acceleraz. orizz. al suolo Prefabbricato tipo u50NM

Altezza della terra contro il pannello
 Sovraccarico sul rilevato (20%)
 Angolo d'attrito della terra
 Coefficiente d'attrito della fondazione
 Accelerazione massima locale
 Coeff. riduz. acceleraz. max attesa
 Pendenza del rilevato vicino al muro
 Pendenza del rilevato lontano dal muro

$a_g/g = 0.061$
 $H_0 = 5.00$ m
 $H = 5.00$ m
 $S_0 = 4.0$ kN/m²
 $\phi = 35^\circ$
 $R_0 = 0.577$
 $a_{max}/g = 0.098$
 $\beta_m = 0.57$
 $I_9 = 54.3\%$
 $I_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

Coefficiente di spinta attiva della terra (cuneo a cavallo di R-S) agente su una sezione ideale R-S di altezza
 Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale
 Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)
 Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Monobe-Okabe)
 (Dati: $\phi = 30.00^\circ$ $\varepsilon = 0.0^\circ$ $\psi = 90^\circ$ $\delta = 0^\circ$)

$K_1 = 0.485$
 $H_3 = 6.58$ m
 $O_3 = 32.09^\circ$
 $K_3 = 0.420$
 $K_p = 2.90$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta su R-S: terra x 1 + sovr x 1	159.8	509.9	100.2	385.7
Peso struttura (parete+platea) x 1	2.2	4.7	38.7	69.8
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	15.3	62.7	265.8	673.9
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	5.8	1.4	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	3.8	1.9	65.6	88.6
Spinta passiva sulla fondaz. Sp x 0.5	-11.0*	-4.8*	0.0*	0.0*
<i>*non sommati</i>				
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 186.8	M₉ = 580.6	P₉ = 470.3	M₈ = 1,218.0

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 3.4$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . . . $Q_8 = 0.02$ m
 Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 466.9$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . . $C_8 = 2.70$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_1 = 0.173$ MPa
 OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 20.5^\circ$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo $R_d = (1218 + 4.8) / 1.0 = 1222.8 > E_d = 580.6$

Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo $R_d = (745) / 1.0 = 745.0 > E_d = 400$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 210$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 191$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Freccia in cima al pannello mm 8.00

A ogni profondità lo sforzo di taglio sulla parete è calcolato in base all'equilibrio del cuneo di terra limitato dalla parete e da un piano la cui giacitura è quella che genera la massima spinta attiva. Nota il taglio, le altre caratteristiche delle sollecitazioni sono dedotte da questo (procedura 'Cuneo contro la parete').

Sull'intera parete il coefficiente di spinta medio è $K_1 = 0.519$. La spinta risulta applicata al 39.0% dell'altezza.

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni						Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b_w larghez- za taglio	staffe α° , ctg Θ	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricen- trico	V_{Rd}
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN
1	204.4	204.4	67.3	78.7	72.1	64.8	118.4	18.4	45°, 1.0	5.96	14.51	4.59	7.85	370.0	220.1
2	146.2	146.2	0.0	130.6	41.0	34.7	125.0	125.0	45°, 1.0	5.62	21.49	5.34	14.67	275.2	253.5
3	111.6	111.6	0.0	92.9	28.7	22.5	125.0	125.0	-	4.82	19.57	5.34	9.85	161.4	186.4
4	0.0	0.0	0.0	0.0	15.3	9.0	125.0	125.0	-	2.04	4.14	5.34	0.00	-25.7	67.5
12	29.5	34.0	20.3	20.1	48.4	41.6	115.4	15.4	73°, 1.0	3.42	6.28	4.59	3.96	104.0	63.7
14	89.2	100.2	40.2	43.9	59.6	50.9	117.1	17.1	73°, 1.0	4.74	11.37	4.59	3.96	226.0	72.0

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 $M_{ed} = M_{edu}$ perché $ctg(\alpha) = ctg(\theta) = 1$; nelle sezioni 3 e 4 $a_1 = 0$ perché il momento flettente è già massimo

programma Tensiter 'Muri 2018' vers.1.2.3

Norma: Italia D.M 17/1/2018

Scheda 7. Portanza della fondazione

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Coefficienti SLU "favorevoli" e "sfavorevoli"

Prefabbricato tipo u50NM

Calcolo con la formula di Brinch-Hansen 1970 (valida per terreno omogeneo e condizioni drenate)

Dati geotecnici del terreno di fondazione:

Natura di terreno di fondazione		Unità geotecnica 'SL' (sabbie con limo, sabbie limose)			
ϕ	Angolo d'attrito nominale	gradi	30.0°	$\phi = \text{rad}$	0.5236
c	Coesione drenata	kN/m ²	10		
γ	Peso specifico	kN/m ³	9.00		
Iv	Inclinazione del terreno a valle	%	0.0%	$\varepsilon = \text{rad}$	0.0000

Dati geometrici della fondazione:

E	Spessore della terra sulla fondazione	m	0.30		
F	Spessore della fondazione (facciata di valle)	m	1.00		
I7	Inclinazione del letto di posa	%	0.0%	$\alpha = \text{rad}$	0.0000

Verifiche allo stato limite ultimo (A1+M1+R3)			Scheda 1	Sisma
Carichi agenti sulla fondazione:				
N	Componente verticale (G0)	kN/m	546.4	446.7
β	Obliquità del carico rispetto alla verticale	gradi	17.77°	18.92°
H	Componente orizzontale = G0 * tan(β)	kN/m	175.1	153.1
B	Larghezza del nastro di appoggio (C8)	m	2.70	2.70
Dati influenzati dal tipo di verifica:				
Φ	Angolo d'attrito assunto nel calcolo	rad	0.5236	0.5236
E5	Distanza della risultante dal bordo esterno della fondazione	m	1.35	1.35
D	Affondamento = E + F + E5 * Iv	m	1.30	1.30
Termini della formula di Brinck-Hansen				
Profondità	= $[\gamma D N_q] s_q d_q i_q b_q g_q z_q$	kN/m ²	113.25	103.46
Coefficiente base	$N_q = \tan^2(45^\circ + \Phi / 2) e^{\pi \tan \Phi}$		18.40	18.40
Inclinaz. terreno a valle	$g_q = (1 - \tan \varepsilon)^2$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_q = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_q = 1 + 2 \tan \Phi (1 - \sin \Phi)^2 \times \text{se}[D < B; D/B; \text{atn}(D/B)]$		1.14	1.14
Inclinazione letto di posa	$b_q = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	i_q #RIF!		0.46	0.43
Paolucci e Pecker 1997	$z_q = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$		-	0.977
Coesione	= $[c N_c] s_c d_c i_c b_c g_c z_c$	kN/m ²	148.96	136.27
Coefficiente base	$N_c = (N_q - 1) \cot \Phi$		30.14	30.14
Inclinaz. terreno a valle	$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_c = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.15	1.15
Inclinazione letto di posa	$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c \tan \Phi)$		0.43	0.40
Paolucci e Pecker 1997	$z_c = 1 - 0,34 K_h$		-	0.987
Superficie	= $[\frac{1}{2} \gamma B N_\gamma] s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma z_\gamma$	kN/m ²	95.31	87.23
Coefficiente base	$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \Phi$		22.40	22.40
Inclinaz. terreno a valle	$g_\gamma = (1 - \tan \varepsilon)^2$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_\gamma = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_\gamma = 1.00$		1.00	1.00
Inclinazione letto di posa	$b_\gamma = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	i_γ #RIF!		0.35	0.33
Paolucci e Pecker 1997	$z_\gamma = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$		-	0.977
Verifica della capacità portante				
q_{LIM}	Carico unitario limite (Meyerhof)	Mpa	0.358	0.327
γ_R	Coeff. per le verifiche SLU di fondazioni superficiali		1.4	1.2
C_p	Capacità portante, tenuto conto di γ_R	kN	689.5	735.7
G_0	Carico effettivo, dovuto alle forze esterne	kN	546.4	446.7
La struttura è verificata al collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno per l'approccio 2 (A1+M1+R3)				

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
11 - GEO (A2-M2-R2)	-1.50; 4.50	10.97	1.246
12 - GEO (A2-M2-R2)	-1.00; 4.50	10.84	1.243
13 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-1.50; 4.50	10.97	1.469
14 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-1.50; 4.50	10.97	1.470

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte	
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto	
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)	
W	peso della striscia espresso in [kN]
Qy	carico sulla striscia espresso in [kN]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
Tx; Ty	Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

Combinazione n° 11 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W	Qy	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	31.77	0.00	9.46 - 0.68	78.575	29.256	0	0.0	
2	56.79	0.00	0.68	65.347	29.256	0	0.0	
3	67.89	0.00	0.68	57.773	29.256	0	0.0	
4	75.19	0.00	0.68	51.597	29.256	0	0.0	
5	80.23	0.00	0.68	46.186	29.256	0	0.0	
6	83.68	0.00	0.68	41.269	29.256	0	0.0	
7	85.90	0.00	0.68	36.702	29.256	0	0.0	
8	87.12	0.00	0.68	32.394	29.256	0	0.0	
9	87.58	0.00	0.68	28.285	24.791	8	1.5	
10	91.25	0.00	0.68	24.329	24.791	8	4.8	
11	86.85	0.00	0.68	20.493	24.791	8	7.6	
12	87.57	0.00	0.68	16.752	24.791	8	9.8	
13	87.84	0.00	0.68	13.083	24.791	8	11.6	
14	86.32	0.00	0.68	9.468	24.791	8	12.9	
15	26.36	0.00	0.68	5.892	24.791	8	13.8	
16	23.66	0.00	0.68	2.338	24.791	8	14.3	
17	21.55	0.00	0.68	-1.207	24.791	8	14.4	
18	21.12	0.00	0.68	-4.757	24.791	8	14.0	
19	20.17	0.00	0.68	-8.325	24.791	8	13.3	
20	18.68	0.00	0.68	-11.926	24.791	8	12.1	
21	16.66	0.00	0.68	-15.575	24.791	8	10.4	
22	14.05	0.00	0.68	-19.291	24.791	8	8.3	
23	10.84	0.00	0.68	-23.094	24.791	8	5.8	
24	6.96	0.00	0.68	-27.008	24.791	8	2.6	
25	2.35	0.00	-7.50 - 0.68	-30.331	29.256	0	0.0	

Combinazione n° 12 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W	Qy	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	33.23	8.43	9.82 - 0.66	78.307	29.256	0	0.0	
2	57.20	0.00	0.66	65.413	29.256	0	0.0	
3	67.86	0.00	0.66	57.900	29.256	0	0.0	
4	74.88	0.00	0.66	51.768	29.256	0	0.0	
5	79.76	0.00	0.66	46.394	29.256	0	0.0	
6	83.12	0.00	0.66	41.512	29.256	0	0.0	
7	85.30	0.00	0.66	36.978	29.256	0	0.0	
8	86.52	0.00	0.66	32.702	29.256	0	0.0	
9	86.96	0.00	0.66	28.623	24.791	8	0.1	
10	86.83	0.00	0.66	24.697	24.791	8	3.4	
11	88.95	0.00	0.66	20.893	24.791	8	6.1	
12	84.96	0.00	0.66	17.182	24.791	8	8.3	
13	86.00	0.00	0.66	13.546	24.791	8	10.1	
14	85.04	0.00	0.66	9.964	24.791	8	11.5	

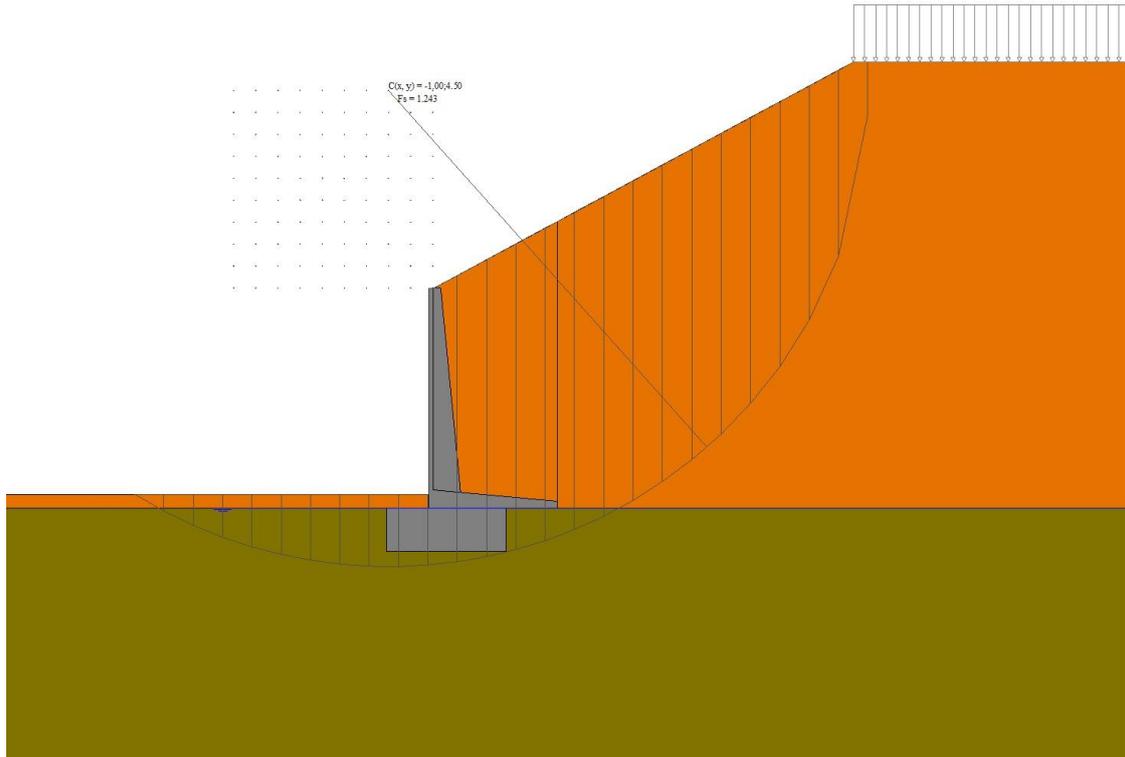
n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
15	74.54	0.00	0.66	6.421	24.791	8	12.4	
16	23.65	0.00	0.66	2.903	24.791	8	12.9	
17	21.23	0.00	0.66	-0.604	24.791	8	13.1	
18	19.17	0.00	0.66	-4.114	24.791	8	12.8	
19	18.35	0.00	0.66	-7.639	24.791	8	12.1	
20	17.04	0.00	0.66	-11.193	24.791	8	11.1	
21	15.21	0.00	0.66	-14.792	24.791	8	9.6	
22	12.85	0.00	0.66	-18.452	24.791	8	7.6	
23	9.91	0.00	0.66	-22.192	24.791	8	5.2	
24	6.37	0.00	0.66	-26.035	24.791	8	2.3	
25	2.15	0.00	-6.75 - 0.66	-29.283	29.256	0	0.0	

Combinazione n° 13 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	31.77	0.00	9.46 - 0.68	78.575	35.000	0	0.0	
2	56.79	0.00	0.68	65.347	35.000	0	0.0	
3	67.89	0.00	0.68	57.773	35.000	0	0.0	
4	75.19	0.00	0.68	51.597	35.000	0	0.0	
5	80.23	0.00	0.68	46.186	35.000	0	0.0	
6	83.68	0.00	0.68	41.269	35.000	0	0.0	
7	85.90	0.00	0.68	36.702	35.000	0	0.0	
8	87.12	0.00	0.68	32.394	35.000	0	0.0	
9	87.58	0.00	0.68	28.285	30.000	10	1.5	
10	91.25	0.00	0.68	24.329	30.000	10	4.8	
11	86.85	0.00	0.68	20.493	30.000	10	7.6	
12	87.57	0.00	0.68	16.752	30.000	10	9.8	
13	87.84	0.00	0.68	13.083	30.000	10	11.6	
14	86.32	0.00	0.68	9.468	30.000	10	12.9	
15	26.36	0.00	0.68	5.892	30.000	10	13.8	
16	23.66	0.00	0.68	2.338	30.000	10	14.3	
17	21.55	0.00	0.68	-1.207	30.000	10	14.4	
18	21.12	0.00	0.68	-4.757	30.000	10	14.0	
19	20.17	0.00	0.68	-8.325	30.000	10	13.3	
20	18.68	0.00	0.68	-11.926	30.000	10	12.1	
21	16.66	0.00	0.68	-15.575	30.000	10	10.4	
22	14.05	0.00	0.68	-19.291	30.000	10	8.3	
23	10.84	0.00	0.68	-23.094	30.000	10	5.8	
24	6.96	0.00	0.68	-27.008	30.000	10	2.6	
25	2.35	0.00	-7.50 - 0.68	-30.331	35.000	0	0.0	

Combinazione n° 14 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	31.77	0.00	9.46 - 0.68	78.575	35.000	0	0.0	
2	56.79	0.00	0.68	65.347	35.000	0	0.0	
3	67.89	0.00	0.68	57.773	35.000	0	0.0	
4	75.19	0.00	0.68	51.597	35.000	0	0.0	
5	80.23	0.00	0.68	46.186	35.000	0	0.0	
6	83.68	0.00	0.68	41.269	35.000	0	0.0	
7	85.90	0.00	0.68	36.702	35.000	0	0.0	
8	87.12	0.00	0.68	32.394	35.000	0	0.0	
9	87.58	0.00	0.68	28.285	30.000	10	1.5	
10	91.25	0.00	0.68	24.329	30.000	10	4.8	
11	86.85	0.00	0.68	20.493	30.000	10	7.6	
12	87.57	0.00	0.68	16.752	30.000	10	9.8	
13	87.84	0.00	0.68	13.083	30.000	10	11.6	
14	86.32	0.00	0.68	9.468	30.000	10	12.9	
15	26.36	0.00	0.68	5.892	30.000	10	13.8	
16	23.66	0.00	0.68	2.338	30.000	10	14.3	
17	21.55	0.00	0.68	-1.207	30.000	10	14.4	
18	21.12	0.00	0.68	-4.757	30.000	10	14.0	
19	20.17	0.00	0.68	-8.325	30.000	10	13.3	
20	18.68	0.00	0.68	-11.926	30.000	10	12.1	
21	16.66	0.00	0.68	-15.575	30.000	10	10.4	
22	14.05	0.00	0.68	-19.291	30.000	10	8.3	
23	10.84	0.00	0.68	-23.094	30.000	10	5.8	
24	6.96	0.00	0.68	-27.008	30.000	10	2.6	
25	2.35	0.00	-7.50 - 0.68	-30.331	35.000	0	0.0	

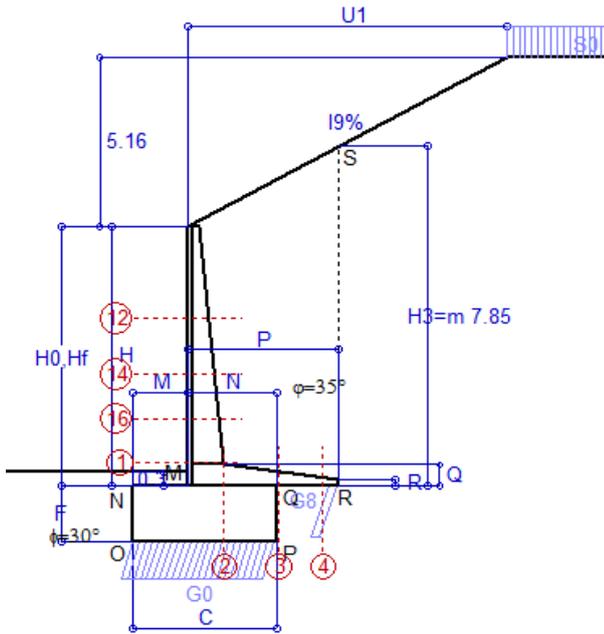


Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 12)

Errore. Il segnalibro non è definito.

Scheda 1: Approccio 2, (A1+M1+R3)

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto



Dati

$H_m = 6.00$ m	Prefabbricato tipo u60NM	$H_0 = 6.00$ m
$C = 3.25$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 6.00$ m
$F = 1.30$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$M = 1.25$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35.00^\circ$
$N = 2.00$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 3.40$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.48$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.577$
$U_1 = 9.5$ m	Pendenza del rilevato vicino al muro	$I_9 = 54.3\%$
$R = 0.15$ m	Pendenza del rilevato lontano dal muro	$I_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (cuneo a cavallo di R-S) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.406$
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$H_3 = 7.85$ m
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$O_3 = 28.21^\circ$
	$K_3 = 0.399$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta su R-S: terra x 1.3 + sovr x 1.5	257.7	1,009.1	138.3	642.9
Peso struttura (parete+platea) x 1.3	0.0	0.0	67.5	153.2
Peso terra x 1.3 e sovracc. x 1.50	0.0	0.0	502.3	1,556.3
Spinta della terra sulla fondaz. x 1.3	10.3	3.7	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1.3	0.0	0.0	137.3	223.1
TOTALI (GEO e STR)	$S_9 = 268.0$	$M_9 = 1,012.8$	$P_9 = 845.3$	$M_8 = 2,575.6$

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 = 75.7$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$Q_8 = 0.23$ m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 769.6$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$C_8 = 3.25$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_1 = 0.237$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 17.6^\circ$

Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo $Rd = (845.3 * 0.577) / 1.1 = 443.7 > Ed = 268$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo $Rd = (2575.6) / 1.15 = 2239.6 > Ed = 1012.8$

Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo $Rd = (1467.4) / 1.15 = 1276.0 > Ed = 674.1$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 360$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 272$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Freccia in cima al pannello mm 12.46

A ogni profondità lo sforzo di taglio sulla parete è calcolato in base all'equilibrio del cuneo di terra limitato dalla parete e da un piano la cui giacitura è quella che genera la massima spinta attiva. Noto il taglio, le altre caratteristiche delle sollecitazioni sono dedotte da questo (procedura 'Cuneo contro la parete').

Sull'intera parete il coefficiente di spinta medio è $K_1 = 0.407$. La spinta risulta applicata al 38.0% dell'altezza.

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b_w larghez- za taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricen- trico	V_{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	353.1	353.1	103.3	113.8	81.1	73.2	119.4	19.4	45°, 1.0	7.57	20.80	4.59	8.58	598.1	264.9	
2	229.5	229.5	0.0	207.6	48.0	41.6	125.0	125.0	45°, 1.0	7.01	28.84	6.16	15.10	438.9	312.9	
3	136.6	136.6	0.0	130.7	32.8	26.4	125.0	125.0	-	5.79	25.55	6.16	11.53	242.8	218.5	
4	-5.7	-5.7	0.0	6.2	19.5	13.1	125.0	125.0	-	3.10	8.50	6.16	0.00	-45.5	93.1	
12	26.3	30.7	21.7	18.6	47.1	40.3	115.1	15.1	73°, 1.0	3.39	6.28	4.59	3.96	101.0	61.6	
14	95.5	108.2	46.5	45.6	60.1	51.4	117.0	17.0	73°, 1.0	5.00	12.57	4.59	3.96	251.7	72.2	
16	200.0	225.8	72.6	76.1	70.4	62.0	118.4	18.4	73°, 1.0	6.51	18.25	4.59	5.07	440.2	109.9	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

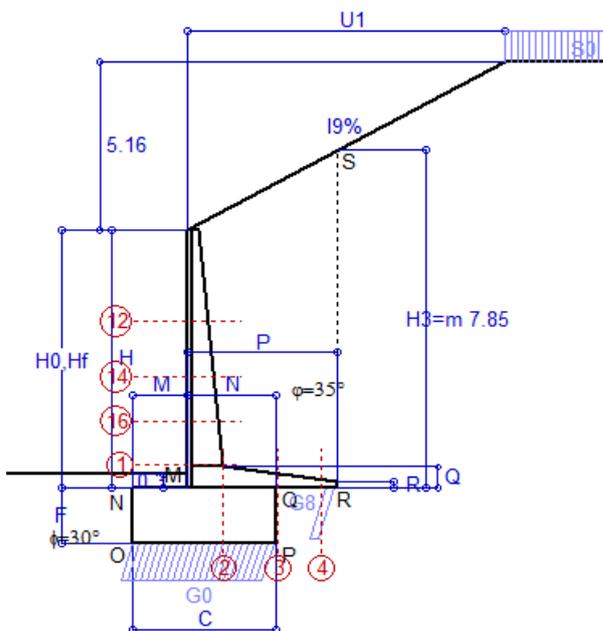
programma Tensiter 'Muri 2018' vers.1.2.3

Nelle sezioni 1 e 2 $Med = Medu$ perché $ctg(\alpha) = ctg(\theta) = 1$; nelle sezioni 3 e 4 $a1 = 0$ perché il momento flettente è già massimo

Norma: Italia D.M 17/1/2018

Scheda 2: Verifica SLE combinaz. RARA

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto



Spinta della terra su sez. R-S x 1
 Peso struttura (parete+platea) x 1
 Peso terra e sovraccarico x 1
 Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 Peso della fondazione x 1
**non sommati*

Totali

Dati

$H_m = 6.00$ m	Prefabbricato tipo u60NM	$H_0 = 6.00$ m
$C = 3.25$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 6.00$ m
$F = 1.30$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$M = 1.25$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$N = 2.00$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 3.40$ m	Peso specifico del calcestruzzo . .	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.48$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$U_1 = 9.50$ m	Pendenza del rilevato vicino al muro	$l_9 = 54.32$ %

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S cuneo a cavallo di R-S) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.402$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.396$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
196.50	769.44	104.36	485.30
0.00	0.00	51.89	117.87
0.00	0.00	386.35	1,197.12
7.83	2.80	0.00	0.00
0.00	0.00	105.62	171.64
$S_9 = 204.33$	$M_9 = 772.24$	$P_9 = 648.23$	$M_8 = 1,971.92$

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O' = 2.183
 GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 1.832
 Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 62.31$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . $Q_8 = 0.24$ m
 Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 585.92$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . $C_8 = 3.22$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.182$ MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 17.5^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 8.71

A ogni profondità lo sforzo di taglio sulla parete è calcolato in base all'equilibrio del cuneo di terra limitato da un piano la cui giacitura è quella che genera la massima spinta attiva. Noto il taglio, le altre caratteristiche delle sollecitazioni sono dedotte da questo (procedura 'Cuneo contro la parete'). Sull'intera parete il coefficiente di spinta medio è $K_1 = 0.406$. La spinta risulta applicata al 38.1% dell'altezza.

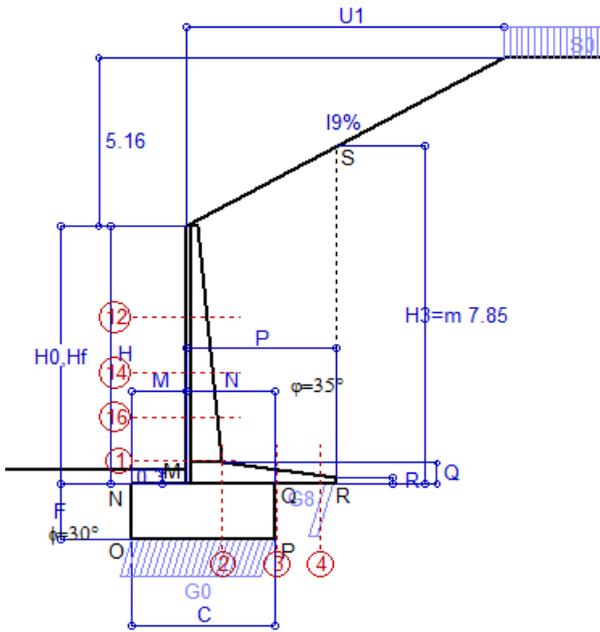
SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di partecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $C+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	272.9	79.4	123.3	119.4	81.1	73.2	20.80	4.59	176	6.05	40	0.135
2	177.4	0.0	218.8	125.0	48.0	41.6	28.84	6.16	160	7.74	52	0.158
3	98.7	0.0	150.4	125.0	32.8	26.4	25.55	6.16	160	9.43	52	0.167
4	-5.1	0.0	0.0	125.0	19.8	13.4	8.67	6.16	55	2.66	52	0.000
12	20.3	16.7	19.0	115.1	47.1	40.3	6.28	4.59	76	2.02	38	0.000
14	73.8	35.7	48.9	117.0	60.1	51.4	12.57	4.59	112	3.57	38	0.065
16	154.7	55.9	82.6	118.4	70.4	62.0	18.25	4.59	135	4.68	38	0.092

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 3: Verifica SLE combinaz. FREQUENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto



Dati

$H_m = 6.00$ m	Prefabbricato tipo u60NM	$H_0 = 6.00$ m
$C = 3.25$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 6.00$ m
$F = 1.30$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$M = 1.25$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 15.0$ kN/m ²
$N = 2.00$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 3.40$ m	Peso specifico del calcestruzzo . .	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.48$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$U_1 = 9.50$ m	Pendenza del rilevato vicino al muro	$l_9 = 54.32$ %

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S cuneo a cavallo di R-S) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.394$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.391$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
193.75	758.64	101.18	470.47
0.00	0.00	51.89	117.87
0.00	0.00	386.35	1,197.12
7.72	2.76	0.00	0.00
0.00	0.00	105.62	171.64
$S_9 = 201.47$	$M_9 = 761.40$	$P_9 = 645.05$	$M_8 = 1,957.10$

Spinta della terra su sez. R-S x 1
 Peso struttura (parete+platea) x 1
 Peso terra e sovraccarico x 1
 Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 Peso della fondazione x 1
**non sommati*

Totali

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O'	=	2.193
GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici)	=	1.849
Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 =$ 61.88 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . $Q_8 =$	0.24 m
Carico sul terreno della fondazione: $G_0 =$ 583.17 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio. . $C_8 =$	3.23 m
TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff	$\sigma_t =$	0.181 MPa
OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione	$\beta =$	17.3°

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 8.71

A ogni profondità lo sforzo di taglio sulla parete è calcolato in base all'equilibrio del cuneo di terra limitato da un piano la cui giacitura è quella che genera la massima spinta attiva. Noto il taglio, le altre caratteristiche delle sollecitazioni sono dedotte da questo (procedura 'Cuneo contro la parete'). Sull'intera parete il coefficiente di spinta medio è $K_1 = 0.405$. La spinta risulta applicata al 38.1% dell'altezza.

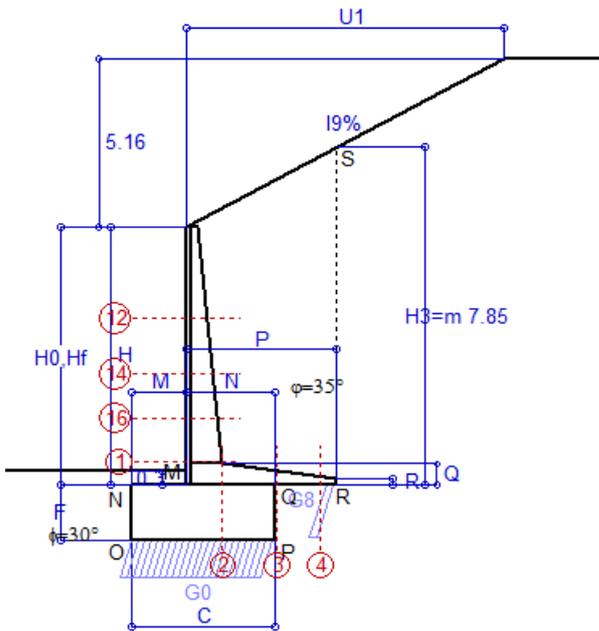
SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di partecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $C+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	272.7	79.2	122.9	119.4	81.1	73.2	20.80	4.59	176	6.04	40	0.135
2	177.3	0.0	218.6	125.0	48.0	41.6	28.84	6.16	160	7.74	52	0.158
3	98.7	0.0	150.2	125.0	32.8	26.4	25.55	6.16	160	9.43	52	0.167
4	-5.0	0.0	0.0	125.0	19.8	13.4	8.66	6.16	55	2.65	52	0.000
12	20.3	16.7	19.0	115.1	47.1	40.3	6.28	4.59	76	2.02	38	0.000
14	73.8	35.7	48.9	117.0	60.1	51.4	12.57	4.59	112	3.57	38	0.065
16	154.7	55.9	82.6	118.4	70.4	62.0	18.25	4.59	135	4.68	38	0.092

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 4: Verifica SLE combinaz QUASI PERMANENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto



Dati

$H_m = 6.00$ m	Prefabbricato tipo u60NM	$H_0 = 6.00$ m
$C = 3.25$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 6.00$ m
$F = 1.30$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$M = 1.25$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 0.0$ kN/m ²
$N = 2.00$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 3.40$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.48$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$U_1 = 9.50$ m	Pendenza del rilevato vicino al muro	$l_9 = 54.32$ %

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-Scuneo a cavallo di R-S) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.375$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.376$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
186.11	728.72	92.17	428.58
0.00	0.00	51.89	117.87
0.00	0.00	386.35	1,197.12
7.42	2.66	0.00	0.00
0.00	0.00	105.62	171.64
$S_9 = 193.53$	$M_9 = 731.38$	$P_9 = 636.04$	$M_8 = 1,915.21$

Spinta della terra su sez. R-S x 1
 Peso struttura (parete+platea) x 1
 Peso terra e sovraccarico x 1
 Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 Peso della fondazione x 1
**non sommati*

Totali

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O'	=	2.220
GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici)	=	1.898
Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 =$ 60.82 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . $Q_8 =$	0.24 m
Carico sul terreno della fondazione: $G_0 =$ 575.22 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio. . $C_8 =$	3.24 m
TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff	$\sigma_t =$	0.177 MPa
OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione	$\beta =$	16.9°

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

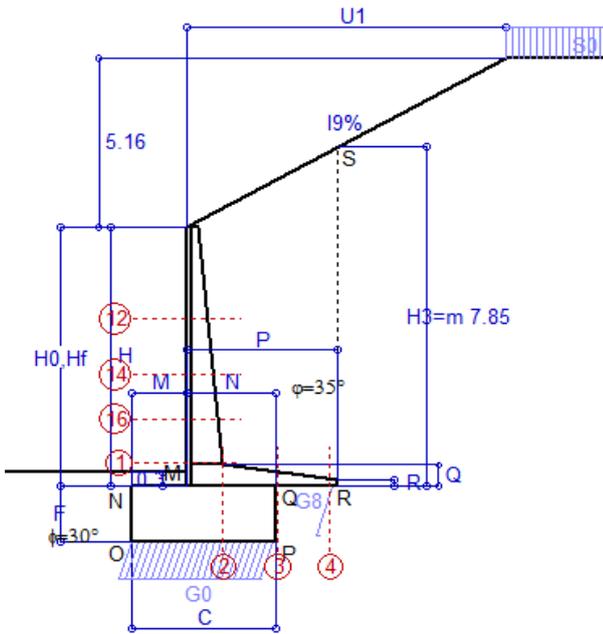
Freccia in cima al pannello mm 8.71

A ogni profondità lo sforzo di taglio sulla parete è calcolato in base all'equilibrio del cuneo di terra limitato da un piano la cui giacitura è quella che genera la massima spinta attiva. Noto il taglio, le altre caratteristiche delle sollecitazioni sono dedotte da questo (procedura 'Cuneo contro la parete'). Sull'intera parete il coefficiente di spinta medio è $K_1 = 0.404$. La spinta risulta applicata al 38.2% dell'altezza.

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di partecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $c + \Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	272.6	79.1	122.7	119.4	81.1	73.2	20.80	4.59	176	6.04	40	0.135
2	177.2	0.0	218.5	125.0	48.0	41.6	28.84	6.16	160	7.73	52	0.158
3	98.7	0.0	149.6	125.0	32.8	26.4	25.55	6.16	160	9.43	52	0.167
4	-4.9	0.0	0.0	125.0	19.7	13.3	8.63	6.16	54	2.61	52	0.000
12	20.3	16.7	19.0	115.1	47.1	40.3	6.28	4.59	76	2.02	38	0.000
14	73.8	35.7	48.9	117.0	60.1	51.4	12.57	4.59	112	3.57	38	0.065
16	154.7	55.9	82.6	118.4	70.4	62.0	18.25	4.59	135	4.68	38	0.092

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 2.17^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.037$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.019$

Dati

$H_m = 6.00$ m
 $C = 3.25$ m
 $F = 1.30$ m
 $M = 1.25$ m
 $N = 2.00$ m
 $P = 3.40$ m
 $Q = 0.48$ m
 $U_1 = 9.5$ m
 $R = 0.15$ m

Acceleraz orizz. al suolo
Prefabbricato tipo u60NM

Altezza della terra contro il pannello
 Sovraccarico sul rilevato (20%)
 Angolo d'attrito della terra
 Coefficiente d'attrito della fondazione
 Accelerazione massima locale
 Coeff. riduz. acceleraz. max attesa
 Pendenza del rilevato vicino al muro
 Pendenza del rilevato lontano dal muro

$a_g/g = 0.061$
 $H_0 = 6.00$ m
 $H = 6.00$ m
 $S_0 = 4.0$ kN/m²
 $\phi = 35^\circ$
 $R_0 = 0.577$
 $a_{max}/g = 0.098$
 $\beta_m = 0.38$
 $I_9 = 54.3\%$
 $I_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

Coefficiente di spinta attiva della terra (cuneo a cavallo di R-S) agente su una sezione ideale R-S di altezza $K_1 = 0.428$
 Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale $H_3 = 7.85$ m
 $O_3 = 30.02^\circ$
 Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine) $K_3 = 0.383$
 Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Mononobe-Okabe) $K_p = 2.93$
 (Dati: $\phi = 30.00^\circ$ $\varepsilon = 0.0^\circ$ $\psi = 90^\circ$ $\delta = 0^\circ$)

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta su R-S: terra x 1 + sovr x 1	205.5	804.5	118.7	552.0
Peso struttura (parete+platea) x 1	1.9	5.0	50.9	115.7
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	14.4	71.8	379.2	1,174.9
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	9.0	2.9	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	3.9	2.6	103.7	168.4
Spinta passiva sulla fondaz. Sp x 0.5	-16.9*	-9.0*	0.0*	0.0*
<i>*non sommati</i>				
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 234.7	M₉ = 886.8	P₉ = 652.5	M₈ = 2,011.0

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 28.8$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . . . $Q_8 = 0.11$ m
 Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 623.7$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . . $C_8 = 3.25$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_1 = 0.192$ MPa
 OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 18.5^\circ$
Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo $R_d = (652.5 * 0.577 + 16.9) / 1.0 = 393.6 > E_d = 234.7$
 Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 286$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 234$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

A ogni profondità lo sforzo di taglio sulla parete è calcolato in base all'equilibrio del cuneo di terra limitato dalla parete e da un piano la cui giacitura è quella che genera la massima spinta attiva. Nota il taglio, le altre caratteristiche delle sollecitazioni sono dedotte da questo (procedura 'Cuneo contro la parete').
 Sull'intera parete il coefficiente di spinta medio è $K_1 = 0.472$. La spinta risulta applicata al 38.1% dell'altezza. Freccia in cima al pannello mm 11.40

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni						Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M _{Ed} (1) sulla sez. naturale kN.m	M _{Edu} (1) sulla sez. traslata kN.m	N _{Ed} (2) kN	V _{Ed} kN	H altezza totale cm	d altezza utile cm	B5 lato com- presso cm	b _w larghez- za taglio cm	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro cm	A1 lato terrapieno cm ²	A2 lato facc. o inf. platea cm ²	A4 staffe cm ² /m	M _{Rd} baricen- trico kN.m	V _{Rd} kN
1	317.9	317.9	88.1	102.1	81.1	73.2	119.4	19.4	45°, 1.0	7.50	20.80	4.59	8.58	594.7	269.9
2	218.3	218.3	0.0	183.0	48.0	41.6	125.0	125.0	45°, 1.0	7.01	28.84	6.16	15.10	438.9	312.9
3	151.2	151.2	0.0	113.8	32.8	26.4	125.0	125.0	-	5.79	25.55	6.16	11.53	242.8	218.5
4	-1.0	-1.0	0.0	1.4	17.2	10.8	125.0	125.0	-	2.78	7.36	6.16	0.00	-38.3	80.0
12	23.7	27.7	18.0	16.8	47.1	40.3	115.1	15.1	73°, 1.0	3.37	6.28	4.59	3.96	100.6	62.5
14	85.7	97.1	39.0	40.9	60.1	51.4	117.0	17.0	73°, 1.0	4.97	12.57	4.59	3.96	250.6	74.1
16	180.0	203.4	62.0	69.5	70.4	62.0	118.4	18.4	73°, 1.0	6.46	18.25	4.59	5.07	438.3	113.1

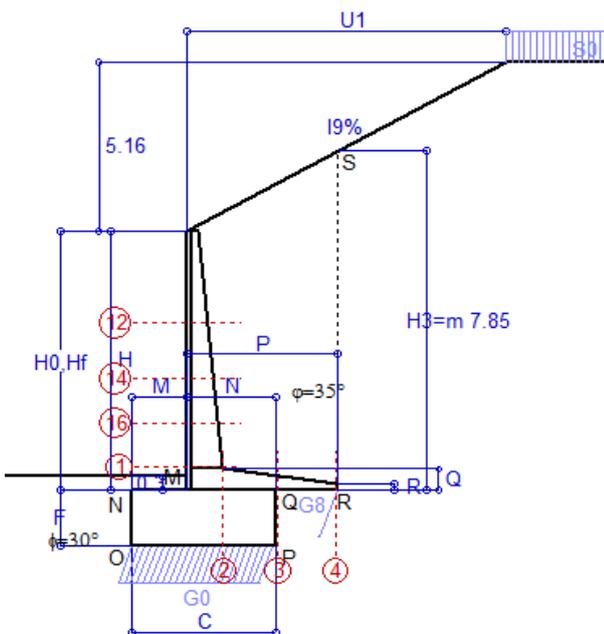
(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.
 (2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 Med=Medu perché ctg(alfa)=ctg(teta)=1; nelle sezioni 3 e 4 a1=0 perché il momento flettente è già massimo

Scheda 6: Verifica sismica al ribaltamento

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Comune di Codrongianes



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 3.29^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.056$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.028$

Dati

$H_m = 6.00$ m
 $C = 3.25$ m
 $F = 1.30$ m
 $M = 1.25$ m
 $N = 2.00$ m
 $P = 3.40$ m
 $Q = 0.48$ m
 $U_1 = 9.5$ m
 $R = 0.15$ m

Acceleraz. orizz. al suolo Prefabbricato tipo u60NM

Altezza della terra contro il pannello
 Sovraccarico sul rilevato (20%)
 Angolo d'attrito della terra
 Coefficiente d'attrito della fondazione
 Accelerazione massima locale
 Coeff. riduz. acceleraz. max attesa
 Pendenza del rilevato vicino al muro
 Pendenza del rilevato lontano dal muro

$a_g/g = 0.061$
 $H_0 = 6.00$ m
 $H = 6.00$ m
 $S_0 = 4.0$ kN/m²
 $\phi = 35^\circ$
 $R_0 = 0.577$
 $a_{max}/g = 0.098$
 $\beta_m = 0.57$
 $I_9 = 54.3\%$
 $I_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

Coefficiente di spinta attiva della terra (cuneo a cavallo di R-S) agente su una sezione ideale R-S di altezza
 Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale
 Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)
 Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Mononobe-Okabe)
 (Dati: $\phi = 30.00^\circ$ $\varepsilon = 0.0^\circ$ $\psi = 90^\circ$ $\delta = 0^\circ$)

$K_1 = 0.455$
 $H_3 = 7.85$ m
 $O_3 = 31.26^\circ$
 $K_3 = 0.409$
 $K_p = 2.90$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta su R-S: terra x 1 + sovr x 1	215.7	844.5	130.9	608.8
Peso struttura (parete+platea) x 1	2.9	7.5	50.4	114.6
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	21.6	107.9	375.6	1,163.7
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	10.4	3.3	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	5.9	3.8	102.7	166.8
Spinta passiva sulla fondaz. Sp x 0.5	-16.7*	-8.9*	0.0*	0.0*
<i>*non sommati</i>				
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 256.4	M₉ = 967.0	P₉ = 659.6	M₈ = 2,053.9

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzera della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 9.5$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . . . $Q_8 = 0.04$ m
 Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 650.1$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . . $C_8 = 3.25$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_1 = 0.200$ MPa
 OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 20.0^\circ$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo $R_d = (2053.9 + 8.9) / 1.0 = 2062.8 > E_d = 967$

Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo $R_d = (1190.9) / 1.0 = 1190.9 > E_d = 647.6$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 292$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 256$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Freccia in cima al pannello mm 12.66

A ogni profondità lo sforzo di taglio sulla parete è calcolato in base all'equilibrio del cuneo di terra limitato dalla parete e da un piano la cui giacitura è quella che genera la massima spinta attiva. Nota il taglio, le altre caratteristiche delle sollecitazioni sono dedotte da questo (procedura 'Cuneo contro la parete').

Sull'intera parete il coefficiente di spinta medio è $K_1 = 0.511$. La spinta risulta applicata al 38.5% dell'altezza.

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni						Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b_w larghez- za taglio	staffe α° , ctg Θ	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricen- trico	V_{Rd}
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN
1	348.8	348.8	93.1	110.1	81.1	73.2	119.4	19.4	45°, 1.0	7.52	20.80	4.59	8.58	595.8	267.4
2	254.8	254.8	0.0	195.9	48.0	41.6	125.0	125.0	45°, 1.0	7.01	28.84	6.16	15.10	438.9	312.9
3	186.3	186.3	0.0	122.9	32.8	26.4	125.0	125.0	-	5.79	25.55	6.16	11.53	242.8	218.5
4	-0.1	-0.1	0.0	0.2	15.7	9.3	125.0	125.0	-	2.63	6.63	6.16	0.00	-33.5	72.5
12	26.1	30.5	18.8	18.4	47.1	40.3	115.1	15.1	73°, 1.0	3.38	6.28	4.59	3.96	100.7	61.8
14	94.8	107.6	41.8	46.0	60.1	51.4	117.0	17.0	73°, 1.0	4.98	12.57	4.59	3.96	251.0	72.7
16	199.2	224.8	66.0	76.0	70.4	62.0	118.4	18.4	73°, 1.0	6.48	18.25	4.59	5.07	439.0	110.1

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 $M_{ed} = M_{edu}$ perché $ctg(\alpha) = ctg(\theta) = 1$; nelle sezioni 3 e 4 $a_1 = 0$ perché il momento flettente è già massimo

Scheda 7. Portanza della fondazione

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Coefficienti SLU "favorevoli" e "sfavorevoli"

Prefabbricato tipo u60NM

Calcolo con la formula di Brinch-Hansen 1970 (valida per terreno omogeneo e condizioni drenate)

Dati geotecnici del terreno di fondazione:

	Natura di terreno di fondazione	Unità geotecnica 'SL' (sabbie con limo, sabbie limose)			
ϕ	Angolo d'attrito nominale	gradi	30.0°	$\phi = \text{rad}$	0.5236
c	Coesione drenata	kN/m ²	10		
γ	Peso specifico	kN/m ³	9.00		
Iv	Inclinazione del terreno a valle	%	0.0%	$\varepsilon = \text{rad}$	0.0000

Dati geometrici della fondazione:

E	Spessore della terra sulla fondazione	m	0.30		
F	Spessore della fondazione (facciata di valle)	m	1.30		
I7	Inclinazione del letto di posa	%	0.0%	$\alpha = \text{rad}$	0.0000

Verifiche allo stato limite ultimo (A1+M1+R3)			Scheda 1	Sisma
Carichi agenti sulla fondazione:				
N	Componente verticale (G0)	kN/m	769.6	623.7
β	Obliquità del carico rispetto alla verticale	gradi	17.59°	18.46°
H	Componente orizzontale = G0 * tan(β)	kN/m	244.0	208.2
B	Larghezza del nastro di appoggio (C8)	m	3.25	3.25
Dati influenzati dal tipo di verifica:				
Φ	Angolo d'attrito assunto nel calcolo	rad	0.5236	0.5236
E5	Distanza della risultante dal bordo esterno della fondazione	m	1.63	1.63
D	Affondamento = E + F + E5 * Iv	m	1.60	1.60
Termini della formula di Brinck-Hansen				
Profondità	= $[\gamma D N_q] s_q d_q i_q b_q g_q z_q$	kN/m ²	141.17	131.23
Coefficiente base	$N_q = \tan^2(45^\circ + \Phi / 2) e^{\pi \tan \Phi}$		18.40	18.40
Inclinaz. terreno a valle	$g_q = (1 - \tan \varepsilon)^2$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_q = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_q = 1 + 2 \tan \Phi (1 - \sin \Phi)^2 \times \text{se}[D < B; D/B; \text{atn}(D/B)]$		1.14	1.14
Inclinazione letto di posa	$b_q = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	i_q #RIF!		0.47	0.44
Paolucci e Pecker 1997	$z_q = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$		-	0.977
Coesione	= $[c N_c] s_c d_c i_c b_c g_c z_c$	kN/m ²	151.09	140.99
Coefficiente base	$N_c = (N_q - 1) \cot \Phi$		30.14	30.14
Inclinaz. terreno a valle	$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_c = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.15	1.15
Inclinazione letto di posa	$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c \tan \Phi)$		0.44	0.41
Paolucci e Pecker 1997	$z_c = 1 - 0,34 K_h$		-	0.987
Superficie	= $[\frac{1}{2} \gamma B N_\gamma] s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma z_\gamma$	kN/m ²	114.60	106.92
Coefficiente base	$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \Phi$		22.40	22.40
Inclinaz. terreno a valle	$g_\gamma = (1 - \tan \varepsilon)^2$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_\gamma = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_\gamma = 1.00$		1.00	1.00
Inclinazione letto di posa	$b_\gamma = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	i_γ #RIF!		0.35	0.33
Paolucci e Pecker 1997	$z_\gamma = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$		-	0.977
Verifica della capacità portante				
q_{LIM}	Carico unitario limite (Meyerhof)	Mpa	0.407	0.379
γ_R	Coeff. per le verifiche SLU di fondazioni superficiali		1.4	1.2
C_p	Capacità portante, tenuto conto di γ_R	kN	944.5	1026.8
G_0	Carico effettivo, dovuto alle forze esterne	kN	769.6	623.7
La struttura è verificata al collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno per l'approccio 2 (A1+M1+R3)				

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
11 - GEO (A2-M2-R2)	-2.00; 4.00	11.96	1.214
12 - GEO (A2-M2-R2)	-1.50; 4.50	12.29	1.201
13 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-2.50; 4.50	12.60	1.416
14 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-2.50; 4.50	12.60	1.413

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte	
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto	
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)	
W	peso della striscia espresso in [kN]
Qy	carico sulla striscia espresso in [kN]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
Tx; Ty	Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

Combinazione n° 11 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	52.13	0.00	9.91 - 0.76	76.796	29.256	0	0.0	
2	80.23	0.00	0.76	64.600	29.256	0	0.0	
3	93.46	0.00	0.76	57.034	29.256	0	0.0	
4	102.14	0.00	0.76	50.827	29.256	0	0.0	
5	108.10	0.00	0.76	45.373	29.256	0	0.0	
6	112.12	0.00	0.76	40.408	29.256	0	0.0	
7	114.63	0.00	0.76	35.790	29.256	0	0.0	
8	116.05	0.00	0.76	31.428	24.791	8	2.0	
9	121.20	0.00	0.76	27.262	24.791	8	6.2	
10	116.40	0.00	0.76	23.248	24.791	8	9.7	
11	117.88	0.00	0.76	19.351	24.791	8	12.6	
12	119.63	0.00	0.76	15.546	24.791	8	14.9	
13	116.91	0.00	0.76	11.811	24.791	8	16.7	
14	46.49	0.00	0.76	8.126	24.791	8	18.0	
15	41.25	0.00	0.76	4.474	24.791	8	18.8	
16	30.76	0.00	0.76	0.841	24.791	8	19.2	
17	30.59	0.00	0.76	-2.789	24.791	8	19.1	
18	29.76	0.00	0.76	-6.430	24.791	8	18.5	
19	28.25	0.00	0.76	-10.097	24.791	8	17.4	
20	26.07	0.00	0.76	-13.807	24.791	8	15.8	
21	23.16	0.00	0.76	-17.578	24.791	8	13.7	
22	19.50	0.00	0.76	-21.429	24.791	8	11.1	
23	15.03	0.00	0.76	-25.385	24.791	8	7.9	
24	9.66	0.00	0.76	-29.476	24.791	8	4.0	
25	3.29	0.00	-9.02 - 0.76	-33.147	29.256	0	0.0	

Combinazione n° 12 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	42.15	19.92	10.78 - 0.77	78.610	29.256	0	0.0	
2	79.51	13.37	0.77	65.260	29.256	0	0.0	
3	94.86	0.00	0.77	57.651	29.256	0	0.0	
4	104.09	0.00	0.77	51.446	29.256	0	0.0	
5	110.45	0.00	0.77	46.008	29.256	0	0.0	
6	114.79	0.00	0.77	41.068	29.256	0	0.0	
7	117.55	0.00	0.77	36.477	29.256	0	0.0	
8	119.06	0.00	0.77	32.147	29.256	0	0.0	
9	119.70	0.00	0.77	28.015	24.791	8	3.4	
10	124.26	0.00	0.77	24.036	24.791	8	7.0	
11	118.45	0.00	0.77	20.178	24.791	8	10.1	
12	119.23	0.00	0.77	16.414	24.791	8	12.6	
13	120.47	0.00	0.77	12.721	24.791	8	14.5	
14	117.16	0.00	0.77	9.082	24.791	8	16.0	

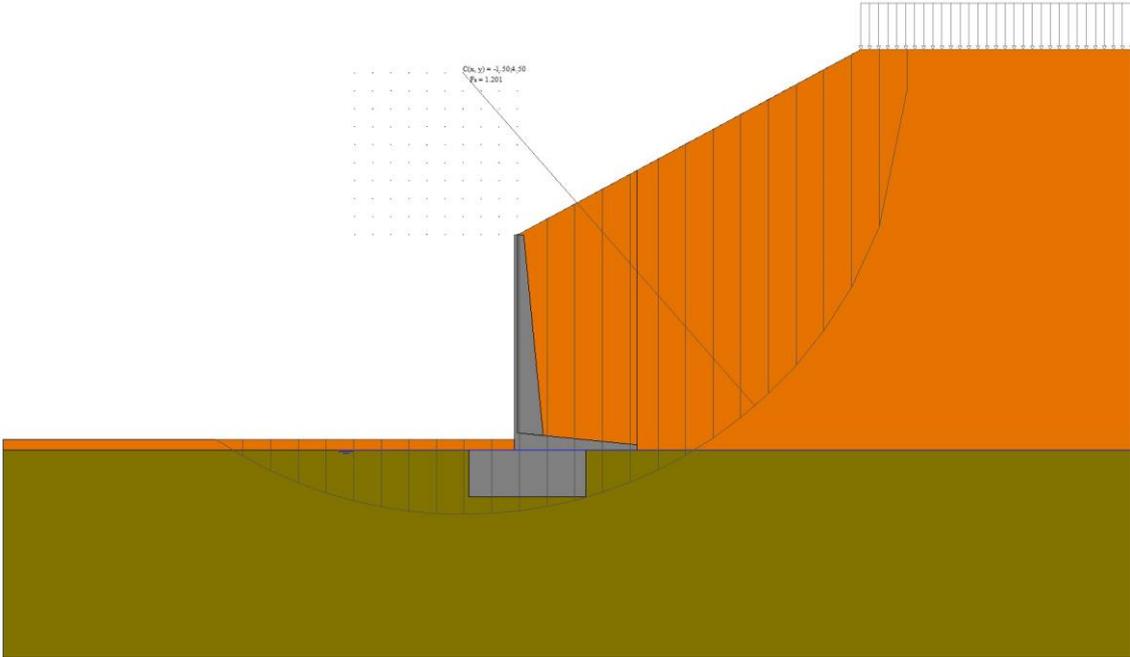
n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
15	43.98	0.00	0.77	5.479	24.791	8	16.9	
16	39.01	0.00	0.77	1.899	24.791	8	17.4	
17	28.66	0.00	0.77	-1.675	24.791	8	17.4	
18	28.02	0.00	0.77	-5.255	24.791	8	17.0	
19	26.71	0.00	0.77	-8.856	24.791	8	16.1	
20	24.72	0.00	0.77	-12.492	24.791	8	14.6	
21	22.02	0.00	0.77	-16.181	24.791	8	12.7	
22	18.57	0.00	0.77	-19.940	24.791	8	10.3	
23	14.33	0.00	0.77	-23.791	24.791	8	7.2	
24	9.22	0.00	0.77	-27.761	24.791	8	3.6	
25	3.15	0.00	-8.37 - 0.77	-31.372	29.256	0	0.0	

Combinazione n° 13 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	44.95	2.37	10.09 - 0.80	78.529	35.000	0	0.0	
2	81.21	0.00	0.80	65.027	35.000	0	0.0	
3	96.33	0.00	0.80	57.340	35.000	0	0.0	
4	106.20	0.00	0.80	51.069	35.000	0	0.0	
5	112.96	0.00	0.80	45.572	35.000	0	0.0	
6	117.51	0.00	0.80	40.576	35.000	0	0.0	
7	120.37	0.00	0.80	35.932	35.000	0	0.0	
8	122.01	0.00	0.80	31.549	30.000	10	2.3	
9	126.17	0.00	0.80	27.364	30.000	10	6.7	
10	122.50	0.00	0.80	23.333	30.000	10	10.5	
11	128.37	0.00	0.80	19.421	30.000	10	13.5	
12	125.75	0.00	0.80	15.602	30.000	10	16.0	
13	92.13	0.00	0.80	11.853	30.000	10	17.9	
14	39.49	0.00	0.80	8.155	30.000	10	19.3	
15	35.99	0.00	0.80	4.492	30.000	10	20.2	
16	34.52	0.00	0.80	0.846	30.000	10	20.6	
17	34.33	0.00	0.80	-2.796	30.000	10	20.4	
18	33.39	0.00	0.80	-6.449	30.000	10	19.8	
19	31.71	0.00	0.80	-10.129	30.000	10	18.6	
20	29.26	0.00	0.80	-13.852	30.000	10	17.0	
21	26.00	0.00	0.80	-17.636	30.000	10	14.8	
22	21.90	0.00	0.80	-21.502	30.000	10	12.0	
23	16.88	0.00	0.80	-25.474	30.000	10	8.5	
24	10.86	0.00	0.80	-29.582	30.000	10	4.4	
25	3.71	0.00	-9.92 - 0.80	-33.320	35.000	0	0.0	

Combinazione n° 14 - GEO (A2-M2-R2) H - V

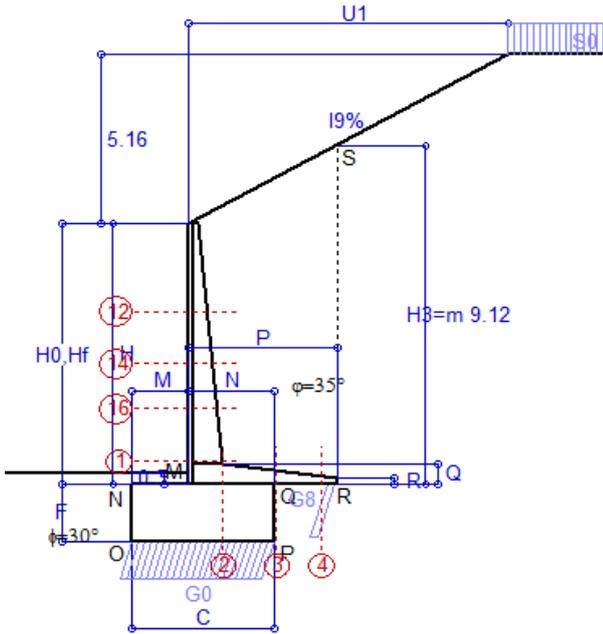
n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	44.95	2.37	10.09 - 0.80	78.529	35.000	0	0.0	
2	81.21	0.00	0.80	65.027	35.000	0	0.0	
3	96.33	0.00	0.80	57.340	35.000	0	0.0	
4	106.20	0.00	0.80	51.069	35.000	0	0.0	
5	112.96	0.00	0.80	45.572	35.000	0	0.0	
6	117.51	0.00	0.80	40.576	35.000	0	0.0	
7	120.37	0.00	0.80	35.932	35.000	0	0.0	
8	122.01	0.00	0.80	31.549	30.000	10	2.3	
9	126.17	0.00	0.80	27.364	30.000	10	6.7	
10	122.50	0.00	0.80	23.333	30.000	10	10.5	
11	128.37	0.00	0.80	19.421	30.000	10	13.5	
12	125.75	0.00	0.80	15.602	30.000	10	16.0	
13	92.13	0.00	0.80	11.853	30.000	10	17.9	
14	39.49	0.00	0.80	8.155	30.000	10	19.3	
15	35.99	0.00	0.80	4.492	30.000	10	20.2	
16	34.52	0.00	0.80	0.846	30.000	10	20.6	
17	34.33	0.00	0.80	-2.796	30.000	10	20.4	
18	33.39	0.00	0.80	-6.449	30.000	10	19.8	
19	31.71	0.00	0.80	-10.129	30.000	10	18.6	
20	29.26	0.00	0.80	-13.852	30.000	10	17.0	
21	26.00	0.00	0.80	-17.636	30.000	10	14.8	
22	21.90	0.00	0.80	-21.502	30.000	10	12.0	
23	16.88	0.00	0.80	-25.474	30.000	10	8.5	
24	10.86	0.00	0.80	-29.582	30.000	10	4.4	
25	3.71	0.00	-9.92 - 0.80	-33.320	35.000	0	0.0	



Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 12)

Scheda 1: Approccio 2, (A1+M1+R3)

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto



Dati

$H_m = 7.00$ m	Prefabbricato tipo u70NM	$H_0 = 7.00$ m
$C = 3.75$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 7.00$ m
$F = 1.55$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$M = 1.50$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35.00^\circ$
$N = 2.25$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 3.90$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.55$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.580$
$U_1 = 9.5$ m	Pendenza del rilevato vicino al muro	$I_9 = 54.3\%$
$R = 0.15$ m	Pendenza del rilevato lontano dal muro	$I_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (cuneo a cavallo di R-S) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.391$
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$H_3 = 9.12$ m
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$O_3 = 27.35^\circ$
	$K_3 = 0.388$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta su R-S: terra x 1.3 + sovr x 1.5	337.5	1,549.0	174.6	942.7
Peso struttura (parete+platea) x 1.3	0.0	0.0	85.2	229.2
Peso terra x 1.3 e sovracc. x 1.50	0.0	0.0	674.2	2,435.3
Spinta della terra sulla fondaz. x 1.3	14.4	6.1	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1.3	0.0	0.0	188.9	354.2
TOTALI (GEO e STR)	$S_9 = 351.9$	$M_9 = 1,555.1$	$P_9 = 1,122.8$	$M_8 = 3,961.3$

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 = 103.6$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$Q_8 = 0.27$ m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 1019.2$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	$C_8 = 3.75$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_1 = 0.272$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 17.4^\circ$

Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo

$$Rd = (1122.8 * 0.58) / 1.1 = 592.0 > Ed = 351.9$$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo

$$Rd = (3961.3) / 1.15 = 3444.6 > Ed = 1555.1$$

Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo

$$Rd = (2206.3) / 1.15 = 1918.5 > Ed = 1025.9$$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 479$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 351$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Freccia in cima al pannello mm 18.63

A ogni profondità lo sforzo di taglio sulla parete è calcolato in base all'equilibrio del cuneo di terra limitato dalla parete e da un piano la cui giacitura è quella che genera la massima spinta attiva. Noto il taglio, le altre caratteristiche delle sollecitazioni sono dedotte da questo (procedura 'Cuneo contro la parete').

Sull'intera parete il coefficiente di spinta medio è $K_1 = 0.411$. La spinta risulta applicata al 37.1% dell'altezza.

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b_w larghez- za taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricen- trico	V_{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	560.3	560.3	137.9	156.3	90.1	82.2	120.3	20.3	45°, 1.0	9.07	26.61	4.59	9.25	859.5	309.9	
2	364.2	364.2	0.0	296.4	55.0	48.5	125.0	125.0	45°, 1.0	8.62	37.86	7.10	15.68	667.4	378.6	
3	217.3	217.3	0.0	172.6	37.0	30.5	125.0	125.0	-	6.36	28.41	7.10	12.07	311.4	241.0	
4	-9.4	-9.4	0.0	9.9	20.5	14.1	125.0	125.0	-	3.69	10.86	7.10	0.00	-55.9	100.4	
12	34.4	39.1	25.4	22.5	49.1	42.3	115.3	15.3	73°, 1.0	3.71	7.60	4.59	3.96	126.8	64.5	
14	125.4	141.2	54.5	55.4	63.2	56.1	117.2	17.2	-	5.69	15.21	4.59	3.96	331.0	75.8	
16	275.0	310.2	88.1	94.3	75.4	67.0	118.9	18.9	73°, 1.0	7.54	22.81	4.59	5.07	592.2	114.7	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

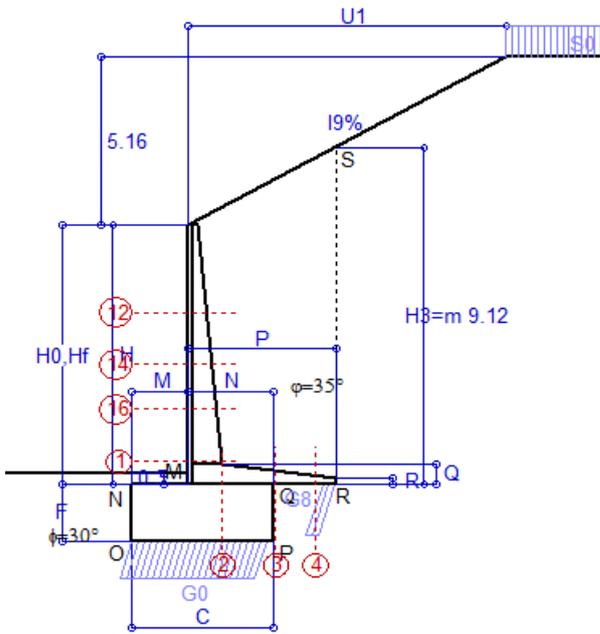
programma Tensiter 'Muri 2018' vers.1.2.3

Nelle sezioni 1 e 2 $M_{ed} = M_{edu}$ perché $ctg(\alpha) = ctg(\theta) = 1$; nelle sezioni 3 e 4 $a_1 = 0$ perché il momento flettente è già massimo

Norma: Italia D.M 17/1/2018

Scheda 2: Verifica SLE combinaz. RARA

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto



Dati

$H_m = 7.00$ m	Prefabbricato tipo u70NM	$H_0 = 7.00$ m
$C = 3.75$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 7.00$ m
$F = 1.55$ m	Angolo d'attrito della terra	$\phi = 35^\circ$
$M = 1.50$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 20.0$ kN/m ²
$N = 2.25$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 3.90$ m	Peso specifico del calcestruzzo . .	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.55$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$U_1 = 9.50$ m	Pendenza del rilevato vicino al muro	$i_g = 54.32\%$

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S cuneo a cavallo di R-S) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.386$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.384$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
257.18	1,180.35	131.43	709.72
0.00	0.00	65.50	176.28
0.00	0.00	518.60	1,873.28
10.94	4.64	0.00	0.00
0.00	0.00	145.31	272.46
$S_9 = 268.12$	$M_9 = 1,184.99$	$P_9 = 860.84$	$M_8 = 3,031.74$

Spinta della terra su sez. R-S x 1
 Peso struttura (parete+platea) x 1
 Peso terra e sovraccarico x 1
 Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 Peso della fondazione x 1
**non sommati*

Totali

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O' = 2.157
 GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 1.862
 Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 103.18$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . $Q_8 = 0.35$ m
 Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 757.66$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . $C_8 = 3.58$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.211$ MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 17.3^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 13.09

A ogni profondità lo sforzo di taglio sulla parete è calcolato in base all'equilibrio del cuneo di terra limitato da un piano la cui giacitura è quella che genera la massima spinta attiva. Noto il taglio, le altre caratteristiche delle sollecitazioni sono dedotte da questo (procedura 'Cuneo contro la parete').
 Sull'intera parete il coefficiente di spinta medio è $K_1 = 0.410$. La spinta risulta applicata al 37.2% dell'altezza.

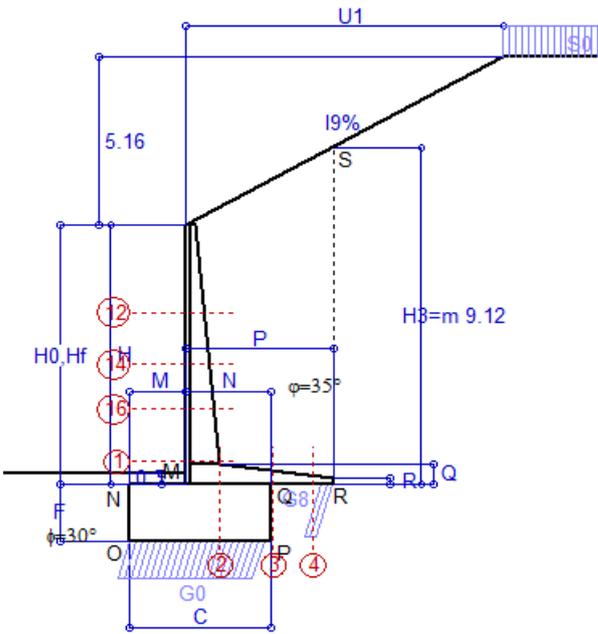
SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di partecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $C + \Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	432.9	105.8	170.8	120.3	90.1	82.2	26.61	4.59	194	7.38	40	0.154
2	281.4	0.0	312.3	125.0	55.0	48.5	37.86	7.10	167	8.59	52	0.196
3	126.8	0.0	182.2	125.0	37.0	30.5	28.41	7.10	160	9.19	52	0.172
4	-12.3	0.0	0.0	125.0	22.2	15.8	11.85	7.10	103	4.80	52	0.000
12	26.6	19.5	23.3	115.3	49.1	42.3	7.60	4.59	79	2.25	38	0.000
14	97.0	42.0	59.3	117.2	63.2	56.1	15.21	4.59	112	3.76	38	0.073
16	212.9	67.8	103.3	118.9	75.4	67.0	22.81	4.59	138	5.22	38	0.099

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 3: Verifica SLE combinaz. FREQUENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto



Spinta della terra su sez. R-S x 1
 Peso struttura (parete+platea) x 1
 Peso terra e sovraccarico x 1
 Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 Peso della fondazione x 1
**non sommati*

Totali

Dati

$H_m = 7.00$ m	Prefabbricato tipo u70NM	$H_0 = 7.00$ m
$C = 3.75$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 7.00$ m
$F = 1.55$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$M = 1.50$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 15.0$ kN/m ²
$N = 2.25$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 3.90$ m	Peso specifico del calcestruzzo . .	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.55$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$U_1 = 9.50$ m	Pendenza del rilevato vicino al muro	$l_9 = 54.32$ %

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S cuneo a cavallo di R-S agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.379$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.379$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
253.29	1,162.49	126.83	684.87
0.00	0.00	65.50	176.28
0.00	0.00	518.60	1,873.28
10.78	4.57	0.00	0.00
0.00	0.00	145.31	272.46
$S_9 = 264.07$	$M_9 = 1,167.06$	$P_9 = 856.24$	$M_8 = 3,006.89$

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O' = 2.167
 GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 1.881
 Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 102.24$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . $Q_8 = 0.34$ m
 Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 754.00$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . $C_8 = 3.59$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.210$ MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 17.1^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 13.07

A ogni profondità lo sforzo di taglio sulla parete è calcolato in base all'equilibrio del cuneo di terra limitato da un piano la cui giacitura è quella che genera la massima spinta attiva. Noto il taglio, le altre caratteristiche delle sollecitazioni sono dedotte da questo (procedura 'Cuneo contro la parete').
 Sull'intera parete il coefficiente di spinta medio è $K_1 = 0.407$. La spinta risulta applicata al 37.3% dell'altezza.

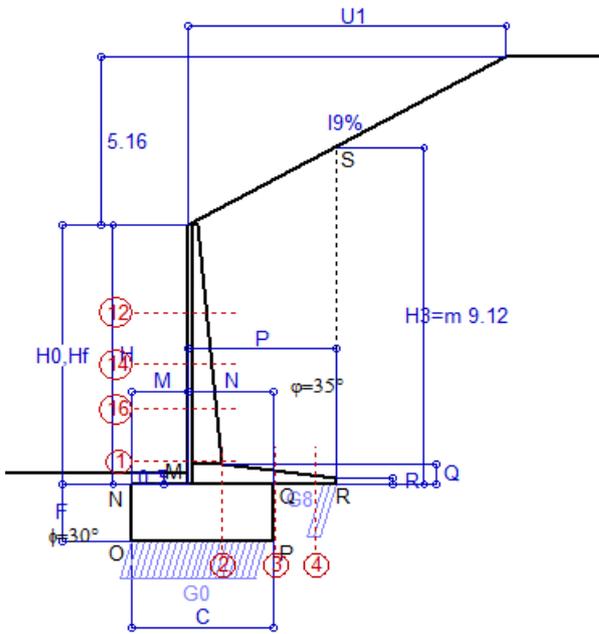
SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di partecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $C+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	431.9	105.5	169.9	120.3	90.1	82.2	26.61	4.59	194	7.36	40	0.154
2	280.7	0.0	311.5	125.0	55.0	48.5	37.86	7.10	166	8.57	52	0.195
3	126.8	0.0	181.8	125.0	37.0	30.5	28.41	7.10	160	9.19	52	0.172
4	-12.2	0.0	0.0	125.0	22.2	15.7	11.83	7.10	102	4.78	52	0.000
12	26.6	19.5	23.3	115.3	49.1	42.3	7.60	4.59	79	2.25	38	0.000
14	97.0	42.0	59.3	117.2	63.2	56.1	15.21	4.59	112	3.76	38	0.073
16	212.9	67.8	103.3	118.9	75.4	67.0	22.81	4.59	138	5.22	38	0.099

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 4: Verifica SLE combinaz QUASI PERMANENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto



Spinta della terra su sez. R-S x 1
 Peso struttura (parete+platea) x 1
 Peso terra e sovraccarico x 1
 Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 Peso della fondazione x 1
**non sommati*

Totali

Dati

$H_m = 7.00$ m	Prefabbricato tipo u70NM	$H_0 = 7.00$ m
$C = 3.75$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 7.00$ m
$F = 1.55$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 35^\circ$
$M = 1.50$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 0.0$ kN/m ²
$N = 2.25$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 18.0$ kN/m ³
$P = 3.90$ m	Peso specifico del calcestruzzo . .	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.55$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$U_1 = 9.50$ m	Pendenza del rilevato vicino al muro	$l_9 = 54.32$ %

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S cuneo a cavallo di R-S) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.357$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.363$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
242.24	1,111.78	113.48	612.79
0.00	0.00	65.50	176.28
0.00	0.00	518.60	1,873.28
10.32	4.38	0.00	0.00
0.00	0.00	145.31	272.46
$S_9 = 252.56$	$M_9 = 1,116.15$	$P_9 = 842.89$	$M_8 = 2,934.81$

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O'	=	2.195
GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici)	=	1.936
Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 =$ 99.82 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . $Q_8 =$	0.34 m
Carico sul terreno della fondazione: $G_0 =$ 743.07 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio. . $C_8 =$	3.61 m
TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff	$\sigma_t =$	0.206 MPa
OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione	$\beta =$	16.7°

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

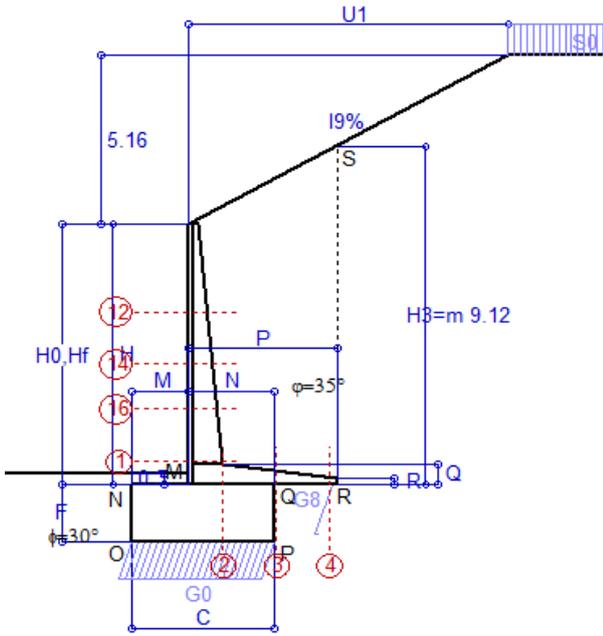
Freccia in cima al pannello mm 13.05

A ogni profondità lo sforzo di taglio sulla parete è calcolato in base all'equilibrio del cuneo di terra limitato da un piano la cui giacitura è quella che genera la massima spinta attiva. Noto il taglio, le altre caratteristiche delle sollecitazioni sono dedotte da questo (procedura 'Cuneo contro la parete'). Sull'intera parete il coefficiente di spinta medio è $K_1 = 0.403$. La spinta risulta applicata al 37.6% dell'altezza.

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di partecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $C+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	430.1	104.7	168.1	120.3	90.1	82.2	26.61	4.59	193	7.33	40	0.153
2	279.6	0.0	310.3	125.0	55.0	48.5	37.86	7.10	166	8.53	52	0.194
3	126.8	0.0	180.9	125.0	37.0	30.5	28.41	7.10	160	9.19	52	0.172
4	-12.0	0.0	0.0	125.0	22.1	15.6	11.78	7.10	101	4.74	52	0.000
12	26.6	19.5	23.3	115.3	49.1	42.3	7.60	4.59	79	2.25	38	0.000
14	97.0	42.0	59.3	117.2	63.2	56.1	15.21	4.59	112	3.76	38	0.073
16	212.9	67.8	103.3	118.9	75.4	67.0	22.81	4.59	138	5.22	38	0.099

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 2.17^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.037$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.019$

Dati

- $H_m = 7.00$ m
- $C = 3.75$ m
- $F = 1.55$ m
- $M = 1.50$ m
- $N = 2.25$ m
- $P = 3.90$ m
- $Q = 0.55$ m
- $U_1 = 9.5$ m
- $R = 0.15$ m

Acceleraz orizz. al suolo
Prefabbricato tipo u70NM

- Altezza della terra contro il pannello
- Sovraccarico sul rilevato (20%)
- Angolo d'attrito della terra
- Coefficiente d'attrito della fondazione
- Accelerazione massima locale
- Coeff. riduz. acceleraz. max attesa
- Pendenza del rilevato vicino al muro
- Pendenza del rilevato lontano dal muro

- $a_g/g = 0.061$
- $H_0 = 7.00$ m
- $H = 7.00$ m
- $S_0 = 4.0$ kN/m²
- $\phi = 35^\circ$
- $R_0 = 0.580$
- $a_{max}/g = 0.098$
- $\beta_m = 0.38$
- $I_9 = 54.3\%$
- $I_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

- Coefficiente di spinta attiva della terra (cuneo a cavallo di R-S) agente su una sezione ideale R-S di altezza
- Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale
- Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)
- Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Mononobe-Okabe)

- $K_1 = 0.405$
- $H_3 = 9.12$ m
- $O_3 = 29.01^\circ$
- $K_3 = 0.376$
- $K_p = 2.93$
- (Dati: $\phi = 30.00^\circ$ $\epsilon = 0.0^\circ$ $\psi = 90^\circ$ $\delta = 0^\circ$)

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta su R-S: terra x 1 + sovr x 1	265.2	1,217.2	147.1	794.3
Peso struttura (parete+platea) x 1	2.4	7.3	64.3	173.0
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	19.3	112.7	509.0	1,838.4
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	12.6	4.9	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	5.4	4.2	142.6	267.4
Spinta passiva sulla fondaz. $S_p \times 0.5$	-22.6*	-13.9*	0.0*	0.0*
TOTALI (GEO e STR)	$S_9 = 304.9$	$M_9 = 1,346.3$	$P_9 = 862.9$	$M_8 = 3,073.1$

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

- Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 41.6$ kN
- Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 821.3$ kN
- TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_1 = 0.219$ MPa
- OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 18.1^\circ$
- Scorrimento** sul piano di posa: verificato essendo $R_d = (862.9 * 0.58 + 22.6) / 1.0 = 523.1 > E_d = 304.9$
- Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 379$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 299$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

A ogni profondità lo sforzo di taglio sulla parete è calcolato in base all'equilibrio del cuneo di terra limitato dalla parete e da un piano la cui giacitura è quella che genera la massima spinta attiva. Nota il taglio, le altre caratteristiche delle sollecitazioni sono dedotte da questo (procedura 'Cuneo contro la parete'). Sull'intera parete il coefficiente di spinta medio è $K_1 = 0.466$. La spinta risulta applicata al 37.8% dell'altezza. Freccia in cima al pannello mm 16.92

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni						Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b_w larghez- za taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricen- trico	V_{Rd}
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	499.9	499.9	116.0	136.0	90.1	82.2	120.3	20.3	45°, 1.0	8.98	26.61	4.59	9.25	853.8	322.5
2	350.4	350.4	0.0	256.9	55.0	48.5	125.0	125.0	45°, 1.0	8.62	37.86	7.10	15.68	667.4	378.6
3	234.9	234.9	0.0	146.9	37.0	30.5	125.0	125.0	-	6.36	28.41	7.10	12.07	311.4	241.0
4	-1.9	-1.9	0.0	2.6	17.9	11.4	125.0	125.0	-	3.37	9.29	7.10	0.00	-46.4	87.2
12	31.0	35.2	21.0	20.3	49.1	42.3	115.3	15.3	73°, 1.0	3.69	7.60	4.59	3.96	126.3	65.6
14	112.5	126.6	45.9	49.6	63.2	56.1	117.2	17.2	73°, 1.0	5.65	15.21	4.59	3.96	329.7	77.9
16	248.2	279.7	75.5	86.0	75.4	67.0	118.9	18.9	73°, 1.0	7.49	22.81	4.59	5.07	589.7	115.9

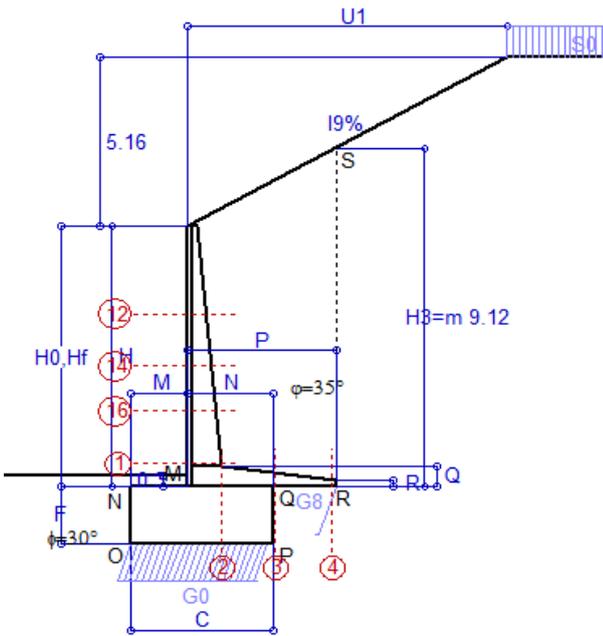
(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.
 (2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 $M_{ed} = M_{edu}$ perché $ctg(\alpha) = ctg(\theta) = 1$; nelle sezioni 3 e 4 $a_1 = 0$ perché il momento flettente è già massimo

Scheda 6: Verifica sismica al ribaltamento

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Comune di Codrongianus



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 3.29^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.056$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.028$

Dati

$H_m = 7.00$ m
 $C = 3.75$ m
 $F = 1.55$ m
 $M = 1.50$ m
 $N = 2.25$ m
 $P = 3.90$ m
 $Q = 0.55$ m
 $U_1 = 9.5$ m
 $R = 0.15$ m

Acceleraz. orizz. al suolo Prefabbricato tipo u70NM

Altezza della terra contro il pannello
 Sovraccarico sul rilevato (20%)
 Angolo d'attrito della terra
 Coefficiente d'attrito della fondazione
 Accelerazione massima locale
 Coeff. riduz. acceleraz. max attesa
 Pendenza del rilevato vicino al muro
 Pendenza del rilevato lontano dal muro

$a_g/g = 0.061$
 $H_0 = 7.00$ m
 $H = 7.00$ m
 $S_0 = 4.0$ kN/m²
 $\phi = 35^\circ$
 $R_0 = 0.580$
 $a_{max}/g = 0.098$
 $\beta_m = 0.57$
 $I_9 = 54.3\%$
 $I_8 = 0.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

Coefficiente di spinta attiva della terra (cuneo a cavallo di R-S) agente su una sezione ideale R-S di altezza
 Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale
 Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)
 Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Mononobe-Okabe)
 (Dati: $\phi = 30.00^\circ$ $\varepsilon = 0.0^\circ$ $\psi = 90^\circ$ $\delta = 0^\circ$)

$K_1 = 0.429$
 $H_3 = 9.12$ m
 $O_3 = 30.36^\circ$
 $K_3 = 0.400$
 $K_p = 2.90$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta su R-S: terra x 1 + sovr x 1	277.1	1,271.7	162.3	876.4
Peso struttura (parete+platea) x 1	3.7	11.0	63.7	171.4
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	29.0	169.3	504.1	1,820.9
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	14.4	5.5	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	8.1	6.3	141.3	264.8
Spinta passiva sulla fondaz. Sp x 0.5 <i>*non sommati</i>	-22.3*	-13.8*	0.0*	0.0*
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 332.3	M₉ = 1,463.7	P₉ = 871.3	M₈ = 3,133.5

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 20.1$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . . . $Q_8 = 0.07$ m
 Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 851.2$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . . $C_8 = 3.73$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_1 = 0.228$ MPa
 OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 19.6^\circ$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo $R_d = (3133.5 + 13.8) / 1.0 = 3147.2 > E_d = 1463.7$

Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo $R_d = (1773.5) / 1.0 = 1773.5 > E_d = 971.8$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 388$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 322$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Freccia in cima al pannello mm 18.66

A ogni profondità lo sforzo di taglio sulla parete è calcolato in base all'equilibrio del cuneo di terra limitato dalla parete e da un piano la cui giacitura è quella che genera la massima spinta attiva. Nota il taglio, le altre caratteristiche delle sollecitazioni sono dedotte da questo (procedura 'Cuneo contro la parete').

Sull'intera parete il coefficiente di spinta medio è $K_1 = 0.501$. La spinta risulta applicata al 38.3% dell'altezza.

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni						Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b_w larghez- za taglio	staffe α° , ctg Θ	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricen- trico	V_{Rd}
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	544.9	544.9	122.2	145.5	90.1	82.2	120.3	20.3	45°, 1.0	9.00	26.61	4.59	9.25	855.4	319.5
2	400.7	400.7	0.0	274.5	55.0	48.5	125.0	125.0	45°, 1.0	8.62	37.86	7.10	15.68	667.4	378.6
3	280.3	280.3	0.0	155.8	37.0	30.5	125.0	125.0	-	6.36	28.41	7.10	12.07	311.4	241.0
4	-0.4	-0.4	0.0	0.7	16.4	9.9	125.0	125.0	-	3.19	8.40	7.10	0.00	-40.9	79.3
12	34.1	38.8	22.1	22.3	49.1	42.3	115.3	15.3	73°, 1.0	3.70	7.60	4.59	3.96	126.4	64.8
14	124.9	140.8	49.4	56.0	63.2	56.1	117.2	17.2	-	5.66	15.21	4.59	3.96	330.2	75.4
16	273.5	307.7	80.1	93.2	75.4	67.0	118.9	18.9	73°, 1.0	7.50	22.81	4.59	5.07	590.6	115.7

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 $M_{ed} = M_{edu}$ perché $ctg(\alpha) = ctg(\theta) = 1$; nelle sezioni 3 e 4 $a_1 = 0$ perché il momento flettente è già massimo

Scheda 7. Portanza della fondazione

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Coefficienti SLU "favorevoli" e "sfavorevoli"

Prefabbricato tipo u70NM

Calcolo con la formula di Brinch-Hansen 1970 (valida per terreno omogeneo e condizioni drenate)

Dati geotecnici del terreno di fondazione:

	Natura di terreno di fondazione	Unità geotecnica 'SL' (sabbie con limo, sabbie limose)			
ϕ	Angolo d'attrito nominale	gradi	30.0°	$\phi = \text{rad}$	0.5236
c	Coesione drenata	kN/m ²	10		
γ	Peso specifico	kN/m ³	9.00		
Iv	Inclinazione del terreno a valle	%	0.0%	$\varepsilon = \text{rad}$	0.0000

Dati geometrici della fondazione:

E	Spessore della terra sulla fondazione	m	0.30		
F	Spessore della fondazione (facciata di valle)	m	1.55		
I7	Inclinazione del letto di posa	%	0.0%	$\alpha = \text{rad}$	0.0000

Verifiche allo stato limite ultimo (A1+M1+R3)			Scheda 1	Sisma
Carichi agenti sulla fondazione:				
N	Componente verticale (G0)	kN/m	1019.2	821.3
β	Obliquità del carico rispetto alla verticale	gradi	17.40°	18.12°
H	Componente orizzontale = G0 * tan(β)	kN/m	319.4	268.7
B	Larghezza del nastro di appoggio (C8)	m	3.75	3.75
Dati influenzati dal tipo di verifica:				
Φ	Angolo d'attrito assunto nel calcolo	rad	0.5236	0.5236
E5	Distanza della risultante dal bordo esterno della fondazione	m	1.88	1.88
D	Affondamento = E + F + E5 * Iv	m	1.85	1.85
Termini della formula di Brinck-Hansen				
Profondità	= $[\gamma D N_q] s_q d_q i_q b_q g_q z_q$	kN/m ²	165.01	154.78
Coefficiente base	$N_q = \tan^2(45^\circ + \Phi / 2) e^{\pi \tan \Phi}$		18.40	18.40
Inclinaz. terreno a valle	$g_q = (1 - \tan \varepsilon)^2$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_q = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_q = 1 + 2 \tan \Phi (1 - \sin \Phi)^2 \times \text{se}[D < B; D/B; \text{atn}(D/B)]$		1.14	1.14
Inclinazione letto di posa	$b_q = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	i_q #RIF!		0.47	0.45
Paolucci e Pecker 1997	$z_q = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$		-	0.977
Coesione	= $[c N_c] s_c d_c i_c b_c g_c z_c$	kN/m ²	152.96	144.22
Coefficiente base	$N_c = (N_q - 1) \cot \Phi$		30.14	30.14
Inclinaz. terreno a valle	$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_c = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.15	1.15
Inclinazione letto di posa	$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c \tan \Phi)$		0.44	0.42
Paolucci e Pecker 1997	$z_c = 1 - 0,34 K_h$		-	0.987
Superficie	= $[\frac{1}{2} \gamma B N_\gamma] s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma z_\gamma$	kN/m ²	132.69	124.94
Coefficiente base	$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \Phi$		22.40	22.40
Inclinaz. terreno a valle	$g_\gamma = (1 - \tan \varepsilon)^2$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_\gamma = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_\gamma = 1.00$		1.00	1.00
Inclinazione letto di posa	$b_\gamma = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	i_γ #RIF!		0.35	0.34
Paolucci e Pecker 1997	$z_\gamma = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$		-	0.977
Verifica della capacità portante				
q_{LIM}	Carico unitario limite (Meyerhof)	Mpa	0.451	0.424
γ_R	Coeff. per le verifiche SLU di fondazioni superficiali		1.4	1.2
C_p	Capacità portante, tenuto conto di γ_R	kN	1207.1	1324.8
G_0	Carico effettivo, dovuto alle forze esterne	kN	1019.2	821.3
La struttura è verificata al collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno per l'approccio 2 (A1+M1+R3)				

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
11 - GEO (A2-M2-R2)	-2.50; 4.00	13.39	1.186
12 - GEO (A2-M2-R2)	-2.00; 4.50	13.70	1.161
13 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-2.50; 4.50	13.86	1.385
14 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-2.50; 4.50	13.86	1.381

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte	
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto	
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)	
W	peso della striscia espresso in [kN]
Qy	carico sulla striscia espresso in [kN]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
Tx; Ty	Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

Combinazione n° 11 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	63.60	0.00	10.85 - 0.86	77.079	29.256	0	0.0	
2	105.64	0.00	0.86	64.583	29.256	0	0.0	
3	123.70	0.00	0.86	56.948	29.256	0	0.0	
4	134.74	0.00	0.86	50.693	29.256	0	0.0	
5	142.29	0.00	0.86	45.197	29.256	0	0.0	
6	147.34	0.00	0.86	40.197	29.256	0	0.0	
7	150.50	0.00	0.86	35.544	29.256	0	0.0	
8	152.39	0.00	0.86	31.150	24.791	8	4.5	
9	155.55	0.00	0.86	26.952	24.791	8	9.1	
10	152.63	0.00	0.86	22.907	24.791	8	13.0	
11	160.28	0.00	0.86	18.979	24.791	8	16.3	
12	157.06	0.00	0.86	15.142	24.791	8	18.8	
13	119.56	0.00	0.86	11.374	24.791	8	20.8	
14	48.25	0.00	0.86	7.655	24.791	8	22.2	
15	45.53	0.00	0.86	3.969	24.791	8	23.1	
16	41.43	0.00	0.86	0.299	24.791	8	23.4	
17	41.08	0.00	0.86	-3.369	24.791	8	23.2	
18	39.87	0.00	0.86	-7.052	24.791	8	22.4	
19	37.80	0.00	0.86	-10.764	24.791	8	21.1	
20	34.83	0.00	0.86	-14.523	24.791	8	19.2	
21	30.93	0.00	0.86	-18.347	24.791	8	16.7	
22	26.03	0.00	0.86	-22.258	24.791	8	13.6	
23	20.07	0.00	0.86	-26.283	24.791	8	9.8	
24	12.92	0.00	0.86	-30.453	24.791	8	5.3	
25	4.45	0.00	-10.57 - 0.86	-34.383	29.256	0	0.0	

Combinazione n° 12 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	51.81	22.47	11.69 - 0.86	78.617	29.256	0	0.0	
2	99.70	22.47	0.86	65.124	29.256	0	0.0	
3	123.96	12.10	0.86	57.463	29.256	0	0.0	
4	136.62	0.00	0.86	51.216	29.256	0	0.0	
5	144.59	0.00	0.86	45.740	29.256	0	0.0	
6	149.98	0.00	0.86	40.764	29.256	0	0.0	
7	153.38	0.00	0.86	36.140	29.256	0	0.0	
8	155.29	0.00	0.86	31.776	24.791	8	1.4	
9	156.08	0.00	0.86	27.611	24.791	8	6.2	
10	157.56	0.00	0.86	23.599	24.791	8	10.3	
11	154.27	0.00	0.86	19.707	24.791	8	13.7	
12	161.22	0.00	0.86	15.909	24.791	8	16.4	
13	157.11	0.00	0.86	12.181	24.791	8	18.5	
14	104.80	0.00	0.86	8.505	24.791	8	20.1	

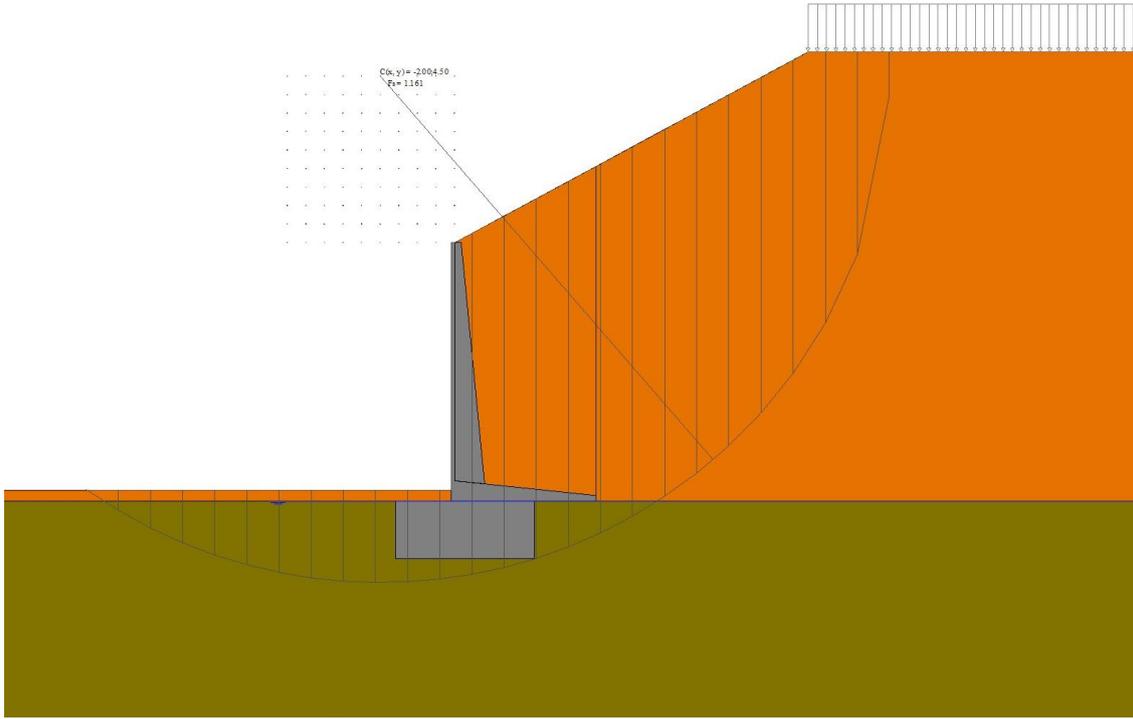
n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
15	46.81	0.00	0.86	4.864	24.791	8	21.1	
16	42.13	0.00	0.86	1.243	24.791	8	21.5	
17	38.67	0.00	0.86	-2.374	24.791	8	21.4	
18	37.68	0.00	0.86	-5.999	24.791	8	20.8	
19	35.83	0.00	0.86	-9.650	24.791	8	19.6	
20	33.09	0.00	0.86	-13.340	24.791	8	17.9	
21	29.43	0.00	0.86	-17.088	24.791	8	15.6	
22	24.80	0.00	0.86	-20.913	24.791	8	12.7	
23	19.12	0.00	0.86	-24.839	24.791	8	9.1	
24	12.29	0.00	0.86	-28.895	24.791	8	4.8	
25	4.20	0.00	-9.91 - 0.86	-32.548	29.256	0	0.0	

Combinazione n° 13 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	53.45	3.53	11.35 - 0.88	78.582	35.000	0	0.0	
2	103.09	3.53	0.88	65.023	35.000	0	0.0	
3	125.96	0.36	0.88	57.329	35.000	0	0.0	
4	137.96	0.00	0.88	51.054	35.000	0	0.0	
5	146.14	0.00	0.88	45.552	35.000	0	0.0	
6	151.66	0.00	0.88	40.552	35.000	0	0.0	
7	155.11	0.00	0.88	35.905	35.000	0	0.0	
8	157.14	0.00	0.88	31.518	30.000	10	3.0	
9	162.92	0.00	0.88	27.330	30.000	10	7.9	
10	157.55	0.00	0.88	23.296	30.000	10	12.0	
11	160.94	0.00	0.88	19.381	30.000	10	15.4	
12	162.21	0.00	0.88	15.558	30.000	10	18.1	
13	146.05	0.00	0.88	11.806	30.000	10	20.2	
14	48.86	0.00	0.88	8.105	30.000	10	21.8	
15	56.52	0.00	0.88	4.437	30.000	10	22.7	
16	42.13	0.00	0.88	0.788	30.000	10	23.1	
17	41.88	0.00	0.88	-2.858	30.000	10	22.9	
18	40.73	0.00	0.88	-6.516	30.000	10	22.2	
19	38.67	0.00	0.88	-10.201	30.000	10	21.0	
20	35.68	0.00	0.88	-13.929	30.000	10	19.1	
21	31.71	0.00	0.88	-17.719	30.000	10	16.7	
22	26.71	0.00	0.88	-21.591	30.000	10	13.6	
23	20.60	0.00	0.88	-25.570	30.000	10	9.8	
24	13.26	0.00	0.88	-29.687	30.000	10	5.3	
25	4.56	0.00	-10.68 - 0.88	-33.558	35.000	0	0.0	

Combinazione n° 14 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	53.45	3.53	11.35 - 0.88	78.582	35.000	0	0.0	
2	103.09	3.53	0.88	65.023	35.000	0	0.0	
3	125.96	0.36	0.88	57.329	35.000	0	0.0	
4	137.96	0.00	0.88	51.054	35.000	0	0.0	
5	146.14	0.00	0.88	45.552	35.000	0	0.0	
6	151.66	0.00	0.88	40.552	35.000	0	0.0	
7	155.11	0.00	0.88	35.905	35.000	0	0.0	
8	157.14	0.00	0.88	31.518	30.000	10	3.0	
9	162.92	0.00	0.88	27.330	30.000	10	7.9	
10	157.55	0.00	0.88	23.296	30.000	10	12.0	
11	160.94	0.00	0.88	19.381	30.000	10	15.4	
12	162.21	0.00	0.88	15.558	30.000	10	18.1	
13	146.05	0.00	0.88	11.806	30.000	10	20.2	
14	48.86	0.00	0.88	8.105	30.000	10	21.8	
15	56.52	0.00	0.88	4.437	30.000	10	22.7	
16	42.13	0.00	0.88	0.788	30.000	10	23.1	
17	41.88	0.00	0.88	-2.858	30.000	10	22.9	
18	40.73	0.00	0.88	-6.516	30.000	10	22.2	
19	38.67	0.00	0.88	-10.201	30.000	10	21.0	
20	35.68	0.00	0.88	-13.929	30.000	10	19.1	
21	31.71	0.00	0.88	-17.719	30.000	10	16.7	
22	26.71	0.00	0.88	-21.591	30.000	10	13.6	
23	20.60	0.00	0.88	-25.570	30.000	10	9.8	
24	13.26	0.00	0.88	-29.687	30.000	10	5.3	
25	4.56	0.00	-10.68 - 0.88	-33.558	35.000	0	0.0	



Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 12)

Errore. Il segnalibro non è definito.

CA349 - SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 1° lotto (dal km 193 al km 199)		
CA-349	<i>Relazione Tecnica e di Calcolo - Muri di Sostegno e Muri di Sottoscarpa</i>	

12 ALLEGATO 3 – MURI DI CONTRORIPA

Anas S.p.A.

CA349 - SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia
Potenziamento e messa in sicurezza della S.S. 131
dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)

Codrongianos (SS)

RELAZIONE DI CALCOLO

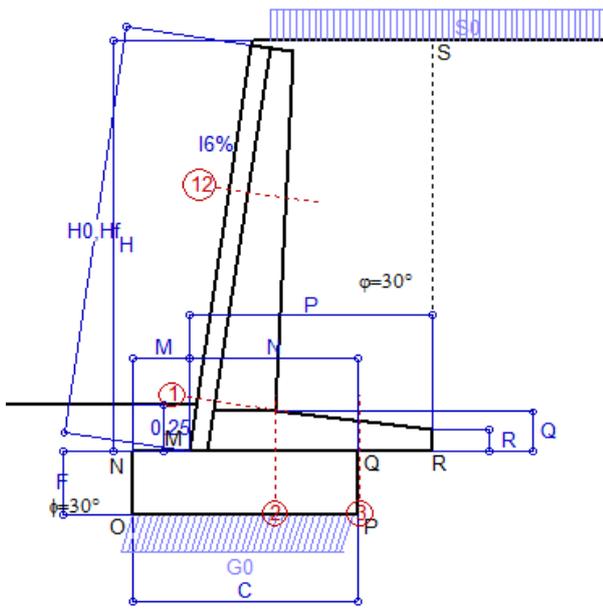
**dei muri di controripa in cemento armato
realizzati con elementi prefabbricati
svolta a sensi del D.M. 17/1/2018**

Manufatti prodotti in conformità alle norme UNI EN 13369 e UNI EN 15258
dotati di "Marcatura CE" ai sensi del D.M. 17/1/2018

Emissione del 19/11/2020

Scheda 1: Approccio 2, (A1+M1+R3)

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto



Dati

$H_m = 2.23$ m	Prefabbricato tipo u22NL	$H_0 = 2.25$ m
$C = 1.20$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 2.25$ m
$F = 0.35$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 5.0$ kN/m ²
$M = 0.30$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 30.00^\circ$
$N = 0.90$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 17.0$ kN/m ³
$P = 1.30$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.22$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.580$
$R = 0.12$ m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$I_b = 0.0\%$
	Scarpa della facciata del pannello	$I_6 = 15.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine)	$K_1 = 0.333$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H = 2.25$ m
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$O_3 = 0.00^\circ$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.297$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1.3	18.6	20.5	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1.5	5.6	8.3	0.0	0.0
Peso struttura (parete+platea) x 1.3	0.0	0.0	15.7	11.4
Peso terra x 1.3 e sovracc. x 1.50	0.0	0.0	52.8	58.3
Spinta della terra sulla fondaz. x 1.3	0.7	0.1	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1.3	0.0	0.0	13.6	8.2
TOTALI (GEO e STR)	$S_9 = 25.0$	$M_9 = 28.9$	$P_9 = 82.1$	$M_8 = 77.9$

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto O che al punto P, la platea non appoggia sul terreno ($G_8=0$). Nell'ipotesi di Mejerhoff, la larghezza dell'impronta d'appoggio è il doppio della distanza della risultante da O. Dunque risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 = 0.0$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$Q_8 = 0.00$ m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 82.1$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$C_8 = 1.19$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_1 = 0.069$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 16.9^\circ$
Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo		$Rd = (82.1 * 0.58) / 1.1 = 43.3$	$> Ed = 25$
Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo		$Rd = (77.9) / 1.15 = 67.7$	$> Ed = 28.9$
Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo		$Rd = (49.1) / 1.15 = 42.7$	$> Ed = 20.3$
Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M)	$G_6 = 36$ kN	Lato monte (punto Q)	$G_7 = 32$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb) Freccia in cima al pannello mm 0.69
 $K_0 = 0.235$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b_w larghez- za taglio	staffe α° , ctg Θ	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricen- trico	V_{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN		
1	11.4	11.4	15.4	11.5	42.5	35.9	113.8	13.8	45°, 1.0	2.72	3.80	4.02	6.30	56.6	107.5	
2	7.4	7.4	0.0	12.0	21.5	15.8	125.0	125.0	45°, 1.0	2.24	5.37	2.70	14.32	37.0	112.7	
3	5.1	5.1	0.0	13.2	16.3	10.4	125.0	125.0	-	1.70	4.04	2.70	0.00	21.2	74.5	
12	1.5	1.8	5.6	3.1	30.8	21.3	112.9	12.9	73°, 1.0	2.15	2.26	4.02	3.96	25.1	35.7	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

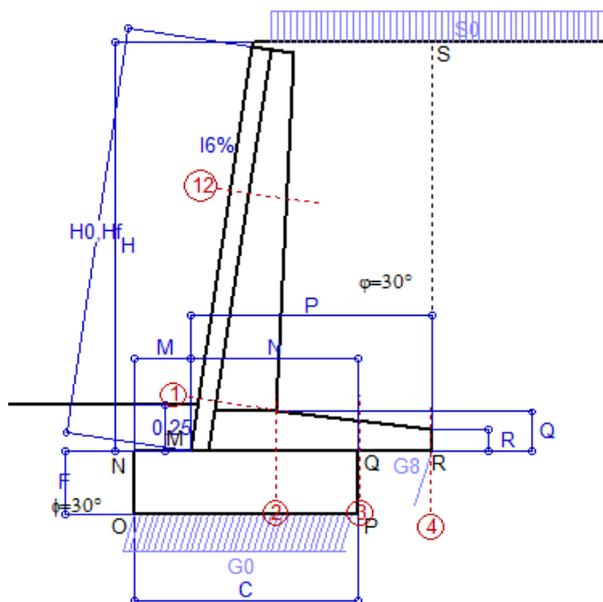
Nelle sezioni 1 e 2 $M_{ed} = M_{edu}$ perché $ctg(\alpha) = ctg(\theta) = 1$; nelle sezioni 3 e 4 $a_1 = 0$ perché il momento flettente è già massimo

programma Tensiter 'Muri 2018' vers.1.2.3

Norma: Italia D.M 17/1/2018

Scheda 2: Verifica SLE combinaz. RARA

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto



Dati

$H_m = 2.23$ m	Prefabbricato tipo u22NL	$H_0 = 2.25$ m
$C = 1.20$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 2.25$ m
$F = 0.35$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 30^\circ$
$M = 0.30$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 5.0$ kN/m ²
$N = 0.90$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 17.0$ kN/m ³
$P = 1.30$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.22$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$R =$	Scarpa della facciata del pannello	$l_6 = 15.0$ %

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.333$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.297$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
14.34	15.78	0.00	0.00
3.75	5.53	0.00	0.00
0.00	0.00	12.04	8.75
0.00	0.00	39.89	44.01
0.57	0.05	0.00	0.00
0.00	0.00	10.50	6.30
$S_9 = 18.67$	$M_9 = 21.36$	$P_9 = 62.44$	$M_8 = 59.06$

Spinta della terra su sez. R-S x 1
 Spinta del sovraccar. su R-S x 1
 Peso struttura (parete+platea) x 1
 Peso terra e sovraccarico x 1
 Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 Peso della fondazione x 1
**non sommati*

Totali

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O' = 2.482
 GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 1.940
 Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 0.27$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . $Q_8 = 0.00$ m
 Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 62.17$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . $C_8 = 1.20$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.052$ MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 16.6^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 0.44

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb)

$K_0 = 0.235$

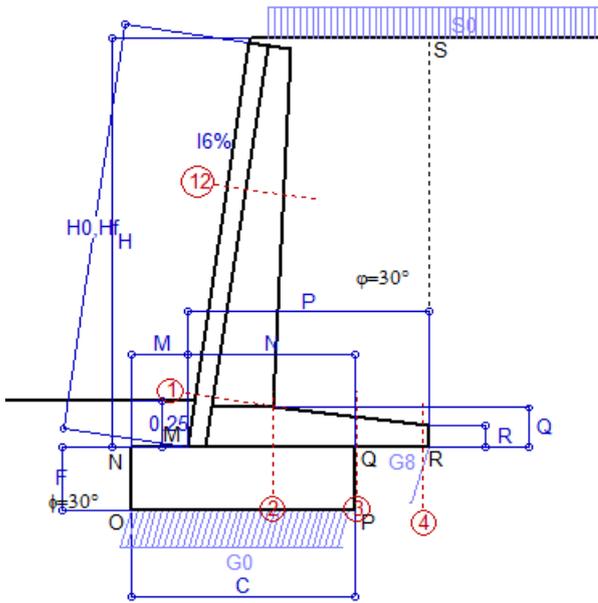
SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compartecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricopr. $C + \Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	8.3	11.7	10.6	113.8	42.5	35.9	3.80	4.02	55	1.30	38	0.000
2	5.4	0.0	12.7	125.0	21.5	15.8	5.37	2.70	65	2.29	50	0.000
3	3.8	0.0	14.1	125.0	16.3	10.4	4.04	2.70	81	3.35	50	0.000
4	0.0	0.0	0.0	125.0	12.1	6.0	2.28	2.70	0	0.00	50	0.000
12	1.0	4.3	2.6	112.9	30.8	21.3	2.26	4.02	15	0.46	38	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 3: Verifica SLE combinaz. FREQUENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto



Dati

$H_m = 2.23$ m	Prefabbricato tipo u22NL	$H_0 = 2.25$ m
$C = 1.20$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 2.25$ m
$F = 0.35$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 30^\circ$
$M = 0.30$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 3.8$ kN/m ²
$N = 0.90$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 17.0$ kN/m ³
$P = 1.30$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.22$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$R =$	Scarpa della facciata del pannello	$l_6 = 15.0$ %

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.333$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.297$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
14.34	15.78	0.00	0.00
2.81	4.15	0.00	0.00
0.00	0.00	12.04	8.75
0.00	0.00	38.69	42.67
0.57	0.05	0.00	0.00
0.00	0.00	10.50	6.30
$S_9 = 17.72$	$M_9 = 19.97$	$P_9 = 61.23$	$M_8 = 57.71$

- Spinta della terra su sez. R-S x 1
- Spinta del sovraccar. su R-S x 1
- Peso struttura (parete+platea) x 1
- Peso terra e sovraccarico x 1
- Spinta della terra sulla fondaz. x 1
- Peso della fondazione x 1
- *non sommati*
- Totali**

- GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O' = 2.600
- GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 2.004
- Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 1.12$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . $Q_8 = 0.01$ m
- Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 60.11$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . $C_8 = 1.20$ m
- TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.050$ MPa
- OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 16.1^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 0.40

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb) $K_0 = 0.235$

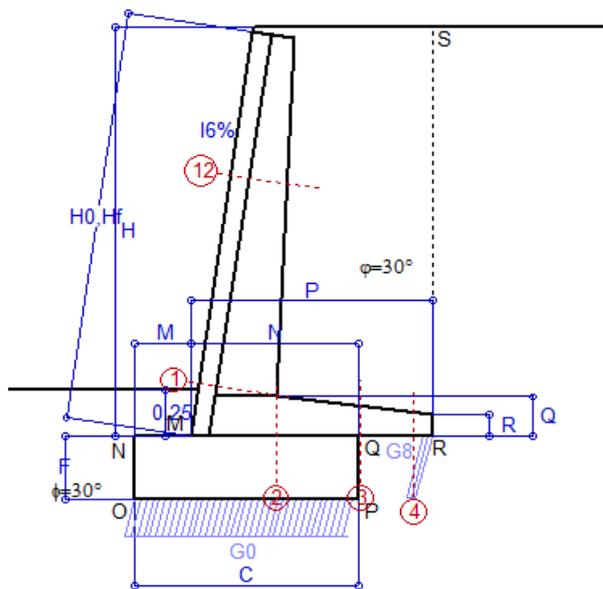
SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compartecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricopr. $C + \Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	7.7	11.4	9.9	113.8	42.5	35.9	3.80	4.02	50	1.20	38	0.000
2	5.0	0.0	11.7	125.0	21.5	15.8	5.37	2.70	60	2.10	50	0.000
3	3.3	0.0	12.8	125.0	16.3	10.4	4.04	2.70	71	2.92	50	0.000
4	0.0	0.0	0.0	125.0	12.3	6.3	2.33	2.70	0	0.02	50	0.000
12	0.9	4.2	2.3	112.9	30.8	21.3	2.26	4.02	13	0.40	38	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 4: Verifica SLE combinaz QUASI PERMANENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto



Spinta della terra su sez. R-S x 1
 Peso struttura (parete+platea) x 1
 Peso terra e sovraccarico x 1
 Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 Peso della fondazione x 1
**non sommati*

Totali

Dati

$H_m = 2.23$ m	Prefabbricato tipo u22NL	$H_0 = 2.25$ m
$C = 1.20$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 2.25$ m
$F = 0.35$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 30^\circ$
$M = 0.30$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 0.0$ kN/m ²
$N = 0.90$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 17.0$ kN/m ³
$P = 1.30$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.22$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$R =$	Scarpa della facciata del pannello	$l_6 = 15.0$ %

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.333$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.297$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
14.34	15.78	0.00	0.00
0.00	0.00	12.04	8.75
0.00	0.00	35.08	38.63
0.55	0.05	0.00	0.00
0.00	0.00	10.50	6.30
$S_9 = 14.89$	$M_9 = 15.82$	$P_9 = 57.62$	$M_8 = 53.68$

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O' = 3.090
 GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 2.244
 Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 3.70$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . $Q_8 = 0.05$ m
 Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 53.92$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . $C_8 = 1.20$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.045$ MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 14.5^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima pannello mm 0.28

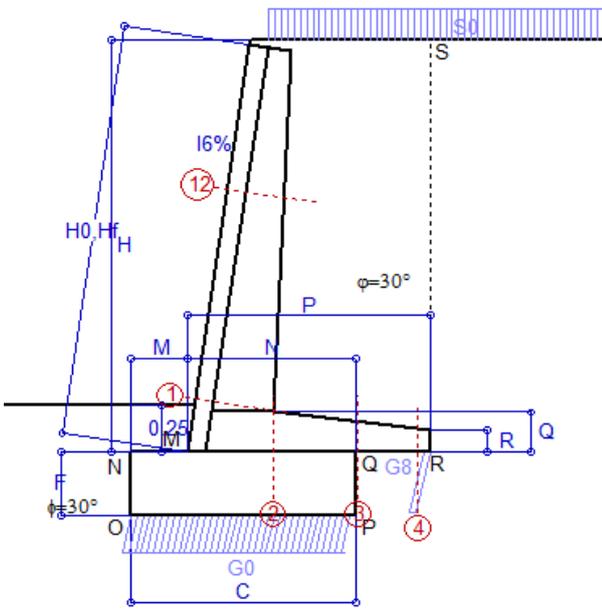
Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb)

$K_0 = 0.235$

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di partecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $C+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	5.6	10.7	7.9	113.8	42.5	35.9	3.80	4.02	35	0.89	38	0.000
2	3.6	0.0	9.3	125.0	21.5	15.8	5.37	2.70	44	1.53	50	0.000
3	1.9	0.0	8.8	125.0	16.3	10.4	4.04	2.70	41	1.68	50	0.000
4	-0.1	0.0	0.0	125.0	13.1	7.1	2.50	2.70	4	0.21	50	0.000
12	0.5	3.8	1.4	112.9	30.8	21.3	2.26	4.02	5	0.20	38	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 2.17^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.037$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.019$

Dati

- $H_m = 2.23$ m
- $C = 1.20$ m
- $F = 0.35$ m
- $M = 0.30$ m
- $N = 0.90$ m
- $P = 1.30$ m
- $Q = 0.22$ m
- $U_1 = 0.0$ m
- $R = 0.12$ m

Acceleraz orizz. al suolo

- Prefabbricato tipo u22NL**
- Altezza della terra contro il pannello
- Sovraccarico sul rilevato (20%)
- Angolo d'attrito della terra
- Coefficiente d'attrito della fondazione
- Accelerazione massima locale
- Coeff. riduz. acceleraz. max attesa
- Pendenza del rilevato vicino al muro
- Pendenza del rilevato lontano dal muro
- Scarpa della facciata del pannello

- $a_g/g = 0.061$
- $H_0 = 2.25$ m
- $H = 2.25$ m
- $S_0 = 1.0$ kN/m²
- $\phi = 30^\circ$
- $R_0 = 0.580$
- $a_{max}/g = 0.098$
- $\beta_m = 0.38$
- $I_9 = 0.0\%$
- $I_8 = 0.0\%$
- $I_6 = 15.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

- Coefficiente di spinta attiva della terra (Rankine con sisma) $K_1 = 0.338$
- agente su una sezione ideale R-S di altezza $H = 2.25$ m
- Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale $O_3 = 6.32^\circ$
- Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine) $K_3 = 0.321$
- Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Mononobe-Okabe) $K_p = 2.93$
- (Dati: $\phi = 30.00^\circ$ $\epsilon = 0.0^\circ$ $\psi = 90^\circ$ $\delta = 0^\circ$)

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R'-S' x 1	14.5	15.9	1.6	2.6
Spinta del sovraccar. su R'-S' x 1	0.8	1.1	0.1	0.1
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.4	0.4	11.8	8.6
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	1.3	2.0	35.4	39.0
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	0.7	0.1	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	0.4	0.1	10.3	6.2
Spinta passiva sulla fondaz. Sp x 0.5	-5.0*	-1.0*	0.0*	0.0*
TOTALI (GEO e STR)	S₉ = 18.0	M₉ = 19.6	P₉ = 59.2	M₈ = 56.4

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

- Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 2.6$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . . . $Q_8 = 0.03$ m
- Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 56.6$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . . $C_8 = 1.20$ m
- TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.047$ MPa
- OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 12.4^\circ$

Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo $R_d = (59.2 * 0.58 + 5) / 1.0 = 39.3 > E_d = 18$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 25$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 21$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (1a formula di Mononobe-Okabe) Freccia in cima al pannello mm 0.42
 $K_0 = 0.258$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato compreso	b_w larghezza taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricentrico	V_{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	7.0	7.0	11.3	7.9	42.5	35.9	113.8	13.8	45°, 1.0	2.69	3.80	4.02	6.30	56.2	108.9	
2	4.6	4.6	0.0	7.6	21.5	15.8	125.0	125.0	45°, 1.0	2.24	5.37	2.70	14.32	37.0	112.7	
3	2.6	2.6	0.0	8.0	16.3	10.4	125.0	125.0	-	1.70	4.04	2.70	0.00	21.2	74.5	
4	-0.1	-0.1	0.0	0.1	12.7	6.7	125.0	125.0	-	1.22	2.42	2.70	0.00	-11.6	47.8	
12	0.7	0.9	4.0	1.7	30.8	21.3	112.9	12.9	73°, 1.0	2.14	2.26	4.02	3.96	25.0	36.2	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 $M_{ed} = M_{edu}$ perché $ctg(\alpha) = ctg(\theta) = 1$; nelle sezioni 3 e 4 $a_1 = 0$ perché il momento flettente è già massimo

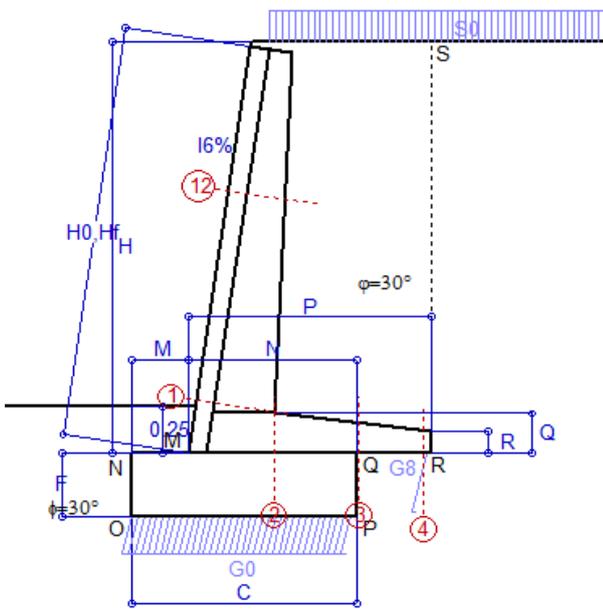
programma Tensiter 'Muri 2018' vers.1.2.3

Norma: Italia D.M 17/1/2018

Scheda 6: Verifica sismica al ribaltamento

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Comune di Codrongianes



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 3.29^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.056$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.028$

Dati

$H_m = 2.23$ m
 $C = 1.20$ m
 $F = 0.35$ m
 $M = 0.30$ m
 $N = 0.90$ m
 $P = 1.30$ m
 $Q = 0.22$ m
 $U_1 = 0.0$ m
 $R = 0.12$ m

Acceleraz. orizz. al suolo

Prefabbricato tipo u22NL

Altezza della terra contro il pannello
 Sovraccarico sul rilevato (20%)
 Angolo d'attrito della terra
 Coefficiente d'attrito della fondazione
 Accelerazione massima locale
 Coeff. riduz. acceleraz. max attesa
 Pendenza del rilevato vicino al muro
 Pendenza del rilevato lontano dal muro
 Scarpa della facciata del pannello

$a_g/g = 0.061$

$H_0 = 2.25$ m
 $H = 2.25$ m
 $S_0 = 1.0$ kN/m²
 $\varphi = 30^\circ$
 $R_0 = 0.580$
 $a_{max}/g = 0.098$
 $\beta_m = 0.57$
 $I_9 = 0.0\%$
 $I_8 = 0.0\%$
 $I_6 = 15.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

Coefficiente di spinta attiva della terra (Rankine con sisma) $K_1 = 0.344$
 agente su una sezione ideale R-S di altezza $H = 2.25$ m
 Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale $O_3 = 9.36^\circ$
 Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine) $K_3 = 0.335$
 Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Mononobe-Okabe) $K_p = 2.90$
 (Dati: $\phi = 30.00^\circ$ $\epsilon = 0.0^\circ$ $\psi = 90^\circ$ $\delta = 0^\circ$)

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R'-S' x 1	14.6	16.1	2.4	3.8
Spinta del sovraccar. su R'-S' x 1	0.8	1.1	0.1	0.2
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.7	0.7	11.7	8.5
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	2.0	3.0	35.0	38.6
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	0.8	0.1	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	0.6	0.1	10.2	6.1
Spinta passiva sulla fondaz. Sp x 0.5 <i>*non sommati</i>	-5.0*	-1.0*	0.0*	0.0*
TOTALI (GEO e STR)	$S_9 = 19.4$	$M_9 = 21.0$	$P_9 = 59.5$	$M_8 = 57.3$

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 1.7$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . . . $Q_8 = 0.02$ m
 Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 57.7$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . . $C_8 = 1.20$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.048$ MPa
 OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 13.6^\circ$

Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo $R_d = (57.3 + 1) / 1.0 = 58.3 > E_d = 21$
Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo $R_d = (36.4) / 1.0 = 36.4 > E_d = 14.5$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 26$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 22$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (1a formula di Mononobe-Okabe) $K_0 = 0.270$
 Freccia in cima al pannello mm 0.45

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b_w larghezza taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricentrico	V_{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	7.5	7.5	11.5	8.4	42.5	35.9	113.8	13.8	45°, 1.0	2.69	3.80	4.02	6.30	56.2	108.7	
2	4.9	4.9	0.0	7.9	21.5	15.8	125.0	125.0	45°, 1.0	2.24	5.37	2.70	14.32	37.0	112.7	
3	3.0	3.0	0.0	8.8	16.3	10.4	125.0	125.0	-	1.70	4.04	2.70	0.00	21.2	74.5	
4	0.0	0.0	0.0	0.0	12.5	6.4	125.0	125.0	-	1.19	2.37	2.70	0.00	-11.3	46.0	
12	0.8	0.9	4.1	1.9	30.8	21.3	112.9	12.9	73°, 1.0	2.14	2.26	4.02	3.96	25.0	36.1	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 $M_{ed} = M_{edu}$ perché $ctg(\alpha) = ctg(\theta) = 1$; nelle sezioni 3 e 4 $a_1 = 0$ perché il momento flettente è già massimo

programma Tensiter 'Muri 2018' vers.1.2.3

Norma: Italia D.M 17/1/2018

Scheda 7. Portanza della fondazione

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Coefficienti SLU "favorevoli" e "sfavorevoli"

Prefabbricato tipo u22NL

Calcolo con la formula di Brinch-Hansen 1970 (valida per terreno omogeneo e condizioni drenate)

Dati geotecnici del terreno di fondazione:

Natura di terreno di fondazione		Unità geotecnica 'SL' (sabbie con limo, sabbie limose)			
ϕ	Angolo d'attrito nominale	gradi	30.0°	$\phi = \text{rad}$	0.5236
c	Coesione drenata	kN/m ²	0		
γ	Peso specifico	kN/m ³	19.00		
Iv	Inclinazione del terreno a valle	%	0.0%	$\varepsilon = \text{rad}$	0.0000

Dati geometrici della fondazione:

E	Spessore della terra sulla fondazione	m	0.25		
F	Spessore della fondazione (facciata di valle)	m	0.35		
I7	Inclinazione del letto di posa	%	0.0%	$\alpha = \text{rad}$	0.0000

Verifiche allo stato limite ultimo (A1+M1+R3)			Scheda 1	Sisma
Carichi agenti sulla fondazione:				
N	Componente verticale (G0)	kN/m	82.1	56.6
β	Obliquità del carico rispetto alla verticale	gradi	16.94°	12.42°
H	Componente orizzontale = G0 * tan(β)	kN/m	25.0	12.5
B	Larghezza del nastro di appoggio (C8)	m	1.19	1.20
Dati influenzati dal tipo di verifica:				
Φ	Angolo d'attrito assunto nel calcolo	rad	0.5236	0.5236
E5	Distanza della risultante dal bordo esterno della fondazione	m	0.60	0.60
D	Affondamento = E + F + E5 * Iv	m	0.60	0.60
Termini della formula di Brinck-Hansen				
Profondità	= $[\gamma D N_q] s_q d_q i_q b_q g_q z_q$	kN/m ²	116.17	142.62
Coefficiente base	$N_q = \tan^2(45^\circ + \Phi / 2) e^{\pi \tan \Phi}$		18.40	18.40
Inclinaz. terreno a valle	$g_q = (1 - \tan \varepsilon)^2$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_q = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_q = 1 + 2 \tan \Phi (1 - \sin \Phi)^2 \times \text{se}[D < B; D/B; \text{atn}(D/B)]$		1.15	1.14
Inclinazione letto di posa	$b_q = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	i_q #RIF!		0.48	0.61
Paolucci e Pecker 1997	$z_q = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$		-	0.977
Coesione	= $[c N_c] s_c d_c i_c b_c g_c z_c$	kN/m ²	0.00	0.00
Coefficiente base	$N_c = (N_q - 1) \cot \Phi$		30.14	30.14
Inclinaz. terreno a valle	$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_c = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.15	1.15
Inclinazione letto di posa	$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c \tan \Phi)$		0.45	0.59
Paolucci e Pecker 1997	$z_c = 1 - 0,34 K_h$		-	0.987
Superficie	= $[\frac{1}{2} \gamma B N_\gamma] s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma z_\gamma$	kN/m ²	85.37	118.33
Coefficiente base	$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \Phi$		22.40	22.40
Inclinaz. terreno a valle	$g_\gamma = (1 - \tan \varepsilon)^2$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_\gamma = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_\gamma = 1.00$		1.00	1.00
Inclinazione letto di posa	$b_\gamma = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$		1.00	1.00
Inclinaz. della risultante	i_γ #RIF!		0.34	0.47
Paolucci e Pecker 1997	$z_\gamma = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$		-	0.977
Verifica della capacità portante				
q_{LIM}	Carico unitario limite (Meyerhof)	Mpa	0.202	0.261
γ_R	Coeff. per le verifiche SLU di fondazioni superficiali		1.4	1.2
C_p	Capacità portante, tenuto conto di γ_R	kN	171.7	261.0
G_0	Carico effettivo, dovuto alle forze esterne	kN	82.1	56.6
La struttura è verificata al collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno per l'approccio 2 (A1+M1+R3)				

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
11 - GEO (A2-M2-R2)	-0.50; 1.00	3.60	2.317
12 - GEO (A2-M2-R2)	-0.50; 1.00	3.60	2.009
13 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-0.50; 1.00	3.60	2.562
14 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-0.50; 1.00	3.60	2.586

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte	
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto	
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)	
W	peso della striscia espresso in [kN]
Qy	carico sulla striscia espresso in [kN]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
Tx; Ty	Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

Combinazione n° 11 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W	Qy	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	1.16	0.00	2.97 - 0.23	68.339	24.791	0	0.0	
2	3.11	0.00	0.23	60.180	24.791	0	0.0	
3	4.53	0.00	0.23	53.362	24.791	0	0.0	
4	5.65	0.00	0.23	47.525	24.791	0	0.0	
5	6.57	0.00	0.23	42.288	24.791	0	0.0	
6	7.34	0.00	0.23	37.460	24.791	0	0.0	
7	8.01	0.00	0.23	32.928	24.791	8	0.2	
8	9.26	0.00	0.23	28.620	24.791	8	1.6	
9	9.24	0.00	0.23	24.483	24.791	8	2.7	
10	10.07	0.00	0.23	20.478	24.791	8	3.7	
11	10.61	0.00	0.23	16.576	24.791	8	4.4	
12	10.88	0.00	0.23	12.752	24.791	8	5.0	
13	10.11	0.00	0.23	8.986	24.791	8	5.5	
14	4.68	0.00	0.23	5.258	24.791	8	5.8	
15	3.66	0.00	0.23	1.552	24.791	8	5.9	
16	3.36	0.00	0.23	-2.147	24.791	8	5.9	
17	3.29	0.00	0.23	-5.855	24.791	8	5.7	
18	3.17	0.00	0.23	-9.588	24.791	8	5.4	
19	2.98	0.00	0.23	-13.363	24.791	8	4.9	
20	2.73	0.00	0.23	-17.198	24.791	8	4.3	
21	2.41	0.00	0.23	-21.114	24.791	8	3.5	
22	2.02	0.00	0.23	-25.138	24.791	8	2.6	
23	1.54	0.00	0.23	-29.300	24.791	8	1.4	
24	0.98	0.00	0.23	-33.640	24.791	0	0.0	
25	0.31	0.00	-2.84 - 0.23	-36.234	24.791	0	0.0	

Combinazione n° 12 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W	Qy	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	1.16	1.51	2.97 - 0.23	68.339	24.791	0	0.0	
2	3.11	1.51	0.23	60.180	24.791	0	0.0	
3	4.53	1.51	0.23	53.362	24.791	0	0.0	
4	5.65	1.51	0.23	47.525	24.791	0	0.0	
5	6.57	1.51	0.23	42.288	24.791	0	0.0	
6	7.34	1.51	0.23	37.460	24.791	0	0.0	
7	8.01	1.51	0.23	32.928	24.791	8	0.2	
8	9.26	1.51	0.23	28.620	24.791	8	1.6	
9	9.24	1.51	0.23	24.483	24.791	8	2.7	
10	10.07	1.51	0.23	20.478	24.791	8	3.7	
11	10.61	1.51	0.23	16.576	24.791	8	4.4	
12	10.88	1.51	0.23	12.752	24.791	8	5.0	
13	10.11	1.16	0.23	8.986	24.791	8	5.5	
14	4.68	0.00	0.23	5.258	24.791	8	5.8	

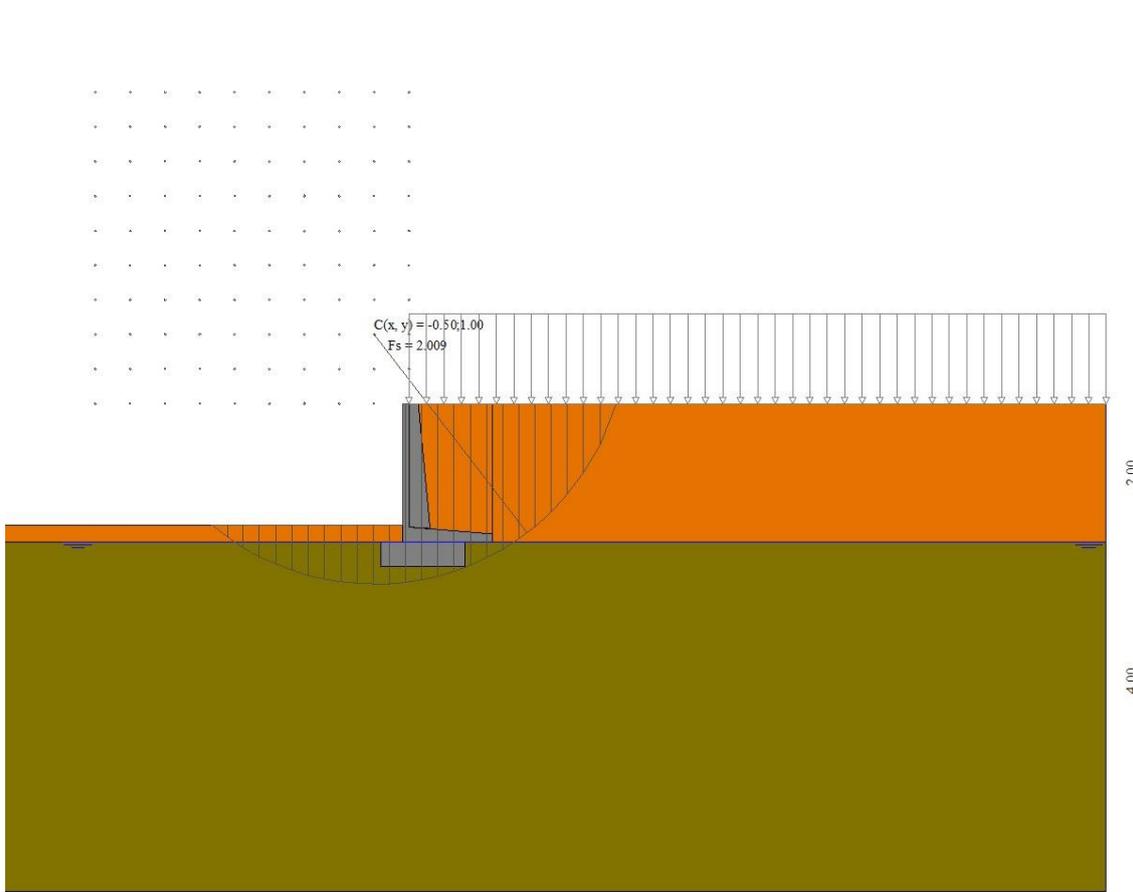
n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
15	3.66	0.00	0.23	1.552	24.791	8	5.9	
16	3.36	0.00	0.23	-2.147	24.791	8	5.9	
17	3.29	0.00	0.23	-5.855	24.791	8	5.7	
18	3.17	0.00	0.23	-9.588	24.791	8	5.4	
19	2.98	0.00	0.23	-13.363	24.791	8	4.9	
20	2.73	0.00	0.23	-17.198	24.791	8	4.3	
21	2.41	0.00	0.23	-21.114	24.791	8	3.5	
22	2.02	0.00	0.23	-25.138	24.791	8	2.6	
23	1.54	0.00	0.23	-29.300	24.791	8	1.4	
24	0.98	0.00	0.23	-33.640	24.791	0	0.0	
25	0.31	0.00	-2.84 - 0.23	-36.234	24.791	0	0.0	

Combinazione n° 13 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	1.16	0.23	2.97 - 0.23	68.339	30.000	0	0.0	
2	3.11	0.23	0.23	60.180	30.000	0	0.0	
3	4.53	0.23	0.23	53.362	30.000	0	0.0	
4	5.65	0.23	0.23	47.525	30.000	0	0.0	
5	6.57	0.23	0.23	42.288	30.000	0	0.0	
6	7.34	0.23	0.23	37.460	30.000	0	0.0	
7	8.01	0.23	0.23	32.928	30.000	10	0.2	
8	9.26	0.23	0.23	28.620	30.000	10	1.6	
9	9.24	0.23	0.23	24.483	30.000	10	2.7	
10	10.07	0.23	0.23	20.478	30.000	10	3.7	
11	10.61	0.23	0.23	16.576	30.000	10	4.4	
12	10.88	0.23	0.23	12.752	30.000	10	5.0	
13	10.11	0.18	0.23	8.986	30.000	10	5.5	
14	4.68	0.00	0.23	5.258	30.000	10	5.8	
15	3.66	0.00	0.23	1.552	30.000	10	5.9	
16	3.36	0.00	0.23	-2.147	30.000	10	5.9	
17	3.29	0.00	0.23	-5.855	30.000	10	5.7	
18	3.17	0.00	0.23	-9.588	30.000	10	5.4	
19	2.98	0.00	0.23	-13.363	30.000	10	4.9	
20	2.73	0.00	0.23	-17.198	30.000	10	4.3	
21	2.41	0.00	0.23	-21.114	30.000	10	3.5	
22	2.02	0.00	0.23	-25.138	30.000	10	2.6	
23	1.54	0.00	0.23	-29.300	30.000	10	1.4	
24	0.98	0.00	0.23	-33.640	30.000	0	0.0	
25	0.31	0.00	-2.84 - 0.23	-36.234	30.000	0	0.0	

Combinazione n° 14 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	1.16	0.23	2.97 - 0.23	68.339	30.000	0	0.0	
2	3.11	0.23	0.23	60.180	30.000	0	0.0	
3	4.53	0.23	0.23	53.362	30.000	0	0.0	
4	5.65	0.23	0.23	47.525	30.000	0	0.0	
5	6.57	0.23	0.23	42.288	30.000	0	0.0	
6	7.34	0.23	0.23	37.460	30.000	0	0.0	
7	8.01	0.23	0.23	32.928	30.000	10	0.2	
8	9.26	0.23	0.23	28.620	30.000	10	1.6	
9	9.24	0.23	0.23	24.483	30.000	10	2.7	
10	10.07	0.23	0.23	20.478	30.000	10	3.7	
11	10.61	0.23	0.23	16.576	30.000	10	4.4	
12	10.88	0.23	0.23	12.752	30.000	10	5.0	
13	10.11	0.18	0.23	8.986	30.000	10	5.5	
14	4.68	0.00	0.23	5.258	30.000	10	5.8	
15	3.66	0.00	0.23	1.552	30.000	10	5.9	
16	3.36	0.00	0.23	-2.147	30.000	10	5.9	
17	3.29	0.00	0.23	-5.855	30.000	10	5.7	
18	3.17	0.00	0.23	-9.588	30.000	10	5.4	
19	2.98	0.00	0.23	-13.363	30.000	10	4.9	
20	2.73	0.00	0.23	-17.198	30.000	10	4.3	
21	2.41	0.00	0.23	-21.114	30.000	10	3.5	
22	2.02	0.00	0.23	-25.138	30.000	10	2.6	
23	1.54	0.00	0.23	-29.300	30.000	10	1.4	
24	0.98	0.00	0.23	-33.640	30.000	0	0.0	
25	0.31	0.00	-2.84 - 0.23	-36.234	30.000	0	0.0	

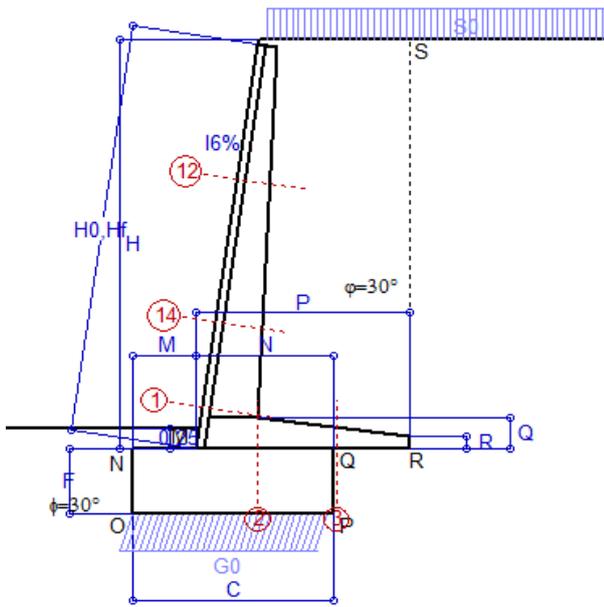


Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 12)

Errore. Il segnalibro non è definito.

Scheda 1: Approccio 2, (A1+M1+R3)

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto



Dati

H _m = 4.95 m	Prefabbricato tipo u50NL	H ₀ = 5.00 m
C = 2.40 m	Altezza della terra contro il pannello	H = 5.00 m
F = 0.80 m	Sovraccarico sul rilevato	S ₀ = 5.0 kN/m ²
M = 0.75 m	Angolo d'attrito della terra	φ = 30.00°
N = 1.65 m	Peso specifico della terra	P ₀ = 17.0 kN/m ³
P = 2.55 m	Peso specifico del calcestruzzo	Q ₀ = 25.0 kN/m ³
Q = 0.38 m	Coefficiente d'attrito della fondazione	R ₀ = 0.580
R = 0.15 m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	I _b = 0.0%
	Scarpa della facciata del pannello	I ₆ = 15.0%

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine)	K ₁ = 0.333
agente su una sezione ideale R-S di altezza	H = 5.00 m
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	O ₃ = 0.00°
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	K ₃ = 0.297

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1.3	92.1	227.1	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1.5	12.5	41.3	0.0	0.0
Peso struttura (parete+platea) x 1.3	0.0	0.0	45.7	74.6
Peso terra x 1.3 e sovracc. x 1.50	0.0	0.0	222.7	510.8
Spinta della terra sulla fondaz. x 1.3	3.9	0.7	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1.3	0.0	0.0	62.4	74.9
TOTALI (GEO e STR)	S_g = 108.5	M_g = 269.1	P_g = 330.9	M_g = 660.3

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto O che al punto P, la platea non appoggia sul terreno (G8=0). Nell'ipotesi di Mejerhoff, la larghezza dell'impronta d'appoggio è il doppio della distanza della risultante da O. Dunque risulta:

Carico sul terreno sotto la platea:	G8 = 0.0 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	Q ₈ = 0.00 m
Carico sul terreno sotto la fondazione:	G0 = 330.9 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . . .	C ₈ = 2.36 m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			σ _t = 0.140 MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			β = 18.2°
Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo		Rd = (330.9 * 0.58) / 1.1 = 174.5	> Ed = 108.5
Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo		Rd = (660.3) / 1.15 = 574.2	> Ed = 269.1
Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo		Rd = (384.1) / 1.15 = 334.0	> Ed = 184.7
Componenti verticali nel contatto platea-fondazione:	Lato valle (punto M) G6 = 148 kN	Lato monte (punto Q) G7 = 121 kN	

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb) Freccia in cima al pannello mm 6.08 K₀ = 0.235

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M _{Ed} (1) sulla sez. naturale	M _{Ed} (1) sulla sez. traslata	N _{Ed} (2)	V _{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b _w larghez- za taglio	staffe α°, ctgΘ	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M _{Rd} baricen- trico	V _{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	119.5	119.5	52.6	50.6	67.6	60.2	117.6	17.6	45°, 1.0	4.88	10.05	4.59	6.68	240.5	181.9	
2	77.7	77.7	0.0	83.1	38.0	31.8	125.0	125.0	45°, 1.0	4.62	15.27	5.34	12.65	182.8	200.3	
3	51.3	51.3	0.0	54.7	26.0	20.0	125.0	125.0	-	3.58	10.40	5.34	8.84	84.3	143.7	
12	9.3	10.9	13.9	10.0	39.1	32.3	114.4	14.4	73°, 1.0	2.74	4.02	4.59	3.96	54.6	52.3	
14	60.5	68.1	36.3	32.2	56.8	48.1	116.7	16.7	73°, 1.0	4.02	8.04	4.59	3.96	153.8	73.4	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

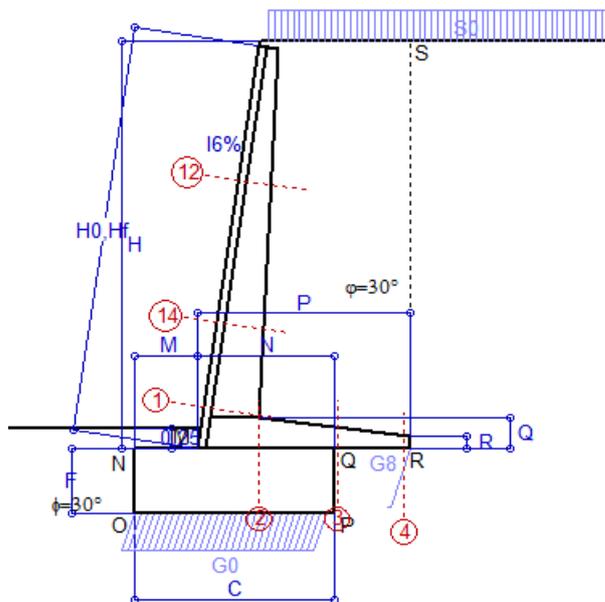
Nelle sezioni 1 e 2 Med=Medu perché ctg(alfa)=ctg(teta)=1; nelle sezioni 3 e 4 a1=0 perché il momento flettente è già massimo

programma Tensiter 'Muri 2018' vers.1.2.3

Norma: Italia D.M 17/1/2018

Scheda 2: Verifica SLE combinaz. RARA

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto



Dati

$H_m = 4.95$ m	Prefabbricato tipo u50NL	$H_0 = 5.00$ m
$C = 2.40$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 5.00$ m
$F = 0.80$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 30^\circ$
$M = 0.75$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 5.0$ kN/m ²
$N = 1.65$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 17.0$ kN/m ³
$P = 2.55$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.38$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$R = 0.00$ m	Scarpa della facciata del pannello	$l_6 = 15.0$ %

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.333$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.297$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
70.83	174.72	0.00	0.00
8.33	27.50	0.00	0.00
0.00	0.00	35.18	57.37
0.00	0.00	169.95	389.63
2.99	0.56	0.00	0.00
0.00	0.00	48.00	57.60
$S_9 = 82.15$	$M_9 = 202.78$	$P_9 = 253.13$	$M_8 = 504.60$

Spinta della terra su sez. R-S x 1	70.83
Spinta del sovraccar. su R-S x 1	8.33
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.00
Peso terra e sovraccarico x 1	0.00
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	2.99
Peso della fondazione x 1	0.00
<i>*non sommati</i>	
Totali	

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O'	=	2.111
GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici)	=	1.787
Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 =$ 5.50 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . $Q_8 =$	0.03 m
Carico sul terreno della fondazione: $G_0 =$ 247.63 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio. . $C_8 =$	2.30 m
TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff	$\sigma_t =$	0.108 MPa
OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione	$\beta =$	18.0°

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 4.11

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb)

$K_0 = 0.235$

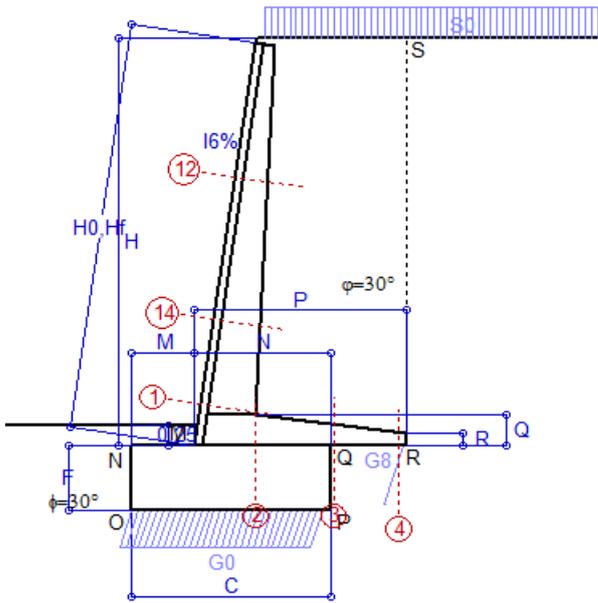
SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compartecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricopr. $C + \Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	90.0	40.1	52.4	117.6	67.6	60.2	10.05	4.59	143	3.75	38	0.080
2	58.5	0.0	86.5	125.0	38.0	31.8	15.27	5.34	129	5.13	51	0.000
3	33.2	0.0	61.0	125.0	26.0	20.0	10.40	5.34	169	7.29	51	0.000
4	-0.1	0.0	0.0	125.0	15.9	9.6	3.38	5.34	2	0.12	51	0.000
12	6.8	10.6	9.3	114.4	39.1	32.3	4.02	4.59	47	1.22	38	0.000
14	45.3	27.6	33.1	116.7	56.8	48.1	8.04	4.59	112	2.99	38	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 3: Verifica SLE combinaz. FREQUENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto



Dati

$H_m = 4.95$ m	Prefabbricato tipo u50NL	$H_0 = 5.00$ m
$C = 2.40$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 5.00$ m
$F = 0.80$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 30^\circ$
$M = 0.75$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 3.8$ kN/m ²
$N = 1.65$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 17.0$ kN/m ³
$P = 2.55$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.38$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$R =$	Scarpa della facciata del pannello	$l_6 = 15.0$ %

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine)	$K_1 = 0.333$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H_3 = 5.00$ m
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.297$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

- Spinta della terra su sez. R-S x 1
- Spinta del sovraccar. su R-S x 1
- Peso struttura (parete+platea) x 1
- Peso terra e sovraccarico x 1
- Spinta della terra sulla fondaz. x 1
- Peso della fondazione x 1
- *non sommati*
- Totali**

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
70.83	174.72	0.00	0.00
6.25	20.63	0.00	0.00
0.00	0.00	35.18	57.37
0.00	0.00	167.70	384.23
2.97	0.56	0.00	0.00
0.00	0.00	48.00	57.60
$S_9 = 80.05$	$M_9 = 195.91$	$P_9 = 250.88$	$M_8 = 499.20$

- GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O' = 2.165
- GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 1.818
- Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 7.35$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . $Q_8 = 0.04$ m
- Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 243.54$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . $C_8 = 2.31$ m
- TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.106$ MPa
- OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 17.7^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 3.90

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb)

$K_0 = 0.235$

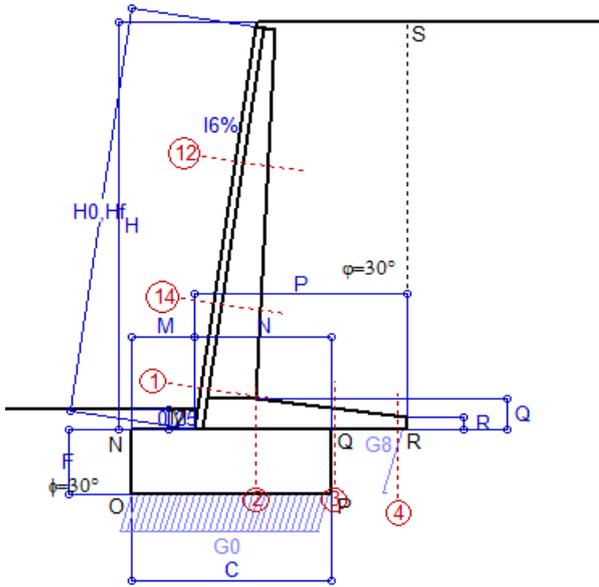
SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compartecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricopr. $C+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	86.3	39.5	50.9	117.6	67.6	60.2	10.05	4.59	137	3.60	38	0.072
2	56.1	0.0	82.9	125.0	38.0	31.8	15.27	5.34	123	4.92	51	0.000
3	31.0	0.0	58.3	125.0	26.0	20.0	10.40	5.34	158	6.81	51	0.000
4	-0.2	0.0	0.0	125.0	16.2	9.9	3.48	5.34	4	0.20	51	0.000
12	6.2	10.3	8.7	114.4	39.1	32.3	4.02	4.59	43	1.12	38	0.000
14	43.0	27.2	31.9	116.7	56.8	48.1	8.04	4.59	106	2.84	38	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Scheda 4: Verifica SLE combinaz QUASI PERMANENTE

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto



Spinta della terra su sez. R-S x 1
 Peso struttura (parete+platea) x 1
 Peso terra e sovraccarico x 1
 Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 Peso della fondazione x 1
**non sommati*

Totali

Dati

$H_m = 4.95$ m	Prefabbricato tipo u50NL	$H_0 = 5.00$ m
$C = 2.40$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 5.00$ m
$F = 0.80$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 30^\circ$
$M = 0.75$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 0.0$ kN/m ²
$N = 1.65$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 17.0$ kN/m ³
$P = 2.55$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.38$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$
$R =$	Scarpa della facciata del pannello	$i_6 = 15.0$ %

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.333$
Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.297$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
70.83	174.72	0.00	0.00
0.00	0.00	35.18	57.37
0.00	0.00	160.95	368.03
2.92	0.55	0.00	0.00
0.00	0.00	48.00	57.60
$S_9 = 73.76$	$M_9 = 175.28$	$P_9 = 244.13$	$M_8 = 483.00$

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ valore rispetto a 'M' perché < del valore rispetto a 'O'	$=$	2.357
GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici)	$=$	1.920
Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 =$ 8.05 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio . $Q_8 =$	0.05 m
Carico sul terreno della fondazione: $G_0 =$ 236.08 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio. . $C_8 =$	2.40 m
TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff	$\sigma_t =$	0.098 MPa
OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione	$\beta =$	16.8°

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 3.29

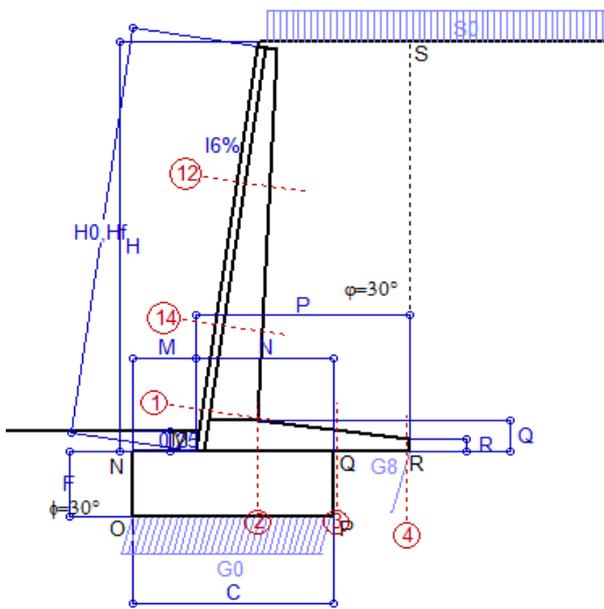
Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb)

$K_0 = 0.235$

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di partecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $C+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	75.1	37.8	46.1	117.6	67.6	60.2	10.05	4.59	118	3.14	38	0.000
2	48.8	0.0	72.2	125.0	38.0	31.8	15.27	5.34	107	4.28	51	0.000
3	29.6	0.0	56.3	125.0	26.0	20.0	10.40	5.34	150	6.49	51	0.000
4	-0.3	0.0	0.0	125.0	16.3	10.1	3.53	5.34	5	0.24	51	0.000
12	4.5	9.6	6.8	114.4	39.1	32.3	4.02	4.59	29	0.81	38	0.000
14	36.1	25.8	28.2	116.7	56.8	48.1	8.04	4.59	88	2.40	38	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 2.17^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.037$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.019$

Dati

$H_m = 4.95$ m
 $C = 2.40$ m
 $F = 0.80$ m
 $M = 0.75$ m
 $N = 1.65$ m
 $P = 2.55$ m
 $Q = 0.38$ m
 $U_1 = 0.0$ m
 $R = 0.15$ m

Acceleraz orizz. al suolo

Prefabbricato tipo u50NL
 Altezza della terra contro il pannello
 Sovraccarico sul rilevato (20%)
 Angolo d'attrito della terra
 Coefficiente d'attrito della fondazione
 Accelerazione massima locale
 Coeff. riduz. acceleraz. max attesa
 Pendenza del rilevato vicino al muro
 Pendenza del rilevato lontano dal muro
 Scarpa della facciata del pannello

$a_g/g = 0.061$
 $H_0 = 5.00$ m
 $H = 5.00$ m
 $S_0 = 1.0$ kN/m²
 $\phi = 30^\circ$
 $R_0 = 0.580$
 $a_{max}/g = 0.098$
 $\beta_m = 0.38$
 $l_9 = 0.0\%$
 $l_8 = 0.0\%$
 $l_6 = 15.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

Coefficiente di spinta attiva della terra (Rankine con sisma) $K_1 = 0.338$
 agente su una sezione ideale R-S di altezza $H = 5.00$ m
 Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale $O_3 = 6.32^\circ$
 Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine) $K_3 = 0.321$
 Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Mononobe-Okabe) $K_p = 2.93$
 (Dati: $\phi = 30.00^\circ$ $\epsilon = 0.0^\circ$ $\psi = 90^\circ$ $\delta = 0^\circ$)

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R'-S' x 1	71.4	176.1	7.9	26.1
Spinta del sovraccar. su R'-S' x 1	1.7	5.5	0.2	0.6
Peso struttura (parete+platea) x 1	1.3	2.6	34.5	56.3
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	6.0	19.9	159.7	365.4
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	3.7	0.7	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	1.8	0.7	47.1	56.5
Spinta passiva sulla fondaz. Sp x 0.5 <i>*non sommati</i>	-15.4*	-5.4*	0.0*	0.0*
TOTALI (GEO e STR)	85.8	205.6	249.4	505.0

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto P che al punto O, la platea appoggia sul terreno con la forza G8 necessaria a riportare la risultante sulla mezzeria della fondazione. Assunta l'ipotesi che la larghezza del nastro di appoggio di G8 sia tale che la pressione sul terreno sia il doppio del carico geostatico dovuto all'altezza R-S risulta:

Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 2.9$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . . . $Q_8 = 0.02$ m
 Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 246.5$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . . $C_8 = 2.40$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.103$ MPa
 OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 15.8^\circ$

Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo $R_d = (249.4 * 0.58 + 15.4) / 1.0 = 160.0 > E_d = 85.8$

Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 109$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 91$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (1a formula di Mononobe-Okabe) Freccia in cima al pannello mm 4.30
 $K_0 = 0.258$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato compreso	b_w larghezza taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricentrico	V_{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	87.0	87.0	40.1	39.2	67.6	60.2	117.6	17.6	45°, 1.0	4.81	10.05	4.59	6.68	238.3	185.7	
2	56.6	56.6	0.0	60.5	38.0	31.8	125.0	125.0	45°, 1.0	4.62	15.27	5.34	12.65	182.8	200.3	
3	37.0	37.0	0.0	41.4	26.0	20.0	125.0	125.0	-	3.58	10.40	5.34	8.84	84.3	143.7	
4	0.0	0.0	0.0	0.0	15.4	9.2	125.0	125.0	-	1.91	3.23	5.34	0.00	-24.3	68.7	
12	5.7	6.7	10.2	6.8	39.1	32.3	114.4	14.4	73°, 1.0	2.72	4.02	4.59	3.96	54.3	53.4	
14	42.5	48.2	27.4	24.4	56.8	48.1	116.7	16.7	73°, 1.0	3.97	8.04	4.59	3.96	152.6	75.7	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

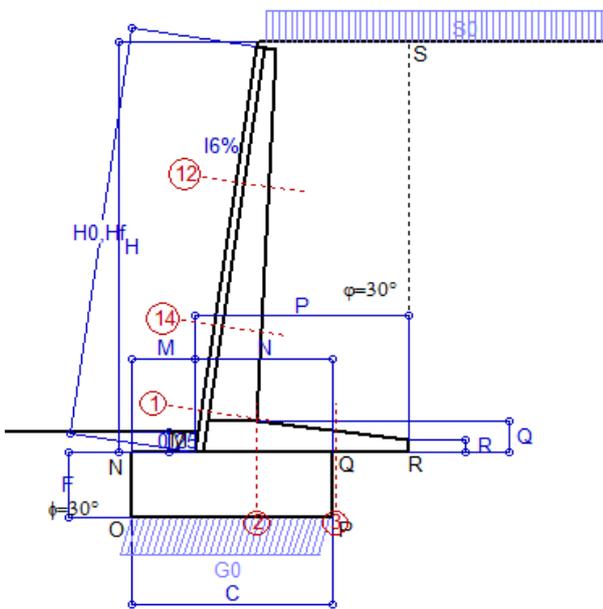
(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 $M_{ed} = M_{edu}$ perché $ctg(\alpha) = ctg(\theta) = 1$; nelle sezioni 3 e 4 $a_1 = 0$ perché il momento flettente è già massimo

Scheda 6: Verifica sismica al ribaltamento

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Comune di Codronghiano



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 3.29^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.056$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.028$

Dati

$H_m = 4.95$ m
 $C = 2.40$ m
 $F = 0.80$ m
 $M = 0.75$ m
 $N = 1.65$ m
 $P = 2.55$ m
 $Q = 0.38$ m
 $U_1 = 0.0$ m
 $R = 0.15$ m

Acceleraz orizz. al suolo

Prefabbricato tipo u50NL

Altezza della terra contro il pannello
 Sovraccarico sul rilevato (20%)
 Angolo d'attrito della terra
 Coefficiente d'attrito della fondazione
 Accelerazione massima locale
 Coeff. riduz. acceleraz. max attesa
 Pendenza del rilevato vicino al muro
 Pendenza del rilevato lontano dal muro
 Scarpa della facciata del pannello

$a_g/g = 0.061$

$H_0 = 5.00$ m
 $H = 5.00$ m
 $S_0 = 1.0$ kN/m²
 $\phi = 30^\circ$
 $R_0 = 0.580$
 $a_{max}/g = 0.098$
 $\beta_m = 0.57$
 $I_9 = 0.0\%$
 $I_8 = 0.0\%$
 $I_6 = 15.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

Coefficiente di spinta attiva della terra (Rankine con sisma) $K_1 = 0.344$
 agente su una sezione ideale R-S di altezza $H = 5.00$ m
 Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale $O_3 = 9.36^\circ$
 Coeff. di spinta attiva sulla fondazione P-Q (Rankine) $K_3 = 0.335$
 Coeff. di spinta passiva sulla fondaz. O-N (Mononobe-Okabe) $K_p = 2.90$
 (Dati: $\phi = 30.00^\circ$ $\epsilon = 0.0^\circ$ $\psi = 90^\circ$ $\delta = 0^\circ$)

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R'-S' x 1	72.1	177.9	11.9	39.2
Spinta del sovraccar. su R'-S' x 1	1.7	5.6	0.3	0.9
Peso struttura (parete+platea) x 1	2.0	3.9	34.2	55.8
Peso terra x 1 e sovracc. x 1.00	9.0	30.0	158.2	361.9
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	4.1	0.7	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	2.7	1.1	46.7	56.0
Spinta passiva sulla fondaz. Sp x 0.5 <i>*non sommati</i>	-15.2*	-5.3*	0.0*	0.0*
TOTALI (GEO e STR)	91.5	219.2	251.2	513.8

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto O che al punto P, la platea non appoggia sul terreno ($G_8=0$). Nell'ipotesi di Mejerhoff, la larghezza dell'impronta d'appoggio è il doppio della distanza della risultante da O. Dunque risulta:

Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 0.0$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . . . $Q_8 = 0.00$ m
 Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 251.2$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . . $C_8 = 2.39$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.105$ MPa
 OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 16.9^\circ$
Ribaltamento rispetto al punto O: verificato essendo $R_d = (513.8 + 5.3) / 1.0 = 519.1 > E_d = 219.2$
Ribaltamento rispetto al punto M: verificato essendo $R_d = (304.4) / 1.0 = 304.4 > E_d = 149.5$
 Componenti verticali nel contatto platea-fondazione: Lato valle (punto M) $G_6 = 111$ kN Lato monte (punto Q) $G_7 = 94$ kN

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (1a formula di Mononobe-Okabe) Freccia in cima al pannello mm 4.58
 $K_0 = 0.270$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b_w larghezza taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricen- trico	V_{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	92.1	92.1	41.1	41.3	67.6	60.2	117.6	17.6	45°, 1.0	4.82	10.05	4.59	6.68	238.5	185.0	
2	59.9	59.9	0.0	64.0	38.0	31.8	125.0	125.0	45°, 1.0	4.62	15.27	5.34	12.65	182.8	200.3	
3	41.0	41.0	0.0	43.7	26.0	20.0	125.0	125.0	-	3.58	10.40	5.34	8.84	84.3	143.7	
12	6.1	7.2	10.3	7.3	39.1	32.3	114.4	14.4	73°, 1.0	2.72	4.02	4.59	3.96	54.3	53.2	
14	45.1	51.1	28.0	25.8	56.8	48.1	116.7	16.7	73°, 1.0	3.97	8.04	4.59	3.96	152.7	75.3	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Nelle sezioni 1 e 2 $M_{ed} = M_{edu}$ perché $ctg(\alpha) = ctg(\theta) = 1$; nelle sezioni 3 e 4 $a_1 = 0$ perché il momento flettente è già massimo

programma Tensiter 'Muri 2018' vers.1.2.3

Norma: Italia D.M 17/1/2018

Scheda 7. Portanza della fondazione

Anas S.p.A. - S.S. 131 'Carlo Felice' - Dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto

Coefficienti SLU "favorevoli" e "sfavorevoli"

Prefabbricato tipo u50NL

Calcolo con la formula di Brinch-Hansen 1970 (valida per terreno omogeneo e condizioni drenate)

Dati geotecnici del terreno di fondazione:

Natura di terreno di fondazione		Unità geotecnica 'SL' (sabbie con limo, sabbie limose)			
ϕ	Angolo d'attrito nominale	gradi	30.0°	$\phi = \text{rad}$	0.5236
c	Coesione drenata	kN/m ²	0		
γ	Peso specifico	kN/m ³	19.00		
Iv	Inclinazione del terreno a valle	%	0.0%	$\varepsilon = \text{rad}$	0.0000

Dati geometrici della fondazione:

E	Spessore della terra sulla fondazione	m	0.25		
F	Spessore della fondazione (facciata di valle)	m	0.80		
I7	Inclinazione del letto di posa	%	0.0%	$\alpha = \text{rad}$	0.0000

Verifiche allo stato limite ultimo (A1+M1+R3)			Scheda 1	Sisma
Carichi agenti sulla fondazione:				
N	Componente verticale (G0)	kN/m	330.9	246.5
β	Obliquità del carico rispetto alla verticale	gradi	18.15°	15.77°
H	Componente orizzontale = G0 * tan(β)	kN/m	108.5	69.6
B	Larghezza del nastro di appoggio (C8)	m	2.36	2.40
Dati influenzati dal tipo di verifica:				
Φ	Angolo d'attrito assunto nel calcolo	rad	0.5236	0.5236
E5	Distanza della risultante dal bordo esterno della fondazione	m	1.18	1.20
D	Affondamento = E + F + E5 * Iv	m	1.05	1.05
Termini della formula di Brinck-Hansen				
Profondità = $[\gamma D N_q] s_q d_q i_q b_q g_q z_q$			kN/m ²	187.13
Coefficiente base $N_q = \tan^2(45^\circ + \Phi / 2) e^{\pi \tan \Phi}$			18.40	18.40
Inclinaz. terreno a valle $g_q = (1 - \tan \varepsilon)^2$			1.00	1.00
Lunghezza del muro $s_q = 1$ (fondazione nastriforme)			1.00	1.00
Larghezza fondazione $d_q = 1 + 2 \tan \Phi (1 - \sin \Phi)^2 \times \text{se}[D < B; D/B; \text{atn}(D/B)]$			1.13	1.13
Inclinazione letto di posa $b_q = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$			1.00	1.00
Inclinaz. della risultante i_q #RIF!			0.45	0.51
Paolucci e Pecker 1997 $z_q = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$			-	0.977
Coesione = $[c N_c] s_c d_c i_c b_c g_c z_c$			kN/m ²	0.00
Coefficiente base $N_c = (N_q - 1) \cot \Phi$			30.14	30.14
Inclinaz. terreno a valle $g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \Phi)$			1.00	1.00
Lunghezza del muro $s_c = 1$ (fondazione nastriforme)			1.00	1.00
Larghezza fondazione $d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \Phi)$			1.14	1.13
Inclinazione letto di posa $b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \Phi)$			1.00	1.00
Inclinaz. della risultante $i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c \tan \Phi)$			0.42	0.49
Paolucci e Pecker 1997 $z_c = 1 - 0,34 K_h$			-	0.987
Superficie = $[\frac{1}{2} \gamma B N_\gamma] s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma z_\gamma$			kN/m ²	152.84
Coefficiente base $N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \Phi$			22.40	22.40
Inclinaz. terreno a valle $g_\gamma = (1 - \tan \varepsilon)^2$			1.00	1.00
Lunghezza del muro $s_\gamma = 1$ (fondazione nastriforme)			1.00	1.00
Larghezza fondazione $d_\gamma = 1.00$			1.00	1.00
Inclinazione letto di posa $b_\gamma = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$			1.00	1.00
Inclinaz. della risultante i_γ #RIF!			0.30	0.37
Paolucci e Pecker 1997 $z_\gamma = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$			-	0.977
Verifica della capacità portante				
q_{LIM}	Carico unitario limite (Meyerhof)	Mpa	0.340	0.392
γ_R	Coeff. per le verifiche SLU di fondazioni superficiali		1.4	1.2
C_p	Capacità portante, tenuto conto di γ_R	kN	574.2	784.9
G_0	Carico effettivo, dovuto alle forze esterne	kN	330.9	246.5
La struttura è verificata al collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno per l'approccio 2 (A1+M1+R3)				

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
11 - GEO (A2-M2-R2)	-1.50; 0.50	7.01	1.477
12 - GEO (A2-M2-R2)	-1.50; 0.50	7.01	1.414
13 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-1.50; 0.50	7.01	1.706
14 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-1.50; 0.50	7.01	1.708

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte	
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto	
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)	
W	peso della striscia espresso in [kN]
Qy	carico sulla striscia espresso in [kN]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
Tx; Ty	Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

Combinazione n° 11 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W	Qy	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	8.08	0.00	5.50 - 0.47	77.125	24.791	0	0.0	
2	20.01	0.00	0.47	64.354	24.791	0	0.0	
3	26.65	0.00	0.47	56.494	24.791	0	0.0	
4	31.64	0.00	0.47	50.071	24.791	0	0.0	
5	35.66	0.00	0.47	44.432	24.791	0	0.0	
6	39.00	0.00	0.47	39.300	24.791	0	0.0	
7	44.80	0.00	0.47	34.525	24.791	8	2.7	
8	44.78	0.00	0.47	30.011	24.791	8	5.5	
9	48.36	0.00	0.47	25.695	24.791	8	8.0	
10	51.46	0.00	0.47	21.532	24.791	8	10.0	
11	52.92	0.00	0.47	17.485	24.791	8	11.6	
12	50.01	0.00	0.47	13.528	24.791	8	12.9	
13	16.59	0.00	0.47	9.635	24.791	8	13.8	
14	19.66	0.00	0.47	5.787	24.791	8	14.4	
15	13.88	0.00	0.47	1.965	24.791	8	14.7	
16	13.88	0.00	0.47	-1.848	24.791	8	14.7	
17	13.64	0.00	0.47	-5.670	24.791	8	14.4	
18	13.15	0.00	0.47	-9.517	24.791	8	13.8	
19	12.40	0.00	0.47	-13.408	24.791	8	12.9	
20	11.38	0.00	0.47	-17.364	24.791	8	11.6	
21	10.08	0.00	0.47	-21.407	24.791	8	10.0	
22	8.47	0.00	0.47	-25.566	24.791	8	8.0	
23	6.53	0.00	0.47	-29.877	24.791	8	5.6	
24	4.20	0.00	0.47	-34.383	24.791	8	2.7	
25	1.43	0.00	-6.15 - 0.47	-38.482	24.791	0	0.0	

Combinazione n° 12 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W	Qy	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	8.08	3.03	5.50 - 0.47	77.125	24.791	0	0.0	
2	20.01	3.03	0.47	64.354	24.791	0	0.0	
3	26.65	3.03	0.47	56.494	24.791	0	0.0	
4	31.64	3.03	0.47	50.071	24.791	0	0.0	
5	35.66	3.03	0.47	44.432	24.791	0	0.0	
6	39.00	3.03	0.47	39.300	24.791	0	0.0	
7	44.80	3.03	0.47	34.525	24.791	8	2.7	
8	44.78	3.03	0.47	30.011	24.791	8	5.5	
9	48.36	3.03	0.47	25.695	24.791	8	8.0	
10	51.46	3.03	0.47	21.532	24.791	8	10.0	
11	52.92	3.03	0.47	17.485	24.791	8	11.6	
12	50.01	2.42	0.47	13.528	24.791	8	12.9	
13	16.59	0.00	0.47	9.635	24.791	8	13.8	
14	19.66	0.00	0.47	5.787	24.791	8	14.4	

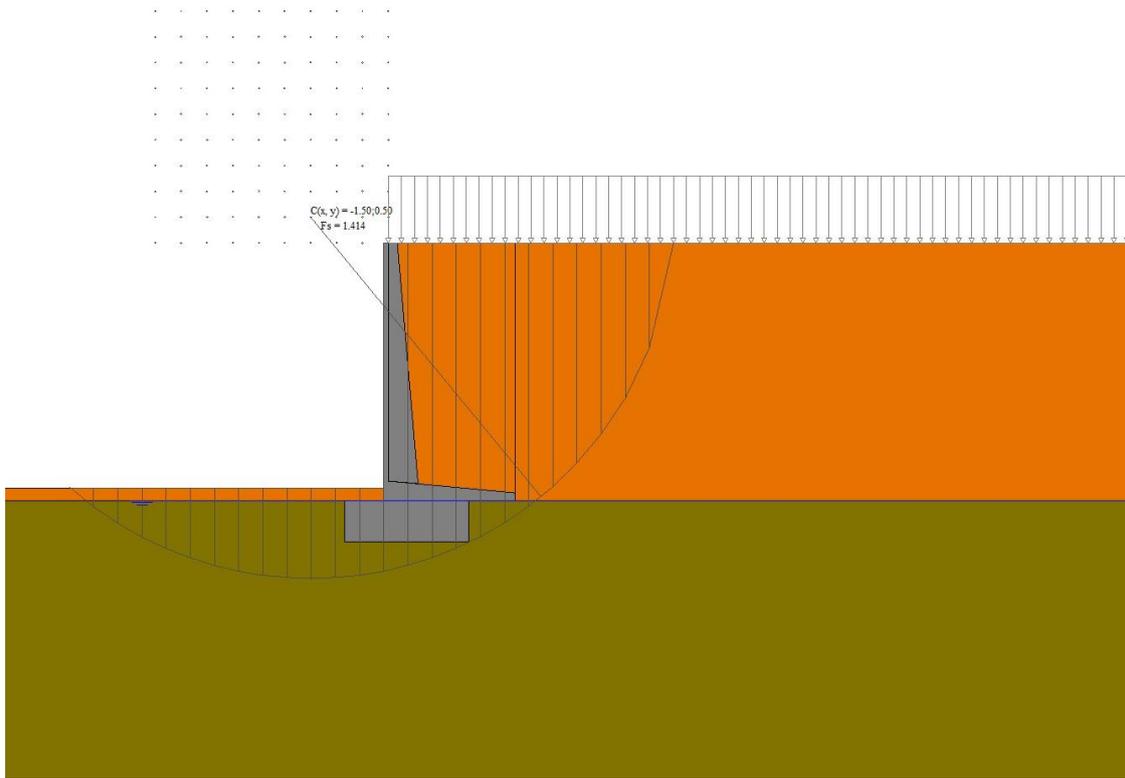
n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
15	13.88	0.00	0.47	1.965	24.791	8	14.7	
16	13.88	0.00	0.47	-1.848	24.791	8	14.7	
17	13.64	0.00	0.47	-5.670	24.791	8	14.4	
18	13.15	0.00	0.47	-9.517	24.791	8	13.8	
19	12.40	0.00	0.47	-13.408	24.791	8	12.9	
20	11.38	0.00	0.47	-17.364	24.791	8	11.6	
21	10.08	0.00	0.47	-21.407	24.791	8	10.0	
22	8.47	0.00	0.47	-25.566	24.791	8	8.0	
23	6.53	0.00	0.47	-29.877	24.791	8	5.6	
24	4.20	0.00	0.47	-34.383	24.791	8	2.7	
25	1.43	0.00	-6.15 - 0.47	-38.482	24.791	0	0.0	

Combinazione n° 13 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	8.08	0.47	5.50 - 0.47	77.125	30.000	0	0.0	
2	20.01	0.47	0.47	64.354	30.000	0	0.0	
3	26.65	0.47	0.47	56.494	30.000	0	0.0	
4	31.64	0.47	0.47	50.071	30.000	0	0.0	
5	35.66	0.47	0.47	44.432	30.000	0	0.0	
6	39.00	0.47	0.47	39.300	30.000	0	0.0	
7	44.80	0.47	0.47	34.525	30.000	10	2.7	
8	44.78	0.47	0.47	30.011	30.000	10	5.5	
9	48.36	0.47	0.47	25.695	30.000	10	8.0	
10	51.46	0.47	0.47	21.532	30.000	10	10.0	
11	52.92	0.47	0.47	17.485	30.000	10	11.6	
12	50.01	0.37	0.47	13.528	30.000	10	12.9	
13	16.59	0.00	0.47	9.635	30.000	10	13.8	
14	19.66	0.00	0.47	5.787	30.000	10	14.4	
15	13.88	0.00	0.47	1.965	30.000	10	14.7	
16	13.88	0.00	0.47	-1.848	30.000	10	14.7	
17	13.64	0.00	0.47	-5.670	30.000	10	14.4	
18	13.15	0.00	0.47	-9.517	30.000	10	13.8	
19	12.40	0.00	0.47	-13.408	30.000	10	12.9	
20	11.38	0.00	0.47	-17.364	30.000	10	11.6	
21	10.08	0.00	0.47	-21.407	30.000	10	10.0	
22	8.47	0.00	0.47	-25.566	30.000	10	8.0	
23	6.53	0.00	0.47	-29.877	30.000	10	5.6	
24	4.20	0.00	0.47	-34.383	30.000	10	2.7	
25	1.43	0.00	-6.15 - 0.47	-38.482	30.000	0	0.0	

Combinazione n° 14 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	8.08	0.47	5.50 - 0.47	77.125	30.000	0	0.0	
2	20.01	0.47	0.47	64.354	30.000	0	0.0	
3	26.65	0.47	0.47	56.494	30.000	0	0.0	
4	31.64	0.47	0.47	50.071	30.000	0	0.0	
5	35.66	0.47	0.47	44.432	30.000	0	0.0	
6	39.00	0.47	0.47	39.300	30.000	0	0.0	
7	44.80	0.47	0.47	34.525	30.000	10	2.7	
8	44.78	0.47	0.47	30.011	30.000	10	5.5	
9	48.36	0.47	0.47	25.695	30.000	10	8.0	
10	51.46	0.47	0.47	21.532	30.000	10	10.0	
11	52.92	0.47	0.47	17.485	30.000	10	11.6	
12	50.01	0.37	0.47	13.528	30.000	10	12.9	
13	16.59	0.00	0.47	9.635	30.000	10	13.8	
14	19.66	0.00	0.47	5.787	30.000	10	14.4	
15	13.88	0.00	0.47	1.965	30.000	10	14.7	
16	13.88	0.00	0.47	-1.848	30.000	10	14.7	
17	13.64	0.00	0.47	-5.670	30.000	10	14.4	
18	13.15	0.00	0.47	-9.517	30.000	10	13.8	
19	12.40	0.00	0.47	-13.408	30.000	10	12.9	
20	11.38	0.00	0.47	-17.364	30.000	10	11.6	
21	10.08	0.00	0.47	-21.407	30.000	10	10.0	
22	8.47	0.00	0.47	-25.566	30.000	10	8.0	
23	6.53	0.00	0.47	-29.877	30.000	10	5.6	
24	4.20	0.00	0.47	-34.383	30.000	10	2.7	
25	1.43	0.00	-6.15 - 0.47	-38.482	30.000	0	0.0	



Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 12)

Errore. Il segnalibro non è definito.