COMUNE DI FINALE LIGURE

Provincia di Savona



Riformulazione del progetto di P.U.O. del sub distretto di trasformazione DT1a - aree ex cava Ghigliazza a seguito del parere del Comitato VIA

committente

CAVA ARENE CANDIDE SRL

Sede legale: Via Ferruccio Ferrari 4 - 42100 Reggio Emilia *Sede operativa:* Via Clementi 16 - 42100 Reggio Emilia

Tel. 0522.306086 Fax. 0522.935164 E.mail: melioli@intertechsrl.com

Presidente e legale rappresentante Giovanni MELIOLI

responsabile progettazione

arch. PierGiorgio CASTELLARI

Piazza del Popolo 3/8, 17100 Savona
tel 019 804597 - fax 019 8486939
e-mail archet@archet.it

arch. Valter CATTANEO

via Garibaldi 17, 17027 Pietra Ligure (SV)
tel 019 625320 - fax 019 629837
e-mail info@architettocattaneo.it

consulenza per le tematiche geologico-geotecniche

ing. Oscar TONELLO

via Ruffini 7/7 18038 Sanremo IM
tel 0184 541130 - fax 0184 541130
e-mail studio.tonello@libero.it

geol. Giorgio CONTI

via Ruffini 7/7 18038 Sanremo IM
tel 0184 541130 - fax 0184 541130
e-mail gio_conti@libero.it

oggetto

RELAZIONE DI CALCOLO
RIVERIFICA PENDIO SEZ. 2-2 - METODO E.L.

elaborato

C3.1

data settembre 2013

scala --------

cod.	003003	percorso file /dati/.../prj/cava arene candide	redatto	corretto	approvato
rev1	giugno 2013	motivo Riformulazione a seguito parere Comitato VIA	Tonello - Bianchi	Tonello-Conti	Tonello-Conti
rev2	settembre 2013	motivo Integrazione a seguito parere settore VIA del 01/07/13			
rev3		motivo			
rev4		motivo			
rev5		motivo			

RIVERIFICA DELLA SEZ. 2-2 DEL PROGETTO 2012 CON PARAMETRI GEOTECNICI NON AGGIORNATI PER VERIFICA E RAFFRONTO (VEDERE DESCRIZIONE DETTAGLIATA IN RELAZIONE TECNICA)

Descrizione metodo di calcolo

La verifica alla stabilità del pendio deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a **1.10**.
Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare.
In particolare il programma esamina un numero di superfici che dipende dalle impostazioni fornite e che sono riportate nella corrispondente sezione. Il processo iterativo permette di determinare il coefficiente di sicurezza di tutte le superfici analizzate.
Nella descrizione dei metodi di calcolo si adotterà la seguente simbologia:

l	lunghezza della base della striscia
α	angolo della base della striscia rispetto all'orizzontale
b	larghezza della striscia b=l x cos(α)
ϕ	angolo di attrito lungo la base della striscia
c	coesione lungo la base della striscia
γ	peso di volume del terreno
u	pressione neutra
W	peso della striscia
N	sforzo normale alla base della striscia
T	sforzo di taglio alla base della striscia
$\mathbf{E_s}$, $\mathbf{E_d}$	forze normali di interstriscia a sinistra e a destra
$\mathbf{X_s}$, $\mathbf{X_d}$	forze tangenziali di interstriscia a sinistra e a destra
$\mathbf{E_a}$, $\mathbf{E_b}$	forze normali di interstriscia alla base ed alla sommità del pendio
$\mathbf{\Delta X}$	variazione delle forze tangenziali sulla striscia $\mathbf{\Delta X = X_d - X_s}$
$\mathbf{\Delta E}$	variazione delle forze normali sulla striscia $\mathbf{\Delta E = E_d - E_s}$

Metodo di Bell

Bell suppone nota l'andamento della pressione normale lungo la superficie di rottura ed assume per la σ_i la seguente espressione

$$\sigma_i = C_1(1-K_y)W_i\cos\alpha_i/l_i+C_2f(x,y)$$

La funzione *f(x,y)* è espressa in funzione delle coordinate della striscia

$$f(x,y) = \sin 2\pi \frac{x_n-x_i}{x_n-x_0}$$

Per pareggiare il numero delle equazioni con il numero delle incognite introduce l'ulteriore incognita C_3 come moltiplicatore della coesione. Tale incognita dovrà essere in soluzione pari all'unità. Il coefficiente di sicurezza nel metodo di **Bell** si ottiene dalla risoluzione del seguente sistema di equazioni non lineari, nelle incognite C_1, C_2 e C_3, ottenuto scrivendo l'equilibrio dell'intera massa alla traslazione orizzontale, verticale ed alla rotazione:

$$M_{11}\,C_1 + M_{12}\,C_2 + M_{13}\,C_3 = V_1$$
$$M_{21}\,C_1 + M_{22}\,C_2 + M_{23}\,C_3 = V_2$$
$$M_{31}\,C_1 + M_{32}\,C_2 + M_{33}\,C_3 = V_3$$

dove i coefficienti del sistema si ricavano dalle equazioni di equilibrio e valgono:
$M_{11} = (1 - K_y)\,[\Sigma_i\, W_i \cos^2\alpha_i \operatorname{tg}\phi_i - F\,\Sigma_i \cos\alpha_i \sin\alpha_i]$
$M_{12} = \Sigma_i\, f_i\, b_i \operatorname{tg}\phi_i - F\,\Sigma_i\, f_i\, b_i \operatorname{tg}\alpha_i$
$M_{13} = \Sigma_i\, c_i\, b_i$
$M_{21} = (1 - K_y)\,[\Sigma_i\, W_i \cos\alpha_i \sin\alpha_i \operatorname{tg}\phi_i + F\,\Sigma_i\, W_i \cos^2\alpha_i]$
$M_{22} = \Sigma_i\, f_i\, b_i \operatorname{tg}\alpha_i \operatorname{tg}\phi_i + F\,\Sigma_i\, f_i\, b_i$
$M_{23} = \Sigma_i\, c_i\, b_i \operatorname{tg}\alpha_i$
$M_{31} = (1 - K_y)\,[\Sigma_i\,(W_i \cos^2\alpha_i \operatorname{tg}\phi_i)\, y_{ci} + \Sigma_i(W_i \cos\alpha_i \sin\alpha_i \operatorname{tg}\phi_i)\, x_{ci}) + F\,[\Sigma_i\,(W_i \cos^2\alpha_i)\, x_{ci} - \Sigma_i(W_i \cos\alpha_i \sin\alpha_i)\, y_{ci}]]$
$M_{32} = \Sigma_i(f_i\, b_i \operatorname{tg}\phi_i)\, y_{ci} + \Sigma_i(f_i\, b_i \operatorname{tg}\alpha_i \operatorname{tg}\phi_i)\, x_{ci} - F\,[\Sigma_i\,(f_i\, b_i \operatorname{tg}\alpha_i)\, y_{ci} + \Sigma_i\,(f_i\, b_i)\, x_{ci}]$
$M_{33} = \Sigma_i(c_i\, b_i)\, y_{ci} + \Sigma_i(c_i\, b_i \operatorname{tg}\alpha_i)\, x_{ci}$
$V_1 = \Sigma_i\, u_i\, b_i \operatorname{tg}\phi_i + F(K_x\,\Sigma_i\, W_i - X)$
$V_2 = \Sigma_i\, u_i\, b_i \operatorname{tg}\alpha_i \operatorname{tg}\phi_i + F[(1 - K_y)\,\Sigma_i\, W_i + Z]$
$V_3 = \Sigma_i(u_i\, b_i \operatorname{tg}\phi_i)\, y_{ci} + \Sigma_i(u_i\, b_i \operatorname{tg}\alpha_i \operatorname{tg}\phi_i)\, x_{ci} + F\,[K_x\,\Sigma_i\, W_i\, y_{cgi} + (1 - K_y)\,\Sigma_i\, W_i\, x_{cgi} - X\, y_x - Z\, x_y]$

La ricerca del fattore di sicurezza avviene operando sul coefficiente $\mathbf{C_3}$. Si comincia da due valori di **F** che individuano un intervallo all'interno del quale si può ritenere sia compreso il coefficiente di sicurezza soluzione del problema. Risolvendo il sistema si ricavano i due corrispondenti valori di $\mathbf{C_3}$ e quindi si reitera prendendo come nuovo valore quello derivante dall'interpolazione:

$$F = F_f + \frac{1 - C_{3f}}{C_{3f} - C_{3i}} (F_f - F_i)$$

dove gli indici **i** ed **f** stanno rispettivamente per iniziale e finale. L'iterazione si può fermare quando la differenza tra l'ultimo **F** ricavato ed il penultimo è abbastanza piccola, oppure quando la differenza di $\mathbf{C_3}$ dall'unità può essere ritenuta trascurabile.

Criterio di rottura di HOEK-BROWN

Di seguito troveremo le relazioni esistenti tra GSI, m_b, s, D, σ_{ci} ed a. Tali relazioni vengono legate ai parametri del criterio di rottura di Mohor-Coulomb tramite le seguenti espressioni:

$m_b=m_i \exp[(GSI-100)/28-14\ D)]$
$s=\exp[(GSI-100)/(9-3\ D)]$
$a=1/2+1/6[\exp(-GSI/15)-\exp(-20/3)]$

σ_{ci} :Resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta;
m_i: Coefficiente materiale roccia intatta;
GSI: Qualità ammasso roccioso;
D: Fattore di disturbo ammasso roccioso
γ : Peso dell'unità di volume della roccia

Criterio di Hoek-Brown lineare

Riportiamo di seguito l'espressioni di angolo di attrito e coesione media dell'ammasso roccioso

$\phi=\arcsin[(6\ a\ m_b\ (s+m_b\ \sigma_{3n})^{a-1})/(2\ (1+a)\ (2+a)+6\ a\ m_b\ (s+m_b\ \sigma_{3n}))]$
$c=[\sigma_{ci}[(1+2a)s+(1-a)\ m_b\ \sigma_{3n}]\ (s+m_b\ \sigma_{3n})^{a-1}]/[(1+a)(2+a)\ \mathrm{sqrt}[1+[(6\ a\ m_b\ (s+m_b\ \sigma_{3n}))]/[(1+a)(2+a)]]]$
$\sigma_{3n}=\sigma_{3max}/\sigma_{ci}$
$\sigma_{3max}=\sigma_{cm}\ 0.72\ [\sigma_{cm}/(\gamma\ H)]^{-0.91}$
$\sigma_{cm}=\sigma_{ci}\ [m_b + 4\ s - a\ (m_b - 8\ s)\ (m_b / 4 + s)^{a-1}]/[2\ (1+a)\ (2+a)]$

γ : Peso dell'unità di volume della roccia;
H : altezza media del pendio.

Criterio di Hoek-Brown non-lineare

Riportiamo di seguito l'espressioni di angolo di attrito e coesione istantanei dell'ammasso roccioso (valori di ci i nel punto di tangenza sulla retta di inviluppo curvilineo di Hoek-Brown).

$\sigma_1=\sigma_3+\sigma_{ci}\ (m_b\ \sigma_3/\sigma_{ci} + s)^a$
$\sigma_n=(\sigma_1+\sigma_3)/2-(\sigma_1-\sigma_3)/2\ [(d\sigma_1/d\sigma_3-1)\ /\ (d\sigma_1/d\sigma_3+1)]$
$\tau=(\sigma_1-\sigma_3)\ \mathrm{sqrt}(d\sigma_1/d\sigma_3)/\ (d\sigma_1/d\sigma_3+1)$
$(d\sigma_1/d\sigma_3)=1+a\ m_b\ [m_b\ \sigma_3/\sigma_{c1} + s]^{a-1}$

Descrizione rocce

Simbologia adottata

Nr.	Indice roccia
Descrizione	Descrizione
GSI	Qualità ammasso roccioso (Geological Strength Index)
m_i	Coefficiente materiale roccia intatta
σ_{ci}	Resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta espressa in kg/cmq
D	Fattore di disturbo ammasso roccioso
JRC	Coefficiente di rugosità JRC (Joint Roughness Coefficient)
JCS	Coefficiente di resistenza del giunto JCS (Joint Coefficient Strength)
ϕ_r	Angolo di attrito di base espresso in gradi

Nr.	Descrizione	GSI	m_i	σ_{ci}	D	JRC	JCS	ϕ_r
1	Calcari tanarello	35,00	9,00	450,00	1,00	10,00	450,00	32,00
3	Pietra di Finale	50,00	10,00	750,00	1,00	14,00	800,00	35,00
4	Vedrina	42,00	10,00	500,00	1,00	6,00	500,00	28,00
5	Facies pelitica Tanarello	40,00	7,00	400,00	1,00	8,00	450,00	28,00
8	Riempimenti	22,00	9,00	300,00	0,70	2,00	300,00	29,00

Carichi sul profilo

Simbologia e convenzioni di segno adottate
L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra.

Nr.	Identificativo del sovraccarico agente
X_i	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in m
	Per carico concentrato ascissa del punto di applicazione espressa in m
X_f	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in m

V_i Intensità del carico espressa in kg/m per $x=X_i$
Per carico concentrato intensità del carico espressa in kg
V_f Intensità del carico espressa in kg/m per $x=X_f$

Nr.	Tipo carico	X_i [m]	X_f [m]	V_i	V_f
1	DISTRIBUITO	126,00	135,50	4000	4000
2	DISTRIBUITO	143,00	148,50	2000	2000
3	DISTRIBUITO	183,00	200,00	3000	3000

Risultati analisi

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo :
Metodo di BELL (L)

Impostazioni analisi
Normativa :
Norme Tecniche sulle Costruzioni 14/01/2008

Coefficienti di partecipazione caso statico

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	*Effetto*		*A1*	*A2*
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,30	1,00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,50	1,30

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		*M1*	*M2*
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1,00	1,00

Coefficienti di partecipazione caso sismico

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	*Effetto*		*A1*	*A2*
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,00	1,00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,00	1,00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		*M1*	*M2*
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1,00	1,00

Sisma

Accelerazione al suolo a_g =	0.796 [m/s^2]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (Ss)	1.00
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_s)	0.20
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_s*St*S)$ = 1.62
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h$ = 0.81
Coefficiente di sicurezza richiesto	1.10

Le superfici sono state analizzate per i casi: [A2M2]
Sisma verticale: verso il basso - verso l'alto
Criterio di rottura adottato: Hoek-Brown lineare
Presenza di carichi distribuiti

Impostazioni interventi

Influenza interventi: Resistenza a taglio.
Resistenza interventi calcolata dal programma.
Coefficiente sicurezza resistenza interventi 1,25

Impostazioni delle superfici di rottura

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia [m]:	X_0 = 175,00	Y_0 = 250,00
Passo maglia [m]:	dX = 10,00	dY = 10,00
Numero passi :	Nx = 10	Ny = 10
Raggio [m]:	R = 250,00	

Si utilizza un raggio variabile con passo dR=10,00 [m] ed un numero di incrementi pari a 10

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:
- lunghezza di corda inferiore a 5,00 m
- freccia inferiore a 1,00 m
- volume inferiore a 5,00 mc

Numero di superfici analizzate	950
Coefficiente di sicurezza minimo	1.312
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS_{min}	S_{min}	FS_{max}	S_{max}
BELL	950	1.312	1	5.178	475

Analisi della superficie critica

Simbologia adottata
Le ascisse X sono considerate positive verso destra
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
Le strisce sono numerate da valle verso monte

N°	numero d'ordine della striscia
X_s	ascissa sinistra della striscia espressa in m
Y_{ss}	ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m
Y_{si}	ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m
X_g	ascissa del baricentro della striscia espressa in m
Y_g	ordinata del baricentro della striscia espressa in m
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kg/cmq
L	sviluppo della base della striscia espressa in m(L=b/cosα)
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kg/cmq
W	peso della striscia espresso in kg
Q	carico applicato sulla striscia espresso in kg
N	sforzo normale alla base della striscia espresso in kg
T	sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kg
U	pressione neutra alla base della striscia espressa in kg
E_s, E_d	forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
X_s, X_d	forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
ID	Indice della superficie interessata dall'intervento
m_b	parametro del legame non-lineare di Hoek-Brown
s	parametro del legame non-lineare di Hoek-Brown
a	parametro del legame non-lineare di Hoek-Brown
σ_{ci}	resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta kg/cmq
σ_{cm}	parametro del legame non-lineare di Hoek-Brown kg/cmq
H	altezza media pendio m
σ_{3max}	parametro del legame non-lineare di Hoek-Brown kg/cmq

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso il basso

Numero di strisce	33	
Coordinate del centro	X[m]= 245,00	Y[m]= 316,00
Raggio del cerchio	R[m]= 250,00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X_v[m]= 268,50	Y_v[m]= 67,11
Intersezione a monte con il profilo topografico	X_m[m]= 486,05	Y_m[m]= 249,69
Coefficiente di sicurezza	C_S= 1.312	

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X_s	Y_{ss}	Y_{si}	X_d	Y_{ds}	Y_{di}	X_g	Y_g	L	α	ϕ	c
1	268,50	67,11	67,11	276,75	73,19	68,02	274,14	69,38	8,30	6,35	46.02	0,27
2	276,75	73,19	68,02	285,00	79,26	69,22	281,36	72,46	8,33	8,25	38.56	0,54
3	285,00	79,26	69,22	286,00	80,00	69,38	285,50	74,32	1,01	9,32	36.36	0,62
4	286,00	80,00	69,38	296,00	88,29	71,26	291,39	77,28	10,17	10,61	34.24	0,72
5	296,00	88,29	71,26	309,00	99,06	74,33	302,91	83,30	13,36	13,30	31.26	0,90
6	309,00	99,06	74,33	321,00	109,00	77,83	315,23	89,99	12,50	16,27	29.17	1,05
7	321,00	109,00	77,83	326,00	112,53	79,49	323,53	94,51	5,27	18,30	28.19	1,14
8	326,00	112,53	79,49	335,67	119,35	83,02	330,91	98,47	10,29	20,08	27.65	1,19
9	335,67	119,35	83,02	345,33	126,18	87,02	340,56	103,83	10,46	22,46	27.06	1,25
10	345,33	126,18	87,02	355,00	133,00	91,50	350,22	109,42	10,66	24,88	26.61	1,29
11	355,00	133,00	91,50	363,60	133,00	95,92	359,22	113,34	9,67	27,21	26.79	1,28
12	363,60	133,00	95,92	366,00	139,00	97,23	364,82	116,33	2,73	28,63	26.76	1,28
13	366,00	139,00	97,23	367,70	144,00	98,18	366,86	119,63	1,95	29,17	26.04	1,36
14	367,70	144,00	98,18	375,00	145,00	102,46	371,30	122,39	8,46	30,36	25.98	1,36
15	375,00	145,00	102,46	379,00	152,00	104,95	377,03	126,14	4,71	31,87	25.89	1,37
16	379,00	152,00	104,95	385,00	152,00	108,88	381,96	129,44	7,17	33,23	25.84	1,38
17	385,00	152,00	108,88	388,00	153,00	110,94	386,49	131,20	3,64	34,47	26.23	1,34
18	388,00	153,00	110,94	392,00	162,00	113,78	390,05	135,00	4,91	35,45	25.83	1,38
19	392,00	162,00	113,78	396,00	172,00	116,75	394,05	141,21	4,98	36,59	24.91	1,49
20	396,00	172,00	116,75	399,00	175,00	119,06	397,50	145,71	3,79	37,59	24.43	1,55
21	399,00	175,00	119,06	402,50	175,00	121,85	400,74	147,72	4,47	38,54	24.56	1,54
22	402,50	175,00	121,85	405,00	173,00	123,91	403,73	148,44	3,24	39,42	24.99	1,48
23	405,00	173,00	123,91	411,00	173,00	129,07	407,94	149,72	7,91	40,70	25.63	1,40
24	411,00	173,00	129,07	416,00	186,60	133,63	413,58	155,71	6,77	42,38	25.35	1,44
25	416,00	186,60	133,63	420,12	197,80	137,58	418,10	163,98	5,71	43,81	24.31	1,57
26	420,12	197,80	137,58	428,40	197,80	146,10	424,15	169,76	11,88	45,83	24.39	1,56
27	428,40	197,80	146,10	436,00	217,79	154,70	432,32	179,15	11,47	48,50	24.22	1,58
28	436,00	217,79	154,70	437,60	222,00	156,61	436,80	187,49	2,49	50,10	23.48	1,68
29	437,60	222,00	156,61	446,00	222,00	167,34	441,67	191,62	13,63	51,95	23.92	1,62
30	446,00	222,00	167,34	455,20	246,00	180,66	450,73	204,01	16,19	55,37	23.93	1,62
31	455,20	246,00	180,66	465,48	247,23	198,15	460,09	217,70	20,29	59,55	28.62	2,22
32	465,48	247,23	198,15	475,76	248,46	219,84	470,17	227,92	24,00	64,63	41.00	3,04
33	475,76	248,46	219,84	486,05	249,69	249,69	479,19	239,33	31,58	71,00	47.70	2,11

N°	m_b	s	a	σ_{ci}	σ_{cm}	H	σ_{3max}
1	0,124	0,0000123	0,538	300,00	10,95	38,23	0,574
2	0,124	0,0000123	0,538	300,00	10,95	38,23	1,535
3	0,124	0,0000123	0,538	300,00	10,95	38,23	2,029
4	0,124	0,0000123	0,538	300,00	10,95	38,23	2,645
5	0,124	0,0000123	0,538	300,00	10,95	38,23	3,850
6	0,124	0,0000123	0,538	300,00	10,95	38,23	5,020
7	0,124	0,0000123	0,538	300,00	10,95	38,23	5,696
8	0,124	0,0000123	0,538	300,00	10,95	38,23	6,111
9	0,124	0,0000123	0,538	300,00	10,95	38,23	6,599
10	0,124	0,0000123	0,538	300,00	10,95	38,23	7,009
11	0,087	0,0000197	0,516	450,00	15,87	38,23	9,414
12	0,087	0,0000197	0,516	450,00	15,87	38,23	9,444
13	0,159	0,0000634	0,510	750,00	37,64	38,23	11,232
14	0,159	0,0000634	0,510	750,00	37,64	38,23	11,322
15	0,159	0,0000634	0,510	750,00	37,64	38,23	11,466
16	0,159	0,0000634	0,510	750,00	37,64	38,23	11,534
17	0,159	0,0000634	0,510	750,00	37,64	38,23	10,951
18	0,159	0,0000634	0,510	750,00	37,64	38,23	11,546
19	0,159	0,0000634	0,510	750,00	37,64	38,23	13,070
20	0,159	0,0000634	0,510	750,00	37,64	38,23	13,955
21	0,159	0,0000634	0,510	750,00	37,64	38,23	13,715
22	0,159	0,0000634	0,510	750,00	37,64	38,23	12,930
23	0,159	0,0000634	0,510	750,00	37,64	38,23	11,865
24	0,159	0,0000634	0,510	750,00	37,64	38,23	12,314
25	0,159	0,0000634	0,510	750,00	37,64	38,23	14,183
26	0,159	0,0000634	0,510	750,00	37,64	38,23	14,038
27	0,159	0,0000634	0,510	750,00	37,64	38,23	14,366
28	0,281	0,0002404	0,506	750,00	51,94	38,23	15,811
29	0,281	0,0002404	0,506	750,00	51,94	38,23	14,864
30	0,281	0,0002404	0,506	750,00	51,94	38,23	14,858
31	0,281	0,0002404	0,506	750,00	51,94	38,23	14,227
32	0,281	0,0002404	0,506	750,00	51,94	38,23	10,005
33	0,281	0,0002404	0,506	750,00	51,94	38,23	4,033

Forze applicate sulle strisce [BELL]

N°	W	Q	N	T	U	E_s	E_d	X_s	X_d
1	45334	0	49281	71764	0	0	65142	0	-11210
2	153608	0	165202	117877	0	65142	155595	-11210	-36764
3	25999	0	27843	17403	0	155595	167836	-36764	-40849
4	350729	0	373446	211893	0	167836	301689	-40849	-93337
5	694996	0	730153	373155	0	301689	485559	-93337	-189122
6	859853	0	887507	430045	0	485559	635857	-189122	-294726
7	411508	0	418775	198940	0	635857	686553	-294726	-339941
8	863205	0	866630	407880	0	686553	758014	-339941	-423727
9	943510	0	927785	433146	0	758014	788492	-423727	-495450
10	1011889	0	971293	451601	0	788492	773066	-495450	-546495
11	878489	0	822487	411761	0	773066	748884	-546495	-580625
12	245994	0	226362	114022	0	748884	736496	-580625	-585953
13	193563	0	176735	130249	0	736496	760943	-585953	-608624
14	838533	0	753887	558165	0	760943	847874	-608624	-695910
15	465900	0	410307	305529	0	847874	883126	-695910	-736001
16	703386	0	607441	455631	0	883126	919908	-736001	-784707
17	332228	0	281466	216335	0	919908	933547	-784707	-804272
18	469449	0	391884	298619	0	933547	941878	-804272	-823448
19	537999	0	441858	327522	0	941878	932775	-823448	-831092
20	433612	0	350791	257228	0	932775	915574	-831092	-828837
21	496338	0	395209	293257	0	915574	890680	-828837	-820311
22	332288	0	260301	197932	0	890680	872895	-820311	-812099
23	725610	0	554376	438437	0	872895	832021	-812099	-786797
24	629851	0	467113	371087	0	832021	781049	-786797	-747015
25	606219	0	439819	338425	0	781049	710945	-747015	-687548
26	1204247	0	839778	662402	0	710945	550654	-687548	-533810
27	1125495	0	743290	602055	0	550654	374572	-533810	-342602
28	263410	0	168741	169733	0	374572	349704	-342602	-315505
29	1288461	0	789342	839125	0	349704	224365	-315505	-163885
30	1398461	0	787955	897156	0	224365	63157	-163885	59933
31	1475097	0	739331	959235	0	63157	-112019	59933	345388
32	998738	0	416794	829961	0	-112019	-149166	345388	423729
33	367955	0	112044	801868	0	-149166	5	423729	15