

**CONSORZIO DI MIGLIORAMENTO FONDIARIO
SAINT PIERRE - VILLENEUVE**

COMUNI DI SAINT-PIERRE E VILLENEUVE

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:

LALE MURIX Giorgio (Presidente protempore "C.M.F. Saint-Pierre - Villeneuve")

PROGETTISTA:

ing. **BLANC Massimo**

LIBERO PROFESSIONISTA

corso XXVI Febbraio n°20, 11100 - Aosta

tel. 0165238562 - cell. 335-7740969

e-mail blancufficio@gmail.com

casella PEC: massimo.blanc@ingpec.eu



Incarico di progettazione affidato con deliberazione n°10 del 22.11.2019

PROGETTO

**LAVORI DI REALIZZAZIONE IMPIANTO DI IRRIGAZIONE A PIOGGIA
IN LOC. CHATELAIR, PRIORATO, VULPILLIÈRE DEL COMUNE DI
SAINT-PIERRE CON ANNESSA COSTRUZIONE DI UNA CENTRALINA
IDROELETTRICA - 1° LOTTO**

EMISSIONE

PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA IN FASE UNICA

TITOLO

**RELAZIONE sulle FONDAZIONI:
CABINE**

N° COMMESSA		DATA:	SCALA:	ELABORATO N.
40-23		16.10.2023	--	1 5-7
REV.	DATA	OGGETTO		SCALA
a				
b				
c				
d				

Indice

1. Premessa.....	pag.1
2. Descrizione generale delle opere di fondazione.....	pag.2
3. Caratteristiche geomeccaniche.....	pag.2
4. Metodi di analisi e verifica	pag.3
5. Premessa alle verifiche	pag.5
6. Verifica platea di fondazione.....	pag.6
7. Pressioni terreno in SLU.....	pag.8
8. Pressioni terreno in SLVf.....	pag.8
9. Pressioni terreno in SLE/SLD.....	pag.9
10. Cedimenti fondazionali superficiali.....	pag.10

REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA

COMUNE DI SAINT-PIERRE

** ** *

**LAVORI DI REALIZZAZIONE IMPIANTO DI IRRIGAZIONE A PIOGGIA IN LOC.
CHATELAIR, PRIORATO, VULPILLIÈRE DEL COMUNE DI SAINT-PIERRE CON ANNESSA
COSTRUZIONE DI UNA CENTRALINA IDROELETTRICA – 1° LOTTO**

** ** *

**RELAZIONE SULLE FONDAZIONI
CABINE**

(ai sensi del D.Min. Infrastrutture 17 gennaio 2018
"Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni", Cap. 10)

** ** *

1. PREMESSA

La seguente relazione è stata impostata e redatta secondo le modalità previste nel D.M. 17 gennaio 2018 cap.10 "Redazione dei progetti strutturali esecutivi e delle relazioni di calcolo" e contiene:

- analisi strutturale statica e dinamica;
- metodo adottato per la risoluzione del problema strutturale;
- combinazioni di carico adottate;
- origine e caratteristiche dei Codici di Calcolo;
- affidabilità dei Codici utilizzati;
- descrizione dei materiali impiegati;
- sollecitazioni negli elementi strutturali;
- risultati delle verifiche degli elementi.

Il sottoscritto progettista strutturale dichiara di aver esaminato la documentazione dei softwares di calcolo impiegati in modo tale da averne valutato l'affidabilità e di aver controllato i risultati ottenuti dal calcolo al fine di verificarne l'attendibilità.

Le verifiche sono state condotte con riferimento ai dati riportati nella "Relazione sulle strutture: cabine" cui si rimanda.

2. DESCRIZIONE GENERALE DELLE OPERE DI FONDAZIONE

Le strutture di fondazione del van ascensore sono di **tipo superficiale** e costituite da **una platea in conglomerato cementizio armato gettato in opera** (clase C28/35).

3. CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE

La stima dei parametri geotecnici del terreno fa riferimento alla relazione geologica redatta dalla geol. Alessandra Romani. La prova di tipo Masw è stata eseguita nelle immediate vicinanze del sito oggetto dei lavori in argomento.

CARATTERISTICHE DEL TERRENO

peso specifico terreno	$\gamma_{\text{terreno}} = 18 \text{ kN/m}^3$
angolo attrito interno	$\Phi = 35^\circ$
coesione	$c = 0.00 \text{ daN/m}^2$

TIPO DI COSTRUZIONE

[Tabella 2.4.I – D.M. 17.01.2018]

2 – “opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale”

VITA NOMINALE

[Tabella 2.4.I – D.M. 17.01.2018]

≥ 50 anni

CLASSE D'USO

[Tabella 2.4.2 – D.M. 17.01.2018]

IV – “Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.”

CATEGORIA SOTTOSUOLO

[tabella 3.2.II – D.M. 17.01.2018]

B

4. **METODI DI ANALISI E VERIFICA**

VERIFICA DI SCORRIMENTO

La verifica di scorrimento della fondazione superficiale viene eseguita considerando le caratteristiche del terreno immediatamente sottostante al piano di posa della fondazione, ricavato in base alla stratigrafia associata all'elemento, e trascurando, a favore di sicurezza, l'eventuale spinta passiva laterale.

Qualora l'elemento in verifica sia formato da parti non omogenee tra loro, ad esempio una travata in cui le singole travi di fondazione siano associate ad un differente sondaggio, verranno condotte verifiche geotecniche distinte sui singoli tratti.

Lo scorrimento di una fondazione avviene nel momento in cui le componenti delle forze parallele al piano di contatto tra fondazione e terreno vincono l'attrito e la coesione terreno-fondazione e, qualora fosse presente, la spinta passiva laterale.

Il coefficiente di sicurezza a scorrimento si ottiene dal rapporto tra le forze stabilizzanti di progetto (R_d) e quelle instabilizzanti (E_d):

$$R_d = (N \cdot \tan(\varphi) + c_a \cdot B \cdot L + \alpha \cdot S_p) / \gamma_{Rs}$$

$$E_d = \sqrt{T_x^2 + T_y^2}$$

dove:

N	= risultante delle forze normali al piano di scorrimento;
T _x , T _y	= componenti delle forze tangenziali al piano di scorrimento;
tan(phi)	= coefficiente di attrito terreno-fondazione;
c _a	= aderenza alla base, pari alla coesione del terreno di fondazione o ad una sua frazione;
B, L	= dimensioni della fondazione;
alpha	= fattore di riduzione della spinta passiva;
S _p	= spinta passiva dell'eventuale terreno laterale;
gamma _{rs}	= fattore di sicurezza parziale per lo scorrimento;

Le normative prevedono che il fattore di sicurezza a scorrimento $FS=R_d/E_d$ sia non minore di un prefissato limite.

VERIFICA DI CAPACITÀ PORTANTE

La verifica di capacità portante della fondazione superficiale viene eseguita mediante formulazioni di letteratura geotecnica considerando le caratteristiche dei terreni sottostanti al piano di posa della fondazione, ricavati in base alla stratigrafia associata all'elemento.

Qualora l'elemento in verifica sia formato da parti non omogenee tra loro, ad esempio una travata in cui le singole travi di fondazione siano associate ad un differente sondaggio, verranno condotte verifiche geotecniche distinte sui singoli tratti.

La verifica viene fatta raffrontando la portanza di progetto (R_d) con la sollecitazione di progetto (E_d); la prima deriva dalla portanza calcolata con metodi della letteratura geotecnica, ridotta da opportuni fattori di sicurezza parziali; la seconda viene valutata ricavando la risultante della sollecitazione scaricata al suolo con una integrazione delle pressioni nel tratto di calcolo. Le normative prevedono che il fattore di sicurezza alla capacità portante, espresso come rapporto tra il carico ultimo di progetto della fondazione (R_d) ed il carico agente (E_d), sia non minore di un prefissato limite.

La portanza di una fondazione rappresenta il carico ultimo trasmissibile al suolo prima di arrivare alla rottura del terreno. Le formule di calcolo presenti in letteratura sono nate per la fondazione nastriforme indefinita ma aggiungono una serie di termini correttivi per considerare le effettive condizioni al contorno della fondazione, esprimendo la capacità portante ultima in termini di pressione limite agente su di una fondazione equivalente soggetta a carico centrato.

La determinazione della capacità portante ai fini della verifica è stata condotta secondo il metodo di Terzaghi, che viene descritto nei paragrafi successivi.

METODO DI VESIC

La capacità portante valutata attraverso la formula di Vesic risulta, nel caso generale:

$$Q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 1/2 \cdot \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma$$

Nel caso di terreno eminentemente coesivo ($\varphi = 0$) tale relazione diventa:

$$Q_{lim} = (2 + \pi) \cdot c_u \cdot (1 + s'_c + d'_c - i'_c - b'_c - g'_c) + q$$

dove:

gamma' = peso di volume efficace dello strato di fondazione;

B = larghezza efficace della fondazione ($B = B_f - 2e$);

L = lunghezza efficace della fondazione ($L = L_f - 2e$);

c = coesione dello strato di fondazione;

cu = coesione non drenata dello strato di fondazione;

q = sovraccarico del terreno sovrastante il piano di fondazione;

Nc, Nq, Ny = fattori di capacità portante;

sc, sq, sy = fattori di forma della fondazione;

dc, dq, dy = fattori di profondità del piano di posa della fondazione;

ic, iq, iy = fattori di inclinazione del carico;

bc, bq, by = fattori di inclinazione della base della fondazione;

gc, gq, gy = fattori di inclinazione del piano campagna;

Nel caso di piano di campagna inclinato ($\beta > 0$) e $\phi = 0$, Vesic propone l'aggiunta, nella formula sopra definita, del termine

$0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_{\gamma}$ con $N_{\gamma} = -2 \cdot \tan \beta$

Per la teoria di Vesic i coefficienti sopra definiti assumono le espressioni che seguono:

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \tan \phi; \quad N_q = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \cdot e^{(\pi \cdot \tan \phi)}; \quad N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \phi$$

$$s_c = 1 + \frac{B}{L} \cdot \frac{N_q}{N_c}; \quad s'_c = 0.2 \cdot \frac{B}{L}; \quad s_q = 1 + \frac{B}{L} \cdot \tan \phi; \quad s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \frac{B}{L}$$

$$d_c = 1 + 0.4 \cdot k; \quad d'_c = 0.4 \cdot k; \quad d_q = 1 + 2 \cdot k \cdot \tan \phi \cdot (1 - \sin \phi)^2; \quad d_\gamma = 1$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}; \quad i'_c = \frac{m \cdot H}{B \cdot L \cdot c_a \cdot N_c}; \quad i_q = \left(1 - \frac{H}{V + B \cdot L \cdot c_a \cdot \tan \phi} \right)^m;$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{H}{V + B \cdot L \cdot c_a \cdot \tan \phi} \right)^{m+1}$$

$$g_c = 1 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}; \quad g'_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}; \quad g_q = (1 - \tan \beta)^2; \quad g_\gamma = g_q$$

$$b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ}; \quad b'_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ}; \quad b_q = (1 - \eta \cdot \tan \phi)^2; \quad b_\gamma = b_q$$

$$k = \frac{D}{B_f} \quad \left(\text{se } \frac{D}{B_f} \leq 1 \right); \quad k = \arctg \left(\frac{D}{B_f} \right) \quad \left(\text{se } \frac{D}{B_f} > 1 \right); \quad m = \frac{2 + \frac{B}{L}}{1 + \frac{B}{L}}$$

nelle quali si sono considerati i seguenti dati:

ϕ = angolo di attrito dello strato di fondazione;

ca = aderenza alla base della fondazione;

ν = inclinazione del piano di posa della fondazione sull'orizzontale ($\nu = 0$ se orizzontale);

β = inclinazione del pendio;

H = componente orizzontale del carico trasmesso sul piano di posa della fondazione;

V = componente verticale del carico trasmesso sul piano di posa della fondazione;

D = profondità del piano di posa della fondazione dal piano campagna;

INFLUENZA DEGLI STRATI SULLA CAPACITÀ PORTANTE

Le formulazioni utilizzate per la portanza prevedono la presenza di uno stesso terreno nella zona interessata dalla potenziale rottura. In prima approssimazione lo spessore di tale zona è pari a:

$$H = \frac{1}{2} \cdot B \cdot \tan(45^\circ + \phi / 2)$$

In presenza di stratificazioni di terreni diversi all'interno di tale zona, il calcolo diventa più complesso; non esiste una metodologia univoca per questi casi, differenti autori hanno proposto soluzioni diverse a seconda dei casi che si possono presentare. In prima approssimazione, nel caso di stratificazioni, viene trovata una media delle caratteristiche dei terreni, pesata sullo spessore degli strati interessati. Nel caso in cui il primo strato incontrato sia coesivo viene anche verificato che la compressione media agente sulla fondazione non superi la tensione limite di espulsione, circostanza che provocherebbe il rifluimento del terreno da sotto la fondazione, rendendo impossibile la portanza. La tensione limite di espulsione q_{ult} per terreno coesivo viene calcolata come:

$$q_{ult} = 4c + q$$

dove c è la coesione e q è il sovraccarico agente sul piano di posa.

INFLUENZA DEL SISMA SULLA CAPACITÀ PORTANTE

La capacità portante nelle combinazioni sismiche viene valutata mediante l'estensione di procedure classiche al caso di azione sismica.

L'**effetto inerziale** prodotto dalla struttura in elevazione sulla fondazione può essere considerato tenendo conto dell'effetto dell'inclinazione (rapporto tra forze T parallele al piano di posa e carico normale N) e dell'eccentricità (rapporto tra momento M e carico normale N) delle azioni in fondazione, e produce variazioni di tutti i coefficienti di capacità portante del carico limite, oltre alla riduzione dell'area efficace.

L'**effetto cinematico** si manifesta per effetto dell'inerzia delle masse del suolo sotto la fondazione come una riduzione della resistenza teorica calcolata in condizioni statiche; tale riduzione è in funzione del coefficiente sismico orizzontale k_h , cioè dell'accelerazione normalizzata massima attesa al suolo, e delle caratteristiche del suolo. L'effetto è più marcato su terreni granulari, mentre nei suoli coesivi è poco rilevante.

Per tener conto nella determinazione del carico limite di tali effetti inerziali vengono introdotti nelle combinazioni sismiche anche i fattori correttivi e (earthquake), valutati secondo **Paolucci** e **Pecker**:

$$e_q = \left(1 - \frac{k_h}{\tan \phi}\right)^{0.35} ; \quad e_c = 1 - 0.32 \cdot k_h ; \quad e_\gamma = e_q$$

5. PREMESSA ALLE VERIFICHE

Nelle verifiche nei confronti degli Stati Limite ultimi SLU strutturali (STR) e geotecnici (GEO) si possono adottare, in alternativa, due diversi approcci progettuali:

DA1.1 - Approccio 1:

- Combinazione 1: (A1+M1+R1)
- Combinazione 2: (A2+M2+R2)

DA1.2 - Approccio 2:

- Combinazione 1: (A1+M1+R3)

Le seguenti verifiche delle fondazioni sono state condotte secondo l'approccio [2].

6. VERIFICA PLATEA DI FONDAZIONE

Le unità di misura elencate nel capitolo sono in [cm, daN, deg] ove non espressamente specificato.

Nodo: indice del nodo di verifica.

Dir.: direzione della sezione di verifica.

B: base della sezione rettangolare di verifica. [cm]

H: altezza della sezione rettangolare di verifica. [cm]

A. sup.: area barre armatura superiori. [cm²]

C. sup.: distanza media delle barre superiori dal bordo superiore della sezione. [cm]

A. inf.: area barre armatura inferiori. [cm²]

C. inf.: distanza media delle barre inferiori dal bordo inferiore della sezione. [cm]

Comb.: combinazione di verifica.

M: momento flettente. [daN*cm]

N: sforzo normale. [daN]

Mu: momento flettente ultimo. [daN*cm]

Nu: sforzo normale ultimo. [daN]

c.s.: coefficiente di sicurezza.

Verifica: stato di verifica.

σc: tensione nel calcestruzzo. [daN/cm²]

σlim: tensione limite. [daN/cm²]

Es/Ec: coefficiente di omogenizzazione.

σf: tensione nell'acciaio d'armatura. [daN/cm²]

Comb.: combinazione.

Fh: componente orizzontale del carico. [daN]

Fv: componente verticale del carico. [daN]

Cnd: resistenza valutata a breve o lungo termine (BT - LT).

Ad: adesione di progetto. [daN/cm²]

Phi: angolo di attrito di progetto. [deg]

RPI: resistenza passiva laterale unitaria di progetto. [daN/cm²]

γR: coefficiente parziale sulla resistenza di progetto.

Rd: resistenza alla traslazione di progetto. [daN]

Ed: azione di progetto. [daN]

Rd/Ed: coefficiente di sicurezza allo scorrimento.

ID: indice della verifica di capacità portante.

Fx: componente lungo x del carico. [daN]

Fy: componente lungo y del carico. [daN]

Fz: componente verticale del carico. [daN]

Mx: componente lungo x del momento. [daN*cm]

My: componente lungo y del momento. [daN*cm]

ix: inclinazione del carico in x. [deg]

iy: inclinazione del carico in y. [deg]

ex: eccentricità del carico in x. [cm]

ey: eccentricità del carico in y. [cm]

B*: larghezza efficace. [cm]

L*: lunghezza efficace. [cm]

C: coesione di progetto. [daN/cm²]

Qs: sovraccarico laterale da piano di posa. [daN/cm²]

Rd: resistenza alla rottura del complesso di progetto. [daN]

Ed: azione di progetto (sforzo normale al piano di posa). [daN]

Rd/Ed: coefficiente di sicurezza alla capacità portante.

N:

Nq: fattore di capacità portante per il termine di sovraccarico.

Nc: fattore di capacità portante per il termine coesivo.

Ng: fattore di capacità portante per il termine attritivo.

S:

Sq: fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine di sovraccarico.

Sc: fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine coesivo.

Sg: fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine attritivo.

D:

Dq: fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine di sovraccarico.

Dc: fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine coesivo.

Dg: fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine attritivo.

I:

Iq: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine di sovraccarico.

Ic: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine coesivo.

Ig: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine attritivo.

B:

Bq: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione della base, per il termine di sovraccarico.

Bc: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione della base, per il termine coesivo.

Bg: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione della base, per il termine attritivo.

G:

Gq: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine di sovraccarico.

Gc: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine coesivo.

Gg: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine attritivo.

P:

Pq: fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine di sovraccarico.

Pc: fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine coesivo.

Pg: fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine attritivo.

E:

Eq: fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake), per il termine di sovraccarico.

Ec: fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake), per il termine coesivo.

Eg: fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake), per il termine attritivo.

FONDAZIONE

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 4500

Calcestruzzo: C28/35 Rck 350

Sistema di riferimento e direzioni di armatura

Le coordinate citate nel seguito sono espresse in un sistema di riferimento cartesiano con origine in (2749.5; 1174.3; -230), direzione dell'asse X = (1; 0; 0), direzione dell'asse Y = (0; 1; 0).

Le direzioni X/Y di armatura e le sezioni X/Y di verifica sono individuate dagli assi del sistema di riferimento.

Verifiche nei nodi

Verifiche SLU flessione nei nodi

Piastra di fondazione con comportamento non dissipativo pertanto la verifica a pressoflessione, per le combinazioni SLV, viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
41	X	100	40	5.65	4.8	5.65	4.8	SLU 8	647775	0	791148	0	1.2213	Si
40	X	100	40	5.65	4.8	5.65	4.8	SLU 8	616411	0	791148	0	1.2835	Si
39	X	100	40	5.65	4.8	5.65	4.8	SLU 8	558522	0	791148	0	1.4165	Si
42	X	100	40	5.65	4.8	5.65	4.8	SLU 8	523217	0	791148	0	1.5121	Si
38	X	100	40	5.65	4.8	5.65	4.8	SLU 8	474713	0	791148	0	1.6666	Si

Verifiche SLD Resistenza flessione nei nodi

Piastra di fondazione con comportamento non dissipativo pertanto la verifica a pressoflessione viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
41	X	100	40	5.65	4.8	5.65	4.8	SLD 9	324643	0	725948	0	2.2361	Si
40	X	100	40	5.65	4.8	5.65	4.8	SLD 5	318280	0	725948	0	2.2808	Si
39	X	100	40	5.65	4.8	5.65	4.8	SLD 5	297561	0	725948	0	2.4397	Si
38	X	100	40	5.65	4.8	5.65	4.8	SLD 5	269840	0	725948	0	2.6903	Si
44	X	85	40	4.81	4.8	4.81	4.8	SLD 9	212698	0	583618	0	2.7439	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σc	σlm	Es/Ec	Verifica
41	X	100	40	5.65	4.8	5.65	4.8	SLE RA 2	451863	0	-15.8	174.3	15	Si
40	X	100	40	5.65	4.8	5.65	4.8	SLE RA 2	431104	0	-15.1	174.3	15	Si
39	X	100	40	5.65	4.8	5.65	4.8	SLE RA 2	390972	0	-13.7	174.3	15	Si
41	X	100	40	5.65	4.8	5.65	4.8	SLE QP 2	284983	0	-10	130.7	15	Si
40	X	100	40	5.65	4.8	5.65	4.8	SLE QP 2	276686	0	-9.7	130.7	15	Si

Verifiche SLE tensione acciaio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σf	σlm	Es/Ec	Verifica
41	X	100	40	5.65	4.8	5.65	4.8	SLE RA 2	451863	0	179.9	3600	15	Si
40	X	100	40	5.65	4.8	5.65	4.8	SLE RA 2	431104	0	171.7	3600	15	Si
39	X	100	40	5.65	4.8	5.65	4.8	SLE RA 2	390972	0	155.7	3600	15	Si
42	X	100	40	5.65	4.8	5.65	4.8	SLE RA 2	364888	0	145.3	3600	15	Si
38	X	100	40	5.65	4.8	5.65	4.8	SLE RA 2	332612	0	132.5	3600	15	Si

Verifiche SLE fessurazione nei nodi

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

Verifiche geotecniche

Dati geometrici dell'impronta di calcolo

Forma dell'impronta di calcolo: rettangolare di area equivalente

Centro impronta, nel sistema globale: 3099.5; 1524.3; -270

Lato minore B dell'impronta: 700

Lato maggiore L dell'impronta: 2700

Area dell'impronta rettangolare di calcolo: 490000

Verifica di scorrimento sul piano di posa

Coefficiente di sicurezza minimo per scorrimento 2.36

Componente di Sforzo minimo per Sottamento 2:30												
Comb.	Fh	Fv	Cnd	Ad	Phi	RPI	γR	Rd	Ed	Rd/Ed	Verifica	
SLU 4	41157	-222094	LT	0	38	0	1.1	157744	41157	3.83	Si	
SLV FO 5	41980	-139503	LT	0	38	0	1.1	99083	41980	2.36	Si	

Verifica di capacità portante sul piano di posa

Profondità massima del bulbo di rottura considerato: 7.18 m

Peso specifico efficace del terreno di progetto γs: 1950 daN/m3

Accelerazione normalizzata massima attesa al suolo Amax per verifiche in SLD: 0.012

Accelerazione normalizzata massima attesa al suolo Amax per verifiche in SLV: 0.031

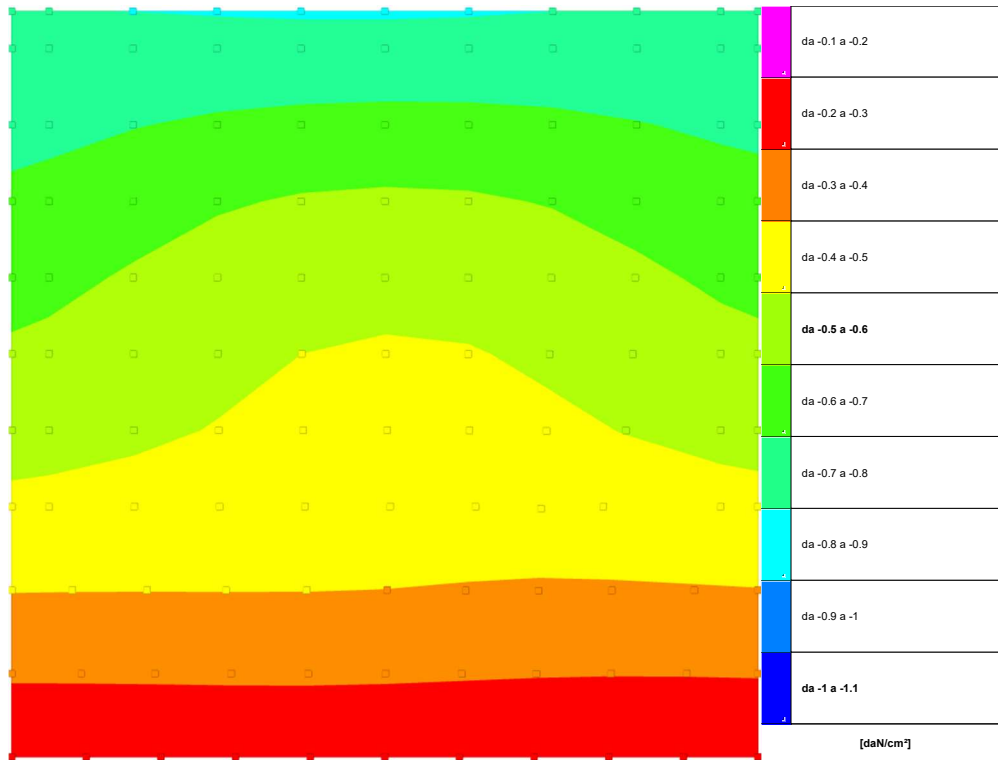
Coefficiente di sicurezza minimo per portanza 12.67

ID	Comb.	Fx	Fy	Fz	Mx	My	ix	iy	ex	ey	B'	L'	Cnd	C	Phi	Qs	γR	Rd	Ed	Rd/Ed	Verifica
1	SLU 8	0	-45196	-253370	14138630	-321774	0	-10	-1	-56	588	697	LT	0	38	0	2.3	3210993	-253370	12.67	Si
2	SLV FO 1	-21234	-27794	-139478	4418331	-5877207	-9	-11	-32	-42	616	637	LT	0	38	0	2.3	2343392	-139478	16.8	Si
3	SLD 5	-2605	-29756	-139484	-5448049	-760282	-1	-12	-5	-39	622	689	LT	0	38	0	2.3	3048358	-139484	21.85	Si

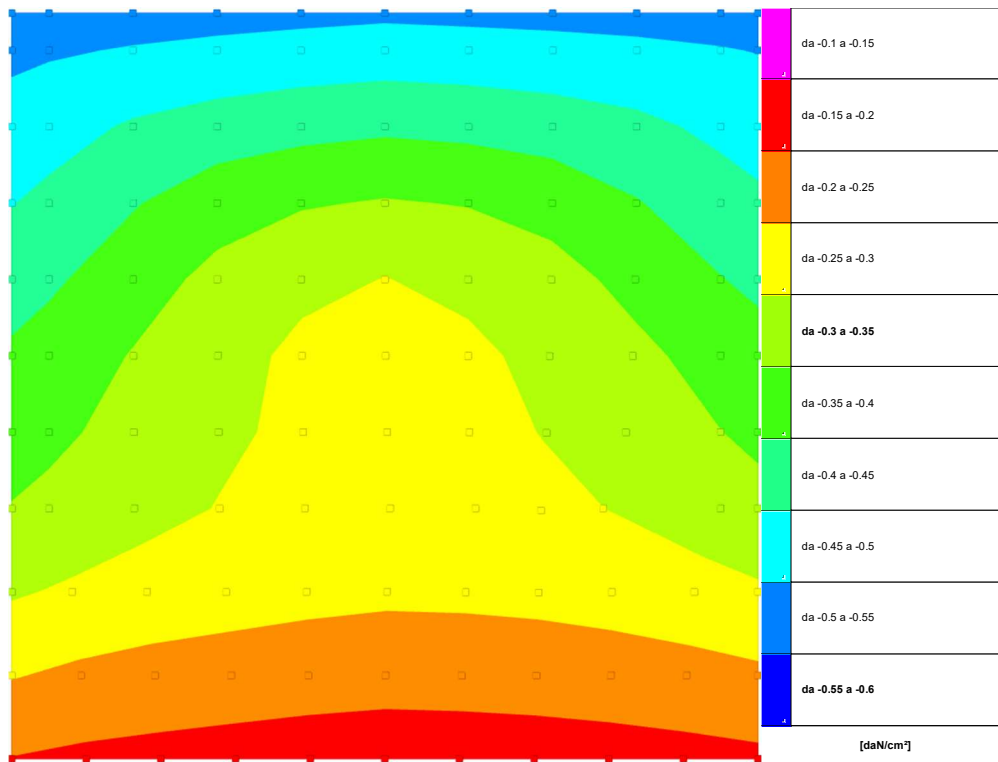
Verifiche geotecniche di capacità portante - fattori utilizzati nel calcolo di Rd

Formazione geochimica di spazia																									
ID			N			S			D			I			B			G			P			E	
	Nq	Nc	Ng	Sq	Sc	Sg	Dq	Dc	Dg	Iq	lc	Ig	Bq	Bc	Bg	Gq	Gc	Gg	Pq	Pc	Pg	Eq	Ec	Eg	
1	49	61	78	1.66	1.67	0.66	1	1	1	0.74	0.73	0.61	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
2	49	61	78	1.76	1.77	0.61	1	1	1	0.65	0.64	0.49	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.99	0.99	0.99	
3	49	61	78	1.71	1.72	0.64	1	1	1	0.69	0.69	0.54	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.99	1	0.99	

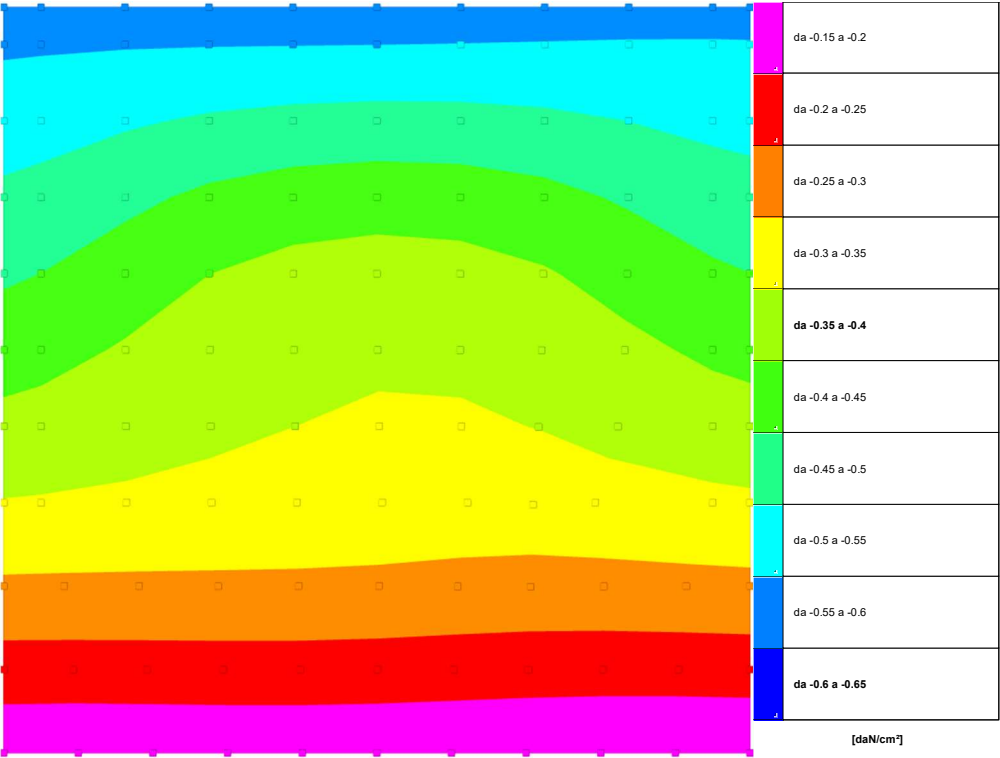
7. PRESSIONI TERRENO IN SLU



8. PRESSIONI TERRENO IN SLVf



9. PRESSIONI TERRENO IN SLE/SLD



10. CEDIMENTI FONDAZIONALI SUPERFICIALI

Nodo: nodo che interagisce col terreno.

Ind.: indice del nodo.

spostamento nodale massimo: situazione in cui si verifica lo spostamento massimo verticale nel nodo calcolato dal solutore ad elementi finiti. Lo spostamento massimo con segno è quello con valore massimo lungo l'asse Z, dove valori positivi rappresentano spostamenti verso l'alto.

Cont.: nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce lo spostamento.

uz: spostamento verticale del nodo calcolato dal solutore ad elementi finiti. Lo spostamento è dotato di segno. [cm]

Press.: pressione sul terreno corrispondente allo spostamento. Valori positivi indicano trazione, valori negativi indicano compressione. [daN/cm²]

spostamento nodale minimo: situazione in cui si verifica lo spostamento minimo verticale del nodo calcolato dal solutore ad elementi finiti. Lo spostamento minimo con segno è quello con valore minimo lungo l'asse Z, dove valori negativi rappresentano spostamenti verso il basso.

Cont.: nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce lo spostamento.

uz: spostamento verticale del nodo calcolato dal solutore ad elementi finiti. Lo spostamento è dotato di segno. [cm]

Press.: pressione sul terreno corrispondente allo spostamento. Valori positivi indicano trazione, valori negativi indicano compressione. [daN/cm²]

Cedimento elastico: cedimento teorico elastico massimo.

Cont.: nome breve della combinazione di carico in cui è stato calcolato il cedimento teorico elastico massimo.

v.: valore del cedimento teorico elastico massimo. [cm]

spostamento nodale massimo			spostamento nodale minimo			Cedimento elastico	
Cont.	uz	Press.	Cont.	uz	Press.	Cont.	v.
SLD 15	-0.03726	-0.11179	SLD 1	-0.05401	-0.16202	SLE RA 2	0.11081
SLD 11	-0.03832	-0.11497	SLE RA 2	-0.05335	-0.16006	SLE RA 2	0.13024
SLD 11	-0.03909	-0.11728	SLE RA 2	-0.05361	-0.16084	SLE RA 2	0.14149
SLD 11	-0.0398	-0.1194	SLE RA 2	-0.05389	-0.16167	SLE RA 2	0.14867
SLD 11	-0.04028	-0.12083	SLE RA 2	-0.05395	-0.16184	SLE RA 2	0.15262
SLD 7	-0.04027	-0.12081	SLE RA 2	-0.05363	-0.1609	SLE RA 2	0.15362
SLD 7	-0.03953	-0.11859	SLE RA 2	-0.05299	-0.15896	SLE RA 2	0.15184
SLD 7	-0.0386	-0.11581	SLE RA 2	-0.05225	-0.15675	SLE RA 2	0.14742
SLD 7	-0.03768	-0.11303	SLE RA 2	-0.05172	-0.15516	SLE RA 2	0.14013
SLD 7	-0.03685	-0.11055	SLE RA 2	-0.05158	-0.15474	SLE RA 2	0.12891
SLD 7	-0.0361	-0.10829	SLD 9	-0.05199	-0.15598	SLE RA 2	0.11005
SLD 7	-0.05328	-0.15983	SLE RA 2	-0.07402	-0.22206	SLE RA 2	0.18777
SLD 7	-0.05434	-0.16302	SLE RA 2	-0.07483	-0.22449	SLE RA 2	0.19364
SLD 7	-0.05237	-0.1571	SLE RA 2	-0.07364	-0.22093	SLE RA 2	0.17756
SLD 7	-0.05532	-0.16597	SLE RA 2	-0.07568	-0.22704	SLE RA 2	0.19592
SLD 7	-0.05163	-0.1549	SLE RA 2	-0.07378	-0.22134	SLE RA 2	0.16139
SLD 11	-0.0554	-0.16619	SLE RA 2	-0.07615	-0.22846	SLE RA 2	0.19454
SLD 11	-0.05487	-0.1646	SLE RA 2	-0.07614	-0.22843	SLE RA 2	0.18909
SLD 11	-0.05412	-0.16235	SLE RA 2	-0.07591	-0.22772	SLE RA 2	0.17886
SLD 15	-0.0533	-0.1599	SLE RA 2	-0.07574	-0.22723	SLE RA 2	0.1629
SLD 15	-0.05171	-0.15512	SLE RA 2	-0.07573	-0.22718	SLE RA 2	0.14058
SLD 3	-0.05079	-0.15238	SLE RA 2	-0.07418	-0.22255	SLE RA 2	0.13943
SLD 7	-0.06711	-0.20132	SLE RA 2	-0.09415	-0.28245	SLE RA 2	0.22271
SLD 7	-0.06825	-0.20474	SLE RA 2	-0.09504	-0.28511	SLE RA 2	0.22966
SLD 7	-0.06655	-0.19965	SLE RA 2	-0.09441	-0.28323	SLE RA 2	0.2101
SLE RA 1	-0.06906	-0.20718	SLE RA 2	-0.09627	-0.28882	SLE RA 2	0.2324
SLD 3	-0.06571	-0.19714	SLE RA 2	-0.09518	-0.28555	SLE RA 2	0.18772
SLE RA 1	-0.06963	-0.20888	SLE RA 2	-0.09692	-0.29077	SLE RA 2	0.23069
SLD 11	-0.06925	-0.20776	SLE RA 2	-0.09704	-0.29112	SLE RA 2	0.22371
SLD 11	-0.06858	-0.20575	SLE RA 2	-0.09704	-0.29112	SLE RA 2	0.21021
SLD 15	-0.06694	-0.20081	SLE RA 2	-0.09716	-0.29149	SLE RA 2	0.18925
SLD 15	-0.06564	-0.19691	SLE RA 2	-0.09746	-0.29237	SLE RA 2	0.16274
SLD 3	-0.06449	-0.19348	SLE RA 2	-0.09592	-0.28775	SLE RA 2	0.16198
SLE RA 1	-0.07716	-0.23148	SLE RA 2	-0.10908	-0.32725	SLE RA 2	0.25004
SLD 15	-0.07803	-0.23409	SLE RA 2	-0.11594	-0.34782	SLE RA 2	0.18669
SLD 15	-0.07864	-0.23593	SLE RA 2	-0.11539	-0.34616	SLE RA 2	0.20321
SLD 15	-0.07995	-0.23984	SLE RA 2	-0.11397	-0.34191	SLE RA 2	0.23298
SLE RA 1	-0.07979	-0.23937	SLE RA 2	-0.11268	-0.33804	SLE RA 2	0.25046
SLE RA 1	-0.07894	-0.23682	SLE RA 2	-0.11171	-0.33512	SLE RA 2	0.25886
SLE RA 1	-0.07816	-0.23447	SLE RA 2	-0.1108	-0.33239	SLE RA 2	0.2608
SLE RA 1	-0.07732	-0.23196	SLE RA 2	-0.10954	-0.32861	SLE RA 2	0.25754
SLE RA 1	-0.07839	-0.23517	SLE RA 2	-0.111	-0.33299	SLE RA 2	0.23839
SLD 3	-0.07716	-0.23148	SLE RA 2	-0.11359	-0.34077	SLE RA 2	0.20087
SLD 3	-0.07649	-0.22948	SLE RA 2	-0.11428	-0.34285	SLE RA 2	0.18649
SLE RA 1	-0.08239	-0.24718	SLE RA 2	-0.11692	-0.35076	SLE RA 2	0.26735
SLE RA 1	-0.08128	-0.24384	SLE RA 2	-0.11506	-0.34519	SLE RA 2	0.27567
SLE RA 1	-0.08464	-0.25392	SLE RA 2	-0.12071	-0.36213	SLE RA 2	0.25026
SLE RA 1	-0.08145	-0.24434	SLE RA 2	-0.11516	-0.34548	SLE RA 2	0.2788
SLE RA 1	-0.08256	-0.24767	SLE RA 2	-0.11667	-0.35002	SLE RA 2	0.27686
SLE RA 1	-0.08448	-0.25343	SLE RA 2	-0.11949	-0.35847	SLE RA 2	0.2684
SLE RA 1	-0.08709	-0.26128	SLE RA 2	-0.12349	-0.37047	SLE RA 2	0.2502
SLD 15	-0.08763	-0.26289	SLE RA 2	-0.1288	-0.3864	SLE RA 2	0.19666
SLD 15	-0.08779	-0.26336	SLE RA 2	-0.12742	-0.38226	SLE RA 2	0.2183
SLD 3	-0.08589	-0.25766	SLE RA 2	-0.1253	-0.3759	SLE RA 2	0.21602
SLD 3	-0.08562	-0.25685	SLE RA 2	-0.12671	-0.38014	SLE RA 2	0.1962
SLE RA 1	-0.08664	-0.25991	SLE RA 2	-0.12303	-0.36909	SLE RA 2	0.27903
SLE RA 1	-0.08447	-0.2534	SLE RA 2	-0.11929	-0.35787	SLE RA 2	0.28771
SLE RA 1	-0.09034	-0.27101	SLE RA 2	-0.12941	-0.38822	SLE RA 2	0.26083
SLE RA 1	-0.08407	-0.25222	SLE RA 2	-0.11844	-0.35533	SLE RA 2	0.29078
SLE RA 1	-0.0854	-0.25621	SLE RA 2	-0.12038	-0.36113	SLE RA 2	0.28885
SLE RA 1	-0.08836	-0.26508	SLE RA 2	-0.12497	-0.37491	SLE RA 2	0.28056

spostamento nodale massimo			spostamento nodale minimo			Cedimento elastico	
Cont.	uz	Press.	Cont.	uz	Press.	Cont.	v.
SLE RA 1	-0.09265	-0.27794	SLE RA 2	-0.13181	-0.39544	SLE RA 2	0.26218
SLD 15	-0.09673	-0.29019	SLE RA 2	-0.14072	-0.42216	SLE RA 2	0.20566
SLD 15	-0.09646	-0.28937	SLE RA 2	-0.13861	-0.41583	SLE RA 2	0.22896
SLE RA 1	-0.09416	-0.28247	SLE RA 2	-0.13633	-0.40898	SLE RA 2	0.22683
SLD 3	-0.09441	-0.28324	SLE RA 2	-0.13835	-0.41505	SLE RA 2	0.20434
SLE RA 1	-0.09246	-0.27738	SLE RA 2	-0.13186	-0.39558	SLE RA 2	0.28641
SLE RA 1	-0.08981	-0.26942	SLE RA 2	-0.12724	-0.38173	SLE RA 2	0.29524
SLE RA 1	-0.0969	-0.29071	SLE RA 2	-0.13956	-0.41869	SLE RA 2	0.26766
SLE RA 1	-0.08919	-0.26757	SLE RA 2	-0.126	-0.37801	SLE RA 2	0.29821
SLE RA 1	-0.09059	-0.27176	SLE RA 2	-0.12807	-0.3842	SLE RA 2	0.29622
SLE RA 1	-0.09398	-0.28194	SLE RA 2	-0.13342	-0.40027	SLE RA 2	0.28796
SLE RA 1	-0.09907	-0.29722	SLE RA 2	-0.14165	-0.42496	SLE RA 2	0.26941
SLD 13	-0.1044	-0.31321	SLE RA 2	-0.15244	-0.45732	SLE RA 2	0.211
SLD 13	-0.10393	-0.31179	SLE RA 2	-0.14994	-0.44982	SLE RA 2	0.23527
SLE RA 1	-0.10135	-0.30405	SLE RA 2	-0.14758	-0.44273	SLE RA 2	0.23323
SLD 1	-0.10181	-0.30543	SLE RA 2	-0.1499	-0.4497	SLE RA 2	0.20936
SLE RA 1	-0.10097	-0.30292	SLE RA 2	-0.14531	-0.43594	SLE RA 2	0.28784
SLE RA 1	-0.09873	-0.29618	SLE RA 2	-0.14133	-0.424	SLE RA 2	0.29693
SLE RA 1	-0.09823	-0.29468	SLE RA 2	-0.14027	-0.42081	SLE RA 2	0.2999
SLE RA 1	-0.1048	-0.3144	SLE RA 2	-0.15201	-0.45603	SLE RA 2	0.26863
SLE RA 1	-0.09945	-0.29834	SLE RA 2	-0.14204	-0.42611	SLE RA 2	0.29777
SLE RA 1	-0.10241	-0.30724	SLE RA 2	-0.14668	-0.44005	SLE RA 2	0.2893
SLE RA 1	-0.10694	-0.32081	SLE RA 2	-0.15397	-0.4619	SLE RA 2	0.27044
SLD 13	-0.11165	-0.33495	SLE RA 2	-0.16359	-0.49078	SLE RA 2	0.21141
SLD 13	-0.11135	-0.33406	SLE RA 2	-0.1614	-0.48419	SLE RA 2	0.23584
SLE RA 1	-0.10862	-0.32585	SLE RA 2	-0.15893	-0.4768	SLE RA 2	0.23387
SLD 1	-0.10876	-0.32628	SLE RA 2	-0.16089	-0.48268	SLE RA 2	0.20969
SLE RA 1	-0.11099	-0.33298	SLE RA 2	-0.16124	-0.48373	SLE RA 2	0.28781
SLE RA 1	-0.11206	-0.33617	SLE RA 2	-0.16324	-0.48973	SLE RA 2	0.27853
SLE RA 1	-0.11089	-0.33267	SLE RA 2	-0.16082	-0.48245	SLE RA 2	0.29082
SLE RA 1	-0.11401	-0.34202	SLE RA 2	-0.16676	-0.50028	SLE RA 2	0.25944
SLE RA 1	-0.11172	-0.33516	SLE RA 2	-0.16191	-0.48572	SLE RA 2	0.28853
SLE RA 1	-0.11351	-0.34053	SLE RA 2	-0.16456	-0.49368	SLE RA 2	0.27986
SLE RA 1	-0.11162	-0.3486	SLE RA 2	-0.16871	-0.50614	SLE RA 2	0.26116
SLD 13	-0.11867	-0.35601	SLE RA 2	-0.1744	-0.5232	SLE RA 2	0.2044
SLD 13	-0.11887	-0.35662	SLE RA 2	-0.17308	-0.51924	SLE RA 2	0.22766
SLD 1	-0.11599	-0.34797	SLE RA 2	-0.1705	-0.5115	SLE RA 2	0.22583
SLD 1	-0.11548	-0.34643	SLE RA 2	-0.17155	-0.51464	SLE RA 2	0.20274
SLD 13	-0.12589	-0.37768	SLE RA 2	-0.18563	-0.55688	SLE RA 2	0.18233
SLD 9	-0.12596	-0.37788	SLE RA 2	-0.18514	-0.55542	SLE RA 2	0.21705
SLE RA 1	-0.12591	-0.37774	SLE RA 2	-0.18437	-0.5531	SLE RA 2	0.23617
SLE RA 1	-0.12536	-0.37607	SLE RA 2	-0.18395	-0.55186	SLE RA 2	0.25319
SLE RA 1	-0.12494	-0.37481	SLE RA 2	-0.18371	-0.55112	SLE RA 2	0.26153
SLE RA 1	-0.12455	-0.37366	SLE RA 2	-0.18343	-0.55028	SLE RA 2	0.26385
SLE RA 1	-0.12418	-0.37253	SLE RA 2	-0.18304	-0.54911	SLE RA 2	0.26093
SLE RA 1	-0.12384	-0.37151	SLE RA 2	-0.18261	-0.54783	SLE RA 2	0.25207
SLE RA 1	-0.12362	-0.37086	SLE RA 2	-0.18235	-0.54704	SLE RA 2	0.23468
SLD 5	-0.1228	-0.36841	SLE RA 2	-0.18244	-0.54732	SLE RA 2	0.21529
SLD 1	-0.12242	-0.36725	SLE RA 2	-0.18264	-0.54791	SLE RA 2	0.18092
SLD 9	-0.12883	-0.3865	SLE RA 2	-0.19147	-0.5744	SLE RA 2	0.15975
SLD 9	-0.12898	-0.38694	SLE RA 2	-0.19122	-0.57365	SLE RA 2	0.184
SLD 9	-0.12977	-0.38932	SLE RA 2	-0.19156	-0.57469	SLE RA 2	0.21474
SLE RA 1	-0.13059	-0.39176	SLE RA 2	-0.19259	-0.57777	SLE RA 2	0.2296
SLE RA 1	-0.13075	-0.39225	SLE RA 2	-0.19341	-0.58024	SLE RA 2	0.23709
SLE RA 1	-0.13057	-0.39171	SLE RA 2	-0.19351	-0.58054	SLE RA 2	0.23924
SLE RA 1	-0.12997	-0.38992	SLE RA 2	-0.19274	-0.57821	SLE RA 2	0.23658
SLE RA 1	-0.12903	-0.3871	SLE RA 2	-0.19123	-0.57368	SLE RA 2	0.22865
SLD 5	-0.12732	-0.38196	SLE RA 2	-0.1895	-0.56851	SLE RA 2	0.21346
SLD 5	-0.12573	-0.37718	SLE RA 2	-0.18847	-0.56541	SLE RA 2	0.18268
SLD 5	-0.12524	-0.37571	SLE RA 2	-0.18842	-0.56527	SLE RA 2	0.15864