

REGIONE LOMBARDIA

PROVINCIA DI BRESCIA

COMUNE DI TEMU'

FLY EMOTION ADAMELLO

Rifugio Roccolo Ventura, Villa D'Alegno - TEMU' (BS)

Adamello

PROGETTO FUNIVIARIO

Ricalcolo fune di segnalazione tratta 1

COMMITTENTE
Società Impianti Turistici - S.I.T. s.p.a.

PROGETTISTA
Dott. Ing. Mauro Dandrea
Albo Ingegneri di Belluno n.719

Codice doc.

Pratica

Subcommessa

Data

V01

1273

VAR-01

Marzo 2017

PROT. FILE:

1273-VAR-01-V01-03

REV.: modifica segnalazione

Indice

1	Descrizione dell'opera	3
2	Parametri di progetto	5
	2.1 Azioni considerate	5
3	Coordinate dei punti	6
	3.1 Quote	6
	3.2 Franchi	7
4	Segnaletica 1 Rifugio Roccolo Ventura - Villa D'Alegno	7
	4.1 Dati campata	7
	4.2 Dati fune	7
	4.3 Azioni	8
5	Note e allegati	12

CALCOLO DI LINEA

1 Descrizione dell'opera

SIT s.p.a. e Redfeather Ventures Ltd. intendono realizzare in collaborazione un impianto di "aerofune". Si tratta di una zip line innovativa, basata su lunghe campate (1 – 2km) in cui gli utenti "volano" da un capo all'altro di una fune di acciaio, per gravità.

L'impianto in questione sarà costituito da due tratte: la prima con partenza vicino al Rifugio Roccolo Ventura ed arrivo a Villa D'Alegno, in zona parcheggio, la seconda con partenza da Villa D'Alegno (nello stesso punto di sbarco della tratta 1) ed arrivo a monte del nuovo campo scuola sci, vicino alla partenza della seggiovia Temù – Roccolo Ventura.

Il progetto originale è stato integrato da una variante proposta nell'ottobre 2016, dove si prevede di spostare la fune di segnalazione del primo tratto portandola sullo stesso tracciato alzata di quota a monte.

La presente relazione si aggiunge alla precedente e si propone di verificare la nuova configurazione delle fune segnaletica nel primo tratto e la sua sovrapposizione con la portante.

1.0.1 14.1.5 Azioni.

14.1.5.2 Ad eccezione della determinazione della pressione del vento agli effetti del calcolo delle opere civili, di cui al successivo capitolo 15, per la pressione dinamica si applicano i valori minimi seguenti, salvo casi particolari dove possono essere necessari valori maggiori: a) in esercizio: per il valore minimo della pressione dinamica si ipotizza $q = 0,25 \text{ kN/m}^2$; b) fuori esercizio: la forza del vento risultante sulle funi, sugli organi e sulle parti mobili dell'impianto che sostengono le funi, o sono sostenute dalle funi, è fissata nel valore minimo convenzionale di $1,2 \text{ kN/m}^2$;

14.1.5.3.2 Quando lo strato di ghiaccio non può essere rimosso tempestivamente muovendo o percorrendo le funi o in altro modo, si ipotizza un manicotto di ghiaccio con uno spessore di almeno 25 mm e con una massa unitaria di 600 kg/m^3 come valore nominale. L'azione del ghiaccio, qualora ricorra, è considerata separatamente per le condizioni di esercizio e fuori esercizio. Quando le condizioni climatiche del luogo di installazione lo richiedono, si devono ipotizzare spessori del ghiaccio maggiori o una massa volumica maggiore.

1.0.2 14.2 Calcoli giustificativi delle funi.

14.2.1.3 L'effetto della temperatura in conformità al punto 14.2.1.2f) è di norma considerato per una differenza di temperatura di almeno 60°C , con indicazione dei limiti di temperatura effettivi. Sono possibili scostamenti da questo valore, quando sono motivati dalle condizioni climatiche nel luogo di installazione. Se è presente un dispositivo di regolazione della tensione delle funi o della corsa di tensionamento, in conformità al capitolo 6, è sufficiente considerare una differenza di temperatura di 30°C

14.2.2 Azioni per il calcolo di linea e la verifica delle funi.

14.2.2.4 Azioni dovute alle condizioni climatiche. a) Per la deviazione delle funi in conseguenza del vento trasversale si rimanda ai punti 14.10 e 3.2.2. b) Per il calcolo di

linea e delle funi si ipotizzano azioni contemporanee dovute al vento e al ghiaccio nei casi seguenti. 1) In esercizio: - si ipotizzano pressioni dinamiche del vento in conformità al punto 14.1.5.2 il carico dovuto al ghiaccio è pari a 0,4 volte il valore in conformità al punto 14.1.5.3.2 e con le modalità e le circostanze ivi previste; - si ipotizza il carico dovuto al ghiaccio in conformità al punto 14.1.5.3.2; le pressioni dinamiche del vento sono pari a 0,8 volte i valori in conformità al punto 14.1.5.2 e con le modalità e le circostanze ivi previste. 2) Fuori esercizio: - si ipotizzano pressioni dinamiche del vento in conformità al punto 14.1.5.2; il carico dovuto al ghiaccio è pari a 0,4 volte il valore in conformità al punto 14.1.5.3.2; - si ipotizza il carico dovuto al ghiaccio, in conformità al punto 14.1.5.3.2; le pressioni dinamiche del vento sono pari a 0,6 volte i valori in conformità al punto 14.1.5.2.

In entrambi i casi "fuori esercizio", il valore del vento ipotizzato in conformità al punto 14.1.5.2 può essere ridotto del fattore 0,65. Nel caso di funi ancorate, all'azione dovuta al ghiaccio è associata l'azione derivante dalla temperatura, coerente con quella prevista per la formazione del ghiaccio, tenendo conto delle condizioni locali.

14.4.1 Tensioni e frecce delle funi. Il calcolo è effettuato considerando i carichi più sfavorevoli, le posizioni del carico, gli attriti della fune nuda e anche gli attriti della fune con veicoli carichi considerati come carichi concentrati. Per le funi portanti con ancoraggio fisso, nel calcolo si considerano anche l'effetto della temperatura, in conformità al punto 14.2.1.3, e le azioni del vento e del ghiaccio, in conformità al punto 14.2.2.4.

14.4.2 Grado di sicurezza. Il grado di sicurezza nelle normali condizioni d'esercizio non è inferiore al valore di 3,15. Considerando l'azione del freno sul veicolo, il grado di sicurezza non è inferiore al valore di 2,70. Considerando le azioni del vento e/o del ghiaccio fuori esercizio, in conformità al punto 14.2.2.4, il grado di sicurezza non è inferiore al valore di 2,25.

14.10 Funi dei circuiti di linea o portanti i conduttori di tali circuiti, funi di ancoraggio e simili. **14.10.1** Profilo limite Tensioni e frecce delle funi per il profilo limite sono calcolate considerando i carichi più sfavorevoli. In tale ambito si devono sovrapporre le azioni del vento e del ghiaccio come segue. a) Qualora si assumano le azioni del vento in conformità al punto 14.1.5.2 e gli spostamenti in conformità al capitolo 3, il carico del ghiaccio di cui al punto 14.1.5.3.2 può essere ridotto: - in esercizio, a 0,4 volte il valore, ottenuto riducendo opportunamente lo spessore del manicotto; - fuori esercizio, a 0,2 volte il valore, ottenuto riducendo opportunamente lo spessore del manicotto. b) Qualora si assuma il carico del ghiaccio, in conformità al punto 14.1.5.3.2, l'azione del vento può essere ridotta: - in esercizio, a un valore pari a 0,4 volte la pressione dinamica, in conformità al punto 3.2.2.2; - fuori esercizio, a un valore pari a 0,2 volte la pressione dinamica, in conformità al punto 14.1.5.2. Il profilo limite che queste funi possono assumere è esaminato sia per la condizione di carico "in esercizio", sia per la condizione di carico "fuori esercizio". L'oscillazione delle funi parallele (anche se parallele rispetto ad altre funi dell'impianto) è esaminata analogamente alla determinazione dell'intervista, in conformità al punto 3.3.4. Il profilo limite delle funi dei circuiti di linea o portanti i conduttori di tali circuiti, delle funi di ancoraggio e simili, non interferisce con il profilo limite dell'impianto a fune di cui al punto 3.2. **14.10.2** Grado di sicurezza. Il grado di sicurezza non è inferiore ai valori seguenti. a) In esercizio: - senza considerare le azioni del ghiaccio: 3,0; - considerando le azioni del ghiaccio: 2,5; b) Fuori esercizio, considerando il punto 14.2.2.4: 2,0;

14.15.2.1 Il progettista generale presenta: il calcolo di linea; la determinazione delle

tensioni delle funi, delle inclinazioni delle funi e delle forze di appoggio dei supporti, del rapporto del carico trasversale sulla linea e, in corrispondenza dei supporti, della sagoma limite; il calcolo delle frecce, della corsa dei contrappesi o di altro dispositivo di tensionamento, della massima potenza motrice e della necessaria forza frenante, nonché la verifica dell'aderenza.

2 Parametri di progetto

Tabella 1: Parametri

Parametri di progetto		
Temperatura ambientale minima	°C	-25
Temperatura ambientale massima	°C	+40
Escursione termica	°C	65
Coefficiente sicurezza in esercizio		3.15
Coefficiente sicurezza fuori esercizio		2.25
Coefficiente sicurezza segnalazione in esercizio		2.5 o 3.0
Coefficiente sicurezza segnalazione fuori esercizio		2.00

2.1 Azioni considerate

2.1.1 In esercizio

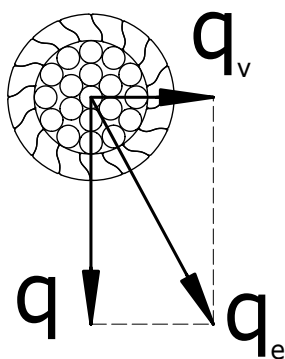


Figura 1: Azione equivalente sulla fune

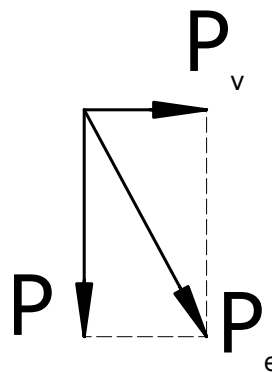


Figura 2: Azione equivalente sul carrello

Dove la spinta unitaria del vento è assunta pari a $0.25 \frac{kN}{m^2}$ in esercizio e $1.2 \frac{kN}{m^2}$ per le condizioni fuori esercizio conformemente al punto 14.1.5.2 del Decreto, mentre il peso specifico del manicotto di ghiaccio è assunto pari a $600 \frac{kg}{m^3}$ con uno spessore di 25 mm, conformemente al punto 14.1.5.3.2 del Decreto.

Tabella 2: Significato simboli

Peso unitario della fune	q
Spinta unitaria del vento	q_v
Azione equivalente	q_e
Peso del carrello carico	P
Spinta del vento sul carrello	P_v
Azione equivalente sul carico	P_e

2.1.2 Fuori esercizio

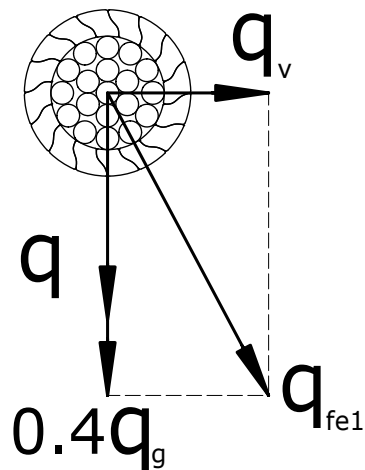


Figura 3: Condizione 1

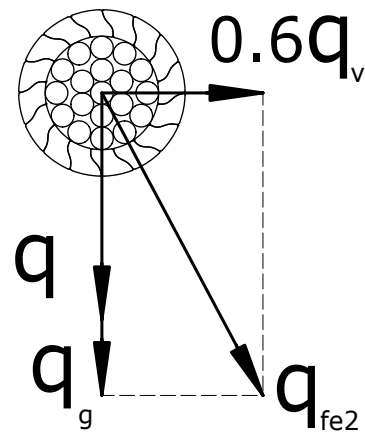


Figura 4: Condizione 2

Tabella 3: Significato simboli

Peso unitario della fune	q
Spinta unitaria del vento	q_v
Peso unitario manicotto di ghiaccio	q_g
Azione equivalente	q_{fe}

3 Coordinate dei punti

3.1 Quote

Dati forniti da S.I.T.

Point Number	Full Description	Point Elevation
4	Ancoraggio Tratta 1 - Villa	1358.00m
6	Stazione Partenza 1 - Rifugio RV	1724.00 m
7b	Ancoraggio Segnaletica 1 - Rif. RV	1725.50 m
8b	Ancoraggio Segnaletica 1 - Villa	1358.00 m

3.2 Franchi

Funne	Progressiva [m]	Franco [m]
Portante 1	545	229
Portante 2	749	78
Segnaletica 1	607	247
Segnaletica 2	957	99

4 Segnaletica 1 Rifugio Roccolo Ventura - Villa D'Alegno

4.1 Dati campata

Tabella 4: Dati Campata segnaletica 1

Valle		Monte		Campata		
Prog. X_a (m)	Quota Y_a (m)	Prog. X_b (m)	Quota Y_b (m)	Lung. orizz. l (m)	Dislivello Δh (m)	Lung. Incl. L (m)
10	1358.00	1971	1725.5	1961	367.5	1995.14

4.2 Dati fune

Tabella 5: Dati fune segnaletica 1

Dati fune segnaletica 1				
Diametro D (mm)	Sezione S (mm^2)	Peso unitario q ($\frac{kg}{m}$)	Carico rottura C_{rott} (kN)	Tiro valle T_a (kN)
25	388	3.45	700	270

Il tiro a valle T_a è rapportato alla condizione di maggior tiro (-25°C).

4.3 Azioni

Calcolate per le funi di segnalazione.

4.3.1 In esercizio

Con il significato dei simboli descritto al punto 2.1.2:

$$q_v = 25 \times 25 \times 10^{-3} = 0.63 \frac{kg}{m}$$

$$q_e = \sqrt{(q^2 + q_v^2)} = 3.51 \frac{kg}{m}$$

4.3.2 Fuori esercizio

Con il significato dei simboli descritto al punto 2.1.2:

$$q_g = \pi \times 600 \frac{(25 + 2 \times 25)^2 - 25^2}{4 \times 10^6} = 2.35 \frac{kg}{m}$$

$$q_{v1} = 120 \times (25 + 2 \times 9.15) \times 10^{-3} = 5.20 \frac{kg}{m}$$

Con il manicotto ridotto a 0.2.

$$q_{fe1} = \sqrt{((q + 0.2 \times q_g)^2 + q_{v1}^2)} = 6.51 \frac{kg}{m}$$

$$q_{v2} = 120 \times (25 + 2 \times 25) \times 10^{-3} = 9.00 \frac{kg}{m}$$

$$q_{fe2} = \sqrt{((q + q_g)^2 + (0.2 \times q_{v2})^2)} = 6.01 \frac{kg}{m}$$

$$q_{fe} = \max(q_{fe1}, q_{fe2}) = 6.51 \frac{kg}{m}$$

4.3.3 In esercizio -25 °C, vento senza ghiaccio

Metodi di calcolo : configurazioni fune a CATENARIA

Num.campata : 1 salto termico: 0
 Lunghezza orizzontale : 1961.00 dislivello: 367.50

Tensione in campata a valle (daN): 22000
 Tensione in campata a monte (daN): 23288
 Freccia campata (m): 78.16

CALCOLO CAMPATA

Campata	T.valle	T.monte	Svil.	Frecc.	a(v)	a(m)
N.SOST	(daN)	(daN)	(m)	(m)	gradi	gradi
SV-SM	22000	23288	2002.93	78.16	0.33	19.21

4.3.4 In esercizio +20 °C

Metodi di calcolo : configurazioni fune a CATENARIA

Num.campata : 1 salto termico: 45
 Lunghezza orizzontale : 1961.00 dislivello: 367.50

Tensione in campata a valle (daN): 21271
 Tensione in campata a monte (daN): 22560
 Freccia campata (m): 80.84

CALCOLO CAMPATA

Campata	T.valle	T.monte	Svil.	Frecc.	a(v)	a(m)
N.SOST	(daN)	(daN)	(m)	(m)	gradi	gradi
SV-SM	21271	22560	2003.48	72.29	1.34	21.90

4.3.5 In esercizio +40 °C, con vento

Metodi di calcolo : configurazioni fune a CATENARIA

Num.campata : 1 salto termico: 65
 Lunghezza orizzontale : 1961.00 dislivello: 367.50

Tensione in campata a valle (daN): 20876
 Tensione in campata a monte (daN): 22164
 Freccia campata (m): 82.37

CALCOLO CAMPATA

Campata	T.valle	T.monte	Svil.	Frecc.	a(v)	a(m)
N.SOST	(daN)	(daN)	(m)	(m)	gradi	gradi
SV-SM	20876	22164	2003.80	82.37	-1.60	19.66

4.3.6 Controverifica manuale

Si esegue la verifica manuale dei risultati con il metodo approssimato della parabola:

$$f_{max} = \frac{q_e \times L \times l}{8 \times T} = \frac{3.51 \times 1961.0 \times 1995.14}{8 \times 22000} = 78.02$$

$$T_m = T + q_e \times \Delta h = 22000 + 3.51 \times 367.5 = 23290 \text{ daN}$$

Il risultato è compatibile, 68.80 m con il calcolo utilizzando la catenaria.

4.3.7 Fuori esercizio -25 °C, ghiaccio e vento

Metodi di calcolo : configurazioni fune a CATENARIA

Num.campata : 1 salto termico: 0
 Lunghezza orizzontale : 1961.00 dislivello: 367.50

Tensione in campata a valle (daN): 31095
 Tensione in campata a monte (daN): 33484
 Freccia campata (m): 104.02

CALCOLO CAMPATA

Campata	T.valle	T.monte	Svil.	Frecc.	a(v)	a(m)
N.SOST	(daN)	(daN)	(m)	(m)	gradi	gradi
SV-SM	30699	33088	2008.99	104.02	-5.08	21.95

4.3.8 Fuori esercizio -25 °C, senza ghiaccio e vento

Metodi di calcolo : configurazioni fune a CATENARIA

Num.campata : 1 salto termico: 0
 Lunghezza orizzontale : 1961.00 dislivello: 367.50

Tensione in campata a valle (daN): 22000
 Tensione in campata a monte (daN): 23266
 Freccia campata (m): 76.83

CALCOLO CAMPATA

Campata	T.valle	T.monte	Svil.	Frecc.	a(v)	a(m)
N.SOST	(daN)	(daN)	(m)	(m)	gradi	gradi
SV-SM	22000	23266	2002.66	76.83	0.49	19.07

4.3.9 Fuori esercizio +40 °C

Metodi di calcolo : configurazioni fune a CATENARIA

Num.campata : 1 salto termico: 65
 Lunghezza orizzontale : 1961.00 dislivello: 367.50

Tensione in campata a valle (daN): 20607
 Tensione in campata a monte (daN): 21873
 Freccia campata (m): 80.77

CALCOLO CAMPATA

Campata	T.valle	T.monte	Svil.	Frecc.	a(v)	a(m)
N.SOST	(daN)	(daN)	(m)	(m)	gradi	gradi
SV-SM	20607	21873	2003.48	80.77	-0.13	19.39

4.3.10 Coefficiente di sicurezza

in esercizio

$$k_e = \frac{C_{rott}}{T_{max}} = \frac{70000}{23288} = 3.01 > 3.00$$

fuori esercizio

$$k_{fe} = \frac{C_{rott}}{T_{max}} = \frac{70000}{33088} = 2.11 > 2.00$$

La fune sopporta il carico combinato.

4.3.11 *Tabella di tesatura*

Tesatura			
Temperatura ambiente		Tiro di posa	
-25	°C	21000	daN
-20	°C	20788	daN
-15	°C	20576	daN
-10	°C	20364	daN
-5	°C	20153	daN
0	°C	19941	daN
5	°C	19729	daN
10	°C	19517	daN
15	°C	19305	daN
20	°C	19093	daN
25	°C	18882	daN
30	°C	18670	daN
35	°C	18458	daN
40	°C	18246	daN

La validità dei calcoli è legata alla corretta tesatura in fase di posa.

5 Note e allegati

I calcoli effettuati si basano sui dati topografici contenuti nel file autocad

- RFV_FlyEmotionAdamello_4.2_Tracciati_20160310(ACAD2010).dwg

messo a disposizione dal committente, oltre alle tavole di aggiornamento dell'ottobre 2016 a firma dell'arch. Beltracchi Giancarlo:

- ALLEGATO_01-sovrapp-foto-aerea agg-ottobre-2016.jpg
- ALLEGATO_02-volovia-sovrapp-PGT agg-ottobre-2016.pdf
- TAV_A-01_1-1_PLANIMANIFESTO agg-ottobre-2016.pdf
- TAV_A-01_1-2_CTR agg-ottobre-2016.pdf
- TAV_A-02_1-1_SEZ-Roccolo_Villa agg-ottobre-2016.pdf
- TAV_A-03_1-1_SEZ-Villa_Temù agg-ottobre-2016.pdf
- TAV_P-04_1-1_Roccolo_Partenza agg-ottobre-2016.pdf
- TAV_P-05_1-1_Villa_Arrivo agg-ottobre-2016.pdf
- TAV_P-06_1-1_Villa_Partenza.pdf
- TAV_P-07_1-1_Temù_Arrivo agg-ottobre-2016.pdf
- TAV_P-08 Stazione Roccolo.pdf
- TAV_P-09 Stazione Villa.pdf
- TAV_P-10 Stazione Temù.pdf

i documenti che compongono il presente calcolo sono:

i documenti del primo progetto, prodotto nel maggio 2016:

- Attraversamenti Portante 2.pdf
- Attraversamenti Port. Signal. 1.pdf
- Attraversamenti Segnaletica 2.pdf
- Ostacoli volo funi.pdf
- Profilo fune portante 1.pdf
- Profilo fune portante 2.pdf
- Profilo fune segnaletica 1.pdf
- Profilo fune segnaletica 2.pdf
- Relazione.pdf

la presente integrazione marzo 2017:

- RelazioneSegnaletica1.pdf
- Profilo portante e segnaletica 1