

REGIONE DEL VENETO

PROVINCIA DI BELLUNO

COMUNE DI LIVINALLONGO DEL COL DI LANA

COMMITTENTE: PORDOI S.P.A.



LEGGE REGIONALE n.21/2008

Realizzazione di una cabinovia a dieci posti A.A.

“VAUZ - PORDOI”

(1854,55 – 2234,20)

in Comune di Livinallongo del Col di Lana (BL)

RELAZIONE TECNICA FUNIVIARIA E ATTRAVERSAMENTI

Tecnico progettista

Committente

PROGETTAZIONE E CONSULENZE

*Studio Tecnico MONTECNO - Bolzano
Studio DE CESERO – Dott.Lodovico De Cesero
ALPIGEO - Geol. Dario Barazzuol - Feltre*

ALLEGATO

5

Livinallongo

Maggio 2016

INDICE DEL FASCICOLO

PREMESSA.....	2
DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....	4
CARATTERISTICHE TECNICHE PRINCIPALI.....	5
SOLUZIONI COSTRUTTIVE.....	6
STAZIONE DI VALLE.....	8
STAZIONE DI MONTE.....	8
MAGAZZINO DI RICOVERO DEI VEICOLI.....	9
TRACCIATO E PROFILO DELLA LINEA.....	10
ATTRAVERSAMENTI.....	10
STAZIONE MOTRICE – ARGANO MOTORE.....	11
DISPOSITIVO DI TENSIONAMENTO IDRAULICO.....	13
STRUTTURE DELLE STAZIONI.....	13
SOSTEGNI DI LINEA.....	14
RULLI E RULLIERE.....	14
VEICOLO – CABINA A 10 POSTI.....	15
MORSE.....	16
APPARECCHIATURA ELETTRICA.....	17
COLLEGAMENTO TRA LE STAZIONI.....	17
TRATTO ORIZZONTALE DAVANTI ALLA STAZIONE DI MONTE.....	17
ALTEZZE DAL SUOLO IN LINEA.....	18
FUNE PORTANTE - TRAENTE.....	18
COEFFICIENTE DI ATTRITO FUNE SULLA PULEGGIA MOTRICE (ADERENZA).....	19
FRANCHI.....	20
DESCRIZIONE DEL CALCOLO DELLA LINEA.....	21
TABULATI DEL CALCOLO DELLA LINEA.....	31

PREMESSA

Da parte della Società Concessionaria "Pordoi S.p.A." che gestisce gli impianti di risalita siti sul versante bellunese del Passo Pordoi è in programma di migliorare l'offerta turistica invernale da destinare agli sciatori nonché quella estiva per il trasporto di biciclette e di pedoni.

In tale ottica viene prevista la costruzione, in sostituzione dell'esistente seggiovia quadriposto ad ammortamento automatico denominata "Vauz - Pordoi", di una moderna e funzionale cabinovia a 10 posti ad ammortamento automatico.

Potenzialità di trasporto

Per la nuova cabinovia a 10 posti ad ammortamento automatico "Vauz - Pordoi" viene prevista una portata massima di 3200 P/h ottenuta con 81 cabine alla velocità di 6.0 m/sec: pertanto l'impianto verrà dimensionato per questa portata oraria.

Viene però previsto un periodo iniziale a portata limitata a 2800 P/h ottenuta utilizzando un minor numero di cabine pari a 71.

La portata dell'attuale linea seggioviaria "Vauz - Pordoi" risulta di 2400 P/h.

Nelle pagine seguenti vengono proposte le caratteristiche tecniche dell'impianto.

Opere accessorie:

Con la costruzione della cabinovia "Vauz - Pordoi" sono previste anche le seguenti nuove opere accessorie:

Stazione di monte

- A fianco della stazione e guardando da valle verso monte, sulla destra rispetto all'asse dell'impianto, viene prevista la cabina di comando con annessi i locali tecnici per l'alloggiamento delle apparecchiature elettriche di azionamento e controllo.

Stazione di valle

- Modifica con allungamento e allargamento dell'attuale magazzino seggiole, situato a fianco del piano di stazione e parzialmente interrato, da destinare al ricovero delle cabine. Lateralmente alla stazione è prevista la cabina di controllo per il personale e per l'alloggiamento delle apparecchiature elettriche di sicurezza mentre posteriormente ci sarà un locale da destinare a cassa e a controllo degli skipass.

Tempi di realizzazione:

La costruzione dell'impianto in oggetto è programmata nel corso dell'estate-autunno 2017 con completamento dei lavori e del collaudo finale entro il mese di ottobre dello stesso anno, in maniera tale da garantire la sua entrata in servizio per la stagione invernale 2017/18 e, dunque, prima della scadenza della revisione generale dell'attuale seggiovia fissata per il 2018.

Chiaramente con la costruzione della nuova cabinovia è previsto lo smontaggio e la dismissione dell'esistente seggiovia.

Modalità di esercizio

Si prevede l'esercizio invernale alla velocità massima di 6.0 m/sec per il trasporto in salita di sciatori.

In caso di chiusura temporanea della pista di discesa "Arabba" causa il pericolo di valanghe viene garantito il trasporto in discesa degli sciatori con portata di 1600 P/h.

Stante l'evolversi del turismo nei mesi estivi, in particolare quello del giro dei quattro passi con le biciclette, è programmata anche l'apertura durante questo periodo con portata oraria sicuramente ridotta rispetto a quella invernale.

DESCRIZIONE DEL PROGETTO

La nuova cabinovia a 10 posti ad ammortamento automatico "VAUZ - PORDOI" si svilupperà su di un tracciato leggermente divergente rispetto a quello dell'omonima seggiovia mantenendo però praticamente la stessa posizione per la stazione di partenza a valle e spostando leggermente più a monte la stazione di arrivo rispetto a quella dell'attuale seggiovia.

Come già detto, è prevista la costruzione di un impianto di tipo moderno, ad ammortamento automatico, con portata massima di 3200 P/h, che offre ai viaggiatori comode e agevoli fasi di imbarco e di sbarco. Ciò in seguito alla bassa velocità di traslazione dei veicoli nelle stazioni ed alla elevata velocità di esercizio in linea che riduce il tempo di viaggio.

Le cabine, spaziose e luminose, offrono un elevato confort di viaggio agli sciatori.

Particolari attenzioni sono state poste nello studio dell'inserimento delle stazioni e nella razionalizzazione dei flussi di movimento dei viaggiatori.

La stazione motrice sarà a monte mentre la stazione di rinvio e tensione sarà a valle. La stazione di monte avrà la copertura integrale ad altezza d'uomo, a protezione completa dei meccanismi e dell'organo motore: Anche la stazione di valle avrà la copertura alta, ad altezza d'uomo.

Il magazzino adibito a ricovero di tutte le cabine sarà realizzato alla stazione di valle, utilizzando e modificando l'attuale magazzino seggiole della seggiovia.

Il funzionamento dei meccanismi di movimentazione delle cabine all'interno del magazzino sarà ad anello e del tipo "automatico".

Al termine del normale esercizio invernale ed estivo, per cautelarsi dal vento, si prevede di immagazzinare i veicoli lasciando così la linea con le sole funi (funi nude).

Chiaramente analoga condizione di funi nude si verificherà nei periodi di fuori esercizio stagionale

CARATTERISTICHE TECNICHE PRINCIPALI

• ubicazione della stazione motrice		a monte	
• ubicazione stazione di rinvio e tensione + magazzino		a valle	
• senso di marcia		antiorario	
• lunghezza orizzontale fra gli ingressi di stazione	m	2223.60	
• dislivello fra gli ingressi di stazione	m	378.97	
• lunghezza sviluppata della linea	m	2265.35	
• pendenza media fra le stazioni	%	17.00	
• pendenza massima della fune	%	55.2	
• capienza di ciascun veicolo	n°	10	
• intervallo nelle partenze	s	12.86	(11.25)
• potenzialità massima di trasporto	P/h	2800	(3200)
• velocità massima di esercizio	m/s	6.0	
• equidistanza fra i veicoli in linea	m	77.14	(67.50)
• tempo di percorrenza fra gli ingressi stazione		6'17"	
• numero max veicoli in linea per ramo	n°	30	(34)
• numero totale dei veicoli	n°	71	(82)
• diametro della fune portante traente	mm	52	
• massa lineare della fune	kg/m	10.80	
• massa del veicolo vuoto	kg	870	
• massa del veicolo carico	kg	1670	
• azione del dispositivo di tensione idraulico	kN	580	
• velocità max fune con azionamento principale	m/s	6.0	
• velocità max fune con azionamento di riserva	m/s	3.0	
• velocità max fune con azionamento di recupero	m/s	1.05	
• potenza teorica di calcolo a regime	kW	586	(639)
• potenza teorica di calcolo in avviamento	kW	848	(911)
• potenza del motore elettrico principale (3 Leitdrive)	kW	882	
• potenza del motore diesel di recupero	kW	315	
• intervista in linea e nelle stazioni	m	6.10	
• numero complessivo dei sostegni	n°	14	
• numero dei sostegni di appoggio	n°	12	
• numero dei sostegni a doppio effetto	n°	/	
• numero dei sostegni di ritenuta	n°	2	
• numero complessivo dei rulli (138+138)	n°	258	

conduttori di linea

cavi interrati

N.B.: tra parentesi viene indicata la portata massima per 3200 P/h

SOLUZIONI COSTRUTTIVE

E' in programma l'installazione di un impianto moderno, le stazioni hanno ingombri legati alle esigenze di portata e agli spazi necessari per la copertura dei meccanismi e dell'organo motore.

L'impianto è costituito da una cabinovia monofune ad ammorsamento automatico nella quale i veicoli vengono ammorsati automaticamente ad una fune portante - traente, chiusa ad anello mediante impalmatura e dotata di moto continuo unidirezionale.

L'impianto comprende le seguenti stazioni:

- una stazione motrice a monte, con l'organo motore installato al di sopra del piano di imbarco, racchiuso all'interno dei meccanismi di stazione e montato su di una slitta per recuperare gli allungamenti fune.

- una stazione di rinvio e tensione a valle con la puleggia montata su di un carro scorrevole collegato a cilindri idraulici di tensionamento e con i meccanismi pressoché uguali a quelli di monte.

Per entrambe le stazioni i meccanismi di stazione saranno sostenuti da una stele posteriore, in calcestruzzo armato, che sopporterà anche il tiro delle funi e da un pilastro anteriore in carpenteria metallica.

La parte superiore di entrambe le stazioni sarà realizzata con struttura metallica, ad altezza d'uomo, ricoperta con pannelli in alluminio preverniciato e costituirà una adeguata protezione dagli agenti atmosferici per il macchinario e per i meccanismi di stazione.

In linea verranno installati i sostegni che sono del tipo a fusto centrale rastremati di sezione poligonale o circolare.

Materiali

I materiali e i colori i colori previsti sono i seguenti:

- il materiale mobile e superiore di linea (traverse, rulliere, scalette ecc.) sarà zincato per una adeguata protezione nel tempo.

- i fusti dei sostegni di linea, di forma piramidale a sezione poligonale o circolare, saranno anch'essi zincati così da risultare anche non particolarmente visibili.
- la stele posteriore delle stazioni sarà di colore grigio del cemento (cemento faccia a vista gettato in cassaforma metallica prefabbricata).
- il pilastro anteriore delle stazioni sarà zincato in analogia ai sostegni di linea.
- i rivestimenti e le coperture delle stazioni saranno realizzati con pannelli in alluminio preverniciato di colore verde RAL 6021 e/o 6001, in analogia alla vicina stazione di partenza della seggiovia esaposto "Vauz – La Viza".
- il binario di collegamento della stazione di valle con il magazzino ricovero cabine sarà coperto e rivestito con una serie di pannelli in alluminio preverniciato di colore verde RAL 6021 e/o 6001 uguale a quello della vicina stazione.
- i muri delle cabine di comando e del magazzino di ricovero delle cabine saranno rivestiti con listelli di legno, in analogia alla vicina stazione di partenza della seggiovia esaposto "Vauz – La Viza".

STAZIONE DI VALLE

La stazione di valle è prevista nella stessa posizione oggi occupata dalla stazione di partenza della esistente seggiovia quadriposto "Vauz - Pordoi".

Data la conformazione del sito e per garantire la movimentazione degli sciatori è necessario installare la cabina di comando di lato rispetto alla stazione.

Verrà parzialmente riutilizzato il magazzino esistente che sarà opportunamente ingrandito e alzato: il magazzino sarà sempre sul lato sinistro, disposto lateralmente rispetto alla stazione, così da garantire un semplice ed immediato ricovero delle cabine; esso sarà parzialmente interrato nel pendio.

La stazione è di rinvio e tensione sarà con copertura ad altezza d'uomo dei meccanismi di stazione così da rendere agevoli le operazioni di manutenzione e controllo.

Il dispositivo di tensione della fune portante - traente sarà del tipo idraulico costituito da una slitta di tensione collegato a cilindri idraulici; questi ultimi saranno fissati tramite giunti sferici al telaio del carrello e alla trave principale longitudinale della struttura di stazione.

Opportuni finecorsa segnaleranno le posizioni estreme sia dei cilindri idraulici che della slitta di tensione.

Per la sistemazione della stazione di valle non vengono previsti rilevanti movimenti di terra ma solo adattamenti dato che il terreno è già conformato per favorire l'ingresso degli sciatori.

STAZIONE DI MONTE

La stazione a monte è prevista leggermente più in quota e leggermente traslata rispetto alla posizione dell'esistente stazione di arrivo dell'omonima seggiovia. La prima parte del tracciato della linea della nuova cabinovia interessa una zona boschiva mentre la rimanente parte si sviluppa su pendii radi e prati d'alta quota privi di vegetazione di alto fusto.

I locali accessori all'impianto sono ubicati in relazione alla loro funzionalità:

- la cabina di comando con le apparecchiature elettriche di controllo e gestione è prevista sul lato destro guardando monte e posta a fianco della zona di uscita degli sciatori.

La stazione sarà costituita essenzialmente da un rigido telaio in carpenteria metallica, sopportante l'organo motore e i gruppi di sincronizzazione con relative passerelle di controllo e manutenzione, il carrello per recuperare gli allungamenti della fune, le rotaie del giro stazione, e tutta la copertura e i rivestimenti in pannelli di alluminio preverniciato.

La struttura sarà sopportata da una stele posteriore in c.a. alla quale sarà ancorata mediante tirafondi e da

un pilastro anteriore in carpenteria metallica. Questa disposizione permette di avere spazi laterali liberi da ostacoli e rende quindi più agevole e sicura la movimentazione dei viaggiatori.

MAGAZZINO DI RICOVERO DEI VEICOLI

I veicoli saranno ricoverati nel magazzino previsto lateralmente e sul lato sinistro della stazione di rinvio e tensione a valle.

Il magazzino sarà costituito dall'esistente fabbricato in calcestruzzo armato di ricovero delle seggiole che sarà adeguatamente allargato, allungato e alzato per poter ricoverare le cabine.

Le rotaie per il ricovero dei veicoli saranno sostenute da profilati metallici fissati al solaio in c.a. di copertura del magazzino; esse saranno disposte nella soluzione ad anello continuo con i gruppi meccanici di movimentazione e di trasferimento da e verso i meccanismi di stazione.

La movimentazione delle cabine all'interno del magazzino sarà completamente automatica; ciò garantirà veloci e comode operazioni di immagazzinamento serale o di fine stagione delle cabine.

Il collegamento con il giro stazione sarà realizzato tramite una rotaia orizzontale provvista di appositi scambi e di una copertura simile a quella della stazione.

TRACCIATO E PROFILO DELLA LINEA

Come già detto viene solo leggermente traslato il tracciato che interessa l'attuale seggiovia "Vauz - Pordoi". La prima parte della linea si sviluppa in un rado bosco di conifere mentre la rimanente parte giace su di un pendio di prati d'alta quota praticamente privi di vegetazione.

Il tracciato è rettilineo e sufficientemente regolare, con una discreta pendenza longitudinale e, in alcuni tratti, con accentuate pendenze trasversali.

Solo nel tratto iniziale la linea della cabinovia sorvola la pista di discesa che scende verso Arabba per poi non più interessarla.

La distribuzione dei sostegni di linea è stata studiata al fine di ridurre il loro numero senza la necessità di utilizzare sostegni con rulliere a doppio effetto. L'andamento delle funi risulta regolare garantendo così un notevole comfort e silenziosità di viaggio particolarmente graditi e apprezzati dai viaggiatori. Alcuni sostegni, presumibilmente 3, potranno avere, in analogia alla situazione attuale, la base regolabile per poter così allineare la linea nel caso di scivolamenti del pendio.

Questo impianto effettuerà il trasporto di sciatori in salita e, in caso di necessità, anche trasporto di sciatori verso valle: pertanto, la distribuzione delle rulliere sarà uguale sui due rami di fune.

ATTRAVERSAMENTI

Per il momento non esistono attraversamenti con altri impianti a fune e, solo parzialmente, con tubazioni dell'impianto di neve programmata.

In campata 3 – 4 la linea della cabinovia, come già oggi avviene per la seggiovia, è interessata dal sovrappasso di una linea di media tensione: data la maggior altezza da terra delle cabine rispetto a quella delle seggiole, la linea di media tensione dovrà essere opportunamente regolarizzata. La regolarizzazione consisterà nell'interrare la linea di media tensione nel tratto interessato dal tracciato della nuova cabinovia così da eliminare qualsiasi interferenza tra la linea elettrica e la linea della cabinovia. Al riguardo si allega la documentazione fornita dall'Enel.

Nella campata 2-3 l'impianto sorvola il torrente Cordevole e in altre campate sorvola alcuni rii anonimi in corrispondenza delle seguenti progressive (vedere disegno MT-3649).

- Torrente Cordevole dalla progressiva 80.00 alla progressiva 106.00
- Rio anonimo A alla progressiva 305.30 m
- Rio anonimo B alla progressiva 932.10 m
- Rio anonimo C alla progressiva 1007.15 m
- Rio anonimo D alla progressiva 1097.60 m

- Rio anonimo E alla progressiva 1158.20 m
- Rio anonimo F alla progressiva 1237.20 m
- Rio anonimo G alla progressiva 1406.20 m
- Rio anonimo H alla progressiva 1585.00 m
- Rio anonimo I alla progressiva 1686.70 m
- Rio anonimo L alla progressiva 1862.90 m

L'attraversamento con lo scavo di linea dei suddetti corsi d'acqua percorrerà il versante seguendo l'andamento delle isoipse e l'attraversamento dei corsi d'acqua avverrà in direzione ortogonale al loro sviluppo.

In tutti gli attraversamenti il franco minimo tra il terreno e la porzione inferiore dei veicoli in corrispondenza degli attraversamenti è maggiore di 5 metri.

Lungo la prima parte del tracciato, data la coassialità delle linee dell'esistente seggiovia e della nuova cabinovia, dove possibile verranno riutilizzati per il passaggio dei cavi di collegamento tra le stazioni e tra i sostegni, i tubi presenti e posati all'atto di costruzione della seggiovia mentre lungo la seconda parte del tracciato, stante la crescente divergenza tra le due linee della seggiovia e della cabinovia, verranno interrati n. 3 nuovi tubi di diametro 63mm per consentire il passaggio dei cavi del circuito di sicurezza di linea e della fibra ottica di collegamento tra le stazioni di valle e di monte ad una profondità di circa 1.0 m sotto la quota dell'alveo dei diversi corsi d'acqua e successivamente verranno annegati in un getto di conglomerato cementizio di protezione, come illustrato nel disegno allegato MT-3649 (sezione tipo).

Per consentire il riutilizzo dei tubi esistenti dove possibile e per la bonifica dell'impianto esistente verranno rimossi i vecchi cavi.

Per il rinterro dello scavo sia della prima che della seconda parte del tracciato verrà utilizzato materiale scelto di cantiere. Lo strato superficiale del rinterro verrà eseguito utilizzando massi di adeguate dimensioni formando uno strato antierosione di protezione.

Durante l'esecuzione dei lavori non verrà modificato il naturale andamento dei corsi d'acqua attraversati.

Nessuna delle tubazioni interrate è adibita al trasporto d'acqua: pertanto non rappresentano un elemento di pericolo in caso di rottura o schiacciamento nei riguardi della stabilità idrogeologica dei suoli attraversati.

Per l'attraversamento con lo scavo di linea dei suddetti corsi d'acqua verrà chiesta autorizzazione agli Enti competenti.

Per quanto riguarda il sentiero di soccorso (che per legge deve percorrere tutta la linea della cabinovia) seguirà praticamente lo stesso tracciato di quello della seggiovia quadriposto Vauz - Pordoi esistente con una modesta traslazione nella parte medio - alta e verrà prolungato di circa 100 m per raggiungere la nuova stazione di monte della cabinovia in progetto.

Non si prevede la necessità di costruzione di ponti o passerelle.

In campata 4 – 5 la cabinovia sorvola un tratto di pendio interessato da potenziali scivolamenti nevosi: per tale motivo esiste un vomero deviatore a protezione dell'attuale sostegno n. 5 della seggiovia che manterrà le stesse funzioni anche per il nuovo sostegno n. 4 della cabinovia.

Non esistono parallelismi con linee elettriche né telefoniche, mentre nel tratto terminale della linea si avrà un parziale parallelismo con la seggiovia triposto "Saletti-Pordoi", posta ad una distanza di circa 30 metri.

La linea sorvola solo nel tratto iniziale, in campata 3 – 4, la pista di discesa con franche verticali > 4.0 m: in generale, come si può rilevare dal disegno del profilo longitudinale: i franchi verticali sono più che sufficienti e regolamentari sia per l'esercizio invernale sia per un eventuale esercizio estivo.

OPERE RICADENTI ALL'INTERNO DELLA FASCIA DI RISPETTO IDRAULICO

Il tratto del torrente Cordevole in prossimità della stazione di valle, è stato ritombato una prima volta nel 1983 (nulla osta idraulico del 27/06/1983), tramite una condotta in lamiera ondulata e zincata con luce $l=4.67\text{m}$ e freccia $f=2.81\text{ m}$. La condotta era stata verificata dal punto di vista idraulico attraverso due differenti metodi, Giandotti e Forti, sperimentati sulla base degli eventi di afflusso meteorico catastrofici del 1966, adottando quello più conservativo del Forti, che dava una portata massima calcolata attorno ai 40.0 mc/sec. L'esistente condotta in calcestruzzo armato, realizzata nel 2005 in sostituzione di quella in lamiera ondulata, ha dimensioni maggiori rispetto alla precedente. In pratica l'area idraulica è stata aumentata del 64%, con evidente vantaggi per la sicurezza idraulica.

Considerando la geometria dell'attuale condotta (lunghezza di circa 35m e una pendenza media di circa 2%) la prevista portata di progetto (40 mc/s) transita con un coefficiente di riempimento del canale rettangolare pari a 0.35, valore assolutamente cautelativo che consente di escludere la possibilità di innesco di eventuali moti di pressione. Tale aspetto viene anche garantito dalla presenza, a monte dell'attraversamento stradale, di una grande apertura di areazione del canale.

Le opere presenti nei pressi della stazione di valle della nuova cabinovia in progetto, in vicinanza al corso del torrente Cordevole, sono le seguenti:

- Magazzino seminterrato adibito a ricovero cabine
- Fondazione sostegni di linea S1-S2
- Fondazione sostegno di linea S3

MAGAZZINO SEMINTERRATO PER IL RICOVERO VEICOLI

Si tratta di un locale seminterrato esistente adibito oggi al ricovero delle seggiole dell'attuale seggiovia e in futuro al ricovero delle cabine della nuova cabinovia, sarà allungato verso monte di circa 12m rispetto a quello della seggiovia esistente. Del magazzino esistente verrà dunque mantenuto il muro longitudinale (lato strada statale S.R.48 "delle Dolomiti") che sarà sì allungato ma anche alzato per garantire la quota di imposta del nuovo solaio mentre il muro anteriore (lato impianto), per il maggior ingombro delle cabine rispetto alle seggiole dell'attuale seggiovia, sarà completamente rifatto e allungato verso monte sempre di circa 12m.

L'angolo lato monte della struttura perimetrale del magazzino dista meno di 10m dall'alveo del torrente Cordevole. La distanza minima del magazzino al Cordevole è circa 7.50m come riportato nel disegno 77014481/00.

Per la realizzazione di tale opera viene richiesta deroga alla distanza minima prevista dal R.D. n.523 del 25 luglio 1904 che prevede la non edificabilità entro la fascia di rispetto di 10 metri dall'alveo. Tale richiesta di deroga si ritiene giustificata dalla natura e dalla tipologia dell'opera realizzata.

Fondazione sostegni di linea S1-S2

Si tratta dei sostegni di ritenuta prossimi alla stazione di valle, necessari a garantire il sorvolo del torrente Cordevole e le loro posizioni sono dovute alla geometria della linea funiviaria. Per quanto riguarda il sostegno S2 è stata studiata una geometria particolare, per garantire la massima distanza possibile dall'alveo (come illustrato nel disegno 77014481/00 - sezione trasversale palo S2). Le opere di fondazione S1 e S2 verranno progettate in sede esecutiva in modo tale che tutti i carichi trasmessi della componente funiviaria vadano a scaricarsi sul terreno ad una quota inferiore a quella dell'alveo, in modo tale che la scogliera esistente e il terreno circostante non vengano interessati da incrementi di carico strutturale. Se necessario si farà impiego di micropali di fondazione.

Per quanto sopra esposto si può ritenere che dal punto di vista idraulico siano da escludere possibili effetti negativi nei riguardi dei sostegni S1 e S2.

Pertanto si ritiene che nel caso specifico sussistano le motivazioni tecniche per chiedere alle strutture regionali e provinciali competenti, il rilascio dell'autorizzazione all'esecuzione dei sostegni S1 e S2 della nuova cabinovia, nella posizione prevista dal progetto depositato, in deroga alla distanza minima prevista dal Capo VII del R.D. del 25 luglio 1904 n. 523, in analogia a quanto già avvenuti per altri casi simili già autorizzati in Provincia di Belluno, come nello specifico per il sostegno S2 dell'esistente seggiovia Vauz-Pordoi e dell'adiacente seggiovia esaposto Vauz-La Viza.

Fondazione sostegno di linea S3

Si tratta del sostegno in appoggio, successivo alle due ritenute di stazione, necessario a garantire il sorvolo del torrente Cordevole e del sottostante tratto di pista "Arabba". La sua posizione è dovuta alla geometria della linea funiviaria e alla necessità di garantire il rispetto dei franchi verticali minimi sulla pista. Il suo dado di fondazione si trova praticamente nella stessa progressiva (114.77m) del sostegno S2 della seggiovia esistente, solo spostato di circa 2 metri verso la pista, spostamento dovuto al disassamento a valle tra l'asse della seggiovia esistente e quello della nuova cabinovia in progetto, necessario per il maggiore ingombro della stessa. Visto l'andamento del Cordevole in quella posizione il disassamento va ad aumentare la distanza del dado di fondazione dall'alveo che risulta ora di 4.50m, con un miglioramento rispetto alla situazione esistente (come illustrato nel disegno 77014481/00).

Pertanto si ritiene che nel caso specifico sussistano le motivazioni tecniche per chiedere alle strutture provinciali competenti, il rilascio dell'autorizzazione all'esecuzione del sostegno S3 della nuova cabinovia, nella posizione prevista dal progetto depositato, in deroga alla distanza minima prevista dal Capo VII del R.D. del 25 luglio 1904 n.523, in analogia a quanto già avvenuti per altri casi simili già autorizzati in provincia di Belluno, come nello specifico il sostegno S2 dell'esistente seggiovia Vauz-Pordoi.

STAZIONE MOTRICE – ARGANO MOTORE

Generalità:

La stazione motrice sarà a monte con l'argano motore racchiuso fra i meccanismi di stazione e montato su un carro spostabile per recuperare gli allungamenti della fune portante - traente.

L'argano motore sarà costituito da un motore elettrico in corrente alternata sincrono trifase a magneti permanenti con un solo albero di ingresso, del tipo denominato "DirectDrive" a potenza costante .

L'argano motore sarà dotato dei seguenti sistemi frenanti:

- Sistema 1 Frenatura elettrica con motore principale
- Sistema 2 Frenatura meccanica con il freno servizio
- Sistema 3 Frenatura meccanica con il freno d'emergenza

I meccanismi di stazione, le travi di lancio e rallentamento, i convogliatori e i provamorse, saranno quelli di normale produzione per questo tipo d'impianto, conformi alla direttiva 2000/9/CE, certificati da un ente notificato, e quindi ritenuti idonei a soddisfare i requisiti essenziali di sicurezza ai sensi della direttiva 2000/9/CE.

In caso di impedimento ad azionare l'impianto con il motore principale, oppure impedimento meccanico d'argano che necessita il distacco della puleggia motrice dal suo albero di trasmissione tramite l'apposito giunto a denti frontali, l'impianto verrà azionato dall'azionamento di recupero costituito da un motore termico diesel che alimenta un gruppo idrostatico a circuito chiuso con pompa a portata variabile e motore a cilindrata fissa.

A quest'ultimo è collegato un pignone dentato che ingrana con la corona dentata calettata direttamente sulla puleggia motrice.

Con questo azionamento si potrà raggiungere una velocità di 1.0 m/s; il tempo necessario per lo scarico della linea sarà di circa 48 minuti, comprensivi dei circa 10 minuti necessari per la rimessa in moto dell'impianto.

POSSIBILITA' DI ALIMENTAZIONE E AZIONAMENTO DELL'IMPIANTO

Alimentazione principale:

dalla rete tramite l'esistente cabina di trasformazione sita nei locali posti sotto il piano della stazione di monte dell'attuale seggiovia "Vauz – Pordoi"; tale cabina è alimentata mediante derivazione dalla cabina di distribuzione dell'Enel.

Alimentazione di riserva:

viene prevista l'utilizzazione, in caso di mancanza di alimentazione principale da parte dell'Ente fornitore, dell'attuale gruppo elettrogeno di adeguata potenza che è ubicato nei locali sottostanti il piano

della stazione di monte della seggiovia "Vauz – Pordoi".

Alimentazione di recupero:

con un motore termico diesel installato sul telaio dell'argano motore

Alimentazione della stazione di valle:

dalla rete con una fornitura in bassa tensione e da un piccolo gruppo elettrogeno per l'alimentazione di riserva dei servizi di stazione.

AZIONAMENTI

Azionamento principale in servizio continuo:

verrà realizzato dal motore in corrente alternata sincrono trifase a magneti permanenti alimentato dalla rete:

- potenza assorbita a regime 882 kW
- velocità di esercizio 6.0 m/s

Azionamento di riserva in servizio continuo:

In caso di avaria di uno degli avvolgimenti del motore elettrico principale o di una delle apparecchiature di azionamento elettrico, si potrà proseguire l'esercizio con solo una parte degli avvolgimenti del motore a pieno carico a metà velocità di quella nominale con alimentazione dalla rete o dal gruppo elettrogeno.

Azionamento di recupero:

Da utilizzare nei seguenti casi:

Impedimento ad azionare l'impianto con i motori principali, oppure impedimento meccanico d'argano che necessita il distacco della puleggia motrice dal suo albero di trasmissione tramite l'apposito giunto a denti frontali.

L'azionamento di recupero è realizzato da un motore termico diesel che aziona un gruppo idrostatico a circuito chiuso con pompa a portata variabile e motore a cilindrata fissa, a quest'ultimo è collegato un pignone dentato che ingrana con la corona dentata calettata direttamente sulla puleggia motrice.

- potenza del motore diesel 310 kW
- velocità della fune 1.0 m/s
- possibilità disaccoppiamento del riduttore principale
- possibilità di funzionamento in avanti ed indietro
- comando e regolazione da banco di manovra

DISPOSITIVO DI TENSIONAMENTO IDRAULICO

Sarà realizzato tramite un cilindro idraulico tenuto in pressione da una centralina idraulica con regolazione automatica della pressione (e quindi tensione) entro un campo di tolleranza del +/- 5 % rispetto al valore nominale; l'impianto può funzionare con tolleranze più ampie fino al +/- 8 % .

Il cilindro in compressione è fissato, anteriormente, al carrello tenditore e, posteriormente, al telaio metallico della stazione che è ancorato alla sommità della stele in c.a. che reagisce al tiro delle funi.

Tutti e due i collegamenti sono realizzati con elementi basculanti.

La corsa utile del carrello è di 1.0 m, mentre quella massima ammissibile del cilindro idraulico è pari a 5.0 metri

Il cilindro saranno dotati di elettrovalvole di blocco nel caso che la pressione scenda al limite di tolleranza del - 8% rispetto al valore della tensione nominale e di valvole paracadute per l'eventualità di rotture di tubazioni.

STRUTTURE DELLE STAZIONI

Le strutture dei meccanismi delle due stazioni terminali di valle e di monte saranno costituite da due elementi metallici sopportati, posteriormente, da una stele in calcestruzzo armato che reagirà anche al tiro delle funi e, anteriormente, da un pilastro in carpenteria metallica.

Le strutture portanti metalliche, realizzate con elementi scatolati, si sviluppano in un piano verticale adiacente al percorso delle morse nelle travi di lancio e rallentamento e nel giro stazione posteriore, sopportando così in maniera costante il peso delle cabine; esse sono appoggiate a robuste traverse scatolate poste alla sommità della stele in calcestruzzo armato e del pilastro in carpenteria metallica.

Nel complesso si realizza una struttura sufficientemente rigida e resistente.

Le strutture saranno rivestite, superiormente ed esternamente, con pannelli in alluminio opportunamente sagomati mentre la parete verticale interna sarà rivestita con vetrate amovibili che consentiranno il controllo del funzionamento dei meccanismi anche con l'impianto in moto.

SOSTEGNI DI LINEA

I sostegni di linea di appoggio e di ritenuta sono previsti del tipo a fusto centrale, a sezione poligonale o circolare, realizzati in lamiera di acciaio saldata, mentre la traversa sarà rastremata, costruita in lamiera scatolata.

Secondo l'altezza e i carichi agenti e secondo la funzione dei sostegni (di appoggio o di ritenuta), i fusti saranno realizzati con sezioni poligonali o circolari aventi dimensioni diverse e con diversi spessori delle lamiere.

I sostegni d'appoggio e di ritenuta avranno una cornice di base proporzionata alla loro altezza, il collegamento alle fondazioni sarà costituito da un certo numero di tirafondi annegati nella fondazione all'atto del getto.

Le fondazioni saranno costruite in calcestruzzo armato e saranno realizzate praticamente a filo terreno. Per la presenza di una zona instabile del pendio e, dunque, per poter regolare l'allineamento della linea nel caso di modesti spostamenti del terreno, alcune fondazioni potranno essere dotate di idonee guide.

Sui sostegni saranno installate scalette d'accesso, pedane metalliche per l'ispezione alle rulliere, falconi superiori alla traversa per l'eventuale sollevamento della fune durante le operazioni di manutenzione e di controllo delle rulliere.

RULLI E RULLIERE

Saranno del tipo non oscillante trasversalmente alla linea e tutte bilanciate. I bilancieri saranno realizzati in acciaio zincato e saranno montati su snodi muniti di boccole antifrizione. Il collegamento delle rulliere alle testate, realizzato mediante bulloni, sarà tale da consentire agevolmente la facile correzione della posizione delle rulliere stesse, ai fini del loro corretto allineamento.

Tutte le rulliere, sia d'appoggio che di ritenuta, saranno munite di antiscarrucolanti interni, nonché di scarpe di raccolta della fune e di dispositivi d'arresto automatico dell'impianto in caso di scarrucolamento della fune verso l'interno e verso l'esterno (questi ultimi realizzati mediante sbarrette di rottura, inserite elettricamente in serie sull'apposito circuito di sicurezza).

Le caratteristiche geometriche delle morse, delle rulliere e dei dispositivi raccoglifune saranno tali da consentire un'inclinazione libera della morsa non inferiore a 6° rispetto ai bordi dei rulli, e non inferiore a $12^\circ + l'$ inclinazione dovuta al carico squilibrato rispetto alle altre parti delle rulliere.

Non vengono qui previste rulliere del tipo a "doppio effetto" con 4 + 4 rulli.

Le rulliere fanno parte del sottosistema nr. 3.3, come dall'Allegato 1 della direttiva 2000/9/CE, e saranno certificate da un ente notificato, e quindi ritenuto idoneo a soddisfare i requisiti essenziali di sicurezza nel senso della direttiva 2000/9/CE.

VEICOLO – CABINA A 10 POSTI

I veicoli saranno costituiti da cabine a 10 posti, con altezza interna adeguata per permettere un comodo ingresso ed uscita dei viaggiatori, comunque per rendere più veloci le fasi di ingresso, data l'elevata portata, si prevede che gli sciatori portino all'interno della cabina gli sci e gli snowboard che saranno sistemati in opportune feritoie presenti sul pavimento.

Le cabine sono prive di sospensione centrale per garantire più libertà al movimento dei viaggiatori, la loro sospensione superiore è tubolare dotata di sistemi elastici di collegamento che offrono un ottimo comfort di viaggio.

L'attacco alla fune portante/traente è realizzato con una sola morsa.

Il corpo della cabina è in alluminio, con la struttura portante in lega leggera, le porte hanno due ante, con un comando meccanico posto sul braccio di sospensione.

Caratteristiche della cabina:

peso della cabina scarica	870 kg
numero massimo di viaggiatori	10
peso del carico utile 10 x 80 =	800 kg
Peso complessivo del veicolo carico	1670 kg

Il rispetto del rapporto fra il carico verticale applicato alla morsa e la tensione della fune, oggi definito come "Forza trasversale massima esercitata dal veicolo" è determinato nel calcolo della linea e riportato nella tabella XI, è superiore a 15.

Il veicolo fa parte del sottosistema della direttiva 2000/9/CE, e sarà composto dai componenti di sicurezza: cabina, sospensione e morsa, certificato ciascuno da un ente notificato, e quindi ritenuto idoneo a soddisfare i requisiti essenziali di sicurezza nel senso della direttiva 2000/9/CE.

MORSE

La morsa di attacco della cabina alla fune portante - traente sarà singola, la sua tenuta sarà garantita da una coppia di molle cilindriche ad elica.

Oltre ai meccanismi per l'apertura e chiusura della ganaschia mobile, sul morsetto ci saranno due grandi rulli centrali per il suo scorrimento nelle stazioni, su apposita rotaia.

Inoltre un rullo esterno, montato sullo stesso perno di snodo della sospensione della cabina rispetto al corpo del morsetto, garantirà una corretta posizione verticale della cabina stessa durante la fase di salita e discesa dei viaggiatori, ed eviterà pericolosi sbandamenti laterali.

Le molle cilindriche elicoidali verranno sottoposte al controllo, prima di ogni partenza, tramite il dispositivo "provamolles".

Nella pedana di manutenzione è previsto un dispositivo "controllo morse" per il controllo periodico della loro geometria, degli sforzi erogati dalle molle e quelli erogati dalle ganasce che serrano la fune.

La morsa appartiene al sottosistema nr. 4, come dall'Allegato 1 della direttiva 2000/9/CE, e sarà certificata da un ente notificato, e quindi ritenuto idoneo a soddisfare i requisiti essenziali di sicurezza nel senso della direttiva 2000/9/CE.

APPARECCHIATURA ELETTRICA

L'impianto elettrico sarà costituito da un sistema di azionamento bidirezionale con alimentatori statici bidirezionali a tiristori e di controllo a logica statica programmabile, conforme alle Direttiva 2000/9/CE, esso sarà certificato da un ente notificato.

COLLEGAMENTO TRA LE STAZIONI

Il collegamento telefonico e di sicurezza e delle logiche dell'apparecchiatura di comando fra le stazioni, nonché con tutti i sostegni di linea, sarà realizzato mediante un cavo multipolare ed un cavo diretto a fibre ottiche che saranno interrati lungo la linea.

TRATTO ORIZZONTALE DAVANTI ALLA STAZIONE DI MONTE

Si prevede una lunghezza ridotta del tratto di fune orizzontale tra l'ultima rulliera e l'ingresso alla stazione di monte.

Il tratto orizzontale necessario per l'arresto di un veicolo non correttamente ammorsato, viene spostato all'interno della stazione, come espressamente consentito dalle condizioni di utilizzo definite nel sottosistema, poiché i meccanismi sono adeguatamente costruiti e certificati.

ALTEZZE DAL SUOLO IN LINEA

L'andamento della linea è abbastanza regolare, i tratti di fune sotto congiungente sono sopportati con rulliere di appoggio che ne garantiscono la stabilità alle azioni laterali: le rulliere di ritenuta sono limitate ai solo due sostegni di avanzazione a valle.

Non sono previsti sbancamenti in linea per garantire i franchi minimi verticali.

L'altezza minima dal suolo si ha nella campata fra i sostegni n. 13 e n. 14 con circa 9.61 m in un tratto interessato dal transito di sciatori.

L'altezza massima dal suolo si ha nella campata 9-10 con circa 27.95 m, a monte del sostegno n. 9, in prossimità di una modesta depressione del terreno.

Nel sovrappasso della pista da sci, il franco verticale sotto le cabine, è comunque sempre superiore ai 4.7 m.

FUNE PORTANTE - TRAENTE

Caratteristiche e grado di sicurezza:

E' previsto l'impiego di una fune portante-traente con le seguenti caratteristiche:

- tipo	6 x 36 WS compattata
- numero dei fili	216
- diametro	mm 52
- qualità	acciaio zincato
- diametro filo esterno	mm 2.96
- sezione metallica	mm ² 1219.00
- massa lineare	kg/m 10.80
- resistenza unitaria	N/mm ² 1960
- carico di rottura	kN 2226

Il grado di sicurezza della fune viene verificato considerando la tensione massima del dispositivo idraulico pari a + 8 % $C = 626.4 \text{ kN}$; il valore minimo si ha per la condizione di impianto con un ramo completamente carico in fase di frenatura con una decelerazione di 1.0 m/s^2 :

Tensione massima della fune 514.760 N

Grado di sicurezza minimo $g = 2.226.000 / 514.760 = 4.32 > 4.0$

I calcoli della linea e quelli di verifica della fune sono stati elaborati considerando i seguenti elementi:

- attriti in linea assunti pari al 3% (in avviamento e a regime) e 2% (in frenatura) delle pressioni fune e peso dei viaggiatori assunto pari a 80 kg
- inerzie calcolate in funzione delle masse mobili con accelerazione di 0.15 m/s^2 in avviamento e con decelerazioni di 0.4, 0.9 e 1.0 m/s^2

COEFFICIENTE DI ATTRITO FUNE SULLA PULEGGIA MOTRICE (ADERENZA)

L'intervista in linea e nella stazione è di 6.10 m mentre la puleggia motrice ha diametro 6.10 m, l'angolo di avvolgimento della fune sulla puleggia è di $\alpha = 180^\circ$ pari a 3.14 rad, il coefficiente d'attrito necessario μ_{necc} così pure la puleggia motrice, pertanto l'angolo di avvolgimento deve essere inferiore al valore massimo ammissibile di μ_{max} , esso si determina con l'equazione:

$$\mu_{necc} = 1/\alpha * \ln (T_{max} / t_{min}) \quad \text{ovvero} \quad T_{max} / t_{min} = e^{\mu_{necc} * \alpha}$$

dove:

- α è l'angolo di avvolgimento fune sulla puleggia motrice, espresso in rad.
- T_{max} e t_{min} sono le tensioni massime e minima della fune, nella stessa condizione di carico in corrispondenza della puleggia motrice.
- μ_{necc} è il coefficiente d'attrito necessario sulla puleggia motrice.

Per le suddette condizioni il coefficiente d'attrito necessario risultante dal calcolo della linea, nella Tab. VIII – per la tensione minima della fune del – 8 % risulta pari a :

$$\mu_{necc} = 0.123 < \mu_{max} = 0.20$$

Pertanto l'aderenza fune sulla puleggia motrice è ampiamente assicurata.

FRANCHI

Intervia e franchi laterali in linea:

L'intervia in linea è costante, uguale a quella d'ingresso nelle stazioni, pari 6.10 m.

Al passaggio in prossimità dei sostegni, è sempre garantito un franco laterale:

- senza interferenza nel caso dell'ingombro limite con uno sbandamento laterale di $0.34 \text{ rad} = 20^\circ$

Franchi laterali nelle stazioni:

I meccanismi di stazione saranno sostenuti da una stele posteriore in calcestruzzo armato e da un pilastro anteriore in carpenteria metallica, lo scartamento fra le funi in stazione sarà di 6.10 m; lateralmente ci sarà l'ingombro delle cabine di comando e delle recinzioni laterali.

- franchi esterni > 1.25 m
- franchi interni > 0.80 m

Franchi verticali lungo la linea:

L'andamento del terreno lungo la linea è discretamente regolare, le altezze dei veicoli dal suolo sono mediamente tra i 9 e i 28 m.

L'altezza massima dei veicoli dal suolo si ha nella campata 9 - 10 con circa 27.90 m.

Le altezze minime dal suolo sono ampiamente rispettate lungo tutto il tracciato dell'impianto; il franco minimo in linea si ha in campata 13-14 con circa 9.5 m.

In prossimità delle stazioni di valle, dove il franco verticale risulta inferiore a 2.50 m, verranno installate le recinzioni fisse.

Nella campata 3-4 interessata dal sorvolo con la pista di discesa il franco verticale risulta ampiamente garantito e largamente superiore a 4.7 m.

Dall'allegato disegno del profilo si possono rilevare le altezze massime e minime dal suolo.

DESCRIZIONE DEL CALCOLO DELLA LINEA

Premessa:

Il calcolo della linea è aggiornato a quanto disposto dal Decreto Dirigenziale n. 337 del 16 novembre 2012 "DISPOSIZIONI E PRESCRIZIONI TECNICHE PER LE INFRASTRUTTURE DEGLI IMPIANTI A FUNE DIBITI AL TRASPORTO DI PERSONE", in seguito brevemente indicato con D.D. n. 337.

Trattasi del recente aggiornamento con integrazioni del calcolo della linea utilizzato dal 1987 e successivamente adeguato alle nuove normative ed evoluzioni della tecnica funiviaria; in sintesi i principali aggiornamenti sono:

- 1) Le azioni dinamiche del vento in esercizio sono aumentate da 0,20 a 0,25 kN/m²
- 2) I calcoli per le diverse condizioni di esercizio sono estesi alle verifiche locali con carichi concentrati.
- 3) Per le azioni dinamiche si assume un'accelerazione in avviamento pari a 0,15 m/s²
- 4) Si considerano le azioni dovute alle condizioni climatiche considerando anche la presenza di ghiaccio sulla fune, se le condizioni climatiche lo richiedono.
- 5) Il grado di sicurezza della fune deve essere superiore a 4,0 rispetto al carico di rottura della fune e considerando le azioni dinamiche.
- 6) La sollecitazione a flessione (carico del veicolo concentrato sulla fune) viene verificato ai sensi della normativa EN12927-2.
- 7) Sono verificate le condizioni agli effetti delle forze minime di appoggio, per le condizioni particolari in esercizio e fuori esercizio assumendo le pressioni dinamiche del vento prescritte.
- 8) L'aderenza della fune sulla puleggia motrice viene verificata rispetto al valore minimo del coefficiente di attrito gomma/fune che non deve essere inferiore al valore minimo stabilito.

Configurazione della fune portante con i carichi considerati distribuiti lungo la fune, valido per gli impianti con motrici fisse, a monte o valle, e rispettivamente rinvio e tensione a monte o valle; e per gli impianti con motrici e tenditrici a valle e semplice rinvio a monte.

Programma C_LINEA – EN_2012 – Montecno 8.00 – 11.02.2013

Aggiornato al D.D. n. 335 del 16 novembre 2012 di cui sopra per quanto nelle prescrizioni Tecniche Speciali D.M. 8/3/1999, indicate brevemente con PTS99 e nel controllo dei valori degli elementi certificati.

Il programma di calcolo della linea è il frutto di numerose rielaborazioni, del programma base del 1987, tendenti ad approfondire le verifiche per le più sfavorevoli condizioni di carico e raccogliere i risultati in tabelle riassuntive che ne facilitano il controllo.

Esso è stato inoltre aggiornato/integrato con una parte iniziale con le caratteristiche generali degli elementi dell'impianto ed una parte terminale con il raffronto dei valori risultanti con i punti delle Disposizioni e Prescrizioni contenute nel D.D. n. 337, brevemente in seguito indicate con "PTI"..

Nei paragrafi che seguono sono riportate le spiegazioni delle singole tabelle del calcolo della linea.

Tabella I - Ia e Ib- CARATTERISTICHE GENERALI.

Riporta tutti i dati relativi all'impianto, geometria generale, portata, velocità ecc. inoltre sono indicate le caratteristiche degli elementi tecnico costituenti la linea, rulliere, veicoli, fune e stazioni.

Tabella II - CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA LINEA.

Sono riportati i dati geometrici della linea con le distanze e quote progressive riferite alla posizione fune alla sommità dei sostegni (cuspidi delle corde geometriche delle campate), distribuzione delle rulliere lungo la linea ed altezze dei fusti dei sostegni di linea, nonché le caratteristiche geometriche delle singole campate.

Modalità di calcolo: secondo le PTI e le EN12927-2 e EN12930

Il calcolo delle varie configurazioni della fune portante-traente viene eseguito mediante un calcolatore opportunamente programmato con le formule classiche della parabola, considerando i carichi in linea uniformemente ripartiti sulla fune.

Indicando con i il numero della campata considerata, o rispettivamente del sostegno a monte della stessa, le formule usate nel programma sono:

- tensione a monte della campata i

$$T_{mi} = T_{vi} + q h_i + q L_i a$$

T_{vi} = tensione a valle della campata i

$q h_i$ = componente peso fune

$q L_i a$ = forza d'inerzia della fune in campata

q = peso lineare fune

h_i = dislivello campata

L_i = lunghezza inclinata della campata

a = accelerazione

- tensione a valle della campata i+1 (a monte del sost. i)

$$T_{v(i+1)} = T_{mi} + \mu P_i + n_i m_r a$$

μP_i = forza d'attrito sulla rulliera

$n_i m_r a$ = forza d'inerzia della rulliera

μ = coefficiente d'attrito

P_i = pressione sulla rulliera

n_i = numero dei rulli

m_r = massa periferica rullo

a = accelerazione

- componente orizzontale della tensione nella fune a metà campata

$$H_i = \cos \alpha_i (T_{vi} + T_{mi})/2$$

α_i = angolo d'inclinazione della campata i

- freccia fune a metà campata

$$f_i = q L_i \cos \alpha_i / 8 H_i$$

- lunghezza totale della fune

$$S = i \div n (L_i + 8/3 f_i^2 \cos^2 \alpha_i / L_i)$$

- inclinazione della fune a valle della campata

$$\text{tg } \beta_{Vi} = \text{tg } \alpha_i - q L_i / 2 H_i$$

- inclinazione della fune a monte della campata

$$\text{tg } \beta_{Mi} = \text{tg } \alpha_i + q L_i / 2 H_i$$

- deviazione della fune sulla rulliera

$$\delta_i = \beta_{Mi} - \beta_{V(i+1)}$$

- inclinazione della rulliera

$$\theta_i = [\beta_{Mi} + \beta_{V(i+1)}] / 2$$

- pressione totale sulla rulliera

$$P_i = [T_{Mi} + T_{V(i+1)}] \text{sen } \delta_i / 2$$

I calcoli numerici sono riportati nei tabulati raccolti nelle ultime pagine di questa relazione, considerando tutte le possibili condizioni di carico con impianto sia in movimento a regime che nelle fasi transitorie di avviamento e frenatura.

Tabella III - CONFIGURAZIONE DELLA FUNE IN MOVIMENTO A REGIME.

Sono riportati i calcoli completi delle singole campate, considerando il ramo di linea sia con tutti i veicoli carichi, sia con tutti i veicoli scarichi e sia con fune nuda in movimento a regime sia in salita che in discesa. In questo caso le forze d'inerzia sono nulle, mentre l'attrito su ciascuna rulliera viene assunto pari al 3 % della pressione stessa, eseguendo il calcolo mediante successive approssimazioni.

Tabella IV – IVa e XIII - FRECCIE CON CONFIGURAZIONE DELLA FUNE IN MOVIMENTO A REGIME, con carichi distribuiti e carichi concentrati

Sono riportati i calcoli delle frecce con la fune in movimento a regime, scegliendo però la distribuzione del carico più gravosa possibile, per avere i valori massimi e minimi assoluti. Inoltre si tiene conto delle possibilità che su di un certo tratto di fune si venga ad avere un determinato numero di veicoli mancanti.

Questa condizione è stata quantificata con una variazione di tensione pari ad un ΔT dipendente dal numero di veicoli mancanti impostato e dalla pendenza media dell'impianto.

Il calcolo dei valori massimi e minimi viene in concreto eseguito con le seguenti condizioni di carico preimpostate nel calcolatore, esteso alla tensione nominale ed ai valori massimi e minimi di tolleranza indicati nei tabulati di carico.

STAZIONE MOTRICE FISSA - STAZIONE DI RINVIO E TENSIONE

	campata i-n	campata analizzata
FRECCIA MINIMA A META' CAMPATA	VEICOLI CARICHI	VEICOLI VUOTI
FRECCIA MASSIMA A META' CAMPATA	VEICOLI VUOTI - SQUILIBRIO o FUNE NUDA	VEICOLI CARICHI

MOTRICE-TENDITRICE A VALLE - RINVIO A MONTE

FRECCIA MINIMA A META' CAMPATA

RAMO SALITA			RAMO DISCESA
Campata i-1	Campata analizzata	Campata analizzata i+1	
VEICOLI CARICHI	VEICOLI VUOTI	VEICOLI VUOTI	VEICOLI VUOTI

RAMO DISCESA			RAMO SALITA
Campata analizzata	Campata analizzata	Campata i+1	
VEICOLI VUOTI	VEICOLI VUOTI	VEICOLI VUOTI	VEICOLI CARICHI

FRECCIA MASSIMA A META' CAMPATA

RAMO SALITA			RAMO DISCESA
Campata i-1	Campata analizzata	Campata analizzata i+1	
VEICOLI VUOTI	VEICOLI CARICHI	VEICOLI CARICHI	VEICOLI VUOTI
VEICOLI CARICHI	VEICOLI CARICHI	VEICOLI CARICHI	VEICOLI VUOTI

RAMO DISCESA			RAMO SALITA
Campata i-1	Campata analizzata	Campata analizzata i+1	
FUNE NUDA	VEICOLI CARICHI	VEICOLI VUOTI	FUNE NUDA

Tabella IVa - FRECCIE CON CONFIGURAZIONE DELLA FUNE IN MOVIMENTO A REGIME, carichi distribuiti:

Vengono raccolti i valori massimi e minimi delle frecce che si possono avere con i calcoli riportati nella tabella precedente; sono inoltre riportati i valori delle frecce massime incrementati del 25 % (PTI 2012 - 3.2.2.3).

Tabella XIII - FRECCIE CON CONFIGURAZIONE DELLA FUNE IN MOVIMENTO A REGIME, carichi concentrati:

Vengono raccolti i valori massimi e minimi delle frecce che si possono avere con la distribuzione dei carichi concentrati riportati nella tabella precedente.

Tabella V - PRESSIONI CON CONFIGURAZIONE DELLA FUNE IN MOVIMENTO A REGIME, carichi distribuiti.

Sono riassunti i valori massimi e minimi delle pressioni sulle rulliere e sui rulli per la condizione di funzionamento a regime con i carichi uniformemente distribuiti, praticamente riassume i valori della Tabella III.

Tabella VI - PRESSIONI NELLE CONDIZIONI PIU' SFAVOREVOLI, carichi distribuiti

Sono riportati i calcoli delle pressioni sulle rulliere e sui rulli, con la fune in movimento a regime, scegliendo però la distribuzione del carico più gravosa possibile, per avere i valori massimi e minimi assoluti. Inoltre si tiene conto della possibilità che su di un certo tratto di fune si venga ad avere un determinato numero di veicoli mancanti.

Questa condizione è stata quantificata con una variazione di tensione pari ad un ΔT dipendente dal numero di veicoli mancanti impostato e dalla pendenza media dell'impianto.

Il calcolo dei valori massimi e minimi viene in concreto eseguito con le seguenti condizioni di carico preimpostate nel calcolatore:

STAZIONE MOTRICE FISSA - STAZIONE DI RINVIO E TENSIONE

PRESSIONI MASSIME

	campata i-1	campata i	campata i+1
APPOGGIO	VEICOLI CARICHI	VEICOLI CARICHI	VEICOLI CARICHI
SOTTOCORDA	VEICOLI VUOTI - SQUILIBRIO o FUNE NUDA	VEICOLI CARICHI	VEICOLI CARICHI
RITENUTA	VEICOLI CARICHI	FUNE NUDA	FUNE NUDA

Sostegno analizzato

PRESSIONI MINIME

	campata i-1	campata i	campata i+1
APPOGGIO	FUNE NUDA	FUNE NUDA	FUNE NUDA
SOTTOCORDA	VEICOLI CARICHI + INCREMENTO TENSIONE 40%	FUNE NUDA	FUNE NUDA
RITENUTA	VEICOLI VUOTI - SQUILIBRIO o FUNE NUDA	VEICOLI CARICHI	VEICOLI CARICHI

MOTRICE-TENDITRICE A VALLE - RINVIO A MONTE

PRESSIONE MASSIMA RULLIERA TIPO APPOGGIO SOPRACORDA

RAMO SALITA					RAMO DISCESA
Campata i-n	Campata i	Campata i+1	Campata i+n		
VEICOLI CARICHI	VEICOLI CARICHI	VEICOLI CARICHI	VEICOLI VUOTI		VEICOLI VUOTI

Sostegno analizzato



RAMO DISCESA					RAMO SALITA
Campata i-n	Campata i	Campata i+1	Campata i+n		
VEICOLI CARICHI	VEICOLI CARICHI	VEICOLI CARICHI	VEICOLI VUOTI		VEICOLI VUOTI

PRESSIONE MINIMA RULLIERA TIPO APPOGGIO SOPRACORDA

RAMO SALITA					RAMO DISCESA
Campata i-n	Campata i	Campata i+1	Campata i+n		
FUNE NUDA	FUNE NUDA	FUNE NUDA	VEICOLI VUOTI		FUNE NUDA

RAMO DISCESA					RAMO SALITA
Campata i-n	Campata i	Campata i+1	Campata i+n		
FUNE NUDA	FUNE NUDA	FUNE NUDA	VEICOLI VUOTI		FUNE NUDA

0.1.1.

Tabella XIV - PRESSIONI NELLE CONDIZIONI PIU' SFAVOREVOLI, carichi concentrati

Sono riportati i calcoli delle pressioni sulle rulliere e sui rulli, con la fune in movimento a regime, scegliendo però la distribuzione del carico più gravosa possibile, per avere i valori massimi e minimi assoluti. Inoltre si tiene conto della possibilità che su di un certo tratto di fune si venga ad avere un determinato numero di veicoli mancanti.

Questa condizione è stata quantificata con una variazione di tensione pari ad un ΔT dipendente dal numero di veicoli mancanti impostato e dalla pendenza media dell'impianto.

Il calcolo dei valori massimi e minimi viene eseguito con le condizioni di carico utilizzate per i carichi distribuiti.

Se nelle campate vicine al dispositivo di tensionamento la tensione, per effetto dei veicoli mancanti, dovesse risultare minore, nel caso di tensionamento a valle, oppure maggiore, nel caso di tensionamento a monte, di quella della fune nuda, il calcolo viene eseguito con la tensione della fune nuda.

Tabella VII - VALORI ESTREMI CON CONFIGURAZIONE DELLA FUNE IN MOVIMENTO A REGIME, carichi distribuiti

(riassume i valori massimi e minimi assoluti relativi al funzionamento a regime con i carichi uniformemente distribuiti su tutta la linea)

Sono riassunti tutti i valori estremi che si possono avere in linea per la condizione di esercizio entro i valori di tolleranza del dispositivo di tensionamento idraulico rispetto alla tensione nominale, relativi a pressioni sui sostegni e rulliere, tensione minima e massima della fune.

Il carico minimo sulle rulliere di appoggio non deve essere inferiore a 2000 N, esso viene inoltre verificato anche nel caso di campate molto lunghe il cui valore numerico della somma delle campate adiacenti sia superiore, PTS99 - art. 3.16.2.

Sono inoltre riportati i valori delle tensioni fune, minime e massime, e le potenze motrici assorbite, comprensive di quanto necessario per azionare i meccanismi di stazione (per questa condizione viene trascurato lo squilibrio di linea).

Tabella VIIa - VALORI ESTREMI DELLE CONDIZIONI DI CARICO PIU' SFAVOREVOLI, carichi distribuiti

(riassume i valori relativi alle più gravose condizioni di carico della linea)

Sono riassunti tutti i valori estremi delle condizioni di carico più sfavorevoli che si possono avere in linea per la condizione di esercizio entro i valori di tolleranza del dispositivo di tensionamento idraulico rispetto alla tensione nominale, relativi a:

- pressioni sui sostegni e rulliere;
- deviazione massima della fune sui rulli;
- variazione dell'angolo della fune in corrispondenza dei sostegni come differenza fra i valori assunti da detto angolo nelle configurazioni con veicoli a pieno carico convenzionale e con veicoli vuoti;
- pendenza massima della fune, calcolata considerando la linea carica con la massa dei veicoli uniformemente distribuita lungo la fune.

Tabella VIIb - STABILITA' DELLA FUNE SULLE RULLIERE D'APPOGGIO.

Sono riportati i confronti tra il carico complessivo su ogni rulliera d'appoggio, espresso in daN, e il valore numerico corrispondente alla somma, espressa in m, delle lunghezze orizzontali delle campate adiacenti al sostegno considerato, con un minimo assoluto di 200 daN.

Tabella XV - VALORI ESTREMI DELLE CONDIZIONI DI CARICO PIU' SFAVOREVOLI, carichi concentrati

Sono riassunti tutti i valori estremi che si possono avere in linea per la condizione di esercizio entro i valori di tolleranza del dispositivo di tensionamento idraulico rispetto alla tensione nominale, relativi a pressioni sui sostegni e rulliere, tensione minima e massima della fune considerando i carichi concentrati sulla fune.

Tabella VIII- ANALISI DEI RISULTATI CON CONFIGURAZIONE DELLA FUNE IN AVVIAMENTO E FRENATURA.

Sono riassunti tutti i valori limite delle tensioni fune nelle stazioni, determinate sempre entro i limiti di tolleranza del dispositivo di tensionamento di cui sopra, per i diversi valori di accelerazione e decelerazione previsti, con anche riportati i valori e la verifica del rispetto dei limiti di aderenza fune sulla puleggia motrice e del grado di sicurezza della fune.

Le "tensioni in stazione" sono calcolate considerando i carichi di linea incrementati dalle inerzie degli elementi in movimento della linea fune, veicoli e rulli di linea.

Le "tensioni sulla puleggia" sono le "tensioni in stazione" incrementate dalle forze dei meccanismi di stazione e dallo squilibrio linea, quest'ultimo valutato sul ramo di fune in uscita, il loro rapporto verifica le condizioni di aderenza della fune sulla puleggia motrice.

Lo sforzo periferico è la differenza fra le tensioni della fune all'imbocco e uscita dalla puleggia motrice.

La potenza motrice in avviamento viene calcolata con lo "sforzo periferico" incrementato dall'inerzia delle masse d'organo riferite all'asse della fune.

Sono inoltre riportati i valori degli sforzi necessari per le frenature dell'impianto per tre diversi valori di decelerazione, determinati con le seguenti particolarità:

- le resistenze di attrito sui rulli di linea sono assunte pari al 2 %.
- le forze dei meccanismi di stazione sono considerate frenanti
- lo squilibrio di linea viene considerato sul ramo di fune all'ingresso della puleggia motrice
- l'inerzia dovuta alle masse d'organo incrementano lo "sforzo periferico" come per il calcolo della potenza motrice in avviamento.

Tabella IXa1 – IXa_a1 - IXa_a2 - STABILITA' DELLA FUNE SUGLI APPOGGI PER VENTO LATERALE (in esercizio, impianto fermo).

Nelle tabelle sono riportati i valori della spinta del vento spirante in direzione orizzontale, perpendicolarmente all'asse della linea, i carichi minimi trasmessi dalla fune alla rulliera e i confronti con la spinta del vento (PTI - 14.6.4).

Tabella IX_cc - FORZE DI APPOGGIO SUI SOSTEGNI DOVUTE ALLE CONDIZIONI CLIMATICHE (impianto fermo).

Nella tabella sono riportati i valori della spinta del vento spirante in direzione orizzontale, perpendicolarmente all'asse della linea, e il carico minimo trasmesso dalla fune nuda e manicotto di ghiaccio alla rulliera (PTI - 14.2.2.4.2).

Tabella X - ESCURSIONE CARRELLO.

Sono riportate le diverse condizioni che determinano l'escursione complessiva del carrello tenditore (PTI art. 6.1.2).

Tabella XI - CONFRONTO CON LA NORMATIVA.

Nella tabella sono riportati i valori dei sottoelencati confronti con la normativa PTI:

- art. 3.5.1.2 Accelerazione centripeta passaggio fune sulle rulliere
- art. 10 Vento massimo di esercizio
- art. 3.3.4 Franco interno e intervallata
- art. 14.6.3 Coefficiente di flessione (EN-12927-2_5.3.) \emptyset pulegge / \emptyset fune
- art.14.6.4.e Pressioni minime sui rulli (EN-12930_7.6.4.e)
- art.14.6.4.e Forza trasversale massima esercitata dal veicolo sulla fune (EN-12927-2_5.2.2.)

Tabella XIIa - SPOSTAMENTO LATERALE DELLE FUNI IN ESERCIZIO E FUORI ESERCIZIO.

Sono riportati i valori delle frecce orizzontali delle funi in conseguenza dell'azione del vento (PTI art. 3.2.2.2).

Nelle ultime pagine di questo fascicolo sono riportati i tabulati dei calcoli della linea per le diverse condizioni di carico prese in esame.

Bolzano, febbraio 2015

TABULATI DEL CALCOLO DELLA LINEA