

SOMMARIO

1. PREMESSA	4
2. VINCOLI TERRITORIALI	6
2.1. RISCHIO GEOMORFOLOGICO.....	6
2.2. RIO LAGACCIO	6
2.3. METROPOLITANA.....	7
2.4. FERROVIA E PONTE PROTETTORE.....	7
2.5. ASPETTI LEGATI AL RISCHIO INCENDIO	8
2.6. POSIZIONAMENTO DELLE STAZIONI E SOSTEGNI.....	9
2.6.1. Tronco 1 - “Piazza Principe – Lagaccio” – posizione stazioni	10
2.6.2. Tronco 1 - “Piazza Principe – Lagaccio” - Sostegni critici della linea	12
2.6.3. Ipotesi 1 - linea principe sotterranea – Lagaccio	12
2.6.4. Ipotesi 2 - linea Hennebique– Lagaccio.....	13
2.6.5. Ipotesi 3 - linea Mare– Lagaccio	14
2.6.6. Tronco 2 - “Lagaccio – Begato” - posizione stazioni e sostegni critici della linea.....	14
3. CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI DELL'IMPIANTO	16
3.1. “PIAZZA PRINCIPE – LAGACCIO” - IPOTESI 1 – “PRINCIPE SOTTERRANEA”	16
3.2. “PIAZZA PRINCIPE – LAGACCIO” - IPOTESI 2 – “HENNEBIQUE”	17
3.3. “PIAZZA PRINCIPE – LAGACCIO” - IPOTESI 3 – “MARE”	18
3.4. “LAGACCIO – BEGATO”	19
4. DESCRIZIONE GENERALE DELLE CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO	20
4.1. SOSTEGNI.....	21
5. CALCOLO DI LINEA	25
5.1. “PIAZZA PRINCIPE – LAGACCIO” - IPOTESI 1 – “PRINCIPE SOTTERRANEA”	25
5.1.1. GEOMETRIA DELLA LINEA.....	25
5.1.2. VERIFICA NORMALE.....	26
5.2. “PIAZZA PRINCIPE – LAGACCIO” - IPOTESI 2 – “HENNEBIQUE”	27
5.2.1. GEOMETRIA DELLA LINEA.....	27
5.2.2. Verifica Normale.....	28
5.3. “PIAZZA PRINCIPE – LAGACCIO” - IPOTESI 3 – “MARE”	29
5.3.1. GEOMETRIA DELLA LINEA.....	29
5.3.2. VERIFICA NORMALE.....	30
5.4. “LAGACCIO – BEGATO”	31
5.4.1. GEOMETRIA DELLA LINEA.....	31
5.4.2. VERIFICA NORMALE.....	32
6. INTERVIA E FRANCHI LATERALI	34
6.1. ANALISI DEL VENTO DI ESERCIZIO	34
6.1.1. “Piazza Principe – Lagaccio” - Ipotesi 1 – “Principe sotterranea” - Verifica intervvia in linea (tra le campate).....	34
6.1.2. “Piazza Principe – Lagaccio” - Ipotesi 1 – “Principe sotterranea” - Verifica intervvia in linea (in corrispondenza del sostegno)	34
6.1.3. “Piazza Principe – Lagaccio” - Ipotesi 2 – “Hennebique” - Verifica intervvia in linea (tra le campate).....	35
6.1.4. “Piazza Principe – Lagaccio” - Ipotesi 2 – “Hennebique” - Verifica intervvia in linea (in corrispondenza del sostegno).....	35
6.1.5. “Piazza Principe – Lagaccio” - Ipotesi 3 – “mare” - Verifica intervvia in linea (tra le campate).....	36
6.1.6. “Piazza Principe – Lagaccio” - Ipotesi 3 – “mare” - Verifica intervvia in linea (in corrispondenza del sostegno).....	36

6.1.7.	"Lagaccio – Begato" - verifica intervista in linea (tra le campate).....	37
7.	ALTEZZE DEI VEICOLI DAL SUOLO	38
7.1.	ALTEZZE MINIME.....	38
7.1.1.	Principe - Lagaccio.....	38
7.1.2.	Lagaccio – Begato.....	38
7.2.	ALTEZZE MASSIME.....	38
7.2.1.	Principe - Lagaccio.....	38
7.2.2.	Lagaccio - Begato	39
8.	OPERAZIONI SOCCORSO	40
8.1.	ORGANIZZAZIONE	40
8.1.1.	Principe - Lagaccio.....	40
8.1.2.	Lagaccio - Begato	40
9.	MODALITÀ OPERATIVE	41

1. PREMESSA

Lo studio in oggetto fa riferimento al progetto per il collegamento urbano tra la stazione marittima al Ponte dei Mille, la zona del Lagaccio e il forte Begato per mezzo di un impianto funiviario aereo di tipo telecabina ad ammorsamento automatico. Si tratta quindi di un servizio di trasporto pubblico a valenza sia urbana sia turistica per collegare la zona della stazione marittima di Genova con il forte Begato attraverso il quartiere Lagaccio. La connessione proposta prevede l'attraversamento di una zona in cui sono presenti forti vincoli di carattere urbanistico ed antropico quali la presenza del Porto, la Villa del Principe (o Palazzo di Andrea Doria a Fassolo), l'attraversamento della strada sopraelevata di Genova e della linea ferroviaria, il sorvolo del tessuto urbano. La presenza del rio Lagaccio tombinato che sfocia tra la stazione marittima e l'edificio Hennebique, il ponte Don Acciai in via di consolidamento strutturale e tutta l'area in via di riqualificazione dell'ex-caserma Gavoglio sono ulteriori vincoli di natura antropica ed ambientale per il progetto proposto.

La presente relazione di calcolo fa riferimento ai parametri caratteristici dell'impianto funiviario di tipo telecabina a doppia fune portante-traente con movimento unidirezionale continuo, a velocità costante e collegamento temporaneo dei veicoli, fra la zona della stazione marittima di Genova e il quartiere Lagaccio (“PIAZZA PRINCIPE – LAGACCIO”) e quest'ultimo con il forte Begato (“LAGACCIO – BEGATO”) ubicato sulla sommità del versante est della Val Polcevera.

La prima tratta “PIAZZA PRINCIPE – LAGACCIO” si trova in un contesto fortemente antropizzato ed assolverà a funzione di trasporto urbano, collegando la zona Nord del quartiere Lagaccio con la zona portuale della città di Genova, permettendo anche l'interconnessione con altri sistemi di trasporto (autobus, treni, metropolitana) attualmente operanti. La seconda tratta “LAGACCIO – BEGATO” è invece proposta in una zona a limitata antropizzazione, e permetterà il collegamento con il Forte Begato, area turistica e sede di eventi, che sarà facilmente e velocemente raggiungibile dai turisti direttamente partenti dalla zona porto.

L'impianto prevede quindi due stazioni terminali site rispettivamente in Piazza Principe e al presso il Forte Begato, e una stazione intermedia “LAGACCIO” che permette il collegamento tra i due tronchi di linea.

La scelta della doppia fune portante-traente permette di minimizzare gli effetti dell'azione del vento, sia in termini di comfort all'interno delle cabine, sia in termini di stabilità al passaggio sui sostegni e all'ingresso in stazione. Inoltre, la configurazione a doppia fune portante-traente in virtù della vigente normativa (Decreto R.D. 337 del 16 novembre 2012, art. 3.4.2.2 dell'Allegato Tecnico) consente di avere sorvoli con franchi rispetto al suolo fino a 60 m. L'elevata altezza dal suolo raggiungibile dalla funivia proposta le permette di sorvolare gli ostacoli urbani presenti in particolare nella prima tratta, minimizzando l'impatto dell'installazione nel tessuto urbano della valle del Lagaccio.

La complessità del contesto urbano e la difficoltà nel trovare soluzioni compatibili con le esigenze funzionali del sistema di trasporto hanno portato all'analisi di tre possibili

alternative per quanto riguarda il tratto “PIAZZA PRINCIPE – LAGACCIO” rispettivamente con partenza:

- Ipotesi 1: “PRINCIPE SOTTERRANEA” – Partenza con posizione della stazione di valle ubicata al di sopra di via Alpini d'Italia e piazza Principe nella zona dove si trova la stazione ferroviaria di Principe Sotterranea.
- Ipotesi 2: “HENNEBIQUE” – Partenza con stazione di valle in sommità dell'ex *Silos granario Hennebique*, primo edificio in Italia ad aver utilizzato il brevetto del 1892 del calcestruzzo armato di Francois Hennebique.
- Ipotesi 3: “MARE” – Partenza con posizione della stazione di valle localizzata tra l'edificio Hennebique e la stazione marittima di Genova.

Per il tratto “LAGACCIO – BEGATO” non è stato necessario sviluppare più ipotesi poiché il tracciato non presenta elementi critici.

Dal punto di vista funiviario è stata scelta la tecnologia della telecabina ad ammorsamento automatico con veicoli da otto posti che si ammorsano a due funi portanti – traenti chiuse ad anello mediante impalmatura e dotate di moto con flusso di tipo antiorario.

Il sistema doppia fune portante-traente, pur presentando elementi di complessità per quanto riguarda le stazioni, consente livelli di stabilità al passaggio sui sostegni e all'ingresso in stazione, di resistenza al vento e di sicurezza sensibilmente maggiori rispetto al sistema tradizionale monofune, e inoltre consente sorvoli di altezza maggiore.

Poiché i veicoli sono connessi a due funi indipendenti, è possibile sviluppare il calcolo di linea sulla base del calcolo monofune. Al fine della sola effettuazione del calcolo di linea si prendono quindi in considerazione i parametri di una singola fune gravata dal 50% dei carichi dei veicoli.

Il calcolo di linea è stato effettuato mediante il programma di calcolo automatico SIF (ideato dall' Ing. Vitali) nella versione 2017. Il programma di calcolo è redatto per l'esatta determinazione di tutte le variabili che costituiscono i risultati del calcolo di verifica della linea di un impianto monofune con veicoli distribuiti uniformemente o a grappoli lungo la fune portante - traente: il metodo di calcolo considera i singoli veicoli come carichi concentrati.

Viene assunta una portata di **2.000 p/h** alla velocità massima di **5 m/s**.

Per entrambe le tratte, le stazioni motrici ancorate sono situate nella zona intermedia del Lagaccio, mentre le stazioni tenditrici sono poste alle rispettive estremità di Piazza Principe e Forte Begato, il sistema di tensione è di tipo idraulico.

Adiacente la stazione motrice, è ubicato il magazzino veicoli ove vengono ricoverati, nel periodo di fuori servizio, le cabine del primo e del secondo tronco.

Con le condizioni di esercizio previste, il numero massimo di passeggeri in linea su ciascun tronco risulta limitato con un massimo pari a 280 persone, valore inferiore ai limiti di norma, considerando tutti i veicoli a pieno carico nei due sensi di marcia.

2. VINCOLI TERRITORIALI

Di seguito sono esposti nel dettaglio i vincoli territoriali che hanno influito nella scelta del tracciato e nel posizionamento delle stazioni.

2.1. RISCHIO GEOMORFOLOGICO

Gran parte dell'area in esame nel territorio di Genova è caratterizzata da un rischio geomorfologico mediamente moderato (espresso dalle aree in verde in Fig. 1), ma sono presenti particolari zone nei dintorni dell'ex caserma Gavoglio a rischio medio (in giallo) e a rischio molto elevato (in rosso). Nella fattispecie, per posizionare i sostegni di linea, si è dovuto scegliere con cura le aree adeguate, evitando quindi le zone maggiormente critiche in termini di rischio geomorfologico.

2.2. RIO LAGACCIO

La presenza del rio Lagaccio e delle sue fasce di inedificabilità ai sensi del R.R. n. 1 del 16/03/2016 al di sotto del tessuto urbano è uno dei vincoli che influenza maggiormente la scelta della posizione delle stazioni e dei sostegni di linea. In particolare, il sostegno previsto in fregio alla caserma Gavoglio, oggetto di un progetto di riqualificazione per realizzazione di un parco urbano, ha richiesto particolare attenzione (Fig. 2).



Fig. 2 – Fascia d'inedificabilità (Tratteggiata) e rischio geomorfologico del rio Lagaccio nei pressi della ex caserma Gavoglio. I sostegni rappresentati nei vari colori rappresentano le possibili ipotesi di tracciato.



Fig. 1 - Rischio geomorfologico della zona interessata all'intervento

(P.d.B. rilievo regionale - Rischio Geomorfologico ed Idrogeologico <https://geoportal.regione.liguria.it/>)

2.3. METROPOLITANA

La linea metropolitana di Genova interessa il livello sotterraneo della piazza Principe (quota del ferro di -3 m s.l.m.). Si segnala che, oltre alla galleria, sono presenti i locali tecnici della linea metropolitana (Fig. 3). Pertanto, al fine di definire il carico utile che può gravare sulle solette dei locali tecnici dovranno essere effettuati gli approfondimenti di merito.

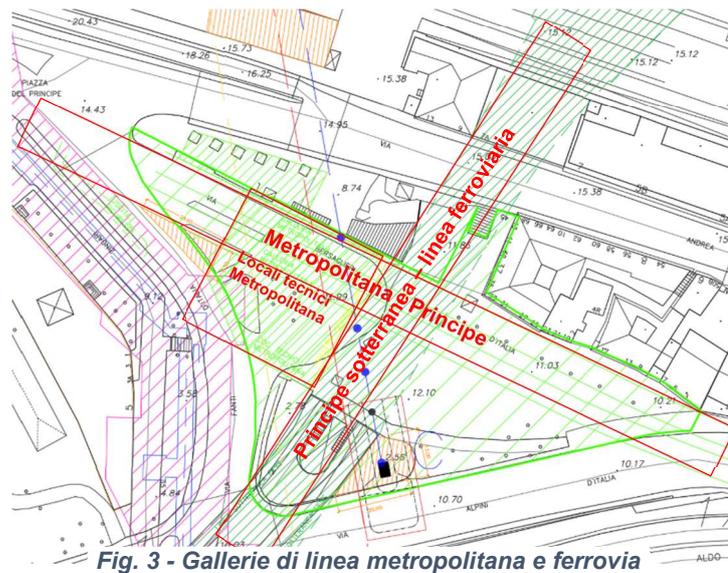


Fig. 3 - Gallerie di linea metropolitana e ferrovia

2.4. FERROVIA E PONTE PROTETTORE

Nella zona interessata dall'intervento in prossimità della stazione di valle è presente la linea ferroviaria F.S. passante e la stazione di Genova Principe ed è inoltre presente la linea 'sotterranea' che diramandosi dalla linea principale si abbassa sino alla quota 2 m s.l.m. e prosegue in fregio alle strutture portuali. Nella zona compresa tra via Alpini d'Italia e la linea metropolitana si trova la stazione ferroviaria F.S. Principe Sotterranea. La quota del ferro della linea passante principale è di 14 m s.l.m.

Poiché l'art. 58 del Decreto del Presidente della Repubblica del 11/07/1980 n. 753 sancisce che: *“Chiunque costruisce una strada, un canale o un condotto d'acqua, un elettrodotto, gasdotto, oleodotto o qualunque opera di pubblica utilità che debba attraversare impianti ferroviari, compresi gli elettrodotti, e svolgersi ad una distanza che possa creare interferenze, soggezioni o limitazioni all'esercizio ferroviario deve ottenere la preventiva autorizzazione dell'azienda esercente che potrà condizionarla alla realizzazione di tutte le varianti ai piani costruttivi che riterrà necessarie per garantire la sicurezza delle opere e degli impianti e la regolarità dell'esercizio ferroviario.”*, si ritiene necessario al fine dell'ottenimento della preventiva autorizzazione la realizzazione di un ponte protettore al di sopra della linea ferroviaria e ad una adeguata distanza della linea di contatto per evitare interferenze funzionali con l'esercizio ferroviario causate dalla eventuale caduta di oggetti dai veicoli o da interventi di tipo manutentivo. Tale ponte

protettore potrà anche fungere da passerella pedonale di collegamento tra il quartiere Lagaccio e la zona piazza Principe (Fig. 4).



Fig. 4 - Passante ferroviario di Principe e ponte protettore

2.5. ASPETTI LEGATI AL RISCHIO INCENDIO

Il sorvolo di un'area intensamente antropizzata come quella interessata dalla tratta PIAZZA “PRINCIPE – LAGACCIO” induce sicuramente a dover considerare le problematiche del rischio incendio e dunque a esaminare i criteri costruttivi che consentono di ridurre e contenere gli effetti di un eventuale incendio sul sistema di trasporto proposto.

Analizzate le varie possibili soluzioni tra cui la riqualifica ai fini antincendio degli edifici sorvolati, la dotazione degli edifici sorvolati di dispositivi ed equipaggiamenti atti a contenere gli effetti di un eventuale incendio (sistemi antincendio) e a mantenere i veicoli e l'infrastruttura del sistema di trasporto ad una distanza tale dal non essere soggetti ad effetti critici in caso di incendio, si è deciso di sviluppare questa terza via, non ritenendo possibile un'azione significativamente intrusiva negli edifici privati interessati dalla linea dell'impianto.

Ciò ha portato a concepire una linea con due sostegni particolarmente alti posti alle due estremità del nucleo abitato del Lagaccio.

Nella sottostante Tabella 1 sono riportate le altezze rispetto al piano campagna dei sostegni di eccezionale entità.

IPOTESI	SOSTEGNO	ALTEZZA m
1	C4	75
1	C5	68
2	C2	75
2	C3	68
3	C3	83
3	C5	68

Tabella 1 - Sostegni di altezza elevata

La scelta di prevedere sostegni di eccezionale altezza ha consentito il mantenimento del bordo inferiore dei veicoli, nelle condizioni di carico maggiormente critiche, ad una distanza minima dai tetti di almeno 16,5 m, come risulta dalla relazione specifica del rischio incendio che definisce il franco verticale di rispetto nell'intervallo tra 12,7 m e 21,3 m calcolato rispettivamente al caso di basso o alto carico d'incendio in corrispondenza delle unità immobiliari prossime all'impianto. Pertanto, sui veicoli e sui sostegni di linea verranno installati dei rilevatori infrarossi che rileveranno l'insorgere di focolai di incendio nella zona sorvolata dall'impianto. Qualora venga rilevato un principio di incendio nella zona sottostante all'impianto verrà attuata una procedura di emergenza, si provvederà a "scaricare" la linea inviando i veicoli a magazzino, in questo lasso di tempo il franco verticale assunto rispetto ai tetti degli edifici è tale da scongiurare qualunque danno ai veicoli e alle persone. Scaricata la linea si manterrà il moto delle funi nude alla velocità di 5 m/s in maniera tale che anche incendi di ingente entità non possano danneggiare le funi che, nel loro moto continuo, saranno interessate per pochi secondi dall'azione dell'incendio.

I due sostegni di linea, in virtù della loro altezza, della distanza rispetto ai luoghi dove può propagarsi l'incendio e delle loro caratteristiche costruttive saranno immuni dagli effetti dell'incendio.

Si evidenzia la centrale importanza di prevenire il surriscaldamento locale della fune, che potrebbe portare alla sua rottura con danni ingenti e imprevedibili per tutta l'area interessata dal sorvolo della linea. Si sottolinea che, in virtù delle problematiche di rischio incendio di questa area, risulta fortemente preferibile la soluzione adottata di impianto con fune portante-traente rispetto a soluzioni alternative caratterizzate dalla presenza di funi portanti fisse. Se è vero che tali soluzioni consentirebbero frecce minori in campata, è però altrettanto vero che in caso di fenomeni di incendio importanti e localizzati, le funi subirebbero inammissibili surriscaldamenti localizzati che potrebbero portare alla loro rottura con effetti distruttivi per tutta la fascia sorvolata.

2.6. POSIZIONAMENTO DELLE STAZIONI E SOSTEGNI

Come è stato menzionato nella premessa, l'impianto ha funzione di trasporto urbano tra la zona piazza Principe e Lagaccio e di trasporto turistico sulla tratta piazza Principe – Lagaccio – forte Begato. In virtù dei vincoli territoriali, ed in particolare delle aree dove è possibile ipotizzare il posizionamento delle stazioni e del fatto che gli impianti a fune hanno un andamento prettamente rettilineo è stata ipotizzata una prima linea di collegamento piazza Principe – Lagaccio ed una seconda linea Lagaccio – Begato. La stazione intermedia, posta nella zona Lagaccio a monte del ponte Don Acciai, funge da stazione motrice sia per il primo sia per il secondo tronco. Le due stazioni di estremità piazza Principe e forte Begato hanno la funzione di rinvio e tensione per i due rami. Ciascuno dei due rami può operare indipendentemente dall'altro.

La linea del primo tronco, come precedentemente evidenziato, presenta caratteristiche eccezionali dovendo sorvolare l'area urbana del Lagaccio ad una quota elevata con sostegni di altezza fino a 75 m e lunghezza delle campate fino a 500 m. Pertanto, pur avendo le stazioni intervallate di 6 m, i sostegni più elevati hanno intervallate di 7 m, con allargamento della linea al fine di garantire il franco minimo orizzontale a metà campata.

La seconda linea Lagaccio – forte Begato non presenta criticità particolari, si tratta di una linea più tradizionale, con sostegni di tipo ordinario e intervallata costante di 6 m per le stazioni e per tutta la linea.

Si evidenzia che le opere funiviarie determinano azioni importanti al suolo che andranno prese in debita considerazione per il dimensionamento delle varie strutture. In particolare, poiché la forza indotta sulla stele delle stazioni tenditrici è di 150 tonnellate, si dovranno valutare con attenzione gli effetti indotti da particolare sollecitazione, con particolare riferimento alla stazione di piazza Principe. I sostegni posti nella zona prossima alla stazione di Principe Sotterranea andranno ad insistere sulle solette della sottostante metropolitana, pertanto dovranno essere svolti tutti gli approfondimenti del caso. I due sostegni di altezza eccezionale posti in zona Lagaccio trasmetteranno al suolo un carico altrettanto eccezionale che comporterà la realizzazione di opere di fondazione e di sottofondazione adeguate.

2.6.1. TRONCO 1 - “PIAZZA PRINCIPE – LAGACCIO” – POSIZIONE STAZIONI

Il primo tronco di linea è sicuramente quello maggiormente critico, visti i vincoli territoriali precedentemente illustrati. Infatti sul percorso si trovano (elencati da monte a valle):

- Stazione marittima, porto ed Hennebique
- Sopraelevata SS1 Aurelia e via Alpini d'Italia
- Villa del Principe (in adiacenza)
- Piazza Principe
- Linea metropolitana
- Posteggio sotterraneo Piazza Principe (ex stazione terminale di Principe)
- Passante ferroviario di Genova Principe

La posizione della stazione di valle è fortemente vincolata dalla presenza di questi elementi urbanistici, oltre che dall'andamento lineare del tratto stazione di valle – stazione intermedia, che richiede il posizionamento di sostegni eccezionali, che proprio in virtù della loro dimensione e della loro configurazione presentano forti vincoli di collocazione sul territorio. Proprio dalla presenza di questi elementi vincolanti nasce la decisione di sviluppare tre ipotesi. Nella prima ipotesi si inserisce la stazione di valle presso la stazione ferroviaria di Genova Piazza Principe sotterranea, nella seconda ipotesi la linea si sviluppa partendo dalla sommità dell'edificio Hennebique, mentre nella terza ipotesi si è sviluppata un'opzione che parte da un'area posta nello specchio di mare, nello spazio adiacente alla banchina

tra la stazione marittima e l'Hennebique. La prima ipotesi, pur presentando complessità strutturali notevoli, perché va ad interferire con la linea ferroviaria e della metropolitana, ha i notevoli vantaggi di evitare il sorvolo della strada statale SS1 Aurelia e via Alpini d'Italia e può configurarsi come fulcro multimodale di

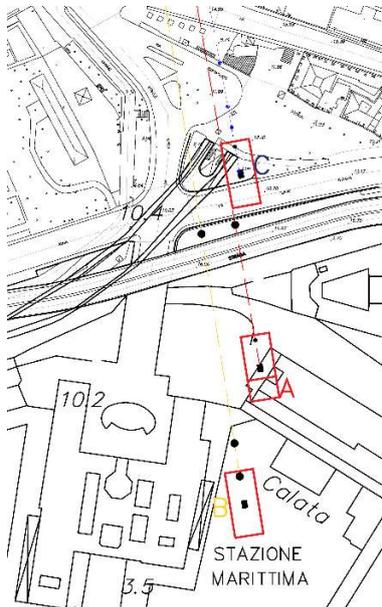


Fig. 5 - Possibili soluzioni per il posizionamento della stazione di valle

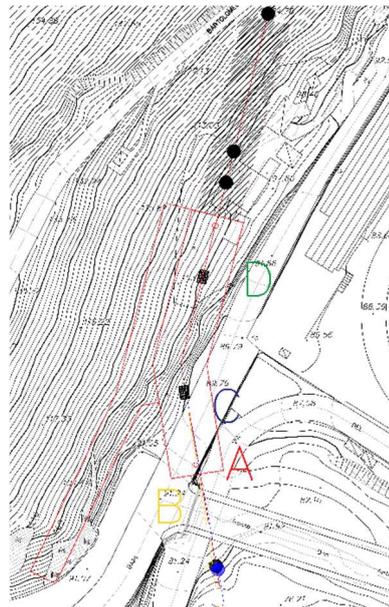


Fig. 6 - Ortofotoco con incrocio della linea nella posizione della stazione intermedia

collegamento tra la stazione marittima, la stazione ferroviaria Principe sotterranea e la stazione della metropolitana, risultando peraltro a breve distanza dal posteggio sotterraneo adiacente alla stazione Principe.

L'intenso sviluppo urbanistico che ha caratterizzato la città di Genova, soprattutto tra gli anni '50 e gli anni '80, ha portato all'edificazione di tutte le fasce pedemontane della città ed in particolare dei versanti di fondo valle del rio Lagaccio. Il reticolo viario urbano è stato conseguentemente sviluppato con direttrici a quota costante che seguono l'andamento orografico del territorio. Nella fattispecie l'asse viario principale è composto da via Bari e via Napoli, collegate tra loro dal ponte Don Acciai. La stazione intermedia è stata posizionata tra la zona compresa tra via Bari, via Napoli e ponte Don Acciai e l'impianto polisportivo “Felice Ceravolo al Lagaccio” alla quota del piano imbarco di 102,65 m s.l.m. e di 10,88 m rispetto al piano strada proprio in virtù del fatto di fungere da polo di collegamento rispetto al polo urbano che si affacciano sulle due strade e all'impianto polisportivo.

2.6.2. TRONCO 1 - “PIAZZA PRINCIPE – LAGACCIO” - SOSTEGNI CRITICI DELLA LINEA

Il primo tratto piazza Principe – Lagaccio deve rispondere adeguatamente ai vincoli di sorvolo territoriali rappresentati dal reticolo viario urbano, dalla ferrovia, dal tessuto urbano nell'area edificata del Lagaccio e dalla zona dell'ex caserma Gavoglio. Come è stato precedentemente illustrato, è stato necessario prevedere altezze di sorvolo elevate al fine di poter adeguatamente rispondere alle criticità indotte dal rischio incendio. Il fatto di configurare la linea ad una quota elevata nella zona di sorvolo nell'area urbana genera un altro vantaggio importante che è quello di superare le problematiche di privacy indotte dall'affaccio tra i veicoli e gli edifici sorvolati o prossimi. Queste scelte progettuali hanno comportato l'esigenza di realizzare due sostegni verticali particolarmente elevati e sostegni prossimi alla stazione di valle e alla stazione di monte di altezza ordinaria.

2.6.3. IPOTESI 1 - LINEA PRINCIPE SOTTERRANEA – LAGACCIO

La stazione di valle è posizionata al di sopra dell'attuale stazione Principe sotterranea. Dovranno in fase di progettazione risolversi le problematiche indotte dal trasferimento della tensione delle funi di oltre 150 tonnellate e dal carico gravante sulle solette delle strutture della metropolitana indotto dai sostegni R1, R2 e C3 che insistono nella zona attualmente destinata ad area di sosta degli autobus. La stazione, oltre ai meccanismi funiviari, ospiterà percorsi di accesso e di esodo, i locali di controllo, i locali tecnici per le apparecchiature elettriche di comando e controllo, la zona di transito e attesa dei passeggeri, i servizi igienici ed eventualmente la biglietteria.

Il piano imbarco è previsto alla quota di 18,31 m in modo tale da avere il franco verticale dei veicoli al di sopra della viabilità circostante sempre superiore ai 5 m e non andare quindi a creare vincoli o limitazioni alla viabilità stessa.

La linea funiviaria incontra i sostegni di ritenuta R1 e R2 di altezza circa 12 m prossimi alla stazione e il sostegno C3 di altezza 20 m ubicato in prossimità all'ingresso della metropolitana. La linea poi prosegue sino al sostegno C4 di altezza

75 m, posizionato alla progressiva 302,25 m ove attualmente si trova un basso fabbricato sito in via del Lagaccio 7. La realizzazione del sostegno di linea implica l'abbattimento del suddetto fabbricato e la realizzazione di adeguate opere di sottofondazione. La linea sorvola poi tutto l'abitato del Lagaccio ad una distanza media di circa 60 m sino al sostegno C5 di altezza 68 m posto alla progressiva 748,5 m posizionato in adiacenza alla ex caserma Gavoglio, anche in questo caso sono necessarie importanti opere di sottofondazione in virtù dei carichi trasmessi al terreno dal sostegno.

Si evidenzia che la campata C3 – C4 ha lunghezza di 240,25 m e la campata C4 – C5 ha lunghezza di 446,25 m, pertanto è stato necessario allargare la linea a 7 m onde garantire il franco minimo in mezzeria.

Dal sostegno C5 la linea prosegue sorvolando l'area oggetto di futura riqualificazione del Lagaccio sino al sostegno C6 posizionato in prossimità del ponte Don Acciai. Da qui la linea giunge alla stazione intermedia, avente piano imbarco alla quota di 102,65 m s.l.m, inserita nel versante montano a lato del ponte Don Acciai. Anche in questo caso la scelta della quota del piano imbarco della stazione è stata dettata dalla quota altimetrica della viabilità sottostante che viene sempre sorvolata dai veicoli in ingresso e in uscita della stazione con un franco verticale di oltre 5 m. La stazione intermedia comprende anche il magazzino veicoli con volume tale da ospitare tutti i veicoli del primo e del secondo tronco. Il posizionamento planimetrico di detta stazione, motrice di entrambi i tronchi, è stato definito in maniera tale da minimizzare l'impatto sulla viabilità circostante e contenere nel tempo i volumi di scavo necessari per garantire i franchi in uscita dei veicoli del secondo tronco. Pertanto, il piano imbarco di detta stazione si trova a quota 102,65 m s.l.m; dovranno quindi essere previsti gli adeguati percorsi meccanizzati per consentire l'agevole accesso dei passeggeri alla stazione. All'interno della stazione si trovano l'argano per il primo e per il secondo tronco, i percorsi dei veicoli in passaggio e in ricircolo, le zone di attesa per l'imbarco dei passeggeri per il primo ed il secondo tronco, i percorsi di accesso ed esodo alla stazione, le aree di sosta dei passeggeri, la cabina di comando per il primo e per il secondo tronco, i servizi igienici, la cabina di trasformazione per l'alimentazione dell'impianto funiviario, i locali tecnici funiviari, il magazzino pezzi di ricambio e la zona di manutenzione dei veicoli. Inoltre, potranno ricavarsi locali commerciali e bar. Si ribadisce come tale stazione diverrà il fulcro di interscambio di passaggio della zona Lagaccio sia per quanto riguarda le esigenze di mobilità urbana sia per quanto riguarda i flussi di carattere turistico sportivo.

2.6.4. IPOTESI 2 - LINEA HENNEBIQUE – LAGACCIO

L'ipotesi 2 presuppone la realizzazione della stazione di partenza alla quota 29 m s.l.m. presso il lato nord ovest dell'edificio Hennebique. La realizzazione di tale stazione presuppone la ristrutturazione dell'edificio Hennebique, totale o parziale, la

realizzazione di un'importante stele alta 30 m atta a raccogliere il tiro delle funi di circa 150 tonnellate e gli adeguati percorsi meccanizzati per portare i passeggeri alla quota del piano imbarco. I volumi e i servizi funiviari andranno integrati nell'edificio Hennebique e si dovrà avere cura nel mantenere costruttivamente isolata la stele di stazione rispetto alla rimanente parte dell'edificio per evitare la propagazione di vibrazioni disturbanti a tutto lo stabile.

Dalla stazione di valle la linea prosegue fino al sostegno C1 posto tra la sopraelevata SS1 Aurelia e via Alpini d'Italia e da qui in campata unica sorvolando piazza Principe e la ferrovia fino al sostegno C2 ubicato a margine di via del Lagaccio al posto dell'edificio in via del Lagaccio 7 e da qua la linea prosegue come nell'ipotesi 1 fino alla stazione Lagaccio.

2.6.5. IPOTESI 3 - LINEA MARE – LAGACCIO

Nella terza ipotesi del primo tratto presuppone la realizzazione della stazione di valle in una parte dello specchio d'acqua che si trova tra la banchina della stazione marittima e la banchina dell'edificio Hennebique.

La stazione di valle si trova col piano d'imbarco di 5,50 m in maniera tale da non interferire con la mobilità della zona e anche in questo caso sono previste opere di fondazione importanti che dovranno attestarsi sul fondale marino. La stazione dovrà comprendere, oltre agli elementi prettamente funiviari, gli accessi e i servizi menzionati per le altre stazioni.

In prossimità della banchina si trova il sostegno R1 e da qui la linea prosegue sino al sostegno C2 posto tra la sopraelevata SS1 Aurelia e via Alpini d'Italia. Da qui la linea prosegue sino al sostegno C3 di altezza 83 m ubicato al di là del fascio ferroviario, al posto del corpo laterale dell'“edificio rosso” in via del Lagaccio 15.

2.6.6. TRONCO 2 - “LAGACCIO – BEGATO” - POSIZIONE STAZIONI E SOSTEGNI CRITICI DELLA LINEA

Nel secondo tronco sono state prese decisioni progettuali riguardo al posizionamento della stazione di monte per agevolare l'accesso dal vicino Forte Begato, mentre per la stazione di valle la scelta è vincolata alla posizione prefissata della stazione intermedia condivisa con il primo tronco. La stazione di valle dovrà contenere tutti gli elementi condivisi come sono stati descritti nei capitoli precedenti riguardanti il tronco 1. Nel posizionamento della stazione di valle si dovranno effettuare le operazioni di sbancamento sia per le adeguate opere di fondazione della stazione, sia nell'area subito adiacente all'uscita dei veicoli, condizione che è necessaria nel rispetto dei minimi franchi verticali. La linea funiviaria incontra i sostegni di ritenuta R1 e R2 di altezza circa 7 m prossimi alla stazione, nel posizionamento di questi due sostegni, per mantenere i franchi verticali necessari, anche qui sarà necessario effettuare delle operazioni di sbancamento che si protrarrà fino al sostegno C3. In aggiunta, tra i sostegni di linea R1 e R2 è presente un'interferenza con un edificio (indicato all'interno del circolo rosso in Fig. 7) situato

in via Bari, edificio che dovrà essere abbattuto, coerentemente con le necessità di minimo franco verticale. La linea poi prosegue con il sostegno C3 di altezza 12 m ubicato in prossimità del ciglio della via Bartolomeo Bianco che permetterà di sorvolare la viabilità mantenendo un franco verticale superiore ai 5 m. Superata la viabilità la linea prosegue senza ulteriori complicazioni fino alla stazione di monte.

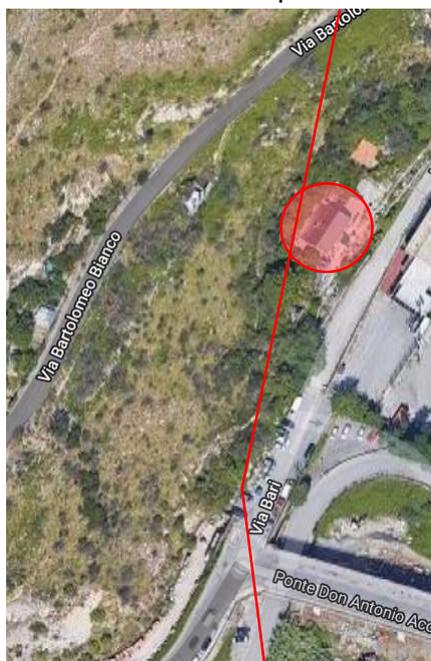


Fig. 7 - Edificio in via Bari accanto al centro polisportivo

La posizione della stazione di monte è stata scelta in maniera da rendere il collegamento con il forte Begato, sia per scopi turistici sia per fini sportivi, il più agevole possibile. La stazione si troverà ubicata al ciglio di via Al Forte Begato in prossimità del piazzale che dà accesso al forte.

La stazione di monte, oltre ai meccanismi funiviari, ospiterà percorsi di accesso e di esodo, i locali di controllo, i locali tecnici per le apparecchiature elettriche di comando e controllo, la zona di transito e attesa dei passeggeri, i servizi igienici ed eventualmente la biglietteria.

3. CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI DELL'IMPIANTO

3.1. “PIAZZA PRINCIPE – LAGACCIO” - IPOTESI 1 – “PRINCIPE SOTTERRANEA”

– tipo d'impianto	telecabina a doppia fune portante-traente	
– quota stazione a valle (q. f.)	23,31	m s.l.m.
– quota stazione a monte (q. f.)	107,65	m s.l.m.
– stazione a valle	rinvio - tenditrice	
– stazione a monte	motrice-ancorata	
– lunghezza orizzontale tra le avanzazioni	1161,49	m
– dislivello della fune alle stazioni	84,34	m
– lunghezza inclinata tra le avanzazioni	1170,89	m
– pendenza media	7,26	%
– portata massima con azionamento principale	2000	p/h
– equidistanza minima dei veicoli	72,0	m
– intervallo di tempo tra i veicoli	14,40	s
– durata viaggio con velocità massima	3'54"	
– velocità massima con motore principale	5,0	m/s
– velocità massima con motore di recupero	1,0	m/s
– numero veicoli in linea	33	
– numero totale veicoli	39	
– potenza dei motori principali	480	kW
– potenza del motore di riserva	240	kW
– potenza del motore di recupero	155	kW
– numero sostegni di appoggio	4	
– numero sostegni di ritenuta	2	
– numero sostegni a doppio effetto	0	
– numero totale rulli di linea	168 + 168	
– diametro pulegge motrice/rinvio	6000	mm
– intervista in linea	6000	mm
– diametro fune portante-traente	44 + 44	mm
– azione del dispositivo idraulico di tensione	1500 ± 10%	kN
– senso di rotazione	antiorario	

3.2. “PIAZZA PRINCIPE – LAGACCIO” - IPOTESI 2 – “HENNEBIQUE”

– tipo d’impianto	telecabina a doppia fune portante-traente	
– quota stazione a valle (q. f.)	36,78	m s.l.m.
– quota stazione a monte (q. f.)	107,65	m s.l.m.
– stazione a valle	rinvio - tenditrice	
– stazione a monte	motrice-ancorata	
– lunghezza orizzontale tra le avanstazioni	1270,75	m
– dislivello della fune alle stazioni	70,87	m
– lunghezza inclinata tra le avanstazioni	1275,27	m
– pendenza media	5,58	%
– portata massima con azionamento principale	2000	p/h
– equidistanza minima dei veicoli	72	m
– intervallo di tempo tra i veicoli	14,40	s
– durata viaggio con velocità massima	4’15”	
– velocità massima con motore principale	5,0	m/s
– velocità massima con motore di recupero	1,0	m/s
– numero veicoli in linea	35	
– numero totale veicoli	41	
– potenza dei motori principali	400	kW
– potenza del motore di riserva	200	kW
– potenza del motore di recupero	130	kW
– numero sostegni di appoggio	4	
– numero sostegni di ritenuta	1	
– numero sostegni a doppio effetto	0	
– numero totale rulli di linea	148 + 148	
– diametro pulegge motrice/rinvio	6000	mm
– intervista in linea	6000	mm
– diametro fune portante-traente	44 + 44	mm
– azione del dispositivo idraulico di tensione	1500 ± 10%	kN
– senso di rotazione	antiorario	

3.3. “PIAZZA PRINCIPE – LAGACCIO” - IPOTESI 3 – “MARE”

– tipo d’impianto	telecabina a doppia fune portante-traente	
– quota stazione a valle (q. f.)	12,75	m s.l.m.
– quota stazione a monte (q. f.)	107,65	m s.l.m.
– stazione a valle	rinvio - tenditrice	
– stazione a monte	motrice-ancorata	
– lunghezza orizzontale tra le avanstazioni	1332,41	m
– dislivello della fune alle stazioni	94,90	m
– lunghezza inclinata tra le avanstazioni	1341,45	m
– pendenza media	7,12	%
– portata massima con azionamento principale	2000	p/h
– equidistanza minima dei veicoli	72,00	m
– intervallo di tempo tra i veicoli	14,40	s
– durata viaggio con velocità massima	4’28”	
– velocità massima con motore principale	5,0	m/s
– velocità massima con motore di recupero	1,0	m/s
– numero veicoli in linea	38	
– numero totale veicoli	44	
– potenza dei motori principali	480	kW
– potenza del motore di riserva	240	kW
– potenza del motore di recupero	155	kW
– numero sostegni di appoggio	4	
– numero sostegni di ritenuta	1	
– numero sostegni a doppio effetto	0	
– numero totale rulli di linea	168 + 168	
– diametro pulegge motrice/rinvio	6000	mm
– intervista in linea	6000	mm
– diametro fune portante-traente	44 + 44	mm
– azione del dispositivo idraulico di tensione	1500 ± 10%	kN
– senso di rotazione	antiorario	

3.4. “LAGACCIO – BEGATO”

– tipo d’impianto	telecabina a doppia fune portante-traente	
– quota stazione a valle (q. f.)	107,65	m s.l.m.
– quota stazione a monte (q. f.)	456,40	m s.l.m.
– stazione a valle	motrice-ancorata	
– stazione a monte	rinvio - tenditrice	
– lunghezza orizzontale tra le avanzstazioni	1176,26	m
– dislivello della fune alle stazioni	348,75	m
– lunghezza inclinata tra le avanzstazioni	1239,61	m
– pendenza media	29,65	%
– portata massima con azionamento principale	2000	p/h
– equidistanza minima dei veicoli	72,00	m
– intervallo di tempo tra i veicoli	14,40	s
– durata viaggio con velocità massima	4’07”	
– velocità massima con motore principale	5,0	m/s
– velocità massima con motore di recupero	1,0	m/s
– numero veicoli in linea	35	
– numero totale veicoli	41	
– potenza dei motori principali	952	kW
– potenza del motore di riserva	476	kW
– potenza del motore di recupero	302	kW
– numero sostegni di appoggio	9	
– numero sostegni di ritenuta	5	
– numero sostegni a doppio effetto	0	
– numero totale rulli di linea	212 + 212	
– diametro pulegge motrice/rinvio	6000	mm
– intervvia in linea	6000	mm
– diametro fune portante-traente	44 + 44	mm
– azione del dispositivo idraulico di tensione	1280 ± 10%	kN
– senso di rotazione	antiorario	

4. DESCRIZIONE GENERALE DELLE CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO

L'impianto in esame è costituito da una telecabina a doppia fune portante-traente ad ammortamento automatico nella quale i veicoli ad otto posti a sedere sono ammortati su di due funi portanti-traenti, chiusa ad anello mediante impalmatura e dotata di moto continuo unidirezionale con senso di rotazione antiorario. Come già premesso, la scelta della doppia fune portante-traente permette di aumentare la distanza massima dal bordo inferiore del veicolo al terreno che, con funivie con veicoli chiusi monofune, sarebbe di appena 30 m, come imposto dal vincolo ai sensi del Decreto R.D. 337 del 16 novembre 2012 all'art. 3.4.2.1 dell'Allegato Tecnico. Si sottolinea che con un franco massimo di 30m troverebbero più difficile e più costosa soluzione le problematiche di definizione di linea e di inserimento all'interno del tessuto urbano presenti in particolare nella prima tratta. Utilizzando una doppia fune portante-traente si ha il vantaggio di poter aumentare a 60 m il franco massimo: *“[...] se per ogni ramo sono interessati contemporaneamente al massimo 5 veicoli, anche su campate diverse, la distanza dal terreno del bordo inferiore dei predetti 5 veicoli può essere maggiore di 60 m”* (estratto Decreto R.D. 337 16/07/2012, Allegato Tecnico art. 3.4.2.2).

L'anello di fune del tronco “PIAZZA PRINCIPE – LAGACCIO” è movimentato da un argano motore posto nella stazione “LAGACCIO” ed è messo in tensione da un pistone con relativo cilindro ubicato nella stazione di valle, mentre l'anello di fune del tronco “LAGACCIO – FORTE BEGATO” è movimentato da un argano motore posto nella stazione “LAGACCIO” ed è messo in tensione da un pistone con relativo cilindro ubicato nella stazione di monte.

L'impianto comprende le seguenti stazioni:

- stazione tenditrice e rinvio a valle.
- doppia stazione motrice nella stazione intermedia
- stazione tenditrice e rinvio a monte.

La linea viene realizzata con sostegni a tre fusti di forma tronco conica ed a sezione poligonale o tubolari, costruiti in lamiera di acciaio ed ancorati alla fondazione in calcestruzzo da adeguati tirafondi.

<u>Sostegno</u>	<u>Progressiva [m]</u>	<u>Altezza [m]</u>	<u>Forma</u>				
R1	25,00	10,91	"A"				
R2	37,00	13,10	"A"				
C3	62,00	20,00	"A"				
C4	302,25	75,00	"B"				
C5	748,50	68,00	"C"				
C6	1.155,99	26,50	"A"				
"PIAZZA PRINCIPE - LAGACCIO" - IPOTESI 1 – "PRINCIPE SOTTERRANEA"							
<u>Sostegno</u>	<u>Progressiva [m]</u>	<u>Altezza [m]</u>	<u>Forma</u>	<u>Sostegno</u>	<u>Progressiva [m]</u>	<u>Altezza [m]</u>	<u>Forma</u>
C1	80,50	42,00	"A"	R1	20,00	12,80	"A"
C2	407,50	75,00	"B"	C2	139,00	35,00	"A"
C3	853,75	68,00	"C"	C3	423,00	83,00	"B"
C4	1.261,25	26,50	"A"	C4	936,00	68,00	"C"
"PIAZZA PRINCIPE - LAGACCIO" - IPOTESI 2 – "HENNEBIQUE"				"PIAZZA PRINCIPE - LAGACCIO" - IPOTESI 3 – "MARE"			
C5				C5	1.321,65	26,00	"A"

<u>Forma</u>	<u>Testa del sostegno</u>
"A"	Singola
"B"	Doppia
"C"	Tripla

Tabella 2 - Tipologie di forme dei sostegni differenziate per le varie ipotesi

A causa della presenza del tessuto urbano sottostante al primo tronco della linea, tutti i sostegni verranno realizzati verticalmente e non secondo la direzione media della risultante delle pressioni agenti sulla rulliera, mentre nel caso del secondo tronco i sostegni di linea verranno realizzati secondo questa ultima indicazione.

4.1. SOSTEGNI

Dimensione Ingegnerie possiede pregressa esperienza in ambito di posizionamento e realizzazione di sostegni di altezza importante: un particolare esempio di rilievo nella contestualizzazione ambientale si può ritrovare nell'impianto della Skyway Monte Bianco, dove il posizionamento sostegni di altezza rilevante è stato realizzato con sostegni di tipo a traliccio (Fig. 8).



Fig. 8 – Uno dei sostegni in linea dell'impianto Skyway Monte Bianco, di altezza 100m.

A differenza degli impianti funiviari di tipo montano, le condizioni imposte dal territorio in ambito urbano portano ad avere sostegni in linea di altezze molto elevate, in maniera tale da sorvolare il tessuto urbano e tutti i vincoli urbani e i punti di interesse, tra cui la sopraelevata SS1, strade statali, la stazione della metropolitana di Genova Principe, la ferrovia, edifici residenziali e luoghi di culto. Particolare attenzione è da riporre nella presenza dei sostegni C4 e C5 dell'ipotesi 1 “*Principe Sotterranea*”, C2 e C3 delle ipotesi 2 “*Hennebique*” e 3 “*Mare*” che presentano delle altezze e ingombri notevoli. Questa soluzione però non è una novità nel campo degli impianti di trasporto urbano a fune: l'impianto esistente *Emirates Air Line* di *Londra-UK* realizzato nel 2012 (Fig. 9) è dotato di sostegni con dimensioni paragonabili a quelle dei sostegni proposti, comunque ben integrati nel tessuto urbano.



Fig. 9 – La cabinovia Emirates Air Line di Londra (<https://www.burohappold.com/projects/emirates-air-line/>; <https://expedition.uk.com/projects/london-cable-car/>)

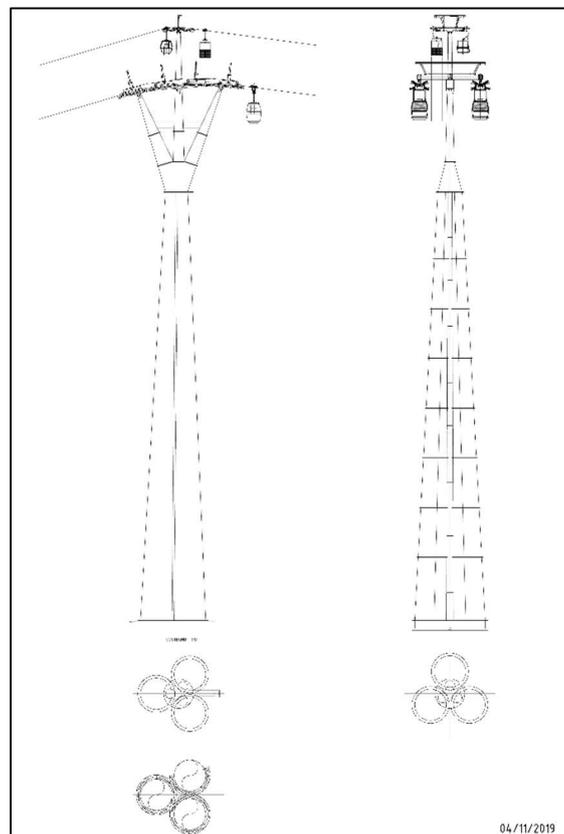


Fig. 10 - Sostegno tipo della linea Genova – struttura in acciaio

I sostegni da realizzare dovranno avere delle caratteristiche funzionali importanti, ma al contempo essere un oggetto di design che integri all'interno del territorio urbano. Il sostegno sarà quindi composto da tre fusti che si avvolgono intorno all'asse. I sostegni di linea oltre alle caratteristiche proprie del sistema, dovranno poter essere accessibili per opere di manutenzione ordinaria e straordinaria, per cui si prevede di inserire scale esterne che avvolgeranno i tre fusti che compongono ogni sostegno.

Nello specifico della tecnica funiviaria, la testa dei sostegni dovrà aprirsi in due o tre rami (a seconda del sostegno), in maniera tale da poter posizionare le rulliere, che saranno in numero maggiore rispetto a tradizionali sostegni in linea a causa del sorvolo sulla zona interessata che prevede di rimanere ad una distanza di sicurezza da fabbricati, edifici e altre zone d'interesse.

Dal punto di vista funzionale, si prevede che i sostegni abbiano una peculiare resistenza al fuoco generato da eventuali incendi; per garantire tale caratteristica i sostegni verranno realizzati con uno scheletro in acciaio e con un particolare rivestimento green, con piante rampicanti che scenderanno lungo il corpo del sostegno e che costituiranno una “seconda pelle”. Il rivestimento green raggiungerà, in caso di incendio, il doppio vantaggio di abbassare la temperatura del sostegno, fungendo da strato schermante dagli effetti dell'irraggiamento degli eventuali focolai di incendio, e di poter irrorare con acqua il sostegno attraverso il sistema di irrigazione e mantenimento del verde. Questo sistema quindi permetterà di proteggere il sostegno dagli effetti di eventuali incendi, ma allo stesso tempo il rivestimento verde rende le strutture in acciaio, aventi dimensioni importanti, più facilmente inseribili in un contesto urbano trasformando i sostegni in caratteristici “alberi urbani”, in accordo con le recenti innovazioni in ambito architettuale rappresentate da edifici urbani quali il “Bosco Verticale” di Milano.

5. CALCOLO DI LINEA

5.1. “PIAZZA PRINCIPE – LAGACCIO” - IPOTESI 1 – “PRINCIPE SOTTERRANEA”

5.1.1. GEOMETRIA DELLA LINEA

CODICE SOSTEGNO	PROGRESSIVA FUNE (M)	QUOTA TERRENO (M)	ALTEZZA VERTICALE SOSTEGNO (M)	QUOTA FUNE (M)	NUMERO RULLI RAMO SALITA	NUMERO RULLI RAMO DISCESA	CODICE CAMPATA VALLE-MONTE	DISTANZA ORIZZONTALE (M)	DISLIVELLO VERTICALE (M)
PV	4,00	4,56	18,75	23,31	-	-			
AV	23,00	12,40	10,91	23,31	2	2	PV-AV	19,00	0,00
R1	25,00	12,40	10,92	23,32	12	12	AV-R1	2,00	0,01
R2	37,00	12,13	13,10	25,23	10	10	R1-R2	12,00	1,91
C3	62,00	12,63	20,00	32,63	10	10	R2-C3	25,00	7,40
C4	302,25	29,43	75,00	95,43	32	32	C3-C4	240,25	62,80
C5	748,50	36,10	68,00	104,10	20	20	C4-C5	446,25	8,67
C6	1.155,99	81,15	26,50	107,65	12	12	C5-C6	407,49	3,55
AM	1.184,49	91,77	15,88	107,65	4	4	C6-AM	28,50	0,00
PM	1.206,74	91,01	16,64	107,65	-	-	AM-PM	22,25	0,00

Legenda:

- P* – Puleggia (V Valle/M monte)
- A* – Avanzazione (V Valle/M monte)
- R* – Sostegno di ritenzione
- C* – Sostegno d'appoggio

STUDIO DI FATTIBILITA'
PER IL COLLEGAMENTO GENOVA PIAZZA PRINCIPE – LAGACCIO – FORTE BEGATO
"PIAZZA PRINCIPE – LAGACCIO – FORTE BEGATO" in località GENOVA

- RELAZIONE TECNICA GENERALE -

5.1.2. VERIFICA NORMALE

Ipotesi 1 - Principe Sotterranea
Verifica Normale

Equidistanza dei veicoli (m) 72,00
Velocità di esercizio (m/sec) 5,00
Portata oraria effettiva (p/h) 2000

NUMERO CAMPATA	T(MAX) T(MIN) (daN)	F(MAX) F(MIN) (m)	AV(MAX) AV(MIN) (GRADI)	AM(MAX) AM(MIN) (GRADI)	NUMERO SOSTEGNO SOSTEGNO	TS(MAX) TS(MIN) (daN)	D(MAX) D(MIN) GRADI	P(MAX) P(MIN) (daN)	AT(MAX) AT(MIN) (daN)	NR (N)	DU(MAX) DU(MIN) (GRADI)	PU(MAX) PU(MIN) (daN)
RAMO SALITA												
PV AV	37.512 37.494	0,13 0,01	1,32 0,10	1,59 0,10								
					AV	37.525 37.500	1,31 -0,17	859 -114	26 3	2 2	0,66 -0,09	429 -57
AV R1	37.538 37.503	0,00 0,00	-0,28 -0,28	0,30 0,30	R1	37.624 37.571	-8,69 -6,85	-5.698 -4.489	171 135	12 12	-0,72 -0,57	-475 -374
R1 R2	37.882 37.638	0,08 0,00	-8,98 -7,15	10,34 9,11	R2	37.942 37.743	-7,25 -5,59	-4.778 -3.678	143 110	10 10	-0,73 -0,56	-478 -368
R2 C3	38.264 37.798	0,19 0,02	-16,36 -14,70	18,35 16,62	C3	38.338 37.942	7,32 5,53	4.895 3.671	147 110	10 10	0,73 0,55	490 367
C3 C4	39.857 38.002	5,09 4,00	-11,60 -9,32	19,76 17,63	C4	40.124 39.499	25,90 23,60	17.864 16.238	536 487	32 32	0,81 0,74	558 507
C4 C5	40.671 39.743	15,55 12,74	7,72 4,86	9,79 7,02	C5	40.836 40.053	15,68 13,00	11.049 9.128	331 274	20 20	0,78 0,65	552 456
C5 C6	41.109 40.190	12,89 10,49	7,53 4,86	8,44 5,82	C6	41.202 40.330	8,58 6,46	6.161 4.545	185 136	12 12	0,71 0,54	513 379
C6 AM	41.294 40.401	0,21 0,02	1,61 0,14	1,82 0,14	AM	41.297 40.410	1,93 0,25	1.376 177	41 5	4 4	0,48 0,06	344 44
AM PM	41.300 40.418	0,16 0,01	1,48 0,11	1,69 0,11								
RAMO DISCESA												
PV AV	37.507 37.488	0,13 0,01	1,55 0,10	1,36 0,10								
					AV	37.498 37.485	1,42 -0,17	928 -114	28 3	2 2	0,71 -0,09	464 -57
AV R1	37.497 37.465	0,01 0,00	1,32 -0,28	0,67 0,30	R1	37.422 37.384	-8,69 -7,63	-5.665 -4.981	170 150	12 12	-0,72 -0,64	-472 -415
R1 R2	37.560 37.302	0,10 0,00	-8,98 -7,93	10,00 9,11	R2	37.498 37.245	-7,25 -5,40	-4.710 -3.511	141 105	10 10	-0,72 -0,54	-471 -351
R2 C3	37.636 37.174	0,21 0,02	-16,36 -14,51	18,22 16,63	C3	37.567 37.162	7,51 5,54	4.867 3.624	146 109	10 10	0,75 0,55	487 362
C3 C4	38.934 37.097	5,23 4,10	-11,49 -9,12	20,02 17,78	C4	38.671 38.233	26,36 24,01	17.547 15.933	526 478	32 32	0,82 0,75	548 498
C4 C5	38.704 37.993	16,36 13,37	8,00 5,05	10,33 7,39	C5	38.539 38.047	16,54 13,69	11.028 9.101	331 273	20 20	0,83 0,68	551 455
C5 C6	38.457 37.910	13,64 11,14	7,92 5,08	8,93 6,12	C6	38.367 37.905	9,09 6,84	6.070 4.518	182 136	12 12	0,76 0,57	506 377
C6 AM	38.303 37.837	0,21 0,02	1,89 0,15	1,79 0,15	AM	38.284 37.822	1,94 0,26	1.283 177	38 5	4 4	0,48 0,07	321 44
AM PM	38.269 37.235	0,18 0,01	1,79 0,12	1,63 0,12								

5.2. "PIAZZA PRINCIPE – LAGACCIO" - IPOTESI 2 – "HENNEBIQUE"

5.2.1. GEOMETRIA DELLA LINEA

CODICE SOSTEGNO	PROGRESSIVA FUNE (M)	QUOTA TERRENO (M)	ALTEZZA VERTICALE SOSTEGNO (M)	QUOTA FUNE (M)	NUMERO RULLI RAMO SALITA	NUMERO RULLI RAMO DISCESA	CODICE CAMPATA VALLE-MONTE	DISTANZA ORIZZONTALE (M)	DISLIVELLO VERTICALE (M)
PV	0,00	2,75	34,03	36,78	-	-			
AV	19,00	2,78	34,00	36,78	4	4	PV-AV	19,00	0,00
R1	20,00	2,81	34,01	36,82	8	8	AV-R1	1,00	0,04
C2	80,50	3,01	42,00	45,01	8	8	R1-C2	60,50	8,19
C3	407,50	29,43	75,00	95,43	32	32	C2-C3	327,00	50,42
C4	853,75	36,09	68,00	104,09	20	20	C3-C4	446,25	8,67
C5	1.261,25	81,15	26,50	107,65	12	12	C4-C5	407,50	3,55
AM	1.289,75	91,77	15,88	107,65	4	4	C5-AM	28,50	0,00
PM	1.312,00	91,01	16,64	107,65	-	-	AM-PM	22,25	0,00

Legenda:

- P* – Puleggia (V Valle/M monte)
- A* – Avanzstazione (V Valle/M monte)
- R* – Sostegno di ritenzione
- C* – Sostegno d'appoggio

5.2.2. VERIFICA NORMALE

Ipotesi 2 - Hennebique
 Verifica Normale

Equidistanza dei veicoli (m)
 Velocità di esercizio (m/sec)
 Portata oraria effettiva (p/h)

72,00
 5,00
 2000
 22/11/2019
 11:26:07

NUMERO CAMPATA	T(MAX) T(MIN) (daN)	F(MAX) F(MIN) (m)	AV(MAX) AV(MIN) (GRADI)	AM(MAX) AM(MIN) (GRADI)	NUMERO SOSTEGNO SOSTEGNO	TS(MAX) TS(MIN) (daN)	D(MAX) D(MIN) GRADI	P(MAX) P(MIN) (daN)	AT(MAX) AT(MIN) (daN)	NR (N)	DU(MAX) DU(MIN) (GRADI)	PU(MAX) PU(MIN) (daN)	
RAMO SALITA													
PV	AV	37.512 37.494	0,13 0,01	1,32 0,10	1,59 0,10								
						AV	37.521 37.508	-2,18 -0,70	-1.430 -457	43 14	4 4	-0,55 -0,17	-358 -114
AV	R1	37.543 37.522	0,00 0,00	-2,29 -2,29	2,30 2,30								
						R1	37.591 37.572	-5,09 -3,21	-3.340 -2.102	100 63	8 8	-0,64 -0,40	-417 -263
R1	C2	37.887 37.606	0,60 0,09	-7,39 -5,50	9,90 8,03								
						C2	37.950 37.735	6,39 4,85	4.227 3.204	127 96	8 8	0,80 0,61	528 400
C2	C3	39.382 37.784	9,05 7,21	-4,37 -1,75	15,61 13,13								
						C3	39.604 39.022	21,69 19,21	14.849 13.036	445 391	32 32	0,68 0,60	464 407
C3	C4	40.163 39.218	15,79 12,91	7,73 4,86	10,01 7,18								
						C4	40.328 39.502	15,92 13,17	11.053 9.123	332 274	20 20	0,80 0,66	553 456
C4	C5	40.561 39.639	12,99 10,64	7,56 4,86	8,46 5,83								
						C5	40.650 39.746	8,68 6,52	6.134 4.522	184 136	12 12	0,72 0,54	511 377
C5	AM	40.739 39.814	0,22 0,02	1,85 0,13	1,62 0,15								
						AM	40.738 39.830	1,97 0,26	1.369 186	41 6	4 4	0,49 0,07	342 46
AM	PM	40.747 39.835	0,15 0,01	1,82 0,11	1,45 0,10								
RAMO DISCESA													
PV	AV	37.507 37.488	0,13 0,01	1,55 0,10	1,36 0,10								
						AV	37.498 37.472	-2,18 -0,93	-1.429 -607	43 18	4 4	-0,55 -0,23	-357 -152
AV	R1	37.527 37.456	0,01 0,00	-2,29 -1,07	3,04 2,30								
						R1	37.485 37.407	-5,09 -3,35	-3.326 -2.189	100 66	8 8	-0,64 -0,42	-416 -274
R1	C2	37.613 37.359	0,57 0,09	-7,39 -5,65	9,84 8,03								
						C2	37.549 37.383	6,46 4,93	4.229 3.224	127 97	8 8	0,81 0,62	529 403
C2	C3	38.880 37.320	9,14 7,30	-4,27 -1,59	15,64 13,14								
						C3	38.659 38.179	22,10 19,48	14.721 12.933	442 388	32 32	0,69 0,61	460 404
C3	C4	38.768 37.985	16,34 13,33	8,12 5,10	10,28 7,34								
						C4	38.604 37.977	16,64 13,65	11.027 9.101	331 273	20 20	0,83 0,68	551 455
C4	C5	38.583 37.839	13,74 11,12	8,07 5,16	9,00 6,17								
						C5	38.491 37.782	9,14 6,79	6.134 4.477	184 134	12 12	0,76 0,57	511 373
C5	AM	38.399 37.714	0,25 0,02	1,63 0,14	2,07 0,16								
						AM	38.396 37.712	2,19 0,28	1.446 185	43 6	4 4	0,55 0,07	362 46
AM	PM	38.393 37.394	0,15 0,01	1,48 0,12	1,96 0,11								

5.3. “PIAZZA PRINCIPE – LAGACCIO” - IPOTESI 3 – “MARE”

5.3.1. GEOMETRIA DELLA LINEA

CODICE SOSTEGNO	PROGRESSIVA FUNE (M)	QUOTA TERRENO (M)	ALTEZZA VERTICALE SOSTEGNO (M)	QUOTA FUNE (M)	NUMERO RULLI RAMO SALITA	NUMERO RULLI RAMO DISCESA	CODICE CAMPATA VALLE-MONTE	DISTANZA ORIZZONTALE (M)	DISLIVELLO VERTICALE (M)
PV	0,00	0,00	12,75	12,75	-	-	PV-AV	19,00	0,00
AV	19,00	0,00	12,75	12,75	4	4	AV-R1	1,00	0,05
R1	20,00	0,00	12,80	12,80	12	12	R1-C2	119,00	25,20
C2	139,00	3,00	35,00	38,00	10	10	C2-C3	284,00	60,37
C3	423,00	15,37	83,00	98,37	32	32	C3-C4	513,00	7,33
C4	936,00	37,71	68,00	105,71	20	20	C4-C5	385,65	1,59
C5	1.321,65	81,29	26,00	107,29	10	10	C5-AM	29,76	0,36
AM	1.351,41	91,49	16,16	107,65	4	4	AM-PM	20,99	0,00
PM	1.372,40	91,13	16,52	107,65	-	-			

Legenda:

- P* – Puleggia (V Valle/M monte)
- A* – Avanzazione (V Valle/M monte)
- R* – Sostegno di ritenzione
- C* – Sostegno d'appoggio

STUDIO DI FATTIBILITA'
PER IL COLLEGAMENTO GENOVA PIAZZA PRINCIPE – LAGACCIO – FORTE BEGATO
"PIAZZA PRINCIPE – LAGACCIO – FORTE BEGATO" in località GENOVA

- RELAZIONE TECNICA GENERALE -

5.3.2. VERIFICA NORMALE

Ipotesi 3 - "Mare"
Verifica Normale

Equidistanza dei veicoli (m)
Velocità di esercizio (m/sec)
Portata oraria effettiva (p/h)

72,00
5,00
2000

22/11/2019
16:13:24

NUMERO CAMPATA	T(MAX) T(MIN) (daN)	F(MAX) F(MIN) (m)	AV(MAX) AV(MIN) (GRADI)	AM(MAX) AM(MIN) (GRADI)	NUMERO SOSTEGNO SOSTEGNO	Ts(MAX) Ts(MIN) (daN)	D(MAX) D(MIN) GRADI	P(MAX) P(MIN) (daN)	AT(MAX) AT(MIN) (daN)	NR (N)	DU(MAX) DU(MIN) (GRADI)	PU(MAX) PU(MIN) (daN)
RAMO SALITA												
PV AV	37.513 37.494	0,13 0,01	1,31 0,09	1,60 0,12								
					AV	37.527 37.514	-2,74 -1,26	-1.796 -822	54 25	4 4	-0,69 -0,31	-449 -206
AV R1	37.554 37.534	0,00 0,00	-2,86 -2,86	2,87 2,87								
					R1	37.629 37.608	-7,81 -5,82	-5.121 -3.818	154 115	12 12	-0,65 -0,49	-427 -318
R1 C2	38.438 37.669	1,34 0,97	-10,68 -8,69	15,07 13,19								
					C2	38.514 38.129	7,54 6,03	5.034 4.030	151 121	10 10	0,75 0,60	503 403
C2 C3	40.164 38.190	6,71 5,53	-8,28 -5,85	17,75 15,55								
					C3	40.428 39.594	25,42 22,87	17.635 15.772	529 473	32 32	0,79 0,71	551 493
C3 C4	41.002 39.831	20,48 16,70	9,23 6,13	10,76 7,78								
					C4	41.176 40.053	16,46 13,60	11.600 9.576	348 287	20 20	0,82 0,68	580 479
C4 C5	41.413 40.197	11,45 9,33	7,33 4,75	7,70 5,19								
					C5	41.480 40.267	7,27 5,12	5.206 3.647	156 109	10 10	0,73 0,51	521 365
C5 AM	41.549 40.326	0,24 0,02	1,17 -0,54	2,19 0,83								
					AM	41.578 40.339	2,67 0,93	1.936 659	58 20	4 4	0,67 0,23	484 165
AM PM	41.607 40.349	0,13 0,01	1,84 0,10	1,36 0,10								
RAMO DISCESA												
PV AV	37.507 37.489	0,13 0,01	1,53 0,09	1,37 0,12								
					AV	37.493 37.467	-2,74 -1,49	-1.793 -972	54 29	4 4	-0,69 -0,37	-448 -243
AV R1	37.529 37.445	0,01 0,00	-2,86 -1,64	3,61 2,87								
					R1	37.461 37.372	-7,77 -5,95	-5.064 -3.879	152 116	12 12	-0,65 -0,50	-422 -323
R1 C2	38.047 37.298	1,33 0,98	-10,72 -8,82	15,03 13,18								
					C2	37.972 37.608	7,71 6,14	5.062 4.036	152 121	10 10	0,77 0,61	506 404
C2 C3	39.465 37.546	6,83 5,62	-8,17 -5,66	18,00 15,70								
					C3	39.204 38.480	25,93 23,24	17.420 15.594	523 468	32 32	0,81 0,73	544 487
C3 C4	39.245 38.246	21,44 17,37	9,54 6,33	11,15 8,02								
					C4	39.072 38.186	17,33 14,22	11.555 9.550	347 286	20 20	0,87 0,71	578 477
C4 C5	38.955 38.043	12,15 9,84	7,88 5,07	8,30 5,55								
					C5	38.888 37.987	7,77 5,49	5.235 3.689	157 111	10 10	0,78 0,55	524 369
C5 AM	38.859 37.928	0,24 0,02	0,98 -0,53	2,61 0,84								
					AM	38.832 37.920	2,72 0,95	1.843 632	55 19	4 4	0,68 0,24	461 158
AM PM	38.804 37.511	0,15 0,01	1,53 0,11	1,93 0,11								

5.4. "LAGACCIO – BEGATO"

5.4.1. GEOMETRIA DELLA LINEA

CODICE SOSTEGNO	PROGRESSIVA FUNE (M)	QUOTA TERRENO (M)	ALTEZZA VERTICALE SOSTEGNO (M)	QUOTA FUNE (M)	NUMERO RULLI RAMO SALITA	NUMERO RULLI RAMO DISCESA	CODICE CAMPATA VALLE-MONTE	DISTANZA ORIZZONTALE (M)	DISLIVELLO VERTICALE (M)
PV	13,00	100,94	6,71	107,65	0	0	PV-AV	33,74	0,00
AV	46,74	100,94	6,71	107,65	4	4	AV-R1	9,26	0,01
R1	56,00	100,94	6,72	107,66	12	12	R1-R2	5,60	1,24
R2	61,60	102,45	6,45	108,90	10	10	R2-R3	5,90	2,50
R3	67,50	104,91	6,50	111,41	12	12	R3-C4	32,50	21,98
C4	100,00	116,89	16,50	133,39	12	12	C4-C5	70,50	25,10
C5	170,50	143,48	15,00	158,48	12	12	C5-C6	126,00	21,69
C6	296,50	165,17	15,00	180,17	8	8	C6-R7	241,50	46,18
R7	538,00	214,11	12,25	226,36	10	12	R7-C8	96,00	52,73
C8	634,00	268,09	11,00	279,09	12	12	C8-C9	51,00	16,72
C9	685,00	284,31	11,50	295,81	12	12	C9-C10	97,00	13,03
C10	782,00	292,60	16,25	308,85	6	6	C10-R11	163,50	25,13
R11	945,50	313,38	20,60	333,98	12	12	R11-C12	104,50	48,43
C12	1.050,00	367,41	15,00	382,41	8	8	C12-C13	160,00	72,22
C13	1.210,00	429,82	24,80	454,62	12	12	C13-C14	6,00	1,54
C14	1.216,00	431,96	24,20	456,16	12	12	C14-AM	7,00	0,24
AM	1.223,00	435,40	21,00	456,40	4	4	AM-PM	38,00	0,00
PM	1.261,00	449,27	7,13	456,40		-	PV-AV	33,74	0,00

Legenda:

- P* – Puleggia (V Valle/M monte)
- A* – Avanzazione (V Valle/M monte)
- R* – Sostegno di ritenzione
- C* – Sostegno d'appoggio

5.4.2. VERIFICA NORMALE

Lagaccio - Begato
 Verifica Normale

Equidistanza dei veicoli (m)
 Velocità di esercizio (m/sec)
 Portata oraria effettiva (p/h)

72,00
 5,00
 2000

28/11/2019
 10:53:22

NUMERO CAMPATA		T(MAX) T(MIN) (daN)	F(MAX) F(MIN) (m)	AV(MAX) AV(MIN) (GRADI)	AM(MAX) AM(MIN) (GRADI)	NUMERO SOSTEGNO SOSTEGNO	Ts(MAX) Ts(MIN) (daN)	D(MAX) D(MIN) GRADI	P(MAX) P(MIN) (daN)	AT(MAX) AT(MIN) (daN)	NR (N)	Du(MAX) Du(MIN) (GRADI)	Pu(MAX) Pu(MIN) (daN)
RAMO SALITA PV	AV	23.023	0,48	3,07	3,22	AV	23.037	3,24	1.223	37	4	0,81	306
		20.737	0,04	0,30	0,30								
AV	R1	23.051	0,07	2,63	0,99	R1	23.126	-12,33	-4.964	149	12	-1,03	-414
		20.741	0,00	0,02	0,14								
R1	R2	23.209	0,01	-12,47	12,68	R2	23.272	-10,38	-4.211	126	10	-1,04	-421
		20.875	0,00	-9,24	12,56								
R2	R3	23.353	0,05	-22,95	23,86	R3	23.419	-10,75	-4.387	132	12	-0,90	-366
		20.997	0,00	-20,59	23,05								
R3	C3	23.835	0,56	-33,80	37,03	C3	23.942	18,22	7.200	216	12	1,52	600
		21.111	0,06	-31,06	34,35								
C3	C4	24.568	1,22	-18,91	23,04	C4	24.661	16,13	6.472	194	12	1,34	539
		22.116	0,27	-16,15	20,36								
C4	C5	25.145	2,26	-7,72	15,08	C5	25.195	10,14	4.214	126	8	1,27	527
		22.883	1,67	-4,36	11,82								
C5	R6	26.180	8,12	-6,18	19,17	R6	26.252	-10,59	-4.837	145	10	-1,06	-484
		23.540	5,92	-2,31	15,43								
R6	C7	27.401	1,76	-27,36	32,57	C7	27.500	15,15	6.958	209	12	1,26	580
		24.805	1,07	-24,74	30,15								
C7	C8	27.884	0,68	-17,79	21,08	C8	27.985	14,85	7.045	211	12	1,24	587
		26.176	0,09	-15,27	18,52								
C8	C9	28.315	1,45	-6,43	11,43	C9	28.346	5,93	2.848	85	6	0,99	475
		26.901	0,74	-3,91	8,91								
C9	R10	28.841	3,23	-6,13	14,04	R10	28.924	-10,85	-5.469	164	12	-0,90	-456
		27.244	2,42	-3,19	11,29								
R10	C11	30.142	1,62	-23,43	28,47	C11	30.187	7,21	3.694	111	8	0,90	462
		27.894	1,10	-20,94	26,24								
C11	C12	31.525	3,38	-21,86	29,08	C12	31.631	14,74	8.110	243	12	1,23	676
		29.370	2,50	-19,28	26,68								
C12	C13	31.753	0,00	-14,34	14,41	C13	31.857	14,54	8.050	242	12	1,21	671
		31.681	0,00	-14,34	14,41								
C13	AM	31.963	0,02	-1,90	2,26	AM	31.992	4,45	2.484	75	4	1,11	621
		31.931	0,00	0,13	1,98								
AM	PM	32.029	0,35	2,47	2,48	PM	31.951	2,22	1.237	37	4	0,55	309
		31.970	0,04	0,23	0,24								

STUDIO DI FATTIBILITA'
PER IL COLLEGAMENTO GENOVA PIAZZA PRINCIPE – LAGACCIO – FORTE BEGATO
"PIAZZA PRINCIPE – LAGACCIO – FORTE BEGATO" in località GENOVA

- RELAZIONE TECNICA GENERALE -

NUMERO CAMPATA	T(MAX) T(MIN) (daN)	F(MAX) F(MIN) (m)	AV(MAX) AV(MIN) (GRADI)	AM(MAX) AM(MIN) (GRADI)	NUMERO SOSTEGNO SOSTEGNO	TS(MAX) TS(MIN) (daN)	D(MAX) D(MIN) GRADI	P(MAX) P(MIN) (daN)	AT(MAX) AT(MIN) (daN)	NR (N)	DU(MAX) DU(MIN) (GRADI)	PU(MAX) PU(MIN) (daN)	NUMERO CAMPATA
RAMO DISCESA PV	AV	28.812 25.335	0,40 0,04	2,70 0,25	2,45 0,25								
	AV					AV	27.703 25.333	3,09 0,25	1.402 120	42 4	4 4	0,77 0,06	350 30
AV	R1	27.690 25.331	0,05 0,00	2,83 0,00	2,35 0,13	R1	27.601 25.250	-12,35 -10,12	-5.935 -4.556	178 137	12 12	-1,03 -0,84	-495 -380
R1	R2	27.521 25.169	0,02 0,00	-12,47 -12,20	15,06 12,56	R2	27.446 25.109	-10,40 -7,89	-4.973 -3.558	149 107	10 10	-1,04 -0,79	-497 -356
R2	R3	27.389 25.041	0,00 0,00	-22,95 -22,95	23,04 23,04	R3	27.312 25.004	-10,80 -8,34	-5.138 -3.637	154 109	12 12	-0,90 -0,70	-428 -303
R3	C3	27.606 24.949	0,49 0,05	-33,84 -31,39	36,47 34,31	C3	27.486 25.548	17,81 16,33	8.084 7.506	243 225	12 12	1,48 1,36	674 625
C3	C4	27.881 25.433	1,04 0,25	-18,93 -16,52	22,53 20,21	C4	27.780 25.914	15,41 13,86	7.040 6.663	211 200	12 12	1,28 1,15	587 555
C4	C5	28.093 25.810	2,02 1,49	-7,90 -4,88	14,39 11,57	C5	28.044 26.304	8,90 6,59	4.151 3.195	125 96	8 8	1,11 0,82	519 399
C5	R6	28.904 26.244	7,22 5,34	-6,58 -3,09	18,25 14,98	R6	28.819 27.160	-11,28 -8,92	-5.663 -4.261	170 128	12 12	-0,94 -0,74	-472 -355
R6	C7	29.829 27.096	1,56 0,98	-27,44 -24,97	32,15 30,01	C7	29.725 28.336	14,85 13,29	7.416 6.822	222 205	12 12	1,24 1,11	618 568
C7	C8	29.874 28.231	0,64 0,08	-17,81 -15,38	20,77 18,50	C8	29.767 28.645	14,52 13,12	7.364 6.775	221 203	12 12	1,21 1,09	614 565
C8	C9	29.891 28.539	1,36 0,70	-6,46 -4,02	11,10 8,80	C9	29.861 28.760	5,61 3,88	2.846 2.020	85 60	6 6	0,93 0,65	474 337
C9	R10	30.313 28.720	3,02 2,30	-6,21 -3,38	13,68 11,12	R10	30.225 29.164	-11,11 -9,41	-5.849 -4.786	175 144	12 12	-0,93 -0,78	-487 -399
R10	C11	31.275 29.092	1,61 1,06	-23,45 -21,01	28,25 26,16	C11	31.230 30.411	7,02 5,42	3.733 2.909	112 87	8 8	0,88 0,68	467 364
C11	C12	32.509 30.359	3,28 2,42	-21,89 -19,35	28,85 26,58	C12	32.399 32.042	14,51 12,36	8.173 6.958	245 209	12 12	1,21 1,03	681 580
C12	C13	32.300 31.931	0,03 0,00	-14,34 -13,84	16,13 14,41	C13	32.194 32.115	14,24 12,52	7.967 7.001	239 210	12 12	1,19 1,04	664 583
C13	AM	32.091 32.006	0,02 0,00	-1,90 -1,51	3,89 1,98	AM	32.056 31.994	4,15 2,22	2.321 1.238	70 37	4 4	1,04 0,55	580 310
AM	PM	32.021 31.974	0,39 0,04	2,17 0,23	2,35 0,24								

6. INTERVIA E FRANCHI LATERALI

6.1. ANALISI DEL VENTO DI ESERCIZIO

Secondo normativa la pressione dinamica del vento in esercizio si ipotizza pari a:

$$q = 250 \text{ N/m}^2$$

$$q = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \text{ con densità dell'aria} \rightarrow \rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$$

il relativo valore del vento è dunque pari a:

$$v = 72 \text{ km/h}$$

6.1.1. “PIAZZA PRINCIPE – LAGACCIO” - IPOTESI 1 – “PRINCIPE SOTTERRANEA” - VERIFICA INTERVIA IN LINEA (TRA LE CAMPATE)

Per l'ipotesi 1 del primo tronco dell'impianto in progetto è previsto con un'intervia in linea pari a 6,000 m. Questo valore verrà incrementato a 7,000 m in corrispondenza delle campate da C4 a C5 e da C5 a C6, dovuto alla grande entità delle campate alla quale corrisponderà uno sbandamento laterale in mezzeria importante.

CAMPATA		LUNGHEZZA INCLINATA DELLA CAMPATA	INGOMBRO VEICOLO SBANDATO (0.2 RAD)	SBANDAMENTO LATERALE IN MEZZERIA	INTERVIA MINIMA RICHIESTA	INTERVIA DI PROGETTO
da	a	m	m	m	m	m
AV	R1	2,000	2,200	0,000	4,400	6,000
R1	R2	12,151	2,200	0,002	4,402	6,000
R2	C3	26,072	2,200	0,009	4,409	6,000
C3	C4	248,322	2,200	0,852	5,252	6,000
C4	C5	446,334	2,200	2,364	6,764	7,000
C5	C6	407,506	2,200	2,197	6,597	7,000
C6	AM	28,500	2,200	0,011	4,411	6,000

Viene verificata nelle campate C3 - C4, C4 - C5, C5 - C6 la deviazione orizzontale della fune, in particolare verificando che l'angolo di imbocco trasversale delle funi portanti-traenti sulle rulliere non superi 0,005 rad, come da normativa vigente.

6.1.2. “PIAZZA PRINCIPE – LAGACCIO” - IPOTESI 1 – “PRINCIPE SOTTERRANEA” - VERIFICA INTERVIA IN LINEA (IN CORRISPONDENZA DEL SOSTEGNO)

In corrispondenza del sostegno C4 e C5 si deve verificare che con un'oscillazione laterale interno linea di 0,34 rad non vi sia il contatto tra i vari elementi della funivia.

Aumentando in modo puntuale l'intervia dove necessario si è verificata la non interferenza tra gli elementi appartenenti all'impianto funiviario pertanto il valore individuato soddisfa tutte le richieste.

6.1.3. “PIAZZA PRINCIPE – LAGACCIO” - IPOTESI 2 – “HENNEBIQUE” - VERIFICA INTERVIA IN LINEA (TRA LE CAMPATE)

Per l'ipotesi 2 del primo tronco dell'impianto in progetto è previsto con un'intervia in linea pari a 6,000 m. Questo valore verrà incrementato a 7,000 m in corrispondenza delle campate da C3 a C4 e da C4 a C5, dovuto alla grande entità delle campate alla quale corrisponderà uno sbandamento laterale in mezzeria importante.

CAMPATA		LUNGHEZZA INCLINATA DELLA CAMPATA	INGOMBRO VEICOLO SBANDATO (0.2 RAD)	SBANDAMENTO LATERALE IN MEZZERIA	INTERVIA MINIMA RICHIESTA	INTERVIA DI PROGETTO
da	a	m	m	m	m	m
AV	R1	1,000	2,200	0,000	4,400	6,000
R1	C2	61,050	2,200	0,051	4,451	6,000
C2	C3	330,860	2,200	1,504	5,904	6,000
C3	C4	446,330	2,200	2,364	6,764	7,000
C4	C5	407,520	2,200	2,201	6,601	7,000
C5	AM	28,500	2,200	0,011	4,411	6,000

Viene verificata nelle campate C2 – C3, C3 - C4, C4 - C5 la deviazione orizzontale della fune, in particolare verificando che l'angolo di imbocco trasversale delle funi portanti-traenti sulle rulliere non superi 0,005 rad, come da normativa vigente.

6.1.4. “PIAZZA PRINCIPE – LAGACCIO” - IPOTESI 2 – “HENNEBIQUE” - VERIFICA INTERVIA IN LINEA (IN CORRISPONDENZA DEL SOSTEGNO)

In corrispondenza del sostegno C3 e C4 si deve verificare che con un'oscillazione laterale interno linea di 0,34 rad non vi sia il contatto tra i vari elementi della funivia.

Aumentando in modo puntuale l'intervia dove necessario si è verificata la non interferenza tra gli elementi appartenenti all'impianto funiviario pertanto il valore individuato soddisfa tutte le richieste.

6.1.5. “PIAZZA PRINCIPE – LAGACCIO” - IPOTESI 3 – “MARE” - VERIFICA INTERVIA IN LINEA (TRA LE CAMPATE)

Per l'ipotesi 3 del primo tronco dell'impianto in progetto è previsto con un'intervia in linea pari a 6,000 m. Questo valore verrà incrementato a 7,000 m in corrispondenza delle campate da C3 a C4 e da C4 a C5, dovuto alla grande entità delle campate alla quale corrisponderà uno sbandamento laterale in mezzeria importante.

CAMPATA		LUNGHEZZA INCLINATA DELLA CAMPATA	INGOMBRO VEICOLO SBANDATO (0.2 RAD)	SBANDAMENTO LATERALE IN MEZZERIA	INTERVIA MINIMA RICHIESTA	INTERVIA DI PROGETTO
da	a	m	m	m	m	da
AV	R1	1,000	2,200	0,000	4,400	6,000
R1	C2	121,640	2,200	0,203	4,603	6,000
C2	C3	290,350	2,200	1,151	5,551	6,000
C3	C4	513,050	2,200	2,657	7,057	7,000
C4	C5	385,650	2,200	2,005	6,405	7,000
C5	AM	29,760	2,200	0,012	4,412	6,000

Viene verificata nelle campate C2 – C3, C3 - C4, C4 - C5 la deviazione orizzontale della fune, in particolare verificando che l'angolo di imbocco trasversale delle funi portanti-traenti sulle rulliere non superi 0,005 rad, come da normativa vigente.

6.1.6. “PIAZZA PRINCIPE – LAGACCIO” - IPOTESI 3 – “MARE” - VERIFICA INTERVIA IN LINEA (IN CORRISPONDENZA DEL SOSTEGNO)

In corrispondenza del sostegno C3 e C4 si deve verificare che con un'oscillazione laterale interno linea di 0,34 rad non vi sia il contatto tra i vari elementi della funivia.

Aumentando in modo puntuale l'intervia dove necessario si è verificata la non interferenza tra gli elementi appartenenti all'impianto funiviario pertanto il valore individuato soddisfa tutte le richieste.

6.1.7. “LAGACCIO – BEGATO” - VERIFICA INTERVIA IN LINEA (TRA LE CAMPATE)

Per il secondo tronco dell’impianto in progetto è previsto con un’intervia in linea pari a 6,000 m.

CAMPATA		LUNGHEZZA INCLINATA DELLA CAMPATA	INGOMBRO VEICOLO SBANDATO (0.2 RAD)	SBANDAMENTO LATERALE IN MEZZERIA	INTERVIA MINIMA RICHIESTA	INTERVIA DI PROGETTO
da	a	m	m	m	m	da
AV	R1	9,257	2,200	0,001	4,401	6,000
R1	R2	5,736	2,200	0,001	4,401	6,000
R2	R3	6,409	2,200	0,001	4,401	6,000
R3	C3	39,234	2,200	0,025	4,425	6,000
C3	C4	74,834	2,200	0,086	4,486	6,000
C4	C5	127,853	2,200	0,242	4,642	6,000
C5	R6	245,876	2,200	0,870	5,270	6,000
R6	C7	109,530	2,200	0,164	4,564	6,000
C7	C8	53,671	2,200	0,037	4,437	6,000
C8	C9	97,872	2,200	0,121	4,521	6,000
C9	R10	165,420	2,200	0,340	4,740	6,000
R10	C11	115,177	2,200	0,161	4,561	6,000
C11	C12	175,542	2,200	0,356	4,756	6,000
C12	C13	6,194	2,200	0,000	4,400	6,000
C13	AM	7,004	2,200	0,001	4,401	6,000

7. ALTEZZE DEI VEICOLI DAL SUOLO

7.1. ALTEZZE MINIME

7.1.1. PRINCIPE - LAGACCIO

La valutazione dei franchi minimi avviene nelle condizioni di linea carica e tiro ridotto del 10%, con moto a regime. Le frecce statiche sono incrementate del 25%, per tenere conto dell'effetto dinamico.

Il franco minimo fra il fondo cabina e il terreno, secondo le vigenti D.P.T. non deve essere inferiore a 2,50 m. Pertanto, il franco tra la fune ed il terreno deve essere almeno pari a:

$$f_{min} = 2,50m + 5,00m = 7,50 m$$

Come risulta dal profilo longitudinale di linea, tali valori vengono rispettati lungo tutto il tracciato.

7.1.2. LAGACCIO – BEGATO

La valutazione dei franchi minimi avviene nelle condizioni di linea carica e tiro ridotto del 10%, con moto a regime. Le frecce statiche sono incrementate del 25%, per tenere conto dell'effetto dinamico.

Il franco minimo fra il fondo cabina e il terreno, secondo le vigenti D.P.T. non deve essere inferiore a 2,50 m. Pertanto, il franco tra la fune ed il terreno deve essere almeno pari a:

$$f_{min} = 2,50 + 5,00 = 7,50 m$$

Come risulta dal profilo longitudinale di linea, tali valori vengono rispettati lungo tutto il tracciato eccetto nel tratto antistante la stazione di valle, tratto che sarà soggetto a recinzione.

7.2. ALTEZZE MASSIME

7.2.1. PRINCIPE - LAGACCIO

Il franco massimo fra il bordo inferiore del veicolo, secondo le vigenti normative nel caso di fune portante-traente, non deve essere superiore a 30 m. Come già anticipato la scelta di utilizzare una configurazione con doppia fune portante-traente serve, oltre che per minimizzare gli effetti del vento sulla cabina, a poter innalzare il franco massimo fino a 60 m come sancito dal Decreto R.D. 337 del 16 novembre 2012, art. 3.4.2.2 dell'Allegato Tecnico.

Come risulta dal profilo longitudinale di linea, il franco massimo di 60 m viene rispettato lungo tutti i tracciati del primo tronco.

7.2.2.LAGACCIO - BEGATO

Nel secondo tronco il franco massimo di 30 m viene mantenuto per tutta la linea, eccetto nella campata C9-R10 dove si ha un superamento di 2 m dai 30 m. Avendo a disposizione la doppia fune portante-traente che permette di innalzare il franco massimo da 30 m a 60 m, questo superamento non determina nessun problema.

Come risulta dal profilo longitudinale di linea, il franco massimo di 60 m viene rispettato lungo tutti i tracciati del primo tronco.

8. OPERAZIONI SOCCORSO

8.1. ORGANIZZAZIONE

Il soccorso in linea è diversificato nei due diversi tronchi, in particolare nel primo tronco le condizioni difficili dovute alla presenza di edifici (sia abitazioni private, che di uso pubblico) e quindi quote di sorvolo elevate comportano la scelta delle operazioni di soccorso in una linea di soccorso al di sopra della linea principale.

8.1.1. PRINCIPE - LAGACCIO

Nel primo tronco sarà presente una cabina di soccorso presenziata dai soccorritori e un cesto, entrambi ammortati ad una fune portante-traente, quest'ultimo potrà essere calato di fronte alla cabina e che permetta recuperare il passeggero. Le operazioni si divideranno quindi in due tipologie, soccorso con calata, attraverso l'uso del cesto e soccorso con recupero in linea con risalita, sempre attraverso il cesto motorizzato, sulla cabina dedicato in particolare a persone anziane e persone con disabilità motorie.

Nel primo caso la procedura sarà la seguente:

1. Posizionamento del cesto in linea al di sopra delle cabine presenziate da passeggeri
2. Calata del personale di soccorso
3. Imbracatura e messa in sicurezza del passeggero
4. Se le condizioni al di sotto del cesto non permettono la discesa in sicurezza, si prevede di muovere lungo la linea il cesto in maniera da rendere possibile la discesa in sicurezza nella più breve distanza possibile
5. Calata in sicurezza del passeggero

Nel secondo caso la procedura si differenzierà in maniera tale:

1. Posizionamento della cabina di soccorso in linea al di sopra delle cabine presenziate da passeggeri
2. Calata del personale di soccorso attraverso il cesto motorizzato
3. *Imbracatura e messa in sicurezza del passeggero con difficoltà motorie*
4. Risalita del cesto e posizionamento passeggero nella cabina di soccorso
5. Ritorno alla stazione più vicina

8.1.2. LAGACCIO - BEGATO

Nel secondo tronco le operazioni saranno le medesime del soccorso negli impianti a fune ordinarie, ovvero il soccorritore raggiunge la quota della linea dal sostegno più vicino, si assicura alla fune, si avvicina alle cabine, imbraga i passeggeri uno alla volta e il recupero quindi avverrà tramite calata su terreno sottostante la cabina, in condizioni di sicurezza.

9. MODALITÀ OPERATIVE

È prevista la presenza di alcuni operatori in stazione per ragioni di sicurezza e con la finalità di ausilio a persone a ridotta mobilità o con attrezzatura quale passeggini e/o biciclette durante le fasi di salita e discesa dai veicoli. Data la natura urbana e turistica del collegamento, è possibile diminuire il numero di operatori in stazione rispetto al caso montano, in cui gli utilizzatori devono essere maggiormente supportati per via della pesante attrezzatura.

È prevista una sala di controllo, in cui gli operatori hanno accesso in tempo reale ai dati tecnici di marcia (quali velocità della linea, potenza e coppia erogata dal motore) e, tramite un sistema di videosorveglianza, possono vedere in tempo reale le aree imbarco e di afflusso/deflusso degli utilizzatori.

La comunicazione bidirezionale tra veicolo e sala di controllo è assicurata da microfoni, altoparlanti e telecamere installati all'interno del veicolo, attraverso cui gli occupanti possono segnalare eventuali emergenze, anomalie o situazioni di potenziale pericolo.