

COMMITTENTE



COMUNE DI GENOVA

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
ALBERTO BITOSSO
IL DIRETTORE ESECUTORE DEL CONTRATTO
ANTONIO ROSSA

**PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER
IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE
CONNESSE)**

PROGETTAZIONE

MANDANTARIA



MANDANTE

MANDANTE

MANDANTE



**IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA
RELAZIONE DI CALCOLO PALI TRAZIONE ELETTRICA**

IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE

Dott. Ing. Alessandro Peresso

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

E 2 1 D 0 0 D Z 2 C L L C 0 0 0 0 0 0 0 2 E

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE	ETS	08/2021	D. Romano	08/2021	G. Parietti	08/2021	A. Peresso
C	REVISIONE ASEGUITO COMMENTI	ETS	02/2022	D. Romano	02/2022	G. Parietti	02/2022	A. Peresso
D	REVISIONE ASEGUITO COMMENTI	ETS	05/2022	D. Romano	05/2022	G. Parietti	05/2022	A. Peresso
E	REVISIONE ASEGUITO COMMENTI	ETS	07/2022	D. Romano	07/2022	G. Parietti	07/2022	<i>A. Peresso</i>

File: E21D00DZ2CLLC0000002_E

n. Elab.:

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA RELAZIONE DI CALCOLO PALI TRAZIONE ELETTRICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>00 D Z2</td> <td>GL</td> <td>LC0000 00</td> <td>E</td> <td>2 di 45</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	2 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	2 di 45								

Sommario

1. OGGETTO DEL DOCUMENTO	3
2. RIFERIMENTI NORMATIVI	4
3. IPOTESI DI CALCOLO E CARICHI UNITARI SULLE FUNI E SUI FILI	4
4. PARAMETRI DI RIFERIMENTO PER IL CALCOLO DEI TIRI	18
5. RETE AEREA - MODELLO DI CALCOLO	22
6. CONSIDERAZIONI SULL'ANDAMENTO DELLA FRECCIA	32
7. VERIFICA DEI CARICHI A TRAZIONE AMMISSIBILI	36
9. PROTEZIONI CONCERNENTI LA SICUREZZA ELETTRICA DELLE STRUTTURE METALLICHE POSTE LUNGO IL TRACCIATO	38
10. ALLEGATI.....	40

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA RELAZIONE DI CALCOLO PALI TRAZIONE ELETTRICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>00 D Z2</td> <td>GL</td> <td>LC0000 00</td> <td>E</td> <td>3 di 45</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	3 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	3 di 45								

1. OGGETTO DEL DOCUMENTO

La presente relazione tecnica, allegata alla documentazione del progetto Definitivo, ha per oggetto la “Relazione di verifica dei sostegni della linea di contatto” relativa al Sistema degli assi di forza per il trasporto pubblico locale di Genova (rete filoviaria e strutture connesse).

Scopo del presente documento è quello di verificare i carichi indotti sulle fondazioni dai sostegni che saranno impiegati per la sospensione o l’ormeggio dei bifilari della linea di contatto in oggetto.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA RELAZIONE DI CALCOLO PALI TRAZIONE ELETTRICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>00 D Z2</td> <td>GL</td> <td>LC0000 00</td> <td>E</td> <td>4 di 45</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	4 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	4 di 45								

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

- Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni;
- Circolare n.7/C.S.LL.PP. del 21 gennaio 2019.
- CNR 10012 – 85 “Istruzioni per la valutazione delle azioni sulle costruzioni.”
- CEI EN 50125-2 “Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Condizioni ambientali per le apparecchiature - Parte 2: Impianti elettrici fissi”
- CEI EN 50119 2010-05 “Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filotranviarie, metropolitane - Impianti fissi – Linee aeree di contatto per trazione elettrica.”
- CEI EN 50119/A1 2014-02
- UNI 7724 “Materiale per linee aeree di contatto di ferrovie, tranvie, filovie. Pali tubolari di acciaio”
- UNI EN 1990:2006 13/04/2006 Eurocodice 0 - Criteri generali di progettazione strutturale.
- UNI EN 1991-1-1:2004 01/08/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale - Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici.
- UNI EN 1991-2:2005 01/03/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 2: Carichi da traffico sui ponti.
- UNI EN 1991-1-4:2005 01/07/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.
- UNI EN 1993-1-1:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 1993-1-8:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti.

3. IPOTESI DI CALCOLO E CARICHI UNITARI SULLE FUNI E SUI FILI

Le ipotesi di calcolo, i dati climatici e le relative azioni da sovraccarico vengono determinate sulla base del Capitolo 6.2 della CEI EN 50119 di cui si esplicita il contenuto.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA RELAZIONE DI CALCOLO PALI TRAZIONE ELETTRICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>00 D Z2</td> <td>GL</td> <td>LC0000 00</td> <td>E</td> <td>5 di 45</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	5 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	5 di 45								

6.2 Azioni sulle linee aeree di contatto

6.2.1 Introduzione

I valori caratteristici, concernenti i dati climatici, delle azioni sulle linee sono derivati dalla EN50125-2. L'insieme delle azioni costituisce un sistema di progetto completo specialmente tenendo in considerazione i casi di carico stabili.

Le azioni sulle linee aeree di contatto sono considerate come azioni quasi-statiche che non richiedono la verifica della sollecitazione a fatica. Le azioni dinamiche dovute alla interazione trolley/linea di contatto conseguente alla circolazione dei filobus sono di ridotta entità e non vengono presi in considerazione.

6.2.2 Carichi permanenti

I pesi propri dei sostegni e delle loro apparecchiature quali mensole, dispositivi di tensionamento (regolazione del tiro), isolatori e fili di sostegno trasversali agiscono come carichi permanenti. Il valore caratteristico è G_k .

6.2.3 Carichi variabili

La variazione della tensione delle apparecchiature di ormeggio fisso è determinata in base ad ogni singolo caso di carico, come di seguito:

- Conduttore sotto l'azione del carico del ghiaccio;
- Conduttore alla temperatura di progetto e alla temperatura minima;
- Conduttore sotto l'azione del massimo carico del vento;
- Conduttore sotto l'azione combinata dei carichi del ghiaccio e del vento.

Il valore caratteristico è Q_{ck} .

6.2.4 Carichi dovuti al vento

6.2.4.1 Generalità

Come prescritto dalla norma CEI EN 50119 il valore da considerare per il vento è ricavabile dalla ENV 1991-2-4 da cui si ricava il valore pari a 27 m/s.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA RELAZIONE DI CALCOLO PALI TRAZIONE ELETTRICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>00 D Z2</td> <td>GL</td> <td>LC0000 00</td> <td>E</td> <td>6 di 45</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	6 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	6 di 45								

Il progetto dei carichi del vento agenti su linee aeree di contatto è eseguito con il metodo descritto nei paragrafi da 6.2.4.2 a 6.2.4.7 della CEI EN 50119.

6.2.4.2 Pressione dinamica del vento

La pressione dinamica del vento q_k misurata in daN/m^2 agente sugli elementi di linea aerea di contatto è determinata mediante la seguente formula:

$$q_k = 1/2 * G_q * G_t * \rho * V_R^2 = 1/2 * 2,05 * 1 * 1,309 * 23,4^2 = 84,8 daN/m^2$$

dove

G_q è il fattore di risposta alle raffiche di vento così come definito nella ENV 1991-2-4:1995. Per le linee aeree di contatto di altezza pari a circa 10 m, G_q è assunto pari a 2,05;

G_t è il fattore caratteristico del terreno che tiene in considerazione la protezione delle linee. Per esempio nelle trincee, negli attraversamenti delle città e delle foreste. Negli spazi aperti G_t è 1,0;

ρ è la densità dell'aria, pari a 1,225 kg/m^3 a 15°C e 600m di altitudine. La densità dell'aria per altri valori di temperatura ed altitudine può essere calcolata mediante l'equazione:

$$\rho = 1,225 \cdot \left(\frac{288}{T} \right) \cdot e^{-1,2 \cdot 10^{-4} \cdot H}$$

dove:

- T è la temperatura assoluta in K pari a 268°K (in corrispondenza di una temperatura di -5°C);
- H è l'altitudine in m del sito di installazione è stato considerato mediamente pari a 45m.

quindi sostituendo i valori sopra indicati di T ed H si ottiene

$$\rho = 1,309 kg / m^3$$

V_R è la velocità di riferimento del vento in m/s ad un'altezza di 6 m al di sopra del terreno, mediata su un intervallo di 10 minuti, con un periodo di ritorno in accordo con

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA RELAZIONE DI CALCOLO PALI TRAZIONE ELETTRICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>00 D Z2</td> <td>GL</td> <td>LC0000 00</td> <td>E</td> <td>7 di 45</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	7 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	7 di 45								

6.2.4.1, la cui determinazione avviene attraverso la seguente formula definita dalla CEI EN 50125-2:

$$V_R = V_{10} (h / 10)^\alpha = 27 * (6/10)^{0,28} = 25,14\text{m/s}$$

Dove:

- V_{10} è la velocità del vento misurata a 10 m da terra avente un tempo di ritorno pari a 50 anni che per la Liguria è definita in 27 m/s;
- α è il parametro di andamento accidentato in relazione alla categoria del terreno che si assume pari a 0,28 per i centro città, in accordo con la norma CEI EN 50152-2;
- h è l'altezza del filo di contatto da terra max 6 m.

6.2.4.3 Forze del vento sui conduttori

La pressione del vento sui conduttori determina forze trasversali alla direzione della linea. La forza agente su un sostegno per effetto dell'azione del vento sulle due campate adiacenti è determinata mediante la formula:

$$Q_{wc} = q_K * G_C * d * C_c * (L_1 + L_2) * 1/2 * \cos^2 \Phi = 84,80 * 0,75 * 0,0132 * 1 * (L_1 + L_2) * 1/2 * 1$$

$$Q_{wc} = 84,80 * 0,75 * 0,0132 * 1 * \frac{L_1 + L_2}{2} * 1 = 0,839 * \frac{L_1 + L_2}{2}$$

dove

- q_K è la pressione dinamica caratteristica del vento pari a 84,80 daN/m² (fare riferimento a 6.2.4.2);
- G_C è il fattore di risposta strutturale dei conduttori che tiene in considerazione la risposta dei conduttori mobili al carico del vento. Il fattore G_C dovrebbe essere determinato sulla base dell'esperienza nazionale. Un valore ampiamente accettato sarebbe $G_C = 0,75$;
- d è il diametro del conduttore $d=13,2\text{mm}$;

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA RELAZIONE DI CALCOLO PALI TRAZIONE ELETTRICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>00 D Z2</td> <td>GL</td> <td>LC0000 00</td> <td>E</td> <td>8 di 45</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	8 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	8 di 45								

- CC è il coefficiente di resistenza del conduttore assunto pari ad 1,0;
- $L1, L2$ sono le lunghezze delle due campate adiacenti;
- Φ è l'angolo d'incidenza della direzione critica del vento rispetto alla perpendicolare al conduttore, in generale si assume Φ pari a zero.

6.2.4.4 Forze del vento su isolatori ed altri accessori di linea

La forza del vento su un isolatore agisce in corrispondenza del punto di attacco al sostegno nella direzione del vento e è determinata mediante la formula:

$$Q_{Wins} = q_k * G_{ins} * C_{ins} * A_{ins}$$

dove

q_k è la pressione dinamica caratteristica del vento (fare riferimento a 6.2.4.2);

G_{ins} è il fattore di risonanza strutturale per gli isolatori. Si assume un valore di **1,05**;

C_{ins} è il coefficiente di resistenza degli isolatori. Si assume un valore di 1,2;

A_{ins} è l'area della proiezione orizzontale dell'isolatore su un piano verticale perpendicolare all'asse dell'azione del vento.

La forza del vento sugli altri componenti è calcolata mediante l'equazione di cui sopra con la dovuta considerazione di appropriati coefficienti di resistenza. In molti casi i carichi del vento su isolatori o altri accessori di linea sono molto bassi rispetto ai carichi di altra natura.

6.2.4.5 Forze del vento su campate trasversali e mensole

Le forze del vento agenti su travi trasversali, sospensioni trasversali e campate trasversali come pure sulle mensole sono determinate considerando le azioni del vento sui i conduttori determinate mediante le formule specificate in 6.2.4.3.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA RELAZIONE DI CALCOLO PALI TRAZIONE ELETTRICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>00 D Z2</td> <td>GL</td> <td>LC0000 00</td> <td>E</td> <td>9 di 45</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	9 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	9 di 45								

6.2.4.5.1 Forze del vento su pali

Relativamente alle forze dovute al vento sui pali di trazione elettrica si rimanda alla “Relazione di calcolo dei plinti dei pali”.

6.2.5 Carichi dovuti al ghiaccio

I carichi del ghiaccio si determinano per accumulo dovuto a brina, deposito di neve/ghiaccio e neve bagnata sui conduttori delle linee aeree di contatto. I carichi caratteristici del ghiaccio g_{ik} dipendono dal clima e dalle condizioni locali, per es. dall’altitudine, dalla vicinanza di laghi e dall’esposizione al vento. Le definizioni per i carichi del ghiaccio sono date nella EN 50125-2.

6.2.6 Carichi combinati del vento e del ghiaccio

Qualora per il progetto degli impianti e delle strutture della linea aerea di contatto siano prese in considerazione le azioni combinate dei carichi del ghiaccio e del vento, si può assumere il 50% del carico del vento, conformemente a 6.2.4, come agente sulle strutture e sulle apparecchiature senza ghiaccio e sui conduttori coperti da ghiaccio in accordo con 6.2.5. Un valore alternativo può essere fissato nella specifica dell’acquirente.

La forza peso unitaria p_i del ghiaccio è assunta pari a 900 daN/mc ed il coefficiente di resistenza aerodinamica è scelto pari a 1,0.

Si deve considerare un incremento del diametro dell’accumulo di ghiaccio. Il diametro equivalente D_i in metri dell’accumulo di ghiaccio è calcolato mediante la formula:

$$D_i = \sqrt{d^2 + 4 * g_{ik} / \rho_1} = \sqrt{0,0132^2 + 4 * 900 / 3.14 * 1} = 34,1 \text{ mm}$$

dove

- d è il diametro del conduttore senza ghiaccio misurato in metri;
- g_{ik} è il carico caratteristico del ghiaccio valutato in 0,7 daN/m.

6.2.7 Effetti della temperatura

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA RELAZIONE DI CALCOLO PALI TRAZIONE ELETTRICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>00 D Z2</td> <td>GL</td> <td>LC0000 00</td> <td>E</td> <td>10 di 45</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	10 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	10 di 45								

Gli effetti della temperature devono essere considerate assieme alle altre azioni climatiche esistenti. I seguenti parametri sono definiti sulla base della EN 50125–2:

- la minima temperatura da considerare in assenza di altre azioni climatiche (-5°C);
- la temperatura ambiente di riferimento per la condizione di carico limite del vento (+5°C);
- la temperatura da assumere con i carichi del ghiaccio e, ove appropriato, con i carichi combinati del ghiaccio e del vento (-5°C).

NOTA Le seguenti temperature sono utilizzate in molti paesi: temperatura minima -20 °C; temperatura ambiente di riferimento +5 °C; temperatura con carichi del ghiaccio (e con carichi combinati del vento e del ghiaccio ove pertinente) -5 °C. Le temperature possono essere utilizzate quando si considera il carico di trazione dei conduttori.

6.2.8 Carichi di costruzione e di manutenzione

I carichi dovuti alle attività di costruzione e manutenzione devono essere considerati, tenendo in considerazione le procedure di lavoro, le controventature temporanee, i dispositivi di sollevamento, ecc. Devono essere assunti valori raccomandati di almeno 1,0 kN per le travi orizzontali delle strutture dei portali e di almeno 2,0 kN per gli altri tipi di strutture, agenti in senso verticale. Queste forze devono agire sui nodi individualmente più sfavorevoli delle travi o in corrispondenza dei punti di attacco dei sostegni o dei conduttori alle strutture. Qualora si adottino idonee pratiche di lavorazione non è necessario progettare gli elementi strutturali per tali carichi.

6.2.9 Carichi accidentali

I carichi accidentali sono specificati per tenere in considerazione il contenimento guasti e le

situazioni di emergenza. In generale, in ogni punto di attacco di un conduttore alla struttura e applicato il relativo carico statico residuo risultante dal rilascio della tensione di un filo di contatto, una fune portante o una linea di alimentazione. In generale è sufficiente considerare i carichi accidentali per le strutture all'estremità delle sezioni di regolazione o per le strutture di ancoraggio di punto fisso. I dettagli

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA RELAZIONE DI CALCOLO PALI TRAZIONE ELETTRICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>00 D Z2</td> <td>GL</td> <td>LC0000 00</td> <td>E</td> <td>11 di 45</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	11 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	11 di 45								

dovrebbero essere forniti nella specifica dell'acquirente assieme alla definizione dei casi di carico associati.

6.3 Tipi di strutture e relativi casi di carico

6.3.1 Casi di carico e combinazioni di carico

6.3.1.1 Prescrizioni generali

Per il progetto dei conduttori, delle apparecchiature e dei sostegni, fondazioni incluse, e determinato lo stato limite ultimo mediante la considerazione del caso di carico che da il massimo effetto di carico in ogni singolo elemento.

Le forze di trazione dei conduttori devono essere determinate conformemente ai carichi che agiscono sui conduttori nel caso di carico considerato. Le componenti delle forze di trazione dei conduttori nei punti di attacco dei sostegni, compreso l'effetto degli angoli verticali ed orizzontali, devono essere adeguatamente tenute in considerazione. I carichi sui sostegni devono essere scelti tenendo in considerazione la specifica funzione del sostegno nel sistema linea aerea di contatto. Qualora un sostegno svolga diverse funzioni, quale per es. la funzione di struttura di tensionamento (regolazione del tiro) che porta anche delle mensole, e applicata la combinazione più sfavorevole dei carichi che possono verificarsi simultaneamente.

I casi di carico normali sono definiti nei paragrafi da 6.3.1.2 a 6.3.1.7. Le applicazioni di questi casi di carico sono mostrate in 6.3.2.

6.3.1.2 Caso di carico A: Carichi alla temperatura minima

Carichi permanenti, devono essere considerate le forze di trazione dei conduttori alla temperatura minima e alla temperatura ambiente di progetto.

NOTA Si considerano le condizioni di temperature descritte in 6.2.7.

6.3.1.3 Caso di carico B: Carichi massimi del vento

Carichi permanenti, forze di trazione dei conduttori aumentate dell'azione del vento e dei carichi del vento su ogni elemento, in accordo con 6.2.4 della presente Norma,

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)					
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA RELAZIONE DI CALCOLO PALI TRAZIONE ELETTRICA	COMMESSA E21D	LOTTO 00 D Z2	CODIFICA GL	DOCUMENTO LC0000 00	REV. E	FOGLIO 12 di 45

agenti lungo la direzione più sfavorevole. La temperatura ambiente in tale condizione e conforme a quanto specificato in 6.2.7.

6.3.1.4 Caso di carico C: Carichi del ghiaccio

Carichi permanenti, forze dei conduttori aumentate dei carichi del ghiaccio in accordo con 6.2.5 e dei carichi del ghiaccio sulle strutture, se applicabili.

6.3.1.5 Caso di carico D: Azione combinata dei carichi del vento e del ghiaccio

Carichi permanenti, forze di trazione dei conduttori aumentate dell'effetto combinato dei carichi del ghiaccio e dei carichi del vento, conformemente a 6.2.6 della presente Norma, e dei carichi del ghiaccio e del vento agenti sulle strutture. Il carico del vento agisce nella direzione più sfavorevole.

6.3.1.6 Caso di carico E: Carichi di costruzione e manutenzione

Carichi permanenti, aumentati dei carichi di costruzione e manutenzione in accordo al paragrafo 6.2.8 della presente Norma, assieme ad un carico ridotto del vento e a un carico ridotto del ghiaccio ove specificato.

6.3.1.7 Caso di carico F: Carichi accidentali

Carichi permanenti assieme alla riduzione non intenzionale delle forze relative ad uno o più conduttori.

6.3.2 Tipo di strutture e applicazione dei casi di carico

6.3.2.1 Mensole

Le mensole portano la linea aerea di contatto di uno o più binari. Esse possono essere fissate ai sostegni mediante cerniere che consentono alle mensole di ruotare attorno all'asse verticale, non fornendo alcuna resistenza ai carichi longitudinali della linea aerea di contatto.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA RELAZIONE DI CALCOLO PALI TRAZIONE ELETTRICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>00 D Z2</td> <td>GL</td> <td>LC0000 00</td> <td>E</td> <td>13 di 45</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	13 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	13 di 45								

In alternativa, le mensole fissate rigidamente alle strutture offrono una resistenza alle forze longitudinali originate dalle linee aeree di contatto.

I relativi casi di carico sono:

- A, B, C e se necessario D per le mensole incernierate,
- A, B, C, D se necessario, E se necessario e F per le mensole rigide.

6.3.2.2 Sospensione trasversale (flessibile)

Le sospensioni trasversali portano le linee aeree di contatto per mezzo di elementi di fune ed isolatori in condizioni di solo carico di trazione.

I relativi casi di carico sono A, B, C e D se necessario, E se necessario, ed F. L'ultimo è applicabile solo per sospensioni trasversali con punti fissi.

6.3.2.3 Strutture trasversali rigide (travi trasversali, portali)

Le strutture trasversali rigide consistono di travi resistenti a flessione che sono fissate alle strutture mediante cerniere o mediante giunti resistenti a flessione. I relativi casi di carico sono A, B, C, D se necessario, E se necessario, ed F.

6.3.2.4 Strutture di sospensione

Una struttura di sospensione porta una o più mensole per sostenere la linea aerea di contatto. I relativi casi di carico sono A, B, C, D se necessario ed E se necessario.

6.3.2.5 Tiranti di poligonazione in curva

I tiranti di poligonazione sopportano solo forze radiali derivanti da una o più linee di contatto ma non carichi verticali. I relativi casi di carico sono A, B, C, D se necessario ed E se necessario.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA RELAZIONE DI CALCOLO PALI TRAZIONE ELETTRICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>00 D Z2</td> <td>GL</td> <td>LC0000 00</td> <td>E</td> <td>14 di 45</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	14 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	14 di 45								

6.3.2.6 Strutture di ancoraggio di punto fisso

Una struttura di ancoraggio di punto fisso è progettata per sopportare le forze di ormeggio nell'ancoraggio di punto fisso oltre che per svolgere altre funzioni quali portare le mensole. I relativi casi di carico sono A, B, C, D se necessario, E se necessario ed F.

6.3.2.7 Strutture di punto fisso

Una struttura di punto fisso è progettata per resistere alle forze radiali dovute agli ancoraggi di punto fisso oltre che per svolgere altre funzioni quali portare le mensole. I relativi casi di carico sono A, B, C, D se necessario ed E se necessario.

6.3.2.8 Strutture per il sostegno trasversale rigido e flessibile

Strutture progettate per resistere alle forze risultanti da ogni tipologia di struttura di sostegno trasversale quali sospensioni trasversali, travi trasversali e campate trasversali. I relativi casi di carico sono A, B, C, D se necessario ed E se necessario. Il caso di carico F è considerato in presenza di un punto fisso.

6.3.2.9 Strutture per le configurazioni a fune portante orizzontale

Nelle strutture per configurazioni a fune portante orizzontale, le forze agiscono simultaneamente in diverse direzioni ed a differenti altezze. I relativi casi di carico sono A, B, C, D se necessario ed F.

NOTA Una fune portante orizzontale è una configurazione in cui i fili di contatto sono sostenuti da fili che sono principalmente in posizione orizzontale. Questa configurazione è utilizzata prevalentemente in aree urbane. I pali o gli edifici ai quali sono fissati i fili orizzontali possono essere relativamente lontani dai binari.

6.3.2.10 Strutture di tensionamento (regolazione del tiro)

Una struttura di tensionamento porta le terminazioni delle apparecchiature della linea aerea di contatto ed altri conduttori che sono tensionati (regolati) automaticamente o

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA RELAZIONE DI CALCOLO PALI TRAZIONE ELETTRICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>00 D Z2</td> <td>GL</td> <td>LC0000 00</td> <td>E</td> <td>15 di 45</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	15 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	15 di 45								

fissati rigidamente e possono avere altre funzioni quali portare mensole o sospendere elementi. I relativi casi di carico sono A, B, C, D se necessario ed E se necessario. Caso di carico F se le linee di contatto sono terminate in due direzioni opposte al fine di ammettere la riduzione non intenzionale dei carichi di trazione.

6.3.2.11 Strutture con alimentatori e linee di rinforzo parallele

Queste strutture portano i carichi relativi agli alimentatori e alle linee di rinforzo parallele e svolgono altre funzioni nell'impianto della linea aerea di contatto. Se necessario dovrebbe essere fatta una distinzione tra strutture equipaggiate con isolatori di trazione o di sospensione. I relativi casi di carico sono A, B, C, D se necessario ed E se necessario ed F.

6.3.2.12 Strutture della linea aerea di contatto che portano linee aeree di alimentazione aggiuntive

Le strutture con linee aeree di alimentazione aggiuntive portano i carichi relativi alle linee aeree e svolgono altre funzioni nell'impianto della linea aerea di contatto.

I relativi casi di carico sono A,B,C, D se necessario, E se necessario ed F riguardanti le azioni risultanti dalla linea aerea di contatto. In aggiunta devono essere considerati i casi di carico di cui alla EN 50341-1 rispetto alla funzione del sostegno nel sistema a linea aerea di contatto.

6.3.2.13 Sostegni di ancoraggio

I sostegni di ancoraggio sono elementi strutturali atti a resistere alle forze di trazione dei tiranti che sostengono le strutture delle linee di contatto. I casi di carico devono essere scelti in accordo al tipo di struttura ancorata.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA RELAZIONE DI CALCOLO PALI TRAZIONE ELETTRICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>00 D Z2</td> <td>GL</td> <td>LC0000 00</td> <td>E</td> <td>16 di 45</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	16 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	16 di 45								

6.3.3 Fattori parziali per le azioni

6.3.3.1 Generalità

L'utilizzo dei fattori è una pratica comune conforme alla serie EN 1993 per le strutture in acciaio e alla serie EN 1992 per le strutture in calcestruzzo. I fattori parziali sono divisi in fattori parziali per le azioni e fattori parziali per i materiali. I valori dei fattori parziali per le azioni e per i materiali sono specificati nella presente Norma. I fattori parziali relativi a condizioni non coperte dalla presente Norma possono essere estratti dalle Norme Europee per il progetto strutturale o possono essere fissati nella specifica dell'acquirente. I fattori particolari applicabili sono riassunti in Tab. 15.

6.3.3.2 Azioni permanenti

Il fattore parziale per le azioni permanenti del peso proprio è γ_G e per le azioni permanenti delle forze di trazione dei conduttori è γ_C . È raccomandato un valore di **1,3**; valori alternativi possono essere fissati nella specifica dell'acquirente. Quando il peso proprio di ogni elemento agisce favorevolmente, cioè riducendo il caricamento, il fattore parziale γ_G è assunto pari a 1,0.

6.3.3.3 Azioni variabili, carichi del vento e del ghiaccio

Per i fattori parziali γ_W per i carichi del vento, γ_I per i carichi del ghiaccio e γ_C per le forze di trazione dei conduttori sotto l'azione dei carichi del vento o del ghiaccio, è raccomandato un valore di **1,3**. Valori alternativi possono essere fissati nella specifica dell'acquirente.

6.3.3.4 Carichi accidentali

Per i casi di carico accidentali i fattori parziali γ_G per i carichi permanenti, γ_C per le forze di trazione dei conduttori e γ_A per i carichi accidentali possono essere assunti pari a **1,0**.

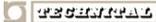
	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA RELAZIONE DI CALCOLO PALI TRAZIONE ELETTRICA	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>E21D</td> <td>00 D Z2</td> <td>GL</td> <td>LC0000 00</td> <td>E</td> <td>17 di 45</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	17 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	17 di 45								

6.3.3.5 Carichi di costruzione e manutenzione

Il fattore parziale per i carichi di costruzione e manutenzione γ_P è **1,5**. Questo fattore è combinato con un valore di **1,3** per i fattori parziali γ_G e γ_C relativi ai carichi permanenti

Tabella 15 – Sintesi dei fattori parziali per le azioni

Tipo carico	Caso di carico					
	A	B	C	D	E	F
Permanente γ_G, γ_{cp}	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1
Rilassamento $\gamma_G \gamma_{ov}, \gamma_{cp}$	1	1	1	1	1	1
Vento γ_w		1,3		1,3		1
Ghiaccio γ_I			1,3	1,3		
Sicurezza γ_A						1
Costruzione γ_P					1,5	

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE    ARCHITETTI ASSOCIATI	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA RELAZIONE DI CALCOLO PALI TRAZIONE ELETTRICA	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E21D</td> <td style="text-align: center;">00 D Z2</td> <td style="text-align: center;">GL</td> <td style="text-align: center;">LC0000 00</td> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">18 di 45</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	18 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	18 di 45								

4. PARAMETRI DI RIFERIMENTO PER IL CALCOLO DEI TIRI

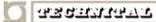
Si riassumono di seguito i parametri utilizzati nei calcoli, derivanti da quanto esposto nel paragrafo precedente e dall'applicazione delle ipotesi stabilite dalle norme.

Sintesi delle azioni derivanti dalle varie componenti

SINTESI DELLE AZIONI DERIVANTI DAL VENTO SUI VARI COMPONENTI								
Elemento	Diametro fune d [m]	Diametro manicotto ghiaccio Di [m]	Peso proprio [daN/m]	Peso manicotto di ghiaccio [daN/m]	Peso totale con ghiaccio [daN/m]	Azione vento senza ghiaccio Qwc [daN/m]	Azione vento con ghiaccio Qwc [daN/m]	Tensione conduttore [daN]
Fune parafila 13,5mm	0,0135	0,026	0,157	0,35	0,507	0	2,15	
Conduttore in rame 120mm ²	0,0132	0,0259	1,05	0,35	1,4	0	2,141	1200
Sospensione elastica			16,92					
Scambio			100					
Incrocio			100					
Separatore-Sezionatore			10					
Pendino catenaria			3					
Collegamento equipotenziale			5					
Cavi alimentatori			10					
Tegolino			20					
Mensola in VTR diam. 55mm			9,85	0,7	10,55			

La valutazione delle sospensioni elastiche e stata effettuata sulla base della seguente tabella, inserendo nel foglio di calcolo la percentuale del peso corrispondente alla tipologia di sospensione adottata rispetto alla sospensione da 14,5°-30°.

	Tipo	Angolo deviazione griffa	daN a sospensione	% rispetto a sospensione "F" 14,5°-30°
Sospensioni elastiche K+M	A	0-2,5	1,35	8%
	B	3-5	7,95	47%
	C	5,5-7,5	11,34	67%
	D	8-10	13,87	82%
	E	10,5-14	14,72	87%
	F	14,5-30	16,92	100%

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE    ARCHITETTI ASSOCIATI	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA RELAZIONE DI CALCOLO PALI TRAZIONE ELETTRICA	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>E21D</td> <td>00 D Z2</td> <td>GL</td> <td>LC0000 00</td> <td>E</td> <td>19 di 45</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	19 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	19 di 45								

Sintesi delle azioni derivanti dal vento sui pali come da punto

“6.2.4.5.1 Forze del vento su pali”

PALI SERIE M28

H[cm]	920
Infissione[cm]	100
H fuori terra[cm]	820
H EQUIVALENTE	810

	D [cm]	d [cm]	s [cm]	L sezioni [cm]	qz [daN/cm ²]	F vento [daN]	M vento [daNm]
s3	13,00	11,58	0,71	225,0	0,01	38,03	85,57
s2	19,00	17,58	0,71	275,0	0,01	67,93	186,81
s1	21,91	20,49	0,71	420,0	0,01	119,63	502,45

Da cui le risultanti in testa nelle combinazioni di carico

A [daN]	B [daN]	C [daN]	D [daN]	GEO [daN]	STR [daN]	EQU [daN]
0	96	0	48	96	110	110

PALI SERIE M29a

H[cm]	940
Infissione[cm]	120
H fuori terra[cm]	820
H EQUIVALENTE	810

	D [cm]	d [cm]	s [cm]	L sezioni [cm]	qz [daN/cm ²]	F vento [daN]	M vento [daNm]
s3	16,00	14,74	0,63	225,0	0,01	46,8	105,3
s2	21,50	20,24	0,63	275,0	0,01	76,86	211,37
s1	27,30	26,04	0,63	440,0	0,01	156,16	687,1

Da cui le risultanti in testa nelle combinazioni di carico

A [daN]	B [daN]	C [daN]	D [daN]	GEO [daN]	STR [daN]	EQU [daN]
0	124	0	62	124	143	143

IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA
RELAZIONE DI CALCOLO PALI TRAZIONE ELETTRICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	20 di 45

PALI SERIE M30a

H[cm]	950
Infissione[cm]	130
H fuori terra[cm]	820
H EQUIVALENTE	810

	D [cm]	d [cm]	s [cm]	L sezioni [cm]	qz [daN/cm ²]	F vento [daN]	M vento [daNm]
s3	16,00	14,24	0,88	225,0	0,01	46,8	105,3
s2	21,50	19,74	0,88	275,0	0,01	76,86	211,37
s1	27,30	25,54	0,88	450,0	0,01	159,71	718,7

Da cui le risultanti in testa nelle combinazioni di carico

A [daN]	B [daN]	C [daN]	D [daN]	GEO [daN]	STR [daN]	EQU [daN]
0	128	0	64	128	147	147

PALI SERIE M31a

H[cm]	950
Infissione[cm]	130
H fuori terra[cm]	820
H EQUIVALENTE	810

	D [cm]	d [cm]	s [cm]	L sezioni [cm]	qz [daN/cm ²]	F vento [daN]	M vento [daNm]
s3	16,00	13,8	1,10	225,0	0,01	46,8	105,3
s2	21,50	19,3	1,10	275,0	0,01	76,86	211,37
s1	27,30	25,10	1,10	450,0	0,01	159,71	718,7

Da cui le risultanti in testa nelle combinazioni di carico

A [daN]	B [daN]	C [daN]	D [daN]	GEO [daN]	STR [daN]	EQU [daN]
0	128	0	64	128	147	147

IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA
RELAZIONE DI CALCOLO PALI TRAZIONE ELETTRICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	21 di 45

PALI SERIE M32a

H[cm]	965
Infissione[cm]	145
H fuori terra[cm]	820
H EQUIVALENTE	810

	D [cm]	d [cm]	s [cm]	L sezioni [cm]	qz [daN/cm ²]	F vento [daN]	M vento [daNm]
s3	25,00	22,5	1,25	225,0	0,01	73,13	164,54
s2	29,00	26,50	1,25	275,0	0,01	103,68	285,12
s1	35,56	33,06	1,25	465,0	0,01	214,96	999,56

Da cui le risultanti in testa nelle combinazioni di carico

A [daN]	B [daN]	C [daN]	D [daN]	GEO [daN]	STR [daN]	EQU [daN]
0	179	0	89,5	179	206	206

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA RELAZIONE DI CALCOLO PALI TRAZIONE ELETTRICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>00 D Z2</td> <td>GL</td> <td>LC0000 00</td> <td>E</td> <td>22 di 45</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	22 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	22 di 45								

5. RETE AEREA - MODELLO DI CALCOLO

Oggetto del presente paragrafo è il calcolo delle sollecitazioni trasmesse dalle trasversali al singolo palo ai fini della scelta della tipologia di sostegno da impiegare nell'elettrificazione della rete filoviaria.

Nel presente paragrafo si presenta il modello di calcolo per le tipologie di rete maggiormente diffuse sul tracciato:

- Palo con mensola
- Traversata aerea semplice su palo
- Traversata volante su palo
- Traversata aerea composta su palo

Per le altre tipologie di elettrificazione presenti sul tracciato si riportano i valori degli sforzi nei singoli tiranti, ottenuti mediante i classici sistemi di scomposizione delle forze.

Nel caso di pali centrali che contemplano due carichi opposti, le verifiche sono state condotte cautelativamente considerando solamente il carico dovuto ad uno dei due bifilari e non alla somma dei due che tenderebbe ad annullarsi.

Nella figura sottostante si riportano le 4 casistiche appena elencate:

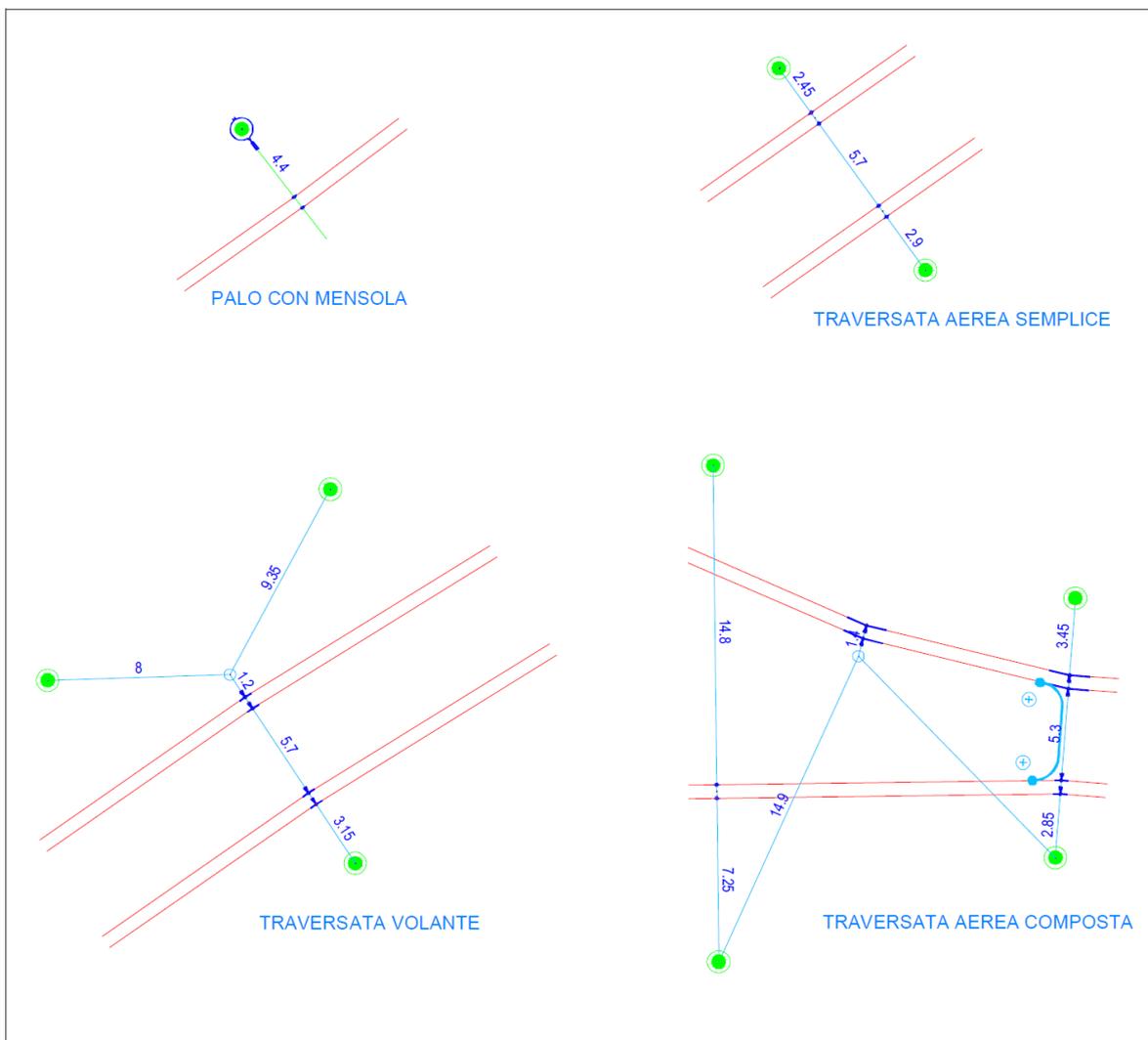


Figura 1. Tipologie tipiche di elettrificazione

Come già stabilito nella verifica precedente, nel procedimento si adotta la convenzione di considerare positivi i momenti che tendono a fare ruotare il palo verso la linea di trazione, e negativi quelli che tendono a farlo ruotare in senso opposto; le azioni trasversali orizzontali si considerano positive se dirette dal palo verso la linea di contatto.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA RELAZIONE DI CALCOLO PALI TRAZIONE ELETTRICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>00 D Z2</td> <td>GL</td> <td>LC0000 00</td> <td>E</td> <td>24 di 45</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	24 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	24 di 45								

PALO CON MENSOLA

AZIONI VERTICALI

Massa dei conduttori

La massa di ogni generico conduttore si ottiene moltiplicando la propria massa al metro per il valore della campata.

$$P_i = p_i \cdot C \text{ [kg]}$$

p_i = massa lineare [kg/m]

C = lunghezza campata media [m]

Per la conduttura da 1 x 120 mm² si ha $p_i = 1,05 \text{ kg/m}$

Massa delle apparecchiature di sospensione

La massa delle apparecchiature di sospensione sono state dedotte dalle tabelle del capitolo 4.

AZIONI ORIZZONTALI

Azioni dovute ai tiri

I tiri delle conduttore di contatto a causa dell'effetto della curva generano delle componenti d'angolo trasversali; pertanto per ogni conduttura di contatto si avranno le azioni H_c .

$$H_c = \frac{n_c \cdot T_c \cdot C}{R} \text{ [kg]}$$

n_c = numero fili di contatto

T_c = tiro filo di contatto [kg]

C = lunghezza campata [m]

R = raggio [m]

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA RELAZIONE DI CALCOLO PALI TRAZIONE ELETTRICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>00 D Z2</td> <td>GL</td> <td>LC0000 00</td> <td>E</td> <td>25 di 45</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	25 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	25 di 45								

Azione dovuta al vento sui conduttori

Vedi capitolo precedente al punto 6.2.4

CARICHI TOTALI

Azione verticale risultante

L'azione risultante di tutte le azioni verticali P si ottiene sommando le masse di tutti gli n conduttori, delle sospensioni, dei tiranti, della massa del palo e di tutte le altre azioni verticali agenti sul singolo palo.

$$P = \sum \text{azioni_verticali} \quad [\text{kg}]$$

Azione orizzontale risultante

L'azione risultante di tutte le azioni orizzontali T si ottiene sommando le azioni dovute ai tiri e le azioni dovute al vento.

$$T = \sum \text{azioni_orizzontali} + \sum \text{azioni_vento} \quad [\text{kg}]$$

Momento totale trasversale

Il momento trasversale totale M_T è dato dalla somma dei momenti trasversali dovuti alle azioni verticali M_p , alle azioni trasversali M_H dei tiri e all'azione del vento M_w .

$$M_T = M_p + M_H + M_w \quad [\text{kg} \cdot \text{m}]$$

TRAVERSATA AEREA SEMPLICE

Come rappresentato nella seguente figura 4, il sostegno è soggetto allo sforzo di taglio trasmesso dalla tensione del tirante di acciaio impiegato per la sospensione delle condutture di contatto.

Si evidenzia che nello schema sottostante il carico indicato da P_{tot1} rappresenta la somma dei due fili di contatto e delle relative sospensioni di una direzione di marcia del filobus e P_{tot2} quella della direzione opposta.

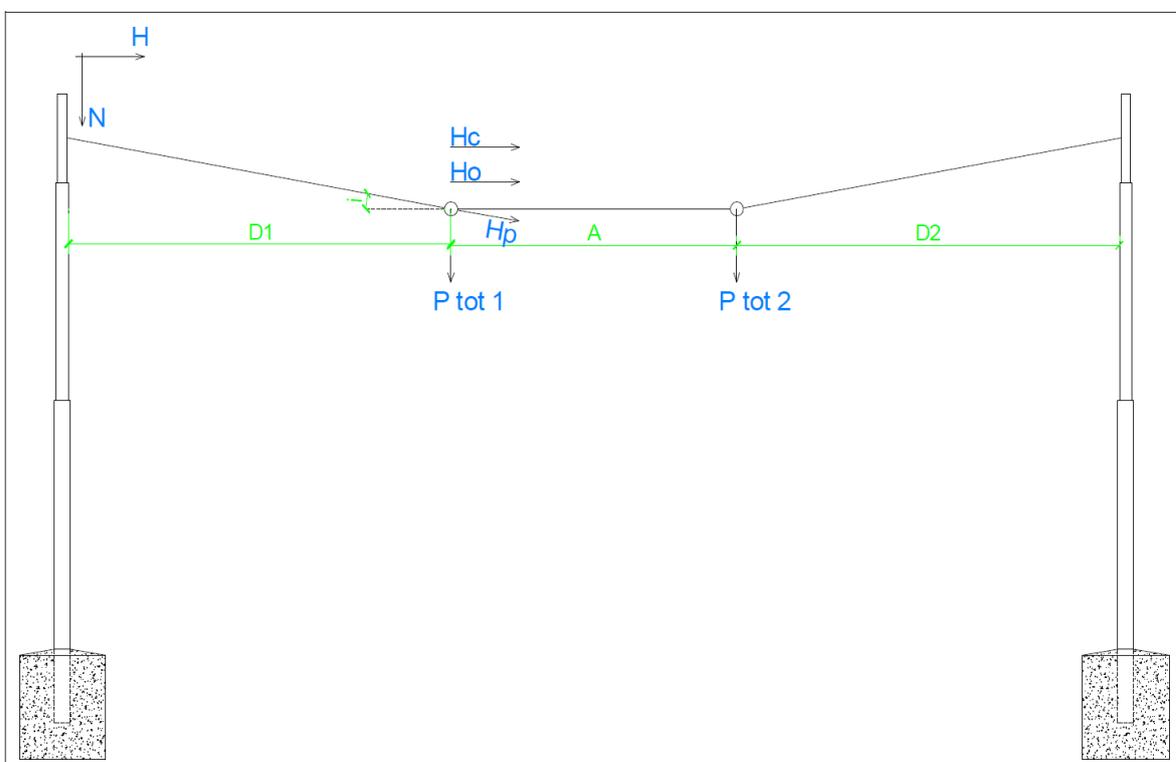


Figura 4. Traversata aerea semplice - Schema di carico

Massa dei conduttori

La massa di ogni generico conduttore si ottiene moltiplicando la propria massa al metro per il valore della campata.

$$P_i = p_i \cdot C \text{ [kg]}$$

$$p_i = \text{massa lineare [kg/m]}$$

$$C = \text{lunghezza campata media [m]}$$

Per la conduttura da 1 x 120 mm² si ha $p_i = 1,05 \text{ kg/m}$

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA RELAZIONE DI CALCOLO PALI TRAZIONE ELETTRICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>00 D Z2</td> <td>GL</td> <td>LC0000 00</td> <td>E</td> <td>27 di 45</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	27 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	27 di 45								

Massa delle apparecchiature di sospensione

La massa delle apparecchiature di sospensione sono state dedotte dalle tabelle del capitolo 4.

AZIONI ORIZZONTALI

Azioni dovute ai tiri

Il peso delle condutture di contatto ed il peso delle apparecchiatura di sospensione trasmettono una forza di taglio al sostegno pari a:

$$H_{o1} = \frac{P_i + P_{t1} + P_{sosp}}{i} \text{ [kg]}$$

$$H_{o2} = \frac{P_i + P_{t2} + P_{sosp}}{i} \text{ [kg]}$$

i = pendenza della trasversale

I tiri delle conduttore di contatto a causa dell'effetto della curva generano delle componenti d'angolo trasversali; pertanto per ogni conduttura di contatto si avranno le azioni H_c .

$$H_c = \frac{nc \cdot T_c \cdot C}{R} \text{ [kg]}$$

nc = numero fili di contatto

T_c = tiro filo di contatto [kg]

C = lunghezza campata [m]

R = raggio [m]

La tensione totale del parafil (inclinato di i rispetto l'orizzontale) è pari a:

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA RELAZIONE DI CALCOLO PALI TRAZIONE ELETTRICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>00 D Z2</td> <td>GL</td> <td>LC0000 00</td> <td>E</td> <td>28 di 45</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	28 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	28 di 45								

$$H_{P1} = \frac{(H_{O1} + H_C)}{\cos(\arctan(i))} \text{ [kg]}$$

$$H_{P2} = \frac{(H_{O2} + H_C)}{\cos(\arctan(i))} \text{ [kg]}$$

Azione dovute al vento sui conduttori

Vedi capitolo precedente al punto 6.2.4

CARICHI TOTALI

Azione verticale risultante

L'azione risultante di tutte le azioni verticali P si ottiene sommando le masse di tutti gli n conduttori, delle sospensioni, dei tiranti, della massa del palo e di tutte le altre azioni verticali agenti sul singolo palo.

$$P = \sum \text{azioni}_{\text{verticali}} \text{ [kg]}$$

Azione orizzontale risultante

L'azione risultante di tutte le azioni orizzontali T si ottiene sommando le azioni dovute ai tiri e le azioni dovute al vento.

$$T = \sum \text{azioni}_{\text{orizzontali}} + \sum \text{azioni}_{\text{vento}} \text{ [kg]}$$

Momento totale trasversale

Il momento trasversale totale M_T è dato dalla somma dei momenti trasversali dovuti alle azioni verticali M_p , alle azioni trasversali M_H dei tiri e all'azione del vento M_w .

$$M_T = M_P + M_H + M_W \text{ [kg} \cdot \text{m]}$$

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA RELAZIONE DI CALCOLO PALI TRAZIONE ELETTRICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>00 D Z2</td> <td>GL</td> <td>LC0000 00</td> <td>E</td> <td>29 di 45</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	29 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	29 di 45								

TRAVERSATA VOLANTE

Il procedimento di calcolo è lo stesso del caso precedente, in corrispondenza dell'anello si procede alla scomposizione delle forze per determinare i tiri generati dai tiranti A e B come rappresentato nella seguente figura 5.

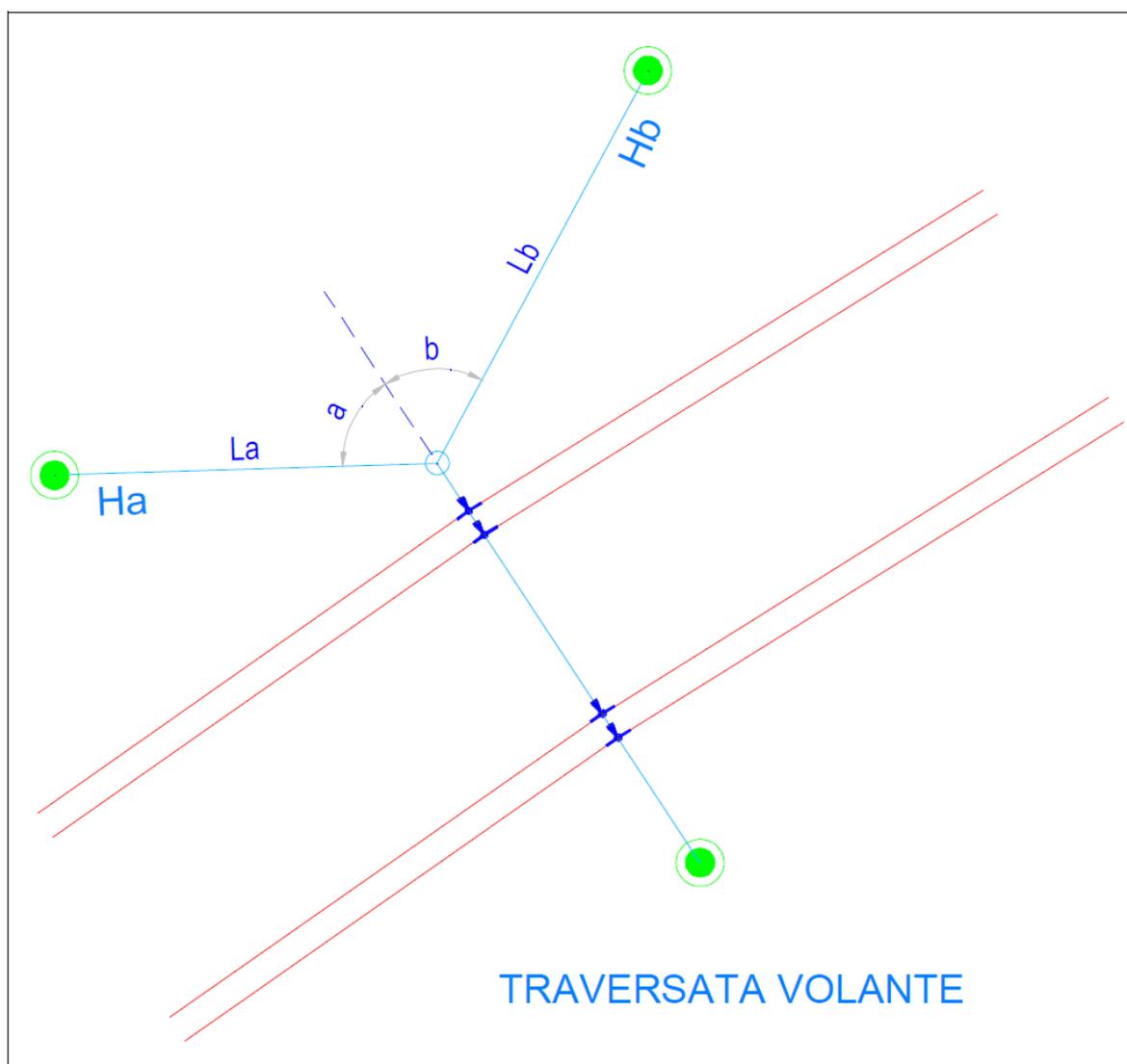


Figura 5. Traversata volante – Scomposizione forze

La somma delle azioni orizzontali $HT = HO + HC$ si scompone nelle componenti Ha ed Hb mediante le seguenti formule:

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA RELAZIONE DI CALCOLO PALI TRAZIONE ELETTRICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>00 D Z2</td> <td>GL</td> <td>LC0000 00</td> <td>E</td> <td>30 di 45</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	30 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	30 di 45								

$$H_A = \frac{\text{sen}\beta}{\text{sen}(\alpha + \beta)} \cdot H_T \text{ [kg]}$$

$$H_B = \frac{\text{sen}\alpha}{\text{sen}(\alpha + \beta)} \cdot H_T \text{ [kg]}$$

LA = lunghezza tirante A [m]

LB= lunghezza tirante B [m]

α = angolo creato dal tirante A con la trasversale

β = angolo creato dal tirante B con la trasversale

La tensione totale nei tiranti (inclinati di i rispetto l'orizzontale) è pari a:

$$H_{PA} = \frac{\text{sen}\beta}{\text{sen}(\alpha + \beta)} \cdot H_T \cdot \frac{1}{\cos(\arctan(i))} \text{ [kg]}$$

$$H_{PB} = \frac{\text{sen}\alpha}{\text{sen}(\alpha + \beta)} \cdot H_T \cdot \frac{1}{\cos(\arctan(i))} \text{ [kg]}$$

Azione dovute al vento sui conduttori

Vedi capitolo precedente al punto 6.2.4

TRAVERSATA AEREA COMPOSTA

In questo caso per ottenere la sollecitazione totale al palo si effettua la somma delle forze prodotte da una traversata semplice e da una traversata volante; il procedimento di calcolo quindi è lo stesso dei caso precedenti.

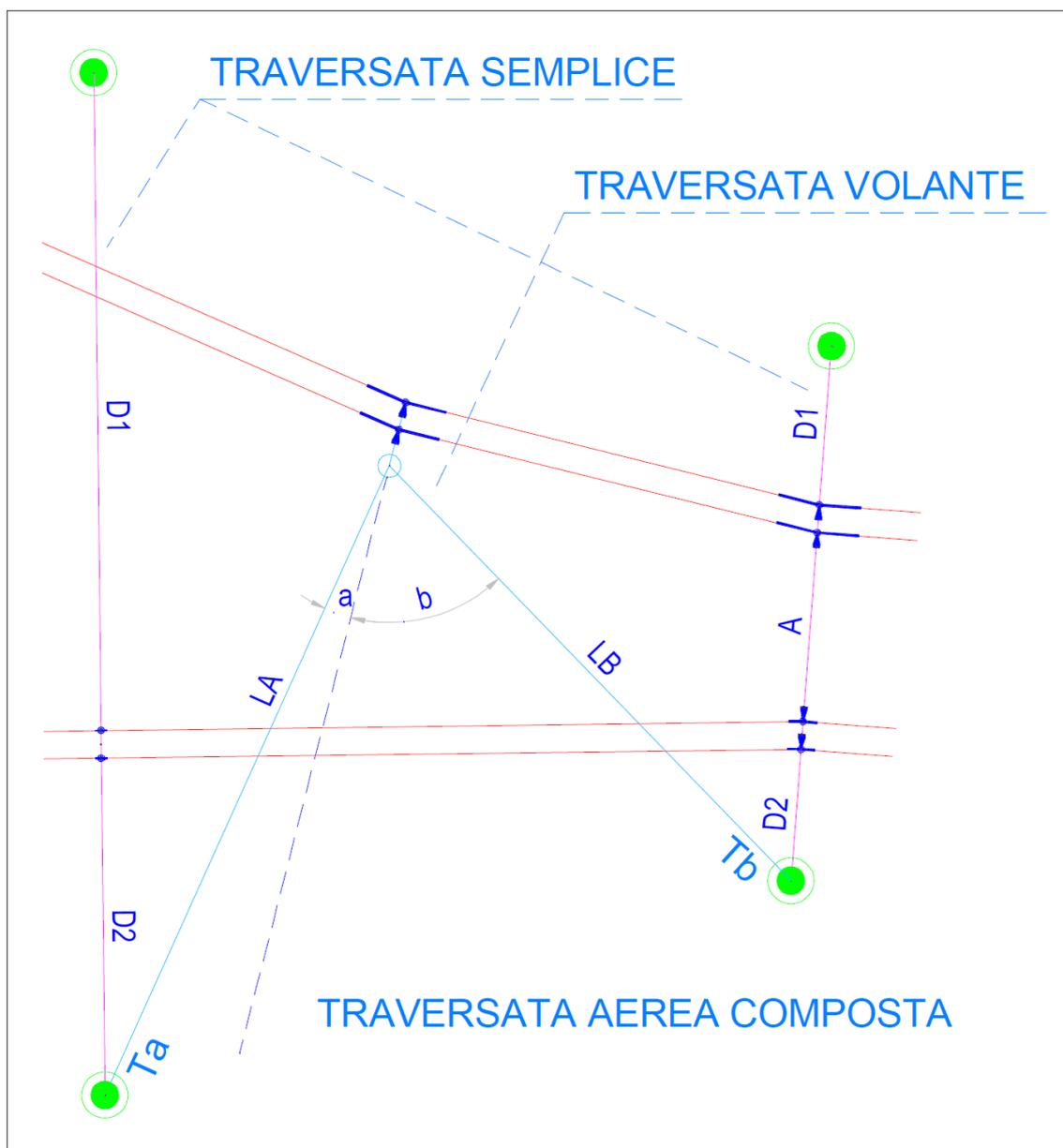


Figura 6. Traversata aerea composta – somma delle azioni di una traversata semplice e di una traversata volante

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA RELAZIONE DI CALCOLO PALI TRAZIONE ELETTRICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>00 D Z2</td> <td>GL</td> <td>LC0000 00</td> <td>E</td> <td>32 di 45</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	32 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	32 di 45								

6. CONSIDERAZIONI SULL'ANDAMENTO DELLA FRECCIA

La freccia del filo di contatto scarico fra due punti di sospensione successivi non deve subire variazioni maggiori di 250 mm per effetto dell'escursione termica massima della zona, che risulta di 60 °C (da - 5°C a + 55°C).

Come è noto, il conduttore sospeso tende a disporsi, date le condizioni di carico, a forma di catenaria. Quando la catenaria assume una forma molto tesa, con il quadrato del rapporto fra freccia massima e campata molto minore di 1, la forma dell'arco di catenaria è ottimamente rappresentata da quella di un arco di parabola.

In questo caso valgono le relazioni seguenti:

a = campata

L= lunghezza dell'arco di catenaria (o parabola)

T_m= componente orizzontale del tiro, costante per tutta la lunghezza dell'arco di catenaria

T = tiro massimo in corrispondenza degli estremi dell'arco di catenaria

p = peso della catenaria per unità di lunghezza

$$f_m = \sqrt{\frac{3a(1-a)}{8}}; \quad l = a + \frac{8f_m^2}{3a}$$

$$T_m = \frac{pa^2}{8f_m}; \quad T = T_m + pf_m$$

$$y = \frac{4f_m}{a^2} x^2$$

E' noto inoltre che la configurazione di equilibrio della catenaria è influenzata anche dalla temperatura esterna, in quanto le variazioni di quest'ultima determinano una variazione di lunghezza dell'arco di catenaria e quindi variazioni della freccia e del tiro.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA RELAZIONE DI CALCOLO PALI TRAZIONE ELETTRICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>00 D Z2</td> <td>GL</td> <td>LC0000 00</td> <td>E</td> <td>33 di 45</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	33 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	33 di 45								

Poichè tutto questo avviene in condizioni di carico ed il materiale è elastico, parte degli allungamenti o accorciamenti è assorbita dall'elasticità del materiale.

Nelle normali condizioni dei conduttori di una linea di trazione elettrica, la lunghezza della catenaria si confonde con quella della campata, l'equazione della catenaria si confonde con quella della parabola, il tiro massimo agli estremi è circa uguale al tiro orizzontale.

In questo caso le variabili in gioco risultano legate da un'equazione di terzo grado, detta del cambiamento di stato, che risolta, fornisce i valori del tiro in funzione del variare della temperatura.

Risultati più che soddisfacenti sono comunque ottenibili anche applicando le seguenti formule:

$$f_1 = \frac{P_1 L^2}{8 T_1^3} \quad \text{freccia in condizioni di tiro } T_1 \quad (1)$$

$$f_1 = \frac{P_1 L^2}{8 T_1^3} \quad \text{freccia in condizioni di tiro } T_1 \quad (1)$$

dove: α = coefficiente di dilatazione termica del materiale in $^{\circ}\text{C}^{-1}$

T_1 = tiro iniziale (Kg)

T_2 = tiro finale (Kg)

t_1 = temperatura iniziale ($^{\circ}\text{C}$)

t_2 = temperatura finale ($^{\circ}\text{C}$)

E = modulo di elasticità del materiale (Kg/mm^2)

S = sezione del materiale

L = lunghezza della campata

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA RELAZIONE DI CALCOLO PALI TRAZIONE ELETTRICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>00 D Z2</td> <td>GL</td> <td>LC0000 00</td> <td>E</td> <td>34 di 45</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	34 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	34 di 45								

Per i conduttori in rame si ha: $E = 12.000 \text{ kg/mm}^2$, $\alpha = 17 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

Risultati equivalenti si ottengono con l'equazione del cambiamento di stato:

$$T_2^3 + T_2^2 \times [L^2 p^2 SE / 24 T_1^2 + \alpha (t_2 - t_1) SE - T_1] - L^2 p^2 SE / 24 = 0$$

La linea di contatto viene realizzata con campate non superiori a mt 25 e in casi particolari ad un massimo di mt 28.

I dati di partenza sono i seguenti:

- Temperatura di riferimento -5°C
- Tiro di riferimento 1200 daN
- Sezione conduttore 120 mmq
- Diametro conduttore 13,2 mm
- Peso lineare del conduttore 1,05 daN
- Diametro manicotto di ghiaccio 34,1mm

Applicando con metodo iterativo le formule semplificate (1), (2), (3), si ottengono, nell'ipotesi di una sollecitazione massima dei conduttori, alla temperatura di -5°C i seguenti risultati:

Per il conduttore da 120 mm²

$$T_1 = 1200 \text{ daN}$$

$$T_2 = 270 \text{ daN}$$

$$t_1 = -5^\circ\text{C}$$

$$t_2 = +55^\circ\text{C}$$

$$f_1 = 6,8 \text{ cm}$$

$$f_2 = 30,4 \text{ cm} \quad \Delta f = 23,5 \text{ cm} < 25 \text{ cm}$$

Risulta così verificata la condizione di norma sulla limitazione dell'escursione della freccia.

Qui di seguito viene riportata la tabella riassuntiva del cambiamento di stato del conduttore nelle due casistiche: con e senza ghiaccio al variare della temperatura.

IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA
RELAZIONE DI CALCOLO PALI TRAZIONE ELETTRICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	35 di 45

t	dt	Senza ghiaccio				Con ghiaccio			
		F2	T2	dL	dF	F1	T1	dL	dF
°C	°C	mm	daN	mm	mm	mm	daN	mm	mm
-5	0	68,36	1200	0,0000		113,93	1200	0,0000	0,00
0	5	75,6	1084	0,1111	7,24	125,1	1094	0,2847	11,17
5	10	84,15	970	0,2569	15,79	137,73	992	0,6389	23,80
10	15	95,39	860	0,4722	27,03				
15	20	108,49	754	0,7569	40,13				
20	25	125,46	656	1,1806	57,10				
25	30	144,96	566	1,7431	76,60				
30	35	168,05	488	2,5139	99,69				
35	40	193,86	423	3,5104	125,50				
40	45	221,45	371	4,7326	153,09				
45	50	249,25	329	6,1285	180,89				
50	55	276,91	296	7,6806	208,55				
55	60	303,92	270	9,3542	235,56				

Dove:

t = temperatura

F2 = freccia calcolata senza manicotto di ghiaccio

T2 = tiro senza manicotto di ghiaccio

F1 = freccia calcolata con manicotto di ghiaccio

T1 = tiro con manicotto di ghiaccio

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA RELAZIONE DI CALCOLO PALI TRAZIONE ELETTRICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>00 D Z2</td> <td>GL</td> <td>LC0000 00</td> <td>E</td> <td>36 di 45</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	36 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	36 di 45								

7. VERIFICA DEI CARICHI A TRAZIONE AMMISSIBILI

FILO DI CONTATTO

In accordo alla norma CEI EN 50119 il carico ammissibile a trazione di un filo di contatto sagomato dipende dai parametri dati nel paragrafo 5.3.

La resistenza minima a trazione del filo di contatto sagomato deve essere moltiplicata per il prodotto di questi fattori per ottenere il massimo carico a trazione ammissibile in esercizio.

Lo sforzo a trazione calcolato per il filo sagomato di contatto non deve superare il 65% della resistenza minima a trazione del filo sagomato di contatto.

La verifica si conduce per mezzo della seguente formula:

$$\sigma_w = \sigma_{\min} \times 0,65 \times K_{\text{temp}} \times K_{\text{icewind}} \times K_{\text{wear}} \times K_{\text{load}} \times K_{\text{eff}} \times K_{\text{clamp}} \times K_{\text{joint}}$$

dove:

$$K_{\text{temp}} = 1 \text{ (filo in rame con temperatura diesercizio } \leq 70^\circ\text{C)}$$

$$K_{\text{icewind}} = 0,9 \text{ (Fattore di riduzione per carichi ghiaccio e vento con sospensione singola)}$$

$$K_{\text{wear}} = 0,7 \text{ (usura ammessa pari al 30\%)}$$

$$K_{\text{load}} = 1 \text{ (Semplice filo di contatto sagomato – amarro automatico)}$$

$$K_{\text{eff}} = 1 \text{ (apparecchiature di tesatura normali per progetto ed installazione)}$$

$$K_{\text{clamp}} = 0,7 \text{ (rapporto tra forza di ormeggio e resistenza a trazione del filo sagomato)}$$

$$K_{\text{joint}} = 1 \text{ (non si utilizzano giunzioni)}$$

$$\sigma_{\min} = 360 \text{ N/mm}^2$$

risulta:

$$\sigma_w = 103,2 \text{ N/mm}^2 > 12000 / 120 = 100 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow \text{VERIFICATO}$$

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA RELAZIONE DI CALCOLO PALI TRAZIONE ELETTRICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>00 D Z2</td> <td>GL</td> <td>LC0000 00</td> <td>E</td> <td>37 di 45</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	37 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	37 di 45								

FUNI DI MATERIALE NON CONDUTTORE

E' previsto l'utilizzo di funi sintetiche in filato interno in poliestere di grandezza 3,5, allungamento al carico max. 5,2%, con carico di rottura 3.500 daN, diametro esterno 13,5 mm, peso per metro lineare 0,16 kg;

Il tiro utile delle funi è stato calcolato secondo la formula contenuta nella norma CEI EN 50119 al punto 5.7.2 che si riporta di seguito

$$F_w = F_{B_{min}} \times 0,45 \times K_{wind} \times K_{ice} \times K_{clamp} \times K_{load} \times K_{radius}$$

dove:

$K_{wind} = 1$ (Fattore di riduzione per carichi ghiaccio con velocità del vento < 100 km/h)

$K_{ice} = 0,95$ (Fattore di riduzione per carichi ghiaccio)

$K_{clamp} = 1$ (per gli accessori di ormeggio ad estremità conica)

$K_{load} = 0,7$ (quando sono applicati carichi verticali)

$K_{radius} = 1$ (Fattore dovuto al raggio di curvatura con $r \geq 1$)

$F_{B_{min}}$ = carico di rottura minimo

Risulta che per le funi sintetiche in filato interno in poliestere di grandezza 3,5:

Nel caso di presenza di carichi verticali $F_{B_{min}} = 1047$ daN

Nel caso di assenza di carichi verticali $F_{B_{min}} = 1496$ daN

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA RELAZIONE DI CALCOLO PALI TRAZIONE ELETTRICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>00 D Z2</td> <td>GL</td> <td>LC0000 00</td> <td>E</td> <td>38 di 45</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	38 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	38 di 45								

9. PROTEZIONI CONCERNENTI LA SICUREZZA ELETTRICA DELLE STRUTTURE METALLICHE POSTE LUNGO IL TRACCIATO

In accordo alle normative vigenti CEI EN 50122-1 e CEI EN 50122-2 si prevede di collegare le masse metalliche che risultano all'interno della "zona di influenza T.E." attraverso un dispositivo a semiconduttore (diodo) al conduttore di negativo, al fine di evitare, in caso di rottura del filo di contatto, che le stesse possano essere messe in tensione.

Questi collegamenti, in caso di contatto della linea aerea di contatto con le masse metalliche di linea, consentono la "chiusura" del circuito elettrico di trazione con il conseguente immediato intervento delle protezioni in sottostazione con disalimentazione della tratta e quindi l'eliminazione delle condizioni di pericolo.

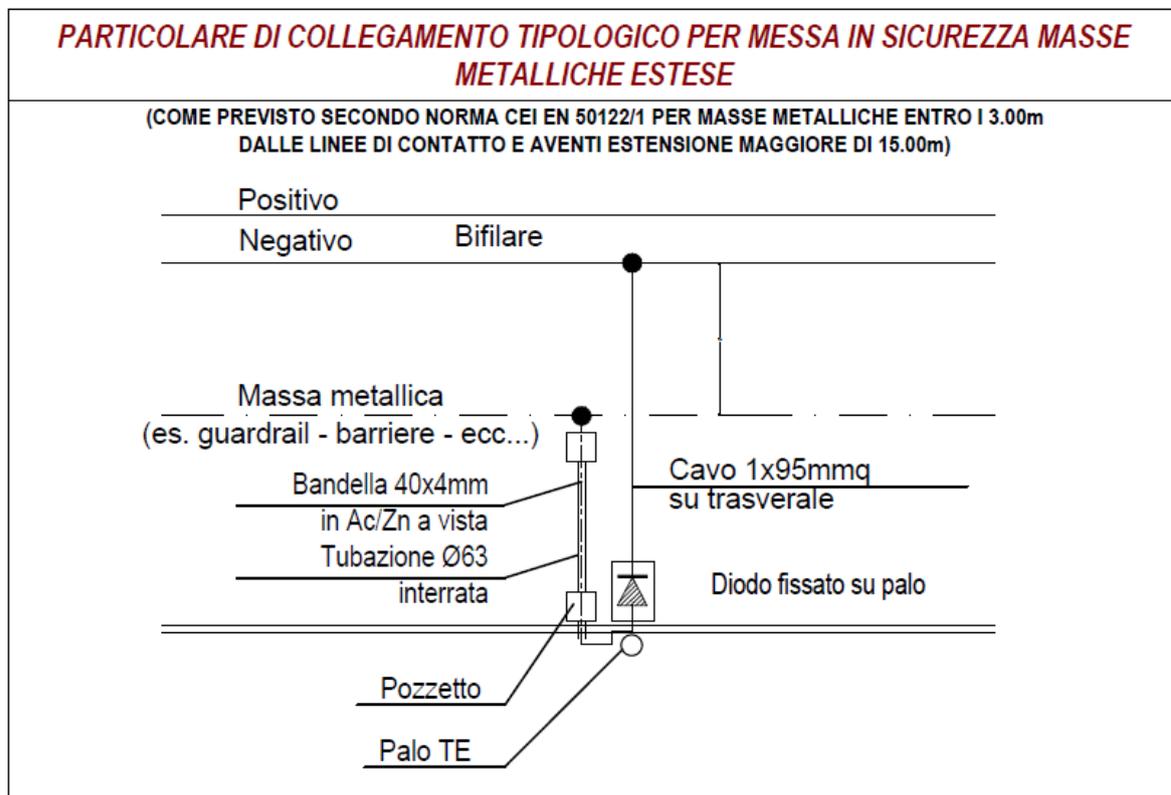
La norma CEI EN 50122-2 al paragrafo 4.3 identifica le strutture completamente o parzialmente conduttrici e le strutture metalliche collocate nella suddetta zona di influenza T.E. per le quali bisogna adottare provvedimenti di protezione.

Per far ciò si poserà un diodo fissato al palo di trazione e collegato a:

- Massa metallica tramite bandella a vista in Acciaio zincato 40x4mm
- al conduttore negativo della linea di contatto con cavo rame isolato tipo FG16R16 0,6/1kV di sezione 95mm²

Nell'immagine seguente si riporta lo schema di principio di connessione.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA RELAZIONE DI CALCOLO PALI TRAZIONE ELETTRICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>00 D Z2</td> <td>GL</td> <td>LC0000 00</td> <td>E</td> <td>39 di 45</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	39 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	39 di 45								



Il diodo previsto avrà le seguenti caratteristiche:

- Corrente diretta 1000A
- Corrente diretta (t=20min) 1500A
- Massima tensione inversa 2000V
- Massima caduta di tensione diretta 1,5Vdc
- Dimensioni (mm) 300 x 350 x 210
- Peso 18Kg

Per la verifica dell' idoneità della bandella e del cavo da 95mm² abbiamo considerato una corrente di guasto nel punto di installazione del diodo di circa 15kA ed inoltre abbiamo considerato il tempo di intervento dell'extrarapido pari a 100ms. Da queste due dati è possibile calcolare, in modo approssimativo ma con ragionevole margine di sicurezza, l'energia specifica passante

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA RELAZIONE DI CALCOLO PALI TRAZIONE ELETTRICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>00 D Z2</td> <td>GL</td> <td>LC0000 00</td> <td>E</td> <td>40 di 45</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	40 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	00 D Z2	GL	LC0000 00	E	40 di 45								

$$I^2t = 15000^2 \times 0.1 = 22,5 \times 10^6 \text{ A}^2\text{s.}$$

Per l'acciaio si è calcolata una costante K pari a 33,8 mentre per il cavo di rame la costante K è pari a 143.

Perciò il K^2S^2 risulta pari a

Bandella in acciaio

$$K^2S^2 = 33,8^2 \times 160^2 = 29,25 \times 10^6$$

Cavo FG16r16 1x95mm²

$$K^2S^2 = 143^2 \times 95^2 = 184,55 \times 10^6$$

ed è perciò verificata per entrambi la condizione che $K^2S^2 > I^2t$.

10. ALLEGATI

Sono allegati alla presente relazione di calcolo i seguenti documenti

- ALLEGATO N.1: Tabelle Riepilogo calcolo tiri applicati ai sostegni linea di contatto
- ALLEGATO N.1A: Tabelle calcolo tiri applicati ai sostegni linea di contatto
Caso di carico A: Carichi alla temperatura minima
- ALLEGATO N.1B: Tabelle calcolo tiri applicati ai sostegni linea di contatto
Caso di carico B: Carichi massimi del vento
- ALLEGATO N.1C: Tabelle calcolo tiri applicati ai sostegni linea di contatto
Caso di carico C: Carichi del ghiaccio
- ALLEGATO N.1D: Tabelle calcolo tiri applicati ai sostegni linea di contatto
Caso di carico D: Azione combinata dei carichi del vento e del ghiaccio

ALLEGATO N.1

Tabelle Riepilogo calcolo tiri applicati ai sostegni linea di contatto

**PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE
(RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)**

**VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO
RIEPILOGO PALI E RELATIVI TIRI (TIPOLOGICI)**

ID PALO	TIPO	Tiro complessivo piano di rif. A-A [daN] CASO A	Tiro complessivo piano di rif. A-A [daN] CASO B	Tiro complessivo piano di rif. A-A [daN] CASO C	Tiro complessivo piano di rif. A-A [daN] CASO D	Tiro complessivo su piano di rif. A-A [daN] MAX
P0021	M28	479,27	600,51	642,87	741,65	741,65
P0022	M28	468,80	589,49	628,82	726,50	726,50
P0023	M30a	1.298,25	1.429,75	1.505,93	1.647,55	1.647,55
P0077	M29a	654,54	779,05	824,27	939,40	939,40
P0078	M29a	520,70	671,09	690,74	805,96	805,96
P0089	M29a	722,12	873,41	897,38	1.014,48	1.014,48
P0090	M29a	720,80	872,05	895,75	1.012,75	1.012,75
P0243	M29a	693,66	795,54	795,02	894,32	894,32
P0508	M30a	1.168,30	1.231,68	1.348,79	1.470,99	1.470,99
P0509	M30a	660,92	768,82	812,17	903,74	903,74
P0510	M30a	949,13	1.056,29	1.126,26	1.242,47	1.242,47
P0511	M30a	866,17	962,62	1.021,06	1.125,65	1.125,65
P0958	M32a	2.947,99	2.666,77	3.082,50	3.244,19	3.244,19

NOTA1: Piano di riferimento A-A = 8,10m da base plinto

NOTA2: Il tiro complessivo è incrementato del fattore $\gamma=1,3$ seconda norma CEI EN 50119

PALI CON TIRO COMPLESSIVO MAGGIORE						
ID PALO	TIPO			Momento incastro Mc amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]	Momento resistente del Palo Mr [daNm]	Verifica Mr palo > Mc
P0021	M28			6.931,55	8.215,71	OK
P0089	M29a			9.481,50	11.630,48	OK
P0023	M30a			15.398,28	15.789,05	OK
P0958	M32a			30.320,68	37.765,24	OK

ALLEGATO N.1A

Tabelle calcolo tiri applicati ai sostegni linea di contatto

Caso di carico A: Carichi alla temperatura minima

**PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA
PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE
(RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)**

VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO

RIEPILOGO PALI E RELATIVI TIRI - CASO DI CARICO A

ID PALO	TIPO	Tiro complessivo su piano di rif. A-A [daN]
P0021	M28	479,27
P0022	M28	468,80
P0023	M30a	1.298,25
P0077	M29a	654,54
P0078	M29a	520,70
P0089	M29a	722,12
P0090	M29a	720,80
P0243	M29a	693,66
P0508	M30a	1.168,30
P0509	M30a	660,92
P0510	M30a	949,13
P0511	M30a	866,17
P0958	M32a	2.947,99

NOTA: Piano di riferimento A-A = 8,10m da base plinto

PALI CON TIRO COMPLESSIVO MAGGIORE

ID PALO	TIPO	Tiro complessivo su piano di rif. A-A [daN]
P0021	M28	479,27
P0089	M29a	722,12
P0023	M30a	1.298,25
P0958	M32a	2.947,99

FILOBUS GENOVA
PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO				
VERIFICA A				
TRASVERSALE CON DOPPIO BIFILARE TRA PALI P0021 - P0022				
Altezza equivalente (piano di riferimento A-A)				8,10
TRASVERSALE TRA PALI			P0021	P0022
BIFILARE			DIR. OVEST	DIR. EST
Altezza linea di contatto			5,90	5,90
Angolo deviazione (valore negativo tiro verso palo SX - valore positivo tiro verso palo DX)			-	-
Tc [daN]			1.200,00	1.200,00
Hd			-	-
Hd complessivo doppio bifilare				-
Sospensione elastica			0,08	0,08
Scambio			-	-
Incrocio			-	-
Separatore-Sezionatore			-	-
Pendino catenaria			1,00	1,00
Collegamento equipotenziale			-	-
Cavi alimentatori			-	-
Tegolino			-	-
Distanza tra pali				11,70
Distanza filo conduttore-palo (dr) o nodo (se presente)			2,90	1,70
Distanza palo-nodo (se presente)			-	-
Distanza tra bifilari				7,10
Delta altezza installazione base plinto palo rispetto piano stradale filobus			0,30	0,30
Altezza attacco tirante filo conduttore al palo			6,55	6,40
Lunghezza Campata Bifilare [m]			23,80	23,70
Q			71,38	70,97
Q complessivo				142,34
Hv			-	-
Hv complessivo				-
H			-	-
Q/H			-	-
Pendenza Pi % (y) / Pendenza Pe % (β)			12,00%	12,00%
Ho			593,09	593,09
HT			593,09	593,09
HT equivalente			479,27	468,80
Tiro su fune Ty / Tβ			597,35	597,35
NODO				
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TA			0,00	0,00
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TB			0,00	0,00
PALO				P0021
Tipo di Palo				M28
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				-
T1 - Tiro equivalente Direzione				479,27
Altri tiri su palo	Tiro	Angolo		Risultante
T2				-
T3				-
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A amplificato secondo CEI 50119 (1,3) [daN]				479,27
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				0,0°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				4.479,35
Momento resistente del Palo [daNm]				8215,71
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				13,66
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO
PALO				P0022
Tipo di Palo				M28
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				-
T1 - Tiro equivalente Direzione				468,80
Altri tiri su palo	Tiro	Angolo		Risultante
T2				-
T3				-
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A [daN]				468,80
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				0,0°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				4.381,51
Momento resistente del Palo [daNm]				8215,71
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				13,37
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO

FILOBUS GENOVA
PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO				
VERIFICA A				
MENSOLA CON DOPPIO BIFILARE SU PALO P0023				
Altezza equivalente (piano di riferimento A-A)				8,10
MENSOLA CON DOPPIO BIFILARE SU PALO			P0023	
BIFILARE			DIR. OVEST	DIR. EST
Altezza linea di contatto			5,90	5,90
Angolo deviazione (valore positivo tiro verso il palo - valore negativo tiro opposto al palo)			3,00	3,00
Tc [daN]			1.200,00	1.200,00
Hd			125,61	125,61
Sospensione elastica			0,47	0,47
Scambio			-	-
Incrocio			-	-
Separatore-Sezionatore			-	-
Pendino catenaria			1,00	1,00
Collegamento equipotenziale			-	-
Cavi alimentatori			-	-
Tegolino			-	-
Mensola in VTR diam. 55mm (Lunghezza complessiva e Punto attacco 1° e 2° Tirante)	L=	8,50	2,00	6,50
Distanza filo conduttore-palo (dr) (Punto attacco 1° e 2° Tirante)			2,00	8,00
Delta altezza installazione base plinto palo rispetto piano stradale filobus			0,30	0,30
Altezza attacco tirante filo conduttore al palo			7,29	7,31
Lunghezza Campata Bifilare [m]			20,40	19,80
Q			95,81	152,45
Hv			-	-
H			125,61	125,61
Pendenza tirante			65,00%	14,00%
Ho			147,40	1.088,92
H equivalente			224,15	1.074,10
Tiro su fune			175,81	1.099,54
HT equivalente				1.298,25
PALO			P0023	
Tipo di Palo				M30a
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				-
T1 - Tiro equivalente Direzione				1.298,25
Altri tiri su palo	Tiro	Angolo		Risultante
T2				-
T3				-
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A amplificato secondo CEI 50119 (1,3) [daN]				1.298,25
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				0,0°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				12.133,67
Momento resistente del Palo [daNm]				15789,05
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				18,71
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO

FILOBUS GENOVA
PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO				
VERIFICA A				
TRASVERSALE CON DOPPIO BIFILARE TRA PALI P0077 - P0078				
Altezza equivalente (piano di riferimento A-A)				8,10
TRASVERSALE TRA PALI			P0077	P0078
BIFILARE			DIR. OVEST	DIR. EST
Altezza linea di contatto			5,90	5,90
Angolo deviazione (valore negativo tiro verso palo SX - valore positivo tiro verso palo DX)		-	4,00	-
Tc [daN]			1.200,00	1.200,00
Hd		-	167,42	-
Hd complessivo doppio bifilare				167,42
Sospensione elastica			0,47	0,08
Scambio			-	-
Incrocio			-	-
Separatore-Sezionatore			-	-
Pendino catenaria			1,00	1,00
Collegamento equipotenziale			-	-
Cavi alimentatori			-	-
Tegolino			-	-
Distanza tra pali				13,30
Distanza filo conduttore-palo (dr) o nodo (se presente)			2,70	2,80
Distanza palo-nodo (se presente)			-	-
Distanza tra bifilari				7,80
Delta altezza installazione base plinto palo rispetto piano stradale filobus		-	0,30	0,30
Altezza attacco tirante filo conduttore al palo			6,52	6,53
Lunghezza Campata Bifilare [m]			24,80	24,10
Q			82,70	72,22
Q complessivo				154,93
Hv			-	-
Hv complessivo				-
H			167,42	-
Q/H			0,49	-
Pendenza Pi % (γ) / Pendenza Pe % (β)			12,00%	12,00%
Ho			645,53	645,53
HT			812,95	645,53
HT equivalente			654,54	520,70
Tiro su fune Ty / Tβ			1.378,80	734,47
NODO				
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TA			0,00	0,00
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TB			0,00	0,00
PALO				P0077
Tipo di Palo				M29a
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				-
T1 - Tiro equivalente Direzione				654,54
Altri tiri su palo	Tiro	Angolo		Risultante
T2				-
T3				-
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A amplificato secondo CEI 50119 (1,3) [daN]				654,54
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				0,0°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				6.117,44
Momento resistente del Palo [daNm]				11630,48
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				12,41
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO
PALO				P0078
Tipo di Palo				M29a
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				-
T1 - Tiro equivalente Direzione				520,70
Altri tiri su palo	Tiro	Angolo		Risultante
T2				-
T3				-
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A [daN]				520,70
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				0,0°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				4.866,51
Momento resistente del Palo [daNm]				11630,48
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				9,87
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO

FILOBUS GENOVA
PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO				
VERIFICA A				
TRASVERSALE CON DOPPIO BIFILARE TRA PALI P0089 - P0090				
Altezza equivalente (piano di riferimento A-A)				8,10
TRASVERSALE TRA PALI			P0089	P0090
BIFILARE			DIR. OVEST	DIR. EST
Altezza linea di contatto			5,90	5,90
Angolo deviazione (valore negativo tiro verso palo SX - valore positivo tiro verso palo DX)			-	-
Tc [daN]			1.200,00	1.200,00
Hd			-	-
Hd complessivo doppio bifilare				-
Sospensione elastica			0,08	0,08
Scambio			-	-
Incrocio			-	-
Separatore-Sezionatore			1,00	1,00
Pendino catenaria			1,00	1,00
Collegamento equipotenziale			1,00	1,00
Cavi alimentatori			1,00	1,00
Tegolino			-	-
Distanza tra pali				14,30
Distanza filo conduttore-palo (dr) o nodo (se presente)			2,90	2,80
Distanza palo-nodo (se presente)			-	-
Distanza tra bifilari				8,60
Delta altezza installazione base plinto palo rispetto piano stradale filobus			0,30	0,30
Altezza attacco tirante filo conduttore al palo			6,55	6,53
Lunghezza Campata Bifilare [m]			25,00	25,00
Q			107,24	107,23
Q complessivo				214,47
Hv			-	-
Hv complessivo				-
H			-	-
Q/H			-	-
Pendenza Pi % (y) / Pendenza Pe % (β)			12,00%	12,00%
Ho			893,61	893,61
HT			893,61	893,61
HT equivalente			722,12	720,80
Tiro su fune Ty / Tβ			900,02	900,02
NODO				
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TA			0,00	0,00
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TB			0,00	0,00
PALO				P0089
Tipo di Palo				M29a
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				-
T1 - Tiro equivalente Direzione				722,12
Altri tiri su palo	Tiro	Angolo		Risultante
T2				-
T3				-
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A amplificato secondo CEI 50119 (1,3) [daN]				722,12
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				0,0°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				6.749,03
Momento resistente del Palo [daNm]				11630,48
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				13,69
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO
PALO				P0090
Tipo di Palo				M29a
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				-
T1 - Tiro equivalente Direzione				720,80
Altri tiri su palo	Tiro	Angolo		Risultante
T2				-
T3				-
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A [daN]				720,80
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				0,0°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				6.736,75
Momento resistente del Palo [daNm]				11630,48
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				13,66
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO

FILOBUS GENOVA
PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO				
VERIFICA A				
MENSOLA CON SINGOLO BIFILARE SU PALO P0243				
Altezza equivalente (piano di riferimento A-A)				8,10
MENSOLA SINGOLO BIFILARE SU PALO				P0243
BIFILARE				DIR. OVEST
Altezza linea di contatto				5,90
Angolo deviazione (valore positivo tiro verso il palo - valore negativo tiro opposto al palo)				7,00
Tc [daN]				1.200,00
Hd				292,49
Sospensione elastica				0,08
Scambio				-
Incrocio				-
Separatore-Sezionatore				-
Pendino catenaria				1,00
Collegamento equipotenziale				-
Cavi alimentatori				-
Tegolino				-
Mensola in VTR diam. 55mm (Lunghezza complessiva e Punto attacco 1° e 2° Tirante)	L=	4,00	-	4,00
Distanza filo conduttore-palo (dr) (Punto attacco 1° e 2° Tirante)			-	3,00
Delta altezza installazione base plinto palo rispetto piano stradale filobus			- 0,30	0,30
Altezza attacco tirante filo conduttore al palo			6,20	6,79
Lunghezza Campata Bifilare [m]				21,05
Q				114,70
Hv				-
H				292,49
Pendenza tirante			45,00%	20,00%
Ho				573,48
H equivalente				693,66
Tiro su fune				584,84
HT equivalente				693,66
PALO				P0243
Tipo di Palo				M29a
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				-
T1 - Tiro equivalente Direzione				693,66
Altri tiri su palo	Tiro	Angolo		Risultante
T2				-
T3				-
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A amplificato secondo CEI 50119 (1,3) [daN]				693,66
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				0,0°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				6.483,07
Momento resistente del Palo [daNm]				11630,48
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				13,15
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO

FILOBUS GENOVA
PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO				
VERIFICA A				
TRASVERSALE CON DOPPIO BIFILARE TRA PALI P0508 - P0509				
Altezza equivalente (piano di riferimento A-A)				8,10
TRASVERSALE TRA PALI			P0508	P0509
BIFILARE			DIR. OVEST	DIR. EST
Altezza linea di contatto			5,90	5,90
Angolo deviazione (valore negativo tiro verso palo SX - valore positivo tiro verso palo DX)		-	3,00	-
Tc [daN]			1.200,00	1.200,00
Hd		-	125,61	-
Hd complessivo doppio bifilare				209,37
Sospensione elastica			0,47	0,47
Scambio			-	-
Incrocio			-	-
Separatore-Sezionatore			-	-
Pendino catenaria			1,00	1,00
Collegamento equipotenziale			-	-
Cavi alimentatori			-	-
Tegolino			-	-
Distanza tra pali				26,70
Distanza filo conduttore-palo (dr) o nodo (se presente)			11,30	2,70
Distanza palo-nodo (se presente)			-	-
Distanza tra bifilari				12,70
Delta altezza installazione base plinto palo rispetto piano stradale filobus		-	0,30	-
Altezza attacco tirante filo conduttore al palo			7,55	6,52
Lunghezza Campata Bifilare [m]			6,95	6,55
Q			35,25	33,16
Q complessivo				68,41
Hv			-	-
Hv complessivo				-
H			209,37	-
Q/H			0,28	0,40
Pendenza Pi % (y) / Pendenza Pe % (β)			12,00%	12,00%
Ho			285,03	285,03
HT			494,40	285,03
HT equivalente			460,60	229,49
Tiro su fune Ty / Tβ			676,04	458,39
NODO				
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TA			0,00	0,00
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TB			0,00	0,00
PALO				P0508
Tipo di Palo				M30a
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				-
T1 - Tiro equivalente Direzione				460,60
Altri tiri su palo		Tiro	Angolo	Risultante
T2 - TA da nodo A1	589,11		34	488,39
T3 - TB da nodo A3 su nodo A1	249,09		49	135,48
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A amplificato secondo CEI 50119 (1,3) [daN]				1.168,30
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				21,8°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				10.919,09
Momento resistente del Palo [daNm]				15789,05
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				16,84
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO
PALO				P0509
Tipo di Palo				M30a
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				-
T1 - Tiro equivalente Direzione				229,49
Altri tiri su palo		Tiro	Angolo	Risultante
T2 - TA da nodo A3	556,318		73	162,65
T3				-
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A [daN]				660,92
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				53,6°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				6.177,03
Momento resistente del Palo [daNm]				15789,05
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				9,53
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO

FILOBUS GENOVA
PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO				
VERIFICA A				
TRASVERSALE CON DOPPIO BIFILARE TRA NODI A1 - A3				
Altezza equivalente (piano di riferimento A-A)				8,10
TRASVERSALE TRA NODI				
BIFILARE				
			A1	A3
			DIR. OVEST	DIR. EST
Altezza linea di contatto			5,90	5,90
Angolo deviazione (valore negativo tiro verso palo SX - valore positivo tiro verso palo DX)		-	3,00	3,00
Tc [daN]			1.200,00	1.200,00
Hd		-	125,61	125,61
Hd complessivo doppio bifilare		-		251,21
Sospensione elastica			0,47	0,47
Scambio			-	-
Incrocio			-	-
Separatore-Sezionatore			-	-
Pendino catenaria			1,00	1,00
Collegamento equipotenziale			-	-
Cavi alimentatori			-	-
Tegolino			-	-
Distanza tra pali				-
Distanza filo conduttore-palo (dr) o nodo (se presente)			-	-
Distanza palo-nodo (se presente)			-	-
Distanza tra bifilari				-
Delta altezza installazione base plinto palo rispetto piano stradale filobus		-	0,30	0,30
Altezza attacco tirante filo conduttore al palo			6,20	6,20
Lunghezza Campata Bifilare [m]			7,65	6,90
Q			35,12	33,08
Q complessivo				68,20
Hv			-	-
Hv complessivo				-
H			251,21	-
Q/H			0,28	0,26
Pendenza Pi % (γ) / Pendenza Pe % (β)			12,00%	12,00%
Ho			284,16	284,16
HT			535,37	284,16
HT equivalente			409,79	217,50
Tiro su fune Ty / Tβ			695,06	478,38

NODO				
				A3
Angolo deviazione verso Palo P509			0,00	69,00
TA			0,00	556,32
Angolo deviazione verso Nodo A4			0,00	88,00
TB			0,00	519,68
Altri tiri direzione TB su nodo A3	Tiro	Angolo		Risultante
T2 - TB da nodo A4	270,59	0		270,59
T3				-
T4				-
Tiro complessivo TB su piano di rif. A-A [daN]				249,09

NODO				
				A1
Angolo deviazione verso Palo P508			0,00	49,00
TA			0,00	589,11
Angolo deviazione verso Nodo A2			0,00	87,00
TB			0,00	445,21
Altri tiri direzione TB su nodo A1	Tiro	Angolo		Risultante
T2 - TB da nodo A2	841,28	0		841,28
T3				-
T4				-
Tiro complessivo TB su piano di rif. A-A [daN]				396,07

FILOBUS GENOVA
PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO				
VERIFICA A				
TRASVERSALE CON DOPPIO BIFILARE TRA NODI A2 - A4				
Altezza equivalente (piano di riferimento A-A)				8,10
TRASVERSALE TRA NODI				
BIFILARE				
			A2	A4
			DIR. OVEST	DIR. EST
Altezza linea di contatto			5,90	5,90
Angolo deviazione (valore negativo tiro verso palo SX - valore positivo tiro verso palo DX)		-	3,00	3,00
Tc [daN]			1.200,00	1.200,00
Hd		-	125,61	125,61
Hd complessivo doppio bifilare		-		251,21
Sospensione elastica			0,47	0,47
Scambio			-	-
Incrocio			-	-
Separatore-Sezionatore			-	-
Pendino catenaria			1,00	1,00
Collegamento equipotenziale			-	-
Cavi alimentatori			-	-
Tegolino			-	-
Distanza tra pali				-
Distanza filo conduttore-palo (dr) o nodo (se presente)			-	-
Distanza palo-nodo (se presente)			-	-
Distanza tra bifilari				-
Delta altezza installazione base plinto palo rispetto piano stradale filobus		-	0,30	0,30
Altezza attacco tirante filo conduttore al palo			6,20	6,20
Lunghezza Campata Bifilare [m]			7,35	6,50
Q			34,30	31,98
Q complessivo				66,29
Hv			-	-
Hv complessivo				-
H			251,21	-
Q/H			0,27	0,25
Pendenza Pi % (γ) / Pendenza Pe % (β)			12,00%	12,00%
Ho			276,19	276,19
HT			527,41	276,19
HT equivalente			403,69	211,41
Tiro su fune Ty / Tβ			679,08	468,52

NODO				
				A4
Angolo deviazione verso Palo P510			0,00	52,00
TA			0,00	343,38
Angolo deviazione verso Nodo A3			0,00	90,00
TB			0,00	270,59
Altri tiri direzione TB su nodo A4	Tiro	Angolo		Risultante
T2 - TB da nodo A3	519,68	0		519,68
T3				-
T4				-
Tiro complessivo TB su piano di rif. A-A [daN]				249,09

NODO				
				A2
Angolo deviazione verso Palo P511			0,00	66,00
TA			0,00	920,34
Angolo deviazione verso Nodo A1			0,00	88,00
TB			0,00	841,28
Altri tiri direzione TB su nodo A2	Tiro	Angolo		Risultante
T2 - TB da nodo A1	445,21	0		445,21
T3				-
T4				-
Tiro complessivo TB su piano di rif. A-A [daN]				396,07

FILOBUS GENOVA
PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO				
VERIFICA A				
TRASVERSALE CON DOPPIO BIFILARE TRA PALI P0510 - P0511				
Altezza equivalente (piano di riferimento A-A)				8,10
TRASVERSALE TRA PALI			P0510	P0511
BIFILARE			DIR. OVEST	DIR. EST
Altezza linea di contatto			5,90	5,90
Angolo deviazione (valore negativo tiro verso palo SX - valore positivo tiro verso palo DX)		-	3,00	3,00
Tc [daN]			1.200,00	1.200,00
Hd		-	125,61	125,61
Hd complessivo doppio bifilare		-		251,21
Sospensione elastica			0,47	0,47
Scambio			-	-
Incrocio			-	-
Separatore-Sezionatore			-	-
Pendino catenaria			1,00	1,00
Collegamento equipotenziale			-	-
Cavi alimentatori			-	-
Tegolino			-	-
Distanza tra pali				21,30
Distanza filo conduttore-palo (dr) o nodo (se presente)			6,80	2,60
Distanza palo-nodo (se presente)			-	-
Distanza tra bifilari				11,90
Delta altezza installazione base plinto palo rispetto piano stradale filobus		-	0,30	0,30
Altezza attacco tirante filo conduttore al palo			7,01	6,51
Lunghezza Campata Bifilare [m]			7,95	7,20
Q			37,41	34,88
Q complessivo				72,29
Hv			-	-
Hv complessivo				-
H			251,21	-
Q/H			0,30	0,28
Pendenza Pi % (y) / Pendenza Pe % (β)			12,00%	12,00%
Ho			301,21	301,21
HT			552,42	301,21
HT equivalente			478,10	242,07
Tiro su fune Ty / Tβ			729,28	499,49

NODO				
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TA			0,00	0,00
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TB			0,00	0,00

PALO					P0510
Tipo di Palo					M30a
Altezza palo fuori terra					8,20
Azione vento sul palo					-
T1 - Tiro equivalente Direzione					478,10
Altri tiri su palo		Tiro	Angolo		Risultante
T2 - TA da nodo A3		556,318	47		379,41
T3					-
T4					-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A amplificato secondo CEI 50119 (1,3) [daN]					949,13
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo					25,4°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]					8.870,73
Momento resistente del Palo [daNm]					15789,05
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)					POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]					13,68
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]					32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo					POSITIVO

PALO					P0511
Tipo di Palo					M30a
Altezza palo fuori terra					8,20
Azione vento sul palo					-
T1 - Tiro equivalente Direzione					242,07
Altri tiri su palo		Tiro	Angolo		Risultante
T2 - TA da nodo A4		343,38	71		111,79
T3 - TB da nodo A2 su nodo A4		396,07	25	71	358,96
T4					-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A [daN]					866,17
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo					34,6°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]					8.095,33
Momento resistente del Palo [daNm]					15789,05
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)					POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]					12,48
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]					32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo					POSITIVO

FILOBUS GENOVA
PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO				
VERIFICA A				
ORMEGGIO SU PALO P0958				
Altezza equivalente (piano di riferimento A-A)				8,10
TRASVERSALE				P0958
Altezza linea di contatto				5,90
Angolo deviazione				0,00
Tc [daN]				1.200,00
H ormeggio				2.400,00
Sospensione elastica				1,00
Scambio				-
Incrocio				-
Separatore-Sezionatore				-
Pendino catenaria				1,00
Collegamento equipotenziale				-
Cavi alimentatori				-
Tegolino				-
Distanza filo conduttore-palo (dr) o nodo (se presente)				25,00
Distanza palo-nodo (se presente)				-
Delta altezza installazione base plinto palo rispetto piano stradale filobus				- 0,30
Altezza attacco tirante filo conduttore al palo				8,69
Lunghezza Campata Bifilare [m]				15,00
Q				34,86
Hv				-
H				2.400,00
Q/H				0,01
Pendenza Pi % (γ) / Pendenza Pe % (β)				10,00%
Ho				348,60
HT				2.748,60
HT+H_{LL} equivalente				2.947,99
Ty / Tβ				1.381,16
NODO				
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TA			0,00	0,00
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TB			0,00	0,00
PALO				
Tipo di Palo				M32a
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				-
T1 - Tiro equivalente Direzione				2.947,99
Altri tiri su palo	Tiro	Angolo		Risultante
T2				-
T3				-
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A amplificato secondo CEI 50119 (1,3) [daN]				2.947,99
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				0,0°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				27.552,38
Momento resistente del Palo [daNm]				37765,24
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				13,34
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO

ALLEGATO N.1B

Tabelle calcolo tiri applicati ai sostegni linea di contatto

Caso di carico B: Carichi massimi del vento

**PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA
PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE
(RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)**

VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO

RIEPILOGO PALI E RELATIVI TIRI - CASO DI CARICO B

ID PALO	TIPO	Tiro complessivo su piano di rif. A-A [daN]
P0021	M28	600,51
P0022	M28	589,49
P0023	M30a	1.429,75
P0077	M29a	779,05
P0078	M29a	671,09
P0089	M29a	873,41
P0090	M29a	872,05
P0243	M29a	795,54
P0508	M30a	1.231,68
P0509	M30a	768,82
P0510	M30a	1.056,29
P0511	M30a	962,62
P0958	M32a	2.666,77

NOTA: Piano di riferimento A-A = 8,10m da base plinto

PALI CON TIRO COMPLESSIVO MAGGIORE

ID PALO	TIPO	Tiro complessivo su piano di rif. A-A [daN]
P0021	M28	600,51
P0089	M29a	873,41
P0023	M30a	1.429,75
P0958	M32a	2.666,77

FILOBUS GENOVA
PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO				
VERIFICA B				
TRASVERSALE CON DOPPIO BIFILARE TRA PALI P0021 - P0022				
Altezza equivalente (piano di riferimento A-A)				8,10
TRASVERSALE TRA PALI			P0021	P0022
BIFILARE			DIR. OVEST	DIR. EST
Altezza linea di contatto			5,90	5,90
Angolo deviazione (valore negativo tiro verso palo SX - valore positivo tiro verso palo DX)			-	-
Tc [daN]			970,00	970,00
Hd			-	-
Hd complessivo doppio bifilare				-
Sospensione elastica			0,08	0,08
Scambio			-	-
Incrocio			-	-
Separatore-Sezionatore			-	-
Pendino catenaria			1,00	1,00
Collegamento equipotenziale			-	-
Cavi alimentatori			-	-
Tegolino			-	-
Distanza tra pali				11,70
Distanza filo conduttore-palo (dr) o nodo (se presente)			2,90	1,70
Distanza palo-nodo (se presente)			-	-
Distanza tra bifilari				7,10
Delta altezza installazione base plinto palo rispetto piano stradale filobus			0,30	0,30
Altezza attacco tirante filo conduttore al palo			6,55	6,40
Lunghezza Campata Bifilare [m]			23,80	23,70
Q			71,38	70,97
Q complessivo				142,34
Hv			31,83	30,63
Hv complessivo				62,46
H			31,23	31,23
Q/H			-	-
Pendenza Pi % (γ) / Pendenza Pe % (β)			12,00%	12,00%
Ho			593,09	593,09
HT			624,32	624,32
HT equivalente			504,51	493,49
Tiro su fune Ty / Tβ			628,80	628,80
NODO				
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TA			0,00	0,00
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TB			0,00	0,00
PALO				P0021
Tipo di Palo				M28
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				96,00
T1 - Tiro equivalente Direzione				504,51
Altri tiri su palo	Tiro	Angolo		Risultante
T2				-
T3				-
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A amplificato secondo CEI 50119 (1,3) [daN]				600,51
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				0,0°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				5.612,44
Momento resistente del Palo [daNm]				8215,71
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				17,12
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO
PALO				P0022
Tipo di Palo				M28
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				96,00
T1 - Tiro equivalente Direzione				493,49
Altri tiri su palo	Tiro	Angolo		Risultante
T2				-
T3				-
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A [daN]				589,49
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				0,0°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				5.509,45
Momento resistente del Palo [daNm]				8215,71
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				16,81
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO

FILOBUS GENOVA
PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO				
VERIFICA B				
MENSOLA CON DOPPIO BIFILARE SU PALO P0023				
Altezza equivalente (piano di riferimento A-A)				8,10
MENSOLA CON DOPPIO BIFILARE SU PALO			P0023	
BIFILARE			DIR. OVEST	DIR. EST
Altezza linea di contatto			5,90	5,90
Angolo deviazione (valore positivo tiro verso il palo - valore negativo tiro opposto al palo)			3,00	3,00
Tc [daN]			970,00	970,00
Hd			101,53	101,53
Sospensione elastica			0,47	0,47
Scambio			-	-
Incrocio			-	-
Separatore-Sezionatore			-	-
Pendino catenaria			1,00	1,00
Collegamento equipotenziale			-	-
Cavi alimentatori			-	-
Tegolino			-	-
Mensola in VTR diam. 55mm (Lunghezza complessiva e Punto attacco 1° e 2° Tirante)	L=	8,50	2,00	6,50
Distanza filo conduttore-palo (dr) (Punto attacco 1° e 2° Tirante)			2,00	8,00
Delta altezza installazione base plinto palo rispetto piano stradale filobus			-	0,30
Altezza attacco tirante filo conduttore al palo			7,29	7,31
Lunghezza Campata Bifilare [m]			20,40	19,80
Q			95,81	152,45
Hv			24,07	28,87
H			125,61	130,41
Pendenza tirante			65,00%	14,00%
Ho			147,40	1.088,92
H equivalente			224,15	1.077,59
Tiro su fune			175,81	1.099,54
HT equivalente				1.301,75
PALO				
Tipo di Palo				M30a
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				128,00
T1 - Tiro equivalente Direzione				1.301,75
Altri tiri su palo	Tiro	Angolo		Risultante
T2				-
T3				-
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A amplificato secondo CEI 50119 (1,3) [daN]				1.429,75
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				0,0°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				13.362,64
Momento resistente del Palo [daNm]				15789,05
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				20,61
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO

FILOBUS GENOVA
PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO				
VERIFICA B				
TRASVERSALE CON DOPPIO BIFILARE TRA PALI P0077 - P0078				
Altezza equivalente (piano di riferimento A-A)				8,10
TRASVERSALE TRA PALI			P0077	P0078
BIFILARE			DIR. OVEST	DIR. EST
Altezza linea di contatto			5,90	5,90
Angolo deviazione (valore negativo tiro verso palo SX - valore positivo tiro verso palo DX)		-	4,00	-
Tc [daN]			970,00	970,00
Hd		-	135,33	-
Hd complessivo doppio bifilare				135,33
Sospensione elastica			0,47	0,08
Scambio			-	-
Incrocio			-	-
Separatore-Sezionatore			-	-
Pendino catenaria			1,00	1,00
Collegamento equipotenziale			-	-
Cavi alimentatori			-	-
Tegolino			-	-
Distanza tra pali				13,30
Distanza filo conduttore-palo (dr) o nodo (se presente)			2,70	2,80
Distanza palo-nodo (se presente)			-	-
Distanza tra bifilari				7,80
Delta altezza installazione base plinto palo rispetto piano stradale filobus		-	0,30	-
Altezza attacco tirante filo conduttore al palo			6,52	6,53
Lunghezza Campata Bifilare [m]			24,80	24,10
Q			82,70	72,22
Q complessivo				154,93
Hv			33,06	32,38
Hv complessivo				65,44
H			168,05	32,72
Q/H			0,61	-
Pendenza Pi % (γ) / Pendenza Pe % (β)			12,00%	12,00%
Ho			645,53	645,53
HT			813,58	678,25
HT equivalente			655,05	547,09
Tiro su fune Ty / Tβ			1.362,64	751,27
NODO				
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TA			0,00	0,00
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TB			0,00	0,00
PALO				P0077
Tipo di Palo				M29a
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				124,00
T1 - Tiro equivalente Direzione				655,05
Altri tiri su palo	Tiro	Angolo		Risultante
T2				-
T3				-
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A amplificato secondo CEI 50119 (1,3) [daN]				779,05
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				0,0°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				7.281,12
Momento resistente del Palo [daNm]				11630,48
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				14,77
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO
PALO				P0078
Tipo di Palo				M29a
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				124,00
T1 - Tiro equivalente Direzione				547,09
Altri tiri su palo	Tiro	Angolo		Risultante
T2				-
T3				-
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A [daN]				671,09
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				0,0°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				6.272,10
Momento resistente del Palo [daNm]				11630,48
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				12,72
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO

FILOBUS GENOVA
PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO				
VERIFICA B				
TRASVERSALE CON DOPPIO BIFILARE TRA PALI P0089 - P0090				
Altezza equivalente (piano di riferimento A-A)				8,10
TRASVERSALE TRA PALI			P0089	P0090
BIFILARE			DIR. OVEST	DIR. EST
Altezza linea di contatto			5,90	5,90
Angolo deviazione (valore negativo tiro verso palo SX - valore positivo tiro verso palo DX)			-	-
Tc [daN]			970,00	970,00
Hd			-	-
Hd complessivo doppio bifilare				-
Sospensione elastica			0,08	0,08
Scambio			-	-
Incrocio			-	-
Separatore-Sezionatore			1,00	1,00
Pendino catenaria			1,00	1,00
Collegamento equipotenziale			1,00	1,00
Cavi alimentatori			1,00	1,00
Tegolino			-	-
Distanza tra pali				14,30
Distanza filo conduttore-palo (dr) o nodo (se presente)			2,90	2,80
Distanza palo-nodo (se presente)			-	-
Distanza tra bifilari				8,60
Delta altezza installazione base plinto palo rispetto piano stradale filobus			0,30	0,30
Altezza attacco tirante filo conduttore al palo			6,55	6,53
Lunghezza Campata Bifilare [m]			25,00	25,00
Q			107,24	107,23
Q complessivo				214,47
Hv			33,82	33,73
Hv complessivo				67,55
H			33,77	33,77
Q/H			-	-
Pendenza Pi % (γ) / Pendenza Pe % (β)			12,00%	12,00%
Ho			893,61	893,61
HT			927,39	927,39
HT equivalente			749,41	748,05
Tiro su fune Ty / Tβ			934,04	934,04
NODO				
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TA			0,00	0,00
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TB			0,00	0,00
PALO				P0089
Tipo di Palo				M29a
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				124,00
T1 - Tiro equivalente Direzione				749,41
Altri tiri su palo	Tiro	Angolo		Risultante
T2				-
T3				-
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A amplificato secondo CEI 50119 (1,3) [daN]				873,41
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				0,0°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				8.163,04
Momento resistente del Palo [daNm]				11630,48
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				16,56
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO
PALO				P0090
Tipo di Palo				M29a
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				124,00
T1 - Tiro equivalente Direzione				748,05
Altri tiri su palo	Tiro	Angolo		Risultante
T2				-
T3				-
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A [daN]				872,05
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				0,0°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				8.150,29
Momento resistente del Palo [daNm]				11630,48
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				16,53
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO

FILOBUS GENOVA
PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO				
VERIFICA B				
MENSOLA CON SINGOLO BIFILARE SU PALO P0243				
Altezza equivalente (piano di riferimento A-A)				8,10
MENSOLA SINGOLO BIFILARE SU PALO				P0243
BIFILARE				DIR. OVEST
Altezza linea di contatto				5,90
Angolo deviazione (valore positivo tiro verso il palo - valore negativo tiro opposto al palo)				7,00
Tc [daN]				970,00
Hd				236,43
Sospensione elastica				0,08
Scambio				-
Incrocio				-
Separatore-Sezionatore				-
Pendino catenaria				1,00
Collegamento equipotenziale				-
Cavi alimentatori				-
Tegolino				-
Mensola in VTR diam. 55mm (Lunghezza complessiva e Punto attacco 1° e 2° Tirante)	L=	4,00	-	4,00
Distanza filo conduttore-palo (dr) (Punto attacco 1° e 2° Tirante)			-	3,00
Delta altezza installazione base plinto palo rispetto piano stradale filobus			- 0,30	- 0,30
Altezza attacco tirante filo conduttore al palo			6,20	6,79
Lunghezza Campata Bifilare [m]				21,05
Q				114,70
Hv				25,69
H				262,12
Pendenza tirante			45,00%	20,00%
Ho				573,48
H equivalente				671,54
Tiro su fune				584,84
HT equivalente				671,54
PALO				P0243
Tipo di Palo				M29a
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				124,00
T1 - Tiro equivalente Direzione				671,54
Altri tiri su palo	Tiro	Angolo		Risultante
T2				-
T3				-
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A amplificato secondo CEI 50119 (1,3) [daN]				795,54
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				0,0°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				7.435,26
Momento resistente del Palo [daNm]				11630,48
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				15,08
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO

FILOBUS GENOVA
PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO				
VERIFICA B				
TRASVERSALE CON DOPPIO BIFILARE TRA PALI P0508 - P0509				
Altezza equivalente (piano di riferimento A-A)				8,10
TRASVERSALE TRA PALI			P0508	P0509
BIFILARE			DIR. OVEST	DIR. EST
Altezza linea di contatto			5,90	5,90
Angolo deviazione (valore negativo tiro verso palo SX - valore positivo tiro verso palo DX)		-	3,00	2,00
Tc [daN]			970,00	970,00
Hd		-	101,53	67,71
Hd complessivo doppio bifilare		-		169,24
Sospensione elastica			0,47	0,47
Scambio			-	-
Incrocio			-	-
Separatore-Sezionatore			-	-
Pendino catenaria			1,00	1,00
Collegamento equipotenziale			-	-
Cavi alimentatori			-	-
Tegolino			-	-
Distanza tra pali				26,70
Distanza filo conduttore-palo (dr) o nodo (se presente)			11,30	2,70
Distanza palo-nodo (se presente)			-	-
Distanza tra bifilari				12,70
Delta altezza installazione base plinto palo rispetto piano stradale filobus		-	0,30	0,30
Altezza attacco tirante filo conduttore al palo			7,55	6,52
Lunghezza Campata Bifilare [m]			6,95	6,55
Q			35,25	33,16
Q complessivo				68,41
Hv			23,63	15,37
Hv complessivo				39,00
H			188,74	19,50
Q/H			0,35	0,49
Pendenza Pi % (γ) / Pendenza Pe % (β)			12,00%	12,00%
Ho			285,03	285,03
HT			473,77	304,53
HT equivalente			441,38	245,19
Tiro su fune Ty / Tβ			655,98	477,32
NODO				
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TA			0,00	0,00
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TB			0,00	0,00
PALO				P0508
Tipo di Palo				M30a
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				128,00
T1 - Tiro equivalente Direzione				441,38
Altri tiri su palo		Tiro	Angolo	Risultante
T2 - TA da nodo A1	544,86	34		451,71
T3 - TB da nodo A3 su nodo A1	256,21	49	34	139,35
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A amplificato secondo CEI 50119 (1,3) [daN]				1.231,68
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				19,6°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				11.511,48
Momento resistente del Palo [daNm]				15789,05
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				17,75
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO
PALO				P0509
Tipo di Palo				M30a
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				128,00
T1 - Tiro equivalente Direzione				245,19
Altri tiri su palo		Tiro	Angolo	Risultante
T2 - TA da nodo A3	571,857	73		167,19
T3				-
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A [daN]				768,82
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				45,3°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				7.185,51
Momento resistente del Palo [daNm]				15789,05
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				11,08
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO

FILOBUS GENOVA
PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO				
VERIFICA B				
TRASVERSALE CON DOPPIO BIFILARE TRA NODI A1 - A3				
Altezza equivalente (piano di riferimento A-A)				8,10
TRASVERSALE TRA NODI				
BIFILARE				
			A1	A3
			DIR. OVEST	DIR. EST
Altezza linea di contatto			5,90	5,90
Angolo deviazione (valore negativo tiro verso palo SX - valore positivo tiro verso palo DX)		-	3,00	3,00
Tc [daN]			970,00	970,00
Hd		-	101,53	101,53
Hd complessivo doppio bifilare		-		203,06
Sospensione elastica			0,47	0,47
Scambio			-	-
Incrocio			-	-
Separatore-Sezionatore			-	-
Pendino catenaria			1,00	1,00
Collegamento equipotenziale			-	-
Cavi alimentatori			-	-
Tegolino			-	-
Distanza tra pali				-
Distanza filo conduttore-palo (dr) o nodo (se presente)			-	-
Distanza palo-nodo (se presente)			-	-
Distanza tra bifilari				-
Delta altezza installazione base plinto palo rispetto piano stradale filobus		-	0,30	0,30
Altezza attacco tirante filo conduttore al palo			6,20	6,20
Lunghezza Campata Bifilare [m]			7,65	6,90
Q			35,12	33,08
Q complessivo				68,20
Hv			8,35	7,53
Hv complessivo				15,87
H			211,00	7,94
Q/H			0,35	0,33
Pendenza Pi % (γ) / Pendenza Pe % (β)			12,00%	12,00%
Ho			284,16	284,16
HT			495,16	292,09
HT equivalente			379,01	223,58
Tiro su fune Ty / Tβ			671,10	470,06

NODO				
				A3
Angolo deviazione verso Palo P509			0,00	69,00
TA			0,00	571,86
Angolo deviazione verso Nodo A4			0,00	88,00
TB			0,00	534,20
Altri tiri direzione TB su nodo A3	Tiro	Angolo		Risultante
T2 - TB da nodo A4	277,99	0		277,99
T3				-
T4				-
Tiro complessivo TB su piano di rif. A-A [daN]				256,21

NODO				
				A1
Angolo deviazione verso Palo P508			0,00	49,00
TA			0,00	544,86
Angolo deviazione verso Nodo A2			0,00	87,00
TB			0,00	411,77
Altri tiri direzione TB su nodo A1	Tiro	Angolo		Risultante
T2 - TB da nodo A2	776,53	0		776,53
T3				-
T4				-
Tiro complessivo TB su piano di rif. A-A [daN]				364,75

FILOBUS GENOVA
PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO				
VERIFICA B				
TRASVERSALE CON DOPPIO BIFILARE TRA NODI A2 - A4				
Altezza equivalente (piano di riferimento A-A)				8,10
TRASVERSALE TRA NODI				
BIFILARE				
			A2	A4
			DIR. OVEST	DIR. EST
Altezza linea di contatto			5,90	5,90
Angolo deviazione (valore negativo tiro verso palo SX - valore positivo tiro verso palo DX)		-	3,00	3,00
Tc [daN]			970,00	970,00
Hd		-	101,53	101,53
Hd complessivo doppio bifilare		-		203,06
Sospensione elastica			0,47	0,47
Scambio			-	-
Incrocio			-	-
Separatore-Sezionatore			-	-
Pendino catenaria			1,00	1,00
Collegamento equipotenziale			-	-
Cavi alimentatori			-	-
Tegolino			-	-
Distanza tra pali				-
Distanza filo conduttore-palo (dr) o nodo (se presente)			-	-
Distanza palo-nodo (se presente)			-	-
Distanza tra bifilari				-
Delta altezza installazione base plinto palo rispetto piano stradale filobus		-	0,30	0,30
Altezza attacco tirante filo conduttore al palo			6,20	6,20
Lunghezza Campata Bifilare [m]			7,35	6,50
Q			34,30	31,98
Q complessivo				66,29
Hv			8,02	7,09
Hv complessivo				15,11
H			210,62	7,56
Q/H			0,34	0,32
Pendenza Pi % (γ) / Pendenza Pe % (β)			12,00%	12,00%
Ho			276,19	276,19
HT			486,81	283,75
HT equivalente			372,62	217,19
Tiro su fune Ty / Tβ			655,12	459,43

NODO				
				A4
Angolo deviazione verso Palo P510			0,00	52,00
TA			0,00	352,78
Angolo deviazione verso Nodo A3			0,00	90,00
TB			0,00	277,99
Altri tiri direzione TB su nodo A4	Tiro	Angolo		Risultante
T2 - TB da nodo A3	534,20	0		534,20
T3				-
T4				-
Tiro complessivo TB su piano di rif. A-A [daN]				256,21

NODO				
				A2
Angolo deviazione verso Palo P511			0,00	66,00
TA			0,00	849,50
Angolo deviazione verso Nodo A1			0,00	88,00
TB			0,00	776,53
Altri tiri direzione TB su nodo A2	Tiro	Angolo		Risultante
T2 - TB da nodo A1	411,77	0		411,77
T3				-
T4				-
Tiro complessivo TB su piano di rif. A-A [daN]				364,75

FILOBUS GENOVA
PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO				
VERIFICA B				
TRASVERSALE CON DOPPIO BIFILARE TRA PALI P0510 - P0511				
Altezza equivalente (piano di riferimento A-A)				8,10
TRASVERSALE TRA PALI			P0510	P0511
BIFILARE			DIR. OVEST	DIR. EST
Altezza linea di contatto			5,90	5,90
Angolo deviazione (valore negativo tiro verso palo SX - valore positivo tiro verso palo DX)		-	3,00	3,00
Tc [daN]			970,00	970,00
Hd		-	101,53	101,53
Hd complessivo doppio bifilare		-		203,06
Sospensione elastica			0,47	0,47
Scambio			-	-
Incrocio			-	-
Separatore-Sezionatore			-	-
Pendino catenaria			1,00	1,00
Collegamento equipotenziale			-	-
Cavi alimentatori			-	-
Tegolino			-	-
Distanza tra pali				21,30
Distanza filo conduttore-palo (dr) o nodo (se presente)			6,80	2,60
Distanza palo-nodo (se presente)			-	-
Distanza tra bifilari				11,90
Delta altezza installazione base plinto palo rispetto piano stradale filobus		-	0,30	0,30
Altezza attacco tirante filo conduttore al palo			7,01	6,51
Lunghezza Campata Bifilare [m]			7,95	7,20
Q			37,41	34,88
Q complessivo				72,29
Hv			20,26	15,63
Hv complessivo				35,89
H			221,01	17,95
Q/H			0,37	0,34
Pendenza Pi % (y) / Pendenza Pe % (β)			12,00%	12,00%
Ho			301,21	301,21
HT			522,22	319,15
HT equivalente			451,96	256,50
Tiro su fune Ty / Tβ			705,25	511,26
NODO				
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TA			0,00	0,00
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TB			0,00	0,00
PALO				P0510
Tipo di Palo				M30a
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				128,00
T1 - Tiro equivalente Direzione				451,96
Altri tiri su palo		Tiro	Angolo	Risultante
T2 - TA da nodo A3		571,857	47	390,01
T3				-
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A amplificato secondo CEI 50119 (1,3) [daN]				1.056,29
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				23,3°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				9.872,21
Momento resistente del Palo [daNm]				15789,05
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				15,22
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO
PALO				P0511
Tipo di Palo				M30a
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				128,00
T1 - Tiro equivalente Direzione				256,50
Altri tiri su palo		Tiro	Angolo	Risultante
T2 - TA da nodo A4		352,78	71	114,85
T3 - TB da nodo A2 su nodo A4		364,75	25	71
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A [daN]				962,62
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				30,4°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				8.996,82
Momento resistente del Palo [daNm]				15789,05
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				13,87
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO

FILOBUS GENOVA
PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO				
VERIFICA B				
ORMEGGIO SU PALO P0958				
Altezza equivalente (piano di riferimento A-A)				8,10
TRASVERSALE				P0958
Altezza linea di contatto				5,90
Angolo deviazione				0,00
Tc [daN]				970,00
H ormeggio				1.940,00
Sospensione elastica				1,00
Scambio				-
Incrocio				-
Separatore-Sezionatore				-
Pendino catenaria				1,00
Collegamento equipotenziale				-
Cavi alimentatori				-
Tegolino				-
Distanza filo conduttore-palo (dr) o nodo (se presente)				25,00
Distanza palo-nodo (se presente)				-
Delta altezza installazione base plinto palo rispetto piano stradale filobus				- 0,30
Altezza attacco tirante filo conduttore al palo				8,69
Lunghezza Campata Bifilare [m]				15,00
Q				34,86
Hv				30,91
H				1.970,91
Q/H				0,02
Pendenza Pi % (γ) / Pendenza Pe % (β)				10,00%
Ho				348,60
HT				2.319,51
HT+H_{LL} equivalente				2.487,77
Ty / Tβ				1.165,54
NODO				
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TA			0,00	0,00
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TB			0,00	0,00
PALO				
Tipo di Palo				M32a
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				179,00
T1 - Tiro equivalente Direzione				2.487,77
Altri tiri su palo	Tiro	Angolo		Risultante
T2				-
T3				-
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A amplificato secondo CEI 50119 (1,3) [daN]				2.666,77
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				0,0°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				24.924,06
Momento resistente del Palo [daNm]				37765,24
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				12,07
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO

ALLEGATO N.1C

Tabelle calcolo tiri applicati ai sostegni linea di contatto

Caso di carico C: Carichi massimi del vento

**PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA
PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE
(RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)**

VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO

RIEPILOGO PALI E RELATIVI TIRI - CASO DI CARICO C

ID PALO	TIPO	Tiro complessivo su piano di rif. A-A [daN]
P0021	M28	642,87
P0022	M28	628,82
P0023	M30a	1.505,93
P0077	M29a	824,27
P0078	M29a	690,74
P0089	M29a	897,38
P0090	M29a	895,75
P0243	M29a	795,02
P0508	M30a	1.348,79
P0509	M30a	812,17
P0510	M30a	1.126,26
P0511	M30a	1.021,06
P0958	M32a	3.082,50

NOTA: Piano di riferimento A-A = 8,10m da base plinto

PALI CON TIRO COMPLESSIVO MAGGIORE

ID PALO	TIPO	Tiro complessivo su piano di rif. A-A [daN]
P0021	M28	642,87
P0089	M29a	897,38
P0023	M30a	1.505,93
P0958	M32a	3.082,50

FILOBUS GENOVA
PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO				
VERIFICA C				
TRASVERSALE CON DOPPIO BIFILARE TRA PALI P0021 - P0022				
Altezza equivalente (piano di riferimento A-A)				8,10
TRASVERSALE TRA PALI			P0021	P0022
BIFILARE			DIR. OVEST	DIR. EST
Altezza linea di contatto			5,90	5,90
Angolo deviazione (valore negativo tiro verso palo SX - valore positivo tiro verso palo DX)			-	-
Tc [daN]			1.200,00	1.200,00
Hd			-	-
Hd complessivo doppio bifilare				-
Sospensione elastica			0,08	0,08
Scambio			-	-
Incrocio			-	-
Separatore-Sezionatore			-	-
Pendino catenaria			1,00	1,00
Collegamento equipotenziale			-	-
Cavi alimentatori			-	-
Tegolino			-	-
Distanza tra pali				11,70
Distanza filo conduttore-palo (dr) o nodo (se presente)			2,90	1,70
Distanza palo-nodo (se presente)			-	-
Distanza tra bifilari				7,10
Delta altezza installazione base plinto palo rispetto piano stradale filobus			0,30	0,30
Altezza attacco tirante filo conduttore al palo			6,55	6,40
Lunghezza Campata Bifilare [m]			23,80	23,70
Q			95,99	94,94
Q complessivo				190,93
Hv			-	-
Hv complessivo				-
H			-	-
Q/H			-	-
Pendenza Pi % (γ) / Pendenza Pe % (β)			12,00%	12,00%
Ho			795,54	795,54
HT			795,54	795,54
HT equivalente			642,87	628,82
Tiro su fune Ty / Tβ			801,25	801,25
NODO				
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TA			0,00	0,00
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TB			0,00	0,00
PALO				P0021
Tipo di Palo				M28
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				-
T1 - Tiro equivalente Direzione				642,87
Altri tiri su palo	Tiro	Angolo		Risultante
T2				-
T3				-
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A amplificato secondo CEI 50119 (1,3) [daN]				642,87
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				0,0°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				6.008,32
Momento resistente del Palo [daNm]				8215,71
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				18,33
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO
PALO				P0022
Tipo di Palo				M28
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				-
T1 - Tiro equivalente Direzione				628,82
Altri tiri su palo	Tiro	Angolo		Risultante
T2				-
T3				-
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A [daN]				628,82
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				0,0°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				5.877,08
Momento resistente del Palo [daNm]				8215,71
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				17,93
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO

FILOBUS GENOVA
PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO				
VERIFICA C				
MENSOLA CON DOPPIO BIFILARE SU PALO P0023				
Altezza equivalente (piano di riferimento A-A)				8,10
MENSOLA CON DOPPIO BIFILARE SU PALO			P0023	
BIFILARE			DIR. OVEST	DIR. EST
Altezza linea di contatto			5,90	5,90
Angolo deviazione (valore positivo tiro verso il palo - valore negativo tiro opposto al palo)			3,00	3,00
Tc [daN]			1.200,00	1.200,00
Hd			125,61	125,61
Sospensione elastica			0,47	0,47
Scambio			-	-
Incrocio			-	-
Separatore-Sezionatore			-	-
Pendino catenaria			1,00	1,00
Collegamento equipotenziale			-	-
Cavi alimentatori			-	-
Tegolino			-	-
Mensola in VTR diam. 55mm (Lunghezza complessiva e Punto attacco 1° e 2° Tirante)	L=	8,50	2,00	6,50
Distanza filo conduttore-palo (dr) (Punto attacco 1° e 2° Tirante)			2,00	8,00
Delta altezza installazione base plinto palo rispetto piano stradale filobus			0,30	0,30
Altezza attacco tirante filo conduttore al palo			7,29	7,31
Lunghezza Campata Bifilare [m]			20,40	19,80
Q			117,28	180,06
Hv			-	-
H			125,61	125,61
Pendenza tirante			65,00%	14,00%
Ho			180,43	1.286,12
H equivalente			253,88	1.252,05
Tiro su fune			215,20	1.298,67
HT equivalente				1.505,93
PALO			P0023	
Tipo di Palo				M30a
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				-
T1 - Tiro equivalente Direzione				1.505,93
Altri tiri su palo	Tiro	Angolo		Risultante
T2				-
T3				-
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A amplificato secondo CEI 50119 (1,3) [daN]				1.505,93
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				0,0°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				14.074,65
Momento resistente del Palo [daNm]				15789,05
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				21,71
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO

FILOBUS GENOVA
PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO				
VERIFICA C				
TRASVERSALE CON DOPPIO BIFILARE TRA PALI P0077 - P0078				
Altezza equivalente (piano di riferimento A-A)				8,10
TRASVERSALE TRA PALI			P0077	P0078
BIFILARE			DIR. OVEST	DIR. EST
Altezza linea di contatto			5,90	5,90
Angolo deviazione (valore negativo tiro verso palo SX - valore positivo tiro verso palo DX)		-	4,00	-
Tc [daN]			1.200,00	1.200,00
Hd		-	167,42	-
Hd complessivo doppio bifilare				167,42
Sospensione elastica			0,47	0,08
Scambio			-	-
Incrocio			-	-
Separatore-Sezionatore			-	-
Pendino catenaria			1,00	1,00
Collegamento equipotenziale			-	-
Cavi alimentatori			-	-
Tegolino			-	-
Distanza tra pali				13,30
Distanza filo conduttore-palo (dr) o nodo (se presente)			2,70	2,80
Distanza palo-nodo (se presente)			-	-
Distanza tra bifilari				7,80
Delta altezza installazione base plinto palo rispetto piano stradale filobus		-	0,30	-
Altezza attacco tirante filo conduttore al palo			6,52	6,53
Lunghezza Campata Bifilare [m]			24,80	24,10
Q			108,30	97,23
Q complessivo				205,52
Hv			-	-
Hv complessivo				-
H			167,42	-
Q/H			0,65	-
Pendenza Pi % (γ) / Pendenza Pe % (β)			12,00%	12,00%
Ho			856,34	856,34
HT			1.023,75	856,34
HT equivalente			824,27	690,74
Tiro su fune Ty / Tβ			1.801,93	946,79
NODO				
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TA			0,00	0,00
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TB			0,00	0,00
PALO				P0077
Tipo di Palo				M29a
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				-
T1 - Tiro equivalente Direzione				824,27
Altri tiri su palo	Tiro	Angolo		Risultante
T2				-
T3				-
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A amplificato secondo CEI 50119 (1,3) [daN]				824,27
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				0,0°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				7.703,78
Momento resistente del Palo [daNm]				11630,48
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				15,63
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO
PALO				P0078
Tipo di Palo				M29a
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				-
T1 - Tiro equivalente Direzione				690,74
Altri tiri su palo	Tiro	Angolo		Risultante
T2				-
T3				-
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A [daN]				690,74
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				0,0°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				6.455,74
Momento resistente del Palo [daNm]				11630,48
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				13,09
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO

FILOBUS GENOVA
PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO				
VERIFICA C				
TRASVERSALE CON DOPPIO BIFILARE TRA PALI P0089 - P0090				
Altezza equivalente (piano di riferimento A-A)				8,10
TRASVERSALE TRA PALI			P0089	P0090
BIFILARE			DIR. OVEST	DIR. EST
Altezza linea di contatto			5,90	5,90
Angolo deviazione (valore negativo tiro verso palo SX - valore positivo tiro verso palo DX)			-	-
Tc [daN]			1.200,00	1.200,00
Hd			-	-
Hd complessivo doppio bifilare				-
Sospensione elastica			0,08	0,08
Scambio			-	-
Incrocio			-	-
Separatore-Sezionatore			1,00	1,00
Pendino catenaria			1,00	1,00
Collegamento equipotenziale			1,00	1,00
Cavi alimentatori			1,00	1,00
Tegolino			-	-
Distanza tra pali				14,30
Distanza filo conduttore-palo (dr) o nodo (se presente)			2,90	2,80
Distanza palo-nodo (se presente)			-	-
Distanza tra bifilari				8,60
Delta altezza installazione base plinto palo rispetto piano stradale filobus			0,30	0,30
Altezza attacco tirante filo conduttore al palo			6,55	6,53
Lunghezza Campata Bifilare [m]			25,00	25,00
Q			133,29	133,23
Q complessivo				266,52
Hv			-	-
Hv complessivo				-
H			-	-
Q/H			-	-
Pendenza Pi % (γ) / Pendenza Pe % (β)			12,00%	12,00%
Ho			1.110,50	1.110,50
HT			1.110,50	1.110,50
HT equivalente			897,38	895,75
Tiro su fune Ty / Tβ			1.118,47	1.118,47
NODO				
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TA			0,00	0,00
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TB			0,00	0,00
PALO				P0089
Tipo di Palo				M29a
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				-
T1 - Tiro equivalente Direzione				897,38
Altri tiri su palo	Tiro	Angolo		Risultante
T2				-
T3				-
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A amplificato secondo CEI 50119 (1,3) [daN]				897,38
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				0,0°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				8.387,08
Momento resistente del Palo [daNm]				11630,48
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				17,01
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO
PALO				P0090
Tipo di Palo				M29a
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				-
T1 - Tiro equivalente Direzione				895,75
Altri tiri su palo	Tiro	Angolo		Risultante
T2				-
T3				-
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A [daN]				895,75
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				0,0°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				8.371,82
Momento resistente del Palo [daNm]				11630,48
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				16,98
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO

FILOBUS GENOVA
PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO				
VERIFICA C				
MENSOLA CON SINGOLO BIFILARE SU PALO P0243				
Altezza equivalente (piano di riferimento A-A)				8,10
MENSOLA SINGOLO BIFILARE SU PALO				P0243
BIFILARE				DIR. OVEST
Altezza linea di contatto				5,90
Angolo deviazione (valore positivo tiro verso il palo - valore negativo tiro opposto al palo)				7,00
Tc [daN]				1.200,00
Hd				292,49
Sospensione elastica				0,08
Scambio				-
Incrocio				-
Separatore-Sezionatore				-
Pendino catenaria				1,00
Collegamento equipotenziale				-
Cavi alimentatori				-
Tegolino				-
Mensola in VTR diam. 55mm (Lunghezza complessiva e Punto attacco 1° e 2° Tirante)	L=	4,00	-	4,00
Distanza filo conduttore-palo (dr) (Punto attacco 1° e 2° Tirante)			-	3,00
Delta altezza installazione base plinto palo rispetto piano stradale filobus			- 0,30	0,30
Altezza attacco tirante filo conduttore al palo			6,20	6,79
Lunghezza Campata Bifilare [m]				21,05
Q				138,88
Hv				-
H				292,49
Pendenza tirante			45,00%	20,00%
Ho				694,42
H equivalente				795,02
Tiro su fune				708,17
HT equivalente				795,02
PALO				P0243
Tipo di Palo				M29a
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				-
T1 - Tiro equivalente Direzione				795,02
Altri tiri su palo	Tiro	Angolo		Risultante
T2				-
T3				-
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A amplificato secondo CEI 50119 (1,3) [daN]				795,02
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				0,0°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				7.430,34
Momento resistente del Palo [daNm]				11630,48
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				15,07
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO

FILOBUS GENOVA
PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO				
VERIFICA C				
TRASVERSALE CON DOPPIO BIFILARE TRA PALI P0508 - P0509				
Altezza equivalente (piano di riferimento A-A)				8,10
TRASVERSALE TRA PALI			P0508	P0509
BIFILARE			DIR. OVEST	DIR. EST
Altezza linea di contatto			5,90	5,90
Angolo deviazione (valore negativo tiro verso palo SX - valore positivo tiro verso palo DX)		-	3,00	2,00
Tc [daN]			1.200,00	1.200,00
Hd		-	125,61	83,76
Hd complessivo doppio bifilare		-		209,37
Sospensione elastica			0,47	0,47
Scambio			-	-
Incrocio			-	-
Separatore-Sezionatore			-	-
Pendino catenaria			1,00	1,00
Collegamento equipotenziale			-	-
Cavi alimentatori			-	-
Tegolino			-	-
Distanza tra pali				26,70
Distanza filo conduttore-palo (dr) o nodo (se presente)			11,30	2,70
Distanza palo-nodo (se presente)			-	-
Distanza tra bifilari				12,70
Delta altezza installazione base plinto palo rispetto piano stradale filobus		-	0,30	0,30
Altezza attacco tirante filo conduttore al palo			7,55	6,52
Lunghezza Campata Bifilare [m]			6,95	6,55
Q			49,66	43,27
Q complessivo				92,93
Hv			-	-
Hv complessivo				-
H			209,37	-
Q/H			0,40	0,52
Pendenza Pi % (y) / Pendenza Pe % (β)			12,00%	12,00%
Ho			387,20	387,20
HT			596,57	387,20
HT equivalente			555,79	311,75
Tiro su fune Ty / Tβ			881,11	584,90
NODO				
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TA			0,00	0,00
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TB			0,00	0,00
PALO				P0508
Tipo di Palo				M30a
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				-
T1 - Tiro equivalente Direzione				555,79
Altri tiri su palo		Tiro	Angolo	Risultante
T2 - TA da nodo A1	649,81		34	538,72
T3 - TB da nodo A3 su nodo A1	298,54		49	162,38
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A amplificato secondo CEI 50119 (1,3) [daN]				1.348,79
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				21,3°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				12.605,99
Momento resistente del Palo [daNm]				15789,05
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				19,44
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO
PALO				P0509
Tipo di Palo				M30a
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				-
T1 - Tiro equivalente Direzione				311,75
Altri tiri su palo		Tiro	Angolo	Risultante
T2 - TA da nodo A3	664,326		73	194,23
T3				-
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A [daN]				812,17
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				51,5°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				7.590,68
Momento resistente del Palo [daNm]				15789,05
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				11,71
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO

FILOBUS GENOVA
PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO				
VERIFICA C				
TRASVERSALE CON DOPPIO BIFILARE TRA NODI A1 - A3				
Altezza equivalente (piano di riferimento A-A)				8,10
TRASVERSALE TRA NODI				
BIFILARE				
			A1	A3
			DIR. OVEST	DIR. EST
Altezza linea di contatto			5,90	5,90
Angolo deviazione (valore negativo tiro verso palo SX - valore positivo tiro verso palo DX)		-	3,00	3,00
Tc [daN]			1.200,00	1.200,00
Hd		-	125,61	125,61
Hd complessivo doppio bifilare		-		251,21
Sospensione elastica			0,47	0,47
Scambio			-	-
Incrocio			-	-
Separatore-Sezionatore			-	-
Pendino catenaria			1,00	1,00
Collegamento equipotenziale			-	-
Cavi alimentatori			-	-
Tegolino			-	-
Distanza tra pali				-
Distanza filo conduttore-palo (dr) o nodo (se presente)			-	-
Distanza palo-nodo (se presente)			-	-
Distanza tra bifilari				-
Delta altezza installazione base plinto palo rispetto piano stradale filobus		-	0,30	0,30
Altezza attacco tirante filo conduttore al palo			6,20	6,20
Lunghezza Campata Bifilare [m]			7,65	6,90
Q			42,08	39,35
Q complessivo				81,44
Hv			-	-
Hv complessivo				-
H			251,21	-
Q/H			0,34	0,31
Pendenza Pi % (γ) / Pendenza Pe % (β)			12,00%	12,00%
Ho			339,33	339,33
HT			590,54	339,33
HT equivalente			452,02	259,73
Tiro su fune Ty / Tβ			805,79	546,69

NODO				
Angolo deviazione verso Palo P509			0,00	69,00
TA			0,00	664,33
Angolo deviazione verso Nodo A4			0,00	88,00
TB			0,00	620,58
Altri tiri direzione TB su nodo A3	Tiro	Angolo		Risultante
T2 - TB da nodo A4	322,04	0		322,04
T3				-
T4				-
Tiro complessivo TB su piano di rif. A-A [daN]				298,54

NODO				
Angolo deviazione verso Palo P508			0,00	49,00
TA			0,00	649,81
Angolo deviazione verso Nodo A2			0,00	87,00
TB			0,00	491,09
Altri tiri direzione TB su nodo A1	Tiro	Angolo		Risultante
T2 - TB da nodo A2	925,05	0		925,05
T3				-
T4				-
Tiro complessivo TB su piano di rif. A-A [daN]				433,96

FILOBUS GENOVA
PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO				
VERIFICA C				
TRASVERSALE CON DOPPIO BIFILARE TRA NODI A2 - A4				
Altezza equivalente (piano di riferimento A-A)				8,10
TRASVERSALE TRA NODI				
BIFILARE				
			A2	A4
			DIR. OVEST	DIR. EST
Altezza linea di contatto			5,90	5,90
Angolo deviazione (valore negativo tiro verso palo SX - valore positivo tiro verso palo DX)		-	3,00	3,00
Tc [daN]			1.200,00	1.200,00
Hd		-	125,61	125,61
Hd complessivo doppio bifilare		-		251,21
Sospensione elastica			0,47	0,47
Scambio			-	-
Incrocio			-	-
Separatore-Sezionatore			-	-
Pendino catenaria			1,00	1,00
Collegamento equipotenziale			-	-
Cavi alimentatori			-	-
Tegolino			-	-
Distanza tra pali				-
Distanza filo conduttore-palo (dr) o nodo (se presente)			-	-
Distanza palo-nodo (se presente)			-	-
Distanza tra bifilari				-
Delta altezza installazione base plinto palo rispetto piano stradale filobus		-	0,30	0,30
Altezza attacco tirante filo conduttore al palo			6,20	6,20
Lunghezza Campata Bifilare [m]			7,35	6,50
Q			40,99	37,90
Q complessivo				78,89
Hv			-	-
Hv complessivo				-
H			251,21	-
Q/H			0,33	0,30
Pendenza Pi % (γ) / Pendenza Pe % (β)			12,00%	12,00%
Ho			328,71	328,71
HT			579,92	328,71
HT equivalente			443,89	251,60
Tiro su fune Ty / Tβ			784,48	533,55

NODO				
				A4
Angolo deviazione verso Palo P510			0,00	52,00
TA			0,00	408,67
Angolo deviazione verso Nodo A3			0,00	90,00
TB			0,00	322,04
Altri tiri direzione TB su nodo A4	Tiro	Angolo		Risultante
T2 - TB da nodo A3	620,58	0		620,58
T3				-
T4				-
Tiro complessivo TB su piano di rif. A-A [daN]				298,54

NODO				
				A2
Angolo deviazione verso Palo P511			0,00	66,00
TA			0,00	1.011,97
Angolo deviazione verso Nodo A1			0,00	88,00
TB			0,00	925,05
Altri tiri direzione TB su nodo A2	Tiro	Angolo		Risultante
T2 - TB da nodo A1	491,09	0		491,09
T3				-
T4				-
Tiro complessivo TB su piano di rif. A-A [daN]				433,96

FILOBUS GENOVA
PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO				
VERIFICA C				
TRASVERSALE CON DOPPIO BIFILARE TRA PALI P0510 - P0511				
Altezza equivalente (piano di riferimento A-A)				8,10
TRASVERSALE TRA PALI			P0510	P0511
BIFILARE			DIR. OVEST	DIR. EST
Altezza linea di contatto			5,90	5,90
Angolo deviazione (valore negativo tiro verso palo SX - valore positivo tiro verso palo DX)		-	3,00	3,00
Tc [daN]			1.200,00	1.200,00
Hd		-	125,61	125,61
Hd complessivo doppio bifilare		-		251,21
Sospensione elastica			0,47	0,47
Scambio			-	-
Incrocio			-	-
Separatore-Sezionatore			-	-
Pendino catenaria			1,00	1,00
Collegamento equipotenziale			-	-
Cavi alimentatori			-	-
Tegolino			-	-
Distanza tra pali				21,30
Distanza filo conduttore-palo (dr) o nodo (se presente)			6,80	2,60
Distanza palo-nodo (se presente)			-	-
Distanza tra bifilari				11,90
Delta altezza installazione base plinto palo rispetto piano stradale filobus		-	0,30	0,30
Altezza attacco tirante filo conduttore al palo			7,01	6,51
Lunghezza Campata Bifilare [m]			7,95	7,20
Q			50,49	45,35
Q complessivo				95,84
Hv			-	-
Hv complessivo				-
H			251,21	-
Q/H			0,40	0,36
Pendenza Pi % (y) / Pendenza Pe % (β)			12,00%	12,00%
Ho			399,32	399,32
HT			650,54	399,32
HT equivalente			563,01	320,93
Tiro su fune Ty / Tβ			926,22	620,99
NODO				
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TA			0,00	0,00
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TB			0,00	0,00
PALO				P0510
Tipo di Palo				M30a
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				-
T1 - Tiro equivalente Direzione				563,01
Altri tiri su palo		Tiro	Angolo	Risultante
T2 - TA da nodo A3		664,326	47	453,07
T3				-
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A amplificato secondo CEI 50119 (1,3) [daN]				1.126,26
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				25,6°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				10.526,24
Momento resistente del Palo [daNm]				15789,05
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				16,23
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO
PALO				P0511
Tipo di Palo				M30a
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				-
T1 - Tiro equivalente Direzione				320,93
Altri tiri su palo		Tiro	Angolo	Risultante
T2 - TA da nodo A4		408,67	71	133,05
T3 - TB da nodo A2 su nodo A4		433,96	25	393,30
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A [daN]				1.021,06
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				33,9°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				9.542,94
Momento resistente del Palo [daNm]				15789,05
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				14,72
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO

FILOBUS GENOVA
PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO				
VERIFICA C				
ORMEGGIO SU PALO P0958				
Altezza equivalente (piano di riferimento A-A)				8,10
TRASVERSALE				P0958
Altezza linea di contatto				5,90
Angolo deviazione				0,00
Tc [daN]				1.200,00
H ormeggio				2.400,00
Sospensione elastica				1,00
Scambio				-
Incrocio				-
Separatore-Sezionatore				-
Pendino catenaria				1,00
Collegamento equipotenziale				-
Cavi alimentatori				-
Tegolino				-
Distanza filo conduttore-palo (dr) o nodo (se presente)				25,00
Distanza palo-nodo (se presente)				-
Delta altezza installazione base plinto palo rispetto piano stradale filobus				- 0,30
Altezza attacco tirante filo conduttore al palo				8,69
Lunghezza Campata Bifilare [m]				15,00
Q				47,40
Hv				-
H				2.400,00
Q/H				0,02
Pendenza Pi % (γ) / Pendenza Pe % (β)				10,00%
Ho				474,01
HT				2.874,01
HT+H_{LL} equivalente				3.082,50
Ty / Tβ				1.444,17
NODO				
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TA			0,00	0,00
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TB			0,00	0,00
PALO				
Tipo di Palo				M32a
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				-
T1 - Tiro equivalente Direzione				3.082,50
Altri tiri su palo	Tiro	Angolo		Risultante
T2				-
T3				-
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A amplificato secondo CEI 50119 (1,3) [daN]				3.082,50
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				0,0°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				28.809,49
Momento resistente del Palo [daNm]				37765,24
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				13,95
Derformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO

ALLEGATO N.1D

Tabelle calcolo tiri applicati ai sostegni linea di contatto

**Caso di carico D: Azione combinata dei carichi del vento e del
ghiaccio**

**PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA
PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE
(RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)**

VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO

RIEPILOGO PALI E RELATIVI TIRI - CASO DI CARICO D

ID PALO	TIPO	Tiro complessivo su piano di rif. A-A [daN]
P0021	M28	741,65
P0022	M28	726,50
P0023	M30a	1.647,55
P0077	M29a	939,40
P0078	M29a	805,96
P0089	M29a	1.014,48
P0090	M29a	1.012,75
P0243	M29a	894,32
P0508	M30a	1.470,99
P0509	M30a	903,74
P0510	M30a	1.242,47
P0511	M30a	1.125,65
P0958	M32a	3.244,19

NOTA: Piano di riferimento A-A = 8,10m da base plinto

PALI CON TIRO COMPLESSIVO MAGGIORE

ID PALO	TIPO	Tiro complessivo su piano di rif. A-A [daN]
P0021	M28	741,65
P0089	M29a	1.014,48
P0023	M30a	1.647,55
P0958	M32a	3.244,19

FILOBUS GENOVA
PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO				
VERIFICA D				
TRASVERSALE CON DOPPIO BIFILARE TRA PALI P0021 - P0022				
Altezza equivalente (piano di riferimento A-A)				8,10
TRASVERSALE TRA PALI			P0021	P0022
BIFILARE			DIR. OVEST	DIR. EST
Altezza linea di contatto			5,90	5,90
Angolo deviazione (valore negativo tiro verso palo SX - valore positivo tiro verso palo DX)			-	-
Tc [daN]			1.200,00	1.200,00
Hd			-	-
Hd complessivo doppio bifilare				-
Sospensione elastica			0,08	0,08
Scambio			-	-
Incrocio			-	-
Separatore-Sezionatore			-	-
Pendino catenaria			1,00	1,00
Collegamento equipotenziale			-	-
Cavi alimentatori			-	-
Tegolino			-	-
Distanza tra pali				11,70
Distanza filo conduttore-palo (dr) o nodo (se presente)			2,90	1,70
Distanza palo-nodo (se presente)			-	-
Distanza tra bifilari				7,10
Delta altezza installazione base plinto palo rispetto piano stradale filobus			0,30	0,30
Altezza attacco tirante filo conduttore al palo			6,55	6,40
Lunghezza Campata Bifilare [m]			23,80	23,70
Q			95,99	94,94
Q complessivo				190,93
Hv			64,18	61,50
Hv complessivo				125,68
H			62,84	62,84
Q/H			-	-
Pendenza Pi % (γ) / Pendenza Pe % (β)			12,00%	12,00%
Ho			795,54	795,54
HT			858,38	858,38
HT equivalente			693,65	678,50
Tiro su fune Ty / Tβ			864,54	864,54
NODO				
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TA			0,00	0,00
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TB			0,00	0,00
PALO				P0021
Tipo di Palo				M28
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				48,00
T1 - Tiro equivalente Direzione				693,65
Altri tiri su palo	Tiro	Angolo		Risultante
T2				-
T3				-
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A amplificato secondo CEI 50119 (1,3) [daN]				741,65
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				0,0°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				6.931,55
Momento resistente del Palo [daNm]				8215,71
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				21,15
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO
PALO				P0022
Tipo di Palo				M28
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				48,00
T1 - Tiro equivalente Direzione				678,50
Altri tiri su palo	Tiro	Angolo		Risultante
T2				-
T3				-
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A [daN]				726,50
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				0,0°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				6.789,94
Momento resistente del Palo [daNm]				8215,71
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				20,71
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO

FILOBUS GENOVA
PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO				
VERIFICA D				
MENSOLA CON DOPPIO BIFILARE SU PALO P0023				
Altezza equivalente (piano di riferimento A-A)				8,10
MENSOLA CON DOPPIO BIFILARE SU PALO			P0023	
BIFILARE			DIR. OVEST	DIR. EST
Altezza linea di contatto			5,90	5,90
Angolo deviazione (valore positivo tiro verso il palo - valore negativo tiro opposto al palo)			3,00	3,00
Tc [daN]			1.200,00	1.200,00
Hd			125,61	125,61
Sospensione elastica			0,47	0,47
Scambio			-	-
Incrocio			-	-
Separatore-Sezionatore			-	-
Pendino catenaria			1,00	1,00
Collegamento equipotenziale			-	-
Cavi alimentatori			-	-
Tegolino			-	-
Mensola in VTR diam. 55mm (Lunghezza complessiva e Punto attacco 1° e 2° Tirante)	L=	8,50	2,00	6,50
Distanza filo conduttore-palo (dr) (Punto attacco 1° e 2° Tirante)			2,00	8,00
Delta altezza installazione base plinto palo rispetto piano stradale filobus			-	0,30
Altezza attacco tirante filo conduttore al palo			7,29	7,31
Lunghezza Campata Bifilare [m]			20,40	19,80
Q			117,28	180,06
Hv			47,78	58,79
H			173,38	184,40
Pendenza tirante			65,00%	14,00%
Ho			180,43	1.286,12
H equivalente			288,68	1.294,87
Tiro su fune			215,20	1.298,67
HT equivalente				1.583,55
PALO			P0023	
Tipo di Palo				M30a
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				64,00
T1 - Tiro equivalente Direzione				1.583,55
Altri tiri su palo	Tiro	Angolo		Risultante
T2				-
T3				-
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A amplificato secondo CEI 50119 (1,3) [daN]				1.647,55
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				0,0°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				15.398,28
Momento resistente del Palo [daNm]				15789,05
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				23,75
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO

FILOBUS GENOVA
PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO				
VERIFICA D				
TRASVERSALE CON DOPPIO BIFILARE TRA PALI P0077 - P0078				
Altezza equivalente (piano di riferimento A-A)				8,10
TRASVERSALE TRA PALI			P0077	P0078
BIFILARE			DIR. OVEST	DIR. EST
Altezza linea di contatto			5,90	5,90
Angolo deviazione (valore negativo tiro verso palo SX - valore positivo tiro verso palo DX)		-	4,00	-
Tc [daN]			1.200,00	1.200,00
Hd		-	167,42	-
Hd complessivo doppio bifilare				167,42
Sospensione elastica			0,47	0,08
Scambio			-	-
Incrocio			-	-
Separatore-Sezionatore			-	-
Pendino catenaria			1,00	1,00
Collegamento equipotenziale			-	-
Cavi alimentatori			-	-
Tegolino			-	-
Distanza tra pali				13,30
Distanza filo conduttore-palo (dr) o nodo (se presente)			2,70	2,80
Distanza palo-nodo (se presente)			-	-
Distanza tra bifilari				7,80
Delta altezza installazione base plinto palo rispetto piano stradale filobus		-	0,30	-
Altezza attacco tirante filo conduttore al palo			6,52	6,53
Lunghezza Campata Bifilare [m]			24,80	24,10
Q			108,30	97,23
Q complessivo				205,52
Hv			66,63	65,33
Hv complessivo				131,96
H			233,40	65,98
Q/H			0,65	-
Pendenza Pi % (γ) / Pendenza Pe % (β)			12,00%	12,00%
Ho			856,34	856,34
HT			1.089,73	922,32
HT equivalente			877,40	743,96
Tiro su fune Ty / Tβ			1.801,45	1.013,24
NODO				
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TA			0,00	0,00
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TB			0,00	0,00
PALO				P0077
Tipo di Palo				M29a
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				62,00
T1 - Tiro equivalente Direzione				877,40
Altri tiri su palo	Tiro	Angolo		Risultante
T2				-
T3				-
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A amplificato secondo CEI 50119 (1,3) [daN]				939,40
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				0,0°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				8.779,74
Momento resistente del Palo [daNm]				11630,48
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				17,81
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO
PALO				P0078
Tipo di Palo				M29a
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				62,00
T1 - Tiro equivalente Direzione				743,96
Altri tiri su palo	Tiro	Angolo		Risultante
T2				-
T3				-
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A [daN]				805,96
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				0,0°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				7.532,61
Momento resistente del Palo [daNm]				11630,48
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				15,28
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO

FILOBUS GENOVA
PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO				
VERIFICA D				
TRASVERSALE CON DOPPIO BIFILARE TRA PALI P0089 - P0090				
Altezza equivalente (piano di riferimento A-A)				8,10
TRASVERSALE TRA PALI			P0089	P0090
BIFILARE			DIR. OVEST	DIR. EST
Altezza linea di contatto			5,90	5,90
Angolo deviazione (valore negativo tiro verso palo SX - valore positivo tiro verso palo DX)			-	-
Tc [daN]			1.200,00	1.200,00
Hd			-	-
Hd complessivo doppio bifilare				-
Sospensione elastica			0,08	0,08
Scambio			-	-
Incrocio			-	-
Separatore-Sezionatore			1,00	1,00
Pendino catenaria			1,00	1,00
Collegamento equipotenziale			1,00	1,00
Cavi alimentatori			1,00	1,00
Tegolino			-	-
Distanza tra pali				14,30
Distanza filo conduttore-palo (dr) o nodo (se presente)			2,90	2,80
Distanza palo-nodo (se presente)			-	-
Distanza tra bifilari				8,60
Delta altezza installazione base plinto palo rispetto piano stradale filobus		-	0,30	0,30
Altezza attacco tirante filo conduttore al palo			6,55	6,53
Lunghezza Campata Bifilare [m]			25,00	25,00
Q			133,29	133,23
Q complessivo				266,52
Hv			68,29	68,08
Hv complessivo				136,37
H			68,18	68,18
Q/H			-	-
Pendenza Pi % (γ) / Pendenza Pe % (β)			12,00%	12,00%
Ho			1.110,50	1.110,50
HT			1.178,68	1.178,68
HT equivalente			952,48	950,75
Tiro su fune Ty / Tβ			1.187,14	1.187,14
NODO				
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TA			0,00	0,00
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TB			0,00	0,00
PALO				P0089
Tipo di Palo				M29a
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				62,00
T1 - Tiro equivalente Direzione				952,48
Altri tiri su palo	Tiro	Angolo		Risultante
T2				-
T3				-
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A amplificato secondo CEI 50119 (1,3) [daN]				1.014,48
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				0,0°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				9.481,50
Momento resistente del Palo [daNm]				11630,48
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				19,23
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO
PALO				P0090
Tipo di Palo				M29a
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				62,00
T1 - Tiro equivalente Direzione				950,75
Altri tiri su palo	Tiro	Angolo		Risultante
T2				-
T3				-
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A [daN]				1.012,75
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				0,0°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				9.465,29
Momento resistente del Palo [daNm]				11630,48
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				19,20
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO

FILOBUS GENOVA
PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO				
VERIFICA D				
MENSOLA CON SINGOLO BIFILARE SU PALO P0243				
Altezza equivalente (piano di riferimento A-A)				8,10
MENSOLA SINGOLO BIFILARE SU PALO				P0243
BIFILARE				DIR. OVEST
Altezza linea di contatto				5,90
Angolo deviazione (valore positivo tiro verso il palo - valore negativo tiro opposto al palo)				7,00
Tc [daN]				1.200,00
Hd				292,49
Sospensione elastica				0,08
Scambio				-
Incrocio				-
Separatore-Sezionatore				-
Pendino catenaria				1,00
Collegamento equipotenziale				-
Cavi alimentatori				-
Tegolino				-
Mensola in VTR diam. 55mm (Lunghezza complessiva e Punto attacco 1° e 2° Tirante)	L=	4,00	-	4,00
Distanza filo conduttore-palo (dr) (Punto attacco 1° e 2° Tirante)			-	3,00
Delta altezza installazione base plinto palo rispetto piano stradale filobus			- 0,30	- 0,30
Altezza attacco tirante filo conduttore al palo			6,20	6,79
Lunghezza Campata Bifilare [m]				21,05
Q				138,88
Hv				51,22
H				343,70
Pendenza tirante			45,00%	20,00%
Ho				694,42
H equivalente				832,32
Tiro su fune				708,17
HT equivalente				832,32
PALO				P0243
Tipo di Palo				M29a
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				62,00
T1 - Tiro equivalente Direzione				832,32
Altri tiri su palo	Tiro	Angolo		Risultante
T2				-
T3				-
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A amplificato secondo CEI 50119 (1,3) [daN]				894,32
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				0,0°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				8.358,47
Momento resistente del Palo [daNm]				11630,48
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				16,95
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO

FILOBUS GENOVA
PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO				
VERIFICA D				
TRASVERSALE CON DOPPIO BIFILARE TRA PALI P0508 - P0509				
Altezza equivalente (piano di riferimento A-A)				8,10
TRASVERSALE TRA PALI			P0508	P0509
BIFILARE			DIR. OVEST	DIR. EST
Altezza linea di contatto			5,90	5,90
Angolo deviazione (valore negativo tiro verso palo SX - valore positivo tiro verso palo DX)		-	3,00	2,00
Tc [daN]			1.200,00	1.200,00
Hd		-	125,61	83,76
Hd complessivo doppio bifilare		-		209,37
Sospensione elastica			0,47	0,47
Scambio			-	-
Incrocio			-	-
Separatore-Sezionatore			-	-
Pendino catenaria			1,00	1,00
Collegamento equipotenziale			-	-
Cavi alimentatori			-	-
Tegolino			-	-
Distanza tra pali				26,70
Distanza filo conduttore-palo (dr) o nodo (se presente)			11,30	2,70
Distanza palo-nodo (se presente)			-	-
Distanza tra bifilari				12,70
Delta altezza installazione base plinto palo rispetto piano stradale filobus		-	0,30	0,30
Altezza attacco tirante filo conduttore al palo			7,55	6,52
Lunghezza Campata Bifilare [m]			6,95	6,55
Q			49,66	43,27
Q complessivo				92,93
Hv			51,06	32,58
Hv complessivo				83,64
H			251,18	41,82
Q/H			0,40	0,52
Pendenza Pi % (y) / Pendenza Pe % (β)			12,00%	12,00%
Ho			387,20	387,20
HT			638,39	429,02
HT equivalente			594,75	345,42
Tiro su fune Ty / Tβ			880,81	668,84
NODO				
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TA			0,00	0,00
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TB			0,00	0,00
PALO				P0508
Tipo di Palo				M30a
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				64,00
T1 - Tiro equivalente Direzione				594,75
Altri tiri su palo		Tiro	Angolo	Risultante
T2 - TA da nodo A1	666,95		34	552,93
T3 - TB da nodo A3 su nodo A1	312,50		49	169,97
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A amplificato secondo CEI 50119 (1,3) [daN]				1.470,99
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				20,1°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				13.748,09
Momento resistente del Palo [daNm]				15789,05
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				21,20
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO
PALO				P0509
Tipo di Palo				M30a
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				64,00
T1 - Tiro equivalente Direzione				345,42
Altri tiri su palo		Tiro	Angolo	Risultante
T2 - TA da nodo A3	694,82		73	203,15
T3				-
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A [daN]				903,74
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				47,3°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				8.446,51
Momento resistente del Palo [daNm]				15789,05
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				13,03
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO

FILOBUS GENOVA
PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO				
VERIFICA D				
TRASVERSALE CON DOPPIO BIFILARE TRA NODI A1 - A3				
Altezza equivalente (piano di riferimento A-A)				8,10
TRASVERSALE TRA NODI				
BIFILARE				
			A1	A3
			DIR. OVEST	DIR. EST
Altezza linea di contatto			5,90	5,90
Angolo deviazione (valore negativo tiro verso palo SX - valore positivo tiro verso palo DX)		-	3,00	3,00
Tc [daN]			1.200,00	1.200,00
Hd		-	125,61	125,61
Hd complessivo doppio bifilare		-		251,21
Sospensione elastica			0,47	0,47
Scambio			-	-
Incrocio			-	-
Separatore-Sezionatore			-	-
Pendino catenaria			1,00	1,00
Collegamento equipotenziale			-	-
Cavi alimentatori			-	-
Tegolino			-	-
Distanza tra pali				-
Distanza filo conduttore-palo (dr) o nodo (se presente)			-	-
Distanza palo-nodo (se presente)			-	-
Distanza tra bifilari				-
Delta altezza installazione base plinto palo rispetto piano stradale filobus		-	0,30	0,30
Altezza attacco tirante filo conduttore al palo			6,20	6,20
Lunghezza Campata Bifilare [m]			7,65	6,90
Q			42,08	39,35
Q complessivo				81,44
Hv			16,38	14,77
Hv complessivo				31,15
H			266,79	15,58
Q/H			0,34	0,31
Pendenza Pi % (γ) / Pendenza Pe % (β)			12,00%	12,00%
Ho			339,33	339,33
HT			606,11	354,90
HT equivalente			463,94	271,65
Tiro su fune Ty / Tβ			805,68	577,95

NODO				
				A3
Angolo deviazione verso Palo P509			0,00	69,00
TA			0,00	694,82
Angolo deviazione verso Nodo A4			0,00	88,00
TB			0,00	649,07
Altri tiri direzione TB su nodo A3	Tiro	Angolo		Risultante
T2 - TB da nodo A4	336,56	0		336,56
T3				-
T4				-
Tiro complessivo TB su piano di rif. A-A [daN]				312,50

NODO				
				A1
Angolo deviazione verso Palo P508			0,00	49,00
TA			0,00	666,95
Angolo deviazione verso Nodo A2			0,00	87,00
TB			0,00	504,05
Altri tiri direzione TB su nodo A1	Tiro	Angolo		Risultante
T2 - TB da nodo A2	948,70	0		948,70
T3				-
T4				-
Tiro complessivo TB su piano di rif. A-A [daN]				444,65

FILOBUS GENOVA
PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO				
VERIFICA D				
TRASVERSALE CON DOPPIO BIFILARE TRA NODI A2 - A4				
Altezza equivalente (piano di riferimento A-A)				8,10
TRASVERSALE TRA NODI				
BIFILARE				
			A2	A4
			DIR. OVEST	DIR. EST
Altezza linea di contatto			5,90	5,90
Angolo deviazione (valore negativo tiro verso palo SX - valore positivo tiro verso palo DX)		-	3,00	3,00
Tc [daN]			1.200,00	1.200,00
Hd		-	125,61	125,61
Hd complessivo doppio bifilare		-		251,21
Sospensione elastica			0,47	0,47
Scambio			-	-
Incrocio			-	-
Separatore-Sezionatore			-	-
Pendino catenaria			1,00	1,00
Collegamento equipotenziale			-	-
Cavi alimentatori			-	-
Tegolino			-	-
Distanza tra pali				-
Distanza filo conduttore-palo (dr) o nodo (se presente)			-	-
Distanza palo-nodo (se presente)			-	-
Distanza tra bifilari				-
Delta altezza installazione base plinto palo rispetto piano stradale filobus		-	0,30	0,30
Altezza attacco tirante filo conduttore al palo			6,20	6,20
Lunghezza Campata Bifilare [m]			7,35	6,50
Q			40,99	37,90
Q complessivo				78,89
Hv			15,74	13,92
Hv complessivo				29,65
H			266,04	14,83
Q/H			0,33	0,30
Pendenza Pi % (γ) / Pendenza Pe % (β)			12,00%	12,00%
Ho			328,71	328,71
HT			594,75	343,54
HT equivalente			455,24	262,95
Tiro su fune Ty / Tβ			784,38	563,30

NODO				
Angolo deviazione verso Palo P510			0,00	52,00
TA			0,00	427,11
Angolo deviazione verso Nodo A3			0,00	90,00
TB			0,00	336,56
Altri tiri direzione TB su nodo A4	Tiro	Angolo		Risultante
T2 - TB da nodo A3	649,07	0		649,07
T3				-
T4				-
Tiro complessivo TB su piano di rif. A-A [daN]				312,50

NODO				
Angolo deviazione verso Palo P511			0,00	66,00
TA			0,00	1.037,85
Angolo deviazione verso Nodo A1			0,00	88,00
TB			0,00	948,70
Altri tiri direzione TB su nodo A2	Tiro	Angolo		Risultante
T2 - TB da nodo A1	504,05	0		504,05
T3				-
T4				-
Tiro complessivo TB su piano di rif. A-A [daN]			-	444,65

FILOBUS GENOVA
PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO				
VERIFICA D				
TRASVERSALE CON DOPPIO BIFILARE TRA PALI P0510 - P0511				
Altezza equivalente (piano di riferimento A-A)				8,10
TRASVERSALE TRA PALI			P0510	P0511
BIFILARE			DIR. OVEST	DIR. EST
Altezza linea di contatto			5,90	5,90
Angolo deviazione (valore negativo tiro verso palo SX - valore positivo tiro verso palo DX)		-	3,00	3,00
Tc [daN]			1.200,00	1.200,00
Hd		-	125,61	125,61
Hd complessivo doppio bifilare		-		251,21
Sospensione elastica			0,47	0,47
Scambio			-	-
Incrocio			-	-
Separatore-Sezionatore			-	-
Pendino catenaria			1,00	1,00
Collegamento equipotenziale			-	-
Cavi alimentatori			-	-
Tegolino			-	-
Distanza tra pali				21,30
Distanza filo conduttore-palo (dr) o nodo (se presente)			6,80	2,60
Distanza palo-nodo (se presente)			-	-
Distanza tra bifilari				11,90
Delta altezza installazione base plinto palo rispetto piano stradale filobus		-	0,30	0,30
Altezza attacco tirante filo conduttore al palo			7,01	6,51
Lunghezza Campata Bifilare [m]			7,95	7,20
Q			50,49	45,35
Q complessivo				95,84
Hv			43,16	32,94
Hv complessivo				76,10
H			289,26	38,05
Q/H			0,40	0,36
Pendenza Pi % (γ) / Pendenza Pe % (β)			12,00%	12,00%
Ho			399,32	399,32
HT			688,59	437,37
HT equivalente			595,94	351,51
Tiro su fune Ty / Tβ			925,94	697,36
NODO				
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TA			0,00	0,00
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TB			0,00	0,00
PALO				P0510
Tipo di Palo				M30a
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				64,00
T1 - Tiro equivalente Direzione				595,94
Altri tiri su palo		Tiro	Angolo	Risultante
T2 - TA da nodo A3		694,82	47	473,87
T3				-
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A amplificato secondo CEI 50119 (1,3) [daN]				1.242,47
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				24,1°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				11.612,36
Momento resistente del Palo [daNm]				15789,05
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				17,91
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO
PALO				P0511
Tipo di Palo				M30a
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				64,00
T1 - Tiro equivalente Direzione				351,51
Altri tiri su palo		Tiro	Angolo	Risultante
T2 - TA da nodo A4		427,11	71	139,05
T3 - TB da nodo A2 su nodo A4		444,65	25	71
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A [daN]				1.125,65
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				31,7°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				10.520,46
Momento resistente del Palo [daNm]				15789,05
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				16,22
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO

FILOBUS GENOVA
PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

VERIFICA SOSTEGNI LINEA DI CONTATTO				
VERIFICA D				
ORMEGGIO SU PALO P0958				
Altezza equivalente (piano di riferimento A-A)				8,10
TRASVERSALE				P0958
Altezza linea di contatto				5,90
Angolo deviazione				0,00
Tc [daN]				1.200,00
H ormeggio				2.400,00
Sospensione elastica				1,00
Scambio				-
Incrocio				-
Separatore-Sezionatore				-
Pendino catenaria				1,00
Collegamento equipotenziale				-
Cavi alimentatori				-
Tegolino				-
Distanza filo conduttore-palo (dr) o nodo (se presente)				25,00
Distanza palo-nodo (se presente)				-
Delta altezza installazione base plinto palo rispetto piano stradale filobus				- 0,30
Altezza attacco tirante filo conduttore al palo				8,69
Lunghezza Campata Bifilare [m]				15,00
Q				47,40
Hv				67,31
H				2.467,31
Q/H				0,02
Pendenza Pi % (γ) / Pendenza Pe % (β)				10,00%
Ho				474,01
HT				2.941,32
HT+H_{LL} equivalente				3.154,69
Ty / Tβ				1.477,99
NODO				
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TA			0,00	0,00
Angolo deviazione verso Palo			0,00	0,00
TB			0,00	0,00
PALO				
Tipo di Palo				M32a
Altezza palo fuori terra				8,20
Azione vento sul palo				89,50
T1 - Tiro equivalente Direzione				3.154,69
Altri tiri su palo	Tiro	Angolo		Risultante
T2				-
T3				-
T4				-
Tiro complessivo su piano di rif. A-A amplificato secondo CEI 50119 (1,3) [daN]				3.244,19
Angolo del vettore Risultante rispetto alla direzione di calcolo				0,0°
Momento incastro amplificato secondo norma NTC (1,5) [daNm]				30.320,68
Momento resistente del Palo [daNm]				37765,24
VERIFICA MOMENTO RESISTENTE DEL PALO (Mr palo > M incastro)				POSITIVO
Freccia teorica in testa al palo [cm]				14,68
Deformazione massima accettabile (4%) [cm]				32,80
Verifica freccia teorica in testa al palo				POSITIVO