

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. TECNOLOGIE CENTRO

PROGETTO DEFINITIVO

**COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL SALENTO
CON LA STAZIONE DI BRINDISI**

ELABORATI GENERALI

**RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE E FONDAZIONI FUORI STANDARD:
SOSTEGNO TE IN RETTIFILO CON DR MAGGIORATA E ORMEGGIO TREFOLI**

SCALA:

-

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

I A 7 K 0 0 D 1 8 C L L C 0 0 0 0 0 0 0 2 A

| Rev. | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato Data |
|------|----------------------|-------------------|-----------|-------------------|-----------|------------------|-----------|---|
| A | EMISSIONE DEFINITIVA | C. D'Agostini | Dic. 2019 | A. Giuseppone | Dic. 2019 | T. Paolletti | Dic. 2019 | G. Guidi Buffarini Dicembre 2019 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

File: IA700D18CLLC000002A.doc

n. Elab.:

ELABORATI GENERALI

**Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli**

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

FOGLIO
2 di 65

INDICE

| | |
|---|-----------|
| 1. PREMESSA | 4 |
| 2. INTRODUZIONE | 4 |
| 1.1 IPOTESI DI CALCOLO | 4 |
| 1.2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO | 5 |
| 1.3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO | 6 |
| 1.4 PARAMETRI GEOTECNICI | 6 |
| 1.5 DESCRIZIONE DEI MATERIALI | 6 |
| 1.5.1 <i>Opere in calcestruzzo armato</i> | 7 |
| 2. CALCOLO AZIONI SUI SOSTEGNI | 8 |
| 2.1 PESO PROPRIO ELEMENTI STRUTTURALI | 8 |
| 2.2 SOVRACCARICHI PERMANENTI VERTICALI | 8 |
| 2.3 SOVRACCARICHI PERMANENTI ORIZZONTALI | 8 |
| 2.4 TABELLA PESI E TIRI SUI CONDUTTORI | 8 |
| 2.5 SOVRACCARICHI VARIABILI | 9 |
| 2.5.1 <i>Azione del ghiaccio</i> | 9 |
| 2.5.2 <i>Azione del vento</i> | 10 |
| 2.5.3 <i>Vento trasversale (ai binari)</i> | 11 |
| 2.5.4 <i>Azione Sismica (da relazione Geologica Generale)</i> | 13 |
| 2.5.5 <i>Azione Aerodinamica</i> | 19 |
| 2.6 CARICHI ECCEZIONALI | 20 |
| 2.6.1 <i>Rottura dei conduttori</i> | 20 |
| 2.6.2 <i>Sostituzione dei fili di contatto</i> | 21 |
| 3. COMBINAZIONI DI CARICO | 22 |
| 4. CRITERI DI VERIFICA DEI SOSTEGNI | 24 |
| 4.1 VERIFICHE DI RESISTENZA DEL SOSTEGNO | 24 |
| 4.2 VERIFICHE A TAGLIO | 24 |
| 4.3 VERIFICHE A PRESSO-FLESSIONE RETTA (COMBINAZIONI STR-SISMA) | 24 |
| 4.4 VERIFICHE DI STABILITÀ DEL PALO E DELLE TRALICCIATURE | 25 |
| 4.5 CALCOLO DELLO STRAPIOMBO | 27 |
| 5. CRITERI DI VERIFICA FONDAZIONI | 28 |
| 5.1 VERIFICHE DI PORTANZA DELLA FONDAZIONE | 28 |
| 5.2 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE | 28 |
| 5.3 CAPACITÀ PORTANTE FONDAZIONE | 29 |
| 5.4 VERIFICA A RIBALTAMENTO (EQU-M2-R2) | 31 |
| 5.5 VERIFICA A SCORRIMENTO (APPROCCIO 2-A1-M1-R3) | 32 |
| 5.6 VERIFICA ELEMENTI STRUTTURALI | 33 |
| 5.6.1 <i>Limiti Normativi</i> | 33 |
| 5.6.2 <i>Criteri di verifica</i> | 33 |
| 6. METODO DI CALCOLO | 33 |
| 7. DESCRIZIONE DEL SOSTEGNO IMPIEGATI FUORI STANDARD | 33 |
| 7.1 SCHEMA DI CARICO GENERALE | 33 |
| 7.2 SOSTEGNO TIPO 1 | 34 |
| 7.3 VERIFICA ARMATURE BLOCCO DI FONDAZIONE TIPO B3 | 36 |
| 8. VERIFICA INSTABILITÀ TRALICCIATURE | 37 |

ELABORATI GENERALI

**Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli**

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

FOGLIO
3 di 65

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 10 | SCHEDA DEI CARICHI ALLA BASE DEL SOSTEGNO | 38 |
| 11 | SCHEDA DI VERIFICA DEL SOSTEGNO E DEL BLOCCO DI FONDAZIONE | 51 |
| 12 | RIEPILOGO DEI CARICHI E DELLE VERIFICHE EFFETTUATE..... | 65 |
| 13 | CONCLUSIONI | 65 |

ELABORATI GENERALI

**Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli**

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

FOGLIO
4 di 65

1. PREMESSA

Scopo della presente progettazione consiste nella realizzazione di un nuovo collegamento ferroviario tra la stazione di Brindisi e la futura stazione dell'aeroporto del Salento. Quest'ultimo ha confermato il ruolo strategico rivestito negli ultimi anni per la Regione Puglia, la quale ha visto un notevole incremento dei flussi turistici, sia nazionali, che internazionali.

L'area interessata dall'intervento ricade a nord e nord-ovest della città di Brindisi ed è compresa tra l'asse ferroviario della linea Adriatica e l'aeroporto.



2. INTRODUZIONE

Nel presente documento sono riportati i calcoli di verifica del sostegno e relativo blocco di fondazione della linea Brindisi – Aeroporto di Trazione Elettrica impiegato nella configurazione di carico fuori standard illustrato al paragrafo 7 della presente relazione di calcolo.

1.1 Ipotesi di calcolo

I calcoli sono impostati prendendo come riferimento le condizioni di carico in base a quanto prescritto dalle norme in vigore e dalle specifiche tecniche:

In base a quanto prescritto nella norma EN 50119 i carichi saranno determinati in funzione delle seguenti condizioni:

- A1 = Temperatura di riferimento -20°C - senza ghiaccio e vento;
- A2 = Temperatura di riferimento +5°C - senza ghiaccio e vento;

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

FOGLIO
5 di 65

- B = Temperatura di riferimento +5°C - senza ghiaccio e con vento;
- C = Temperatura di riferimento -5°C - con ghiaccio e senza vento;
- D = Temperatura di riferimento -5°C - con ghiaccio e 50% vento.

Per la verifica dei blocchi di fondazione, si farà riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018 e circolare applicativa n.7 del 2019.

1.2 Normative di riferimento

Le opere contemplate dal presente progetto saranno conformi alla legislazione e alla normativa vigenti. Di seguito sono elencate le principali leggi e norme.

- **D.M. del 17 Gennaio 2018:** Nuove norme tecniche per le costruzioni (NTC 2018);
- **Circolare 21/01/2018, N.7 C.S.LL.PP.** - "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- **CEI EN 50119:2010-05** - "Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi – Linee aeree di contatto per trazione elettrica";
- **RFI DMAIMTE SP IFS 006** - "Procedimento di calcolo di verifica dei pali della linea di contatto in stazione e di piena linea";
- **Norma Tecnica RFI TE 019:** "Fornitura di filo tondo e sagomato per le linee aeree di contatto";
- **Norma Tecnica RFI TE 025:** "Fornitura di corde di rame e lega di rame per le linee aeree di contatto";
- **Norma Tecnica RFI TE 118:** "Costruzione delle condutture di contatto e di alimentazione a corrente continua a 3 Kv";
- **Dis. E66013:** "Sostegni LSU";
- **Dis. E64865:** "Tirafondi per sostegni LSU di piena linea allo scoperto e stazione"
- **Dis. E64866:** "Blocchi di fondazione e relative armature per sostegni tipo "LSU" di piena linea"
- **Standard costruttivi RFI** per le linee di trazione elettrica.
- **Capitolato Tecnico T.E. ed. 2014** "Capitolato tecnico per la costruzione delle linee aeree di contatto e di alimentazione a 3 kV cc"
- **Norma CEI - EN50119 Ed. 05/2010:** "Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane. Impianti fissi – Linee aeree di contatto per la trazione elettrica";
- **Norma CEI – 11-4 Ed. 01/2011:** "Norme tecniche per la costruzione di linee elettriche aeree esterne";
- **Norma CEI - EN50423-1 Ed. 07/2005:** "Linee elettriche a tensione maggiore di 1 kV fino a 45 kV – Parte 1: Prescrizioni Generali e Specifiche Comuni"
- **Norma CEI - EN50423-3 Ed. 07/2005:** "Linee elettriche a tensione maggiore di 1 kV fino a 45 kV – Parte 3: Raccolta degli aspetti normativi nazionali"
- **EC2:** Eurocodice 2: "Progettazione delle strutture in calcestruzzo";

ELABORATI GENERALI
**Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
 fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR
 maggiorata e ormeggio trefoli**

 COMMESSA
 IA7K

 LOTTO
 00 D 18

 CODIFICA
 CL

 DOCUMENTO
 LC0000 002

 REV.
 A

 FOGLIO
 6 di 65

- **Norma UNI EN 1993-1-1 (Eurocodice 3):** "Progettazione delle strutture di acciaio";
- **Specifica Tecnica RFI DTC INC PO SP IFS 001 A:** " Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario"

1.3 Documenti di riferimento

I documenti elencati nella Tabella 1 sono da considerarsi parti integrante della presente relazione di calcolo, ed hanno lo scopo di fornire un maggiore dettaglio nelle verifiche descritte.

| Codice | Descrizione |
|-----------------------------|---|
| A[1] IA7B01F10GEGE0006001 A | Relazione geotecnica generale |
| A[2] IA7K00D18P8LC0100001A | Stazione Aeroporto del Salento - Piano di elettrificazione e CPTE |

Tabella 1 - Documenti di riferimento

1.4 Parametri Geotecnici

Di seguito si riportano i parametri utilizzati per i calcoli di verifica desunti dalla relazione geotecnica generale (documento di riferimento IA7B.01.F.10.GE.GE.00.0.6.001.A):

| | | |
|---------------------------|------------|----------------------|
| Peso di volume naturale | $\gamma =$ | 19 kN/m ³ |
| Angolo di attrito terreno | $\phi' =$ | 25° |
| Coesione drenata | $c' =$ | 0 |

Tali caratteristiche meccaniche sono state desunte considerando i valori piu' cautelativi rispetto a quelli individuati nella relazione geologica generale, in particolare riportati nella seguente tabella:

| Unità | da [m] | a [m] | γ [kN/m ³] | ϕ' [°] | c' [kPa] | c_u [kPa] | E_{op} [MPa] | k [m/s] | v [-] |
|--|-----------|---------------------|----------------------------------|----------------|---------------|----------------|-------------------|------------|----------|
| COP | 0 | -0.5/-1 | 19.0 | 25-28 | 0 | - | 10-15 | - | - |
| ALL_1S Sabbia fina limosa | -0.5/-1 | -10.00 | 19.0 | 32-35 | 0 | - | 20-25 | 1E-05 | 0.2 |
| ALL2_G Limo sabbioso | -10.00 | -20.00 | 20.0 | 26-29 | 0-5 | 150-190 | 25-27 | 1E-07 | 0.2 |
| ALL3_A Argilla | -20.00 | -30.00 (e oltre) | 20.0 | 22-24 | 15-35 | 250-300 | 30-40 | 1E-09 | 0.2 |

1.5 Descrizione dei materiali

E' previsto l'utilizzo dei seguenti materiali dei quali di seguito si riportano le caratteristiche meccaniche:

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

FOGLIO
7 di 65

1.5.1 Opere in calcestruzzo armato

Per i calcestruzzi si fa riferimento alle normative UNI EN 206-1 (Specificazione, prestazione, produzione e conformità) e UNI 11104 (Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1).

- Struttura in fondazione

| | |
|--|--|
| Classe di resistenza: | C25/30 (Rck300) |
| Classe di esposizione: | XC2 |
| Resistenza caratteristica cubica: | Rck = 30 N/mm ² |
| Resistenza caratteristica cilindrica: | fck = 25 N/mm ² |
| Resistenza caratteristica cilindrica media: | fcm = fck + 8 = 33 N/mm ² |
| Resistenza media a trazione semplice: | fctm = 0.30 fck 2/3 = 2.56 N/mm ² |
| Resistenza media a trazione per flessione: | fcm = 1.2 fctm = 3.08 N/mm ² |
| Resistenza caratteristica a trazione semplice (5%): | fctk = 0.7 fctm = 1.79 N/mm ² |
| Resistenza caratteristica a trazione semplice (95%): | fctk = 1.3 fctm = 3.33 N/mm ² |

| | |
|------------------------------------|--|
| Modulo di elasticità longitudinale | Ecm = 22.000 [fcm/10] ^{0.3} = 31476 N/mm ² |
| Coefficiente di Poisson | ν = 0.1 |
| Coeff. espansione termica lineare | α = 10 x 10 ⁻⁶ per °C-1 |
| Densità | ρ = 2500 kg/m ³ |

| | |
|--|---|
| Coefficiente sicurezza SLU | γ _C = 1,50 |
| Resistenza di calcolo a compressione SLU | fcd = 0,85 fck / γ _C = 14.17 N/mm ² |
| Resistenza di calcolo a trazione semplice (5%) SLU | fctd = 0.7 fctk / γ _C = 1.20 N/mm ² |

| | |
|-------------------------------|--|
| Coefficiente sicurezza SLE | γ _C = 1,00 |
| combinazione rara | σ _{C,ad} = 0,60 fck = 15.00 N/mm ² |
| combinazione quasi permanente | σ _{C,ad} = 0,45 fck = 11.25 N/mm ² |

- Acciaio per calcestruzzo armato

Acciaio per calcestruzzo armato tipo B 450 C secondo DM 14.01.2008 avente le seguenti caratteristiche:

| | |
|--|---|
| Tensione caratteristica di snervamento | f _{yk} > 450 N/mm ² |
| Tensione caratteristica di rottura | f _{tk} > 540 N/mm ² |
| Modulo elastico | E _s = 206000 N/mm ² |
| Rapporto | 1,15 < (f _t /f _y) _k < 1,35 (frattile 10%) |
| Rapporto | (f _y /f _y , nom) _k < 1,25 (frattile 10%) |
| Allungamento | (A _{gt}) _k > 7,5% (frattile 10%) |

| | |
|----------------------------|---|
| Coefficiente sicurezza SLU | γ _S = 1,15 |
| Resistenza di calcolo SLU | f _{yd} = f _{yk} / γ _S = 391,30 N/mm ² |
| Tensione di calcolo SLE | σ _{y,ad} = 0,80 f _{yk} = 360 N/mm ² |

Le rispondenza dei materiali ai requisiti richiesti sarà valutata mediante le prescritte prove di accettazione.

2 CALCOLO AZIONI SUI SOSTEGNI

In quanto segue si riporta l'analisi dei carichi agenti sulle strutture in oggetto, tale analisi è svolta per determinare i valori da inserire sullo schema di calcolo del modello della struttura.

2.1 Peso proprio elementi strutturali

I pesi dei materiali utilizzati per le strutture portanti sono conformi alle NTC 2018 e alle specifiche tecniche RFI (vedi normative di riferimento).

2.2 Sovraccarichi permanenti verticali

Tali carichi sono costituiti dalle forze dovute al peso dei conduttori ormeggiati con relativa pendinatura, oltre al peso degli accessori di ormeggio ed i contrappesi per la regolazione del tiro nei fili di contatto.

2.3 Sovraccarichi permanenti orizzontali

Come azioni orizzontali longitudinali rispetto ai binari, si considerano i tiri delle condutture ormeggiate alle temperature di riferimento in accordo con la norma CEI EN 50119.

2.4 Tabella Pesi e Tiri sui conduttori

Di seguito si riporta la tabella dei pesi e dei tiri agenti sui conduttori che saranno impiegati per la realizzazione della L.d.C., per le condizioni di carico considerate, in accordo con il par. 6.3 della CEI EN 50119:

| CONDIZIONE A1 (-20°) | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------|------|----------|------|-------|------|------|------|-------|--------|------|
| TIPO LINEA | N CP | S CP | P. LINEA | P CP | D CP | T CP | N FC | S FC | P FC | D FC | T FC |
| 220CPF | 1 | 120 | 2,139 | 1,07 | 0,014 | 1530 | 1 | 100 | 0,869 | 0,0118 | 750 |
| 440CPR | 2 | 120 | 4,078 | 1,07 | 0,014 | 1125 | 2 | 100 | 0,869 | 0,0118 | 1000 |
| Corda di Terra | 0 | 0 | 0,585 | 0 | 0 | 0 | 2 | 170 | 0,585 | 0,0159 | 800 |

| CONDIZIONE A2 (+5°) | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------|------|----------|------|-------|------------|------|------|-------|--------|------|
| TIPO LINEA | N CP | S CP | P. LINEA | P CP | D CP | T CP (+5°) | N FC | S FC | P FC | D FC | T FC |
| 220CPF | 1 | 120 | 2,139 | 1,07 | 0,014 | 1180 | 1 | 100 | 0,869 | 0,0118 | 750 |
| 440CPR | 2 | 120 | 4,078 | 1,07 | 0,014 | 1125 | 2 | 100 | 0,869 | 0,0118 | 1000 |
| Corda di Terra | 0 | 0 | 0,585 | 0 | 0 | 0 | 2 | 170 | 0,585 | 0,0159 | 500 |

| CONDIZIONE B (+5°)+VENTO | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|------|------|----------|------|-------|------|------|------|-------|--------|------|
| TIPO LINEA | N CP | S CP | P. LINEA | P CP | D CP | T CP | N FC | S FC | P FC | D FC | T FC |
| 220CPF | 1 | 120 | 2,139 | 1,07 | 0,014 | 1031 | 1 | 100 | 0,869 | 0,0118 | 750 |
| 440CPR | 2 | 120 | 4,078 | 1,07 | 0,014 | 1125 | 2 | 100 | 0,869 | 0,0118 | 1000 |
| Corda di Terra | 0 | 0 | 0,585 | 0 | 0 | 0 | 2 | 170 | 0,585 | 0,0159 | 700 |

| CONDIZIONE C (-5°)+GHIACCIO | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|------|------|----------|------|--------|------|------|------|-------|--------|------|
| TIPO LINEA | N CP | S CP | P. LINEA | P CP | Deq CP | T CP | N FC | S FC | P FC | Deq FC | T FC |
| 220CPF | 1 | 120 | 3,539 | 1,77 | 0,0344 | 1350 | 1 | 100 | 1,569 | 0,0336 | 750 |
| 440CPR | 2 | 120 | 6,878 | 1,77 | 0,0344 | 1125 | 2 | 100 | 1,569 | 0,0336 | 1000 |
| Corda di Terra | 0 | 0 | 1,285 | 0 | 0 | 0 | 2 | 170 | 1,285 | 0,0357 | 800 |

ELABORATI GENERALI

**Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli**

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

FOGLIO
9 di 65

CONDIZIONE D (-5°)+GHIACCIO+50%VENTO

| TIPO LINEA | N CP | S CP | P. LINEA | P CP | D CP | T CP | N FC | S FC | P FC | D FC | T FC |
|-----------------------|------|------|----------|------|--------|------|------|------|-------|--------|------|
| 220CPF | 1 | 120 | 3,539 | 1,77 | 0,0344 | 1450 | 1 | 100 | 1,569 | 0,0336 | 750 |
| 440CPR | 2 | 120 | 6,878 | 1,77 | 0,0344 | 1125 | 2 | 100 | 1,569 | 0,0336 | 1000 |
| Corda di Terra | 0 | 0 | 1,285 | 0 | 0 | 0 | 2 | 170 | 1,285 | 0,0357 | 800 |

Dove:

Ncp è il numero di corde portanti

Scp è la superficie delle corde portanti in mm²

P.linea è il peso della Linea di contatto (Corda Portante+Filo di contatto) in daN/m

P CP è il peso unitario della Corda Portante in daN/m

D CP è il diametro della Corda Portante in m

T CP è il tiro della Corda Portante in daN

N FC è il numero dei Fili di contatto

S FC è la superficie dei Fili di Contatto in mm²

P FC è il peso dei fili di contatto in daN/m

D FC è il diametro dei Fili di Contatto in m

T FC è il tiro dei Fili di Contatto in daN

2.5 Sovraccarichi variabili

Tra le azioni variabili rientrano le azioni accidentali dovute alla possibile manutenzione, le variazioni termiche, l'azione del ghiaccio, che viene considerato come un sovraccarico verticale agente sui conduttori, l'azione della neve e l'azione del vento, che viene considerato sia agente in direzione longitudinale (parallelo ai binari) che trasversale (ortogonale ai binari).

Di seguito si riportano i riferimenti normativi che hanno condotto all'analisi dei carichi inseriti nei calcoli.

2.5.1 Azione del ghiaccio

Per quanto attiene ai carichi da ghiaccio sui conduttori, dal paragrafo 6.2.5 della normativa CEI EN 50119 risulta:

"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 gIK 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. I carichi dovuti al ghiaccio devono essere fissati nella specifica dell'acquirente. Qualora richiesto nella specifica dell'acquirente, deve essere considerato l'effetto del ghiaccio sulle strutture".

Di conseguenza, prendendo in considerazione il paragrafo della norma CEI EN 50125-2, risulta:

"Ove applicabile il carico della neve e del ghiaccio deve essere considerato fino a +5° C.

I carichi del ghiaccio sui conduttori dovrebbero essere specificati come indicato nella Tabella seguente.

ELABORATI GENERALI

**Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli**

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

FOGLIO
10 di 65

| Classe Class | Carico del ghiaccio Icload N/m |
|-------------------------------|--------------------------------------|
| I 0 (nessun ghiaccio_ no ice) | 0 |
| I 1 (bassa_low) | 3,5 |
| I 2 (medio_medium) | 7 |
| I 3 (pesante_heavy) | 15 |

Questi valori sono validi per conduttori con diametro usuale tra 10 mm e 20 mm".

Considerando quindi, una classe media (I2), il carico a metro lineare del ghiaccio sui conduttori sarà pari a 7N/m.

2.5.2 Azione del vento

Dal paragrafo 6.2.4.2 della normativa CEI EN 50119 risulta:

La pressione dinamica del vento q_K misurata in N/m^2 agente sugli elementi di linea aerea di contatto deve essere determinata mediante la seguente formula:

$$q_K = \frac{1}{2} G_q \times G_t \times \rho \times V_R^2$$

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 deve essere 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 deve essere 1,0; per i siti protetti i fattori G_t possono essere definiti nella specifica del cliente;
- V_R è la velocità di riferimento del vento in m/s ad un'altezza di 10 m al di sopra del terreno, mediata su un intervallo di 10 minuti, con un periodo di ritorno in accordo con 6.2.4.1;
- ρ è la densità dell'aria, pari a $1,225 \text{ kg/m}^3$ a 15°C e 600 m di altitudine. La densità dell'aria per altri valori di temperatura ed altitudine può essere calcolata mediante l'equazione:

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

dove

- T è la temperature assoluta in K;
- H è l'altitudine in m.

Di conseguenza, è stato preso come riferimento il DM 17/01/18 e la relativa Circolare Ministeriale del 2019 per il calcolo della velocità di riferimento del vento.

La velocità di riferimento v_b è il valore caratteristico della velocità del vento a 10 m dal suolo su un terreno di categoria di esposizione II (vedi Tab. 3.3.II), mediata su 10 minuti e riferita ad un periodo di ritorno di 50 anni.

In mancanza di specifiche ed adeguate indagini statistiche v_b è data dall'espressione:

$$v_b = v_{b,0} \quad \text{per } a_s \leq a_0$$

$$v_b = v_{b,0} + k_a \cdot (a_s - a_0) \quad \text{per } a_0 \leq a_s \leq 1500 \text{ m}$$

- $v_{b,0}$, a_0 , k_a sono parametri forniti nella Tab. 3.3.I e legati alla regione in cui sorge la costruzione in esame,
- a_s è l'altitudine sul livello del mare (in m) del sito ove sorge la costruzione".

Tabella 3.3.I - Valori dei parametri $v_{b,0}$, a_0 , k_a

| Zona | Descrizione | $v_{b,0}$ [m/s] | a_0 [m] | k_a [1/s] |
|------|---|-----------------|-----------|-------------|
| 1 | Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste) | 25 | 1000 | 0,010 |
| 2 | Emilia Romagna | 25 | 750 | 0,015 |
| 3 | Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria) | 27 | 500 | 0,020 |
| 4 | Sicilia e provincia di Reggio Calabria | 28 | 500 | 0,020 |
| 5 | Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena) | 28 | 750 | 0,015 |
| 6 | Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena) | 28 | 500 | 0,020 |
| 7 | Liguria | 28 | 1000 | 0,015 |
| 8 | Provincia di Trieste | 30 | 1500 | 0,010 |
| 9 | Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto | 31 | 500 | 0,020 |

Nel caso in esame siamo nella Regione Puglia, $a_s = 10$ m e $v_b = 27$ m/s, la pressione dinamica del vento risulterà:

$$q_k = 0.5 \times 2.05 \times 1.0 \times 1.225 \times 27^2 = 915 \text{ N/m}^2 = 91.5 \text{ daN/m}^2$$

2.5.3 Vento trasversale (ai binari)

Vento in assenza di ghiaccio

La pressione del vento sui conduttori è regolamentata dalla Norma CEI EN 50119 (§6.2.4.3):
 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 deve essere determinata mediante la formula:

$$Q_{WC} = q_k \times G_C \times d \times C_C \times \frac{L_1 + L_2}{2} \times \cos^2 \Phi$$

Dove:

- q_k è la pressione dinamica caratteristica del vento (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;
- C_C è il coefficiente di resistenza del conduttore. Si raccomanda il valore 1,0; altri valori possono essere forniti nella specifica del cliente;
- L_1 , L_2 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.

Qualora conduttori doppi siano tesati parallelamente, può essere operata una riduzione del carico del vento sul conduttore sottovento, ammontando tale carico all'80% del carico relativo al

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

FOGLIO
12 di 65

conduttore sopravvento se il distanziamento tra gli assi dei due conduttori è inferiore a cinque volte il diametro.

Per il calcolo del vento agente sui sostegni (nel caso in esame i sostegni sono solo del tipo LSU) si farà riferimento al al par. 6.2.4.7 della CEI EN 50119. Che fornisce la seguente relazione:

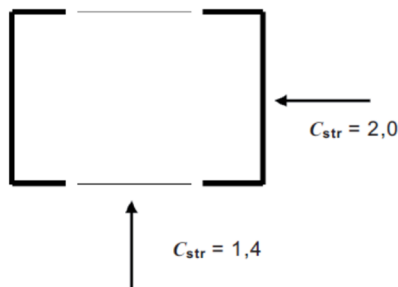
$$Q_{Wstr} = q_K \times G_{str} \times C_{str} \times A_{str}$$

dove

- q_K è la pressione dinamica caratteristica del vento (fare riferimento a 6.2.4.2);
- G_k è il fattore di risonanza strutturale di una struttura. Valore tipico 1,0
- C_{str} è il coefficiente di resistenza dipendente dalla forma e dalla rugosità della superficie della struttura. I valori da utilizzare sono riportati nella tabella seguente. Nel caso in esame si prenderanno, rispettivamente, i valori 2,0 per il vento trasversale al binario e 1,4 per quello longitudinale.

Tabella 13 – Valori raccomandati per il fattore C_{str} di diversi tipi di strutture

| Tipo di struttura | C_{str} |
|--|-------------|
| Strutture tubolari in acciaio e calcestruzzo con sezione trasversale circolare | 0,7 |
| Strutture tubolari in acciaio con sezione trasversale dodecanale | 0,85 |
| Strutture tubolari in acciaio e calcestruzzo con sezione trasversale esagonale ed ottagonale | 1,0 |
| Strutture tubolari in acciaio e calcestruzzo con sezione trasversale quadrata o rettangolare | 1,4 |
| Profilato a doppia C con sezione trasversale quadrata o rettangolare | Vedi Fig. 4 |
| Profilati ad H | 1,4 |



- A_{str} è l'area proiettata della struttura.

Vento in presenza di ghiaccio

La presenza contemporanea dell'azione del vento e di quella del ghiaccio è regolamentata dalla Norma CEI 50119 (§6.2.6):

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

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

FOGLIO
13 di 65

fissato nella specifica dell'acquirente. La forza peso unitaria p_i del ghiaccio può essere estratta da norme appropriate ed il coefficiente di resistenza aerodinamica può essere scelto pari a 1,0. Se definito nella specifica dell'acquirente, si deve considerare un incremento del diametro dell'accumulo di ghiaccio. Il diametro equivalente D_1 in metri dell'accumulo di ghiaccio deve essere calcolato mediante la formula:

$$D_1 = \sqrt{d^2 + \frac{4 \times g_{IK}}{\pi \times \rho_1}}$$

dove

- d è il diametro del conduttore senza ghiaccio misurato in metri;
- g_{IK} è il carico caratteristico del ghiaccio misurato in N/m.

Per quanto concerne invece il carico sul sostegno, basterà dimezzare i carichi da vento trasversale.

2.5.4 Azione Sismica (da relazione Geologica Generale)

Come riportato nella relazione geologica generale il **comune di Brindisi (Br)** con **D.G.R. della Puglia n. 1626 del 15.09.2009** ricade in zona sismica 4 (*livello di pericolosità molto basso*), come indicato nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, a cui corrisponde un'accelerazione orizzontale con probabilità di superamento del 10% in 50 anni $\leq 0.05 g$ pari ad un'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico di 0.05 g.

L'accelerazione

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie riportate nella Tabella 3.2.11 delle NTC18, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_{Seq} .

I valori dei parametri a_g , F_0 e TC^* , relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento, sono forniti nelle tabelle riportate in all [B] delle NTC18, in funzione di prefissati valori del periodo di ritorno TR .

L'accelerazione al sito a_g è espressa in $g/10$, F_0 è adimensionale, TC^* è espresso in secondi.

I punti del reticolo di riferimento sono definiti in termini di Latitudine e Longitudine ed ordinati a latitudine e longitudine crescenti, facendo variare prima la Longitudine e poi la Latitudine.

2.5.4.1 Vita nominale

La vita nominale dell'edificio in questione è prevista in:

$$VN = 100 \text{ anni.}$$

2.5.4.2 Classe d'uso

La Classe d'Uso dei manufatti è prevista in:

Classe IV:


Periodo di riferimento per l'azione sismica

Per l'edificio in questione si ha:

$$VR (\text{Periodo di Riferimento}) = VN (\text{Vita Nominale}) \times CU (\text{coefficiente d'uso})$$

Per $CU = 2$ abbiamo:

$$VR = VN \times CU = 100 \times 2 = 200 \text{ anni}$$

| | | | | | | | |
|---|--|------------------|-------------------------|----------------|-------------------------|-----------|--------------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | PROGETTO DEFINITIVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI | | | | | | |
| ELABORATI GENERALI Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni fuori standard: sostegno TE in rettilo con DR maggiorata e ormeggio trefoli | <table border="0"> <tr> <td>COMMESSA IA7K</td> <td>LOTTO 00 D 18</td> <td>CODIFICA CL</td> <td>DOCUMENTO LC0000 002</td> <td>REV. A</td> <td>FOGLIO 14 di 65</td> </tr> </table> | COMMESSA IA7K | LOTTO 00 D 18 | CODIFICA CL | DOCUMENTO LC0000 002 | REV. A | FOGLIO 14 di 65 |
| COMMESSA IA7K | LOTTO 00 D 18 | CODIFICA CL | DOCUMENTO LC0000 002 | REV. A | FOGLIO 14 di 65 | | |

2.5.4.3 Azioni di Progetto

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC 18, dalle accelerazioni ag e dalle relative forme spettrali.

Le forme spettrali previste dalle NTC 18 sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- ag: accelerazione orizzontale massima al sito;
- F0: valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- TC*: periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Le forme spettrali previste dalle NTC 18 sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e da vite di riferimento. A tal fine occorre fissare:

- la vita di riferimento VR della costruzione;
- le probabilità di superamento nella vita di riferimento PVR associate agli stati limite considerati, per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

A tal fine si utilizza come parametro caratterizzante la pericolosità sismica, il periodo di ritorno dell'azione sismica TR, espresso in anni. Fissata la vita di riferimento VR, i due parametri TR e PVR sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante la seguente espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1-P_{VR})} = -\frac{100}{\ln(1-0.1)} :$$

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

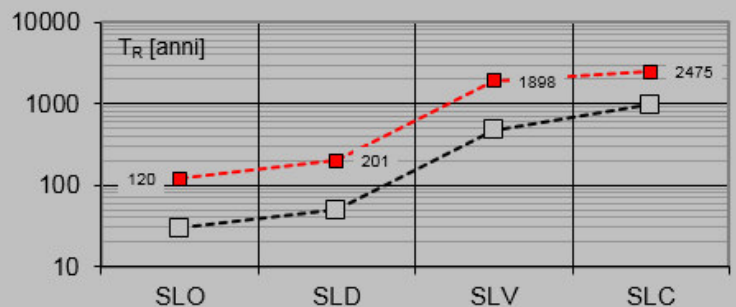
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

| | | |
|---------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| Stati limite di esercizio - SLE | SLO - $P_{VR} = 81\%$ | <input type="text" value="120"/> |
| | SLD - $P_{VR} = 63\%$ | <input type="text" value="201"/> |
| Stati limite ultimi - SLU | SLV - $P_{VR} = 10\%$ | <input type="text" value="1898"/> |
| | SLC - $P_{VR} = 5\%$ | <input type="text" value="2475"/> |

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

Scelta della strategia di progettazione

Qualora la attuale pericolosità sismica sul reticolo di riferimento non contempli il periodo di ritorno T_R corrispondente alla V_R e alla P_{VR} fissate, il valore del generico parametro p (ag , F_0 e TC^*) ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione, a partire dai dati relativi ai T_R previsti nella pericolosità sismica, utilizzando l'espressione seguente:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \times \log\left(\frac{T_R}{T_{R1}}\right) \times \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right) \right]^{-1}$$

Di seguito si riportano i grafici ed i valori dei parametri ag , F_0 e TC^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno stato limite.

| STATO LIMITE | T _R [anni] | a _g [g] | F ₀ [-] | T _C [*] [s] |
|--------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------------|
| SLO | 120 | 0,027 | 2,344 | 0,327 |
| SLD | 201 | 0,033 | 2,431 | 0,368 |
| SLV | 1898 | 0,064 | 2,739 | 0,530 |
| SLC | 2475 | 0,068 | 2,795 | 0,536 |

Valori dei parametri a_g, F₀, T_C^{*} per i periodi di ritorno T_R

2.5.4.4 Amplificazione stratigrafica

Dalle analisi condotte sul sito in esame e riportate nell'elaborato geologica del sito. (rif. par. 6.1 doc. A[1]) risulta che per la verifica delle opere è conveniente assumere la **Categoria di sottosuolo tipo "C"**.

"Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15<NSPT,30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70<cu,30 < 250 kPa nei terreni a grana fina)".

2.5.4.5 Condizioni topografiche

Con riferimento alle caratteristiche della superficie topografica inerente l'opera in oggetto (sempre come riportato nella relazione geologica generale (rif. par. 6.2 doc. A[1]), si adotta:

Categoria topografica T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.

2.5.4.6 Classe di duttilità

La costruzione soggetta all'azione sismica, non dotata di appositi dispositivi dissipativi, è stata progettata considerando un comportamento strutturale dissipativo per il quale gli effetti combinati delle azioni sismiche e delle altre azioni sono calcolati tenendo conto delle non linearità di comportamento. Nello specifico:

Classe di duttilità CD: [B] bassa.

2.5.4.7 Regolarità

La struttura è rispondente a tutti i requisiti di regolarità in pianta ed in elevazione:

Regolare in pianta no

Regolare in altezza no

2.5.4.8 Tipologia strutturale e fattore di struttura

La struttura è classificabile come: **Struttura a telaio in acciaio**

Il valore del fattore di struttura q , da utilizzare per ciascuna direzione della azione sismica, funzione della tipologia strutturale, del suo grado di iperstaticità e dei criteri di progettazione adottati e che prende in conto le non linearità del materiale, è determinabile come:

$$q = q_0 \times KR \quad \text{dove,}$$

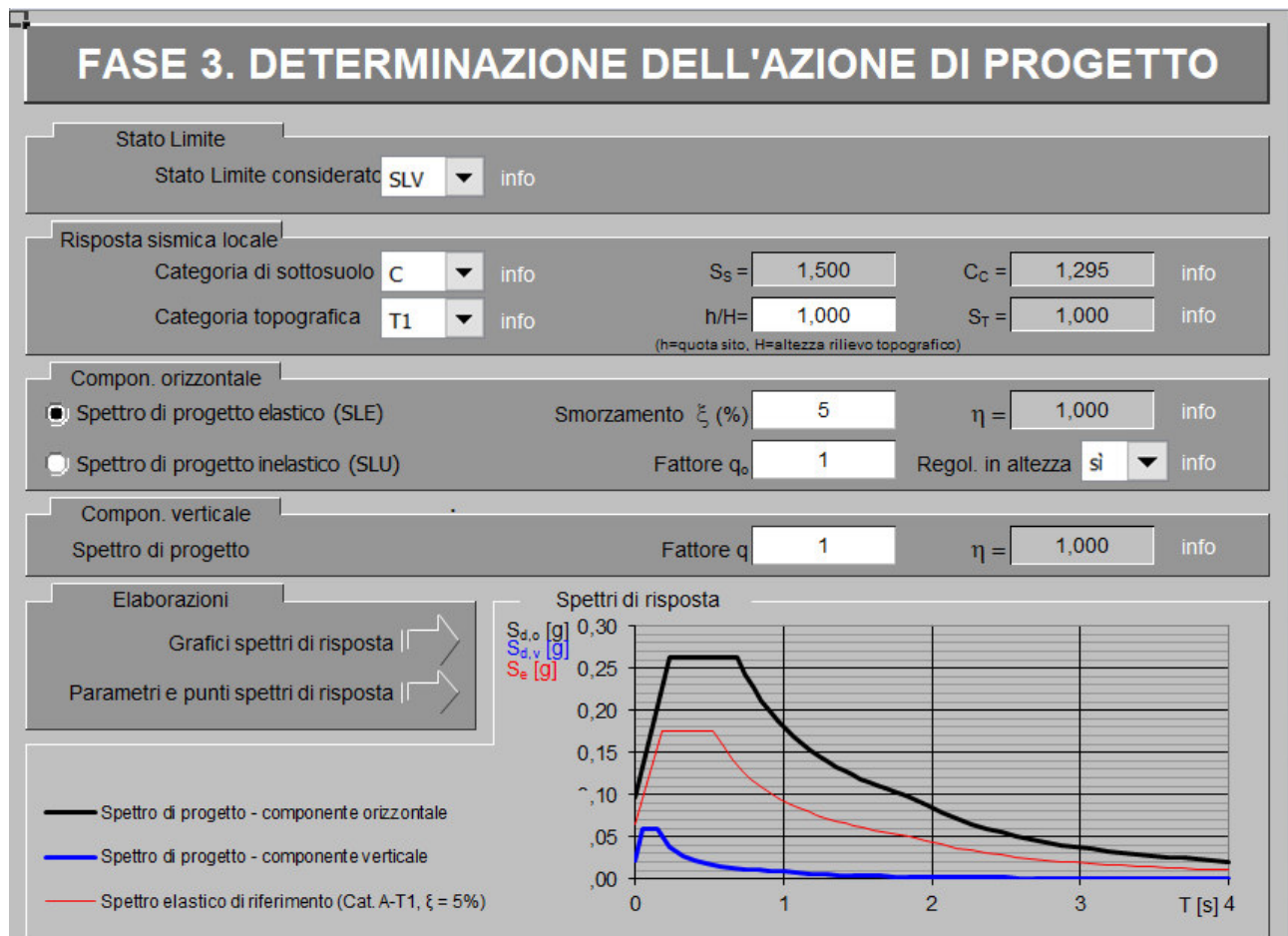
- $q_0 = 3,0 \alpha_u / \alpha_1$: per strutture con classe di duttilità CD "B" e struttura a telaio in acciaio,
- $\alpha_u / \alpha_1 = 1,1$ a telaio di un piano,;
- $KR = 0,8$ per strutture non regolari in altezza;

da cui:

$$q = q_0 \times KR = 3,0 \times 1,1 \times 0,8 = 2,64$$

In via cautelativa si utilizza un fattore di struttura $q_0=1$ con $Kr=1$ come indicato nel documento RFI E64864c

2.5.4.9 Spettri di risposta



Spettro di progetto inelastico (slv)

Il valore di accelerazione al suolo di progetto risulta inferiore a quella indicata nel documento RFI E64864c e pertanto verrà considerata un' accelerazione al suolo di progetto pari a 0.75/g

2.5.4.11 Calcolo coefficienti di spinta attiva e passiva in fase sismica

Il calcolo dei coefficienti di spinta attiva e passiva in fase sismica si determinano con la formulazione di Mononobe-okabe

Muro di Sostegno - Spinta in fase Sismica (Mononobe-Okabe)

| | | | |
|---|----------|-------------------------|---------------------|
| α (°c) | 90 | | |
| α (radian) | 1,5708 | | |
| β^* (°c) | 0 | | |
| β (radian) | 0 | | |
| δ (°c) | 17,33333 | | |
| δ (radian) | 0,302524 | | |
| φ (°c) | 26 | 30 | |
| φ (radian) | 0,453787 | | |
| Φ | 0,168559 | 0,20226737 | |
| A_g^*/g | 0,6 | 2*0,3 (vant. Sicurezza) | |
| K_h | 0,186 | | $\beta^* a_{max}/g$ |
| β^* | 0,31 | | tab 7,11,II |
| k_v | 0,093 | | 0,5*k _h |
| α [GSD] inclinazione del paramento interno del muro rispetto all'orizzontale (60-120) β [GSD] angolo di inclinazione, rispetto all'orizzontale, del terreno a monte del muro (0- ϕ) ϕ [GSD] angolo di attrito del terreno (0-45) δ [GSD] angolo di attrito tra terra e muro (0- ϕ) δ/ϕ [-] rapporto tra angolo di attrito terra-muro e angolo di attrito del terreno (0-1) k_h [-] coefficiente sismico orizzontale (0-0.5) k_v [-] coefficiente sismico verticale (0-0.5) | | | |
| I valori kae andranno utilizzati per calcolare le spinte attive tramite le relazioni: | | | |

$$K_{AE} = \frac{\sin^2(\alpha + \varphi - \theta)}{\cos \theta \sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta - \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \beta - \theta)}{\sin(\alpha - \delta - \theta) \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

$$K_{PE} = \frac{\sin^2(\alpha - \varphi + \theta)}{\cos \theta \sin^2 \alpha \sin(\alpha + \delta + \theta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi + \beta - \theta)}{\sin(\alpha + \delta + \theta) \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

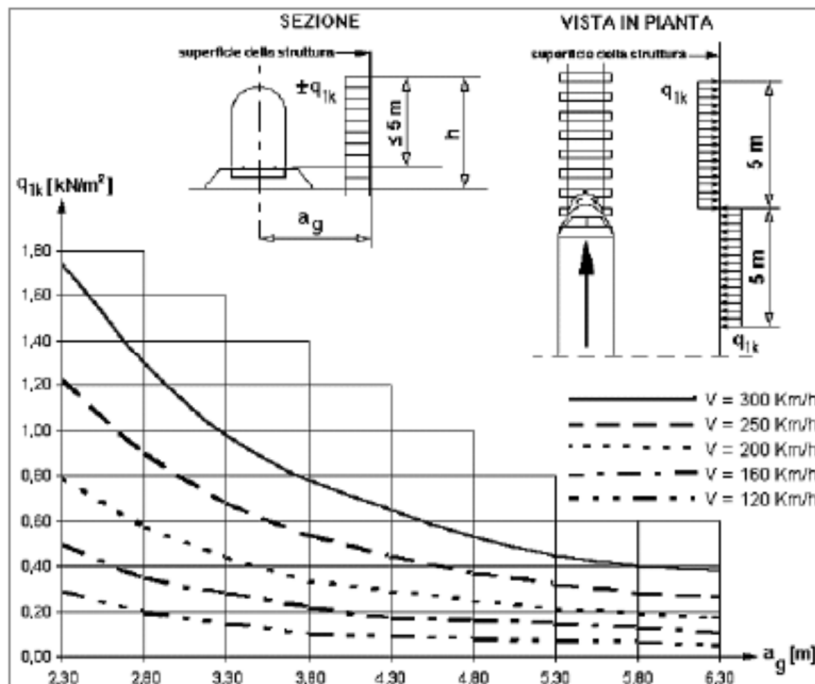
$$\theta = \arctan \frac{|k_h|}{1 \pm k_v}$$

kae 0,549075001 0,509194237 **0,549**

kpe 3,189042119 3,338291362 **3,189**

2.5.5 Azione Aerodinamica

L'azione aerodinamica dovuta al passaggio dei rotabili lungo linea si è valutata in accordo alla specifica RFI DTC INC PO SP IFS 001 A.



Valori caratteristici delle azioni q1k per superfici parallele al binario

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

FOGLIO
20 di 65

In accordo al documento RFI E64864c si è considerata la curva in figura di cui sopra relativa ad una velocità di 250 km/h con i seguenti coefficienti correttivi:

$k_1 = 1$ (per i casi di treni con forme aerodinamiche sfavorevoli);

$k_2 = 1.3$ (larghezza dei sostegni minore di 2.5 m).

$$q_{aer} = q_1 k \times k_1 \times k_2$$

Tale azione viene applicata in direzione concorde con quella del vento sulla superficie del sostegno e sulle condutture che insistono fino a livello +5m da terra, considerando il binario più vicino al sostegno.

2.6 Carichi eccezionali

2.6.1 Rottura dei conduttori

Il carico indotto dalla rottura dei fili di contatto dei conduttori in servizio può indurre sullo strallo di punto fisso, un tiro equivalente al tiro dei fili di contatto relativi.

In particolare:

sul sostegno di asse punto fisso si genera un'azione trasversale pari a:

$F_{t,ecc} = n \cdot T_{fc} \cdot (C/2R \pm a/C)$; dove:

n = numero di fili di contatto;

T_{fc} = Tiro max dei fili di contatto (daN);

C = Campata gravante (m);

R = Raggio della curva (m);

a = Disassamento dello strallo p.f. (proiettato sulla mensola)

Inoltre sul palo di ormeggio dello strallo di punto fisso si genera un'azione trasversale e verticale (oppure longitudinale) con rispettivi momenti flettenti alla base di seguito descritti:

in direzione trasversale

$F_{t,ecc} = n \cdot T_{fc} \cdot (C/2R \pm a/C_1)$; dove:

n = numero di fili di contatto;

T_{fc} = Tiro max dei fili di contatto (daN);

C_1 = Campata di riferimento (m);

R = Raggio della curva (m);

a = Disassamento dello strallo p.f. (proiettato sulla mensola)

Nel caso di presenza del tirante a terra il tiro dei conduttori in direzione longitudinale viene assorbito dallo stesso tirante a terra, pertanto, sul sostegno agisce un carico verticale di entità pari a :

$F_v, ecc = n \cdot T_{fc} \cdot \tan \alpha + p_{cat}$; dove:

n = numero di fili di contatto;

T_{fc} = Tiro max dei fili di contatto (daN);

ELABORATI GENERALI

**Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli**

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

FOGLIO
21 di 65

α = angolo del tirante a terra ($^{\circ}$);
pcat= peso della catena di ormeggio (daN);

Nel caso di assenza di tirante a terra, sul sostegno agisce un'azione longitudinale:

in direzione longitudinale

$F_l, ecc = n \cdot T_{fc} \cos \alpha^*$; dove:

n= numero di fili di contatto;
T_{fc}= Tiro max dei fili di contatto (daN);
 α^* = angolo che lo strallo di punto fisso forma con l'asse del binario ($^{\circ}$).

2.6.2 Sostituzione dei fili di contatto

Il carico prodotto dalla sostituzione dei fili di contatto può indurre sulle sospensioni e sugli ormeggi di Ra, un tiro equivalente al tiro di ulteriori fili di contatto relativi (per una fase provvisoria si potrebbe avere la presenza contemporanea di piu' coppie di fili di contatto).

In particolare:

sugli assi delle condutture si genera un'azione trasversale pari a:

$F_{t, ecc} = F_{t, fc}$ (e relativo momento flettente alla base) ;

un azione verticale pari a

$F_{z, fcecc} = P_{fc} \cdot C$ (e relativo momento flettente alla base)

Inoltre sul palo di ormeggio di R.A. si genera un 'azione trasversale e verticale (oppure longitudinale) con rispettivi momenti flettenti alla base equivalenti a quelli dei fili di contatto definitivi.

Da notare che le combinazioni di calcolo STR7 , ovvero quelle in cui si considerano le azioni eccezionali vengono calcolate con i tiri max a -20 $^{\circ}$.

ELABORATI GENERALI
**Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
 fuori standard: sostegno TE in rettilo con DR
 maggiorata e ormeggio trefoli**

COMMESSA IA7K LOTTO 00 D 18 CODIFICA CL DOCUMENTO LC0000 002 REV. A FOGLIO 22 di 65

3 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico utilizzate nel calcolo dei sostegni e delle relative fondazioni sono quelle delle NTC 2018 e di seguito elencate:

| CMB | Case name | Coefficiente Amplificativo | CMB | Case name | Coefficiente Amplificativo | CMB | Case name | Coefficiente Amplificativo | CMB | Case name | Coefficiente Amplificativo |
|----------|---------------------|----------------------------|------|-------------|----------------------------|----------|---------------------|----------------------------|----------|---------------------|----------------------------|
| STR1 | G1:C.P.S. | 1,30 | SLV1 | G1:C.P.S. | 1,00 | GEO1-SLU | G1:C.P.S. | 1,00 | Equ1 | G1:C.P.S. | 0,90 |
| | G2:C.P.N.S. | 1,50 | | G2:C.P.N.S. | 1,00 | | G2:C.P.N.S. | 1,30 | | G2:C.P.N.S. | 1,50 |
| STR2-V+X | G1:C.P.S. | 1,30 | | Sisma X | 1,00 | GEO2-SLU | G1:C.P.S. | 1,00 | Equ2-V+X | G1:C.P.S. | 0,90 |
| STR2-V-X | G2:C.P.N.S. | 1,50 | | Sisma Y | 0,30 | | G2:C.P.N.S. | 1,30 | Equ2-V-X | G2:C.P.N.S. | 1,50 |
| | Q1: ICE | 1,50 | SLV2 | G1:C.P.S. | 1,00 | | Q1: ICE | 1,30 | | Q1: ICE | 1,50 |
| | Q3: WIND X (ICE) | 0,90 | | G2:C.P.N.S. | 1,00 | | Q3: WIND X (ICE) | 0,78 | | Q3: WIND X (ICE) | 0,90 |
| STR3-V+X | G1:C.P.S. | 1,30 | | Sisma X | 1,00 | GEO3-SLU | G1:C.P.S. | 1,00 | Equ3-V+X | G1:C.P.S. | 0,90 |
| STR3-V-X | G2:C.P.N.S. | 1,50 | | Sisma Y | -0,30 | | G2:C.P.N.S. | 1,30 | Equ3-V-X | G2:C.P.N.S. | 1,50 |
| | Q1: ICE | 0,75 | SLV3 | G1:C.P.S. | 1,00 | | Q1: ICE | 0,65 | | Q1: ICE | 0,75 |
| | Q3: WIND X (ICE) | 1,50 | | G2:C.P.N.S. | 1,00 | | Q3: WIND X (ICE) | 1,30 | | Q3: WIND X (ICE) | 1,50 |
| STR4-V+X | G1:C.P.S. | 1,30 | | Sisma X | -1,00 | GEO4-SLU | G1:C.P.S. | 1,00 | Equ4-V+X | G1:C.P.S. | 0,90 |
| STR4-V-X | G2:C.P.N.S. | 1,50 | | Sisma Y | 0,30 | | G2:C.P.N.S. | 1,30 | Equ4-V-X | G2:C.P.N.S. | 1,50 |
| | Q2: WIND X (NO ICE) | 1,50 | SLV4 | G1:C.P.S. | 1,00 | | Q2: WIND X (NO ICE) | 1,30 | | Q2: WIND X (NO ICE) | 1,50 |
| STR5-V+Y | G1:C.P.S. | 1,30 | | G2:C.P.N.S. | 1,00 | GEO5-SLU | G1:C.P.S. | 1,00 | Equ5-V+Y | G1:C.P.S. | 0,90 |
| STR5-V-Y | G2:C.P.N.S. | 1,50 | | Sisma X | -1,00 | | G2:C.P.N.S. | 1,30 | Equ5-V-Y | G2:C.P.N.S. | 1,50 |
| | Q2: WIND Y(NO ICE) | 1,50 | | Sisma Y | -0,30 | | Q2: WIND Y(NO ICE) | 1,30 | | Q2: WIND Y(NO ICE) | 1,50 |
| STR6-V+X | G1:C.P.S. | 1,30 | SLV5 | G1:C.P.S. | 1,00 | GEO6-SLU | G1:C.P.S. | 1,00 | Equ6-V+X | G1:C.P.S. | 0,90 |
| STR6-V-X | G2:C.P.N.S. | 1,50 | | G2:C.P.N.S. | 1,00 | | G2:C.P.N.S. | 1,30 | Equ6-V-X | G2:C.P.N.S. | 1,50 |
| | Q2: WIND X(NO ICE) | 1,05 | | Sisma X | 0,30 | | Q2: WIND X(NO ICE) | 0,91 | | Q2: WIND X(NO ICE) | 1,05 |
| | Q2: WIND Y(NO ICE) | 1,05 | | Sisma Y | 1,00 | | Q2: WIND Y(NO ICE) | 0,91 | | Q2: WIND Y(NO ICE) | 1,05 |
| STR7 | G1:C.P.S. | 1,00 | SLV6 | G1:C.P.S. | 1,00 | GEO7-SLU | G1:C.P.S. | 1,00 | Equ7 | G1:C.P.S. | 0,90 |
| | G2:C.P.N.S. | 1,00 | | G2:C.P.N.S. | 1,00 | | G2:C.P.N.S. | 1,00 | | G2:C.P.N.S. | 1,00 |
| | ECC1 | 1,00 | | Sisma X | -0,30 | | ECC1 | 1,00 | | ECC1 | 1,00 |
| | | | | Sisma Y | 1,00 | | | | | | |
| | | | SLV7 | G1:C.P.S. | 1,00 | | | | | | |
| | | | | G2:C.P.N.S. | 1,00 | | | | | | |
| | | | | Sisma X | 0,30 | | | | | | |
| | | | | Sisma Y | -1,00 | | | | | | |
| | | | SLV8 | G1:C.P.S. | 1,00 | | | | | | |
| | | | | G2:C.P.N.S. | 1,00 | | | | | | |
| | | | | Sisma X | -0,30 | | | | | | |
| | | | | Sisma Y | -1,00 | | | | | | |

Le verifiche saranno pertanto svolte utilizzando tutte le combinazioni sopra riportate e successivamente, individuando le combinazioni di carico peggiorative per ciascuna verifica effettuata, con:

- combinazione fondamentale con vento in direzione +x e/o +y;

ELABORATI GENERALI

**Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli**

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

FOGLIO
23 di 65

- combinazione fondamentale con vento in direzione -x e/o +y;
- combinazione equilibrio con vento in direzione +x e/o +y;
- combinazione equilibrio con vento in direzione -x e/o +y;
- combinazione con carichi di esercizio e carichi eccezionali;
- combinazione sismica.

ELABORATI GENERALI

**Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli**

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

FOGLIO
24 di 65

4 CRITERI DI VERIFICA DEI SOSTEGNI

I sostegni della presente relazione sono verificati in accordo con le prescrizioni della NTC2008 in base ai seguenti criteri.

4.1 Verifiche di Resistenza del sostegno

Per ciascun stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

Dove E_d è il valore di progetto delle azioni o dell'effetto delle azioni e R_d è il valore di progetto delle resistenze del sistema strutturale considerato.

4.2 Verifiche a Taglio

La verifica a taglio dei sostegni in oggetto della presente relazione viene eseguita in accordo al paragrafo 4.2.4.1.2.4 delle NTC 2018.

Occorre verificare che:

$V_{Ed} < V_{c,Rd}$ La risultante delle azioni di taglio sia inferiore alla resistenza a taglio di calcolo.

dove:

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v \times f_{yk}}{\sqrt{3} \gamma_{ms}} \quad \text{Resistenza a taglio di calcolo (daN)}$$

$$A_v = A - 2btf + (tw + r)tf \quad \text{Area di Taglio per profilati a C (cm}^2\text{)}$$

Dove:

b=larghezza delle ali;

tf=spessore delle ali;

tw=spessore dell'anima

E' possibile non considerare il contributo del taglio nella flessione se:

$$V_{Ed} < 0.5V_{c,Rd}$$

4.3 Verifiche a Presso-Flessione Retta (Combinazioni STR-SISMA)

La verifica a presso-flessione biassiale (di resistenza) viene eseguita in accordo al paragrafo 4.2.4.1.2.8 delle NTC 2018.

Occorre, cautelativamente verificare che:

$$M_{x,Ed}/M_{N_{x,Ed}} + M_{y,Ed}/M_{N_{y,Ed}} \leq 1$$

La somma dei rapporti tra i momenti agenti nelle due direzioni di progetto e i momenti resistenti della sezione nelle due direzioni sia inferiore o uguale a 1.

In particolare:

| 1. Verifica di Resistenza | | | |
|--|--------------|------|--|
| descrizione | Simbolo | U.M. | ila/Rif. Normativo |
| Azione normale plastica di calcolo | $N_{pl,Rd}$ | daN | $A f_{yk} / \gamma_{Ms} \times 10^{-1}$ |
| limitazione piano x-x | | daN | $0,25 \times N_{pl,Rd}$ |
| limitazione piano x-x | | daN | $0,5 h w t w f y / \gamma_{Ms} \times 10^{-1}$ |
| limitazione piano y-y | | daN | $h w t w f y / \gamma_{Ms} \times 10^{-1}$ |
| Verifica combinazione | | | |
| piano x-x | | | No contributo azione normale |
| piano y-y | | | No contributo azione normale |
| Rapporto | n | | $N_{Ed} / N_{pl,Rd}$ |
| Momento ridotto del contr. Sforzo normale dir. X | $M_{N,x,Rd}$ | daNm | $W_{pl,x} f_{yk} / \gamma_{Ms}$ |
| Momento ridotto del contr. Sforzo normale dir. Y | $M_{N,y,Rd}$ | daNm | $W_{pl,y} f_{yk} / \gamma_{Ms}$ |
| Verifica di resistenza | | OK | $(M_{x,Ed} / M_{N,x,Rd}) + (M_{y,Ed} / M_{N,y,Rd}) \leq 1$ |

La verifica viene svolta considerando sia con la combinazione di carico massima str con vento in direzione +x, che con vento -x, sia con la massima combinazione sismica.

4.4 Verifiche di Stabilità del palo e delle tralicciature

Le verifiche di stabilità vengono eseguite in accordo al paragrafo 4.2.4.1.3 delle NTC 2018. Occorre verificare che:

$N_{Ed} \leq N_{b,Rd}$ Il valore dello sforzo normale max di esercizio sia inferiore o uguale alla resistenza ad instabilità del delle UPN e delle stesse tralicciature

Dove:

$N_{b,Rd} = \chi A_{eq} f_{yk} / \gamma_{m1}$ resistenza ad instabilità del sostegno (daN)

$\chi = 1 / \phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2}$ coefficiente di riduzione per instabilità

$\phi = 0.5(1 + \alpha(\lambda - 0.2) + \lambda^2)$

α fattore di imperfezione (Tabella 4.2 VIII NTC 2018)

$\lambda = \sqrt{A_{eq} f_{yk} / N_{cr}}$ Snellezza adimensionale

$N_{cr} = \pi^2 E J_{eq} / L_0^2$ Carico critico Euleriano (daN)

$L_0 = \beta \times h_c$ Lunghezza libera di inflessione (m)

Le verifiche suddette si applicano ad entrambi gli assi principali x-x e y-y.

In particolare nelle schede di verifica ai paragrafi successivi troviamo:

| 2. Verifica di Stabilità | | | | |
|--|-------------|------|------|--|
| 2.1.1 Direzione x-x | | | | |
| descrizione | Simbolo | | U.M. | Formula/Rif. Normativo |
| | βx | 2 | | |
| Lunghezza libera di inflessione | $L_{0,x}$ | | m | $\beta x \times h c 1$ |
| Carico critico euleriano | $N_{cr,x}$ | | | $\pi^2 \times E \times J t / L_{0,x}^2$ |
| Snellezza adimensionale | λx | | - | $\sqrt{A \times f_{yk} / N_{cr,x}}$ |
| Fattore di imperfezione | α | 0,49 | | Tab. 4.2.VIII NTC 2018 |
| | | | | $0,5[1 + \alpha(\lambda x - 0,2) + \lambda x^2]$ |
| Coefficiente di riduzione per instabilità compressione | χX | | | $1 / \phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda x^2} \leq 1$ |

ELABORATI GENERALI
Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA IA7K LOTTO 00 D 18 CODIFICA CL DOCUMENTO LC0000 002 REV. A FOGLIO 26 di 65

| 2.1.2 Direzione y-y | | | | |
|--|-------------|------|------|---|
| descrizione | Simbolo | | U.M. | Formula/Rif. Normativo |
| | β_y | | | |
| Lunghezza libera di inflessione | $L_{0,y}$ | | m | $\beta_z \times hc_2$ |
| Carico critico euleriano | $N_{cr,y}$ | | | $\pi^2 \times E \times I_t / L_{0,y}^2$ |
| Snellezza adimensionale | λ_y | | | $\sqrt{A \times f_{yk} / N_{cr,y}}$ |
| Fattore di imperfezione | α | 0,49 | | Tab. 4.2.VIII NTC 2018 |
| | Φ | 0,96 | | $0,5[1+\alpha(\lambda_y-0,2)+\lambda_y^2]$ |
| Coefficiente di riduzione per instabilità compressione | χ_y | | | $1/\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda_y^2} \leq 1$ |
| Altezza per calcolo lunghezza libera di inflessione | hc_2 | | m | |

Per la verifica dei sostegni alla instabilità per presso-flessione deviata si è utilizzato il metodo B c4.2.4.1.3.3.2 della circolare N.7/2019, in quanto tiene in considerazione anche delle deformazioni torsionali ad essi indotte.

In particolare occorre verificare che:

| | | |
|-----------------|----------|--|
| descrizione | U.M. | ila/Rif. Normativo |
| primo termine | | $(N_{ed}-P_{palo}) \times \gamma_{m1} / (\chi_x \times A \times f_{yk}) + P_{palo} \times \gamma_{m1} / (\chi_x \times A \times f_{yk})$ |
| secondo termine | | $k_{yy} \times M_{y,Ed} \times \gamma_{m1} / (\chi_{LT} \times W_x \times f_{yk})$ |
| terzo termine | | $k_{yz} \times M_{y,Ed} \times \gamma_{m1} / (\chi_{LT} \times W_y \times f_{yk})$ |
| somma | ≤ 1 | OK |
| primo termine | | $(N_{ed}-P_{palo}) \times \gamma_{m1} / (\chi_y \times A \times f_{yk}) + P_{palo} \times \gamma_{m1} / (\chi_y \times A \times f_{yk})$ |
| secondo termine | | $k_{zy} \times M_{y,Ed} \times \gamma_{m1} / (\chi_{LT} \times W_x \times f_{yk})$ |
| terzo termine | | $k_{zz} \times M_{y,Ed} \times \gamma_{m1} / (\chi_{LT} \times W_y \times f_{yk})$ |
| somma | ≤ 1 | OK |

I coefficienti K vengono calcolati secondo la tabella C4.2.V per sezioni di classe 1 e 2

Dove:

| 2.2 Coefficienti riduzione per instabilità a flessione deviata per elementi deformabili torsionalmente | | | | |
|--|-----------------|----------|------|--|
| descrizione | Simbolo | | U.M. | Formula/Rif. Normativo |
| | λ_{LTO} | 0,40 | | |
| | β | 0,75 | | |
| Aliquota momenti flettenti di estremità | ψ | 0,25 | | |
| | k_c | 0,802 | | $1/(1,33-0,33\psi)$ |
| Coefficiente correttivo | α_{LT} | 0,34 | | Tab. 4.2.IX NTC 2018 |
| Coefficiente che dipende dalle cond. di carico e vincoli | C_1 | 1,0 | | Valore unitario conservativo |
| Coefficiente di lunghezza efficace | k | 0,70 | | |
| Coefficiente di ingobbamento di un estremo | k_w | 1,0 | | Valore unitario conservativo |
| Distanza ritegni torsionali | L | 5,12 | m | |
| Momento critico elastico di instabilità flessio-torsionale | M_{cr} | 45085,35 | daNm | Appendice F ENV 1993-1-1 |
| Coefficiente di snellezza adimensionale | λ_{LT} | 0,62 | | $\sqrt{W_y \times f_{yk} / M_{cr}}$ |
| | f | 0,907 | | $1-0,5(1-k_c)[1-2,0(\lambda_{LT}-0,8)^2]$ |
| | Φ_{LT} | 0,68 | | $0,5[1+\alpha_{LT}(\lambda_{LT}-\lambda_{LTO})+\beta \times \lambda_{LT}^2]$ |

ELABORATI GENERALI
Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA IA7K LOTTO 00 D 18 CODIFICA CL DOCUMENTO LC0000 002 REV. A FOGLIO 27 di 65

| | | | | | |
|-----------------------------|----------------|-------|------------|--|--------------------------|
| | χ_{LT} | 1,00 | | $1/f \times 1/\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \lambda_{LT}^2}$ | |
| coefficiente di sicurezza | γ_{m1} | 1,1 | | | 1,12 |
| Coefficiente correttivo | α_{my} | 0,7 | $\geq 0,4$ | tab. C4.2.VI Circ. n.7/2019 | |
| Coefficiente correttivo | α_{mz} | 0,7 | $\geq 0,4$ | tab. C4.2.VI Circ. n.7/2019 | |
| Coefficiente correttivo | α_{mLT} | 0,7 | $\geq 0,4$ | tab. C4.2.VI Circ. n.7/2019 | |
| coefficiente di interazione | k_{yy} | 0,825 | \leq | 0,795 | NO |
| coefficiente di interazione | k_{yz} | 0,463 | | | |
| coefficiente di interazione | k_{zy} | 0,908 | \geq | 0,884 | per $\lambda_z \geq 0,4$ |
| coefficiente di interazione | k_{zz} | 0,772 | \leq | 0,802 | OK |
| | | | | | |

considerando come momento critico la seguente espressione da appendice F ENV 1993 1-1

$$M_{cr} = \frac{\pi^2 E I_z}{L^2} \left[\frac{I_w}{I_z} + \frac{L^2 G I_t}{\pi^2 E I_z} \right]^{0,5}$$

dove: $G = \frac{E}{2(1+\nu)}$

I_t è la costante di torsione;

I_w è la costante di ingobbamento;

I_z è il momento di inerzia attorno all'asse minore;

L è la lunghezza della trave fra i punti che hanno vincolo laterale.

4.5 Calcolo dello strapiombo

Lo strapiombo rappresenta la contrefreccia da applicare al sostegno in fase di posa . Viene espresso in mm/m e calcolato con i carichi alla base del sostegno della combinazione A2.

$$S_t = -f_0 / h_m \quad \text{Strapiombo (mm/m)}$$

Dove:

$$f_0 = (F \times h m^3) / (3 J_{eq} E) \quad \text{Freccia provocata dalla forza F (cm)}$$

$$F = (M_P + M_H) / h_m \quad \text{Forza applicate a quota mensola per calcolo strapiombo (daN)}$$

$$(M_P + M_H) \quad \text{Somma dei momenti da carichi permanenti verticali e orizzontali (daNm)}$$

$$h_m \quad \text{Quota di attacco della mensola}$$

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

FOGLIO
28 di 65

5 CRITERI DI VERIFICA FONDAZIONI

Le fondazioni oggetto della presente relazione sono verificate in accordo con le prescrizioni della NTC2018 in base ai seguenti criteri.

5.1 Verifiche di portanza della fondazione

Per ciascun stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

Dove E_d è il valore di progetto delle azioni o dell'effetto delle azioni e R_d è il valore di progetto delle resistenze del sistema geotecnico considerato. Il valore di progetto delle azioni può essere espresso come:

$$E_d = E \left(\gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right)$$

Ovvero:

$$E_d = \gamma_E E \left(F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right)$$

Dove $\gamma_E = \gamma_F$, F_k è il valore caratteristico delle azioni, X_k è il valore caratteristico dei parametri del terreno.

Il valore di progetto delle resistenze del sistema geotecnico può essere espresso come:

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} R \left(\gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right)$$

Effetto delle azioni e resistenza sono espresse in funzione delle azioni di progetto $\gamma_F F_k$, dei parametri di progetto del terreno X_k/γ_M e della geometria di progetto a_d . L'effetto delle azioni può anche essere valutato direttamente come $E_d = \gamma_E E_k$. Nella formulazione delle resistenze R_d , compare esplicitamente un coefficiente γ_R che opera direttamente sulle resistenze del sistema. La verifica della suddetta condizione deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3).

5.2 Verifiche agli Stati Limite

I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza sono scelti nell'ambito di due approcci di analisi distinti e alternativi:

Approccio 1

Combinazione 1: (A1+M1+R1) – SLU (STR)

Combinazione 2: (A2+M2+R2) – SLU (GEO)

Approccio 2

Combinazione 1: (A1+M1+R3)

Le verifiche vengono effettuate tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tab. 6.2.I, 6.2.II e 6.4.I del D.M. 17/01/2018. In particolare di seguito vengono riportate le suddette tabelle.

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

| | Effetto | Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E) | EQU | (A1) | (A2) |
|--------------------------------|-------------|---|-----|------|------|
| Carichi permanenti G_1 | Favorevole | γ_{G1} | 0,9 | 1,0 | 1,0 |
| | Sfavorevole | | 1,1 | 1,3 | 1,0 |
| Carichi permanenti $G_2^{(1)}$ | Favorevole | γ_{G2} | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| | Sfavorevole | | 1,5 | 1,5 | 1,3 |
| Azioni variabili Q | Favorevole | γ_{Q1} | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | Sfavorevole | | 1,5 | 1,5 | 1,3 |

Tabella 2 – Coefficienti parziali Azioni

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

| Parametro | Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale | Coefficiente parziale γ_M | (M1) | (M2) |
|--|--|-------------------------------------|------|------|
| Tangente dell'angolo di resistenza al taglio | $\tan \varphi'_k$ | $\gamma_{\varphi'}$ | 1,0 | 1,25 |
| Coesione efficace | c'_k | $\gamma_{c'}$ | 1,0 | 1,25 |
| Resistenza non drenata | c_{uk} | γ_{cu} | 1,0 | 1,4 |
| Peso dell'unità di volume | γ_γ | γ_γ | 1,0 | 1,0 |

Tabella 3 – Coefficienti parziali Parametri

| VERIFICA | COEFFICIENTE PARZIALE | | |
|-------------------|-----------------------|------------------|------------------|
| | (R1) | (R2) | (R3) |
| Capacità portante | $\gamma_R = 1.0$ | $\gamma_R = 1.8$ | $\gamma_R = 2.3$ |
| Scorrimento | $\gamma_R = 1.0$ | $\gamma_R = 1.1$ | $\gamma_R = 1.1$ |

Tabella 4– Coefficienti parziali Resistenze

5.3 Capacità Portante Fondazione

La verifica della capacità portante del terreno di fondazione è svolta in accordo con le NTC2018. La verifica della capacità portante consiste nel confronto tra il carico verticale di esercizio in fondazione e il carico limite per il terreno. La stabilità della base della fondazione nei riguardi di un superamento della capacità portante viene assicurata applicando alla capacità portante ultima calcolata un fattore di sicurezza maggiore uguale a 2,3.

Per il calcolo della capacità portante si è adottato il metodo descritto in "Lancellotta- Geotecnica- Ed. Zanichelli .-1993" basato sulle indicazioni teoriche di diversi autori (Terzaghi, Meyerof, Vesic e

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

FOGLIO
30 di 65

Brinch Hansen) che fornisce la seguente espressione generale per la valutazione della pressione limite di rottura del terreno:

$$q_{lim} = c' N_c D_c S_c + q_o' N_q D_q S_q + 0,5 \gamma A' N_\gamma D_\gamma S_\gamma$$

dove:

- γ = Peso di volume efficace del terreno di fondazione;
- c', ϕ' = Parametri di resistenza al taglio del terreno di fondazione in condizioni drenate;
- A' = Dimensione efficace della fondazione, funzione dell'eccentricità dei carichi;
- q_o' = Pressione efficace litostatica verticale al livello del piano di posa della fondazione;
- N_q, N_c, N_γ = Fattori di capacità portante funzione della resistenza al taglio;
- S_g, S_c, S_γ = Fattori di forma dipendenti dal rapporto fra le dimensioni dell'impronta della fondazione;
- D_g, D_c, D_γ = Fattori di profondità funzione del rapporto fra l'approfondimento del piano di posa e le dimensioni reali della fondazione;

Altri simboli utilizzati nelle verifiche:

- B = dimensione reale della fondazione longitudinale al binario;
- A = dimensione reale della fondazione trasversale al binario;
- A_{ef} = $B' \times A'$ = area efficace della fondazione;
- e_T = eccentricità del carico rapporto tra momento flettente e carico verticale in direzione trasversale al binario;
- e_L = eccentricità del carico rapporto tra momento flettente e carico verticale in direzione longitudinale al binario;

La pressione ammissibile netta vale:

$$P_{amm} = (q_{lim} - q_o') / FS + q_o'$$

Le dimensioni efficaci della fondazione sono valutate tramite le seguenti espressioni (Meyeroff, 1953):

$$B' = B - 2e_T$$

$$A' = A - 2e_L$$

Per il calcolo dei fattori di capacità portante N_q e N_c si farà riferimento alle espressioni ricavate da Prandtl (1921) e da Reissner (1924). Per il fattore N_γ si fa riferimento all'espressione proposta da Caquot e Kérisel (1953):

$$N_q = \tan^2(\pi/4 + \phi'/2) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \phi'$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \phi'$$

Per i coefficienti di forma si adottano le seguenti espressioni:

ELABORATI GENERALI

**Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli**

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

FOGLIO
31 di 65

$$s\gamma = 1 + 0.1 \cdot (B'/A') \cdot K_p$$

$$K_p = (1 + \sin\phi') / (1 - \sin\phi')$$

$$s_c = 1 + 0.2 \cdot (B'/A') \cdot K_p$$

$$s_q = s_\gamma$$

Per tener conto dell'approfondimento del piano di posa si adottano le seguenti espressioni:

$$d\gamma = 1$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot \tan\phi' \cdot (1 - \sin\phi')^2 \cdot k$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \cdot \tan\phi')$$

essendo:

$$k = (D_f / A) \quad \text{per } D_f/A \leq 1$$

$$k = \tan^{-1}(D_f / A) \quad \text{per } D_f/A > 1$$

La forza verticale limite vale:

$$F_{zlim} = q_{lim} \times A_{ef}$$

Il fattore di sicurezza della capacità portante può essere espresso come:

$$FC = q_{LIM} / [(N_{Ed} + P_b) / A_{ef}]$$

Dove q_0 è la pressione litostatica verticale al livello del piano di posa della fondazione.

5.4 Verifica a Ribaltamento (EQU-M2-R2)

La verifica è svolta secondo le prescrizioni della NTC 2018 e CEI EN 50119 par. 6.5.7, considerando tutte le combinazioni EQU-M2 (con riduzione tg angolo di attrito e coesione)

Per fondazioni caricate mediante sollecitazioni trasversali e longitudinali rispetto al binario si avrà:

$$M_{rib,T} = M_T + (T_T \times (C+C1) + M_{Sa,T} + c_x \cdot M_{Si,BI}(\text{solo caso sismico})) \quad (\text{momento ribaltante trasversale})$$

$$M_{rib,L} = M_L + (T_L \times (C+C1) + M_{Sa,L} + c_y \cdot M_{Si,BI}(\text{solo caso sismico})) \quad (\text{momento ribaltante longitudinale})$$

$$M_{res,T} = [N_{ed} \times A_2 + (A_x B_x C_x g_{cls})] \times (A/2) \times 0.9 + ((A_1 \times B_1 \times C_1 \times g_{cls})) \times A_2 \times 0.9 + M_{sp,T} [N_{ed} \times (A-A_2) + (A_x B_x C_x g_{cls})] \times (A/2) \times 0.9 + ((A_1 \times B_1 \times C_1 \times g_{cls})) \times (A-A_2) \times 0.9 + M_{sp,T} \cdot \text{ContrTerreno} \quad (\text{momento stabilizzante trasversale nel caso di Momento ribaltante totale positivo})$$

$$M_{res,T} = [N_{ed} \times A_2 + (A_x B_x C_x g_{cls})] \times (A/2) + ((A_1 \times B_1 \times C_1 \times g_{cls})) \times A_2 + M_{sp,T} [N_{ed} \times (A-A_2) + (A_x B_x C_x g_{cls})] \times (A/2) \times 0.9 + ((A_1 \times B_1 \times C_1 \times g_{cls})) \times (A-A_2) \times 0.9 + M_{sp,T} \cdot \text{ContrTerreno} \quad (\text{momento stabilizzante trasversale nel caso di Momento ribaltante totale negativo})$$

$$M_{res,L} = (N_{Ed} + P_b + \gamma \times C_1 \times A \times B) \times B/2 + M_{sp,L} \quad (\text{momento stabilizzante longitudinale})$$

$$S_{p,T} = \frac{1}{2} \times k_p \times \gamma \times (C+C1)^2 \times B \quad (\text{da non considerare nel lato opposto al binario})$$

$$S_{p,T} = \frac{1}{2} \times k_p \times \gamma \times (C+C1)^2 \times B_x (1 - k_v) \quad (\text{da non considerare nel lato opposto al binario nel caso sismico})$$

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

FOGLIO
32 di 65

$$S_{p,L} = \frac{1}{2} \times k_p \times \gamma \times (C+C1)^2 \times A$$

$$S_{p,L} = \frac{1}{2} \times k_p \times \gamma \times (C+C1)^2 \times A (1+k_v) \text{ (nel caso sismico)}$$

$$S_{i,BI} = P_{bl} \times K_h \text{ (nel caso sismico)}$$

$$(K_p = (1+\text{sen}\phi') / (1-\text{sen}\phi')) \quad \text{(coefficiente di spinta passiva)}$$

$$M_{sp,T} = (C+C1)/3 \times S_{p,T} \quad \text{(momento dovuto alla spinta passiva in direzione trasversale)}$$

$$M_{sp,L} = (C+C1)/3 \times S_{p,L} \quad \text{(momento dovuto alla spinta passiva in direzione longitudinale)}$$

$$M_{si,BL} = (C+C1)/2 \times S_{i,BI} \text{ (momento dovuto alla massa inerziale nel caso sismico)}$$

dove:

N_{Ed} = carico verticale totale agente alla base del blocco [kN]

P_b = peso del blocco di fondazione

A = lato inferiore fondazione direzione trasv. al binario [m]

B = lato inferiore fondazione direzione long. al binario [m]

C = Altezza lato opposto al binario del blocco di fondazione [m]

$A1$ = lato superiore fondazione direzione trasv. al binario [m]

$B1$ = lato superiore fondazione direzione long. al binario [m]

$C1$ = Differenza Altezza del blocco di fondazione- ($C_{tot}-C$) [m]

C_{tot} = Altezza totale lato binario del blocco di fondazione [m]

K_h = coefficiente sismico orizzontale

K_v = coefficiente sismico verticale

c_x = coefficiente amplificazione dei carichi sismici in direzione trasversale

c_y = coefficiente amplificazione dei carichi sismici in direzione longitudinale

T_T = azione di taglio trasversale agente nel punto di incastro del palo [kN]

T_L = azione di taglio longitudinale agente nel punto di incastro del palo [kN]

γ = peso di unità di volume del terreno di fondazione

ϕ' = angolo di attrito del terreno

La verifica è soddisfatta se:

$$M_{rib,T} / (M_{res,T}) + M_{rib,L} / (M_{res,L}) \leq 1 \text{ (formula 15 della CEI EN 50119)}$$

5.5 Verifica a Scorrimento (approccio 2-A1-M1-R3)

Per la verifica a scorrimento del blocco lungo il piano di fondazione deve risultare, che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa, che tendono a fare scorrere la fondazione, deve essere minore di tutte le forze parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. In particolare, la Normativa, richiede che il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scorrimento F_R e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro F_s sia:

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

FOGLIO
33 di 65

$$FR / Fs \geq R3 = 1,1 \text{ per l'approccio 2}$$

Con F_s , somma delle componenti della spinta parallela al piano di posa (taglio massimo), e con FR , la forza resistente.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione, N_{Ed} e P_b sono rispettivamente il carico totale di calcolo agente sul blocco e il peso del blocco stesso, indicando con " δ " l'angolo d'attrito fondazione si avrà:

$$F_r = (N_{Ed} + P_b) \times \tan \delta$$

Si assume un valore di " δ " pari a 2/3 dell'angolo d'attrito del terreno.

5.6 Verifica elementi strutturali

Di seguito si riportano i criteri di verifica delle armature per le fondazioni considerate.

5.6.1 Limiti Normativi

L'armatura longitudinale non deve essere inferiore allo 0.2% della sezione (p.to 7.2.5 NTC2018).

5.6.2 Criteri di verifica

Le verifiche saranno svolte sul baggiolo di fondazione, in quanto risulta essere l'elemento più debole.

Le verifiche saranno svolte con l'ausilio del programma VCASLU del prof. Gelfi. Tale programma esegue le verifiche a presso flessione di sezioni in C.A. armate di qualsiasi geometria con il metodo degli Stati Limite, nel rispetto delle NTC2018.

6 METODO DI CALCOLO

Tutti i calcoli saranno svolti con dei fogli sviluppati in Excel che rispettano tutte le prescrizioni e la metodologia di calcolo, descritte nei paragrafi precedenti.

7 DESCRIZIONE DEL SOSTEGNO IMPIEGATI FUORI STANDARD

La presente relazione di calcolo prende in considerazione la configurazione di carico illustrata al par. 7.2 della presente relazione di calcolo.

7.1 Schema di carico Generale

Di seguito viene illustrato lo schema di carico generale dove sono riportate le denominazioni delle forze e momenti utilizzati nelle schede di calcolo dei carichi (vedi allegato A della presente relazione)

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

FOGLIO
36 di 65

7.3 Verifica Armature Blocco di fondazione tipo B3

I calcoli per la verifica delle armature del blocco di fondazione tipo B3 in oggetto della presente relazione, si svolgono a presso-flessione retta allo stato limite per entrambe le direzioni considerando dimensioni e armature previste da capitolato. A vantaggio di sicurezza si considerano solo i ferri inferiori. Allo scopo, è stato utilizzato il software "Verifica Ca-SLU" considerando, a vantaggio di sicurezza, la sezione maggiormente sollecitata del blocco alla base come fosse un elemento trave incastrata.

$$M_{tr\,transv\,tot.} = M_{tr\,ed} + T_x * (C/2 + C1) = 69 + 38 * (1.1 / 2 + 0.50) = 108,9 \text{ kNm}$$

Di seguito si riportano gli input ed output del programma, considerando solo il momento agente in direzione trasversale, dato l'ordine di grandezza di quello agente longitudinalmente. Facendo riferimento al capitolato, $b = B = 190 \text{ cm}$, $h = C = 110 \text{ cm}$, $\text{copriferro} = 5 \text{ cm}$:

Titolo :

N° strati barre

| N° | b [cm] | h [cm] | N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|--------|--------|----|----------|--------|
| 1 | 190 | 110 | 1 | 18,08 | 105 |

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

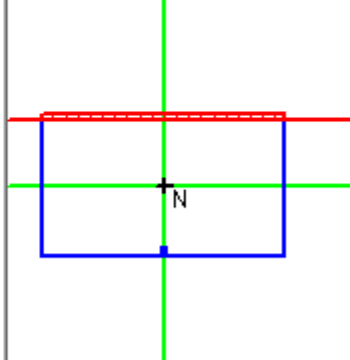
| | | |
|------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| N _{Ed} | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> kN |
| M _{xEd} | <input type="text" value="109"/> | <input type="text" value="0"/> kNm |
| M _{yEd} | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> |

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi

a T Circolare

Rettangoli Coord.



Materiali

| | |
|--|---|
| <input type="text" value="B450C"/> | <input type="text" value="C25/30"/> |
| ε _{su} <input type="text" value="80"/> ‰ | ε _{c2} <input type="text" value="2"/> ‰ |
| f _{yd} <input type="text" value="391,3"/> N/mm² | ε _{cu} <input type="text" value="3,5"/> |
| E _s <input type="text" value="200.000"/> N/mm² | f _{cd} <input type="text" value="14,17"/> |
| E _s /E _c <input type="text" value="15"/> | f _{cc} /f _{cd} <input type="text" value="0,8"/> ? |
| ε _{syd} <input type="text" value="1,957"/> ‰ | σ _{c,adm} <input type="text" value="9,75"/> |
| σ _{s,adm} <input type="text" value="260"/> N/mm² | τ _{co} <input type="text" value="0,6"/> |
| | τ _{c1} <input type="text" value="1,829"/> |

Tipo rottura

Lato acciaio - Acciaio snervato

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²

σ_s N/mm²

ε_c ‰

ε_s ‰

d cm

x x/d

δ

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-

Metodo n

Tipo flessione

Retta Deviata

N° rett.

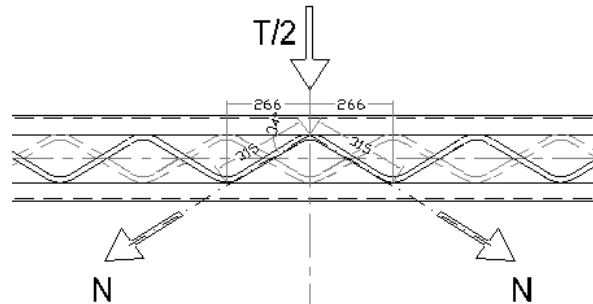
o cm

Precompresso

Le armature sono 16Ø12, (trasversali al binario) . La sezione risulta verificata.

8 Verifica Instabilità tralicciature

La verifica di instabilità a carico di punta delle tralicciature viene effettuata considerando che su queste venga trasferita l'azione di taglio massima agente sul sostegno con il seguente schema di carico:



Lo sforzo normale agente sulla tralicciatura:

$$N_{ed} = T_x / (2 \sin \alpha)$$

$\beta = (2/3)$ coefficiente considerato per il calcolo della lunghezza libera di inflessione

Resistenza instabilità dell'asta (tralicciatura)

$$N_{b,Rd} = \chi A f_{yk} / \gamma_{m1}$$

Dove:

$$\chi = 1 / (\Phi + \text{rad}(\Phi^2 - \lambda^2)) < 1 \quad 4.2.45 \text{ (NTC 2018)}$$

Di seguito si riportano le verifiche di instabilità delle tralicciature soggette a compressione sui sostegni oggetto della presente relazione di calcolo:

| verifica stabilità tralicciatura PALO LSU16 caso 1 condizione considerata: STR3-V+x | | | | |
|---|-------------------|-------------|-----------------|--|
| descrizione | simbolo | | unità di misura | formula |
| distanza verticale tralicciatura | a | 0,27 | m | |
| distanza obliqua | d | 0,30 | m | |
| distanza ORIZZONTALE | B | 0,13 | | |
| angolo | α | 25,71 | °c | |
| azione di taglio massima agente amplificata | T _{edx} | 744 | daN | T _x |
| Azione normale progetto tralicciatura | N _{ed} | 857,51 | | T _x /2/sin α |
| inerzia tondo | J _t | 0,79 | cm ⁴ | |
| carico critico euleriano | N _{cr} | 410255,44 | | $\pi^2 E J_t / L^2$ |
| L _{cr} | | 0,20 | m | βd |
| β | β | 0,67 | | 2/3 |
| snellezza adimensionale | λ | 0,52 | | rad(A f _{yk} /N _{cr}) |
| diametro sezione asta | | 2,00 | cm | |
| area sezione FI 20 | A | 3,14 | cm ² | |
| fattore imperfezione | a | 0,49 | | tab.4,2.VI Ntc |
| | Φ | 0,71 | | 0,5(1+a(λ -0,2)+ λ^2) |
| coefficiente | χ | 0,83 | | 1/(Φ +rad(Φ^2 - λ^2))<1 |
| Resistenza instabilità dell'asta (tralicciatura) | N _{b,Rd} | 8822,37 | daN | $\chi A f_{yk} / \gamma_{m1}$ |
| Coeff sicurezza istabilità | γ_{m1} | 1,05 | | |
| verifica | | 0,10 | OK | N _{ed} /N _{b,Rd} <1 |

ELABORATI GENERALI
**Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
 fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR
 maggiorata e ormeggio trefoli**

 COMMESSA
 IA7K

 LOTTO
 00 D 18

 CODIFICA
 CL

 DOCUMENTO
 LC0000 002

 REV.
 A

 FOGLIO
 38 di 65

10 Schede dei carichi alla base del sostegno

CARICHI AGENTI SUDDIVISI PER CASI DI CARICO E ASSE : SOSTEGNO LSU16b n°Rettilineo

| CONDIZIONE A1 : (-20°) | | | | | | |
|--|---|----------------|--------|------|---|----------------------------|
| CARICHI VERTICALI | | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| Fz,m,lunga,+x | Azione verticale mensola | 43,98 | | daN | $P_{mens} \times L_{mens} + F_{zcarp} \text{ Mensola}$ | |
| Fz,tirante | Azione verticale tiranti | 11,52 | | daN | $P_{tir} \times L_{tir} + F_{zcarp} \text{ tiranti}$ | |
| Fz,orm,c.d.t.1 | Azione verticale ormeggio corda di terra 1 | 799,95 | | daN | $T_{c.d.t.},orm \times tana + F_z \text{ orm cdt}/2$ | |
| Fz,orm,c.d.t.2 | Azione verticale ormeggio corda di terra 2 | 799,95 | | daN | $T_{c.d.t.},orm \times tana + F_z \text{ orm cdt}/2$ | |
| Fz,c.d.t.,1 | Azione verticale corda di terra 1 | 28,42 | | daN | $P_{c.d.t.} \times C_{m,c.d.t.} + F_z \text{ carp cdt}/2$ | |
| Fz,c.d.t.,2 | Azione verticale corda di terra 2 | 28,42 | | daN | $P_{c.d.t.} \times C_{m,c.d.t.} + F_z \text{ carp cdt}/2$ | |
| Fz,palo | Azione verticale sostegno | 517,49 | | daN | Ppalo | |
| Fz,tot | Azione verticale totale | 2229,73 | | daN | | |
| CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI VENTO+X | | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| FT,tot | Azione trasversale totale | 0,00 | | daN | | |
| CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI VENTO-X | | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| FT,tot | Azione trasversale totale | 0,00 | | daN | | |
| CARICHI ORIZZONTALI LONGITUDINALI +Y | | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| Fl,tot | Azione longitudinale totale | 0,00 | | daN | | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI VERTICALI | | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| MFz,m,1-2,+x | Momento dovuto al peso della mensola 1-2 dx | 124,56 | | daNm | $\sum(i)F_{z,mi} \times x((L_{mi}S_X/2 + 1/2palo))$ | |
| MFz,tirante,1 | Momento dovuto al peso del tirante mensola n.1 | 15,36 | | daNm | $F_{z,tirante,1} \times d_{tirante,1/2} + 1/2palo$ | |
| MFz,c.d.t.,1 | Momento dovuto al peso della corda di terra 1 | -5,68 | | daNm | $F_{z,c.d.t.,1} \times d_{cdt1} + 1/2 \text{ palo}$ | |
| MFz,c.d.t.,2 | Momento dovuto al peso della corda di terra 2 | -5,68 | | daNm | $F_{z,c.d.t.,2} \times d_{cdt2} + 1/2 \text{ palo}$ | |
| MFz,tot | Momento trasversale azioni verticali totale | 128,55 | | daNm | | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI ORIZZONTALI E VENTO +X | | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| MT,tot | Momento trasversale azioni orizzontali totale | 0,00 | | daNm | | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI ORIZZONTALI VENTO -X | | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| MT,tot | Momento trasversale azioni orizzontali totale per vento -X | 0,00 | | daNm | | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI LONGITUDINALI | | | | | | |
| ML,tot | Momento longitudinale totale | 0,00 | | daNm | | |
| ALTRI CARICHI | | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| Fh | Azione sismica alla base del sostegno | 472,37 | | daN | $\lambda \times S_v(T1) \times \text{MassaEcc} / g$ | |

ELABORATI GENERALI
Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli

 COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
 IA7K 00 D 18 CL LC0000 002 A 39 di 65

| Mecc | Massa sismica partecipante eccitata | 629,82 | | daN | | |
|--|---|----------------|--------|------|---|----------------------------|
| carichi verticali x Z per la Ripartizione carichi sismici | | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| RipFz,m,1-2,+x | Ripartizione sul peso della mensola 1-2 dx | 232,09 | | daNm | MFz,m,1-2,+x *(hmensola+d) | |
| RipFz,tirante,1 | Ripartizione sul peso del tirante mensola n.1 | 46,94 | | daNm | FZ,tirante,1 x (apitrante,1/2+ Hmensola+d) | |
| RipFz,c.d.t.,1 | Ripartizione sul peso della corda di terra 1 | 142,08 | | daNm | Fz,c.d.t.,1 x (hcdt1 + d) | |
| RipFz,c.d.t.,2 | Ripartizione sul peso della corda di terra 2 | 210,27 | | daNm | Fz,c.d.t.,2 x (hcdt2 + d) | |
| RipFz,palo | Ripartizione sull'Azione verticale sostegno | 2485,75 | | daNm | Fz,palo x ((hpalo/2)+d) | |
| RipFz,tot | SOMMATORIA RIPARTIZIONE AZIONE SISMICA | 3117,14 | | | daNm | |
| CARICHI ORIZZONTALI SISMA | | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| SFz,m,1-2,+x | Azione sismica mensola 1-2 +dx | 35,17 | | daN | RipFz,m,1-2,+x /RipFz,tot x Fh | |
| SFz,tirante,1 | Azione sismica tirante mensola n.1 | 7,11 | | daN | RipFz,tirante,1 /RipFz,tot x Fh | |
| SFz,c.d.t.,1 | Azione sismica della corda di terra 1 | 21,53 | | daN | RipFz,c.d.t.,1 /RipFz,tot x Fh | |
| SFz,c.d.t.,2 | Azione sismica della corda di terra 2 | 31,86 | | daN | RipFz,c.d.t.,2 /RipFz,tot x Fh | |
| SFz,palo | Azione sismica sostegno | 376,69 | | daN | RipFz,palo /RipFz,tot x Fh | |
| SFz,tot | Azione sismica trasversale totale | 472,37 | | daN | | |
| MOMENTI TRASVERSALI/LONGITUDINALI DOVUTI AI CARICHI SISMICI | | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| MSFz,m,1-2,+x | Momento dovuto all'Azione sismica mensola 1-2 +dx | 211,02 | | daNm | SFz,m,1-2,+x * (H mensola+d) | |
| MSFz,tirante,1 | Momento dovuto all'Azione sismica tirante mensola n.1 | 51,22 | | daNm | SFz,tirante,1 x (apitrante,1/2+ Hmensola+d) | |
| MSFz,c.d.t.,1 | Momento dovuto all'Azione sismica della corda di terra 1 | 107,65 | | daNm | SFz,c.d.t.,1 x (hcdt1 + d) | |
| MSFz,c.d.t.,2 | Momento dovuto all'Azione sismica della corda di terra 2 | 235,79 | | daNm | SFz,c.d.t.,2 x (hcdt2 + d) | |
| MSFz,palo | Momento dovuto all'Azione sismica sostegno | 1809,41 | | daNm | SFz,palo x (hpalo/2) | |
| MS,tot | Momento trasversale/longitudinale azioni orizzontali Sismiche totale | 2415,10 | | | daNm | |
| CARICHI VERTICALI ECCEZIONALI DA ROTTURA FC-ORM PF | | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| Fz,tot,ecc | Azione verticale eccezionale totale | 0,00 | | daN | | |
| CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI ECCEZIONALI DA ROTTURA FC-ORM PF | | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| Ft,tot,ecc | Azione trasversale eccezionale totale | 0,00 | | daN | | |
| CARICHI ORIZZONTALI LONGITUDINALI +Y ECCEZIONALI DA ROTTURA FC-ORM PF | | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| Fl,tot,ECC | Azione longitudinale eccezionale totale | 0,00 | | daN | | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI ORIZZONTALI ECCEZIONALI DA ROTTURA FC-ORM PF | | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| MT,tot,ECC | Momento trasversale eccezionale totale | 0,00 | | | daNm | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI LONGITUDINALI ECCEZIONALI DA ROTTURA FC-ORM PF | | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| CONDIZIONE A2 : (+5°) | | | | | | |
| CARICHI VERTICALI | | | | | | |

ELABORATI GENERALI
Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli

 COMMESSA
 IA7K

 LOTTO
 00 D 18

 CODIFICA
 CL

 DOCUMENTO
 LC0000 002

 REV.
 A

 FOGLIO
 40 di 65

| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
|---|---|----------------|------|---|----------------------------|
| F _{z,m,lunga,+x} | Azione verticale mensole | 43,98 | daN | $P_{mens} \times L_{mens} + F_{z,carp} \text{ Mensole}$ | |
| F _{z,tirante} | Azione verticale tiranti mensole | 11,52 | daN | $P_{tir} \times L_{tir} + F_{z,carp} \text{ tiranti}$ | |
| F _{z,orm,c.d.t.1} | Azione verticale ormeggio corda di terra 1 | 432,74 | daN | $T_{c.d.t.,orm} \times \tan \alpha + F_{z,orm} \text{ cdt}/2$ | |
| F _{z,orm,c.d.t.2} | Azione verticale ormeggio corda di terra 2 | 432,74 | daN | $T_{c.d.t.,orm} \times \tan \alpha + F_{z,orm} \text{ cdt}/2$ | |
| F _{z,c.d.t.,1} | Azione verticale corda di terra 1 | 28,42 | daN | $P_{c.d.t.} \times C_{m,c.d.t.} + F_{z,carp} \text{ cdt}/2$ | |
| F _{z,c.d.t.,2} | Azione verticale corda di terra 2 | 28,42 | daN | $P_{c.d.t.} \times C_{m,c.d.t.} + F_{z,carp} \text{ cdt}/2$ | |
| F _{z,palo} | Azione verticale sostegno | 517,49 | daN | P_{palo} | |
| F _{z,tot} | Azione verticale totale | 1495,30 | daN | | |
| CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI VENTO+X | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| F _{T,tot} | Azione trasversale totale | 0,00 | daN | | |
| CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI VENTO-X | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| F _{T,tot} | Azione trasversale totale | 0,00 | daN | | |
| CARICHI ORIZZONTALI LONGITUDINALI +Y | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| F _{l,tot} | Azione longitudinale totale | 0,00 | daN | | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI VERTICALI | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| M _{Fz,m,1-2,+x} | Momento dovuto al peso della mensola 1-2 dx | 124,56 | daNm | $\Sigma(i)F_{z,mi} \times ((L_{misx}/2 + 1/2palo))$ | |
| M _{Fz,tirante,1} | Momento dovuto al peso del tirante mensola n.1 | 15,36 | daNm | $F_{z,tirante,1} \times d_{tirante,1}/2 + 1/2palo$ | |
| M _{Fz,c.d.t.,1} | Momento dovuto al peso della corda di terra 1 | -5,68 | daNm | $F_{z,c.d.t.,1} \times d_{cdt1} + 1/2 \text{ palo}$ | |
| M _{Fz,c.d.t.,2} | Momento dovuto al peso della corda di terra 2 | -5,68 | daNm | $F_{z,c.d.t.,2} \times d_{cdt2} + 1/2 \text{ palo}$ | |
| M _{Fz,tot} | Momento trasversale azioni verticali totale | 128,55 | daNm | | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI ORIZZONTALI E VENTO +X | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| M _{T,tot} | Momento trasversale azioni orizzontali totale | 0,00 | | daNm | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI ORIZZONTALI VENTO -X | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| M _{T,tot} | Momento trasversale azioni orizzontali totale per vento -X | 0,00 | | daNm | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI LONGITUDINALI | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| M _{L,tot} | Momento longitudinale totale | 0,00 | | daNm | |
| ALTRI CARICHI | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| CONDIZIONE B : (+5°)+VENTO | | | | | |
| CARICHI VERTICALI | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| F _{z,m,lunga,+x} | Azione verticale mensole | 43,98 | daN | $P_{mens} \times L_{mens} + F_{z,carp} \text{ Mensole}$ | |
| F _{z,tirante} | Azione verticale tiranti mensole | 11,52 | daN | $P_{tir} \times L_{tir} + F_{z,carp} \text{ tiranti}$ | |
| F _{z,orm,c.d.t.1} | Azione verticale ormeggio corda di terra 1 | 580,48 | daN | $T_{c.d.t.,orm} \times \tan \alpha + F_{z,orm} \text{ cdt}/2$ | |
| F _{z,orm,c.d.t.2} | Azione verticale ormeggio corda di terra 2 | 580,48 | daN | $T_{c.d.t.,orm} \times \tan \alpha + F_{z,orm} \text{ cdt}/2$ | |
| F _{z,c.d.t.,1} | Azione verticale corda di terra 1 | 28,42 | daN | $P_{c.d.t.} \times C_{m,c.d.t.} + F_{z,carp} \text{ cdt}/2$ | |
| F _{z,c.d.t.,2} | Azione verticale corda di terra 2 | 28,42 | daN | $P_{c.d.t.} \times C_{m,c.d.t.} + F_{z,carp} \text{ cdt}/2$ | |
| F _{z,palo} | Azione verticale sostegno | 517,49 | daN | P_{palo} | |
| F _{z,tot} | Azione verticale totale | 1790,77 | daN | | |
| CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI VENTO+X | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| W _{T,c.d.t.,1} | Azione vento su corda di terra 1 | 48,54 | daN | $W_{c.d.t.} \times \text{diam}_{c.d.t.} \times C_m$ | |
| W _{T,c.d.t.,2} | Azione vento su corda di terra 2 | 48,54 | daN | $W_{c.d.t.} \times \text{diam}_{c.d.t.} \times C_m$ | |

ELABORATI GENERALI
Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA IA7K LOTTO 00 D 18 CODIFICA CL DOCUMENTO LC0000 002 REV. A FOGLIO 41 di 65

| | | | | | | |
|--|--|---------------|---------------|-------------|--|-----------------------------------|
| W _{T,palo} | Azione del vento su sostegno | 291,02 | | daN | W _{palo} x A _{palo} | |
| F _{T,tot} | Azione trasversale totale | 388,11 | | daN | | |
| CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI VENTO-X | | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| W _{T,c.d.t.,1} | Azione vento su corda di terra 1 | -48,54 | | daN | W _{c.d.t.} x diam _{c.d.t.} x C _m | sempre singola |
| W _{T,c.d.t.,2} | Azione vento su corda di terra 2 | -48,54 | | daN | W _{c.d.t.} x diam _{c.d.t.} x C _m | sempre singola |
| W _{T,palo} | Azione del vento su sostegno | -291,02 | | daN | W _{palo} x A _{palo} | Solo pali LSF |
| F _{T,tot} | Azione trasversale totale | -388,11 | | daN | | |
| CARICHI ORIZZONTALI LONGITUDINALI +Y | | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| W _{L,palo} | Azione del vento su sostegno | 203,71 | | daN | W _{palo} x A _{palo} | solo pali LSF -LS -LSU |
| F _{L,tot} | Azione longitudinale totale | 203,71 | | daN | | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI VERTICALI | | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| M _{Fz,m,1-2,+x} | Momento dovuto al peso della mensola 1-2 dx | 124,56 | | daNm | Σ(i)F _{z,mi} x ((L _{misx} /2 + 1/2palo) | |
| M _{Fz,tirante,1} | Momento dovuto al peso del tirante mensola n.1 | 15,36 | | daNm | F _{z,tirante,1} x d _{tirante,1} /2 + 1/2palo | |
| M _{Fz,c.d.t.,1} | Momento dovuto al peso della corda di terra 1 | -5,68 | | daNm | F _{z,c.d.t.,1} x d _{cdt1} + 1/2 palo | |
| M _{Fz,c.d.t.,2} | Momento dovuto al peso della corda di terra 2 | -5,68 | | daNm | F _{z,c.d.t.,2} x d _{cdt2} + 1/2 palo | |
| M _{Fz,tot} | Momento trasversale azioni verticali totale | 128,55 | | daNm | | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI ORIZZONTALI E VENTO +X | | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| M _{WT,c.d.t.,1} | Momento dovuto all'azione del vento sulla cdt1 | 242,71 | | daNm | W _{T,c.d.t.,1} x (H _{cdt1} + d) | |
| M _{WT,c.d.t.,2} | Momento dovuto all'azione del vento sulla cdt2 | 359,22 | | daNm | W _{T,c.d.t.,2} x (H _{cdt2} + d) | |
| M _{WT,palo} | Momento dovuto all'azione del vento su sostegno | 1397,93 | | daNm | W _{T,palo} x H _{palo} / 2 | valida per pali LSF |
| M _{T,tot} | Momento trasversale azioni orizzontali totale | 1999,86 | | daNm | | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI ORIZZONTALI VENTO -X | | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| M _{WT,c.d.t.,1} | Momento dovuto all'azione del vento sulla cdt1 | -242,71 | | daNm | W _{T,c.d.t.,1} x (H _{cdt1} + d) | |
| M _{WT,c.d.t.,2} | Momento dovuto all'azione del vento sulla cdt2 | -359,22 | | daNm | W _{T,c.d.t.,2} x (H _{cdt2} + d) | |
| M _{WT,palo} | Momento dovuto all'azione del vento su sostegno | -1397,93 | | daNm | W _{T,palo} x H _{palo} / 2 | valida per pali LSF |
| M _{T,tot} | Momento trasversale azioni orizzontali totale per vento -X | -1999,86 | | daNm | | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI LONGITUDINALI | | | | | | |
| M _{WL,palo} | Azione del vento su sostegno | 978,54 | | | W _{palo} x H _{palo} / 2 | solo pali LSF -LS -LSU |
| M _{L,tot} | Momento longitudinale totale | 978,54 | | daNm | | |
| ALTRI CARICHI | | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI AERODINAMICI | | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| W _{AER,c.d.t.,1} | Azione AERODINAMICA su corda di terra 1 | 38,29 | | daN | Paer x diam _{c.d.t.} x C _m | |
| W _{AER,palo} | Azione AERODINAMICA su sostegno | 44,80 | | daN | Paer x A _{palo} X5/Hpal | |
| W _{AER,tot} | Azione trasversale totale | 83,09 | | daN | | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI AERODINAMICI | | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| M _{WAER,c.d.t.,1} | Momento dovuto all'azione AERODINAMICA su corda di terra 1 | 191,44 | | daNm | W _{AER,c.d.t.,1} x (H _{cdt1} + d) | |
| M _{WAER,palo} | Azione AERODINAMICA su sostegno | 112,00 | | daNm | W _{AER,palo} x (5/2-d) | |
| M _{AER,tot} | Momento trasversale azioni aerodinamiche totale | 303,44 | | daNm | | |
| CONDIZIONE C : (-5°)+GHIACCIO | | | | | | |
| CARICHI VERTICALI | | | | | | |

ELABORATI GENERALI
Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli

 COMMESSA
 IA7K

 LOTTO
 00 D 18

 CODIFICA
 CL

 DOCUMENTO
 LC0000 002

 REV.
 A

 FOGLIO
 42 di 65

| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
|---|---|----------------|------|---|----------------------------|
| F _{z,m,lunga,+x} | Azione verticale mensole | 43,98 | daN | $P_{mens} \times L_{mens} + F_{z,carp} \text{ Mensole}$ | |
| F _{z,tirante} | Azione verticale tiranti mensole | 11,52 | daN | $P_{tir} \times L_{tir} + F_{z,carp} \text{ tiranti}$ | |
| F _{z,orm,c.d.t.1} | Azione verticale ormeggio corda di terra 1 | 686,54 | daN | $T_{c.d.t.,orm} \times \tan \alpha + F_{z,orm} \text{ cdt}/2$ | |
| F _{z,orm,c.d.t.2} | Azione verticale ormeggio corda di terra 2 | 686,54 | daN | $T_{c.d.t.,orm} \times \tan \alpha + F_{z,orm} \text{ cdt}/2$ | |
| F _{z,c.d.t.,1} | Azione verticale corda di terra 1 | 58,52 | daN | $P_{c.d.t.} \times C_{m,c.d.t.} + F_{z,carp} \text{ cdt}/2$ | |
| F _{z,c.d.t.,2} | Azione verticale corda di terra 2 | 58,52 | daN | $P_{c.d.t.} \times C_{m,c.d.t.} + F_{z,carp} \text{ cdt}/2$ | |
| F _{z,palo} | Azione verticale sostegno | 517,49 | daN | P _{palo} | |
| F _{z,tot} | Azione verticale totale | 2063,11 | daN | | |
| CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI VENTO+X | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| F _{T,tot} | Azione trasversale totale | 0,00 | daN | | |
| CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI VENTO-X | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| F _{T,tot} | Azione trasversale totale | 0,00 | daN | | |
| CARICHI ORIZZONTALI LONGITUDINALI +Y | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| F _{l,tot} | Azione longitudinale totale | 0,00 | daN | | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI VERTICALI | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| M _{Fz,m,1-2,+x} | Momento dovuto al peso della mensola 1-2 dx | 124,56 | daNm | $\Sigma(i)F_{z,mi} \times ((L_{misx}/2 + 1/2palo))$ | |
| M _{Fz,tirante,1} | Momento dovuto al peso del tirante mensola n.1 | 15,36 | daNm | $F_{z,tirante,1} \times d_{tirante,1}/2 + 1/2palo$ | |
| M _{Fz,c.d.t.,1} | Momento dovuto al peso della corda di terra 1 | -11,70 | daNm | $F_{z,c.d.t.,1} \times d_{cdt1} + 1/2 \text{ palo}$ | |
| M _{Fz,c.d.t.,2} | Momento dovuto al peso della corda di terra 2 | -11,70 | daNm | $F_{z,c.d.t.,2} \times d_{cdt2} + 1/2 \text{ palo}$ | |
| M _{Fz,tot} | Momento trasversale azioni verticali totale | 116,51 | daNm | | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI ORIZZONTALI E VENTO +X | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| M _{T,tot} | Momento trasversale azioni orizzontali totale | 0,00 | | daNm | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI ORIZZONTALI VENTO -X | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| M _{T,tot} | Momento trasversale azioni orizzontali totale per vento -X | 0,00 | | daNm | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI LONGITUDINALI | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| M _{L,tot} | Momento longitudinale totale | 0,00 | | daNm | |
| ALTRI CARICHI | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| CONDIZIONE D : (-5°)+GHIACCIO+50%VENTO | | | | | |
| CARICHI VERTICALI | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| F _{z,m,lunga,+x} | Azione verticale mensole | 43,98 | daN | $P_{mens} \times L_{mens} + F_{z,carp} \text{ Mensole}$ | |
| F _{z,tirante} | Azione verticale tiranti mensole | 11,52 | daN | $P_{tir} \times L_{tir} + F_{z,carp} \text{ tiranti}$ | |
| F _{z,orm,c.d.t.1} | Azione verticale ormeggio corda di terra 1 | 776,38 | daN | $T_{c.d.t.,orm} \times \tan \alpha + F_{z,orm} \text{ cdt}/2$ | |
| F _{z,orm,c.d.t.2} | Azione verticale ormeggio corda di terra 2 | 776,38 | daN | $T_{c.d.t.,orm} \times \tan \alpha + F_{z,orm} \text{ cdt}/2$ | |
| F _{z,c.d.t.,1} | Azione verticale corda di terra 1 | 58,52 | daN | $P_{c.d.t.} \times C_{m,c.d.t.} + F_{z,carp} \text{ cdt}/2$ | |
| F _{z,c.d.t.,2} | Azione verticale corda di terra 2 | 58,52 | daN | $P_{c.d.t.} \times C_{m,c.d.t.} + F_{z,carp} \text{ cdt}/2$ | |
| F _{z,palo} | Azione verticale sostegno | 517,49 | daN | P _{palo} | |
| F _{z,tot} | Azione verticale totale | 2242,79 | daN | | |
| CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI VENTO+X | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| W _{T,c.d.t.,1} | Azione vento su corda di terra 1 | 55,82 | daN | $W_{c.d.t.} \times \text{diam}_{c.d.t.} \times C_m$ | |
| W _{T,c.d.t.,2} | Azione vento su corda di terra 2 | 55,82 | daN | $W_{c.d.t.} \times \text{diam}_{c.d.t.} \times C_m$ | |

ELABORATI GENERALI
Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA IA7K LOTTO 00 D 18 CODIFICA CL DOCUMENTO LC0000 002 REV. A FOGLIO 43 di 65

| | | | | | | |
|--|--|---------------|---------------|-------------|--|-----------------------------------|
| W _{T,palo} | Azione del vento su sostegno | 150,94 | | daN | W _{palo} x A _{palo} | |
| F _{T,tot} | Azione trasversale totale | 262,58 | | daN | | |
| CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI VENTO-X | | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| W _{T,c.d.t.,1} | Azione vento su corda di terra 1 | -55,82 | | daN | W _{c.d.t.} x diam _{c.d.t.} x C _m | sempre singola |
| W _{T,c.d.t.,2} | Azione vento su corda di terra 2 | -55,82 | | daN | W _{c.d.t.} x diam _{c.d.t.} x C _m | sempre singola |
| W _{T,palo} | Azione del vento su sostegno | -150,94 | | daN | W _{palo} x A _{palo} | Solo pali LSF |
| F _{T,tot} | Azione trasversale totale | -262,58 | | daN | | |
| CARICHI ORIZZONTALI LONGITUDINALI +Y | | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| W _{L,palo} | Azione del vento su sostegno | 105,65 | | daN | W _{palo} x A _{palo} | solo pali LSF -LS -LSU |
| F _{L,tot} | Azione longitudinale totale | 105,65 | | daN | | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI VERTICALI | | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| M _{Fz,m,1-2,+x} | Momento dovuto al peso della mensola 1-2 dx | 124,56 | | daNm | Σ(i)F _{z,mi} x ((L _{misx} /2 + 1/2palo) | |
| M _{Fz,tirante,1} | Momento dovuto al peso del tirante mensola n.1 | 15,36 | | daNm | F _{z,tirante,1} x d _{tirante,1} /2 + 1/2palo | |
| M _{Fz,c.d.t.,1} | Momento dovuto al peso della corda di terra 1 | -11,70 | | daNm | F _{z,c.d.t.,1} x d _{cdt1} + 1/2 palo | |
| M _{Fz,c.d.t.,2} | Momento dovuto al peso della corda di terra 2 | -11,70 | | daNm | F _{z,c.d.t.,2} x d _{cdt2} + 1/2 palo | |
| M _{Fz,tot} | Momento trasversale azioni verticali totale | 116,51 | | daNm | | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI ORIZZONTALI E VENTO +X | | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| M _{WT,c.d.t.,1} | Momento dovuto all'azione del vento sulla cdt1 | 279,11 | | daNm | W _{T,c.d.t.,1} x (H _{cdt1} + d) | |
| M _{WT,c.d.t.,2} | Momento dovuto all'azione del vento sulla cdt2 | 413,08 | | daNm | W _{T,c.d.t.,2} x (H _{cdt2} + d) | |
| M _{WT,palo} | Momento dovuto all'azione del vento su sostegno | 725,03 | | daNm | W _{T,palo} x H _{palo} / 2 | valida per pali LSF |
| M _{T,tot} | Momento trasversale azioni orizzontali totale | 1417,22 | | daNm | | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI ORIZZONTALI VENTO -X | | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| M _{WT,c.d.t.,1} | Momento dovuto all'azione del vento sulla cdt1 | -279,11 | | daNm | W _{T,c.d.t.,1} x (H _{cdt1} + d) | |
| M _{WT,c.d.t.,2} | Momento dovuto all'azione del vento sulla cdt2 | -413,08 | | daNm | W _{T,c.d.t.,2} x (H _{cdt2} + d) | |
| M _{WT,palo} | Momento dovuto all'azione del vento su sostegno | -725,03 | | daNm | W _{T,palo} x H _{palo} / 2 | valida per pali LSF |
| M _{T,tot} | Momento trasversale azioni orizzontali totale per vento -X | -1417,22 | | daNm | | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI LONGITUDINALI | | | | | | |
| M _{WL,palo} | Azione del vento su sostegno | 507,51 | | | W _{palo} x H _{palo} / 2 | solo pali LSF -LS -LSU |
| M _{L,tot} | Momento longitudinale totale | 507,51 | | daNm | | |
| ALTRI CARICHI | | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI AERODINAMICI | | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| W _{AER,c.d.t.,1} | Azione AERODINAMICA su corda di terra 1 | 42,45 | | daN | Paer x diam _{c.d.t.} x C _m | |
| W _{AER,palo} | Azione AERODINAMICA su sostegno | 44,80 | | daN | Paer x A _{palo} X5/Hpal | |
| W _{AER,tot} | Azione trasversale totale | 87,25 | | daN | | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI AERODINAMICI | | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| M _{WAER,c.d.t.,1} | Momento dovuto all'azione AERODINAMICA su corda di terra 1 | 212,25 | | daNm | W _{AER,c.d.t.,1} x (H _{cdt1} + d) | |
| M _{WAER,palo} | Azione AERODINAMICA su sostegno | 112,00 | | daNm | W _{AER,palo} x (5/2-d) | |
| M _{AER,tot} | Momento trasversale azioni aerodinamiche totale | 324,25 | | daNm | | |
| CONDIZIONE A1 - ASSE A | | | | | | |
| CARICHI VERTICALI | | | | | | |

ELABORATI GENERALI
Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA IA7K LOTTO 00 D 18 CODIFICA CL DOCUMENTO LC0000 002 REV. A FOGLIO 44 di 65

| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
|--|---|----------------|--------|---|----------------------------|
| Fz,CP | Azione verticale corda portante+eventuale asse punto fisso | 94,16 | daN | PC.P. x Cm+ Fzcarp PF | |
| Fz,FC | Azione verticale filo di contatto+pendini | 94,07 | daN | PF.C. x Cm | |
| Fz,sosp | Azione verticale sospensione | 17,00 | daN | Psosp | |
| Fz,tot | Azione verticale totale | 205,23 | daN | | |
| CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI - VENTO +X | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| FT,CP | Azione d'angolo C.P. | -20,45 | daN | $nc \times TC.P. \times (C1/2R + C2/2R) + nc \times TC.P. \times [(Dp-Dp1)/C1+(Dp-Dp2)/C2]$ | |
| FT,FC | Azione d'angolo F.C. | -18,18 | daN | $nc \times TF.C. \times (C1/2R + C2/2R) + nc \times TF.C. \times [(Dp-Dp1)/C1+(Dp-Dp2)/C2]$ | |
| FT,tot | Azione trasversale totale | -38,636 | daN | | |
| CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI - VENTO -X | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| FT,tot | Azione trasversale totale | -38,64 | daN | | |
| CARICHI ORIZZONTALI LONGITUDINALI | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| FL,mens,CP | Azione dovuta alla rotazione della mensola C.P. | -1,57 | daN | $(FT,CP+WT,CP) \times z / (a-x)$ | z = 0,4m |
| FL,mens,FC | Azione dovuta alla rotazione della mensola F.C. | -1,39 | daN | $(FT,FC+WT,FC) \times z / (a-x)$ | z = 0,4m |
| Fl,tot | Azione longitudinale totale | -2,96 | daN | | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI VERTICALI | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| MFz,CP | Momento dovuto al peso della C.P. | 505,64 | daNm | Fz,CP x dC.P. | |
| MFz,FC | Momento dovuto al peso del F.C. + pendini | 505,17 | daNm | Fz,FC x dF.C. | |
| MFz,sosp | Momento dovuto al peso della sospensione | 91,29 | daNm | Fz,sosp x dsosp | |
| MFz,tot | Momento trasversale azioni verticali totale | 1102,10 | daNm | | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI TRASVERSALI - VENTO +X | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| MFT,CP | Momento dovuto all'azione d'angolo C.P. | -131,93 | daNm | FT,CP x HCP | |
| MFT,FC | Momento dovuto all'azione d'angolo F.C. | -94,55 | daNm | FT,FC x HFC | |
| MT,tot | Momento trasversale azioni orizzontali totale vento +X | -226,48 | daNm | | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI TRASVERSALI - VENTO -X | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| MT,tot | Momento trasversale azioni orizzontali totale vento -X | -226,48 | daNm | | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI LONGITUDINALI | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| ML,mens,CP | Momento dovuto alla rotazione della mensola | -10,11 | daNm | FL,mens,CP x HCP | |
| ML,mens,FC | Momento dovuto alla rotazione della mensola | -7,24 | daNm | FL,mens,CP x HFC | |
| ML,tot | Momento longitudinale totale | -17,35 | daNm | | |
| ALTRI CARICHI | | | | | |
| Fh | Azione sismica alla base del sostegno | 153,92 | daN | $\lambda \times Sv(T1) \times Fztot / g$ | |
| carichi verticali x Z per la Ripartizione carichi sismici | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| RipFz,CP | Ripartizione sull'Azione verticale corda portante | 607,33 | daNm | Fz,CPx(Hcp+d) | |
| RipFz,FC | Ripartizione sull'Azione verticale filo di contatto+pendini | 489,17 | daNm | Fz,FC x(Hfc+d) | |
| RipFz,tot | SOMMATORIA RIPARTIZIONE AZIONE SISMICA | 1096,51 | daNm | | |
| CARICHI ORIZZONTALI SISMA | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | Valore | U.M. | Note/Riferimento normativo |

ELABORATI GENERALI
Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli

 COMMESSA
 IA7K

 LOTTO
 00 D 18

 CODIFICA
 CL

 DOCUMENTO
 LC0000 002

 REV.
 A

 FOGLIO
 45 di 65

| | | | | | | |
|---|--|----------------|---------------|-------------|--|-----------------------------------|
| SFz,CP | Azione sismica corda portante | 85,26 | | daN | RipFz,CP/ RipFz,tot x Fh | |
| SFz,FC | Azione sismica filo di contatto+pendini | 68,67 | | daN | RipFz,FC/RipFz,tot x Fh | |
| SFz,tot | Azione sismica trasversale totale | 153,92 | | daN | | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI SISMICI | | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| M,SFz,CP | Momento dovuto all'Azione sismica corda portante | 549,90 | | daNm | SFz,CPx(Hcp+d) | |
| M,SFz,FC | Momento dovuto all'Azione sismica filo di contatto+pendini | 357,08 | | daNm | SFz,FC x(Hfc+d) | |
| MS,tot | Momento trasversale azioni orizzontali Sismiche totale | 906,97 | | | daNm | |
| CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI ECCEZIONALI DA ROTTURA F.C. | | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| FT,ecc | Azione dovuta allo strallo di punto fisso indotta dalla rottura dei fili di contatto | | | daN | n.xTFC x (C/2R) ± n.xTFC x a (1/C) | -(e.c.) + (i.c.) |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI TRASVERSALI ECCEZIONALI DA ROTTURA F.C. | | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| MT,tot,ecc | Momento trasversale azioni orizzontali eccezionali totale | 0,00 | | | daNm | |
| CONDIZIONE A2 - ASSE A | | | | | | |
| CARICHI VERTICALI | | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| Fz,CP | Azione verticale corda portante+eventuale asse punto fisso | 94,16 | | daN | P _{C.P.} x Cm+ Fz _{carp} PF | |
| Fz,FC | Azione verticale filo di contatto+pendini | 94,07 | | daN | P _{F.C.} x Cm | |
| Fz,sosp | Azione verticale sospensione | 17,00 | | daN | P _{sosp} | |
| Fz,tot | Azione verticale totale | 205,23 | | daN | | |
| CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI - VENTO +X | | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| F _{T,CP} | Azione d'angolo C.P. | -20,45 | | daN | nc x T _{C.P.} x (C1/2R + C2/2R)+ nc x T _{C.P.} x [(Dp-Dp1)/C1+(Dp-Dp2)/C2] | |
| F _{T,FC} | Azione d'angolo F.C. | -18,18 | | daN | nc x T _{F.C.} x (C1/2R + C2/2R)+ nc x T _{F.C.} x [(Dp-Dp1)/C1+(Dp-Dp2)/C2] | |
| F_{T,tot} | Azione trasversale totale | -38,64 | | daN | | |
| CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI - VENTO -X | | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| F_{T,tot} | Azione trasversale totale | -38,64 | | daN | | |
| CARICHI ORIZZONTALI LONGITUDINALI | | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| F _{L,mens,CP} | Azione dovuta alla rotazione della mensola C.P. | -1,57 | | daN | (F _{T,CP} +W _{T,CP}) x z / (a-x) | z = 0,4m |
| F _{L,mens,FC} | Azione dovuta alla rotazione della mensola F.C. | -1,39 | | daN | (F _{T,FC} +W _{T,FC}) x z / (a-x) | z = 0,4m |
| F_{L,tot} | Azione longitudinale totale | -2,96 | | daN | | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI VERTICALI | | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| M _{Fz,CP} | Momento dovuto al peso della C.P. | 505,64 | | daNm | F _{z,CP} x d _{C.P.} | |
| M _{Fz,FC} | Momento dovuto al peso del F.C. + pendini | 505,17 | | daNm | F _{z,FC} x d _{F.C.} | |
| M _{Fz,sosp} | Momento dovuto al peso della sospensione | 91,29 | | daNm | F _{z,sosp} x d _{sosp} | |
| M_{Fz,tot} | Momento trasversale azioni verticali totale | 1102,10 | | | daNm | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI TRASVERSALI - VENTO +X | | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| M _{FT,CP} | Momento dovuto all'azione d'angolo C.P. | -131,93 | | daNm | F _{T,CP} x H _{CP} | |
| M _{FT,FC} | Momento dovuto all'azione d'angolo F.C. | -94,55 | | daNm | F _{T,FC} x H _{FC} | |
| M_{T,tot} | Momento trasversale azioni orizzontali totale | -226,48 | | | daNm | |

ELABORATI GENERALI
Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA IA7K LOTTO 00 D 18 CODIFICA CL DOCUMENTO LC0000 002 REV. A FOGLIO 46 di 65

| vento +X | | | | | |
|--|--|---------|------|---|----------------------------|
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI TRASVERSALI - VENTO -X | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| $M_{T,tot}$ | Momento trasversale azioni orizzontali totale vento -X | -226,48 | | daNm | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI LONGITUDINALI | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| $M_{L,mens,CP}$ | Momento dovuto alla rotazione della mensola | -10,11 | daNm | $F_{L,mens,CP} \times H_{CP}$ | |
| $M_{L,mens,FC}$ | Momento dovuto alla rotazione della mensola | -7,24 | daNm | $F_{L,mens,CP} \times H_{FC}$ | |
| $M_{L,tot}$ | Momento longitudinale totale | -17,35 | | daNm | |
| CONDIZIONE B - ASSE A | | | | | |
| CARICHI VERTICALI | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| $F_{z,CP}$ | Azione verticale corda portante+eventuale asse punto fisso | 94,16 | daN | $P_{C.P.} \times C_m + F_{Z_{carp}} \times PF$ | |
| $F_{z,FC}$ | Azione verticale filo di contatto+pendini | 94,07 | daN | $P_{F.C.} \times C_m$ | |
| $F_{z,sosp}$ | Azione verticale sospensione | 17,00 | daN | P_{sosp} | |
| $F_{z,tot}$ | Azione verticale totale | 205,23 | daN | | |
| CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI - VENTO +X | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| $F_{T,CP}$ | Azione d'angolo C.P. | -20,45 | daN | $nc \times T_{C.P.} \times (C1/2R + C2/2R) + nc \times T_{C.P.} \times [(Dp - Dp1)/C1 + (Dp - Dp2)/C2]$ | |
| $F_{T,FC}$ | Azione d'angolo F.C. | -18,18 | daN | $nc \times T_{F.C.} \times (C1/2R + C2/2R) + nc \times T_{F.C.} \times [(Dp - Dp1)/C1 + (Dp - Dp2)/C2]$ | |
| $W_{T,CP}$ | Azione del vento su C.P. | 78,72 | daN | $W_{C.P.} \times diam_{C.P.} \times C_m$ | |
| $W_{T,FC}$ | Azione del vento su F.C. | 66,35 | daN | $W_{F.C.} \times diam_{F.C.} \times C_m$ | |
| $F_{T,tot}$ | Azione trasversale totale | 106,44 | daN | | |
| CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI - VENTO -X | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| $W_{T,CP}$ | Azione del vento su C.P. | -78,72 | daN | $W_{C.P.} \times diam_{C.P.} \times C_m$ | |
| $W_{T,FC}$ | Azione del vento su F.C. | -66,35 | daN | $W_{F.C.} \times diam_{F.C.} \times C_m$ | |
| $F_{T,tot}$ | Azione trasversale totale | -183,71 | daN | | |
| CARICHI ORIZZONTALI LONGITUDINALI | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| $F_{L,mens,CP}$ | Azione dovuta alla rotazione della mensola C.P. | -7,60 | daN | $(F_{T,CP} + W_{T,CP}) \times z / (a-x)$ | $z = 0,4m$ |
| $F_{L,mens,FC}$ | Azione dovuta alla rotazione della mensola F.C. | -6,48 | daN | $(F_{T,FC} + W_{T,FC}) \times z / (a-x)$ | $z = 0,4m$ |
| $F_{L,tot}$ | Azione longitudinale totale | -14,08 | daN | | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI VERTICALI | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| $M_{Fz,CP}$ | Momento dovuto al peso della C.P. | 505,64 | daNm | $F_{z,CP} \times d_{C.P.}$ | |
| $M_{Fz,FC}$ | Momento dovuto al peso del F.C. + pendini | 505,17 | daNm | $F_{z,FC} \times d_{F.C.}$ | |
| $M_{Fz,sosp}$ | Momento dovuto al peso della sospensione | 91,29 | daNm | $F_{z,sosp} \times d_{sosp}$ | |
| $M_{Fz,tot}$ | Momento trasversale azioni verticali totale | 1102,10 | | daNm | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI TRASVERSALI - VENTO +X | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| $M_{FT,CP}$ | Momento dovuto all'azione d'angolo C.P. | -131,93 | daNm | $F_{T,CP} \times H_{CP}$ | |
| $M_{FT,FC}$ | Momento dovuto all'azione d'angolo F.C. | -94,55 | daNm | $F_{T,FC} \times H_{FC}$ | |
| $M_{WT,CP}$ | Momento dovuto all'azione del vento su C.P. | 507,77 | | daNm | |
| $M_{WT,FC}$ | Momento dovuto all'azione del vento su F.C. | 345,04 | | daNm | |
| $M_{T,tot}$ | Momento trasversale azioni orizzontali totale vento +X | 626,34 | | daNm | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI TRASVERSALI - VENTO -X | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |

ELABORATI GENERALI
Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli

 COMMESSA
 IA7K

 LOTTO
 00 D 18

 CODIFICA
 CL

 DOCUMENTO
 LC0000 002

 REV.
 A

 FOGLIO
 47 di 65

| | | | | | |
|--|--|---------------|-------------|---|-----------------------------------|
| M _{WT,CP} | Momento dovuto all'azione del vento su C.P. | -507,77 | | daNm | |
| M _{WT,FC} | Momento dovuto all'azione del vento su F.C. | -345,04 | | daNm | |
| M _{T,tot} | Momento trasversale azioni orizzontali totale vento -X | -1079,29 | | daNm | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI LONGITUDINALI | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| M _{L,mens,CP} | Momento dovuto alla rotazione della mensola | -49,02 | daNm | F _{L,mens,CP} X H _{CP} | |
| M _{L,mens,FC} | Momento dovuto alla rotazione della mensola | -33,68 | daNm | F _{L,mens,CP} X H _{FC} | |
| M _{L,tot} | Momento longitudinale totale | -82,70 | | daNm | |
| CONDIZIONE C - ASSE A | | | | | |
| CARICHI VERTICALI | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| F _{z,CP} | Azione verticale corda portante+eventuale asse punto fisso | 155,76 | daN | P _{C,P} X Cm+ F _{Zcarp} PF | |
| F _{z,FC} | Azione verticale filo di contatto+pendini | 155,67 | daN | P _{F,C} X Cm | |
| F _{z,sosp} | Azione verticale sospensione | 17,00 | daN | P _{sosp} | |
| F _{z,tot} | Azione verticale totale | 328,43 | daN | | |
| CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI - VENTO +X | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| F _{T,CP} | Azione d'angolo C.P. | -20,45 | daN | nc x T _{C,P} x [(C1/2R + C2/2R)+ nc x T _{C,P} x [(Dp-Dp1)/C1+(Dp-Dp2)/C2] | |
| F _{T,FC} | Azione d'angolo F.C. | -18,18 | daN | nc x T _{F,C} x [(C1/2R + C2/2R)+ nc x T _{F,C} x [(Dp-Dp1)/C1+(Dp-Dp2)/C2] | |
| F _{T,tot} | Azione trasversale totale | -38,64 | daN | | |
| CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI - VENTO -X | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| F _{T,tot} | Azione trasversale totale | -38,64 | daN | | |
| CARICHI ORIZZONTALI LONGITUDINALI | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| F _{L,mens,CP} | Azione dovuta alla rotazione della mensola C.P. | -1,57 | daN | (F _{T,CP} +W _{T,CP}) x z / (a-x) | z = 0,4m |
| F _{L,mens,FC} | Azione dovuta alla rotazione della mensola F.C. | -1,39 | daN | (F _{T,FC} +W _{T,FC}) x z / (a-x) | z = 0,4m |
| F _{L,tot} | Azione longitudinale totale | -2,96 | daN | | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI VERTICALI | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| M _{Fz,CP} | Momento dovuto al peso della C.P. | 836,43 | daNm | F _{z,CP} X d _{C,P} | |
| M _{Fz,FC} | Momento dovuto al peso del F.C. + pendini | 835,96 | daNm | F _{z,FC} X d _{F,C} | |
| M _{Fz,sosp} | Momento dovuto al peso della sospensione | 91,29 | daNm | F _{z,sosp} X d _{sosp} | |
| M _{Fz,tot} | Momento trasversale azioni verticali totale | 1763,68 | | daNm | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI TRASVERSALI - VENTO +X | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| M _{FT,CP} | Momento dovuto all'azione d'angolo C.P. | -131,93 | daNm | F _{T,CP} X H _{CP} | |
| M _{FT,FC} | Momento dovuto all'azione d'angolo F.C. | -94,55 | daNm | F _{T,FC} X H _{FC} | |
| M _{T,tot} | Momento trasversale azioni orizzontali totale vento +X | -226,48 | | daNm | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI TRASVERSALI - VENTO -X | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| M _{T,tot} | Momento trasversale azioni orizzontali totale vento -X | -226,48 | | daNm | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI LONGITUDINALI | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| M _{L,mens,CP} | Momento dovuto alla rotazione della mensola | -10,11 | daNm | F _{L,mens,CP} X H _{CP} | |
| M _{L,mens,FC} | Momento dovuto alla rotazione della mensola | -7,24 | daNm | F _{L,mens,CP} X H _{FC} | |
| M _{L,tot} | Momento longitudinale totale | -17,35 | | daNm | |

ELABORATI GENERALI
Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA IA7K LOTTO 00 D 18 CODIFICA CL DOCUMENTO LC0000 002 REV. A FOGLIO 48 di 65

| CONDIZIONE D - ASSE A | | | | | |
|---|---|-----------------|------|---|----------------------------|
| CARICHI VERTICALI | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| F _{z,CP} | Azione verticale corda portante+eventuale asse punto fisso | 155,76 | daN | $P_{C.P.} \times C_m + F_{z,carp} PF$ | |
| F _{z,FC} | Azione verticale filo di contatto+pendini | 155,67 | daN | $P_{F.C.} \times C_m$ | |
| F _{z,sosp} | Azione verticale sospensione | 17,00 | daN | P_{sosp} | |
| F_{z,tot} | Azione verticale totale | 328,43 | daN | | |
| CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI - VENTO +X | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| F _{T,CP} | Azione d'angolo C.P. | -20,45 | daN | $nc \times T_{C.P.} \times (C1/2R + C2/2R) + nc \times T_{C.P.} \times [(Dp - Dp1)/C1 + (Dp - Dp2)/C2]$ | |
| F _{T,FC} | Azione d'angolo F.C. | -18,18 | daN | $nc \times T_{F.C.} \times (C1/2R + C2/2R) + nc \times T_{F.C.} \times [(Dp - Dp1)/C1 + (Dp - Dp2)/C2]$ | |
| W _{T,CP} | Azione del vento su C.P. | 100,44 | daN | $W_{C.P.} \times diam_{C.P.} \times C_m$ | |
| W _{T,FC} | Azione del vento su F.C. | 98,01 | daN | $W_{F.C.} \times diam_{F.C.} \times C_m$ | |
| F_{T,tot} | Azione trasversale totale | 159,81 | daN | | |
| CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI - VENTO -X | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| W _{T,CP} | Azione del vento su C.P. | -100,44 | daN | $W_{C.P.} \times diam_{C.P.} \times C_m$ | |
| W _{T,FC} | Azione del vento su F.C. | -98,01 | daN | $W_{F.C.} \times diam_{F.C.} \times C_m$ | |
| F_{T,tot} | Azione trasversale totale | -237,08 | daN | | |
| CARICHI ORIZZONTALI LONGITUDINALI | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| F _{L,mens,CP} | Azione dovuta alla rotazione della mensola C.P. | -9,26 | daN | $(F_{T,CP} + W_{T,CP}) \times z / (a-x)$ | z = 0,4m |
| F _{L,mens,FC} | Azione dovuta alla rotazione della mensola F.C. | -8,90 | daN | $(F_{T,FC} + W_{T,FC}) \times z / (a-x)$ | z = 0,4m |
| F_{L,tot} | Azione longitudinale totale | -18,17 | daN | | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI VERTICALI | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| M _{Fz,CP} | Momento dovuto al peso della C.P. | 836,43 | daNm | $F_{z,CP} \times d_{C.P.}$ | |
| M _{Fz,FC} | Momento dovuto al peso del F.C. + pendini | 835,96 | daNm | $F_{z,FC} \times d_{F.C.}$ | |
| M _{Fz,sosp} | Momento dovuto al peso della sospensione | 91,29 | daNm | $F_{z,sosp} \times d_{sosp}$ | |
| M_{Fz,tot} | Momento trasversale azioni verticali totale | 1763,68 | daNm | | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI TRASVERSALI - VENTO +X | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| M _{Ft,CP} | Momento dovuto all'azione d'angolo C.P. | -131,93 | daNm | $F_{T,CP} \times H_{CP}$ | |
| M _{Ft,FC} | Momento dovuto all'azione d'angolo F.C. | -94,55 | daNm | $F_{T,FC} \times H_{FC}$ | |
| M _{Wt,CP} | Momento dovuto all'azione del vento su C.P. | 647,84 | daNm | | |
| M _{Wt,FC} | Momento dovuto all'azione del vento su F.C. | 509,64 | daNm | | |
| M_{T,tot} | Momento trasversale azioni orizzontali totale vento +X | 931,00 | daNm | | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI TRASVERSALI - VENTO -X | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| M _{Wt,CP} | Momento dovuto all'azione del vento su C.P. | -647,84 | daNm | | |
| M _{Wt,FC} | Momento dovuto all'azione del vento su F.C. | -509,64 | daNm | | |
| M_{T,tot} | Momento trasversale azioni orizzontali totale vento -X | -1383,95 | daNm | | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI LONGITUDINALI | | | | | |
| Simbolo | Descrizione | Valore | U.M. | Formula | Note/Riferimento normativo |
| M _{L,mens,CP} | Momento dovuto alla rotazione della mensola | -59,75 | daNm | $F_{L,mens,CP} \times H_{CP}$ | |
| M _{L,mens,FC} | Momento dovuto alla rotazione della mensola | -46,30 | daNm | $F_{L,mens,CP} \times H_{FC}$ | |
| M_{L,tot} | Momento longitudinale totale | -106,05 | daNm | | |
| CARICHI ECCEZIONALI DA SOSTITUZIONE DEI F.C. | | | | | |
| CARICHI VERTICALI ECCEZIONALI DA SOSTITUZIONE F.C. - ASSE "A" | | | | | |

ELABORATI GENERALI
**Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
 fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR
 maggiorata e ormeggio trefoli**

COMMESSA IA7K LOTTO 00 D 18 CODIFICA CL DOCUMENTO LC0000 002 REV. A FOGLIO 49 di 65

| | | | | | | |
|---|--|---------------|--|------|---|------------------|
| Fz,FC_ECC | Azione verticale fill di contatto+pendini sostituzione fili | 94,07 | | daN | P _{F.C.} x Cm | -(e.c.) + (i.c.) |
| FT,tot,ecc | Azione Verticale eccezionale totale | 94,07 | | daN | | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI VERTICALI ECCEZIONALI DA SOSTITUZIONE F.C. - ASSE "A" | | | | | | |
| MFz,FC_ECC | Momento dovuto all'Azione verticale fill di contatto+pendini sostituzione fili | 505,17 | | daNm | Fz,FC_ECC X d _{fc} | |
| Mztot,ecc | Momento trasversale azioni orizzontali eccezionali totale | 505,17 | | daNm | | |
| CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI ECCEZIONALI DA SOSTITUZIONE F.C. - ASSE "A" | | | | | | |
| FT,FC;ECC | Azione d'angolo F.C. eccezionale per sostituzione fili di contatto | -18,18 | | daN | =F _{T,FC} | |
| FT,tot,ecc | Azione trasversale eccezionale totale | -18,18 | | daN | | |
| MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI TRASVERSALI ECCEZIONALI DA SOSTITUZIONE F.C. - ASSE "A" | | | | | | |
| MFT,FC | Momento dovuto all'azione d'angolo ECCEZ. Indotta dalla sostituzione F.C | -94,55 | | daNm | F _{T,FC.ECC} X H _{FC} | |
| MT,tot,ecc | Momento trasversale azioni orizzontali eccezionali totale | -94,55 | | daNm | | |

| Combinazioni di carico NTC 2018 | | | | | | | | | |
|---------------------------------|---------------------|----------------|----------------|---------|---------|---------|-------------|------------|-----------------|
| CMB | Case name | Coeff. Amplif. | Riferimento | N | Fx | Fy | M trasv. MY | M long. Mx | CMB |
| STR1 | G1:C.P.S. | 1,30 | CMB A1 EN50119 | 3548,94 | -57,95 | -4,44 | 1506,25 | -26,03 | STR1 |
| | G2:C.P.N.S. | 1,50 | | | | | | | |
| STR2-V+X | G1:C.P.S. | 1,30 | CMB D EN50119 | 3753,33 | 461,67 | -27,25 | 5186,89 | -159,07 | STR2-V+X |
| | G2:C.P.N.S. | 1,50 | | 3753,33 | -577,58 | -27,25 | -225,76 | -159,07 | STR2-V-X |
| | Q1: ICE | 1,50 | | | | | | | |
| | Q3: WIND X (ICE) | 0,90 | | | | | | | |
| STR3-V+X | G1:C.P.S. | 1,30 | CMB D EN50119 | 3753,33 | 764,46 | -27,25 | 6828,99 | -159,07 | STR3-V+X |
| | G2:C.P.N.S. | 1,50 | | 3753,33 | -880,37 | -27,25 | -1867,86 | -159,07 | STR3-V-X |
| | Q1: ICE | 0,75 | | | | | | | |
| | Q3: WIND X (ICE) | 1,50 | | | | | | | |
| STR4-V+X | G1:C.P.S. | 1,30 | CMB B EN50119 | 2890,51 | 866,46 | -21,12 | 6240,41 | -124,06 | STR4-V+X |
| | G2:C.P.N.S. | 1,50 | | 2890,51 | -982,37 | -21,12 | -3227,91 | -124,06 | STR4-V-X |
| | Q2: WIND X (NO ICE) | 1,50 | | | | | | | |
| STR5-V+Y | G1:C.P.S. | 1,30 | CMB B EN50119 | 2890,51 | -57,95 | 284,46 | 1506,25 | 1343,76 | STR5-V+Y |
| | G2:C.P.N.S. | 1,50 | | 2890,51 | -57,95 | -326,69 | 1506,25 | -1591,87 | STR5-V-Y |
| | Q2: WIND Y (NO ICE) | 1,50 | | | | | | | |
| STR6-V+X | G1:C.P.S. | 1,30 | CMB B EN50119 | 2890,51 | 589,13 | 192,78 | 4820,16 | 903,41 | STR6-V+X |
| | G2:C.P.N.S. | 1,50 | | 2890,51 | -705,04 | 192,78 | -2361,45 | 903,41 | STR6-V-X |
| | Q2: WIND X (NO ICE) | 1,05 | | | | | | | |
| | Q2: WIND Y (NO ICE) | 1,05 | | | | | | | |
| STR7 | G1:C.P.S. | 1,00 | CMB A1 EN50119 | 2529,03 | -56,82 | -2,96 | 1414,79 | -17,35 | STR7 |
| | G2:C.P.N.S. | 1,00 | | | | | | | |
| | ECC1 | 1,00 | | | | | | | |
| SLV1 | G1:C.P.S. | 1,00 | CMB A1 EN50119 | 2434,96 | 587,65 | 184,93 | 4326,24 | 979,27 | SLV1 |
| | G2:C.P.N.S. | 1,00 | | | | | | | |
| | Sisma X | 1,00 | | | | | | | |
| | Sisma Y | 0,30 | | | | | | | |
| SLV2 | G1:C.P.S. | 1,00 | CMB A1 EN50119 | 2434,96 | 587,65 | -190,85 | 4326,24 | -1013,98 | SLV2 |
| | G2:C.P.N.S. | 1,00 | | | | | | | |
| | Sisma X | 1,00 | | | | | | | |

ELABORATI GENERALI
**Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
 fuori standard: sostegno TE in rettilo con DR
 maggiorata e ormeggio trefoli**

COMMESSA IA7K LOTTO 00 D 18 CODIFICA CL DOCUMENTO LC0000 002 REV. A FOGLIO 50 di 65

| | | | | | | | | | |
|-----------------|---------------------|-------|-------------------|---------|---------|---------|----------|----------|-----------------|
| | Sisma Y | -0,30 | | | | | | | |
| SLV3 | G1:C.P.S. | 1,00 | CMB A1 EN50119 | 2434,96 | -664,93 | 184,93 | -2317,91 | 979,27 | SLV3 |
| | G2:C.P.N.S. | 1,00 | | | | | | | |
| | Sisma X | -1,00 | | | | | | | |
| | Sisma Y | 0,30 | | | | | | | |
| SLV4 | G1:C.P.S. | 1,00 | CMB A1 EN50119 | 2434,96 | -664,93 | -190,85 | -2317,91 | -1013,98 | SLV4 |
| | G2:C.P.N.S. | 1,00 | | | | | | | |
| | Sisma X | -1,00 | | | | | | | |
| | Sisma Y | -0,30 | | | | | | | |
| SLV5 | G1:C.P.S. | 1,00 | CMB A1 EN50119 | 2434,96 | 149,25 | 623,33 | 2000,79 | 3304,72 | SLV5 |
| | G2:C.P.N.S. | 1,00 | | | | | | | |
| | Sisma X | 0,30 | | | | | | | |
| | Sisma Y | 1,00 | | | | | | | |
| SLV6 | G1:C.P.S. | 1,00 | CMB A1 EN50119 | 2434,96 | -226,52 | 623,33 | 7,54 | 3304,72 | SLV6 |
| | G2:C.P.N.S. | 1,00 | | | | | | | |
| | Sisma X | -0,30 | | | | | | | |
| | Sisma Y | 1,00 | | | | | | | |
| SLV7 | G1:C.P.S. | 1,00 | CMB A1 EN50119 | 2434,96 | 149,25 | -629,25 | 2000,79 | -3339,43 | SLV7 |
| | G2:C.P.N.S. | 1,00 | | | | | | | |
| | Sisma X | 0,30 | | | | | | | |
| | Sisma Y | -1,00 | | | | | | | |
| SLV8 | G1:C.P.S. | 1,00 | CMB A1 EN50119 | 2434,96 | -226,52 | -629,25 | 7,54 | -3339,43 | SLV8 |
| | G2:C.P.N.S. | 1,00 | | | | | | | |
| | Sisma X | -0,30 | | | | | | | |
| | Sisma Y | -1,00 | | | | | | | |
| GEO1-SLU | G1:C.P.S. | 1,00 | CMB A1 EN50119 | 3010,20 | -50,23 | -3,85 | 1305,42 | -22,56 | GEO1-SLU |
| | G2:C.P.N.S. | 1,30 | | | | | | | |
| GEO2-SLU | G1:C.P.S. | 1,00 | CMB D EN50119 | 3187,34 | 400,12 | -23,62 | 4495,31 | -137,86 | GEO2-SLU |
| | G2:C.P.N.S. | 1,30 | | | | | | | |
| | Q1: ICE | 1,30 | | | | | | | |
| | Q3: WIND X (ICE) | 0,78 | | | | | | | |
| GEO3-SLU | G1:C.P.S. | 1,00 | CMB D EN50119 | 3187,34 | 662,54 | -23,62 | 5918,46 | -137,86 | GEO3-SLU |
| | G2:C.P.N.S. | 1,30 | | | | | | | |
| | Q1: ICE | 0,65 | | | | | | | |
| | Q3: WIND X (ICE) | 1,30 | | | | | | | |
| GEO4-SLU | G1:C.P.S. | 1,00 | CMB B EN50119 | 2439,56 | 750,93 | -18,30 | 5408,36 | -107,52 | GEO4-SLU |
| | G2:C.P.N.S. | 1,30 | | | | | | | |
| | Q2: WIND X (NO ICE) | 1,30 | | | | | | | |
| GEO5-SLU | G1:C.P.S. | 1,00 | CMB B EN50119 | 2439,56 | -50,23 | 246,53 | 1305,42 | 1164,59 | GEO5-SLU |
| | G2:C.P.N.S. | 1,30 | | | | | | | |
| | Q2: WIND Y(NO ICE) | 1,30 | | | | | | | |
| GEO6-SLU | G1:C.P.S. | 1,00 | CMB B EN50119 | 2439,56 | 510,58 | 167,08 | 4177,47 | 782,96 | GEO6-SLU |
| | G2:C.P.N.S. | 1,30 | | | | | | | |
| | Q2: WIND X(NO ICE) | 0,91 | | | | | | | |
| | Q2: WIND Y(NO ICE) | 0,91 | | | | | | | |
| GEO7-SLU | G1:C.P.S. | 1,00 | CMB A1 EN50119 | 2623,10 | -56,82 | -2,96 | 1414,79 | -17,35 | GEO7-SLU |
| | G2:C.P.N.S. | 1,00 | | | | | | | |

ELABORATI GENERALI
**Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
 fuori standard: sostegno TE in rettilo con DR
 maggiorata e ormeggio trefoli**

COMMESSA IA7K LOTTO 00 D 18 CODIFICA CL DOCUMENTO LC0000 002 REV. A FOGLIO 51 di 65

| | | | | | | | | | |
|-----------------|---------------------|------|-------------------|---------|---------|---------|----------|----------|-----------------|
| | ECC1 | 1,00 | | | | | | | |
| Equ1 | G1:C.P.S. | 0,90 | CMB A1 EN50119 | 2191,46 | -57,95 | -4,44 | 1506,25 | -26,03 | Equ1 |
| | G2:C.P.N.S. | 1,50 | | | | | | | |
| Equ2-V+X | G1:C.P.S. | 0,90 | CMB D EN50119 | 2519,47 | 461,67 | -27,25 | 5186,89 | -159,07 | Equ2-V+X |
| Equ2-V-X | G2:C.P.N.S. | 1,50 | | 2519,47 | -577,58 | -27,25 | -225,76 | -159,07 | Equ2-V-X |
| | Q1: ICE | 1,50 | | | | | | | |
| | Q3: WIND X (ICE) | 0,90 | | | | | | | |
| Equ3-V+X | G1:C.P.S. | 0,90 | CMB D EN50119 | 2314,10 | 764,46 | -27,25 | 6828,99 | -159,07 | Equ3-V+X |
| Equ3-V-X | G2:C.P.N.S. | 1,50 | | 2314,10 | -880,37 | -27,25 | -1867,86 | -159,07 | Equ3-V-X |
| | Q1: ICE | 0,75 | | | | | | | |
| | Q3: WIND X (ICE) | 1,50 | | | | | | | |
| Equ4-V+X | G1:C.P.S. | 0,90 | CMB B EN50119 | 1796,40 | 866,46 | -21,12 | 6240,41 | -124,06 | Equ4-V+X |
| Equ4-V-X | G2:C.P.N.S. | 1,50 | | 1796,40 | -982,37 | -21,12 | -3227,91 | -124,06 | Equ4-V-X |
| | Q2: WIND X (NO ICE) | 1,50 | | | | | | | |
| Equ5-V+Y | G1:C.P.S. | 0,90 | CMB B EN50119 | 1796,40 | -57,95 | 284,46 | 1506,25 | 1343,76 | Equ5-V+Y |
| Equ5-V-Y | G2:C.P.N.S. | 1,50 | | 1796,40 | -57,95 | -326,69 | 1506,25 | -1591,87 | Equ5-V-Y |
| | Q2: WIND Y (NO ICE) | 1,50 | | | | | | | |
| Equ6-V+X | G1:C.P.S. | 0,90 | CMB B EN50119 | 1796,40 | 589,13 | 192,78 | 4820,16 | 903,41 | Equ6-V+X |
| Equ6-V-X | G2:C.P.N.S. | 1,50 | | 1796,40 | -705,04 | 192,78 | -1807,67 | 903,41 | Equ6-V-X |
| | Q2: WIND X (NO ICE) | 1,05 | | | | | | | |
| | Q2: WIND Y (NO ICE) | 1,05 | | | | | | | |
| Equ7 | G1:C.P.S. | 0,90 | CMB A1 EN50119 | 2477,28 | -56,82 | -2,96 | 1414,79 | -17,35 | Equ7 |
| | G2:C.P.N.S. | 1,00 | | | | | | | |
| | ECC1 | 1,00 | | | | | | | |

| CARICHI TOT. BASE DEL SOSTEGNO COMB. EN50119 - AMPLIFICATI(1.3) | COND A1 | COND A2 | COND B | COND C | COND D |
|--|------------|---------|---------|---------|---------|
| CARICHI VERTICALI [daN] | 3165,45 | 2210,69 | 2594,80 | 3109,00 | 3342,58 |
| CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI DIR X [daN] | 50,23 | 50,23 | 743,37 | 50,23 | 649,56 |
| CARICHI ORIZZONTALI LONGITUDINALI Y [daN] | 3,85 | 3,85 | 246,53 | 3,85 | 113,73 |
| MOMENTI TRASVERSALI [daN] | 1305,42 | 1305,42 | 5013,89 | 2149,82 | 5496,93 |
| MOMENTI LONGITUDINALI [daN] | 22,56 | 22,56 | 1164,59 | 22,56 | 521,90 |

11 Schede di verifica del sostegno e del blocco di fondazione

TIPOLOGIA SOSTEGNO : LSU16b - NUMERO SOSTEGNO : Rettilo
Caratteristiche sezione

| descrizione | Simbolo | Valore | U.M. | Formula/Rif. Normativo |
|---|------------------|--------|-----------------|------------------------|
| Area della sezione | A | 48 | cm ² | |
| Modulo elastico dir. X | W _{elz} | 566 | cm ³ | |
| Modulo elastico dir. Y | W _{ely} | 232 | cm ³ | |
| Momento inerzia dir. X | J _x | 8483 | cm ⁴ | |
| Momento inerzia dir. Y | J _y | 1850 | cm ⁴ | |
| Modulo plastico dir. X | W _{plx} | 631 | cm ³ | |
| Modulo plastico dir. Y | W _{ply} | 276 | cm ³ | |
| Area di taglio della sezione UPN | Av | 36,24 | cm ² | Eq 4.2.19 NTC 2018 |
| Altezza palo fuori terra | hft | 9,607 | m | |
| Altezza per calcolo lunghezza libera di inflessione | hc1 | 6,2 | m | Trasversale |

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

FOGLIO
52 di 65

| | | | |
|---------------------|-------|--------|-----------------|
| Altezza ali UPN | h_f | 6,5 | cm |
| spessore ali UPN | t_f | 1,1 | cm |
| Altezza anima UPN | h_w | 11,5 | cm |
| spessore anima UPN | t_w | 0,75 | cm |
| Raggio di curvatura | r | 1,05 | cm |
| Costante di warping | I_w | 7818,3 | cm ⁶ |

Materiali

| | | | |
|----------------------------------|---------------|----------|------------------------|
| Qualità acciaio | | S 355 JR | |
| Modulo elastico | E | 21000 | N/mm ² |
| Modulo di taglio | G | 80769 | N/mm ² |
| Coefficiente di Poisson | ν | 0,3 | |
| Densità | ρ | 7850 | kg/m ³ |
| Tensione di snervamento caratt. | f_{yk} | 355 | N/mm ² |
| Tensione di rottura caratt. | f_{uk} | 510 | N/mm ² |
| coeff. Di sicurezza | γ_{ms} | 1,10 | EN 50119 §6.4.3 tab. 2 |
| Tensione di snervamento di calc. | f_{yd} | 322,73 | N/mm ² |
| Tensione di rottura di calc. | f_{ud} | 463,64 | N/mm ² |

CONDIZIONE VENTO +X

1. Verifica di Resistenza

| descrizione | Simbolo | U.M. | Formula/Rif. Normativo |
|------------------------------------|-------------|------|--|
| Azione normale plastica di calcolo | $N_{pl,Rd}$ | daN | $Af_{yk}/\gamma_{Ms} \times 10^{-1}$ |
| | | | 9,09 |
| limitazione piano x-x | | daN | $0,25 \times N_{pl,Rd}$ |
| | | | 38727,27 |
| limitazione piano x-x | | daN | $0,5hwtwfy/\gamma_{Ms} \times 10^{-1}$ |
| | | | 13917,61 |
| limitazione piano y-y | | daN | $hwtwfy/\gamma_{Ms} \times 10^{-1}$ |
| | | | 27835,23 |

Verifica combinazione

| | | | |
|--|--------------------------|-------------------------------------|--|
| piano x-x | | <i>No contributo azione normale</i> | |
| piano y-y | | <i>No contributo azione normale</i> | |
| Rapporto | n | 0,02 | $N_{Ed}/N_{pl,Rd}$ |
| Momento ridotto del contr. Sforzo normale dir. X | $M_{N,x,Rd}$ | 20364,09 | daNm $W_{pl,x} f_{yk}/\gamma_{Ms}$ |
| Momento ridotto del contr. Sforzo normale dir. Y | $M_{N,y,Rd}$ | 8907,27 | daNm $W_{pl,y} \times f_{yk}/\gamma_{Ms}$ |
| Verifica di resistenza | | 0,35 | OK $(M_{x,Ed}/M_{N,x,Rd}) + (M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd}) \leq 1$ |
| Taglio resistente di calcolo | $V_{c,Rd}$ | 67524,8 | daN $(A_v * f_{yk}) / (3^{1/2} * \gamma_{ms})$ |
| Verifica | $V_{ed} < 50\% V_{c,Rd}$ | | <i>No Taglio</i> |

2. Verifica di Stabilità

2.1.1 Direzione x-x

| descrizione | Simbolo | U.M. | Formula/Rif. Normativo |
|--|-------------|----------|--|
| Lunghezza libera di inflessione | βx | 2 | |
| | $L_{0,x}$ | 12,4 | m $\beta x \times hc1$ |
| Carico critico euleriano | $N_{Cr,x}$ | 11434,70 | $\pi^2 \times E \times Jt / L_{0,x}^2$ |
| Snellezza adimensionale | λx | 1,22 | $\sqrt{A \times f_{yk} / N_{Cr,x}}$ |
| Fattore di imperfezione | α | 0,49 | Tab. 4.2.VIII NTC 2018 |
| | | 25,58579 | $0,5[1 + \alpha(\lambda x - 0,2) + \lambda x^2]$ |
| | | 87 | |
| Coefficiente di riduzione per instabilità compressione | χX | 0,4240 | $1/\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda x^2} \leq 1$ |

2.1.2 Direzione y-y

ELABORATI GENERALI
Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR maggiorata e ormeggio trefoli

 COMMESSA
IA7K

 LOTTO
00 D 18

 CODIFICA
CL

 DOCUMENTO
LC0000 002

 REV.
A

 FOGLIO
53 di 65

| descrizione | Simbolo | | U.M. | Formula/Rif. Normativo |
|--|-------------|--------|------|--|
| | βy | 0,8 | | |
| Lunghezza libera di inflessione | $L_{0,y}$ | 4,96 | m | $\beta z \times hc2$ |
| Carico critico euleriano | $N_{Cr,y}$ | 15585 | | $\pi^2 \times E \times Jt / L_{0,y}^2$ |
| | | 73 | | |
| Snellezza adimensionale | λy | 1,05 | | $\sqrt{A \times f_{yk} / N_{Cr,y}}$ |
| Fattore di imperfezione | α | 0,49 | | Tab. 4.2.VIII NTC 2018 |
| | Φ | 1,25 | | $0,5[1+\alpha(\lambda y-0,2)+\lambda y^2]$ |
| Coefficiente di riduzione per instabilità compressione | χy | 0,5139 | | $1/\Phi+\sqrt{\Phi^2-\lambda y^2} \leq 1$ |
| Altezza per calcolo lunghezza libera di inflessione | $hc2$ | 6,2 | m | |

2.2 Coefficienti riduzione per instabilità a flessione deviata per elementi deformabili torsionalmente

| descrizione | Simbolo | | U.M. | Formula/Rif. Normativo |
|--|-----------------|--------|------------|--|
| | λ_{LTO} | 0,40 | | |
| | β | 0,75 | | |
| Aliquota momenti flettenti di estremità | ψ | 0,25 | | |
| | kc | 0,802 | | $1/(1,33-0,33\psi)$ |
| Coefficiente correttivo | α_{LT} | 0,34 | | Tab. 4.2.IX NTC 2018 |
| Coefficiente che dipende dalle cond. di carico e vincoli | C_1 | 1,0 | | Valore unitario conservativo |
| Coefficiente di lunghezza efficace | k | 0,70 | | |
| Coefficiente di ingobbamento di un estremo | kw | 1,0 | | Valore unitario conservativo |
| Distanza ritegni torsionali | L | 4,96 | m | |
| Momento critico elastico di instabilità flessio-torsionale | M_{cr} | 18470, | daNm | Appendice F ENV 1993-1-1 |
| | | 88 | | |
| Coefficiente di snellezza adimensionale | λ_{LT} | 0,67 | | $\sqrt{W y \times f_{yk} / M_{cr}}$ |
| | f | 0,904 | | $1-0,5(1-kc)[1-2,0(\lambda_{LT}-0,8)^2]$ |
| | Φ_{LT} | 0,71 | | $0,5[1+\alpha_{LT}(\lambda_{LT}-\lambda_{LTO})+\beta \times \lambda_{LT}^2]$ |
| | χ_{LT} | 0,98 | | $1/f \times 1/\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \lambda_{LT}^2}$ |
| coefficiente di sicurezza | γ_{m1} | 1,1 | | 1,12 |
| Coefficiente correttivo | α_{my} | 0,7 | $\geq 0,4$ | tab. C4.2.VI Circ. n.7/2019 |
| Coefficiente correttivo | α_{mz} | 0,7 | $\geq 0,4$ | tab. C4.2.VI Circ. n.7/2019 |
| Coefficiente correttivo | α_{mLT} | 0,7 | $\geq 0,4$ | tab. C4.2.VI Circ. n.7/2019 |
| coefficiente di interazione | k_{yy} | 0,741 | \leq | 0,732 |
| coefficiente di interazione | k_{yz} | 0,450 | | |
| coefficiente di interazione | k_{zy} | 0,945 | \geq | 0,948 |
| coefficiente di interazione | k_{zz} | 0,749 | \leq | 0,746 |

2.3 Verifica a instabilità palo

| descrizione | Simbolo | | U.M. | Formula/Rif. Normativo |
|-----------------|---------|--------------|--------|--|
| primo termine | | 0,057 | | $(N_{ed}-P_{palo}) \times \gamma_{m1} / (\chi_x \times A \times f_{yk}) + P_{palo} \times \gamma_{m1} / (\chi_x \times A \times f_{yk})$ |
| secondo termine | | 0,279 | | $k_{yy} \times M_{x,Ed} \times \gamma_{m1} / (\chi_{LT} \times W_x \times f_{yk})$ |
| terzo termine | | 0,009 | | $k_{yz} \times M_{y,Ed} \times \gamma_{m1} / (\chi_{LT} \times W_y \times f_{yk})$ |
| somma | | 0,345 | \leq | 1 OK |
| primo termine | | 0,047 | | $(N_{ed}-P_{palo}) \times \gamma_{m1} / (\chi_y \times A \times f_{yk}) + P_{palo} \times \gamma_{m1} / (\chi_y \times A \times f_{yk})$ |
| secondo termine | | 0,362 | | $k_{zy} \times M_{x,Ed} \times \gamma_{m1} / (\chi_{LT} \times W_x \times f_{yk})$ |
| terzo termine | | 0,014 | | $k_{zz} \times M_{y,Ed} \times \gamma_{m1} / (\chi_{LT} \times W_y \times f_{yk})$ |
| somma | | 0,423 | \leq | 1 OK |

3. Calcolo Strapiombo (Condizione A2)

| descrizione | Simbolo | | U.M. | Formula/Rif. Normativo |
|---|-------------|--------------|------|--|
| | h_m | 5,98 | m | |
| Somma momenti carichi permanenti vert. e orizz. | $M_P + M_H$ | 1004,1 | daNm | |
| | | 7 | | |
| Forza applicata per calcolo strapiombo | F | 167,92 | daN | $(M_P + M_H) / h_m$ |
| Freccia provocata dalla forza F | f_0 | 0,67 | cm | $(F \times h_m^3 \times 10^6) / 3 \times E \times I_x$ |
| Strapiombo calcolato alla quota della mensola | S_t | -1,12 | mm/m | $-(f_0 \times 10) / h_m$ |

4. Verifica di Resistenza in combinazione sismica

| descrizione | Simbolo | | U.M. | Formula/Rif. Normativo |
|------------------------------------|-------------|-------|------|---|
| Azione normale plastica di calcolo | $N_{Pl,Rd}$ | 15490 | daN | $A f_{yk} / \gamma_{Ms} \times 10^{-1}$ |

ELABORATI GENERALI
Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA IA7K LOTTO 00 D 18 CODIFICA CL DOCUMENTO LC0000 002 REV. A FOGLIO 54 di 65

| | | | | |
|-----------------------|------|--------|-----|---|
| limitazione piano x-x | 9,09 | 38727, | daN | 0,25 x N _{pl,Rd} |
| limitazione piano x-x | 27 | 13917, | daN | 0,5hwtwfy/γ _{M5} x10 ⁻¹ |
| limitazione piano y-y | 61 | 27835, | daN | hwtwfy/γ _{M5} x10 ⁻¹ |
| | 23 | | | |

Verifica combinazione

| | | | | |
|--|--------------------------|--------------------------------------|-----------|---|
| piano x-x | | <i>No contribuito azione normale</i> | | |
| piano y-y | | <i>No contribuito azione normale</i> | | |
| Rapporto | n | 0,02 | | N _{Ed} /N _{pl,Rd} |
| Momento ridotto del contr. Sforzo normale dir. X | M _{N,x,Rd} | 20364, | daNm | W _{pl,x} f _{yk} /γ _{M5} |
| | | 09 | | |
| Momento ridotto del contr. Sforzo normale dir. Y | M _{N,y,Rd} | 8907,2 | daNm | W _{pl,y} x f _{yk} /γ _{M5} |
| | | 7 | | |
| Verifica di resistenza | | 0,47 | OK | (M _{x,Ed} /M _{N,x,Rd})+(M _{y,Ed} /M _{N,y,Rd})≤1 |
| Taglio resistente di calcolo | V _{c,Rd} | 67524 | daN | (A _v * f _{yk}) / (3^(1/2) * γ _{M5}) |
| | | 8 | | |
| Verifica | Ved<50%V _{c,Rd} | | | <i>No Taglio</i> |

5. Verifica di Stabilità in combinazione sismica
5.1.1 Direzione x-x

| descrizione | Simbolo | Valore | U.M. | Formula/Rif. Normativo |
|--|-------------------|--------|------|--|
| | β _x | 2 | | |
| Lunghezza libera di inflessione | L _{0,x} | 12,4 | m | β _x x hc1 |
| Carico critico euleriano | N _{cr,x} | 11434 | | π ² x E x Jt/L _{0,x} ² |
| | | 70 | | |
| Snellezza adimensionale | λ _x | 1,22 | - | √A x f _{yk} / N _{cr,x} |
| Fattore di imperfezione | α | 0,49 | | Tab. 4.2.VIII NTC 2018 |
| | Φ | 1,50 | | 0,5[1+α(λ _x -0,2)+λ _x ²] |
| Coefficiente di riduzione per instabilità compressione | χ _X | 0,4240 | | 1/Φ+√Φ ² -λ _x ² ≤1 |
| Altezza per calcolo lunghezza libera di inflessione | hc1 | 6,2 | m | |

5.1.2 Direzione y-y

| descrizione | Simbolo | Valore | U.M. | Formula/Rif. Normativo |
|--|-------------------|--------|------|--|
| | β _y | 0,8 | | |
| Lunghezza libera di inflessione | L _{0,y} | 4,96 | m | β _y x hc2 |
| Carico critico euleriano | N _{cr,y} | 15585 | | π ² x E x Jt/L _{0,y} ² |
| | | 73 | | |
| Snellezza adimensionale | λ _y | 1,05 | | √A x f _{yk} / N _{cr,y} |
| Fattore di imperfezione | α | 0,49 | | Tab. 4.2.VIII NTC 2018 |
| | Φ | 1,25 | | 0,5[1+α(λ _y -0,2)+λ _y ²] |
| Coefficiente di riduzione per instabilità compressione | χ _Y | 0,5139 | | 1/Φ+√Φ ² -λ _y ² ≤1 |
| Altezza per calcolo lunghezza libera di inflessione | hc2 | 6,2 | m | |

5.2 Coefficienti riduzione per instabilità a flessione deviata per elementi deformabili torsionalmente

| descrizione | Simbolo | Valore | U.M. | Formula/Rif. Normativo |
|--|------------------|--------|------|---|
| | λ _{LTO} | 0,40 | | |
| | β | 0,75 | | |
| Aliquota momenti flettenti di estremità | ψ | 0,25 | | |
| | k _c | 0,802 | | 1/1,33-0,33ψ |
| Coefficiente correttivo | α _{LT} | 0,34 | | Tab. 4.2.IX NTC 2018 |
| Coefficiente che dipende dalle cond. di carico e vincoli | C ₁ | 1,0 | | Valore unitario conservativo |
| Coefficiente di lunghezza efficace | k | 0,70 | | |
| Coefficiente di ingobbamento di un estremo | k _w | 1,0 | | Valore unitario conservativo |
| Distanza ritegni torsionali | L | 4,96 | m | |
| Momento critico elastico di instabilità flessor-torsionale | M _{cr} | 18470, | daNm | Appendice F ENV 1993-1-1 |
| | | 88 | | |
| Coefficiente di snellezza adimensionale | λ _{LT} | 0,67 | | √W _y x f _{yk} / M _{cr} |
| | 5,98 f | 0,904 | | 1-0,5(1-k _c)[1-2,0(λ _{LT} -0,8) ²] |
| | Φ _{LT} | 0,71 | | 0,5[1+α _{LT} (λ _{LT} -λ _{LTO})+β x λ _{LT} ²] |

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

FOGLIO
55 di 65

| | | | | | |
|-----------------------------|----------------|-------|------------|--|------|
| coefficiente di sicurezza | χ_{LT} | 0,98 | | $1/f \times 1/\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \lambda_{LT}^2}$ | |
| Coefficiente correttivo | γ_{m1} | 1,1 | | | 1,12 |
| Coefficiente correttivo | α_{my} | 0,7 | $\geq 0,4$ | tab. C4.2.VI Circ. n.7/2019 | |
| Coefficiente correttivo | α_{mz} | 0,7 | $\geq 0,4$ | tab. C4.2.VI Circ. n.7/2019 | |
| coefficiente di interazione | α_{mLT} | 0,7 | $\geq 0,4$ | tab. C4.2.VI Circ. n.7/2019 | |
| coefficiente di interazione | kyy | 0,726 | \leq | 0,721 | NO |
| coefficiente di interazione | kzy | 0,439 | | | |
| coefficiente di interazione | kzy | 0,964 | \geq | 0,966 | |
| coefficiente di interazione | kzz | 0,732 | \leq | 0,730 | NO |

5.3 Verifica a instabilità palo

| descrizione | Simbolo | Valore | U.M. | Formula/Rif. Normativo | |
|-----------------|---------|--------------|--------|--|-----------|
| primo termine | | 0,037 | | $(N_{Ed} - P_{palo}) \times \gamma_{m1} / (\chi_y \times A \times f_{yk}) + P_{palo} \times \gamma_{m1} / (\chi_x \times A \times f_{yk})$ | |
| secondo termine | | 0,081 | | $k_{yy} \times M_{t,Ed} \times \gamma_{m1} / (\chi_{LT} \times W_x \times f_{yk})$ | |
| terzo termine | | 0,178 | | $k_{yz} \times M_{l,Ed} \times \gamma_{m1} / (\chi_{LT} \times W_y \times f_{yk})$ | |
| somma | | 0,296 | \leq | 1 | OK |
| primo termine | | 0,031 | | $(N_{Ed} - P_{palo}) \times \gamma_{m1} / (\chi_x \times A \times f_{yk}) + P_{palo} \times \gamma_{m1} / (\chi_y \times A \times f_{yk})$ | |
| secondo termine | | 0,108 | | $k_{zy} \times M_{t,Ed} \times \gamma_{m1} / (\chi_{LT} \times W_x \times f_{yk})$ | |
| terzo termine | | 0,296 | | $k_{zz} \times M_{l,Ed} \times \gamma_{m1} / (\chi_{LT} \times W_y \times f_{yk})$ | |
| somma | | 0,435 | \leq | 1 | OK |

CONDIZIONE VENTO -X

1. Verifica di Resistenza

| descrizione | Simbolo | Valore | U.M. | Formula/Rif. Normativo |
|------------------------------------|-------------|--------|------|--|
| Azione normale plastica di calcolo | $N_{pl,Rd}$ | 15490 | daN | $A f_{yk} / \gamma_{Ms} \times 10^{-1}$ |
| | | 9,09 | | |
| limitazione piano x-x | | 38727, | daN | $0,25 \times N_{pl,Rd}$ |
| | | 27 | | |
| limitazione piano x-x | | 13917, | daN | $0,5 h w t w f y / \gamma_{Ms} \times 10^{-1}$ |
| | | 61 | | |
| limitazione piano y-y | | 27835, | daN | $h w t w f y / \gamma_{Ms} \times 10^{-1}$ |
| | | 23 | | |

Verifica combinazione

| | | | | |
|--|--------------------------|------------------------------|-----------|--|
| piano x-x | | No contributo azione normale | | |
| piano y-y | | No contributo azione normale | | |
| Rapporto | n | 0,02 | | $N_{Ed} / N_{pl,Rd}$ |
| Momento ridotto del contr. Sforzo normale dir. X | $M_{N,x,Rd}$ | 20364, | daNm | $W_{pl,x} f_{yk} / \gamma_{Ms}$ |
| | | 09 | | |
| Momento ridotto del contr. Sforzo normale dir. Y | $M_{N,y,Rd}$ | 8907,2 | daNm | $W_{pl,y} \times f_{yk} / \gamma_{Ms}$ |
| | | 7 | | |
| Verifica di resistenza | | 0,25 | OK | $(M_{x,Ed} / M_{N,x,Rd}) + (M_{y,Ed} / M_{N,y,Rd}) \leq 1$ |
| Taglio resistente di calcolo | $V_{c,Rd}$ | 67524 | daN | $(A_v \times f_{yk}) / (3^{(1/2)} \times \gamma_{ms})$ |
| | | 8 | | |
| Verifica | $V_{ed} < 50\% V_{c,Rd}$ | | | No Taglio |

2. Verifica di Stabilità

2.1.1 Direzione x-x

| descrizione | Simbolo | Valore | U.M. | Formula/Rif. Normativo |
|--|-------------|--------|------|--|
| | β_x | 2 | | |
| Lunghezza libera di inflessione | $L_{0,x}$ | 12,4 | m | $\beta_x \times h_{c1}$ |
| Carico critico euleriano | $N_{Cr,x}$ | 11434 | | $\pi^2 \times E \times J_t / L_{0,x}^2$ |
| | | 70 | | |
| Snellezza adimensionale | λ_x | 1,22 | - | $\sqrt{A \times f_{yk} / N_{Cr,x}}$ |
| Fattore di imperfezione | α | 0,49 | | Tab. 4.2.VIII NTC 2018 |
| | Φ | 1,50 | | $0,5 [1 + \alpha (\lambda_x - 0,2) + \lambda_x^2]$ |
| Coefficiente di riduzione per instabilità compressione | χ_x | 0,4240 | | $1 / \Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda_x^2} \leq 1$ |

2.1.2 Direzione y-y

| descrizione | Simbolo | Valore | U.M. | Formula/Rif. Normativo |
|-------------|-----------|--------|------|------------------------|
| | β_y | 0,8 | | |

ELABORATI GENERALI
Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR maggiorata e ormeggio trefoli

 COMMESSA
 IA7K

 LOTTO
 00 D 18

 CODIFICA
 CL

 DOCUMENTO
 LC0000 002

 REV.
 A

 FOGLIO
 56 di 65

| | | | | |
|--|-------------|--------|---|---|
| Lunghezza libera di inflessione | $L_{0,y}$ | 4,96 | m | $\beta z \times hc^2$ |
| Carico critico euleriano | $N_{cr,y}$ | 15585 | | $\pi^2 \times E \times Jt / L_{0,y}^2$ |
| | | 73 | | |
| Snellezza adimensionale | λ_y | 1,05 | | $\sqrt{A \times f_{yk} / N_{cr,y}}$ |
| Fattore di imperfezione | α | 0,49 | | Tab. 4.2.VIII NTC 2018 |
| | Φ | 1,25 | | $0,5[1+\alpha(\lambda_y-0,2)+\lambda_y^2]$ |
| Coefficiente di riduzione per instabilità compressione | χ_y | 0,5139 | | $1/\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda_y^2} \leq 1$ |
| Altezza per calcolo lunghezza libera di inflessione | hc^2 | 6,2 | m | |

2.2 Coefficienti riduzione per instabilità a flessione deviata per elementi deformabili torsionalmente

| descrizione | Simbolo | U.M. | Formula/Rif. Normativo | |
|--|-----------------|--------|------------------------|--|
| | λ_{LTO} | 0,40 | | |
| | β | 0,75 | | |
| Aliquota momenti flettenti di estremità | ψ | 0,25 | | |
| | kc | 0,802 | | $1/1,33-0,33\psi$ |
| Coefficiente correttivo | α_{LT} | 0,34 | | Tab. 4.2.IX NTC 2018 |
| Coefficiente che dipende dalle cond. di carico e vincoli | C_1 | 1,0 | | Valore unitario conservativo |
| Coefficiente di lunghezza efficace | k | 0,70 | | |
| Coefficiente di ingobbamento di un estremo | kw | 1,0 | | Valore unitario conservativo |
| Distanza ritegni torsionali | L | 4,96 | m | |
| Momento critico elastico di instabilità flessio-torsionale | M_{cr} | 18470, | daNm | Appendice F ENV 1993-1-1 |
| | | 88 | | |
| Coefficiente di snellezza adimensionale | λ_{LT} | 0,67 | | $\sqrt{W_y \times f_{yk} / M_{cr}}$ |
| | f | 0,904 | | $1-0,5(1-kc)[1-2,0(\lambda_{LT}-0,8)^2]$ |
| | Φ_{LT} | 0,71 | | $0,5[1+\alpha_{LT}(\lambda_{LT}-\lambda_{LTO})+\beta \times \lambda_{LT}^2]$ |
| | χ_{LT} | 0,98 | | $1/f \times 1/\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \lambda_{LT}^2}$ |
| coefficiente di sicurezza | γ_{m1} | 1,1 | | 1,12 |
| Coefficiente correttivo | α_{my} | 0,7 | $\geq 0,4$ | tab. C4.2.VI Circ. n.7/2019 |
| Coefficiente correttivo | α_{mz} | 0,7 | $\geq 0,4$ | tab. C4.2.VI Circ. n.7/2019 |
| Coefficiente correttivo | α_{mLT} | 0,7 | $\geq 0,4$ | tab. C4.2.VI Circ. n.7/2019 |
| coefficiente di interazione | k_{yy} | 0,731 | \leq | 0,725 |
| coefficiente di interazione | k_{yz} | 0,443 | | |
| coefficiente di interazione | k_{zy} | 0,958 | \geq | 0,960 |
| coefficiente di interazione | k_{zz} | 0,738 | \leq | 0,736 |
| | | | | NO |

2.3 Verifica a instabilità palo

| descrizione | Simbolo | U.M. | Formula/Rif. Normativo | |
|-----------------|---------|--------------|------------------------|--|
| primo termine | | 0,044 | | $(N_{ed}-P_{palo}) \times \gamma_{m1} / (\chi_x \times A \times f_{yk}) + P_{palo} \times \gamma_{m1} / (\chi_x \times A \times f_{yk})$ |
| secondo termine | | 0,061 | | $k_{yy} \times M_{x,Ed} \times \gamma_{m1} / (\chi_{LT} \times W_x \times f_{yk})$ |
| terzo termine | | 0,086 | | $k_{yz} \times M_{y,Ed} \times \gamma_{m1} / (\chi_{LT} \times W_y \times f_{yk})$ |
| somma | | 0,191 | \leq | 1 |
| primo termine | | 0,036 | | $(N_{ed}-P_{palo}) \times \gamma_{m1} / (\chi_y \times A \times f_{yk}) + P_{palo} \times \gamma_{m1} / (\chi_y \times A \times f_{yk})$ |
| secondo termine | | 0,081 | | $k_{zy} \times M_{x,Ed} \times \gamma_{m1} / (\chi_{LT} \times W_x \times f_{yk})$ |
| terzo termine | | 0,142 | | $k_{zz} \times M_{y,Ed} \times \gamma_{m1} / (\chi_{LT} \times W_y \times f_{yk})$ |
| somma | | 0,259 | \leq | 1 |
| | | | | OK |

3. Calcolo Strapiombo (Condizione A2)

| descrizione | Simbolo | U.M. | Formula/Rif. Normativo |
|---|-------------|--------------|------------------------|
| Quota di attacco della mensola | h_m | 5,98 | m |
| Somma momenti carichi permanenti vert. e orizz. | $M_p + M_H$ | 1004,1 | daNm |
| | | 7 | |
| Forza applicata per calcolo strapiombo | F | 167,92 | daN |
| Freccia provocata dalla forza F | f_0 | 0,67 | cm |
| Strapiombo calcolato alla quota della mensola | S_t | -1,12 | mm/m |
| | | | $-(f_0 \times 10)/h_m$ |

BLOCCO DI FONDAZIONE : B3
Materiali - CLS

| descrizione | Simbolo | Valore | U.M. | Formula/Rif. Normativo |
|--------------------------------------|----------|--------|-------------------|------------------------|
| Resistenza a compressione cilindrica | f_{ck} | 25 | N/mm ² | |

ELABORATI GENERALI
Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli

 COMMESSA
 IA7K

 LOTTO
 00 D 18

 CODIFICA
 CL

 DOCUMENTO
 LC0000 002

 REV.
 A

 FOGLIO
 57 di 65

| | | | | |
|--|-----------------|-------|-------------------|---|
| Coefficiente di sicurezza cls | γ_c | 1,5 | | par. 4.1.2 NTC2018 |
| per calcestruzzo non armato | acpl e acptl | 1,0 | | Per blocchi armati valore 1,0 |
| Resistenza a compressione di calcolo | fcd | 16,67 | N/mm ² | $\alpha_{cc} \times acpl \times f_{ck} / \gamma_c$; $\alpha_{cc} = 0,85$ |
| Resistenza caratteristica cilindrica media | fcm | 33 | N/mm ² | fck+8 |
| Resistenza caratteristica a trazione | fctk | 1,80 | N/mm ² | $0,7 \times 0,3 \times f_{ck}^{2/3}$ |
| Resistenza di calcolo a trazione | fctd | 1,20 | N/mm ² | acptl x fctk / γ_c |
| Modulo elastico | Ecm | 31476 | N/mm ² | $22000 \times (f_{cm}/10)^{0,3}$ |
| Peso specifico CLS | γ_{cls} | 25 | kN/m ³ | Tabella 3.1.I NTC2018 |

Materiali - Armatura

| descrizione | Simbolo | Valore | U.M. | Formula/Rif. Normativo |
|---|-----------------|--------|-------------------|------------------------------|
| | Blocco | SI | | |
| | Armato | | | |
| Tensione di snervamento armatura | f _{yk} | 450,00 | N/mm ² | Par. 11.3.2.1 NTC2018 |
| Coefficiente di sicurezza acciaio da armatura | γ_s | 1,15 | | |
| Tensione di snervamento armatura di calcolo | f _{yd} | 391,30 | N/mm ² | f _{yk} / γ_s |

Terreno di Fondazione

| descrizione | Simbolo | Valore | U.M. | Formula/Rif. Normativo |
|---------------------------------------|----------------|--------|-------------------|------------------------|
| Altezza Strato | h | 3,0 | | |
| Peso di unità di volume naturale | γ_d | 19 | kN/m ³ | |
| Coazione drenata efficace | c' | 0,0 | | |
| Coazione non drenata | c _u | 0,0 | | |
| Angolo di resistenza a taglio terreno | ϕ' | 25 | ° | |

Dimensioni Blocco di Fondazione

| descrizione | Simbolo | Valore | U.M. | Formula/Rif. Normativo |
|---|------------------|--------|----------------|----------------------------------|
| Dimensione fondazione trasv. Binario | A | 2,50 | m | Dis. E64865 |
| Dimensione fondazione long. Binario | B | 1,90 | m | Dis. E64865 |
| Altezza fondazione | C | 1,10 | m | Dis. E64865 |
| Dimensione baggiolo trav. Binario | A1 | 0,80 | m | Dis. E64865 |
| Dimensione baggiolo long. Binario | B1 | 0,80 | m | Dis. E64865 |
| Altezza baggiolo (risega per blocco rilevato) | C1 | 0,50 | m | Dis. E64865 |
| Profondità di interrimento blocco | D _f | 1,35 | m | C + (C1/2) ; C+0,17 per Rilevato |
| Area di base blocco di fondazione | A _b | 4,75 | m ² | A x B |
| Volume blocco di fondazione | V | 5,4 | m ³ | V _{min} Dis. E64865 |
| Peso blocco di fondazione | P _b | 134,5 | kN | $\gamma_{cls} \times V$ |
| Eccentricità carico | E _{ccx} | 0,45 | m | |

VERIFICHE GEOTECNICHE
CONDIZIONE VENTO +X
1. Verifica a Ribaltamento - NTC2018+ CEI EN 50119

| descrizione | Simbolo | Valore | U.M. | Formula/Rif. Normativo |
|--|--------------------|--------|------|--|
| Momento ribaltante di calcolo direzione trasversale | M _{rib,T} | 84,38 | kNm | $M_T + (T_T \times (C1+C)) + MSa,T$ |
| Coefficiente di spinta passiva | k _p | 2,07 | | $[(1 + \text{sen}(\arctang(\text{tang } \phi'/1,25)))/(1 - \text{sen}(\arctang(\text{tang } \phi'/1,25)))]$ |
| Spinta passiva del terreno direzione trasversale | S _{p,T} | 45,31 | kN | $1/2 k_p \times \gamma_d \times C^2 \times B$ |
| Spinta attiva del terreno direzione trasversale | S _{a,T} | 10,53 | kN | $1/2 \times \gamma_d \times C^2 \times B / k_p$ |
| Momento resistente dovuto alla spinta passiva dir trasv | M _{sp,T} | 16,61 | kNm | C/3 x S _p |
| Momento ribaltante dovuto alla spinta attiva dir trasversale | M _{sa,T} | 3,86 | kNm | C/3 x S _a |
| Momento resistente totale direzione trasversale | M _{res,T} | 187,84 | kNm | $[Ned \times A2] + (AxBxCx\gamma_{cls}) \times (A/2) \times 0,9 + ((A1xB1xC1x\gamma_{cls})) \times A2 \times 0,9 + M_{sp,T}; [Ned \times (A-A2) + (AxBxCx\gamma_{cls})] \times (A/2) \times 0,9$ |

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
IA7K 00 D 18 CL LC0000 002 A 58 di 65

| | | | | | |
|--|--------------|--------------|-----|--|---|
| | | | | | $+(A_1 \times B_1 \times C_1 \times g_{cls}) \times (A - A_2) \times 0,9 + M_{sp}, T^*$ |
| | | | | | ContrTerreno |
| | η_t | 0,449 | | | $M_{rib}, T / (M_{res}, T)$ |
| Momento ribaltante di calcolo direzione long | M_{rib}, L | -7,11 | kNm | | $M_L + (T_L \times (C_1 + C)) + M_{sa}, L$ |
| Coefficiente di spinta passiva | k_p | 2,07 | | | $[(1 + \text{sen}(\arctang(\text{tang } \phi' / 1,25))) / (1 - \text{sen}(\arctang(\text{tang } \phi' / 1,25)))]$ |
| Spinta passiva del terreno direzione longitudinale | S_p, L | 59,62 | kN | | $1/2 k_p \times \gamma_d \times C^2 \times A$ |
| Spinta attiva del terreno direzione longitudinale | S_a, L | 13,85 | kN | | $1/2 \times \gamma_d \times C^2 \times A / k_p$ |
| Momento resistente dovuto alla spinta passiva dir long | M_{sp}, L | 21,86 | kNm | | $C/3 \times S_p$ |
| Momento ribaltante dovuto alla spinta attiva dir longitudinale | M_{sa}, L | -5,08 | kNm | | $C/3 \times S_a$ |
| Momento resistente totale direzione long | M_{res}, L | 158,84 | kNm | | $[N_{ed} + P_b \times 0,9] \times (B/2) + M_{sp}, L$ |
| Verifica | η_L | 0,49 | | | $M_{rib}, L / (M_{res}, L)$ |
| | | OK | | | $M_{rib}, T / M_{res}, T + M_{rib}, L / M_{res}, L \leq 1$ |

2. Verifica a Scorrimento (Approccio 2 A1-M1-R3) - NTC2018

| descrizione | Simbolo | Valore | U.M. | Formula/Rif. Normativo |
|---|----------|-------------|------|--|
| Coefficiente di attrito fondazione - terreno | δ | 16,67 | | $2/3 \phi'$ |
| Azione verticale di calcolo | N_{ed} | 2890,5 | N | $\gamma_{G1} \times (N_{ed, min})$ |
| Forza resistente | F_r | 46,92 | kN | $(N_{ed} + \gamma_{G1} \times P_b) \times \tan \delta$ |
| Azione di taglio di calcolo - direzione trasversale | F_s | 8,67 | kN | (T_{ris}) |
| Verifica | η_t | 5,41 | | $(F_r / F_s) > 1,1$ |
| | | OK | | Tabella 6.4.I NTC2018 |

3. Carico Limite del terreno (Approccio 2 A1-M1-R3) - NTC2018

| descrizione | Simbolo | Valore | U.M. | Formula/Rif. Normativo |
|---|--------------|----------------|-------------------|---|
| Azione verticale di calcolo | N_{ed} | 37,53 | kN | N_{ed} |
| Azione di taglio in direzione trasversale | T_T | 7,64 | kN | T_T |
| Momento flettente trasversale | M_T | 68,29 | kNm | M_T |
| Azione di taglio in direzione longitudinale | T_L | -0,27 | kN | T_L |
| Momento flettente longitudinale | M_L | -1,59 | kNm | M_L |
| Momento ribaltante di calcolo direzione trasversale | M_{rib}, T | 84,38 | kNm | $M_T + [T_T \times (C + C_1)] + M_{sa}, T$ |
| Momento ribaltante di calcolo direzione longitudinale | M_{rib}, L | -7,11 | kNm | $M_L + [T_L \times (C + C_1)] + M_{sa}, L$ |
| Momento resistente dovuto al contributo del terreno | M_t | 8,31 | kNm | $(\gamma_{2d} \times k_p \times (B \times C^3 / 6)) \times 0,5$ vedi E64864 rev C |
| eccentricità in direzione trasversale | e_T | 0,54 | m | $(M_{Ttot} - M_t + N_{ed} \times \text{eccx}) / [P_b + N_{ed}]$ |
| eccentricità in direzione longitudinale | e_L | 0,00 | m | $(M_{Ltot} - M_t) / [P_b + N_{ed}]$ |
| Base equivalente | B' | 1,90 | m | $B - 2e_L$ |
| Base equivalente | A' | 1,42 | m | $A - 2e_T$ |
| Fattore di capacità portante | N_q | 10,66 | | $\tan^2(\pi/4 + \phi'/2) e^{\pi \tan \phi'}$ |
| Fattore di capacità portante | N_c | 20,72 | | $(N_q - 1) / \tan \phi'$ |
| Fattore di capacità portante | N_γ | 10,88 | | $2 \times (N_q + 1) \times \tan \phi'$ |
| Fattore di forma | s_c | 1,56 | | $1 + 0,2 \times (B'/A') \times K_p$ |
| Fattore di forma | s_q | 1,28 | | $1 + 0,1 \times (B'/A') \times K_p$ |
| Fattore di forma | s_γ | 1,28 | | s_q |
| Fattore di affondamento | d_c | 1,57 | | $d_q \times (1 - d_q) / (N_c \times \tan \phi')$ |
| Fattore di affondamento | d_q | 1,52 | | $1 + 2 \times \tan \phi' \times (1 - \sin \phi')^2 \times 1 / \tan(D_f/A)$ |
| Fattore di affondamento | d_γ | 1,00 | | |
| Sovraccarico laterale | q_0' | 25,65 | kN/m ² | $\gamma_{2d} \times (C + C_1/2)$ |
| Carico limite Fondazione | q_{lim} | 718,06 | kN/m ² | $c' N_c D c_{sc} + q_0' N_q D q_{sq} + 0,5 \gamma A' N_\gamma D \gamma_{sy}$ |
| Carico limite Fondazione | F_{zlim} | 1936,2 | kN | $q_{lim} \times A' \times B'$ |
| | | 7 | | |
| Fattore di sicurezza capacità portante | FC | 11,26 | | $F_{zlim} / [(N_{ed} + P_b) / A' \times B']$ |
| | | >2,3 | | Tabella 6.4.I NTC2018 |
| | | OK | | |

4. Rottura del Collare - SOLO PALI M E LS INFISSI NEL BLOCCO

Tale verifica consiste nel valutare la forza di trazione agente nel cuneo di calcestruzzo e verificare che sia inferiore alla sua resistenza a trazione

| descrizione | Simbolo | Valore | U.M. | Formula/Rif. Normativo |
|-------------|---------|--------|------|------------------------|
|-------------|---------|--------|------|------------------------|

ELABORATI GENERALI
Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli

 COMMESSA
 IA7K

 LOTTO
 00 D 18

 CODIFICA
 CL

 DOCUMENTO
 LC0000 002

 REV.
 A

 FOGLIO
 59 di 65

| | | | |
|--|------------|-----|---------------------------------------|
| Diametro palo | dp | cm | dp |
| Altezza in pianta cono | Hc | cm | |
| Infissione palo | t | cm | |
| Lunghezza cono | L | cm | $dp+2 \times Hc \times \tan 30^\circ$ |
| Braccio forze interne | z | cm | $2/3 \times t$ |
| Forza di trazione | Hu | kN | $3/2 \times (M_T/t) + 1/4 \times T_T$ |
| Forza di compressione | H0 | kN | $3/2 \times (M_T/t) + 5/4 \times T_T$ |
| Azione di trazione agente su cono a 30° | Tc | kN | $Hu/2/\cos 30^\circ$ |
| Lato frattura a 30° | Lc | cm | $Hc/\cos 30^\circ$ |
| Altezza zona di trazione | Tt | cm | $t/2$ |
| Tensione media su ciascun piano di rottura | σ_m | MPa | $Tc/(t \times Lc)$ |
| Tensione massima di trazione | σ_t | MPa | $Tc/(t \times Lc/2)$ |

<fctd

VERIFICHE GEOTECNICHE IN COMBINAZIONE SISMICA
5. Verifica a Ribaltamento - NTC2018+ CEI EN 50119

| descrizione | Simbolo | Valore | U.M. | Formula/Rif. Normativo |
|--|----------|--------------|------|--|
| Momento ribaltante di calcolo direzione trasversale | Mrib,T | 33,17 | kNm | $M_T + (T_T \times (C1+C)) + MSa, T + c \times MSi, Bl$ |
| Coefficiente di spinta passiva | kp | 3,24 | | Kpe |
| Spinta passiva del terreno direzione trasversale | Sp,T | 64,21 | kN | $1/2 \times kp \times (1-kv) \times \gamma_d \times C^2 \times B$ |
| Spinta attiva del terreno direzione trasversale | Sa,T | 13,01 | kN | $1/2 \times \gamma_d \times C^2 \times B \times ka (1+kv)$ |
| | kh | 0,19 | | $\beta \text{ ag/g}$ |
| | kv | 0,09 | | $0,5 \times kh$ |
| Spinta inerziale sismica blocco | Si,Bl | 25,02 | | Pbl x Kh |
| Momento ribaltante dovuto alla spinta inerziale blocco | Msi,Bl | 20,01 | kNm | $(C+C1)/2 \times Si, Bl$ |
| Momento resistente dovuto alla spinta passiva dir trasv | Msp,T | 23,55 | kNm | $C/3 \times Sp$ |
| Momento ribaltante dovuto alla spinta attiva dir trasversale | Msa,T | 4,77 | kNm | $C/3 \times Sa$ |
| Momento resistente totale direzione trasversale | Mres,T | 195,74 | kNm | $[Ned \times A2] + (Ax B \times C \times \gamma_{cls}) \times (A/2) \times 0,9$ $+ ((A1 \times B1 \times C1 \times \gamma_{cls})) \times A2 \times 0,9 + Msp, T; [Ned \times (A-A2) + (Ax B \times C \times \gamma_{cls})] \times (A/2) \times 0,9$ $+ ((A1 \times B1 \times C1 \times \gamma_{cls})) \times (A-A2) \times 0,9 + Msp, T^*$ ContrTerreno |
| | η_t | 0,169 | | $Mrib, T / (Mres, T)$ |
| Momento ribaltante di calcolo direzione long | Mrib,L | -69,75 | kNm | $M_L + (T_L \times (C1+C)) + MSa, L^* \times cyMSi, Bl$ |
| Coefficiente di spinta attiva | ka | 0,55 | | kae |
| Spinta passiva del terreno direzione longitudinale | Sp,L | 84,49 | kN | $1/2 \times kp(1-kv) \times \gamma_d \times C^2 \times A \times \text{ContTerreno}$ |
| Spinta attiva del terreno direzione longitudinale | Sa,L | 17,12 | kN | $1/2 \times \gamma_d \times C^2 \times A \times ka \times (1+kv)$ |
| Momento resistente dovuto alla spinta passiva dir long | Msp,L | 30,98 | kNm | $C/3 \times Sp$ |
| Momento ribaltante dovuto alla spinta attiva dir longitudinale | Msa,L | -6,28 | kNm | $C/3 \times Sa$ |
| Momento resistente totale direzione long | Mres,L | 169,11 | kNm | $[Ned + Pb \times 0,9] \times (B/2) + Msp, L$ |
| | η_L | 0,412 | | $Mrib, L / (Mres, L)$ |
| Verifica | | 0,58 | | $Mrib, T / Mres, T + Mrib, L / Mres, L \leq 1$ |
| | | OK | | |

6. Verifica a Scorrimento (Approccio 2 SIS-M1-R3) - NTC2018

| descrizione | Simbolo | Valore | U.M. | Formula/Rif. Normativo |
|---|----------|-------------|------|--|
| Coefficiente di attrito fondazione - terreno | δ | 16,67 | | $2/3 \phi'$ |
| Azione verticale di calcolo | Ned | 2435,0 | N | (Ned) |
| Forza resistente | Fr | 47,56 | kN | $(Ned + \gamma_{G1} \times Pb) \times \tan \delta$ |
| Azione di taglio di calcolo - direzione trasversale | Fs | 6,92 | kN | T_{ris} |
| Verifica | η_t | 6,87 | | $(Fr/Fs) > 1,1$ |
| | | OK | | Tabella 6.4.I NTC2018 |

7. Carico Limite del terreno (Approccio 2 SIS-M1-R3) - NTC2018

| descrizione | Simbolo | Valore | U.M. | Formula/Rif. Normativo |
|-----------------------------|---------|--------|------|------------------------|
| Azione verticale di calcolo | Ned | 24,35 | kN | Ned |

ELABORATI GENERALI
Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli

 COMMESSA
 IA7K

 LOTTO
 00 D 18

 CODIFICA
 CL

 DOCUMENTO
 LC0000 002

 REV.
 A

 FOGLIO
 60 di 65

| | | | | |
|---|-------------|----------------|-------------------|---|
| Azione di taglio in direzione trasversale | T_T | 1,49 | kN | T_T |
| Momento flettente trasversale | M_T | 20,01 | kNm | M_T |
| Azione di taglio in direzione longitudinale | T_L | -6,29 | kN | T_L |
| Momento flettente longitudinale | M_L | -33,39 | kNm | M_L |
| Momento ribaltante di calcolo direzione trasversale | $M_{rib,T}$ | 34,68 | kNm | $M_T + [T_T \times (C+C1)] + M_{Si,Bl} \times c_x + M_{Sa,T}$ |
| Momento ribaltante di calcolo direzione longitudinale | $M_{rib,L}$ | -68,25 | kNm | $M_L + [T_L \times (C+C1)] + M_{Si,Bl} \times c_y + M_{Sa,L}$ |
| Momento resistente dovuto al contributo del terreno | M_t | 11,77 | kNm | $(\gamma_{2d} \times k_p(1-K_v) \times (B \times C^3/6) \times 0,5)$ -vedi E64864 rev c |
| eccentricità in direzione trasversale | e_T | 0,21 | m | $(M_T - M_t + N_{ed} \times ecc_x) / [P_b + N_{ed}]$ |
| eccentricità in direzione longitudinale | e_L | -0,36 | m | $(M_L - M_t) / [P_b + N_{ed}]$ |
| Base equivalente | B' | 1,19 | m | $B - 2e_L$ |
| Base equivalente | A' | 2,07 | m | $A - 2e_T$ |
| Fattore di capacità portante | N_q | 10,66 | | $\tan^2(\pi/4 + \phi'/2) e^{\pi \tan \phi'}$ |
| Fattore di capacità portante | N_c | 20,72 | | $(N_q - 1) / \tan \phi'$ |
| Fattore di capacità portante | N_γ | 10,88 | | $2 \times (N_q + 1) \times \tan \phi'$ |
| Fattore di forma | s_c | 1,23 | | $1 + 0,2 \times (B'/A') \times K_p$ |
| Fattore di forma | s_q | 1,12 | | $1 + 0,1 \times (B'/A') \times K_p$ |
| Fattore di forma | s_γ | 1,12 | | s_q |
| Fattore di affondamento | d_c | 1,57 | | $d_q(1-d_q) / (N_c \times \tan \phi')$ |
| Fattore di affondamento | d_q | 1,52 | | $1 + 2 \times \tan \phi' \times (1 - \sin \phi')^2 \times 1 / \tan(D_f/A)$ |
| Fattore di affondamento | d_γ | 1,00 | | |
| Sovraccarico laterale | q_0' | 25,65 | kN/m ² | $\gamma_{2d} \times (C+C1/2)$ |
| Carico limite Fondazione | q_{lim} | 702,57 | kN/m ² | $c'N_cD_{csc} + q_0'N_qD_{qsq} + 0,5\gamma A'N_\gamma D_{\gamma sq}$ |
| Carico limite Fondazione | Fz_{lim} | 1732,1 | kN | $q_{lim} \times A' \times B'$ |
| | | 8 | | |
| Fattore di sicurezza capacità portante | FC | 10,90 | | $Fz_{lim} / [(N_{ed} + P_b) / A' \times B']$ |
| | | >2,3 | OK | Tabella 6.4.I NTC2018 |

8. Rottura del Collare - SOLO PALI M E LS INFISSI NEL BLOCCO

COMBINAZIONE SISMICA

Tale verifica consiste nel valutare la forza di trazione agente nel cuneo di calcestruzzo e verificare che sia inferiore alla sua resistenza a trazione

| descrizione | Simbolo | Valore | U.M. | Formula/Rif. Normativo |
|--|------------|--------|------|---|
| Diametro palo | d_p | | cm | d_p |
| Altezza in pianta cuneo | H_c | | cm | |
| Infissione palo | t | | cm | |
| Lunghezza cuneo | L | | cm | $d_p + 2 \times H_c \times \tan 30^\circ$ |
| Braccio forze interne | z | | cm | $2/3t$ |
| Momento agente | M_T | | kNm | $M_{ed} + M_{si,Bl}$ |
| Forza di Taglio agente | T_T | | kN | $T_{ed} + S_{i,Bl}$ |
| Forza di Trazione | H_u | | kN | $3/2 \times (M_T/t) + 1/4 \times T_T$ |
| Forza di compressione | H_0 | | kN | $3/2 \times (M_T/t) + 5/4 \times T_T$ |
| Azione di trazione agente su cuneo a 30° | T_c | | kN | $H_u / \cos 30^\circ$ |
| Lato frattura a 30° | L_c | | cm | $H_c / \cos 30^\circ$ |
| Altezza zona di trazione | t_t | | cm | $t/2$ |
| Tensione media su ciascun piano di rottura | σ_m | | MPa | $T_c / (t_t \times L_c)$ |
| Tensione massima di trazione | σ_t | | MPa | $T_c / (t_t \times 1/2 \times L_c)$ |

<fctd

VERIFICHE GEOTECNICHE
CONDIZIONE VENTO -X
1. Verifica a Ribaltamento - NTC2018+ CEI EN 50119

| descrizione | Simbolo | Valore | U.M. | Formula/Rif. Normativo |
|---|-------------|--------|------|--|
| Momento ribaltante di calcolo direzione trasversale | $M_{rib,T}$ | -51,86 | kNm | $M_T + (T_T \times (C1+C)) + M_{Sa,T}$ |
| Coefficiente di spinta passiva | k_p | 2,07 | | $[(1 + \sin(\arctan(\tan \phi'/1,25)))] / (1 - \sin(\arctan(\tan \phi'/1,25)))]$ |
| Spinta passiva del terreno direzione trasversale | $S_{p,T}$ | 45,31 | kN | $1/2 k_p \times \gamma_d \times C^2 \times B$ |
| Spinta attiva del terreno direzione trasversale | $S_{a,T}$ | 10,53 | kN | $1/2 \times \gamma_d \times C^2 \times B / k_p$ |
| Momento resistente dovuto alla spinta passiva dir trasv | $M_{sp,T}$ | 16,61 | kNm | $C/3 \times S_p$ |

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
IA7K 00 D 18 CL LC0000 002 A 61 di 65

| | | | | |
|--|----------------------------------|------------------------------|-----|---|
| Momento ribaltante dovuto alla spinta attiva dir trasversale | Msa,T | -3,86 | kNm | C/3 x Sa |
| Momento resistente totale direzione trasversale | Mres,T | 189,73 | kNm | [Ned x A2] + (AxBxCxγcls) x (A/2) x 0,9 + ((A1xB1xC1xγcls) x A2 x 0,9 + Msp,T) x (Ned x (A-A2) + (AxBxCxγcls) x (A/2) x 0,9 + ((A1xB1xC1xγcls) x (A-A2) x 0,9 + Msp,T* ContrTerreno Mrib,T/(Mres,T) |
| Momento ribaltante di calcolo direzione long | Mrib,L | -6,66 | kNm | M _L + (T _L x (C1+C)) + Msa,L |
| Coefficiente di spinta passiva | kp | 2,07 | | [(1+sen(arc tang(tang φ'/1,25)))/(1-sen(arc tang(tang φ'/1,25)))] |
| Spinta passiva del terreno direzione longitudinale | Sp,L | 59,62 | kN | 1/2kp x γ _d x C ² x A |
| Spinta attiva del terreno direzione longitudinale | Sa,L | 13,85 | kN | 1/2x γ _d x C ² x A / kp |
| Momento resistente dovuto alla spinta passiva dir long | Msp,L | 21,86 | kNm | C/3 x Sp |
| Momento ribaltante dovuto alla spinta attiva dir longitudinale | Msa,L | -5,08 | kNm | C/3 x Sa |
| Momento resistente totale direzione long | Mres,L | 153,92 | kNm | [Ned+ Pb x 0,9] x (B/2) + Msp,L |
| Verifica | η _T η _L | 0,273 0,043 | | Mrib,T/(Mres,T) Mrib,L/(Mres,L) Mrib,T/Mres,T + Mrib,L/Mres,L ≤ 1 |
| | | 0,32 OK | | |

2. Verifica a Scorrimento (Approccio 2 A1-M1-R3) - NTC2018

| descrizione | Simbolo | Valore | U.M. | Formula/Rif. Normativo |
|---|-----------------|--------------------------|------|---|
| Coefficiente di attrito fondazione - terreno | δ | 16,67 | | 2/3φ' |
| Azione verticale di calcolo | N _{Ed} | 2890,5 | N | γ _{G1} x (N _{Ed,min}) |
| Forza resistente | Fr | 46,92 | kN | (N _{Ed} + γ _{G1} x Pb) x tan δ |
| Azione di taglio di calcolo - direzione trasversale | F _s | 9,83 | kN | (T _{ris}) |
| Verifica | η _T | 4,78 OK | | (Fr/F _s) > 1,1 Tabella 6.4.I NTC2018 |

3. Carico Limite del terreno (Approccio 2 A1-M1-R3) - NTC2018

| descrizione | Simbolo | Valore | U.M. | Formula/Rif. Normativo |
|---|-----------------|---------------------------|-------------------|--|
| Azione verticale di calcolo | N _{Ed} | 28,91 | kN | N _{Ed} |
| Azione di taglio in direzione trasversale | T _T | -0,58 | kN | T _T |
| Momento flettente trasversale | M _T | 15,06 | kNm | M _T |
| Azione di taglio in direzione longitudinale | T _L | -3,27 | kN | T _L |
| Momento flettente longitudinale | M _L | -15,92 | kNm | M _L |
| Momento ribaltante di calcolo direzione trasversale | Mrib,T | 18,00 | kNm | M _T + [T _T x (C+C1)] + Msa,T |
| Momento ribaltante di calcolo direzione longitudinale | Mrib,L | -26,22 | kNm | M _L + [T _L x (C+C1)] + Msa,L |
| Momento resistente dovuto al contributo del terreno | M _t | 8,31 | kNm | (γ _{2d} x kp x (B x C ³ /6)) * 0,5 vedi E64864 rev C |
| eccentricità in direzione trasversale | e _T | 0,14 | m | (M _T - M _t + Ned x eccx) / [Pb + N _{Ed}] |
| eccentricità in direzione longitudinale | e _L | -0,11 | m | (M _L - M _t) / [Pb + N _{Ed}] |
| Base equivalente | B' | 1,68 | m | B - 2e _L |
| Base equivalente | A' | 2,22 | m | A - 2e _T |
| Fattore di capacità portante | N _q | 10,66 | | tan ² (π/4 + φ'/2) e ^{π tan φ'} |
| Fattore di capacità portante | N _c | 20,72 | | (N _q - 1) / tan φ' |
| Fattore di capacità portante | N _γ | 10,88 | | 2 x (N _q + 1) x tan φ' |
| Fattore di forma | sc | 1,31 | | 1 + 0.2 x (B'/A') x Kp |
| Fattore di forma | sq | 1,16 | | 1 + 0.1 x (B'/A') x Kp |
| Fattore di forma | sy | 1,16 | | sq |
| Fattore di affondamento | dc | 1,57 | | dq - (1 - dq) / (N _c x tan φ') |
| Fattore di affondamento | dq | 1,52 | | 1 + 2 x tan φ' x (1 - sin φ') ² x 1 / tan(Df/A) |
| Fattore di affondamento | dγ | 1,00 | | |
| Sovraccarico laterale | q0' | 25,65 | kN/m ² | γ _{2d} x (C+C1/2) |
| Carico limite Fondazione | qlim | 746,14 | kN/m ² | c'NcDcsc + q0'NqDqsq + 0,5γA'NγDγsy |
| Carico limite Fondazione | Fzlim | 2786,7 | kN | qlim x A' x B' |
| | | 3 | | |
| Fattore di sicurezza capacità portante | FC | 17,05 OK | | Fzlim / [(Ned + Pb) / A' x B'] Tabella 6.4.I NTC2018 |

>2,3

ELABORATI GENERALI
Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli

 COMMESSA
 IA7K

 LOTTO
 00 D 18

 CODIFICA
 CL

 DOCUMENTO
 LC0000 002

 REV.
 A

 FOGLIO
 62 di 65

4. Rottura del Collare - SOLO PALI M E LS INFISSI NEL BLOCCO

Tale verifica consiste nel valutare la forza di trazione agente nel cuneo di calcestruzzo e verificare che sia inferiore alla sua resistenza a trazione

| descrizione | Simbolo | Valore | U.M. | Formula/Rif. Normativo |
|--|------------|--------|------|---|
| Diametro palo | dp | | cm | dp |
| Altezza in pianta cuneo | Hc | | cm | |
| Infissione palo | t | | cm | |
| Lunghezza cuneo | L | | cm | $dp+2 \times Hc \times \operatorname{tg}30^\circ$ |
| Braccio forze interne | z | | cm | $2/3xt$ |
| Forza di trazione | Hu | | kN | $3/2x(M_T/t)+1/4xT_T$ |
| Forza di compressione | H0 | | kN | $3/2x(M_T/t)+5/4xT_T$ |
| Azione di trazione agente su cuneo a 30° | Tc | | kN | $Hu/2/\cos30^\circ$ |
| Lato frattura a 30° | Lc | | cm | $Hc/\cos30^\circ$ |
| Altezza zona di trazione | Tt | | cm | $t/2$ |
| Tensione media su ciascun piano di rottura | σ_m | | MPa | $Tc/(t \times Lc)$ |
| Tensione massima di trazione | σ_t | | MPa | $Tc/(t \times l/2 \times Lc)$ |

<ftcd

| TIRI CONDUTTORI FISSI ALLE VARIE CONDIZIONI DI CARICO - ASSE A | | | | | |
|--|----|----|---|---|---|
| CONDUTTORI FISSI ASSE A | A1 | A2 | B | C | D |
| 165 mm ² Corda Portante Fissa : | | | | | |
| 220 mm ² Corda Portante Fissa : | | | | | |
| 240 mm ² Corda Portante Fissa : | | | | | |
| 320 mm ² Corda Portante Fissa : | | | | | |
| 440 mm ² Corda Portante Fissa : | | | | | |
| TRAM Corda Portante Fissa : | | | | | |
| TIRI CONDUTTORI FISSI ALLE VARIE CONDIZIONI DI CARICO - ASSE B | | | | | |
| CONDUTTORI FISSI ASSE B | A1 | A2 | B | C | D |
| 165 mm ² Corda Portante Fissa : | | | | | |
| 220 mm ² Corda Portante Fissa : | | | | | |
| 240 mm ² Corda Portante Fissa : | | | | | |
| 320 mm ² Corda Portante Fissa : | | | | | |
| 440 mm ² Corda Portante Fissa : | | | | | |
| TRAM Corda Portante Fissa : | | | | | |
| TIRI CONDUTTORI FISSI ALLE VARIE CONDIZIONI DI CARICO - ASSE C | | | | | |
| CONDUTTORI FISSI ASSE C | A1 | A2 | B | C | D |
| 165 mm ² Corda Portante Fissa : | | | | | |
| 220 mm ² Corda Portante Fissa : | | | | | |
| 240 mm ² Corda Portante Fissa : | | | | | |
| 320 mm ² Corda Portante Fissa : | | | | | |
| 440 mm ² Corda Portante Fissa : | | | | | |
| TRAM Corda Portante Fissa : | | | | | |
| TIRI CONDUTTORI FISSI ALLE VARIE CONDIZIONI DI CARICO - ASSE D | | | | | |
| CONDUTTORI FISSI ASSE D | A1 | A2 | B | C | D |
| 165 mm ² Corda Portante Fissa : | | | | | |
| 220 mm ² Corda Portante Fissa : | | | | | |
| 240 mm ² Corda Portante Fissa : | | | | | |
| 320 mm ² Corda Portante Fissa : | | | | | |
| 440 mm ² Corda Portante Fissa : | | | | | |
| TRAM Corda Portante Fissa : | | | | | |
| CONDUTTORI FISSI ALLE VARIE CONDIZIONI DI CARICO - ASSE E | | | | | |
| TIRI CONDUTTORI FISSI ASSE E | A1 | A2 | B | C | D |
| 165 mm ² Corda Portante Fissa : | | | | | |

ELABORATI GENERALI
**Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
 fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR
 maggiorata e ormeggio trefoli**

 COMMESSA
 IA7K

 LOTTO
 00 D 18

 CODIFICA
 CL

 DOCUMENTO
 LC0000 002

 REV.
 A

 FOGLIO
 63 di 65

| | | | | | |
|--|-----------|-----------|----------|----------|----------|
| 220 mm ² Corda Portante Fissa : | | | | | |
| 240 mm ² Corda Portante Fissa : | | | | | |
| 320 mm ² Corda Portante Fissa : | | | | | |
| 440 mm ² Corda Portante Fissa : | | | | | |
| TRAM Corda Portante Fissa : | | | | | |
| TIRI CONDUTTORI FISSI ALLE VARIE CONDIZIONI DI CARICO - ASSE F | | | | | |
| CONDUTTORI FISSI ASSE F | A1 | A2 | B | C | D |
| 165 mm ² Corda Portante Fissa : | | | | | |
| 220 mm ² Corda Portante Fissa : | | | | | |
| 240 mm ² Corda Portante Fissa : | | | | | |
| 320 mm ² Corda Portante Fissa : | | | | | |
| 440 mm ² Corda Portante Fissa : | | | | | |
| TRAM Corda Portante Fissa : | | | | | |
| TIRI CONDUTTORI FISSI ALLE VARIE CONDIZIONI DI CARICO - ASSE G | | | | | |
| CONDUTTORI FISSI ASSE G | A1 | A2 | B | C | D |
| 165 mm ² Corda Portante Fissa passante : | | | | | |
| 220 mm ² Corda Portante Fissa passante : | | | | | |
| 240 mm ² Corda Portante Fissa passante : | | | | | |
| 320 mm ² Corda Portante Fissa passante : | | | | | |
| 440 mm ² Corda Portante Fissa passante : | | | | | |
| TRAM Corda Portante Fissa : | | | | | |
| TIRI CONDUTTORI FISSI ALLE VARIE CONDIZIONI DI CARICO - ORMEGGI | | | | | |
| CONDUTTORI FISSI ORMEGGIO | A1 | A2 | B | C | D |
| Ormeggio 165 mm ² Corda Portante Fissa : | | | | | |
| Ormeggio 220 mm ² Corda Portante Fissa : | | | | | |
| Ormeggio 240 mm ² Corda Portante Fissa : | | | | | |
| Ormeggio 320 mm ² Corda Portante Fissa : | | | | | |
| Ormeggio 440 mm ² Corda Portante Fissa : | | | | | |
| Corde di Terra passanti : | | | | | |
| Alimentatore passante : | | | | | |
| Ormeggio Corde di Terra : | 879,67 | 465,08 | 631,87 | 751,63 | 853,06 |
| Ormeggio Alimentatore : | | | | | |
| Strallo PF : | | | | | |
| Fibra Ottica Dielettrica : | | | | | |
| Fibra Ottica Anticaccia : | | | | | |
| Attraversamento Aereo : | | | | | |

ELABORATI GENERALI

**Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli**

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

FOGLIO
64 di 65

| Case | cx | cy | V.Res +X | V.Res -X | V.Res SISM A | V.Stab +X | V.Stab -X | V.Stab SISM A | V.Rib +X | V.Rib -X | V.Rib SISM A | V.C.Lim +X | V.C.Lim -X | V.C.Lim SISM A | V.Scorr +X | V.Scorr -X | V.Scorr SISM A | V.R.Cono +X | V.R.Cono -X | V.R.Cono SISM A |
|-----------------|-------|-------|----------|----------|--------------|-----------|-----------|---------------|----------|----------|--------------|------------|------------|----------------|------------|------------|----------------|-------------|-------------|-----------------|
| STR1 | | | 0,077 | 0,077 | | 0,127 | 0,127 | | | | | 18,615 | 18,615 | | 83,338 | 83,338 | | | | |
| STR2-V+X | | | 0,273 | | | 0,336 | | | | | | 13,371 | | | 10,576 | | | | | |
| STR2-V-X | | | | 0,029 | | | 0,075 | | | | | | 21,533 | | | 8,459 | | | | |
| STR3-V+X | | | 0,353 | | | 0,423 | | | | | | 11,255 | | | 6,394 | | | | | |
| STR3-V-X | | | | 0,110 | | | 0,161 | | | | | | 20,126 | | | 5,553 | | | | |
| STR4-V+X | | | 0,320 | | | 0,382 | | | | | | 12,222 | | | 5,414 | | | | | |
| STR4-V-X | | | | 0,172 | | | 0,221 | | | | | | 18,610 | | | 4,775 | | | | |
| STR5-V+Y | | | 0,225 | | | 0,237 | | | | | | 17,501 | | | 16,164 | | | | | |
| STR5-V-Y | | | | 0,253 | | | 0,259 | | | | | | 17,054 | | | 14,142 | | | | |
| STR6-V+X | | | 0,338 | | | 0,376 | | | | | | 13,331 | | | 7,570 | | | | | |
| STR6-V-X | | | | 0,217 | | | 0,244 | | | | | | 18,986 | | | 6,420 | | | | |
| STR7 | | | 0,071 | 0,071 | | 0,110 | 0,110 | | | | | 20,341 | 20,341 | | 81010 | 81010 | | | | |
| SLV1 | 100 | 0,30 | | | 0,322 | | | 0,351 | | | 0,544 | | | 11,799 | | | | | | 7,719 |
| SLV2 | 100 | -0,30 | | | 0,326 | | | 0,354 | | | 0,546 | | | 11,755 | | | | | | 7,697 |
| SLV3 | -100 | 0,30 | | | 0,224 | | | 0,243 | | | 0,440 | | | 16,431 | | | | | | 6,891 |
| SLV4 | -100 | -0,30 | | | 0,228 | | | 0,246 | | | 0,443 | | | 16,371 | | | | | | 6,875 |
| SLV5 | 0,30 | 100 | | | 0,469 | | | 0,432 | | | 0,579 | | | 10,961 | | | | | | 7,420 |
| SLV6 | -0,30 | 100 | | | 0,371 | | | 0,324 | | | 0,434 | | | 13,888 | | | | | | 7,171 |
| SLV7 | 0,30 | -100 | | | 0,473 | | | 0,435 | | | 0,582 | | | 10,905 | | | | | | 7,354 |
| SLV8 | -0,30 | -100 | | | 0,375 | | | 0,327 | | | 0,437 | | | 13,817 | | | | | | 7,111 |
| Equ1 | | | | | | | | | 0,131 | 0,131 | | | | | | | | | | |
| Equ2-V+X | | | | | | | | | 0,377 | | | | | | | | | | | |
| Equ2-V-X | | | | | | | | | | 0,120 | | | | | | | | | | |
| Equ3-V+X | | | | | | | | | 0,494 | | | | | | | | | | | |
| Equ3-V-X | | | | | | | | | | 0,229 | | | | | | | | | | |
| Equ4-V+X | | | | | | | | | 0,479 | | | | | | | | | | | |
| Equ4-V-X | | | | | | | | | | 0,317 | | | | | | | | | | |
| Equ5-V+Y | | | | | | | | | 0,248 | | | | | | | | | | | |
| Equ5-V-Y | | | | | | | | | | 0,268 | | | | | | | | | | |
| Equ6-V+X | | | | | | | | | 0,446 | | | | | | | | | | | |
| Equ6-V-X | | | | | | | | | | 0,287 | | | | | | | | | | |
| Equ7 | | | | | | | | | 0,123 | 0,123 | | | | | | | | | | |
| Case | cx | cy | V.Res +X | V.Res -X | V.Res SISM A | V.Stab +X | V.Stab -X | V.Stab SISM A | V.Rib +X | V.Rib -X | V.Rib SISM A | V.C.Lim +X | V.C.Lim -X | V.C.Lim SISM A | V.Scorr +X | V.Scorr -X | V.Scorr SISM A | V.R.Cono +X | V.R.Cono -X | V.R.Cono SISM A |
| | | | 0,35 | 0,253 | 0,473 | 0,423 | 0,259 | 0,435 | 0,494 | 0,317 | 0,582 | 11,255 | 17,054 | 10,905 | 5,414 | 4,775 | 6,875 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| | | | STR3-V+X | STR5-V-Y | SLV7 | STR3-V+X | STR5-V-Y | SLV7 | Equ3-V+X | Equ4-V-X | SLV7 | STR3-V+X | STR5-V-Y | SLV7 | STR4-V+X | STR4-V-X | SLV4 | | | |
| | | | 4 | 9 | 19 | 4 | 9 | 19 | 24 | 27 | 19 | 4 | 9 | 19 | 6 | 7 | 16 | | | |
| N [daN] | | | 3753,33 | 2890,51 | 2434,96 | 3753,33 | 2890,51 | 2434,96 | 2314,10 | 1796,40 | 2434,96 | 3753,33 | 2890,51 | 2434,96 | 2890,51 | 2890,51 | 2434,96 | | | |
| T.Trasv X [daN] | | | 764,46 | -57,95 | 149,25 | 764,46 | -57,95 | 149,25 | 764,46 | -982,37 | 149,25 | 764,46 | -57,95 | 149,25 | 866,46 | -982,37 | -664,93 | | | |
| T.Long Y [daN] | | | -27,25 | -326,69 | -629,25 | -27,25 | -326,69 | -629,25 | -27,25 | -2,112 | -629,25 | -27,25 | -326,69 | -629,25 | -2,112 | -2,112 | -190,85 | | | |
| M.Trasv [daNm] | | | 6828,99 | 1506,25 | 2000,79 | 6828,99 | 1506,25 | 2000,79 | 6828,99 | -3227,91 | 2000,79 | 6828,99 | 1506,25 | 2000,79 | 6240,41 | -3227,91 | -2317,91 | | | |
| M.Long [daNm] | | | -159,07 | -1591,87 | -3339,43 | -159,07 | -1591,87 | -3339,43 | -159,07 | -124,06 | -3339,43 | -159,07 | -1591,87 | -3339,43 | -124,06 | -124,06 | -1013,98 | | | |

12 Riepilogo dei carichi e delle verifiche effettuate

Di seguito sono riportate le schede riepilogative illustranti:

a.- strapiombi e dati fondazione

b.- gli indici di sfruttamento delle verifiche sui sostegni e blocchi

| DATI SISMICI Acc. di progetto Sv(t1) <input type="text" value="0,75"/> | | DATI FONDAZIONE (B3) <table border="0"> <tr> <td>A [m]</td><td><input type="text" value="2,5"/></td> <td>V [m³]</td><td><input type="text" value="5,38"/></td> </tr> <tr> <td>B [m]</td><td><input type="text" value="1,9"/></td> <td>Ecc [m]</td><td><input type="text" value="0,45"/></td> </tr> <tr> <td>C [m]</td><td><input type="text" value="1,1"/></td> <td>Blocco Armato</td><td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>A1 [m]</td><td><input type="text" value="0,8"/></td> <td></td><td></td> </tr> <tr> <td>B1 [m]</td><td><input type="text" value="0,8"/></td> <td>Contributo del terreno lato opposto binario [%]</td><td><input type="text" value="0"/></td> </tr> <tr> <td>C1 [m]</td><td><input type="text" value="0,5"/></td> <td></td><td></td> </tr> </table> | | | | A [m] | <input type="text" value="2,5"/> | V [m³] | <input type="text" value="5,38"/> | B [m] | <input type="text" value="1,9"/> | Ecc [m] | <input type="text" value="0,45"/> | C [m] | <input type="text" value="1,1"/> | Blocco Armato | <input type="text"/> | A1 [m] | <input type="text" value="0,8"/> | | | B1 [m] | <input type="text" value="0,8"/> | Contributo del terreno lato opposto binario [%] | <input type="text" value="0"/> | C1 [m] | <input type="text" value="0,5"/> | | |
|---|---|--|--|--|--|-------|----------------------------------|----------|-----------------------------------|------------------------|--|--|--|----------------------|--|--|--|-------------------|---|---|--|-------------|------------------------------------|---|------------------------------------|--------|----------------------------------|--|--|
| A [m] | <input type="text" value="2,5"/> | V [m³] | <input type="text" value="5,38"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B [m] | <input type="text" value="1,9"/> | Ecc [m] | <input type="text" value="0,45"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C [m] | <input type="text" value="1,1"/> | Blocco Armato | <input type="text"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A1 [m] | <input type="text" value="0,8"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B1 [m] | <input type="text" value="0,8"/> | Contributo del terreno lato opposto binario [%] | <input type="text" value="0"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C1 [m] | <input type="text" value="0,5"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VALORI STRAPIOMBO Strapiombo [mm/m] <input type="text" value="-1,1"/> Strapiombo [cm H mensola] <input type="text" value="-1"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VERIFICHE SOSTEGNO (LSU16b) <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Vento +X</th> <th>Vento -X</th> <th>SISMICA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Verifica di Resistenza</td> <td><input type="text" value="OK"/> 0,35<1,0</td> <td><input type="text" value="OK"/> 0,25<1,0</td> <td><input type="text" value="OK"/> 0,47<1,0</td> </tr> <tr> <td>Verifica a Stabilità</td> <td><input type="text" value="OK"/> 0,42<1,0</td> <td><input type="text" value="OK"/> 0,26<1,0</td> <td><input type="text" value="OK"/> 0,43<1,0</td> </tr> </tbody> </table> | | | | | | | Vento +X | Vento -X | SISMICA | Verifica di Resistenza | <input type="text" value="OK"/> 0,35<1,0 | <input type="text" value="OK"/> 0,25<1,0 | <input type="text" value="OK"/> 0,47<1,0 | Verifica a Stabilità | <input type="text" value="OK"/> 0,42<1,0 | <input type="text" value="OK"/> 0,26<1,0 | <input type="text" value="OK"/> 0,43<1,0 | | | | | | | | | | | | |
| | Vento +X | Vento -X | SISMICA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Verifica di Resistenza | <input type="text" value="OK"/> 0,35<1,0 | <input type="text" value="OK"/> 0,25<1,0 | <input type="text" value="OK"/> 0,47<1,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Verifica a Stabilità | <input type="text" value="OK"/> 0,42<1,0 | <input type="text" value="OK"/> 0,26<1,0 | <input type="text" value="OK"/> 0,43<1,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VERIFICHE BLOCCO DI FONDAZIONE (B3) <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Vento +X</th> <th>Vento -X</th> <th>SISMICA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ver.Ribaltamento</td> <td><input type="text" value="OK"/> 0,49<1,0</td> <td><input type="text" value="OK"/> 0,32<1,0</td> <td><input type="text" value="OK"/> 0,58<1,0</td> </tr> <tr> <td>Ver.Scorrimento</td> <td><input type="text" value="OK"/> 5,41>1,1</td> <td><input type="text" value="OK"/> 4,78>1,1</td> <td><input type="text" value="OK"/> 6,87>1,1</td> </tr> <tr> <td>Ver.Carico Limite</td> <td><input type="text" value="OK"/> 11,26>2,3</td> <td><input type="text" value="OK"/> 17,05>2,3</td> <td><input type="text" value="OK"/> 10,9>2,3</td> </tr> <tr> <td>Ver.Collare</td> <td><input type="text" value="N/A"/> -</td> <td><input type="text" value="N/A"/> -</td> <td><input type="text" value="N/A"/> -</td> </tr> </tbody> </table> | | | | | | | Vento +X | Vento -X | SISMICA | Ver.Ribaltamento | <input type="text" value="OK"/> 0,49<1,0 | <input type="text" value="OK"/> 0,32<1,0 | <input type="text" value="OK"/> 0,58<1,0 | Ver.Scorrimento | <input type="text" value="OK"/> 5,41>1,1 | <input type="text" value="OK"/> 4,78>1,1 | <input type="text" value="OK"/> 6,87>1,1 | Ver.Carico Limite | <input type="text" value="OK"/> 11,26>2,3 | <input type="text" value="OK"/> 17,05>2,3 | <input type="text" value="OK"/> 10,9>2,3 | Ver.Collare | <input type="text" value="N/A"/> - | <input type="text" value="N/A"/> - | <input type="text" value="N/A"/> - | | | | |
| | Vento +X | Vento -X | SISMICA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ver.Ribaltamento | <input type="text" value="OK"/> 0,49<1,0 | <input type="text" value="OK"/> 0,32<1,0 | <input type="text" value="OK"/> 0,58<1,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ver.Scorrimento | <input type="text" value="OK"/> 5,41>1,1 | <input type="text" value="OK"/> 4,78>1,1 | <input type="text" value="OK"/> 6,87>1,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ver.Carico Limite | <input type="text" value="OK"/> 11,26>2,3 | <input type="text" value="OK"/> 17,05>2,3 | <input type="text" value="OK"/> 10,9>2,3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ver.Collare | <input type="text" value="N/A"/> - | <input type="text" value="N/A"/> - | <input type="text" value="N/A"/> - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Riepilogo delle verifiche

13 Conclusioni

In conclusione è emerso che il sostegno ed il relativo blocco di fondazione analizzato per la configurazione di carico in oggetto alla presente relazione è idoneo a sostenere i carichi ad esso applicati.