

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

MANDATARIA:

MANDANTE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO

**LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI, TRATTA NAPOLI-CANCELLO,
IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE,
NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014**

RELAZIONE

VI - VIADOTTI

VI01 - VIADOTTO DAL Km. 6+650 AL Km. 8+490.66

Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo

| APPALTATORE | PROGETTAZIONE | |
|-------------------------------------|--|--|
| DIRETTORE TECNICO Ing. M. PANISI | DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE Ing. A. CHECCHI | |

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV SCALA:

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | F | 1 | M | 0 | 0 | E | Z | Z | C | L | V | I | 0 | 1 | E | 5 | 0 | 0 | 1 | A | - |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

| Rev. | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato | Data |
|------|---------------------|------------|----------|------------|----------|-----------|----------|-------------|----------|
| A | EMISSIONE ESECUTIVA | S. CHECCHI | 14/06/18 | PINTI | 15/06/18 | D'ANGELO | 15/06/18 | COPPA | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | 30/06/18 |

File: IF1M.0.0.E.ZZ.CL.VI.01.E.5.001.A

n. Elab.:

| | | | | | | |
|--|--|--|----------|--------------|------|---------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. | IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA |
| | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | VI.01.E5.001 | A | 2 di 96 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | PREMESSA | 4 |
| 2 | DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA | 5 |
| 3 | NORMATIVA DI RIFERIMENTO | 8 |
| 4 | CARATTERISTICHE DEI MATERIALI | 9 |
| 4.1 | CALCESTRUZZO | 9 |
| 4.1.1 | Strutture di elevazione..... | 9 |
| 4.1.2 | Plinto di fondazione | 9 |
| 4.1.3 | Pali di fondazione..... | 10 |
| 4.2 | ACCIAIO PER ARMATURE ORDINARIE | 11 |
| 4.3 | COPRIFERRI MINIMI..... | 11 |
| 5 | CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA | 12 |
| 5.1 | STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI | 12 |
| 5.2 | LIQUEFACIBILITÀ DEI TERRENI | 12 |
| 6 | ANALISI DEI CARICHI E CONDIZIONI DI CARICO | 14 |
| 6.1 | CARICHI TRASMESSI DALL'IMPALCATO | 14 |
| 6.2 | AZIONE DEL VENTO SULLA PILA Q ₆ | 14 |
| 6.3 | AZIONI SISMICHE Q ₇ | 15 |
| 6.3.1 | Spettri di risposta elastici | 23 |
| 6.3.2 | Spettri di risposta di progetto..... | 25 |
| 6.3.3 | Combinazione delle componenti dell'azione sismica e valutazione delle masse 30 | |
| 6.4 | VARIAZIONI TERMICHE ϵ_3 | 30 |
| 7 | COMBINAZIONI DI CARICO | 31 |

| | | | | | | |
|--|------------------------------------|---|-----------------|----------|--------------|--|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | ROCKSOIL S.p.A. | | | IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. PAGINA |
| | | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | VI.01.E5.001 | A 3 di 96 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 8 | CRITERI DI VERIFICA | 37 |
| 8.1 | VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO..... | 37 |
| 8.1.1 | <i>Verifica a fessurazione</i> | <i>37</i> |
| 8.1.2 | <i>Verifica delle tensioni in esercizio.....</i> | <i>38</i> |
| 8.2 | VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI | 40 |
| 8.2.1 | <i>Sollecitazioni flettenti</i> | <i>40</i> |
| 8.2.2 | <i>Sollecitazioni taglianti</i> | <i>40</i> |
| 9 | CRITERI DI MODELLAZIONE | 42 |
| 9.1 | MODELLO STRUTTURALE DI ANALISI | 42 |
| 9.2 | MODELLAZIONE FEM | 44 |
| 10 | ANALISI DEI RISULTATI: SOLLECITAZIONI E VERIFICHE DELLA PILA.... | 45 |
| 10.1 | SOLLECITAZIONI AGENTI | 48 |
| 10.2 | VERIFICA DEL FUSTO | 55 |
| 11 | ANALISI DEI RISULTATI: SOLLECITAZIONI E VERIFICHE DEL SISTEMA DI FONDAZIONE..... | 72 |
| 11.1 | SOLLECITAZIONI AGENTI | 74 |
| 11.2 | VERIFICHE STRUTTURALI..... | 80 |
| 11.2.1 | <i>Plinto di fondazione</i> | <i>80</i> |
| 11.2.2 | <i>Pali.....</i> | <i>88</i> |
| 12 | INDICE DELLE FIGURE | 96 |

| | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|---|----------------------------------|---|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. | | IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. PAGINA A 4 di 96 |

1 PREMESSA

La presente relazione afferisce ai calcoli e alle verifiche strutturali della pile tipo B.7, previste lungo i viadotti VI01-04, nell'ambito della redazione dei documenti tecnici relativi alla progettazione esecutiva della linea ferroviaria Napoli-Bari, tratta Napoli-Cancello, in variante tra le pk 0+000 e 15+585.

In particolare, lungo il viadotto VI01 è presente un'unica pila del tipo in esame: P31.

Le strutture sono state progettate coerentemente con quanto previsto dalla normativa vigente, "Norme Tecniche per le Costruzioni"- DM 14.1.2008 e Circolare n .617 "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni".

| | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|------------------------|----------------------------------|---|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A PAGINA 5 di 96 |

2 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

La tipologia di pila in esame prevede una sezione pseudorettangolare cava biconnessa, con larghezza pari a 3.30m in direzione longitudinale rispetto all'asse del viadotto e lunghezza di 11.50m in direzione trasversale rispetto all'asse del viadotto; i setti esterni prevedono uno spessore di 0.40m; quello centrale uno spessore pari a 0.50m (Geometria tipo B).

| Geometria fusto pila | | Proprietà geometriche | | | | | |
|----------------------|--------------------------|-----------------------|------------------|--------------------------|----------------------------|----------------|----------------|
| Sigla | Descrizione | A | s | I _y | I _z | B _T | B _L |
| | | Sezione fusto | Spessore pulvino | Inerzia dir. trasversale | Inerzia dir. longitudinale | Lunghezza pila | Larghezza pila |
| [-] | [-] | [m ²] | [m] | [mm ⁴] | [mm ⁴] | [m] | [m] |
| B | Cava biconnessa 3,3x11,5 | 11.451 | 1.2 | 1.347E+14 | 1.899E+13 | 11.5 | 3.3 |

L'altezza delle pile oggetto di analisi è pari a 9.0m lungo il viadotto VI01.

Il sistema di fondazione previsto è del tipo indiretto, con plinti di spessore pari a 2m e dimensioni in pianta 12x16.5m, su n.12 pali di diametro ϕ 1500 (Pilinto tipo F1).

| Tipologia sistema di fondazione | | Geometria plinto | | | Pali | |
|---------------------------------|-------------|--|---|----------|-------------|----------|
| Sigla | Descrizione | B _L | B _T | s | n | ϕ |
| | | Dimensione in pianta in direz. parallela all'asse del viadotto | Dimensione in pianta in direz. trasversale rispetto all'asse del viadotto | Spessore | Numero pali | diametro |
| [-] | [-] | [m] | [m] | [m] | [-] | [mm] |
| F1 | 12x16.5x2 | 12 | 16.5 | 2 | 12 | 1500 |

La tipologia di impalcati afferenti il gruppo di pile in esame è individuata nel prospetto di seguito:

| Coppia impalcati afferenti | | | | | |
|----------------------------|---------------------------|---------------------|--|----------------------------|---------------------|
| Sigla | Impalcato lato fisso pila | | | Impalcato lato mobile pila | |
| [-] | Luce [m] | Tipo [-] | | Luce [m] | Tipo [-] |
| 7 | 35 | Acciaio-clc (travi) | | 40 | Acciaio-clc (travi) |

Nelle Figure riportate di seguito si forniscono le immagini delle carpenterie della tipologia di pila in esame. Si rimanda agli elaborati grafici per l'ottenimento di dettagli ulteriori.

| | | | | | | | |
|--|---|---|--------------------------|-----------------------|----------------------------------|------------------|--------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. | | IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A | PAGINA 6 di 96 |

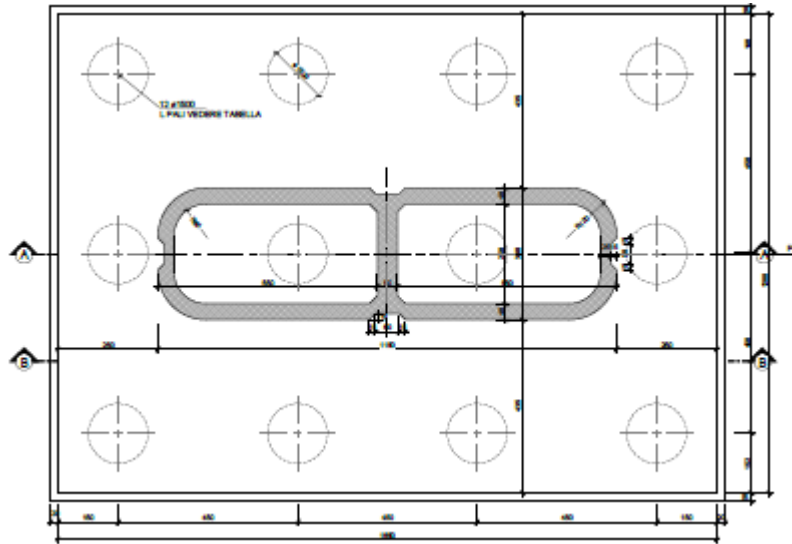


Figura 1: Vista in pianta

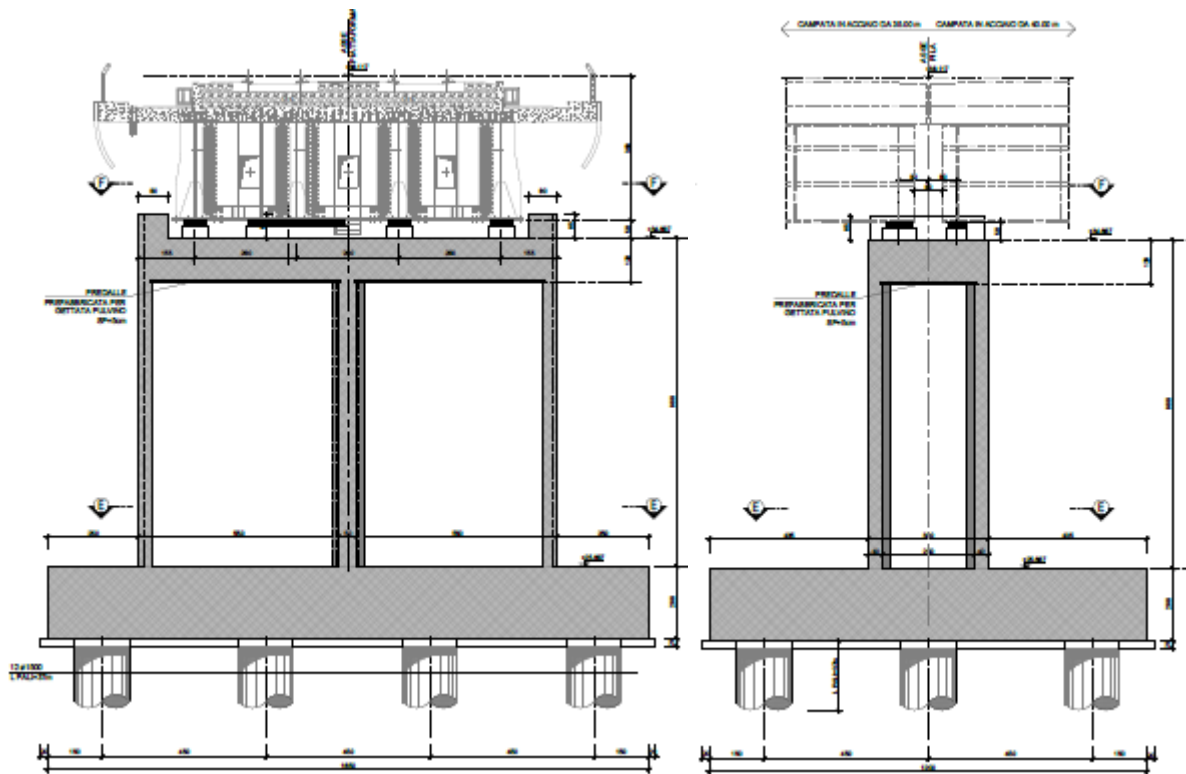


Figura 2: Sezioni in direzione trasversale e longitudinale rispetto all'asse del viadotto

| | | | | | | |
|---|---|--|-----------|---------------------|----------|----------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA |
| | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | VI.01.E5.001 | A | 7 di 96 |

Di seguito si fornisce l'elenco delle pile del tipo in esame relativamente al viadotto VI01.
Per l'individuazione dei criteri adottati per la classificazione tipologica delle pile si faccia riferimento all'elaborato dedicato.

| VI | N°pila | Sigla geometria pila | Sigla coppia impalcati afferenti | Altezza pila (m) | Sigla plinto relativo | Condizioni terreno | Diametro pali (mm) | Rapporto Momento/Taglio testa palo α (m) | PK pila | Tipologia armatura |
|-----------|-----------|----------------------|----------------------------------|------------------|-----------------------|-------------------------------------|--------------------|---|-----------------|------------------------|
| 01 | 31 | B | 7 | 9.0 | F1 | Potenzialmente liquefacibile | 1500 | 4.1 | 7+728.15 | Armatura tipo 1 |

Nei paragrafi successivi, le verifiche strutturali esibite sono quelle relative alla pila caratterizzata dall'altezza massima fra quelle della tipologia in esame che prevedono la medesima tipologia di armatura.

In favore di sicurezza, per le pile di cui si mostrano le verifiche strutturali, si adotta il valore massimo del coefficiente α , indicativo del rapporto momento taglio in testa al palo, tra quelli relativi alle pile del tipo in esame con la stessa tipologia di armatura. Le condizioni del terreno considerate sono quelle associate al valore di α adottato.

I dati identificativi delle pile di cui si mostrano le verifiche strutturali, evidenziati in grassetto nel prospetto riportato sopra, sono sintetizzati nel capitolo di analisi dei risultati.

| | | | | | | |
|---|---|---|-----------|---------------------|----------|----------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. | IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA |
| | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | VI.01.E5.001 | A | 8 di 96 |

3 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

L'analisi dell'opera e le verifiche degli elementi strutturali sono state condotte in accordo con le vigenti disposizioni legislative e in particolare con le seguenti norme e circolari:

- Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008: "Norme Tecniche per le Costruzioni".
- Circolare M.LL.PP. n. 617 del 2 febbraio 2009: Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al Decreto Ministeriale del 14/01/2008".

Si è tenuto inoltre conto dei seguenti documenti:

- UNI EN 1990 – Aprile 2006: Eurocodice: Criteri generali di progettazione strutturale.
- UNI EN 1991-1-1 – Agosto 2004: Eurocodice 1 – Parte 1-1: Azioni in generale – Pesì per unità di volume, pesì propri e sovraccarichi variabili.
- UNI EN 1991-1-4 – Luglio 2005: Eurocodice 1. Azioni sulle strutture. Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.
- UNI EN 1992-1-1 – Novembre 2005: Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 1992-2 – Gennaio 2006: Eurocodice 2. Progettazione delle strutture di calcestruzzo. Parte 2: Ponti di calcestruzzo – Progettazione e dettagli costruttivi.
- UNI-EN 1997-1 – Febbraio 2005: Eurocodice 7. Progettazione geotecnica. Parte 1: Regole generali.
- UNI-EN 1998-1 – Marzo 2005: Eurocodice 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica. Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.
- UNI-EN 1998-5 – Gennaio 2005: Eurocodice 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica. Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.
- Legge 5-1-1971 n° 1086: "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica".
- Legge. 2 febbraio 1974, n. 64.: "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- UNI EN 206-1-2016: Calcestruzzo. "Specificazione, prestazione, produzione e conformità".
- RFI DTC SI MA IFS 001 A – Dicembre 2016: Manuale di progettazione delle opere civili.

| | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|------------------------|----------------------------------|--|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A PAGINA 9 di 96 |

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Di seguito si riportano le caratteristiche dei materiali impiegati, ricavate con riferimento alle indicazioni contenute D.M.14 gennaio 2008. Le classi di esposizione dei calcestruzzi sono coerenti con la UNI EN 206-1-2001.

4.1 CALCESTRUZZO

4.1.1 Strutture di elevazione

Per il getto in opera del fusto della pila si adotta un calcestruzzo con le caratteristiche riportate di seguito:

Classe d'esposizione: XC4

C32/40 $f_{ck} \geq 32$ MPa $R_{ck} \geq 40$ MPa

Classe minima di consistenza: S4-S5

In accordo con le norme vigenti, risulta per il materiale in esame:

| | | | |
|--|--|-----------|-------------------|
| Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni | R_{ck} | 40 | N/mm ² |
| Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni | $f_{ck} = 0.83 R_{ck}$ | 33.20 | N/mm ² |
| Valore medio della resistenza cilindrica | $f_{cm} = f_{ck} + 8$ | 41.20 | N/mm ² |
| Resistenza di calcolo breve durata | $f_{cd} \text{ (Breve durata)} = f_{ck} / 1.5$ | 22.13 | N/mm ² |
| Resistenza di calcolo lunga durata | $f_{cd} \text{ (Lungo durata)} = 0.85 f_{cd}$ | 18.81 | N/mm ² |
| Resistenza media a trazione assiale | $f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3}$ [$R_{ck} < 50/60$] | 3.10 | N/mm ² |
| Resistenza caratteristica a trazione | $f_{ctk 0,05} = 0.7 f_{ctm}$ | 2.17 | N/mm ² |
| Resistenza media a trazione per flessione | $f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$ | 3.72 | N/mm ² |
| Resistenza di calcolo a trazione | $f_{ctd} = f_{ctk 0,05} / 1.5$ | 1.45 | N/mm ² |
| Modulo di Young | $E = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$ | 33643 | N/mm ² |

4.1.2 Plinto di fondazione

Per il getto in opera del plinto di fondazione della pila si adotta un calcestruzzo con le caratteristiche riportate di seguito:

| | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. PAGINA A 10 di 96 |

Classe d'esposizione: XC2

C28/35 $f_{ck} \geq 28$ MPa $R_{ck} \geq 35$ MPa

Classe minima di consistenza: S4-S5

In accordo con le norme vigenti, risulta per il materiale in esame:

| | | | |
|--|--|-----------|-------------------|
| Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni | R_{ck} | 35 | N/mm ² |
| Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni | $f_{ck} = 0.83 R_{ck}$ | 29.05 | N/mm ² |
| Valore medio della resistenza cilindrica | $f_{cm} = f_{ck} + 8$ | 37.05 | N/mm ² |
| Resistenza di calcolo breve durata | $f_{cd} \text{ (Breve durata)} = f_{ck} / 1.5$ | 19.37 | N/mm ² |
| Resistenza di calcolo lunga durata | $f_{cd} \text{ (Lunqo durata)} = 0.85 f_{cd}$ | 16.46 | N/mm ² |
| Resistenza media a trazione assiale | $f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3}$ [Rck<50/60] | 2.83 | N/mm ² |
| Resistenza caratteristica a trazione | $f_{ctk 0,05} = 0.7 f_{ctm}$ | 1.98 | N/mm ² |
| Resistenza media a trazione per flessione | $f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$ | 3.40 | N/mm ² |
| Resistenza di calcolo a trazione | $f_{ctd} = f_{ctk 0,05} / 1.5$ | 1.32 | N/mm ² |
| Modulo di Young | $E = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$ | 32588 | N/mm ² |

4.1.3 Pali di fondazione

Per il getto in opera dei pali di fondazione della pila si adotta un calcestruzzo con le caratteristiche riportate di seguito:

Classe d'esposizione: XC2

C25/30 $f_{ck} \geq 25$ MPa $R_{ck} \geq 30$ MPa

Classe minima di consistenza: S4-S5

In accordo con le norme vigenti, risulta per il materiale in esame:

| | | | |
|--|--|-----------|-------------------|
| Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni | R_{ck} | 30 | N/mm ² |
| Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni | $f_{ck} = 0.83 R_{ck}$ | 24.90 | N/mm ² |
| Valore medio della resistenza cilindrica | $f_{cm} = f_{ck} + 8$ | 32.90 | N/mm ² |
| Resistenza di calcolo breve durata | $f_{cd} \text{ (Breve durata)} = f_{ck} / 1.5$ | 16.60 | N/mm ² |

| | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. PAGINA A 11 di 96 |

| | | | |
|---|---|-------|-------------------|
| Resistenza di calcolo lunga durata | $f_{cd} \text{ (Lunqo durata)} = 0.85 f_{cd}$ | 14.11 | N/mm ² |
| Resistenza media a trazione assiale | $f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3} \quad [R_{ck} < 50/60]$ | 2.56 | N/mm ² |
| Resistenza caratteristica a trazione | $f_{ctk 0.05} = 0.7 f_{ctm}$ | 1.79 | N/mm ² |
| Resistenza media a trazione per flessione | $f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$ | 3.07 | N/mm ² |
| Resistenza di calcolo a trazione | $f_{ctd} = f_{ctk 0.05} / 1.5$ | 1.19 | N/mm ² |
| Modulo di Young | $E = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$ | 31447 | N/mm ² |

4.2 ACCIAIO PER ARMATURE ORDINARIE

| | |
|--|-------------------------------|
| Classe acciaio per armature ordinarie | B450C |
| Tensione di snervamento caratteristica | $f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$ |
| Tensione caratteristica di rottura | $f_t \geq 540 \text{ MPa}$ |
| Modulo di elasticità | $E_a = 210000 \text{ MPa}$ |

4.3 COPRIFERRI MINIMI

Si riportano di seguito i copriferri minimi per le strutture in calcestruzzo armato:

| | |
|-------------------------|--------|
| Strutture di elevazione | 4.0 cm |
| Plinto di fondazione | 4.0 cm |
| Pali di fondazione | 6.0 cm |

| | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. PAGINA A 12 di 96 |

5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

5.1 STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI

Si esibiscono di seguito le caratteristiche geotecniche relative al terreno di fondazione di ogni tratta omogenea in cui ricadono le pile in esame. Le formazioni indicate nei prospetti di seguito fanno riferimento alle unità geotecniche descritte nel seguente elenco:

- Unità **DI** – Piroclastiti rimaneggiati sabbioso limose;
- Unità **Po** – Piroclastiti recenti sabbioso limose;
- Unità **Ts** – Tufo sfatto;
- Unità **TL** – Tufo litoide;
- Unità **Pb** – Piroclastiti di base sabbioso limose.

Si riportano, inoltre, per ciascuna tratta omogenea del viadotto, in cui ricadono le pile del tipo in esame, i dati relativi alla profondità di falda e la quota testa palo rispetto al piano campagna considerata.

VI01 – P31

| strato | Formazione | spessore strato | zbase strato | γ | ϕ |
|-----------|---------------------------------|-----------------|--------------|----------------------|--------|
| | | (m) | (m da pc) | (kN/m ³) | (°) |
| 1 | DI | 9.0 | 9.0 | 16 | 28 |
| 2 | Po | 5.0 | 14.0 | 16 | 29 |
| 3 | Ts | 2.0 | 16.0 | 15 | 33 |
| 4 | TL | 8.0 | 24.0 | 15 | 35 |
| 5 | Pb | 26.0 | 50.0 | 16 | 36 |
| 6 | Pb | 20.0 | 70.0 | 16 | 36 |
| zw | Profondità della falda dal p.c. | | | | 6.00 m |
| zp | Quota testa palo | | | | 3.00 m |

5.2 LIQUEFACIBILITÀ DEI TERRENI

Sono stati rilevati livelli di terreno potenzialmente liquefacibile in corrispondenza delle fondazioni pile da P29 a P32, da P34 a P36, da P39 a P43, P55 nel VI01. Le pile del tipo in esame, interessate dalla liquefazione sono dunque: P31.

| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | <p align="center">LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</p> <p align="center">IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</p> | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|----------|
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | <table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">IF1M</td> <td align="center">0.0.E.ZZ</td> <td align="center">CL</td> <td align="center">VI.01.E5.001</td> <td align="center">A</td> <td align="center">13 di 96</td> </tr> </tbody> </table> | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | VI.01.E5.001 | A | 13 di 96 |
| PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | | | | | | | | |
| IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | VI.01.E5.001 | A | 13 di 96 | | | | | | | | |

Dall'eventuale liquefacibilità del suolo, dipende inoltre il valore del coefficiente α , in quanto funzione delle caratteristiche di rigidezza relative palo-terreno, oltre che del diametro del palo. Tale parametro, espresso in metri, è indicativo del rapporto momento/taglio in testa al palo.

La sintesi delle condizioni del terreno associate a ciascuna pila e dei rispettivi valori del parametro α assunti nei calcoli è riportata nei paragrafi descrittivi iniziali.

Per ulteriori dettagli, si rimanda alla Relazione Geotecnica di riferimento.

| | | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A | PAGINA 14 di 96 |

6 ANALISI DEI CARICHI E CONDIZIONI DI CARICO

L'analisi dei carichi che interessano la pila è stata effettuata considerando le azioni provenienti dagli impalcati afferenti e quelle direttamente applicate sulla pila.

I carichi trasmessi dagli impalcati sono relativi alle condizioni di carico elementari, opportunamente combinate secondo le vigenti normative, analizzate nel dettaglio nelle rispettive relazioni di calcolo degli impalcati tipo che afferiscono alla pila in esame.

Si riportano di seguito la sintesi delle azioni provenienti dagli impalcati e l'analisi dei carichi elementari che interessano direttamente la pila.

6.1 CARICHI TRASMESSI DALL'IMPALCATO

Per la sintesi degli scarichi espletati dagli appoggi d'impalcato sulla pila, relativamente ai due lati, fisso e mobile, per ciascuna delle condizioni di carico elementari analizzate, si faccia riferimento al capitolo relativo alle sollecitazioni e alle verifiche della pila, presentato nell'analisi dei risultati.

In particolare, per quanto riguarda i carichi da traffico ferroviario trasmessi dall'impalcato, si sono considerati coefficienti dinamici unitari, conformemente con quanto prescritto nel par.2.5.1.4.2.5.2 del "Manuale di progettazione delle opere civili", poiché le pile in esame presentano un valore di snellezza $\lambda < 30$.

6.2 AZIONE DEL VENTO SULLA PILA Q_6

Si riporta di seguito il calcolo dell'azione del vento sul fusto della pila in direzione trasversale e longitudinale rispetto all'asse del viadotto. La sezione della pila è assimilata, per questo calcolo, a un rettangolo di dimensioni $B_L \times B_T$.

Si assume cautelativamente una pressione di progetto pari a $2,5\text{kN/m}^2$.

Risulta pertanto sui due lati del fusto della pila:

$$q_{T,vento} = 2,5\text{kN/m}^2 \times B_L - \text{Carico unitario in direzione trasversale all'asse del viadotto}$$

$$q_{L,vento} = 2,5\text{kN/m}^2 \times B_T - \text{Carico unitario in direzione parallela all'asse del viadotto}$$

| | | | | | | | |
|--|------------------------------------|---|-----------------|----------|--------------|------|--|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | ROCKSOIL S.p.A. | | | | IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA |
| | | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | VI.01.E5.001 | A | 15 di 96 |

6.3 AZIONI SISMICHE Q₇

Nel presente paragrafo si riportano la descrizione e la valutazione dell'azione sismica secondo le specifiche del DM 14.1.2008.

L'azione sismica è descritta mediante spettri di risposta elastici e di progetto. In particolare nel DM 14.1.2008, vengono presentati gli spettri di risposta in termini di accelerazioni orizzontali e verticali.

L'espressione analitica dello spettro di risposta elastico in termini di accelerazione orizzontale è la seguente:

$$0 \leq T \leq T_B \longrightarrow S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C \longrightarrow S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T \leq T_D \longrightarrow S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \longrightarrow S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T} \right)$$

In cui:

$$S = S_s \cdot S_T;$$

S_s : coefficiente di amplificazione stratigrafico;

S_T : coefficiente di amplificazione topografica;

η : fattore che tiene conto di un coefficiente di smorzamento viscoso equivalente ξ , espresso in punti percentuali diverso da 5 ($\eta=1$ per $\xi=5$):

$$\eta = \sqrt{\frac{10}{5 + \xi}} \geq 0,55$$

F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

a_g : accelerazione massima al suolo;

T: periodo di vibrazione dell'oscillatore semplice;

| | | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A | PAGINA 16 di 96 |

T_B, T_C, T_D : periodi che separano i diversi rami dello spettro, e che sono pari a:

$$T_C = C_C \cdot T^*_c$$

$$T_B = \frac{T_C}{3}$$

$$T_D = 4.0 + \frac{a_g}{g} + 1.6$$

In cui :

C_C : coefficiente che tiene conto della categoria del terreno;

T^*_c : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

L'espressione analitica dello spettro di risposta elastico in termini di accelerazione verticale è la seguente:

$$0 \leq T \leq T_B \longrightarrow S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_v} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C \longrightarrow S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T \leq T_D \longrightarrow S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \longrightarrow S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T} \right)$$

nelle quali:

$S = S_S \times S_T$: con S_S pari sempre a 1 per lo spettro verticale;

η : fattore che tiene conto di un coefficiente di smorzamento viscoso equivalente ξ , espresso in punti percentuali diverso da 5 ($\eta=1$ per $\xi=5$):

$$\eta = \sqrt{\frac{10}{5 + \xi}} \geq 0,55$$

| | | | | | | |
|--|---|---|---|---------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | ROCKSOIL S.p.A. | IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A | PAGINA 17 di 96 |

T: periodo di vibrazione dell'oscillatore semplice;

T_B , T_C , T_D : periodi che separano i diversi rami dello spettro, e che sono pari a:

$$T_C = 0.05 \quad T_B = 0.15 \quad T_D = 1.0$$

F_V : fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima mediante la relazione:

$$F_V = 1.35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0.5}$$

Di seguito si riporta il calcolo dei parametri per la valutazione degli spettri in accelerazione orizzontale e verticale, effettuata mediante l'utilizzo del software "Spettri NTC ver. 1.0.3" reperibile presso il sito del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Vita Nominale

La vita nominale di un'opera strutturale (V_N), è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purchè soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale delle infrastrutture ferroviarie può, di norma, assumersi come indicato nella seguente tabella.

| TIPI DI COSTRUZIONE | Vita Nominale (VN) |
|---|--------------------|
| Opere nuove su infrastrutture ferroviarie progettate con le norme vigenti prima del DM14/1/2008 a velocità convenzionale $V < 250$ Km/h | 50 |
| Altre opere nuove a velocità $V < 250$ Km/h | 75 |
| Altre opere nuove a velocità $V > 250$ Km/h | 100 |
| Opere di grandi dimensioni: ponti e viadotti con campate di luce maggiore di 150 m | ≥ 100 |

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale $V_N = 75$ anni.

Classi D'uso

Il Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008 prevede quattro categorie di classi d'uso riportate nel seguito:

| | | | | | | |
|---|--|---|---|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | ROCKSOIL S.p.A. | IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A | PAGINA 18 di 96 |

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe III o in Classe IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione di strade", e di tipo quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti o reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Per l'opera in oggetto si considera una **Classe d'uso III**.

Periodo di Riferimento dell'Azione Sismica

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale V_n per il coefficiente d'uso C_U :

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Il valore del coefficiente d'uso C_U è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato nella tabella seguente:

| | | | | |
|--------------------|-----|----|-----|----|
| CLASSE D'USO | I | II | III | IV |
| COEFFICIENTE C_U | 0.7 | 1 | 1.5 | 2 |

Pertanto per l' opera in oggetto il periodo di riferimento è pari a $75 \times 1,5 = 112,5$ anni.

| | | | | | | |
|--|--|--|----------|--------------|------|----------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. | IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA |
| | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | VI.01.E5.001 | A | 19 di 96 |

Stati limite e relative probabilità di superamento

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

La probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportati nella tabella successiva.

| Stati Limite | | P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R |
|---------------------------|-----|--|
| Stati limite di esercizio | SLO | 81% |
| | SLD | 63% |
| Stati limite ultimi | SLV | 10% |
| | SLC | 5% |

Accelerazione (a_g), fattore (F_0) e periodo (T^*_c)

Ai fini del D.M. 14-01-2008 le forme spettrali, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , sono definite a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g : accelerazione orizzontale massima sul sito;

F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T^*_c : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I parametri prima elencati dipendono dalle coordinate geografiche, espresse in termini di latitudine e longitudine, del sito interessato dall'opera, dal periodo di riferimento (V_R), e quindi dalla vita nominale (V_N) e dalla classe d'uso (C_u) e dallo stato limite considerato. Si riporta nel seguito la valutazione di detti parametri per i vari stati limite.

Latitudine: 40.934039°

Longitudine: 14.355459°

| | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. PAGINA A 20 di 96 |
| | | IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | | |

| SLATO LIMITE | T_R [anni] | a_g [g] | F_o [-] | T_C^* [s] |
|--------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| SLO | 68 | 0.072 | 2.345 | 0.324 |
| SLD | 113 | 0.092 | 2.351 | 0.335 |
| SLV | 1068 | 0.218 | 2.470 | 0.357 |
| SLC | 2193 | 0.269 | 2.560 | 0.359 |

Tabella 1: Valutazione dei parametri a_g , F_o e T_C^* per i periodi di ritorno associati a ciascuno stato limite

I parametri ai quali si è fatto riferimento nella definizione dell'azione sismica di progetto, indicati nella tabella precedente, corrispondono, cautelativamente, a quei parametri che danno luogo al sisma di massima entità, fra tutti quelli individuati lungo le progressive dell'opera in progetto.

Sono stati presi in esame, secondo quanto previsto dal DM 14.1.2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni", cap. 7.1, i seguenti Stati Limite sismici:

- SLV: Stato Limite di Salvaguardia della Vita (Stato Limite Ultimo)
- SLD: Stato Limite di Danno (Stato Limite di Esercizio)
- SLC: Stato Limite di Collasso (Stato Limite Ultimo)
- SLO: Stato Limite di Operatività (Stato Limite di Esercizio)

Le azioni sismiche relative allo stato limite di operatività (SLO) e allo stato limite di danno (SLD) non sono state considerate perché poco significative in relazione alle combinazioni di natura statica. Per quanto riguarda lo stato limite di collasso (SLC), questo è stato considerato per le combinazioni sismiche di verifica dei ritegni sismici; si faccia pertanto riferimento alle considerazioni presentate nelle rispettive relazioni di calcolo di impalcato.

Si riportano al termine dell'analisi, i parametri ed i punti dello spettro di risposta elastici e di progetto per il restante stato limite (SLV).

Classificazione dei terreni

Per la definizione dell'azione sismica di progetto, la valutazione dell'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie, deve essere basata su studi specifici di risposta sismica locale esistenti nell'area di intervento. In mancanza di tali studi la normativa prevede la classificazione, riportata

| | | | | | | |
|--|---|---|--|--------------|------|----------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | ROCKSOIL S.p.A. | IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA |
| | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | VI.01.E5.001 | A | 21 di 96 |

nella tabella seguente, basata sulla stima dei valori della velocità media delle onde sismiche di taglio V_{s30} , ovvero sul numero medio di colpi NSPT ottenuti in una prova penetrometrica dinamica (per terreni prevalentemente granulari), ovvero sulla coesione non drenata media c_u (per terreni prevalentemente coesivi).

| Categoria di suolo di fondazione | Descrizione |
|----------------------------------|--|
| Cat. A | Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo di 3 m. |
| Cat. B | Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{spt,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina) |
| Cat. C | Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{spt,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina) |
| Cat. D | Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{spt,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina) |
| Cat. E | Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s) |
| Cat. S1 | Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche. |
| Cat. S2 | Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti. |

Si considera una **categoria C** di suolo di fondazione.

| | | | | | | |
|---|---|---|-----------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. | Mandante: ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. | Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A | PAGINA 22 di 96 |

Amplificazione stratigrafica

I due coefficienti prima definiti, S_s e C_c , dipendono dalla categoria del sottosuolo come mostrato nel prospetto seguente.

Per i terreni di categoria A, entrambi i coefficienti sono pari a 1, mentre per le altre categorie i due coefficienti sono pari a:

| Categoria sottosuolo | S_s | C_c |
|----------------------|---|------------------------------|
| A | 1,00 | 1,00 |
| B | $1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$ | $1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$ |
| C | $1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$ | $1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$ |
| D | $0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$ | $1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$ |
| E | $1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$ | $1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$ |

Nel caso in esame (categoria di sottosuolo C) allo SLV risulta:

$$S_s = 1.38$$

$$C_c = 1.48$$

Amplificazione topografica

Per poter tenere conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati nella seguente tabella.

| Categoria topografica | Ubicazione dell'opera o dell'intervento | S_T |
|-----------------------|---|-------|
| T1 | - | 1 |
| T2 | In corrispondenza della sommità del pendio | 1.2 |
| T3 | In corrispondenza della cresta del rilievo con inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$ | 1.2 |
| T4 | In corrispondenza della cresta del rilievo con inclinazione media $i > 30^\circ$ | 1.4 |

Nel caso in esame $S_T = 1$

| | | | | | | |
|---|---|--|-----------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A | PAGINA 23 di 96 |

6.3.1 Spettri di risposta elastici

In accordo con le prescrizioni normative, lo spettro di risposta elastico è stato considerato solo ai fini della valutazione delle azioni in fondazione e delle azioni sugli apparecchi di appoggio.

Stato limite di salvaguardia della vita

Di seguito si forniscono lo spettro di risposta elastico per lo stato limite di salvaguardia della vita e la tabella dei parametri rispettivi.

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV

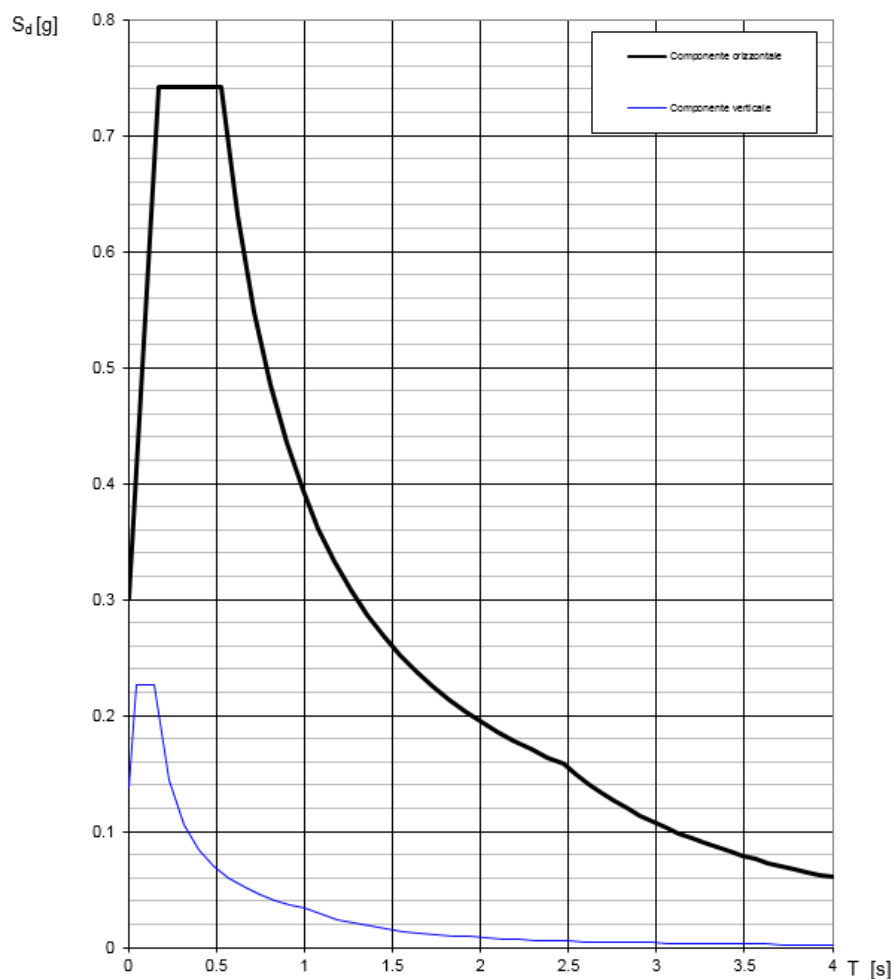


Figura 3: Spettri di risposta elastici_SLV (Componente orizzontale e verticale)

| | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|----------|----------|--------------|------|----------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | | | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA |
| | | | | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | VI.01.E5.001 | A | 24 di 96 |

Parametri indipendenti

| STATO LIMITE | SLV |
|--------------|---------|
| a_g | 0.218 g |
| F_0 | 2.470 |
| T_C | 0.357 s |
| S_S | 1.377 |
| C_C | 1.476 |
| S_T | 1.000 |
| q | 1.000 |

Parametri dipendenti

| | |
|--------|---------|
| S | 1.377 |
| η | 1.000 |
| T_B | 0.175 s |
| T_C | 0.526 s |
| T_D | 2.473 s |

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(S+\xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

| | T [s] | Se [g] |
|-------|-------|--------|
| | 0.000 | 0.300 |
| T_B | 0.175 | 0.742 |
| T_C | 0.526 | 0.742 |
| | 0.619 | 0.631 |
| | 0.712 | 0.549 |
| | 0.804 | 0.485 |
| | 0.897 | 0.435 |
| | 0.990 | 0.394 |
| | 1.082 | 0.361 |
| | 1.175 | 0.332 |
| | 1.268 | 0.308 |
| | 1.360 | 0.287 |
| | 1.453 | 0.269 |
| | 1.546 | 0.253 |
| | 1.638 | 0.238 |
| | 1.731 | 0.225 |
| | 1.824 | 0.214 |
| | 1.916 | 0.204 |
| | 2.009 | 0.194 |
| | 2.102 | 0.186 |
| | 2.195 | 0.178 |
| | 2.287 | 0.171 |
| | 2.380 | 0.164 |
| T_D | 2.473 | 0.158 |
| | 2.545 | 0.149 |
| | 2.618 | 0.141 |
| | 2.691 | 0.133 |
| | 2.764 | 0.126 |
| | 2.836 | 0.120 |
| | 2.909 | 0.114 |
| | 2.982 | 0.109 |
| | 3.054 | 0.103 |
| | 3.127 | 0.099 |
| | 3.200 | 0.094 |
| | 3.273 | 0.090 |
| | 3.345 | 0.086 |
| | 3.418 | 0.083 |
| | 3.491 | 0.079 |
| | 3.564 | 0.076 |
| | 3.636 | 0.073 |
| | 3.709 | 0.070 |
| | 3.782 | 0.067 |
| | 3.855 | 0.065 |
| | 3.927 | 0.063 |
| | 4.000 | 0.060 |

| | | | | | | |
|--|---|---|--|--------------|------|----------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | ROCKSOIL S.p.A. | IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA |
| | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | VI.01.E5.001 | A | 25 di 96 |

6.3.2 Spettri di risposta di progetto

In accordo con il par. 3.2.3.5 del DM 14.1.2008 le capacità dissipative delle strutture possono essere prese in considerazione attraverso una riduzione delle forze elastiche. Tale riduzione tiene conto in modo semplificato della capacità dissipativa anelastica della struttura, della sua sovraresistenza, dell'incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni. Lo spettro di progetto $S_d(T)$ che ne risulta, sia per le componenti orizzontali, che per la componente verticale, deriva dunque dallo spettro elastico con le ordinate ridotte e lo si ottiene sostituendo, nelle espressioni che lo definiscono, il termine η con il termine $1/q$, dove q è il cosiddetto fattore di struttura.

Il fattore di struttura è definito in accordo con il par. 7.3.1 del DM 14.1.2008:

$$q = q_0 \cdot K_R$$

dove:

q_0 è il valore massimo del fattore di struttura che dipende dal livello di duttilità attesa, dalla tipologia strutturale e dal rapporto α_u / α_1 tra il valore dell'azione sismica per il quale si verifica la formazione di un numero di cerniere plastiche tali da rendere la struttura labile e quello per il quale il primo elemento strutturale raggiunge la plasticizzazione a flessione;

K_R è un fattore riduttivo che dipende dalle caratteristiche di regolarità in altezza della costruzione, con valore pari ad 1 per costruzioni regolari in altezza e pari a 0,8 per costruzioni non regolari in altezza.

Nel caso di pile da ponte in c.a. in **classe di duttilità "B" (CD "B")**, in accordo con il par. 7.9.2.1 (Tabella 7.9.I) DM 14.1.2008 (Tabella 7.9.I), il valore di q_0 è pari ad 1.5 mentre il valore di K_R è pari ad 1, per cui, in definitiva, per le componenti orizzontali dell'azione sismica si adotta:

$$q = 1.5$$

Per la componente verticale, il fattore di struttura per i ponti è unitario ($q = 1$), quindi si utilizza lo spettro elastico.

L'utilizzo di uno spettro di risposta di progetto ($q > 1$) implica il rispetto di quelli che sono i requisiti normativi della gerarchia delle resistenze, descritti nello specifico nei paragrafi relativi al calcolo e alla verifica dei singoli elementi strutturali.

| | | | | | | |
|--|------------------------------------|---|-------------------|--------------------|---------------------------|-----------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A |
| | | | | PAGINA 26 di 96 | | |

Stato limite di salvaguardia della vita

Secondo quanto riportato nel DM 14/01/2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni", cap. 3.2.3.5, lo spettro di progetto delle componenti orizzontali per lo SLV è stato determinato secondo le seguenti relazioni:

$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{1}{q} \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\frac{1}{q} \cdot F_0} \cdot \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
 T_B \leq T < T_C & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{1}{q} \cdot F_0 \\
 T_C \leq T < T_D & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{15}{q} \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\
 T_D \leq T & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{1}{q} \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)
 \end{aligned}$$

In cui:

$$S = S_s \cdot S_T;$$

S_s : coefficiente di amplificazione stratigrafico;

S_T : coefficiente di amplificazione topografica;

F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C : periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro ed è ottenuto mediante la seguente relazione:

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$

In cui :

C_C : coefficiente che tiene conto della categoria del terreno;

| | | | | | | |
|---|--|--|-----------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | ROCKSOIL S.p.A. | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A | PAGINA 27 di 96 |

T^*_C : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

T_B : periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante ed è ottenuto mediante la seguente relazione:

$$T_B = \frac{T_C}{3}$$

T_D : periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante ed è ottenuto mediante la seguente relazione:

$$T_D = 4,0 \cdot \frac{a_g}{g} + 1,6$$

q : fattore di struttura.

Sulla base delle coordinate geografiche del sito su cui sorge l'opera in esame, sono stati determinati gli spettri di risposta di progetto ed i parametri per lo *SLV*, riportati di seguito:

| | | | | | | | | | |
|--|--|---|--|--|--------------------------|-----------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. | | | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A | PAGINA 28 di 96 |

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV

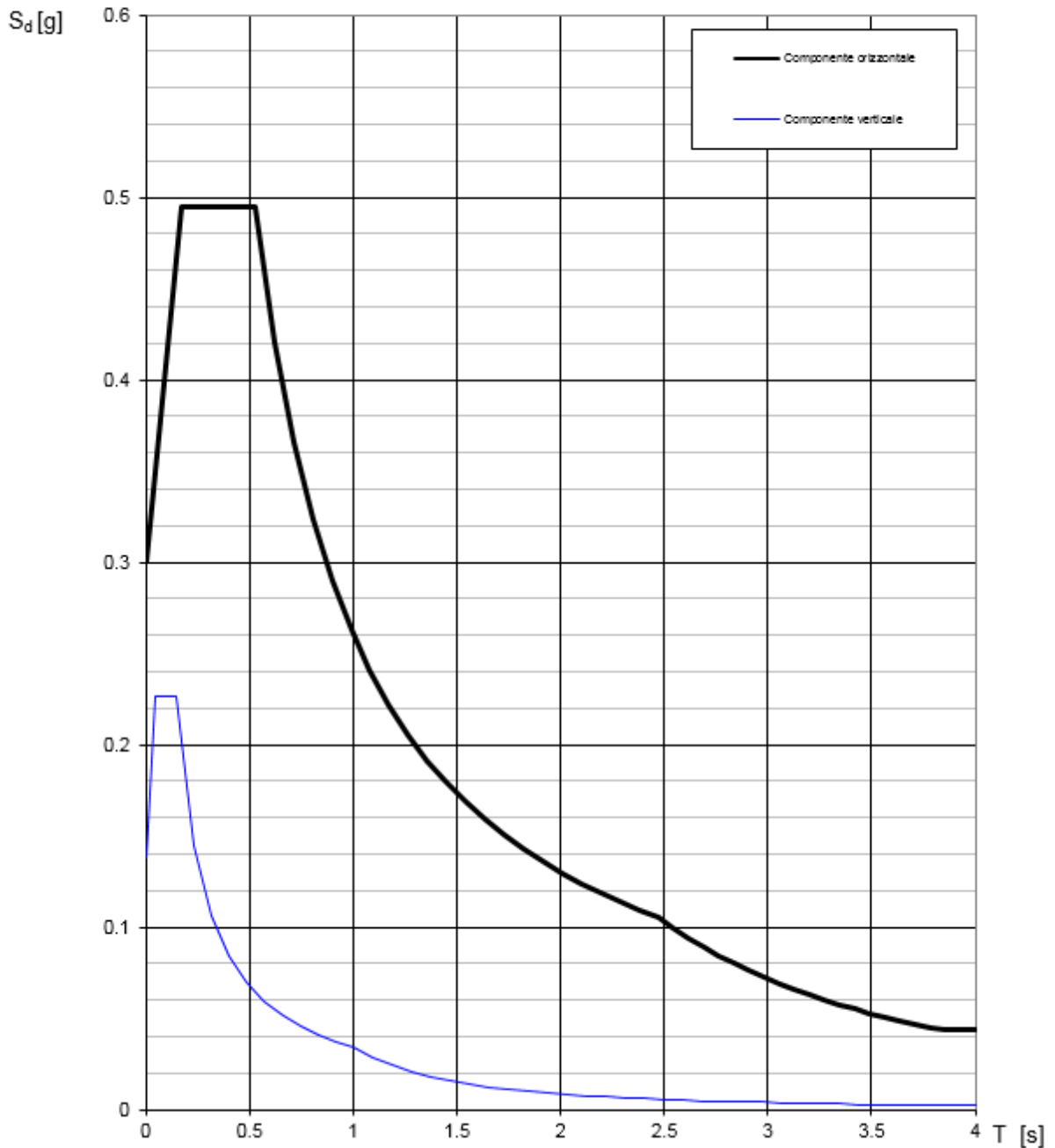


Figura 4: Spettri di risposta di progetto ($q=1,5$)_SLV (Componente orizzontale e verticale)

| | |
|--|--|
| APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 |
| PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL VI.01.E5.001 A 29 di 96 |

Parametri indipendenti

| STATO LIMITE | SLV |
|--------------|---------|
| a_g | 0.218 g |
| F_0 | 2.470 |
| T_C | 0.357 s |
| S_S | 1.377 |
| C_C | 1.476 |
| S_T | 1.000 |
| q | 1.500 |

Parametri dipendenti

| | |
|--------|---------|
| S | 1.377 |
| η | 0.667 |
| T_B | 0.175 s |
| T_C | 0.526 s |
| T_D | 2.473 s |

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(S+\xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con η/q , dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

| | T [s] | Se [g] |
|-------|-------|--------|
| | 0.000 | 0.300 |
| T_B | 0.175 | 0.495 |
| T_C | 0.526 | 0.495 |
| | 0.619 | 0.421 |
| | 0.712 | 0.366 |
| | 0.804 | 0.324 |
| | 0.897 | 0.290 |
| | 0.990 | 0.263 |
| | 1.082 | 0.240 |
| | 1.175 | 0.221 |
| | 1.268 | 0.205 |
| | 1.360 | 0.191 |
| | 1.453 | 0.179 |
| | 1.546 | 0.168 |
| | 1.638 | 0.159 |
| | 1.731 | 0.150 |
| | 1.824 | 0.143 |
| | 1.916 | 0.136 |
| | 2.009 | 0.130 |
| | 2.102 | 0.124 |
| | 2.195 | 0.119 |
| | 2.287 | 0.114 |
| | 2.380 | 0.109 |
| T_D | 2.473 | 0.105 |
| | 2.545 | 0.099 |
| | 2.618 | 0.094 |
| | 2.691 | 0.089 |
| | 2.764 | 0.084 |
| | 2.836 | 0.080 |
| | 2.909 | 0.076 |
| | 2.982 | 0.072 |
| | 3.054 | 0.069 |
| | 3.127 | 0.066 |
| | 3.200 | 0.063 |
| | 3.273 | 0.060 |
| | 3.345 | 0.057 |
| | 3.418 | 0.055 |
| | 3.491 | 0.053 |
| | 3.564 | 0.051 |
| | 3.636 | 0.049 |
| | 3.709 | 0.047 |
| | 3.782 | 0.045 |
| | 3.855 | 0.044 |
| | 3.927 | 0.044 |
| | 4.000 | 0.044 |

| | | | | | | |
|---|--|--|-----------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | ROCKSOIL S.p.A. | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A | PAGINA 30 di 96 |

6.3.3 Combinazione delle componenti dell'azione sismica e valutazione delle masse

Il sisma viene convenzionalmente considerato come agente separatamente in due direzioni tra loro ortogonali prefissate (direzione longitudinale rispetto all'asse del viadotto e trasversale); per tenere conto che nella realtà il moto del terreno durante l'evento sismico ha direzione casuale e in accordo con le prescrizioni normative, per ottenere l'effetto complessivo del sisma, a partire dagli effetti delle direzioni calcolati separatamente, si è provveduto a sommare i massimi ottenuti in una direzione con il 30% dei massimi ottenuti per l'azione applicata nell'altra direzione.

Per quanto riguarda la valutazione delle masse sismiche, nel caso di ponti, in accordo con il par. 3.2.4 del D.M. 14/01/2008, oltre alla massa efficace dell'impalcato e della pila, è stata considerata un'aliquota pari al 20% del carico dovuto al transito dei treni: questo è stato ottenuto tenendo conto dello scenario più gravoso tra quello che vede la presenza sui due binari di due treni di carico LM71 e quello caratterizzato da un treno LM71 e da un treno tipo SW/2.

In direzione longitudinale rispetto all'asse del viadotto, la lunghezza di impalcato di competenza della pila, per il calcolo delle masse sismiche, è quella relativa all'impalcato "lato fisso"; in direzione trasversale, è pari alla somma della metà della luce dell'impalcato "lato fisso" e della metà di quella dell'impalcato "lato mobile".

La valutazione delle masse sismiche è esplicitata nell'analisi dei risultati, per ciascuna delle due direzioni di verifica.

6.4 VARIAZIONI TERMICHE ϵ_3

Per l'analisi termica delle pile cave, eseguita in accordo con quanto previsto nel par. 5.2.2.5.2 del DM 14.1.2008, si rimanda all'apposita relazione di calcolo.

| | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. PAGINA A 31 di 96 |

7 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni delle azioni sono state definite in accordo con quanto riportato al par. 2.5.3 del DM 14.1.2008:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto A_d (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.6)$$

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_{Gi} e γ_{Qj} e quelli dei coefficienti di combinazione Ψ_{ij} sono stati desunti dal par. 5.2.3.3.1 del DM 14.1.2008, relativo al capitolo sui 'Ponti ferroviari'. Di seguito si riportano le Tabelle di riferimento.

Per quanto riguarda il coefficiente di combinazione Ψ_{2j} relativo ai carichi dovuti al transito dei treni, come anticipato in precedenza, questo si assume pari a 0,2 nelle combinazioni sismiche, conformemente a quanto prescritto nel par. 3.2.4 del DM 14.1.2008.

| | |
|---|--|
| APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 |
| PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL VI.01.E5.001 A 32 di 96 |

| | | Coefficiente | EQU ⁽¹⁾ | A1 STR | A2 GEO | Combinazione eccezionale | Combinazione Sismica |
|---|-------------|---------------|---------------------|---------------------|-----------|-----------------------------|-------------------------|
| Carichi permanenti | favorevoli | γ_{G1} | 0,90 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevoli | | 1,10 | 1,35 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾ | favorevoli | γ_{G2} | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevoli | | 1,50 | 1,50 | 1,30 | 1,00 | 1,00 |
| Ballast ⁽³⁾ | favorevoli | γ_B | 0,90 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevoli | | 1,50 | 1,50 | 1,30 | 1,00 | 1,00 |
| Carichi variabili da traffico ⁽⁴⁾ | favorevoli | γ_Q | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,45 | 1,45 | 1,25 | 0,20 ⁽⁵⁾ | 0,20 ⁽⁵⁾ |
| Carichi variabili | favorevoli | γ_{Qi} | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,50 | 1,50 | 1,30 | 1,00 | 0,00 |
| Precompressione | favorevole | γ_P | 0,90 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevole | | 1,00 ⁽⁶⁾ | 1,00 ⁽⁷⁾ | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.
⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.
⁽³⁾ Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.
⁽⁴⁾ Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.
⁽⁵⁾ Aliquota di carico da traffico da considerare.
⁽⁶⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
⁽⁷⁾ 1,20 per effetti locali

Figura 5: Valori dei coefficienti parziali di sicurezza – Tabella 5.2.V del D.M. 14 gennaio 2008

| Azioni | | ψ_0 | ψ_1 | ψ_2 |
|----------------------------|---|---------------------|---------------------|----------|
| Azioni singole da traffico | Carico sul rilevato a tergo delle spalle | 0,80 | 0,50 | 0,0 |
| | Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli | 0,80 | 0,50 | 0,0 |
| Gruppi di carico | $\mathcal{E}1$ | 0,80 ⁽²⁾ | 0,80 ⁽¹⁾ | 0,0 |
| | $\mathcal{E}2$ | 0,80 ⁽²⁾ | 0,80 ⁽¹⁾ | - |
| | $\mathcal{E}3$ | 0,80 ⁽²⁾ | 0,80 ⁽¹⁾ | 0,0 |
| | $\mathcal{E}4$ | 1,00 | 1,00 ⁽¹⁾ | 0,0 |
| Azioni del vento | F_{Wk} | 0,60 | 0,50 | 0,0 |
| Azioni da neve | in fase di esecuzione | 0,80 | 0,0 | 0,0 |
| | SLU e SLE | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Azioni termiche | T_k | 0,60 | 0,60 | 0,50 |

⁽¹⁾ 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

⁽²⁾ Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Figura 6: Valori dei coefficienti di combinazione – Tabella 5.2.VI del D.M. 14 gennaio 2008

| | | | | | | |
|---|---|---|-----------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. | Mandante: ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. | Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A | PAGINA 33 di 96 |

| Azioni | | Ψ_0 | Ψ_1 | Ψ_2 |
|-------------------------------------|-----------------------------|---------------------|----------------|----------------|
| Azioni singole da traffico | Treno di carico LM 71 | 0,80 ⁽³⁾ | ⁽¹⁾ | 0,0 |
| | Treno di carico SW /0 | 0,80 ⁽³⁾ | 0,80 | 0,0 |
| | Treno di carico SW/2 | 0,0 ⁽³⁾ | 0,80 | 0,0 |
| | Treno scarico | 1,00 ⁽³⁾ | - | - |
| | Centrifuga | ⁽²⁾ | ⁽²⁾ | ⁽²⁾ |
| | Azione laterale (serpeggio) | 1,00 ⁽³⁾ | 0,80 | 0,0 |

(1) 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

(2) Si usano gli stessi coefficienti Ψ adottati per i carichi che provocano dette azioni.

(3) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti Ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Figura 7: Ulteriori valori dei coefficienti di combinazione – Tabella 5.2.VII del D.M. 14 gennaio 2008

Conformemente con quanto prescritto al par.5.2.3.1.3 del D.M. 14 gennaio 2008, gli effetti dei carichi verticali dovuti alla presenza dei convogli vanno sempre combinati con le altre azioni derivanti dal traffico ferroviario, adottando i coefficienti indicati nella Tabella 5.2.IV del D.M. 14 gennaio 2008, riportata di seguito.

| TIPO DI CARICO | Azioni verticali | | Azioni orizzontali | | | Commenti |
|-----------------|-------------------------|---------------|------------------------|-------------------|-------------------|-------------------------------------|
| | Carico verticale (1) | Treno scarico | Frenatura e avviamento | Centrifuga | Serpeggio | |
| Gruppo 1 (2) | 1,00 | - | 0,5 (0,0) | 1,0 (0,0) | 1,0 (0,0) | massima azione verticale e laterale |
| Gruppo 2 (2) | - | 1,00 | 0,00 | 1,0 (0,0) | 1,0(0,0) | stabilità laterale |
| Gruppo 3 (2) | 1,0 (0,5) | - | 1,00 | 0,5 (0,0) | 0,5 (0,0) | massima azione longitudinale |
| Gruppo 4 | 0,8 (0,6; 0,4) | - | 0,8 (0,6; 0,4) | 0,8 (0,6; 0,4) | 0,8 (0,6; 0,4) | fessurazione |

Azione dominante
(1) Includendo tutti i fattori ad essi relativi (Φ, α , ecc.)
(2) La simultaneità di due o tre valori caratteristici interi (assunzione di diversi coefficienti pari ad 1), sebbene improbabile, è stata considerata come semplificazione per i gruppi di carico 1, 2, 3 senza che ciò abbia significative conseguenze progettuali.

Figura 8: Valutazione dei carichi da traffico – Tabella 5.2.IV del D.M. 14 gennaio 2008

Sulla base dei criteri esposti sopra, si riportano nel prospetto di seguito i coefficienti dedotti per ciascuna delle combinazioni di carico adottate nell'analisi strutturale, per i diversi stati limite.

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|----------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | <table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI.01.E5.001</td> <td>A</td> <td>34 di 96</td> </tr> </table> | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | VI.01.E5.001 | A | 34 di 96 |
| PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | | | | | | | | |
| IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | VI.01.E5.001 | A | 34 di 96 | | | | | | | | |

| Combinazione | Gruppo | Traffico | G1 | G2 | Q3,a B1-SW2 | Q3,a B1-LM71 | Q3,a B2-LM71 | Q3,f B1-SW2 | Q3,f B1-LM71 | Q3,f B2-LM71 | Q4 B1-SW2 | Q4 B1-LM71 | Q4 B2-LM71 | Q5 B1-SW2 | Q5 B1-LM71 | Q5 B2-LM71 | Q6 | LM71_B1 | LM71_B2 | SW2_B1 | A_Gk | A_Qk |
|---------------------------|--------|----------|------|-----|-------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|-----------|------------|------------|-----------|------------|------------|-----|---------|---------|--------|-------|--------|
| SLU-Gr.1(N) | Gr.1 | (N) | 1.35 | 1.5 | 0 | 0.725 | 0 | 0 | 0 | 0.725 | 0 | 1.45 | 1.45 | 0 | 1.45 | 1.45 | 0.9 | 1.45 | 1.45 | 0 | -1.35 | -1.45 |
| SLU-Gr.3(N) | Gr.3 | (N) | 1.35 | 1.5 | 0 | 1.45 | 0 | 0 | 0 | 1.45 | 0 | 0.725 | 0.725 | 0 | 0.725 | 0.725 | 0.9 | 1.45 | 1.45 | 0 | -1.35 | -1.45 |
| SLU-Gr.1(P) | Gr.1 | (P) | 1.35 | 1.5 | 0 | 0 | 0.725 | 0.725 | 0 | 0 | 1.45 | 0 | 1.45 | 1.45 | 0 | 1.45 | 0.9 | 0 | 1.45 | 1.45 | -1.35 | -1.45 |
| SLU-Gr.3(P) | Gr.3 | (P) | 1.35 | 1.5 | 0 | 0 | 1.45 | 1.45 | 0 | 0 | 0.725 | 0 | 0.725 | 0.725 | 0 | 0.725 | 0.9 | 0 | 1.45 | 1.45 | -1.35 | -1.45 |
| SLU-Gr.1-1SW/2 | Gr.1 | 1SW/2 | 1.35 | 1.5 | 0 | 0 | 0 | 0.725 | 0 | 0 | 1.45 | 0 | 0 | 1.45 | 0 | 0 | 0.9 | 0 | 0 | 1.45 | -1.35 | -0.725 |
| SLU-Gr.3-1SW/2 | Gr.3 | 1SW/2 | 1.35 | 1.5 | 0 | 0 | 0 | 1.45 | 0 | 0 | 0.725 | 0 | 0 | 0.725 | 0 | 0 | 0.9 | 0 | 0 | 1.45 | -1.35 | -0.725 |
| SLU-Gr.1-MaxML(P) | Gr.1 | MaxML | 1.35 | 1.5 | 0 | 0 | 0.725 | 0.725 | 0 | 0 | 1.45 | 0 | 1.45 | 1.45 | 0 | 1.45 | 0.9 | 0 | 1.45 | 1.45 | -1.35 | -0.725 |
| SLU-Gr.3-MaxML(P) | Gr.3 | MaxML | 1.35 | 1.5 | 0 | 0 | 1.45 | 1.45 | 0 | 0 | 0.725 | 0 | 0.725 | 0.725 | 0 | 0.725 | 0.9 | 0 | 1.45 | 1.45 | -1.35 | -0.725 |
| SLU-Gr.1(N)-Gk=1.00 | Gr.1 | (N) | 1 | 1 | 0 | 0.725 | 0 | 0 | 0 | 0.725 | 0 | 1.45 | 1.45 | 0 | 1.45 | 1.45 | 0.9 | 1.45 | 1.45 | 0 | -1 | -1.45 |
| SLU-Gr.3(N)-Gk=1.00 | Gr.3 | (N) | 1 | 1 | 0 | 1.45 | 0 | 0 | 0 | 1.45 | 0 | 0.725 | 0.725 | 0 | 0.725 | 0.725 | 0.9 | 1.45 | 1.45 | 0 | -1 | -1.45 |
| SLU-Gr.1(P)-Gk=1.00 | Gr.1 | (P) | 1 | 1 | 0 | 0 | 0.725 | 0.725 | 0 | 0 | 1.45 | 0 | 1.45 | 1.45 | 0 | 1.45 | 0.9 | 0 | 1.45 | 1.45 | -1 | -1.45 |
| SLU-Gr.3(P)-Gk=1.00 | Gr.3 | (P) | 1 | 1 | 0 | 0 | 1.45 | 1.45 | 0 | 0 | 0.725 | 0 | 0.725 | 0.725 | 0 | 0.725 | 0.9 | 0 | 1.45 | 1.45 | -1 | -1.45 |
| SLU-Gr.1-1SW/2-Gk=1.00 | Gr.1 | 1SW/2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0.725 | 0 | 0 | 1.45 | 0 | 0 | 1.45 | 0 | 0 | 0.9 | 0 | 0 | 1.45 | -1 | -0.725 |
| SLU-Gr.3-1SW/2-Gk=1.00 | Gr.3 | 1SW/2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1.45 | 0 | 0 | 0.725 | 0 | 0 | 0.725 | 0 | 0 | 0.9 | 0 | 0 | 1.45 | -1 | -0.725 |
| SLU-Gr.1-MaxML(P)-Gk=1.00 | Gr.1 | MaxML | 1 | 1 | 0 | 0 | 0.725 | 0.725 | 0 | 0 | 1.45 | 0 | 1.45 | 1.45 | 0 | 1.45 | 0.9 | 0 | 1.45 | 1.45 | -1 | -1.45 |
| SLU-Gr.3-MaxML(P)-Gk=1.00 | Gr.3 | MaxML | 1 | 1 | 0 | 0 | 1.45 | 1.45 | 0 | 0 | 0.725 | 0 | 0.725 | 0.725 | 0 | 0.725 | 0.9 | 0 | 1.45 | 1.45 | -1 | -1.45 |
| SLV-EL+0.3ET | \ | \ | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 |
| SLV-0.3EL+ET | \ | \ | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 |
| SLE-C-Gr.1(N) | Gr.1 | (N) | 1 | 1 | 0 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0.6 | 1 | 1 | 0 | -1 | -1 |
| SLE-C-Gr.3(N) | Gr.3 | (N) | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0.5 | 0.5 | 0 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 1 | 1 | 0 | -1 | -1 |
| SLE-C-Gr.1(P) | Gr.1 | (P) | 1 | 1 | 0 | 0 | 0.5 | 0.5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0.6 | 0 | 1 | 1 | -1 | -1 |
| SLE-C-Gr.3(P) | Gr.3 | (P) | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0.5 | 0 | 0.5 | 0.5 | 0 | 0.5 | 0.6 | 0 | 1 | 1 | -1 | -1 |
| SLE-C-Gr.1-1SW/2 | Gr.1 | 1SW/2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.6 | 0 | 0 | 1 | -1 | -0.5 |
| SLE-C-Gr.3-1SW/2 | Gr.3 | 1SW/2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.5 | 0 | 0 | 0.5 | 0 | 0 | 0.6 | 0 | 0 | 1 | -1 | -0.5 |
| SLE-C-Gr.1-MaxML(P) | Gr.1 | MaxML | 1 | 1 | 0 | 0 | 0.5 | 0.5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0.6 | 0 | 1 | 1 | -1 | -1 |
| SLE-C-Gr.3-MaxML(P) | Gr.3 | MaxML | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0.5 | 0 | 0.5 | 0.5 | 0 | 0.5 | 0.6 | 0 | 1 | 1 | -1 | -1 |
| SLE-F-Gr.1(N) | Gr.1 | (N) | 1 | 1 | 0 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0.4 | 0 | 0.8 | 0.8 | 0 | 0.8 | 0.8 | 0 | 0.8 | 0.8 | 0 | -1 | -0.8 |
| SLE-F-Gr.3(N) | Gr.3 | (N) | 1 | 1 | 0 | 0.8 | 0 | 0 | 0 | 0.8 | 0 | 0.4 | 0.4 | 0 | 0.4 | 0.4 | 0 | 0.8 | 0.8 | 0 | -1 | -0.8 |
| SLE-F-Gr.1(P) | Gr.1 | (P) | 1 | 1 | 0 | 0 | 0.4 | 0.4 | 0 | 0 | 0.8 | 0 | 0.8 | 0.8 | 0 | 0.8 | 0 | 0 | 0.8 | 0.8 | -1 | -0.8 |
| SLE-F-Gr.3(P) | Gr.3 | (P) | 1 | 1 | 0 | 0 | 0.8 | 0.8 | 0 | 0 | 0.4 | 0 | 0.4 | 0.4 | 0 | 0.4 | 0 | 0 | 0.8 | 0.8 | -1 | -0.8 |
| SLE-F-Gr.1-1SW/2 | Gr.1 | 1SW/2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0.4 | 0 | 0 | 0.8 | 0 | 0 | 0.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.8 | -1 | -0.4 |
| SLE-F-Gr.3-1SW/2 | Gr.3 | 1SW/2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0.8 | 0 | 0 | 0.4 | 0 | 0 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.8 | -1 | -0.4 |
| SLE-F-Gr.1-MaxML(P) | Gr.1 | MaxML | 1 | 1 | 0 | 0 | 0.4 | 0.4 | 0 | 0 | 0.8 | 0 | 0.8 | 0.8 | 0 | 0.8 | 0 | 0 | 0.8 | 0.8 | -1 | -0.8 |
| SLE-F-Gr.3-MaxML(P) | Gr.3 | MaxML | 1 | 1 | 0 | 0 | 0.8 | 0.8 | 0 | 0 | 0.4 | 0 | 0.4 | 0.4 | 0 | 0.4 | 0 | 0 | 0.8 | 0.8 | -1 | -0.8 |
| SLE-QP | \ | \ | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Tabella 2: Combinazioni di carico

| | | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A | PAGINA 35 di 96 |
| | | IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | | | |

I casi di carico che figurano nelle combinazioni sopra riportate, fanno riferimento alle seguenti azioni.

| CASI DI CARICO | | |
|--------------------------|------------------------------------|--|
| Sigla | Tipologia | Descrizione |
| - | - | - |
| G1 | Carichi permanenti strutturali | Peso proprio travi+soletta |
| G2 (G2,1+G2,2+G2,3+G2,4) | Carichi permanenti non strutturali | Ballast e armamento-velette-paraballast-canalette e impianti-barriere antirumore |
| Q3,a B1-SW2 | Avviamento treno | Azione di avviamento per treno SW/2 su binario 1 |
| Q3,a B1-LM71 | Avviamento treno | Azione di avviamento per treno LM71 su binario 1 |
| Q3,a B2-LM71 | Avviamento treno | Azione di avviamento per treno LM71 su binario 2 |
| Q3,f B1-SW2 | Frenatura treno | Azione di frenatura per treno SW/2 su binario 1 |
| Q3,f B1-LM71 | Frenatura treno | Azione di frenatura per treno LM71 su binario 1 |
| Q3,f B2-LM71 | Frenatura treno | Azione di frenatura per treno LM71 su binario 2 |
| Q4 B1-SW2 | Azione centrifuga | Azione centrifuga per treno SW/2 su binario 1 |
| Q4 B1-LM71 | Azione centrifuga | Azione centrifuga per treno LM71 su binario 1 |
| Q4 B2-LM71 | Azione centrifuga | Azione centrifuga per treno LM71 su binario 2 |
| Q5 B1-SW2 | Serpeggio | Azione di serpeggio per treno SW/2 su binario 1 |
| Q5 B1-LM71 | Serpeggio | Azione di serpeggio per treno LM71 su binario 1 |
| Q5 B2-LM71 | Serpeggio | Azione di serpeggio per treno LM71 su binario 2 |
| Q6 | Vento | Azione del vento |
| LM71_B1 | Traffico ferroviario | Carico verticale per treno LM71 su binario 1 |
| LM71_B2 | Traffico ferroviario | Carico verticale per treno LM71 su binario 2 |
| SW2_B1 | Traffico ferroviario | Carico verticale per treno SW/2 su binario 1 |
| A_Gk | Resistenze parassite | Resistenze parassite dei vincoli (aliquota dovuta ai carichi permanenti) |
| A_Qk | Resistenze parassite | Resistenze parassite dei vincoli (aliquota dovuta ai carichi variabili) |

Tabella 3 – Casi di carico

Per quanto riguarda le condizioni di traffico indicate nel prospetto dei coefficienti di combinazioni adottati, queste fanno riferimento rispettivamente a:

- **(N)**: Condizioni di traffico normale (modello di carico LM71 su binario 1 e 2) su entrambe le campate afferenti;

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|------------------------|----------------------------------|---|---------------------------|--|--|--|--|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A | PAGINA 36 di 96 | | | | |

- **(P):** Condizioni di traffico pesante (modello di carico SW/2 su binario 1 e LM71 su binario 2) su entrambe le campate afferenti;
- **1SW/2:** Condizioni di traffico pesante con un solo binario carico (SW/2 su binario 1) su entrambe le campate afferenti;
- **Max ML:** Condizioni di traffico pesante (SW/2 su binario 1, LM71 su binario 2) solo sulla campata lato appoggi fissi.

Per quanto riguarda i gruppi di carico analizzati, come visibile nel prospetto dei coefficienti di combinazioni adottati, le azioni agenti sull'impalcato sono state combinate secondo i gruppi 1 e 3 (Gr.1-3), che danno luogo a sollecitazioni maggiori per le strutture in elevazione e in fondazione.

Inoltre, in accordo con la Tabella 5.2.V del DM 14.1.2008, le combinazioni allo SLU sono state duplicate considerando sia il possibile effetto sfavorevole che quello favorevole dei carichi permanenti strutturali e non. Nel secondo caso si sono quindi assunti valori unitari per i coefficienti γ_{Gk} .

| | | | | | | |
|--|------------------------------------|---|-----------------|----------|--------------|---|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | ROCKSOIL S.p.A. | | | IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. PAGINA |
| | | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | VI.01.E5.001 | A 37 di 96 |

8 CRITERI DI VERIFICA

Le verifiche di sicurezza sono state effettuate sulla base dei criteri definiti nelle vigenti norme tecniche - "Norme tecniche per le costruzioni"- DM 14.1.2008 -, tenendo inoltre conto delle integrazioni riportate nel "Manuale di progettazione delle opere civili" - RFI DTC SI MA IFS 001 A .

In particolare vengono effettuate le verifiche agli stati limite di servizio ed allo stato limite ultimo. Le combinazioni di carico considerate ai fini delle verifiche sono quelle indicate nei precedenti paragrafi.

Si espongono di seguito i criteri di verifica adottati per le verifiche degli elementi strutturali.

8.1 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO

8.1.1 Verifica a fessurazione

Le verifiche a fessurazione sono eseguite adottando i criteri definiti nel paragrafo 4.1.2.2.4.5 del DM 14.1.2008, tenendo inoltre conto delle ulteriori prescrizioni riportate nel "Manuale di progettazione delle opere civili".

Con riferimento alle classi di esposizione delle varie parti della struttura (si veda il paragrafo relativo alle caratteristiche dei materiali impiegati), alle corrispondenti condizioni ambientali ed alla sensibilità delle armature alla corrosione (armature sensibili per gli acciai da precompresso; poco sensibili per gli acciai ordinari), si individua lo stato limite di fessurazione per assicurare la funzionalità e la durata delle strutture, in accordo con il DM 14.1.2008:

| Gruppi di esigenze | Condizioni ambientali | Combinazione di azioni | Armatura | | | |
|--------------------|-----------------------|------------------------|--------------------|------------|----------------|------------|
| | | | Sensibile | | Poco sensibile | |
| | | | Stato limite | w_d | Stato limite | w_d |
| a | Ordinarie | frequente | ap. fessure | $\leq w_2$ | ap. fessure | $\leq w_3$ |
| | | quasi permanente | ap. fessure | $\leq w_1$ | ap. fessure | $\leq w_2$ |
| b | Aggressive | frequente | ap. fessure | $\leq w_1$ | ap. fessure | $\leq w_2$ |
| | | quasi permanente | decompressione | - | ap. fessure | $\leq w_1$ |
| c | Molto aggressive | frequente | formazione fessure | - | ap. fessure | $\leq w_1$ |
| | | quasi permanente | decompressione | - | ap. fessure | $\leq w_1$ |

Tabella 4: Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione - Tabella 4.1.IV del DM 14.1.2008

Nella Tabella sopra riportata, $w_1=0.2\text{mm}$, $w_2=0.3\text{mm}$; $w_3=0.4\text{mm}$.

| | | | | | | |
|--|------------------------------------|---|-----------------|----------|--------------|---|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | ROCKSOIL S.p.A. | | | IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. PAGINA |
| | | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | VI.01.E5.001 | A 38 di 96 |

Più restrittivi risultano i limiti di apertura delle fessure riportati nel “Manuale di progettazione delle opere civili”. L’apertura convenzionale delle fessure, calcolata con la combinazione caratteristica (rara) per gli SLE, deve risultare:

- a) $\delta_f \leq w_1$ per strutture in condizioni ambientali aggressive e molto aggressive, così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.1.2008, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture;
- b) $\delta_f \leq w_2$ per strutture in condizioni ambientali ordinarie secondo il citato paragrafo del DM 14.1.2008.

Si assume pertanto per tutti gli elementi strutturali analizzati nel presente documento:

- *Stato limite di fessurazione:* $w_d \leq w_1 = 0.2$ mm - combinazione di carico rara

In accordo con la vigente normativa, il valore di calcolo di apertura delle fessure w_d è dato da:

$$w_d = 1,7 w_m$$

dove w_m rappresenta l’ampiezza media delle fessure calcolata come prodotto della deformazione media delle barre d’armatura ε_{sm} per la distanza media tra le fessure Δ_{sm} :

$$w_m = \varepsilon_{sm} \Delta_{sm}$$

Per il calcolo di ε_{sm} e Δ_{sm} vanno utilizzati i criteri consolidati riportati nella letteratura tecnica.

8.1.2 Verifica delle tensioni in esercizio

Valutate le azioni interne nelle varie parti della struttura, dovute alle combinazioni caratteristica e quasi permanente delle azioni, si calcolano le massime tensioni sia nel calcestruzzo sia nelle armature; si verifica che tali tensioni siano inferiori ai massimi valori consentiti, di seguito riportati.

Le prescrizioni riportate di seguito fanno riferimento al par. 2.5.1.8.3.2.1 del “Manuale di progettazione delle opere civili”.

La massima tensione di compressione del calcestruzzo σ_c , deve rispettare la limitazione seguente:

| | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---------------------------------|------------------------------|---|---|----------------------------------|--|--|--|--|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A | PAGINA 39 di 96 | | | | |

$\sigma_c < 0,55 f_{ck}$ per combinazione caratteristica (rara)

$\sigma_c < 0,40 f_{ck}$ per combinazione quasi permanente.

Per l'acciaio ordinario, la tensione massima σ_s per effetto delle azioni dovute alla combinazione caratteristica deve rispettare la limitazione seguente:

$\sigma_s < 0,75 f_{yk}$

dove f_{yk} per armatura ordinaria è la tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio.

| | | | | | | |
|--|------------------------------------|---|-----------------|----------|--------------|--|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | ROCKSOIL S.p.A. | | | IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. PAGINA |
| | | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | VI.01.E5.001 | A 40 di 96 |

8.2 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI

8.2.1 Sollecitazioni flettenti

La verifica di resistenza (SLU) è stata condotta attraverso il calcolo dei domini di interazione N-M, ovvero il luogo dei punti rappresentativi di sollecitazioni che portano in crisi la sezione di verifica secondo i criteri di resistenza da normativa.

Nel calcolo dei domini sono state mantenute le consuete ipotesi, tra cui:

- conservazione delle sezioni piane;
- legame costitutivo del calcestruzzo parabolo-rettangolo non reagente a trazione, con plateau ad una deformazione pari a 0.002 e a rottura pari a 0.0035 ($\sigma_{max} = 0.85 \times 0.83 \times R_{ck} / 1.5$);
- legame costitutivo dell'armatura d'acciaio elastico-perfettamente plastico con deformazione limite di rottura a 0.01 ($\sigma_{max} = f_{yk} / 1.15$)

8.2.2 Sollecitazioni taglianti

La resistenza a taglio V_{Rd} di elementi sprovvisti di specifica armatura è stata calcolata sulla base della resistenza a trazione del calcestruzzo.

Con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza al taglio si valuta con:

$$V_{Rd} = \left\{ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

con:

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$$v_{min} = 0,035k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

e dove:

d è l'altezza utile della sezione (in mm);

$\rho_1 = A_{s1} / (b_w \cdot d)$ è il rapporto geometrico di armatura longitudinale ($\leq 0,02$);

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$ è la tensione media di compressione nella sezione ($\leq 0,2 f_{cd}$);

b_w è la larghezza minima della sezione (in mm).

La resistenza a taglio V_{Rd} di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il

| | | | | | | | |
|--|------------------------------------|---|-------------------|-----------------|---------------------------|---|--------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A | PAGINA 41 di 96 |

corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati. L'inclinazione θ dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti:

$$1 \leq \operatorname{ctg} \theta \leq 2.5$$

La verifica di resistenza (SLU) si pone con:

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

dove V_{Ed} è il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente.

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo a "taglio trazione" è stata calcolata con:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha$$

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di calcolo a "taglio compressione" è stata calcolata con:

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \theta) / (1 + \operatorname{ctg}^2 \theta)$$

La resistenza al taglio della trave è la minore delle due sopra definite:

$$V_{Rd} = \min (V_{Rsd}, V_{Rcd})$$

In cui:

d è l'altezza utile della sezione;

b_w è la larghezza minima della sezione;

σ_{cp} è la tensione media di compressione della sezione;

A_{sw} è l'area dell'armatura trasversale;

S è interasse tra due armature trasversali consecutive;

θ è l'angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;

f'_{cd} è la resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima ($f'_{cd}=0.5f_{cd}$);

α è un coefficiente maggiorativo, pari ad 1 per membrature non compresse.

| | | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A | PAGINA 42 di 96 |

9 CRITERI DI MODELLAZIONE

9.1 MODELLO STRUTTURALE DI ANALISI

Conformemente con quanto prescritto nel par.7.9.4.1 del DM 14.1.2008, risulta applicabile, nel caso in esame di ponte a travate semplicemente appoggiate, per entrambe le direzioni di verifica della pila (longitudinale e trasversale rispetto all'asse del viadotto), un'analisi statica lineare, sviluppata riconducendo la pila allo schema di oscillatore semplice con incastro alla base, a quota estradosso plinto di fondazione.

L'analisi prevede l'applicazione sulla pila di forze statiche equivalenti alle forze di inerzia indotte dall'azione sismica. L'entità di queste forze si ottiene desumendo l'accelerazione corrispondente al periodo della pila nella direzione considerata dallo spettro elastico/di progetto. Il periodo fondamentale T_1 , in corrispondenza del quale valutare la risposta spettrale in accelerazione $S_d(T_1)$ è dato in entrambi i casi dall'espressione:

$$T_1 = 2 \pi \sqrt{M/K}$$

in cui la massa M , da considerare concentrata in testa alla pila, in corrispondenza dell'impalcato, vale la massa di impalcato afferente alla pila, più la massa della metà superiore della pila (massa efficace) e K consiste nella rigidezza laterale della pila nella direzione considerata.

La massa efficace della pila non risulta superiore ad 1/5 della massa di impalcato da essa portata, requisito necessario per l'applicabilità dell'analisi statica lineare.

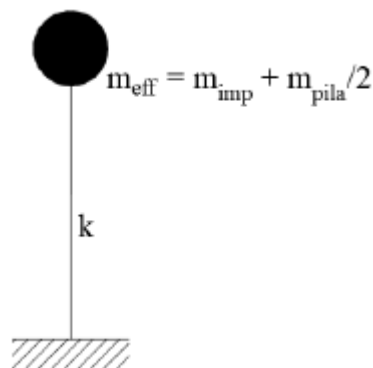


Figura 10: Modello della pila ad oscillatore semplice

| | | | | | | |
|---|--|--------------------------|-----------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A | PAGINA 43 di 96 |

Per tener conto dell'influenza della fessurazione sulla rigidezza, in accordo con il par.7.2.6 del DM 14.1.2008, si è considerato un abbattimento del modulo elastico pari al 50%, rispetto al valore iniziale E_{cm} con conseguente abbattimento delle rigidezze flessionali della pila nelle due direzioni e corrispondente aumento dei periodi di vibrazione. Questa condizione rappresenta lo scenario più gravoso per la struttura in esame: in condizioni iniziali non fessurate, le pile sono caratterizzate da rigidezze molto alte, dunque periodi di vibrazione molto bassi (spesso $T_1 < T_B$ o al più $T_B < T_1 \ll T_C$) ai quali corrispondono ordinate spettrali prossime o uguali a quelle di massima amplificazione (plateau dello spettro di risposta). In definitiva, in questo ramo dello spettro, un aumento del periodo di vibrazione, legato ad un abbattimento della rigidezza, comporta un aumento dell'accelerazione sismica considerata.

Inoltre, secondo quanto anticipato nel paragrafo relativo alle azioni sismiche, la valutazione degli effetti dell'azione sismica viene effettuata considerando uno spettro di progetto, ottenuto riducendo lo spettro elastico mediante un fattore di struttura pari ad 1.5, in modo da tener conto in maniera semplificata della capacità dissipativa anelastica della struttura.

Per questioni legate al criterio di gerarchia delle resistenze, gli spettri elastici ($q=1$) verranno utilizzati solo nel caso della verifica degli apparecchi di appoggio e per la valutazione delle azioni in fondazione; si rimanda ai relativi paragrafi per approfondimenti in merito all'applicazione del criterio di gerarchia delle resistenze per i diversi elementi strutturali.

Si ribadisce inoltre che per la valutazione delle masse sismiche del viadotto, oltre alla massa efficace dell'impalcato e della pila, è stata considerata anche un'aliquota pari al 20% del carico dovuto al transito dei mezzi.

Nel paragrafo relativo all'analisi dei risultati si riportano tutte le valutazioni effettuate per l'analisi sismica della pila in esame, sia in ipotesi di sezione fessurata che non fessurata, con riferimento allo spettro elastico ($q=1$) e allo spettro di progetto ($q=1.5$).

Oltre alle sollecitazioni destinate in condizioni sismiche, desunte seguendo i criteri sopra elencati, le sollecitazioni di verifica della pila indotte in condizioni statiche, sono state determinate a partire dai valori delle azioni trasmesse dagli impalcato afferenti, alla quota degli apparecchi di appoggio. Queste sono state trasportate in corrispondenza della testa della pila per le singole condizioni di carico e quindi alla base della pila, facendo riferimento a uno schema a mensola.

| | | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A | PAGINA 44 di 96 |

9.2 MODELLAZIONE FEM

I risultati desunti dall'analisi strutturale semplificata descritta nel paragrafo precedente, sono stati verificati con quelli ottenuti da un modello FEM tridimensionale eseguito mediante il software di calcolo agli elementi finiti Midas-Gen.

Il fusto della pila è stato schematizzato mediante un elemento frame monodimensionale (beam), cui si è assegnata la sezione corrispondente, distinguendo tra quella cava corrente e quella piena in corrispondenza della zona pulvino; il plinto di fondazione è stato modellato mediante elementi bidimensionali a piastra (shell), cui si è assegnato lo spessore corrispondente; la palificata di sostegno è stata simulata con elementi monodimensionali a trave (beam): l'interazione tra il terreno e i pali di fondazione è stata modellata tramite l'applicazione di molle non lineari orizzontali e molle lineari verticali.

I carichi assegnati nei vari punti della struttura sono stati desunti dall'analisi dei carichi descritta in precedenza.

Il calcolo delle sollecitazioni è stato condotto attraverso il modello tridimensionale agli elementi finiti descritto, schematizzato nelle Figure seguenti.

Gli assi di riferimento adottati sono:

- x = asse trasversale rispetto all'asse del viadotto
- y = asse longitudinale rispetto all'asse del viadotto
- z = asse verticale

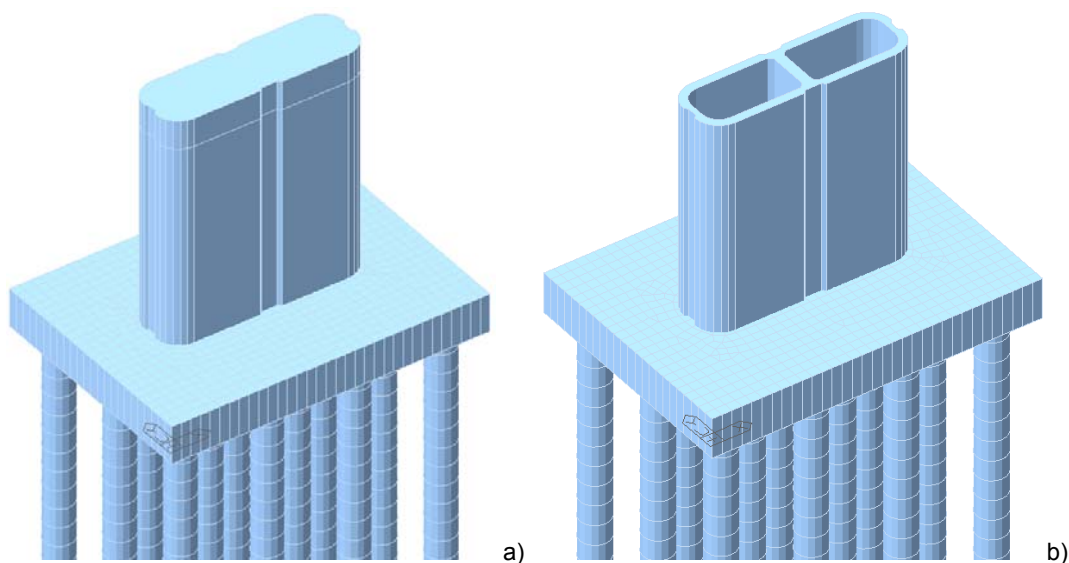


Figura 11: Modellazione tridimensionale agli Elementi Finiti – a) Vista 3D b) Spaccato

| | | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A | PAGINA 45 di 96 |

10 ANALISI DEI RISULTATI: SOLLECITAZIONI E VERIFICHE DELLA PILA

Nei paragrafi successivi si esibiscono le sollecitazioni e le verifiche strutturali relative al fusto della pila caratterizzata dall'altezza massima fra quelle del tipo in esame che prevedono la medesima tipologia di armatura.

Per le sollecitazioni relative a ciascuna delle pile, si faccia riferimento ai tabulati di calcolo.

I dati identificativi della pila di cui si mostrano le verifiche strutturali, sono sintetizzati nel prospetto di seguito.

| | | | |
|---------------------------|---------------|---|---|
| | VI. 01 | - | WBS viadotto |
| | P 31 | - | Numero pila |
| Sigla geometria | B | | Codice pila per tipologia geometria |
| Sigla impalcati afferenti | 7 | - | Codice pila per tipologia impalcati afferenti |
| H _p | 9.00 | m | Altezza pila |

Si riportano di seguito la sintesi delle proprietà geometriche e meccaniche delle pile di calcolo, nonché le valutazioni effettuate per l'analisi sismica, sia in ipotesi di sezione fessurata che non fessurata, con riferimento allo spettro elastico (q=1) e allo spettro di progetto (q=1.5): come anticipato nei criteri di modellazione, l'analisi è stata sviluppata riconducendo la pila allo schema di oscillatore semplice con incastro alla base.

| | | |
|---|--|--|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL VI.01.E5.001 A 46 di 96 | |

| PROPRIETA' MECCANICHE E GEOMETRICHE PILA | | | |
|--|---------------|--|---|
| | VI. 01 | - | WBS viadotto |
| | P 31 | - | Numero pila |
| Sigla pila | B | - | Tipologia pila per geometria |
| H _p | 9.0 | m | Altezza pila |
| γ | 25 | kN/m ³ | Peso per unità di volume |
| f _{ck} | 32 | MPa | Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni |
| s | 1.2 | m | Altezza sezione piena estremità superiore pila |
| s* | 0.65 | m | Altezza protuberanze pila |
| A | 11.45 | m ² | Sezione trasversale fusto pila |
| A _{sup} | 36.32 | m ² | Sezione trasversale estremità superiore pila |
| A _{sup} * | 3.88 | m ² | Sezione protuberanze testa pila (2 totali) |
| I _y | 1.35E+14 | mm ⁴ | Inerzia mensola direzione trasversale |
| I _z | 1.90E+13 | mm ⁴ | Inerzia mensola longitudinale |
| E | 33346 | MPa | Modulo di elasticità |
| K _T | 18485753 | N/mm | Rigidezza flessionale direzione trasversale |
| K _L | 2605320 | N/mm | Rigidezza flessionale direzione longitudinale |
| K _{T,fess} | 9242876 | N/mm | Rigidezza flessionale in condizioni fessurate direzione trasversale |
| K _{L,fess} | 1302660 | N/mm | Rigidezza flessionale in condizioni fessurate direzione longitudinale |
| P _{pila_tot} | 3386 | kN | Peso proprio pila |
| P _{sup.pila} | 2269 | kN | Peso proprio della metà superiore della pila (Peso metà fusto+Peso pulvino) |
| P _{inf.pila} | 1116 | kN | Peso proprio della metà inferiore della pila (Peso metà fusto) |
| m _{pila_tot} | 345 | kN/m/s ² | Massa pila |
| m _{sup.pila} | 231 | kN/m/s ² | Massa della metà superiore della pila |
| m _{inf.pila} | 114 | kN/m/s ² | Massa della metà inferiore della pila |
| Applicabilità analisi statica lineare | | Analisi statica lineare applicabile | |

| CALCOLO MASSA EFFICACE PILA/IMPALCATO | | | |
|---|-------------|---------------------------|---|
| Sigla impalcato afferenti | 7 | - | |
| <u>Direzione longitudinale</u> | | | |
| P _{impalcato} | 7000 | kN | Peso dell'impalcato (travi+soletta) |
| P _{permanenti portati} | 7800 | kN | Carichi permanenti portati totali |
| P _{traffico ferroviario} | 9600 | kN | Carico ferroviario |
| 0.2xP _{traffico ferroviario} | 1920 | kN | 20% del carico dovuto al transito dei mezzi |
| m _{impalcato} | 1705 | kN/m/s ² | Massa impalcato (PP+PERM.+0.2ACC) - direzione longitudinale |
| m_{efficace tot - longitudinale} | 1947 | kN/m/s² | Massa efficace pila sup.+impalcato - direzione longitudinale |
| <u>Direzione trasversale</u> | | | |
| P _{impalcato} | 7600 | kN | Peso dell'impalcato (travi+soletta) |
| P _{permanenti portati} | 8400 | kN | Carichi permanenti portati totali |
| P _{traffico ferroviario} | 10150 | kN | Carico ferroviario |
| 0.2xP _{traffico ferroviario} | 2030 | kN | 20% del carico dovuto al transito dei mezzi |
| m _{impalcato} | 1839 | kN/m/s ² | Massa impalcato (PP+PERM.+0.2ACC) - direzione trasversale |
| m_{efficace tot - trasversale} | 2080 | kN/m/s² | Massa efficace pila sup.+impalcato - direzione trasversale |

| PARAMETRI SPETTRALI | | |
|----------------------|-------|---|
| a _g | 0.218 | g PGA |
| S _s | 1.377 | Coefficiente stratigrafico |
| a _g (T=0) | 0.300 | g Accelerazione spettrale al suolo (a _g *S) |

| | | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A | PAGINA 47 di 96 |
| | | IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | | | |

| CALCOLO PERIODO DI VIBRAZIONE PILA IN DIREZIONE LONGITUDINALE | | |
|--|------------|---|
| <u>Ipotesi sezione non fessurata ($E = E_m$)</u> | | |
| TL | 0.172 s | Periodo di vibrazione |
| Spettro di progetto (q = 1.5) | | |
| ag(T) | 0.488 g | Accelerazione spettrale in direzione longitudinale (q=1.5) |
| FL | 9319 kN | Taglio longitudinale base pila |
| ML | 83872 kNm | Flessione nel piano parallelo all'asse longitudinale dell'impalcato |
| Spettro elastico (q = 1) | | |
| ag(T) | 0.728 g | Accelerazione spettrale in direzione longitudinale (q=1) |
| FL | 13888 kN | Taglio longitudinale |
| ML | 124995 kNm | Flessione nel piano parallelo all'asse longitudinale dell'impalcato |
| <u>Ipotesi sezione fessurata ($E_f = 0.5E$)</u> | | |
| TL,fess | 0.243 s | |
| Spettro di progetto (q = 1.5) | | |
| ag(T) | 0.494 g | Accelerazione spettrale in direzione longitudinale (q=1.5) |
| FL | 9436 kN | Taglio longitudinale base pila |
| ML | 84923 kNm | Flessione nel piano parallelo all'asse longitudinale dell'impalcato |
| Spettro elastico (q = 1) | | |
| ag(T) | 0.741 g | Accelerazione spettrale in direzione longitudinale (q=1) |
| Fi,sup | 14079 kN | Forza di inerzia parte superiore |
| Fi,inf | 3306 kN | Forza di inerzia parte inferiore |
| FL | 17384 kN | Taglio longitudinale intradosso plinto |
| ML | 158173 kNm | Flessione nel piano parallelo all'asse longitudinale dell'impalcato |

| CALCOLO PERIODO DI VIBRAZIONE PILA IN DIREZIONE TRASVERSALE | | |
|--|------------|--|
| <u>Ipotesi sezione non fessurata ($E = E_m$)</u> | | |
| Tt | 0.067 s | |
| Spettro di progetto (q = 1.5) | | |
| ag(T) | 0.372 g | Accelerazione spettrale in direzione trasversale (q=1.5) |
| FT | 7590 kN | Taglio trasversale |
| MT | 68309 kNm | Flessione nel piano ortogonale all'asse longitudinale dell'impalcato |
| Spettro elastico (q = 1) | | |
| ag(T) | 0.464 g | Accelerazione spettrale in direzione longitudinale (q=1) |
| FT | 9457 kN | Taglio trasversale |
| MT | 85111 kNm | Flessione nel piano ortogonale all'asse longitudinale dell'impalcato |
| <u>Ipotesi sezione fessurata ($E_f = 0.5E$)</u> | | |
| TT,fess | 0.094 | |
| Spettro di progetto (q = 1.5) | | |
| ag(T) | 0.402 g | Accelerazione spettrale in direzione trasversale (q=1.5) |
| FT | 8210 kN | Taglio trasversale |
| MT | 73892 kNm | Flessione nel piano ortogonale all'asse longitudinale dell'impalcato |
| Spettro elastico (q = 1) | | |
| ag(T) | 0.533 g | Accelerazione spettrale in direzione trasversale (q=1) |
| Fi,sup | 10813 kN | Forza di inerzia parte superiore |
| Fi,inf | 3306 kN | Forza di inerzia parte inferiore |
| FT | 14119 kN | Taglio trasversale |
| MT | 122251 kNm | Flessione nel piano ortogonale all'asse longitudinale dell'impalcato |

| | | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|------------------------|----------------------------------|---|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A | PAGINA 48 di 96 |

10.1 SOLLECITAZIONI AGENTI

Si riporta di seguito la sintesi degli scarichi espletati dagli appoggi d'impalcato sulla pila, relativamente ai due lati, fisso e mobile, per ciascuna delle condizioni di carico elementari analizzate. Le grandezze che figurano nella Tabella di seguito fanno riferimento alle seguenti azioni trasmesse dagli appoggi:

N: Reazione verticale (positiva, se diretta verso l'alto)

Ht: Reazione orizzontale, in direzione trasversale rispetto all'asse del viadotto

Hi: Reazione orizzontale, in direzione parallela all'asse del viadotto

| | | |
|---|---|--|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL VI.01.E5.001 A 49 di 96 | |

| CASI DI CARICO | | APPOGGIO 1 | | | APPOGGIO 2 | | | APPOGGIO 3 | | | APPOGGIO 4 | | |
|--------------------------|------------------------------------|------------|-------|-------|------------|-------|--------|------------|-------|--------|------------|-------|-------|
| Sigla | Tipologia | N | Ht | HI | N | Ht | HI | N | Ht | HI | N | Ht | HI |
| - | - | kN | kN | kN | kN | kN | kN | kN | kN | kN | kN | kN | kN |
| G1 | Carichi permanenti strutturali | 950.0 | 0.0 | 0.0 | 800.0 | 0.0 | 0.0 | 800.0 | 0.0 | 0.0 | 950.0 | 0.0 | 0.0 |
| G2 (G2,1+G2,2+G2,3+G2,4) | Carichi permanenti non strutturali | 1200.0 | 0.0 | 0.0 | 750.0 | 0.0 | 30.0 | 750.0 | 0.0 | 30.0 | 1200.0 | 0.0 | 0.0 |
| Q3,a B1-SW2 | Aviamento treno | -50.0 | 0.0 | 0.0 | -100.0 | 50.0 | 520.0 | -100.0 | 50.0 | 540.0 | -50.0 | 0.0 | 0.0 |
| Q3,a B1-LM71 | Aviamento treno | -50.0 | 0.0 | 0.0 | -100.0 | 50.0 | 580.0 | -100.0 | 50.0 | 590.0 | -50.0 | 0.0 | 0.0 |
| Q3,a B2-LM71 | Aviamento treno | 50.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 50.0 | -590.0 | 100.0 | 50.0 | -580.0 | 50.0 | 0.0 | 0.0 |
| Q3,f B1-SW2 | Frenatura treno | 50.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | -50.0 | -610.0 | 150.0 | -60.0 | -620.0 | 50.0 | 0.0 | 0.0 |
| Q3,f B1-LM71 | Frenatura treno | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | -40.0 | -390.0 | 100.0 | -40.0 | -390.0 | 50.0 | 0.0 | 0.0 |
| Q3,f B2-LM71 | Frenatura treno | -50.0 | 0.0 | 0.0 | -100.0 | -40.0 | 390.0 | -100.0 | -40.0 | 390.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Q4 B1-SW2 | Azione centrifuga | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Q4 B1-LM71 | Azione centrifuga | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Q4 B2-LM71 | Azione centrifuga | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Q5 B1-SW2 | Serpeggio | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -50.0 | 60.0 | 0.0 | 50.0 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Q5 B1-LM71 | Serpeggio | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -50.0 | 60.0 | 0.0 | 50.0 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Q5 B2-LM71 | Serpeggio | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -50.0 | 60.0 | 0.0 | 50.0 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Q6 | Vento | -200.0 | 0.0 | 0.0 | -50.0 | 120.0 | 0.0 | 50.0 | 120.0 | 0.0 | 200.0 | 0.0 | 0.0 |
| LM71_B1 | Traffico ferroviario | 50.0 | 0.0 | 0.0 | 400.0 | 0.0 | 120.0 | 950.0 | 0.0 | 110.0 | 850.0 | 0.0 | 0.0 |
| LM71_B2 | Traffico ferroviario | 800.0 | 0.0 | 0.0 | 1000.0 | 0.0 | 100.0 | 400.0 | 0.0 | 110.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| SW2_B1 | Traffico ferroviario | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 500.0 | 0.0 | 140.0 | 1100.0 | 0.0 | 140.0 | 1000.0 | 0.0 | 0.0 |
| A_Gk | Resistenze parassite | 0.0 | 110.0 | 110.0 | 0.0 | 190.0 | 80.0 | 0.0 | 80.0 | 80.0 | 0.0 | 110.0 | 110.0 |
| A_Qk | Resistenze parassite | 0.0 | 30.0 | 30.0 | 0.0 | 80.0 | 50.0 | 0.0 | 50.0 | 50.0 | 0.0 | 30.0 | 30.0 |

Tabella 5: Scarichi espletati dagli appoggi per le singole condizioni di carico – Lato fisso

| | | | | | | |
|---|---|--|-----------|---------------------|----------|-----------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA |
| | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | VI.01.E5.001 | A | 50 di 96 |

| CASI DI CARICO | | APPOGGIO 5 | | | APPOGGIO 6 | | | APPOGGIO 7 | | | APPOGGIO 8 | | |
|--------------------------|------------------------------------|------------|-------|-------|------------|-------|-------|------------|-------|-------|------------|-------|-------|
| Sigla | Tipologia | N | Ht | HI | N | Ht | HI | N | Ht | HI | N | Ht | HI |
| - | - | kN | kN | kN | kN | kN | kN | kN | kN | kN | kN | kN | kN |
| G1 | Carichi permanenti strutturali | 1100.0 | 0.0 | 0.0 | 950.0 | 0.0 | 0.0 | 950.0 | 0.0 | 0.0 | 1100.0 | 0.0 | 0.0 |
| G2 (G2,1+G2,2+G2,3+G2,4) | Carichi permanenti non strutturali | 1300.0 | 0.0 | 0.0 | 900.0 | 0.0 | 0.0 | 900.0 | 0.0 | 0.0 | 1400.0 | 0.0 | 0.0 |
| Q3,a B1-SW2 | Aviamento treno | 50.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -80.0 | 0.0 | 50.0 | 0.0 | 0.0 | 50.0 | 0.0 | 0.0 |
| Q3,a B1-LM71 | Aviamento treno | 50.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -90.0 | 0.0 | 50.0 | 0.0 | 0.0 | 50.0 | 0.0 | 0.0 |
| Q3,a B2-LM71 | Aviamento treno | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -50.0 | -90.0 | 0.0 | -50.0 | 0.0 | 0.0 | -50.0 | 0.0 | 0.0 |
| Q3,f B1-SW2 | Frenatura treno | -50.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 110.0 | 0.0 | -50.0 | 0.0 | 0.0 | -50.0 | 0.0 | 0.0 |
| Q3,f B1-LM71 | Frenatura treno | -50.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 70.0 | 0.0 | -50.0 | 0.0 | 0.0 | -50.0 | 0.0 | 0.0 |
| Q3,f B2-LM71 | Frenatura treno | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 50.0 | 70.0 | 0.0 | 50.0 | 0.0 | 0.0 | 50.0 | 0.0 | 0.0 |
| Q4 B1-SW2 | Azione centrifuga | -150.0 | 0.0 | 0.0 | -50.0 | 230.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 200.0 | 0.0 | 0.0 |
| Q4 B1-LM71 | Azione centrifuga | -200.0 | 0.0 | 0.0 | -50.0 | 330.0 | 0.0 | 50.0 | 0.0 | 0.0 | 250.0 | 0.0 | 0.0 |
| Q4 B2-LM71 | Azione centrifuga | -350.0 | 0.0 | 0.0 | -50.0 | 330.0 | 0.0 | 100.0 | 0.0 | 0.0 | 150.0 | 0.0 | 0.0 |
| Q5 B1-SW2 | Serpeggio | -50.0 | 0.0 | 0.0 | -50.0 | 110.0 | 0.0 | 100.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 0.0 | 0.0 |
| Q5 B1-LM71 | Serpeggio | -50.0 | 0.0 | 0.0 | -50.0 | 120.0 | 0.0 | 150.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 0.0 | 0.0 |
| Q5 B2-LM71 | Serpeggio | -150.0 | 0.0 | 0.0 | -100.0 | 120.0 | 0.0 | 50.0 | 0.0 | 0.0 | 50.0 | 0.0 | 0.0 |
| Q6 | Vento | -200.0 | 0.0 | 0.0 | -50.0 | 400.0 | 0.0 | 50.0 | 0.0 | 0.0 | 150.0 | 0.0 | 0.0 |
| LM71_B1 | Traffico ferroviario | 50.0 | 0.0 | 0.0 | 450.0 | 0.0 | 0.0 | 950.0 | 0.0 | 0.0 | 1050.0 | 0.0 | 0.0 |
| LM71_B2 | Traffico ferroviario | 850.0 | 0.0 | 0.0 | 1000.0 | 0.0 | 0.0 | 500.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 0.0 | 0.0 |
| SW2_B1 | Traffico ferroviario | 50.0 | 0.0 | 0.0 | 550.0 | 0.0 | 0.0 | 1050.0 | 0.0 | 0.0 | 1250.0 | 0.0 | 0.0 |
| A_Gk | Resistenze parassite | 0.0 | 120.0 | 120.0 | 0.0 | 120.0 | 225.0 | 0.0 | 130.0 | 225.0 | 0.0 | 130.0 | 130.0 |
| A_Qk | Resistenze parassite | 0.0 | 30.0 | 30.0 | 0.0 | 30.0 | 85.0 | 0.0 | 40.0 | 85.0 | 0.0 | 40.0 | 40.0 |

Tabella 6: Scarichi espletati dagli appoggi per le singole condizioni di carico – Lato mobile

| | | | | | | |
|---|--|--|-----------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | ROCKSOIL S.p.A. | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A | PAGINA 51 di 96 |

Si riporta di seguito la sintesi delle sollecitazioni indotte nella sezione a quota testa pila, desunte dagli scarichi espletati dagli appoggi. I momenti flettenti nei due piani di verifica sono ricavati tenendo in considerazione le eccentricità, rispetto all'asse pila, dei singoli appoggi su ciascun lato, in direzione longitudinale e in direzione trasversale.

I tagli agenti in condizioni sismiche, riportati nella seguente Tabella sono ricavati, come anticipato in precedenza, dallo schema di oscillatore semplice, considerando lo spettro di risposta di progetto.

Le grandezze che figurano nelle Tabelle riportate di seguito fanno riferimento al seguente gruppo di sollecitazioni:

N: Sforzo normale (negativo, se di compressione)

Ht: Taglio in direzione trasversale rispetto all'asse del viadotto

Hi: Taglio in direzione parallela all'asse del viadotto

Mt: Momento flettente che produce flessione nel piano ortogonale all'asse del viadotto

Ml: Momento flettente che produce flessione nel piano parallelo all'asse del viadotto

| | | | | | | |
|---|---|--|----------|--------------|------|----------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA |
| | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | VI.01.E5.001 | A | 52 di 96 |

| Combinazioni di carico | SOLLECITAZIONI TESTA PILA | | | | |
|---------------------------|---------------------------|------|------|-------|------|
| | N | Ht | HI | Mt | MI |
| - | kN | kN | kN | kNm | kNm |
| SLU-Gr.1(N) | -36119 | 2229 | 686 | 15034 | 2289 |
| SLU-Gr.3(N) | -36010 | 1403 | 2100 | 10619 | 2840 |
| SLU-Gr.1(P) | -37496 | 2077 | 940 | 16252 | 1187 |
| SLU-Gr.3(P) | -37895 | 1337 | 2680 | 11736 | 752 |
| SLU-Gr.1-1SW/2 | -31080 | 1243 | 396 | 23002 | 1506 |
| SLU-Gr.3-1SW/2 | -31153 | 910 | 1288 | 21175 | 1158 |
| SLU-Gr.1-MaxML(P) | -29304 | 917 | 940 | 5392 | 4613 |
| SLU-Gr.3-MaxML(P) | -28833 | 736 | 2680 | 5240 | 4990 |
| SLU-Gr.1(N)-Gk=1.00 | -29259 | 2229 | 716 | 14824 | 1881 |
| SLU-Gr.3(N)-Gk=1.00 | -29150 | 1403 | 2130 | 10409 | 2432 |
| SLU-Gr.1(P)-Gk=1.00 | -30636 | 2077 | 970 | 16042 | 779 |
| SLU-Gr.3(P)-Gk=1.00 | -31035 | 1337 | 2710 | 11526 | 344 |
| SLU-Gr.1-1SW/2-Gk=1.00 | -24220 | 1243 | 426 | 22792 | 1098 |
| SLU-Gr.3-1SW/2-Gk=1.00 | -24293 | 910 | 1318 | 20965 | 750 |
| SLU-Gr.1-MaxML(P)-Gk=1.00 | -22444 | 917 | 970 | 5182 | 5021 |
| SLU-Gr.3-MaxML(P)-Gk=1.00 | -21973 | 736 | 2710 | 5030 | 5398 |
| SLV-EL+0.3ET | -15357 | 2649 | 9474 | 0 | 0 |
| SLV-0.3EL+ET | -15287 | 8270 | 2962 | 0 | 0 |
| SLE-C-Gr.1(N) | -25145 | 1524 | 475 | 10283 | 1596 |
| SLE-C-Gr.3(N) | -25070 | 954 | 1450 | 7238 | 1976 |
| SLE-C-Gr.1(P) | -26095 | 1419 | 650 | 11123 | 836 |
| SLE-C-Gr.3(P) | -26370 | 909 | 1850 | 8008 | 536 |
| SLE-C-Gr.1-1SW/2 | -21670 | 844 | 275 | 15778 | 1056 |
| SLE-C-Gr.3-1SW/2 | -21720 | 614 | 890 | 14518 | 816 |
| SLE-C-Gr.1-MaxML (P) | -20445 | 619 | 650 | 3633 | 3164 |
| SLE-C-Gr.3-MaxML (P) | -20120 | 494 | 1850 | 3528 | 3424 |
| SLE-F-Gr.1(N) | -23340 | 912 | 368 | 6664 | 1488 |
| SLE-F-Gr.3(N) | -23280 | 456 | 1148 | 4228 | 1792 |
| SLE-F-Gr.1(P) | -24100 | 828 | 508 | 7336 | 880 |
| SLE-F-Gr.3(P) | -24320 | 420 | 1468 | 4844 | 640 |
| SLE-F-Gr.1-1SW/2 | -20560 | 368 | 208 | 11060 | 1056 |
| SLE-F-Gr.3-1SW/2 | -20600 | 184 | 700 | 10052 | 864 |
| SLE-F-Gr.1-MaxML (P) | -19580 | 188 | 508 | 1344 | 2320 |
| SLE-F-Gr.3-MaxML (P) | -19320 | 88 | 1468 | 1260 | 2528 |
| SLE-QP | -16000 | 0 | 60 | 420 | 960 |

Tabella 7: Sollecitazioni nella sezione a quota testa pila

| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | <p style="text-align: center;">LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</p> <p style="text-align: center;">IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</p> | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|----------|
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | <table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI.01.E5.001</td> <td>A</td> <td>53 di 96</td> </tr> </tbody> </table> | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | VI.01.E5.001 | A | 53 di 96 |
| PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | | | | | | | | |
| IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | VI.01.E5.001 | A | 53 di 96 | | | | | | | | |

Il calcolo delle massime sollecitazioni agenti a quota spiccato plinto è stato effettuato trasportando le azioni relative alla sezione di testa pila e considerando i carichi aggiuntivi relativi al peso proprio della pila e all'azione del vento sulla pila.

Di seguito se ne riporta una sintesi.

Le grandezze che figurano nelle Tabelle riportate di seguito fanno riferimento al medesimo gruppo di sollecitazioni individuato in precedenza per la sezione a quota testa pila.

| | | | | | | |
|---|---|--|----------|--------------|------|----------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA |
| | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | VI.01.E5.001 | A | 54 di 96 |

| Combinazioni di carico | SOLLECITAZIONI BASE PILA | | | | |
|---------------------------|--------------------------|------|------|-------|-------|
| | N | Ht | HI | Mt | MI |
| - | kN | kN | kN | kNm | kNm |
| SLU-Gr.1(N) | -40689 | 2296 | 919 | 35396 | 9509 |
| SLU-Gr.3(N) | -40581 | 1469 | 2332 | 23542 | 22783 |
| SLU-Gr.1(P) | -42067 | 2144 | 1172 | 35244 | 10690 |
| SLU-Gr.3(P) | -42466 | 1404 | 2912 | 24071 | 25915 |
| SLU-Gr.1-1SW/2 | -35651 | 1310 | 629 | 34490 | 6116 |
| SLU-Gr.3-1SW/2 | -35723 | 976 | 1520 | 29661 | 13793 |
| SLU-Gr.1-MaxML(P) | -33874 | 984 | 1172 | 13943 | 14116 |
| SLU-Gr.3-MaxML(P) | -33403 | 802 | 2912 | 12160 | 30153 |
| SLU-Gr.1(N)-Gk=1.00 | -32644 | 2296 | 949 | 35186 | 9371 |
| SLU-Gr.3(N)-Gk=1.00 | -32536 | 1469 | 2362 | 23332 | 22645 |
| SLU-Gr.1(P)-Gk=1.00 | -34022 | 2144 | 1202 | 35034 | 10552 |
| SLU-Gr.3(P)-Gk=1.00 | -34421 | 1404 | 2942 | 23861 | 25777 |
| SLU-Gr.1-1SW/2-Gk=1.00 | -27606 | 1310 | 659 | 34280 | 5978 |
| SLU-Gr.3-1SW/2-Gk=1.00 | -27678 | 976 | 1550 | 29451 | 13655 |
| SLU-Gr.1-MaxML(P)-Gk=1.00 | -25829 | 984 | 1202 | 13733 | 14794 |
| SLU-Gr.3-MaxML(P)-Gk=1.00 | -25358 | 802 | 2942 | 11950 | 30831 |
| SLV-EL+0.3ET | -18742 | 2649 | 9474 | 25934 | 87107 |
| SLV-0.3EL+ET | -18672 | 8270 | 2962 | 86445 | 25962 |
| SLE-C-Gr.1(N) | -28531 | 1569 | 630 | 24199 | 6570 |
| SLE-C-Gr.3(N) | -28456 | 999 | 1605 | 16024 | 15725 |
| SLE-C-Gr.1(P) | -29481 | 1464 | 805 | 24094 | 7385 |
| SLE-C-Gr.3(P) | -29756 | 954 | 2005 | 16389 | 17885 |
| SLE-C-Gr.1-1SW/2 | -25056 | 889 | 430 | 23574 | 4230 |
| SLE-C-Gr.3-1SW/2 | -25106 | 659 | 1045 | 20244 | 9525 |
| SLE-C-Gr.1-MaxML (P) | -23831 | 664 | 805 | 9404 | 9713 |
| SLE-C-Gr.3-MaxML (P) | -23506 | 539 | 2005 | 8174 | 20773 |
| SLE-F-Gr.1(N) | -26726 | 912 | 368 | 14872 | 4800 |
| SLE-F-Gr.3(N) | -26666 | 456 | 1148 | 8332 | 12124 |
| SLE-F-Gr.1(P) | -27486 | 828 | 508 | 14788 | 5452 |
| SLE-F-Gr.3(P) | -27706 | 420 | 1468 | 8624 | 13852 |
| SLE-F-Gr.1-1SW/2 | -23946 | 368 | 208 | 14372 | 2928 |
| SLE-F-Gr.3-1SW/2 | -23986 | 184 | 700 | 11708 | 7164 |
| SLE-F-Gr.1-MaxML (P) | -22966 | 188 | 508 | 3036 | 6892 |
| SLE-F-Gr.3-MaxML (P) | -22706 | 88 | 1468 | 2052 | 15740 |
| SLE-QP | -19386 | 0 | 60 | 420 | 1500 |

Tabella 8: Sollecitazioni nella sezione di spiccato

| | | | | | | |
|---|---|--|-----------|---------------------|----------|-----------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA |
| | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | VI.01.E5.001 | A | 55 di 96 |

10.2 VERIFICA DEL FUSTO

Le verifiche strutturali allo stato limite ultimo e allo stato limite di esercizio sono state svolte, seguendo i criteri esposti in precedenza, con il codice di calcolo RC-SEC, per ciascuna delle combinazioni di carico considerate.

La sezione di verifica è quella relativa allo spiccato della pila (quota estradosso plinto).

L'armatura longitudinale del fusto della pila prevede ferri distribuiti lungo il perimetro, sia lungo il lato interno che quello esterno.

Una sintesi delle caratteristiche dell'armatura longitudinale e a taglio (staffe) previste è esibita nei prospetti di seguito. Il valore del copriferro c che figura è valutato in asse barra; l'area di armatura minima da garantire, rispetto alla sezione di calcestruzzo, segue le prescrizioni riportate nel par.2.5.2.2.6 del "Manuale di progettazione delle opere civili".

| ARMATURA LONGITUDINALE FUSTO | | | | | | | | |
|------------------------------|--------|-------------|----------------|----------------|-------|--------------------------|-------------------|-----------------------|
| n°strati | c (cm) | ϕ (mm) | s_{ext} (cm) | s_{int} (cm) | n°tot | A_s (cm ²) | A_s/A_{cls} (%) | A_{min}/A_{cls} (%) |
| 1 | 7.7 | 26 | 20 | 20 | 306 | 1623.8 | 1.42 | 0.6 |

| ARMATURA TRASVERSALE FUSTO (STAFFE) | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------|--------|------------------------------------|-----------------------|-------------|--------|------------------------------------|
| Direzione longitudinale | | | | Direzione trasversale | | | |
| nb | ϕ (mm) | s (cm) | $A_{v, st}/s$ (cm ² /m) | nb | ϕ (mm) | s (cm) | $A_{v, st}/s$ (cm ² /m) |
| 6 | 16 | 20 | 60.32 | 4 | 16 | 20 | 40.21 |

Le grandezze che figurano nelle verifiche riportate di seguito fanno riferimento al seguente gruppo di sollecitazioni:

N: Sforzo normale (positivo, se di compressione)

Vx: Taglio in direzione trasversale rispetto all'asse del viadotto

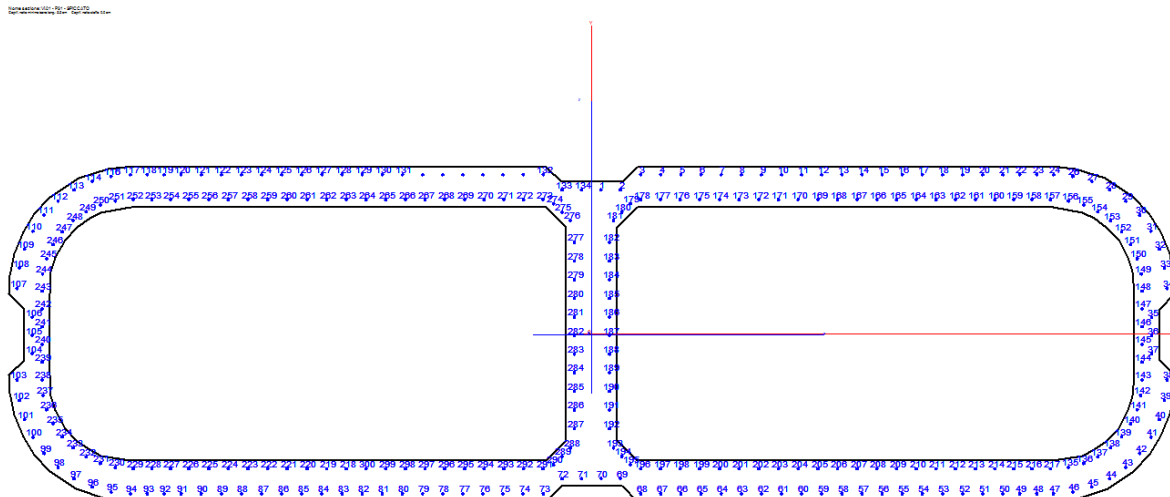
Vy: Taglio in direzione parallela all'asse del viadotto

My: Momento flettente che produce flessione nel piano ortogonale all'asse del viadotto

Mx: Momento flettente che produce flessione nel piano parallelo all'asse del viadotto

Di seguito le verifiche strutturali relative alla sezione di spiccato della pila.

| | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|------------------------|----------------------------------|--|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A PAGINA 56 di 96 |



CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

| N° vertice: | X [cm] | Y [cm] |
|-------------|--------|--------|
| 1 | 477.1 | 163.0 |
| 2 | 506.1 | 153.6 |
| 3 | 534.2 | 135.2 |
| 4 | 549.6 | 118.9 |
| 5 | 561.0 | 101.2 |
| 6 | 569.9 | 79.6 |
| 7 | 574.3 | 58.1 |
| 8 | 575.0 | 39.6 |
| 9 | 560.0 | 24.6 |
| 10 | 560.0 | -25.4 |
| 11 | 575.0 | -40.4 |
| 12 | 574.4 | -57.5 |
| 13 | 570.2 | -79.0 |
| 14 | 561.5 | -100.8 |
| 15 | 550.1 | -118.6 |
| 16 | 534.7 | -135.1 |
| 17 | 508.7 | -152.7 |
| 18 | 477.2 | -163.3 |
| 19 | 461.2 | -165.0 |
| 20 | 45.0 | -165.0 |
| 21 | 30.0 | -150.0 |
| 22 | -30.0 | -150.0 |
| 23 | -45.0 | -165.0 |
| 24 | -461.2 | -165.0 |
| 25 | -477.2 | -163.3 |
| 26 | -508.6 | -152.8 |
| 27 | -534.6 | -135.2 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A | PAGINA 57 di 96 |

| | | |
|----|--------|--------|
| 28 | -549.9 | -118.8 |
| 29 | -561.3 | -101.0 |
| 30 | -570.1 | -79.3 |
| 31 | -574.4 | -57.8 |
| 32 | -575.0 | -40.4 |
| 33 | -560.0 | -25.4 |
| 34 | -560.0 | 24.6 |
| 35 | -575.0 | 39.6 |
| 36 | -574.3 | 57.8 |
| 37 | -570.0 | 79.3 |
| 38 | -561.2 | 100.9 |
| 39 | -549.7 | 118.7 |
| 40 | -534.4 | 135.0 |
| 41 | -506.2 | 153.5 |
| 42 | -477.1 | 163.0 |
| 43 | -461.2 | 164.9 |
| 44 | -45.0 | 165.0 |
| 45 | -30.0 | 150.0 |
| 46 | 30.0 | 150.0 |
| 47 | 45.0 | 165.0 |
| 48 | 461.2 | 164.9 |

DOMINIO N° 2

Forma del Dominio: Poligonale vuoto
Classe Conglomerato: C32/40

| N°vertice: | X [cm] | Y [cm] |
|------------|--------|--------|
| 1 | 533.6 | -61.1 |
| 2 | 529.2 | -75.4 |
| 3 | 519.6 | -92.8 |
| 4 | 507.5 | -105.7 |
| 5 | 495.7 | -114.0 |
| 6 | 484.2 | -119.7 |
| 7 | 455.0 | -125.0 |
| 8 | 45.0 | -125.0 |
| 9 | 25.0 | -105.0 |
| 10 | 25.0 | 105.0 |
| 11 | 45.0 | 125.0 |
| 12 | 455.0 | 125.0 |
| 13 | 484.2 | 119.7 |
| 14 | 495.7 | 114.1 |
| 15 | 507.5 | 105.8 |
| 16 | 519.6 | 92.9 |
| 17 | 529.2 | 75.5 |
| 18 | 533.6 | 61.2 |
| 19 | 535.0 | 40.0 |
| 20 | 535.0 | -40.0 |

DOMINIO N° 3

Forma del Dominio: Poligonale vuoto
Classe Conglomerato: C32/40

| N°vertice: | X [cm] | Y [cm] |
|------------|--------|--------|
|------------|--------|--------|

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|--|------------------------|----------|---|--------------|------|----------|--|--|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | | | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | | |
| | | | | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | VI.01.E5.001 | A | 58 di 96 | | |

| | | |
|----|--------|--------|
| 1 | -535.0 | 40.0 |
| 2 | -533.6 | 61.2 |
| 3 | -529.2 | 75.5 |
| 4 | -519.6 | 92.9 |
| 5 | -507.5 | 105.8 |
| 6 | -495.7 | 114.1 |
| 7 | -484.2 | 119.7 |
| 8 | -455.0 | 125.0 |
| 9 | -45.0 | 125.0 |
| 10 | -25.0 | 105.0 |
| 11 | -25.0 | -105.0 |
| 12 | -45.0 | -125.0 |
| 13 | -455.0 | -125.0 |
| 14 | -484.2 | -119.7 |
| 15 | -495.7 | -114.0 |
| 16 | -507.5 | -105.7 |
| 17 | -519.6 | -92.8 |
| 18 | -529.2 | -75.4 |
| 19 | -533.6 | -61.1 |
| 20 | -535.0 | -40.0 |

DATI BARRE ISOLATE

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1 | 8.9 | 142.3 | 26 |
| 2 | 28.2 | 142.3 | 26 |
| 3 | 48.1 | 157.3 | 26 |
| 4 | 68.0 | 157.3 | 26 |
| 5 | 87.8 | 157.3 | 26 |
| 6 | 107.7 | 157.3 | 26 |
| 7 | 127.5 | 157.3 | 26 |
| 8 | 147.4 | 157.3 | 26 |
| 9 | 167.2 | 157.3 | 26 |
| 10 | 187.1 | 157.3 | 26 |
| 11 | 206.9 | 157.3 | 26 |
| 12 | 226.8 | 157.3 | 26 |
| 13 | 246.6 | 157.3 | 26 |
| 14 | 266.5 | 157.3 | 26 |
| 15 | 286.3 | 157.3 | 26 |
| 16 | 306.2 | 157.3 | 26 |
| 17 | 326.0 | 157.3 | 26 |
| 18 | 345.9 | 157.3 | 26 |
| 19 | 365.8 | 157.3 | 26 |
| 20 | 385.6 | 157.3 | 26 |
| 21 | 405.5 | 157.3 | 26 |
| 22 | 422.2 | 157.3 | 26 |
| 23 | 438.9 | 157.3 | 26 |
| 24 | 455.5 | 157.3 | 26 |
| 25 | 474.4 | 155.6 | 26 |
| 26 | 474.4 | 155.6 | 26 |
| 27 | 493.2 | 150.6 | 26 |
| 28 | 510.8 | 142.4 | 26 |
| 29 | 526.7 | 131.3 | 26 |
| 30 | 540.5 | 117.5 | 26 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A | PAGINA 59 di 96 |

| | | | |
|----|--------|--------|----|
| 31 | 551.6 | 101.6 | 26 |
| 32 | 559.8 | 84.0 | 26 |
| 33 | 564.8 | 65.2 | 26 |
| 34 | 567.4 | 45.0 | 26 |
| 35 | 552.3 | 16.7 | 26 |
| 36 | 552.3 | -1.3 | 26 |
| 37 | 552.3 | -19.2 | 26 |
| 38 | 567.4 | -45.0 | 26 |
| 39 | 564.8 | -65.2 | 26 |
| 40 | 559.8 | -84.0 | 26 |
| 41 | 551.6 | -101.6 | 26 |
| 42 | 540.5 | -117.5 | 26 |
| 43 | 526.7 | -131.3 | 26 |
| 44 | 510.8 | -142.4 | 26 |
| 45 | 493.2 | -150.6 | 26 |
| 46 | 474.4 | -155.6 | 26 |
| 47 | 455.4 | -157.3 | 26 |
| 48 | 438.9 | -157.3 | 26 |
| 49 | 422.2 | -157.3 | 26 |
| 50 | 405.5 | -157.3 | 26 |
| 51 | 385.6 | -157.3 | 26 |
| 52 | 365.8 | -157.3 | 26 |
| 53 | 345.9 | -157.3 | 26 |
| 54 | 326.0 | -157.3 | 26 |
| 55 | 306.2 | -157.3 | 26 |
| 56 | 286.3 | -157.3 | 26 |
| 57 | 266.5 | -157.3 | 26 |
| 58 | 246.6 | -157.3 | 26 |
| 59 | 226.8 | -157.3 | 26 |
| 60 | 206.9 | -157.3 | 26 |
| 61 | 187.1 | -157.3 | 26 |
| 62 | 167.2 | -157.3 | 26 |
| 63 | 147.4 | -157.3 | 26 |
| 64 | 127.5 | -157.3 | 26 |
| 65 | 107.7 | -157.3 | 26 |
| 66 | 87.8 | -157.3 | 26 |
| 67 | 68.0 | -157.3 | 26 |
| 68 | 48.1 | -157.3 | 26 |
| 69 | 28.2 | -142.3 | 26 |
| 70 | 8.9 | -142.3 | 26 |
| 71 | -10.4 | -142.4 | 26 |
| 72 | -29.6 | -142.4 | 26 |
| 73 | -48.0 | -157.4 | 26 |
| 74 | -67.9 | -157.4 | 26 |
| 75 | -87.8 | -157.4 | 26 |
| 76 | -107.6 | -157.4 | 26 |
| 77 | -127.5 | -157.4 | 26 |
| 78 | -147.3 | -157.4 | 26 |
| 79 | -167.2 | -157.4 | 26 |
| 80 | -187.0 | -157.4 | 26 |
| 81 | -206.9 | -157.4 | 26 |
| 82 | -226.7 | -157.4 | 26 |
| 83 | -246.6 | -157.4 | 26 |
| 84 | -266.4 | -157.4 | 26 |
| 85 | -286.3 | -157.4 | 26 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A | PAGINA 60 di 96 |

| | | | |
|-----|--------|--------|----|
| 86 | -306.1 | -157.4 | 26 |
| 87 | -326.0 | -157.4 | 26 |
| 88 | -345.8 | -157.4 | 26 |
| 89 | -365.7 | -157.4 | 26 |
| 90 | -385.5 | -157.4 | 26 |
| 91 | -405.4 | -157.4 | 26 |
| 92 | -422.2 | -157.3 | 26 |
| 93 | -438.9 | -157.3 | 26 |
| 94 | -455.4 | -157.3 | 26 |
| 95 | -474.4 | -155.6 | 26 |
| 96 | -493.2 | -150.6 | 26 |
| 97 | -510.8 | -142.4 | 26 |
| 98 | -526.7 | -131.3 | 26 |
| 99 | -540.5 | -117.5 | 26 |
| 100 | -551.6 | -101.6 | 26 |
| 101 | -559.8 | -84.0 | 26 |
| 102 | -564.8 | -65.2 | 26 |
| 103 | -567.4 | -45.0 | 26 |
| 104 | -552.3 | -19.2 | 26 |
| 105 | -552.3 | -1.3 | 26 |
| 106 | -552.3 | 16.7 | 26 |
| 107 | -567.4 | 45.0 | 26 |
| 108 | -564.8 | 65.2 | 26 |
| 109 | -559.8 | 84.0 | 26 |
| 110 | -551.6 | 101.6 | 26 |
| 111 | -540.5 | 117.5 | 26 |
| 112 | -526.7 | 131.3 | 26 |
| 113 | -510.8 | 142.4 | 26 |
| 114 | -493.2 | 150.6 | 26 |
| 115 | -474.4 | 155.6 | 26 |
| 116 | -474.4 | 155.6 | 26 |
| 117 | -455.5 | 157.3 | 26 |
| 118 | -438.9 | 157.3 | 26 |
| 119 | -422.2 | 157.3 | 26 |
| 120 | -405.5 | 157.3 | 26 |
| 121 | -385.5 | 157.3 | 26 |
| 122 | -365.6 | 157.3 | 26 |
| 123 | -345.8 | 157.3 | 26 |
| 124 | -325.9 | 157.3 | 26 |
| 125 | -306.0 | 157.3 | 26 |
| 126 | -286.2 | 157.3 | 26 |
| 127 | -266.3 | 157.3 | 26 |
| 128 | -246.5 | 157.3 | 26 |
| 129 | -226.6 | 157.3 | 26 |
| 130 | -206.8 | 157.3 | 26 |
| 131 | -186.9 | 157.3 | 26 |
| 132 | -48.0 | 157.3 | 26 |
| 133 | -29.5 | 142.3 | 26 |
| 134 | -10.3 | 142.3 | 26 |
| 135 | 470.2 | -131.4 | 26 |
| 136 | 485.1 | -127.4 | 26 |
| 137 | 499.1 | -120.8 | 26 |
| 138 | 511.7 | -112.0 | 26 |
| 139 | 522.7 | -101.1 | 26 |
| 140 | 531.5 | -88.4 | 26 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A | PAGINA 61 di 96 |

| | | | |
|-----|-------|--------|----|
| 141 | 538.0 | -74.4 | 26 |
| 142 | 541.3 | -60.2 | 26 |
| 143 | 542.7 | -45.0 | 26 |
| 144 | 542.7 | -27.5 | 26 |
| 145 | 542.7 | -10.0 | 26 |
| 146 | 542.7 | 7.5 | 26 |
| 147 | 542.7 | 25.0 | 26 |
| 148 | 542.7 | 42.5 | 26 |
| 149 | 542.0 | 59.5 | 26 |
| 150 | 538.0 | 74.4 | 26 |
| 151 | 531.5 | 88.4 | 26 |
| 152 | 522.7 | 101.1 | 26 |
| 153 | 511.7 | 112.0 | 26 |
| 154 | 499.1 | 120.8 | 26 |
| 155 | 485.1 | 127.4 | 26 |
| 156 | 470.2 | 131.4 | 26 |
| 157 | 452.5 | 132.7 | 26 |
| 158 | 434.2 | 132.7 | 26 |
| 159 | 416.0 | 132.7 | 26 |
| 160 | 397.7 | 132.7 | 26 |
| 161 | 378.3 | 132.7 | 26 |
| 162 | 358.9 | 132.7 | 26 |
| 163 | 339.4 | 132.7 | 26 |
| 164 | 320.0 | 132.7 | 26 |
| 165 | 300.6 | 132.7 | 26 |
| 166 | 281.2 | 132.7 | 26 |
| 167 | 261.7 | 132.7 | 26 |
| 168 | 242.3 | 132.7 | 26 |
| 169 | 222.9 | 132.7 | 26 |
| 170 | 203.5 | 132.7 | 26 |
| 171 | 184.1 | 132.7 | 26 |
| 172 | 164.6 | 132.7 | 26 |
| 173 | 145.2 | 132.7 | 26 |
| 174 | 125.8 | 132.7 | 26 |
| 175 | 106.4 | 132.7 | 26 |
| 176 | 87.0 | 132.7 | 26 |
| 177 | 67.5 | 132.7 | 26 |
| 178 | 48.1 | 132.7 | 26 |
| 179 | 37.8 | 128.7 | 26 |
| 180 | 29.6 | 120.4 | 26 |
| 181 | 21.3 | 112.2 | 26 |
| 182 | 17.3 | 90.5 | 26 |
| 183 | 17.3 | 72.1 | 26 |
| 184 | 17.3 | 53.8 | 26 |
| 185 | 17.3 | 35.4 | 26 |
| 186 | 17.3 | 17.1 | 26 |
| 187 | 17.3 | -1.3 | 26 |
| 188 | 17.3 | -19.6 | 26 |
| 189 | 17.3 | -37.9 | 26 |
| 190 | 17.3 | -56.3 | 26 |
| 191 | 17.3 | -74.6 | 26 |
| 192 | 17.3 | -93.0 | 26 |
| 193 | 21.3 | -112.2 | 26 |
| 194 | 29.6 | -120.4 | 26 |
| 195 | 37.8 | -128.7 | 26 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A | PAGINA 62 di 96 |

| | | | |
|-----|--------|--------|----|
| 196 | 48.1 | -132.7 | 26 |
| 197 | 67.5 | -132.7 | 26 |
| 198 | 87.0 | -132.7 | 26 |
| 199 | 106.4 | -132.7 | 26 |
| 200 | 125.8 | -132.7 | 26 |
| 201 | 145.2 | -132.7 | 26 |
| 202 | 164.6 | -132.7 | 26 |
| 203 | 184.1 | -132.7 | 26 |
| 204 | 203.5 | -132.7 | 26 |
| 205 | 222.9 | -132.7 | 26 |
| 206 | 242.3 | -132.7 | 26 |
| 207 | 261.7 | -132.7 | 26 |
| 208 | 281.2 | -132.7 | 26 |
| 209 | 300.6 | -132.7 | 26 |
| 210 | 320.0 | -132.7 | 26 |
| 211 | 339.4 | -132.7 | 26 |
| 212 | 358.9 | -132.7 | 26 |
| 213 | 378.3 | -132.7 | 26 |
| 214 | 397.7 | -132.7 | 26 |
| 215 | 416.0 | -132.7 | 26 |
| 216 | 434.2 | -132.7 | 26 |
| 217 | 452.5 | -132.7 | 26 |
| 218 | -242.3 | -132.7 | 26 |
| 219 | -261.7 | -132.7 | 26 |
| 220 | -281.2 | -132.7 | 26 |
| 221 | -300.6 | -132.7 | 26 |
| 222 | -320.0 | -132.7 | 26 |
| 223 | -339.4 | -132.7 | 26 |
| 224 | -358.9 | -132.7 | 26 |
| 225 | -378.3 | -132.7 | 26 |
| 226 | -397.7 | -132.7 | 26 |
| 227 | -416.0 | -132.7 | 26 |
| 228 | -434.2 | -132.7 | 26 |
| 229 | -452.5 | -132.7 | 26 |
| 230 | -470.2 | -131.4 | 26 |
| 231 | -485.1 | -127.4 | 26 |
| 232 | -499.1 | -120.8 | 26 |
| 233 | -511.7 | -112.0 | 26 |
| 234 | -522.7 | -101.1 | 26 |
| 235 | -531.5 | -88.4 | 26 |
| 236 | -538.0 | -74.4 | 26 |
| 237 | -541.3 | -60.2 | 26 |
| 238 | -542.7 | -45.0 | 26 |
| 239 | -542.7 | -27.5 | 26 |
| 240 | -542.7 | -10.0 | 26 |
| 241 | -542.7 | 7.5 | 26 |
| 242 | -542.7 | 25.0 | 26 |
| 243 | -542.7 | 42.5 | 26 |
| 244 | -542.0 | 59.5 | 26 |
| 245 | -538.0 | 74.4 | 26 |
| 246 | -531.5 | 88.4 | 26 |
| 247 | -522.7 | 101.1 | 26 |
| 248 | -511.7 | 112.0 | 26 |
| 249 | -499.1 | 120.8 | 26 |
| 250 | -485.1 | 127.4 | 26 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A | PAGINA 63 di 96 |

| | | | |
|-----|--------|--------|----|
| 251 | -470.2 | 131.4 | 26 |
| 252 | -452.5 | 132.7 | 26 |
| 253 | -434.2 | 132.7 | 26 |
| 254 | -416.0 | 132.7 | 26 |
| 255 | -397.7 | 132.7 | 26 |
| 256 | -378.3 | 132.7 | 26 |
| 257 | -358.9 | 132.7 | 26 |
| 258 | -339.4 | 132.7 | 26 |
| 259 | -320.0 | 132.7 | 26 |
| 260 | -300.6 | 132.7 | 26 |
| 261 | -281.2 | 132.7 | 26 |
| 262 | -261.7 | 132.7 | 26 |
| 263 | -242.3 | 132.7 | 26 |
| 264 | -222.9 | 132.7 | 26 |
| 265 | -203.5 | 132.7 | 26 |
| 266 | -184.1 | 132.7 | 26 |
| 267 | -164.6 | 132.7 | 26 |
| 268 | -145.2 | 132.7 | 26 |
| 269 | -125.8 | 132.7 | 26 |
| 270 | -106.4 | 132.7 | 26 |
| 271 | -87.0 | 132.7 | 26 |
| 272 | -67.5 | 132.7 | 26 |
| 273 | -48.1 | 132.7 | 26 |
| 274 | -37.8 | 128.7 | 26 |
| 275 | -29.6 | 120.4 | 26 |
| 276 | -21.3 | 112.2 | 26 |
| 277 | -17.3 | 90.5 | 26 |
| 278 | -17.3 | 72.1 | 26 |
| 279 | -17.3 | 53.8 | 26 |
| 280 | -17.3 | 35.4 | 26 |
| 281 | -17.3 | 17.1 | 26 |
| 282 | -17.3 | -1.3 | 26 |
| 283 | -17.3 | -19.6 | 26 |
| 284 | -17.3 | -37.9 | 26 |
| 285 | -17.3 | -56.3 | 26 |
| 286 | -17.3 | -74.6 | 26 |
| 287 | -17.3 | -93.0 | 26 |
| 288 | -21.3 | -112.2 | 26 |
| 289 | -29.6 | -120.4 | 26 |
| 290 | -37.8 | -128.7 | 26 |
| 291 | -48.1 | -132.7 | 26 |
| 292 | -67.5 | -132.7 | 26 |
| 293 | -87.0 | -132.7 | 26 |
| 294 | -106.4 | -132.7 | 26 |
| 295 | -125.8 | -132.7 | 26 |
| 296 | -145.2 | -132.7 | 26 |
| 297 | -164.6 | -132.7 | 26 |
| 298 | -184.1 | -132.7 | 26 |
| 299 | -203.5 | -132.7 | 26 |
| 300 | -222.9 | -132.7 | 26 |

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N° Gen.

Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre

| | | | | | | |
|---|---|--|-----------|---------------------|----------|-----------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA |
| | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | VI.01.E5.001 | A | 64 di 96 |

N° Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N° Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N° Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

| N° Gen. | N° Barra Ini. | N° Barra Fin. | N° Barre | Ø |
|---------|---------------|---------------|----------|----|
| 1 | 131 | 132 | 6 | 26 |

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

| N° Comb. | N | Mx | My | Vy | Vx |
|----------|----------|----------|----------|------|------|
| 1 | 40689.30 | 9508.69 | 35395.96 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 40580.55 | 22783.44 | 23542.21 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | 42066.80 | 10690.44 | 35243.71 | 0.00 | 0.00 |
| 4 | 42465.55 | 25915.44 | 24071.46 | 0.00 | 0.00 |
| 5 | 35650.55 | 6115.69 | 34489.71 | 0.00 | 0.00 |
| 6 | 35723.05 | 13793.44 | 29661.21 | 0.00 | 0.00 |
| 7 | 33874.30 | 14116.44 | 13943.21 | 0.00 | 0.00 |
| 8 | 33403.05 | 30153.44 | 12159.71 | 0.00 | 0.00 |
| 9 | 32644.35 | 9370.69 | 35185.96 | 0.00 | 0.00 |
| 10 | 32535.60 | 22645.44 | 23332.21 | 0.00 | 0.00 |
| 11 | 34021.85 | 10552.44 | 35033.71 | 0.00 | 0.00 |
| 12 | 34420.60 | 25777.44 | 23861.46 | 0.00 | 0.00 |
| 13 | 27605.60 | 5977.69 | 34279.71 | 0.00 | 0.00 |
| 14 | 27678.10 | 13655.44 | 29451.21 | 0.00 | 0.00 |
| 15 | 25829.35 | 14794.44 | 13733.21 | 0.00 | 0.00 |
| 16 | 25358.10 | 30831.44 | 11949.71 | 0.00 | 0.00 |
| 17 | 18742.26 | 87106.64 | 25933.60 | 0.00 | 0.00 |
| 18 | 18672.26 | 25962.12 | 86445.33 | 0.00 | 0.00 |

COMB. RARE/FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

| N° Comb. | N | Mx | My |
|----------|----------|-----------------|-----------------|
| 1 | 28530.60 | 6569.63 (0.00) | 24199.48 (0.00) |
| 2 | 28455.60 | 15724.63 (0.00) | 16024.48 (0.00) |
| 3 | 29480.60 | 7384.63 (0.00) | 24094.48 (0.00) |
| 4 | 29755.60 | 17884.63 (0.00) | 16389.48 (0.00) |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|-----------------|------------------------|---------------------|---|-----------------|--|--|--|--|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | | | | |
| | | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | VI.01.E5.001 | A | 65 di 96 | | | | |

| | | | |
|----|----------|-----------------------|----------------------|
| 5 | 25055.60 | 4229.63 (0.00) | 23574.48 (0.00) |
| 6 | 25105.60 | 9524.63 (0.00) | 20244.48 (0.00) |
| 7 | 23830.60 | 9712.63 (0.00) | 9404.48 (0.00) |
| 8 | 23505.60 | 20772.63 (2552206.10) | 8174.48 (1004348.03) |
| 9 | 26725.60 | 4800.00 (0.00) | 14872.00 (0.00) |
| 10 | 26665.60 | 12124.00 (0.00) | 8332.00 (0.00) |
| 11 | 27485.60 | 5452.00 (0.00) | 14788.00 (0.00) |
| 12 | 27705.60 | 13852.00 (0.00) | 8624.00 (0.00) |
| 13 | 23945.60 | 2928.00 (0.00) | 14372.00 (0.00) |
| 14 | 23985.60 | 7164.00 (0.00) | 11708.00 (0.00) |
| 15 | 22965.60 | 6892.00 (0.00) | 3036.00 (0.00) |
| 16 | 22705.60 | 15740.00 (0.00) | 2052.00 (0.00) |

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| | |
|----|---|
| N | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione) |
| Mx | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |
| My | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione |

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|----------|----------------|---------------|
| 1 | 19385.60 | 1500.00 (0.00) | 420.00 (0.00) |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.4 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

| | |
|----------|--|
| Ver | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata |
| N Sn | Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione) |
| Mx Sn | Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia |
| My Sn | Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia |
| N Ult | Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.) |
| Mx Ult | Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia |
| My Ult | Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia |
| Mis.Sic. | Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000 |
| As Tesa | Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa |

| N°Comb | Ver | N Sn | Mx Sn | My Sn | N Ult | Mx Ult | My Ult | Mis.Sic. | As Tesa |
|--------|-----|----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|---------|
| 1 | S | 40689.30 | 69005.72 | 253358.60 | 40689.21 | 89466.14 | 330552.71 | 9.351 | ----- |
| 2 | S | 40580.55 | 112632.75 | 96403.57 | 40580.74 | 144433.83 | 149996.81 | 6.370 | ----- |
| 3 | S | 42066.80 | 73532.36 | 248468.01 | 42066.51 | 95214.26 | 320892.32 | 9.096 | ----- |
| 4 | S | 42465.55 | 116515.62 | 87881.58 | 42465.56 | 148101.87 | 137128.99 | 5.719 | ----- |
| 5 | S | 35650.55 | 48757.34 | 273084.32 | 35650.31 | 63502.59 | 367380.09 | 10.649 | ----- |
| 6 | S | 35723.05 | 85279.22 | 191660.10 | 35723.10 | 116875.32 | 253952.37 | 8.557 | ----- |
| 7 | S | 33874.30 | 107680.59 | 77763.76 | 33874.35 | 137844.75 | 136246.32 | 9.801 | ----- |
| 8 | S | 33403.05 | 115083.85 | 29244.72 | 33402.97 | 140537.35 | 57303.62 | 4.679 | ----- |
| 9 | S | 32644.35 | 63867.67 | 235947.63 | 32644.42 | 86253.17 | 321930.63 | 9.159 | ----- |
| 10 | S | 32535.60 | 105737.02 | 79269.77 | 32535.65 | 135874.95 | 139873.59 | 6.008 | ----- |

| | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|---------------------------------|------------------------------|---|-------------------------|----------------------------------|--|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | | | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. | | | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A | PAGINA 66 di 96 | |

| | | | | | | | | | |
|----|---|----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|--------|-------|
| 11 | S | 34021.85 | 69007.57 | 229895.61 | 34022.09 | 92971.62 | 310656.23 | 8.869 | ----- |
| 12 | S | 34420.60 | 109136.65 | 73248.17 | 34420.86 | 139011.23 | 129270.62 | 5.414 | ----- |
| 13 | S | 27605.60 | 43873.50 | 253289.99 | 27605.73 | 60507.52 | 355164.08 | 10.358 | ----- |
| 14 | S | 27678.10 | 79405.68 | 173441.31 | 27678.06 | 112416.49 | 243336.95 | 8.265 | ----- |
| 15 | S | 25829.35 | 100198.17 | 61619.41 | 25829.20 | 128194.91 | 119913.54 | 8.718 | ----- |
| 16 | S | 25358.10 | 105743.20 | 23452.44 | 25357.87 | 129663.37 | 49785.02 | 4.207 | ----- |
| 17 | S | 18742.26 | 98344.09 | 16034.55 | 18742.17 | 120676.38 | 36015.20 | 1.386 | ----- |
| 18 | S | 18672.26 | 58112.13 | 193033.80 | 18672.28 | 86508.22 | 286725.35 | 3.319 | ----- |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

| | |
|--------|--|
| ec max | Deform. unit. massima del conglomerato a compressione |
| ec 3/7 | Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace |
| Xc max | Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| Yc max | Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| es min | Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione) |
| Xs min | Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| Ys min | Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| es max | Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.) |
| Xs max | Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| Ys max | Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.) |

| N°Comb | ec max | ec 3/7 | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|----------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | -0.00030 | 506.1 | 153.6 | 0.00340 | 510.8 | 142.4 | -0.00526 | -510.8 | -142.4 |
| 2 | 0.00350 | -0.00197 | 461.2 | 164.9 | 0.00327 | 474.4 | 155.6 | -0.00904 | -474.4 | -155.6 |
| 3 | 0.00350 | -0.00026 | 506.1 | 153.6 | 0.00340 | 493.2 | 150.6 | -0.00518 | -493.2 | -150.6 |
| 4 | 0.00350 | -0.00213 | 461.2 | 164.9 | 0.00325 | 474.4 | 155.6 | -0.00939 | -474.4 | -155.6 |
| 5 | 0.00350 | -0.00055 | 534.2 | 135.2 | 0.00342 | 526.7 | 131.3 | -0.00586 | -526.7 | -131.3 |
| 6 | 0.00350 | -0.00065 | 477.1 | 163.0 | 0.00338 | 493.2 | 150.6 | -0.00605 | -493.2 | -150.6 |
| 7 | 0.00323 | -0.00255 | 461.2 | 164.9 | 0.00297 | 455.5 | 157.3 | -0.01000 | -455.4 | -157.3 |
| 8 | 0.00235 | -0.00306 | 461.2 | 164.9 | 0.00208 | 455.5 | 157.3 | -0.01000 | -455.4 | -157.3 |
| 9 | 0.00350 | -0.00055 | 506.1 | 153.6 | 0.00340 | 510.8 | 142.4 | -0.00585 | -510.8 | -142.4 |
| 10 | 0.00323 | -0.00256 | 461.2 | 164.9 | 0.00296 | 474.4 | 155.6 | -0.01000 | -474.4 | -155.6 |
| 11 | 0.00350 | -0.00051 | 506.1 | 153.6 | 0.00339 | 493.2 | 150.6 | -0.00575 | -493.2 | -150.6 |
| 12 | 0.00316 | -0.00260 | 461.2 | 164.9 | 0.00290 | 455.5 | 157.3 | -0.01000 | -455.4 | -157.3 |
| 13 | 0.00350 | -0.00089 | 534.2 | 135.2 | 0.00341 | 526.7 | 131.3 | -0.00665 | -526.7 | -131.3 |
| 14 | 0.00350 | -0.00102 | 477.1 | 163.0 | 0.00336 | 493.2 | 150.6 | -0.00690 | -493.2 | -150.6 |
| 15 | 0.00275 | -0.00283 | 461.2 | 164.9 | 0.00249 | 455.5 | 157.3 | -0.01000 | -455.4 | -157.3 |
| 16 | 0.00210 | -0.00321 | 461.2 | 164.9 | 0.00183 | 455.5 | 157.3 | -0.01000 | -455.4 | -157.3 |
| 17 | 0.00185 | -0.00334 | 461.2 | 164.9 | 0.00159 | 455.5 | 157.3 | -0.01000 | -455.4 | -157.3 |
| 18 | 0.00350 | -0.00116 | 506.1 | 153.6 | 0.00337 | 493.2 | 150.6 | -0.00725 | -493.2 | -150.6 |

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

| | |
|---------|--|
| a, b, c | Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen. |
| x/d | Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless. (travi) |
| C.Rid. | Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue |

| N°Comb | a | b | c | x/d | C.Rid. |
|--------|-------------|-------------|--------------|------|--------|
| 1 | 0.000005464 | 0.000010828 | -0.000928599 | ---- | ---- |
| 2 | 0.000003210 | 0.000029748 | -0.002884711 | ---- | ---- |
| 3 | 0.000005249 | 0.000011284 | -0.000889417 | ---- | ---- |
| 4 | 0.000003016 | 0.000031400 | -0.003067474 | ---- | ---- |

| | | | | | | |
|---|---|--|-----------|---------------------|----------|-----------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA |
| | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | VI.01.E5.001 | A | 67 di 96 |

| | | | | | |
|----|-------------|-------------|--------------|------|------|
| 5 | 0.000006642 | 0.000008696 | -0.001223244 | ---- | ---- |
| 6 | 0.000004674 | 0.000015986 | -0.001335082 | ---- | ---- |
| 7 | 0.000002842 | 0.000032993 | -0.003515937 | ---- | ---- |
| 8 | 0.000001055 | 0.000035331 | -0.003961701 | ---- | ---- |
| 9 | 0.000005839 | 0.000011527 | -0.001225803 | ---- | ---- |
| 10 | 0.000002905 | 0.000032794 | -0.003518169 | ---- | ---- |
| 11 | 0.000005545 | 0.000012191 | -0.001178794 | ---- | ---- |
| 12 | 0.000002669 | 0.000033262 | -0.003552306 | ---- | ---- |
| 13 | 0.000007276 | 0.000009108 | -0.001617884 | ---- | ---- |
| 14 | 0.000004895 | 0.000018017 | -0.001771344 | ---- | ---- |
| 15 | 0.000002275 | 0.000033111 | -0.003755475 | ---- | ---- |
| 16 | 0.000000862 | 0.000035092 | -0.004087467 | ---- | ---- |
| 17 | 0.000000601 | 0.000035087 | -0.004207287 | ---- | ---- |
| 18 | 0.000006365 | 0.000014419 | -0.001935909 | ---- | ---- |

COMBINAZIONI RARE/FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

| | |
|----------------|--|
| Ver | S = comb. verificata/ N = comb. non verificata |
| Sc max | Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa] |
| Xc max, Yc max | Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O) |
| Sf min | Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa] |
| Xs min, Ys min | Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O) |
| Ac eff. | Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre |
| As eff. | Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure |
| D barre | Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure |
| Beta12 | Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2 |

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. | D barre | Beta12 |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 1 | S | 2.35 | -45.0 | 125.0 | 13.6 | -510.8 | -142.4 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 2 | S | 2.87 | -45.0 | 125.0 | 7.9 | -474.4 | -155.6 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 3 | S | 2.46 | -45.0 | 125.0 | 13.9 | -493.2 | -150.6 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 4 | S | 3.08 | -45.0 | 125.0 | 7.0 | -474.4 | -155.6 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 5 | S | 1.97 | -45.0 | 125.0 | 12.2 | -526.7 | -131.3 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 6 | S | 2.28 | -45.0 | 125.0 | 8.7 | -493.2 | -150.6 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 7 | S | 2.22 | -45.0 | 125.0 | 11.9 | -474.4 | -155.6 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 8 | S | 2.81 | -45.0 | 125.0 | 0.7 | -455.4 | -157.3 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 9 | S | 2.15 | -45.0 | 125.0 | 17.6 | -493.2 | -150.6 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 10 | S | 2.56 | -45.0 | 125.0 | 13.0 | -474.4 | -155.6 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 11 | S | 2.24 | -45.0 | 125.0 | 17.8 | -493.2 | -150.6 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 12 | S | 2.73 | -45.0 | 125.0 | 12.2 | -455.4 | -157.3 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 13 | S | 1.85 | -45.0 | 125.0 | 16.6 | -510.8 | -142.4 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 14 | S | 2.09 | -45.0 | 125.0 | 13.7 | -474.4 | -155.6 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 15 | S | 2.02 | -45.0 | 125.0 | 16.6 | -455.4 | -157.3 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 16 | S | 2.49 | -45.0 | 125.0 | 7.6 | -455.4 | -157.3 | ---- | ---- | ---- | ---- |

COMBINAZIONI RARE/FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

| | |
|------|--|
| Ver. | La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm |
| S1 | Esito della verifica |
| S2 | Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata |
| S2 | Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata |
| k2 | = 0.4 per barre ad aderenza migliorata |
| k3 | = 0.125 per flessione e presso-flessione; = (e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica |
| Ø | Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff |
| Cf | Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|--|---------------------------------|------------------------------|---|-------------------------|----------------------------------|--|--|--|--|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | | | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | | | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A | PAGINA 68 di 96 | | | | |

$\Psi = 1 - \beta_{12}^2 \left(\frac{S_{sr}}{S_s} \right)^2 = 1 - \beta_{12}^2 \left(\frac{f_{ctm}}{S_2} \right)^2 = 1 - \beta_{12}^2 \left(\frac{M_{fess}}{M} \right)^2$ [B.6.6 DM96]
 e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 \cdot S_s / E_s$ è tra parentesi
 srm Distanza media tra le fessure [mm]
 wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 \cdot e \cdot s_m \cdot s_{rm}$. Valore limite tra parentesi
 MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
 MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

| Comb. | Ver | S1 | S2 | k3 | Ø | Cf | Ψ | e sm | srm | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|-----|----|------|------|------|------|------|------|------|------------|------------|
| 1 | S | 0.9 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 2 | S | 0.5 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 3 | S | 0.9 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 4 | S | 0.4 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 5 | S | 0.8 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 6 | S | 0.5 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 7 | S | 0.8 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 8 | S | 0.0 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 2552206.10 | 1004348.03 |
| 9 | S | 1.2 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 10 | S | 0.8 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 11 | S | 1.2 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 12 | S | 0.8 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 13 | S | 1.1 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 14 | S | 0.9 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 15 | S | 1.1 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 16 | S | 0.5 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. | D barre | Beta12 |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 1 | S | 1.48 | -45.0 | 125.0 | 19.3 | -455.4 | -157.3 | ---- | ---- | ---- | ---- |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

| Comb. | Ver | S1 | S2 | k3 | Ø | Cf | Ψ | e sm | srm | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|-----|----|------|------|------|------|------|------|------|---------|---------|
| 1 | S | 1.3 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |

VERIFICA A TAGLIO IN DIREZIONE X

| | | | |
|----|---|------|-------------|
| bw | = | 80 | cm |
| h | = | 1150 | cm |
| c | = | 5.6 | cm |
| d | = | h-c | = 1144.4 cm |

MATERIALI

| | | | |
|------|---|----------|------------|
| fywd | = | 391.30 | MPa |
| Rck | = | 40 | MPa |
| gc | = | 1.5 | |
| fck | = | 0.83xRck | = 33.2 MPa |

| | | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A | PAGINA 69 di 96 |

$$f_{cd} = 0.85 \cdot f_{ck} / \gamma_c = 18.81 \text{ MPa}$$

ARMATURE A TAGLIO

$$\begin{aligned} \phi_{st} &= 16 \\ \text{braccia} &= 4 \\ \phi_{st2} &= 0 \\ \text{braccia} &= 0 \\ \text{passo} &= 20 \text{ cm} \\ (A_{sw} / s) &= 40.212 \text{ cm}^2 / \text{m} \\ \alpha &= 90^\circ \quad (90^\circ \text{ staffe verticali}) \end{aligned}$$

ARMATURE LONGITUDINALI

$$\begin{aligned} \phi &= 26 \\ \text{Numero} &= 4 \\ A_{sl} &= 21.237 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{TAGLIO AGENTE} \quad V_{Ed} &= 8270 \text{ (KN)} \\ \text{SFORZO NORMALE} \quad N_{Ed} &= 18672 \text{ (KN)} \end{aligned}$$

ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO

$$\begin{aligned} k &= 1.13 \\ v_{min} &= 0.243 \\ r_l &= 0.0002 \\ s_{cp} &= 2.0296 \text{ (Mpa)} \\ V_{Rd} &= 3927.35 \text{ (KN)} \quad \text{NO} \quad 5011.476533 \text{ (KN)} \\ V_{Rd} &= 5011.48 \text{ (KN)} \\ \alpha_c &= 1.1079 \quad N_{Ed}/A_c = 2.0296 \text{ (Mpa)} \end{aligned}$$

ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO

$$\begin{aligned} \text{IPOTESI 1} \quad \text{Cot } \alpha &= 2,5 \quad \alpha = 21,8^\circ \\ \text{Armatura trasversale} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{Rsd} &= 40516.78 \text{ (KN)} \\ V_{Rcd} &= 29610.18 \text{ (KN)} \\ V_{Rd} &= 29610.18 \text{ (KN)} \quad \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{IPOTESI 2} \quad \text{Cot } \alpha &= 1 \quad \alpha = 45^\circ \\ \text{Armatura trasversale} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{Rsd} &= 16206.71 \text{ (KN)} \\ V_{Rcd} &= 42934.76 \text{ (KN)} \\ V_{Rd} &= 16206.71 \text{ (KN)} \quad \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{IPOTESI 3} \quad \text{Cot } \alpha \text{ in cui } V_{Rsd} &= V_{Rcd} \quad \text{: Rottura bilanciata} \\ \text{cot}(\alpha) &= 2.07 \text{ (calcolato)} \quad \text{cot}(\alpha) = 2.07 \quad \text{(limitato)} \\ \alpha &= 25.75^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{Rsd} &= 33600.67 \text{ (KN)} \\ V_{Rcd} &= 33600.67 \text{ (KN)} \end{aligned}$$

| | | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A | PAGINA 70 di 96 |

VRd = 33600.67 (KN)

MASSIMO TAGLIO RESISTENTE

VRd = 33601 (KN)

VERIFICA A TAGLIO IN DIREZIONE Y

bw = 130 cm
h = 330 cm
c = 5.6 cm
d = h-c = 324.4 cm

MATERIALI

fywd = 391.30 MPa
Rck = 40 MPa
gc = 1.5
fck = 0.83xRck = 33.2 MPa
fcd = 0.85xfck/gc = 18.81 MPa

ARMATURE A TAGLIO

øst = 16
braccia = 6
øst2 = 0
braccia = 0
passo = 20 cm
(Asw / s) = 60.3 cm² / m
a = 90 ° (90° staffe verticali)

ARMATURE LONGITUDINALI

øl = 26
Numero = 7
Asl = 37.165 cm²

TAGLIO AGENTE VEd = 9474 (KN)
SFORZO NORMALE Ned = 18672 (KN)

ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO

k = 1.25
vmin = 0.281
rl = 0.0009
scp = 3.7627 (Mpa)
VRd = 3283.71 (KN) NO 3566.336278 (KN)
VRd = 3566.34 (KN)
ac = 1.2314 Ned/Ac= 4.3525 (Mpa)

ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO

IPOSTESI 1 Cot q = 2,5 q = 21,8°
Armatura trasversale

VRsd = 17227.77 (KN)

VRcd = 15159.57 (KN)

| | | | | | | | |
|---|---|--|--------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A | PAGINA 71 di 96 |

VRd = 15159.57 (KN) min(VRsd, VRcd)

IPOTESI 2 Cot q = 1 q = 45°
 Armatura trasversale

VRsd = 6891.11 (KN)

VRcd = 21981.37 (KN)

VRd = 6891.11 (KN) min(VRsd, VRcd)

IPOTESI 3 Cot q in cui VRsd=VRcd :Rottura bilanciata
 cot(q) = 2.32 (calcolato) cot(q) = 2.32 (limitato)

q = 23.32 °
 VRsd = 15983.26 (KN)

VRcd = 15983.26 (KN)

VRd = 15983.26 (KN)

MASSIMO TAGLIO RESISTENTE

VRd = 15983 (KN)

| | | | | | | |
|---|--|---|---|--------------|------|----------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | ROCKSOIL S.p.A. | IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA |
| | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | VI.01.E5.001 | A | 72 di 96 |

11 ANALISI DEI RISULTATI: SOLLECITAZIONI E VERIFICHE DEL SISTEMA DI FONDAZIONE

Nei paragrafi successivi si forniscono le sollecitazioni e le verifiche strutturali relative al sistema di fondazione. In particolare, le verifiche strutturali esibite riguardano il plinto di fondazione e la palificata relativi alla pila di altezza massima, fra quelle in esame aventi medesima tipologia di armatura.

I dati identificativi del sistema di fondazione sono sintetizzati nei prospetti di seguito:

| PROPRIETA' MECCANICHE E GEOMETRICHE PLINTO DI FONDAZIONE | | | |
|---|-----------|---------------------|--|
| Sigla plinto | F1 | - | Tipologia plinto per geometria |
| γ | 25 | kN/m ³ | Peso per unità di volume |
| f_{ck} | 28 | MPa | Resistenza cilindrica caratteristica del calcestruzzo |
| B_T | 16.5 | m | Dimensione plinto in pianta in direz. trasversale rispetto all'asse del viadotto |
| B_L | 12.0 | m | Dimensione plinto in pianta in direz. longitudinale rispetto all'asse del viadotto |
| s | 2.0 | m | Spessore del plinto |
| P_{plinto} | 9900 | kN | Peso del plinto |
| m_{plinto} | 1009 | kN/m/s ² | Massa del plinto |
| s_{terr} | 1.2 | m | Spessore medio ricoprimento |

| PROPRIETA' MECCANICHE E GEOMETRICHE PALI DI FONDAZIONE | | | |
|---|------|-------------------|---|
| γ | 25 | kN/m ³ | Peso per unità di volume |
| f_{ck} | 25 | MPa | Resistenza cilindrica caratteristica del calcestruzzo |
| n_L | 4 | - | Numero file in direzione longitudinale |
| n_T | 3 | - | Numero file in direzione trasversale |
| n | 12 | - | Numero pali |
| ϕ | 1500 | mm | Diametro pali |

Le coordinate dei pali, rispetto al baricentro del plinto di fondazione, sono riportate di seguito; il sistema di riferimento adottato fa riferimento alle seguenti direzioni:

x: Direzione trasversale rispetto all'asse del viadotto

y: Direzione parallela all'asse del viadotto

L'origine del sistema di riferimento coincide con il baricentro del plinto di fondazione.

| | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|------------------------|----------------------------------|---|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A PAGINA 73 di 96 |

Coordinate pali

| x (m) | y (m) |
|-------|-------|
| 7 | -4.5 |
| 2.25 | -4.5 |
| -2.25 | -4.5 |
| -6.75 | -4.5 |
| 6.75 | 0 |
| 2.25 | 0 |
| -2.25 | 0 |
| -6.75 | 0 |
| 6.75 | 4.5 |
| 2.25 | 4.5 |
| -2.25 | 4.5 |
| -6.75 | 4.5 |

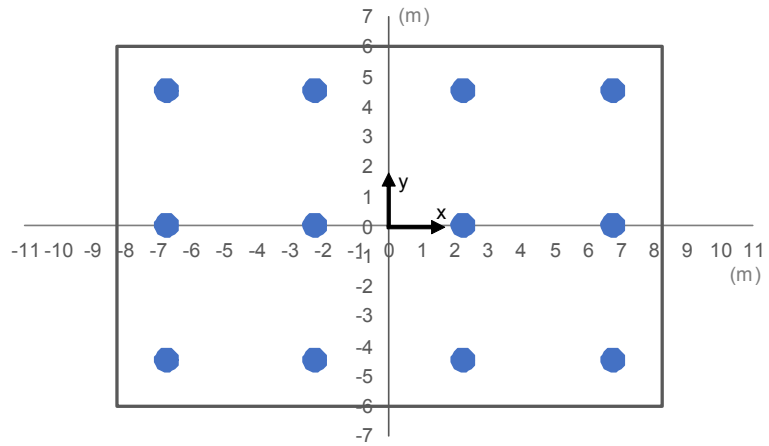


Figura 12: Disposizione dei pali di fondazione

| | | | | | | |
|--|---|--|----------|--------------|------|----------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA |
| | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | VI.01.E5.001 | A | 74 di 96 |

11.1 SOLLECITAZIONI AGENTI

Per le combinazioni di carico statiche, le sollecitazioni ad intradosso plinto sono state ottenute a partire da quelle indotte a base pila, tenendo conto del peso del plinto di fondazione, del carico permanente dovuto al peso del ricoprimento sul plinto, valutato considerandone uno spessore medio, e dell'eccentricità tra la sezione di spiccato e quella di intradosso del plinto (spessore della fondazione).

In condizione sismica, invece, secondo quanto prescritto nel par.7.2.5 del DM 14.1.2008, per le strutture progettate in CD "B" il dimensionamento delle strutture di fondazione e la verifica di sicurezza del complesso fondazione-terreno devono essere eseguiti assumendo come azioni in fondazione le resistenze degli elementi strutturali soprastanti.

Più precisamente, la forza assiale negli elementi strutturali verticali derivante dalla combinazione delle azioni deve essere associata al concomitante valore resistente del momento flettente del taglio; si richiede tuttavia che tali azioni risultino non maggiori di quelle trasferite dagli elementi soprastanti, amplificate con un γ_{Rd} pari a 1,1 in CD "B", e comunque non maggiori di quelle derivanti da una analisi elastica della struttura in elevazione eseguita con un fattore di struttura q pari a 1.

Ciò significa che le azioni di taglio e momento di verifica della fondazione devono essere pari ai valori minimi risultanti da questi tre casi sopraelencati, per i quali si riporta un riepilogo nei prospetti di seguito.

| SOLLECITAZIONI SISMICHE BASE PILA PER $q=1$ | | | | | |
|---|--------|------|-------|-------|--------|
| Combinazioni di carico | N | Ht | HI | Mt | MI |
| SLV-EL+0.3ET | -18742 | 2837 | 13888 | 25533 | 124995 |
| SLV-0.3EL+ET | -18672 | 9457 | 4166 | 85111 | 37498 |

| SOLLECITAZIONI SISMICHE CON COEFF. DI SOVRARESISTENZA $\gamma_{Rd} = 1.1$ | | | | | |
|---|--------|------|-------|-------|-------|
| Combinazioni di carico | N | Ht | HI | Mt | MI |
| SLV-EL+0.3ET | -18742 | 2914 | 10421 | 28527 | 95817 |
| SLV-0.3EL+ET | -18672 | 9097 | 3258 | 95090 | 28558 |

| SOLLECITAZIONI RESISTENTI S_{Rd} | | | | | |
|--|--------|-------|-------|--------|--------|
| Combinazioni di carico | N | Ht | HI | Mt | MI |
| SLV-EL+0.3ET | -18742 | 33601 | 15983 | 371963 | 121124 |
| SLV-0.3EL+ET | -18672 | 33601 | 15983 | 371963 | 121124 |

| | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. PAGINA A 75 di 96 |

Nel caso in esame, dunque, considerando il minimo dei valori individuati nei prospetti sopra riportati, risulta:

| SOLLECITAZIONI SISMICHE BASE PILA DI PROGETTO PER CALCOLO PLINTO | | | | | |
|---|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Combinazioni di carico | N | Ht | HI | Mt | MI |
| SLV-EL+0.3ET | -18742 | 2837 | 10421 | 25533 | 95817 |
| SLV-0.3EL+ET | -18672 | 9097 | 3258 | 85111 | 28558 |

Alle sollecitazioni sismiche base pila, di progetto per il calcolo del plinto, va sommata la forza di inerzia relativa alla parte inferiore della pila (semialtezza inferiore del fusto e plinto), calcolata con riferimento allo spettro di risposta elastico.

Di seguito sono sintetizzate le sollecitazioni ad intradosso plinto ricavate per ciascuna delle combinazioni di carico considerate.

| | | | | | | |
|---|---|--|-----------|---------------------|----------|-----------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA |
| | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | VI.01.E5.001 | A | 76 di 96 |

| Combinazioni di carico | SOLLECITAZIONI INTRADOSSO PLINTO | | | | |
|---------------------------|----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | N | Ht | HI | Mt | MI |
| - | kN | kN | kN | kNm | kNm |
| SLU-Gr.1(N) | -60098 | 2296 | 919 | 39988 | 11346 |
| SLU-Gr.3(N) | -59990 | 1469 | 2332 | 26481 | 27448 |
| SLU-Gr.1(P) | -61476 | 2144 | 1172 | 39531 | 13035 |
| SLU-Gr.3(P) | -61875 | 1404 | 2912 | 26880 | 31740 |
| SLU-Gr.1-1SW/2 | -55060 | 1310 | 629 | 37109 | 7373 |
| SLU-Gr.3-1SW/2 | -55132 | 976 | 1520 | 31614 | 16834 |
| SLU-Gr.1-MaxML(P) | -53283 | 984 | 1172 | 15910 | 16461 |
| SLU-Gr.3-MaxML(P) | -52812 | 802 | 2912 | 13764 | 35978 |
| SLU-Gr.1(N)-Gk=1.00 | -47022 | 2296 | 949 | 39778 | 11268 |
| SLU-Gr.3(N)-Gk=1.00 | -46913 | 1469 | 2362 | 26271 | 27370 |
| SLU-Gr.1(P)-Gk=1.00 | -48399 | 2144 | 1202 | 39321 | 12957 |
| SLU-Gr.3(P)-Gk=1.00 | -48798 | 1404 | 2942 | 26670 | 31662 |
| SLU-Gr.1-1SW/2-Gk=1.00 | -41983 | 1310 | 659 | 36899 | 7295 |
| SLU-Gr.3-1SW/2-Gk=1.00 | -42055 | 976 | 1550 | 31404 | 16756 |
| SLU-Gr.1-MaxML(P)-Gk=1.00 | -40207 | 984 | 1202 | 15700 | 17199 |
| SLU-Gr.3-MaxML(P)-Gk=1.00 | -39735 | 802 | 2942 | 13554 | 36716 |
| SLV-EL+0.3ET | -33119 | 3829 | 13727 | 32199 | 119965 |
| SLV-0.3EL+ET | -33049 | 12403 | 4250 | 106611 | 36067 |
| SLE-C-Gr.1(N) | -42908 | 1569 | 630 | 27337 | 7830 |
| SLE-C-Gr.3(N) | -42833 | 999 | 1605 | 18022 | 18935 |
| SLE-C-Gr.1(P) | -43858 | 1464 | 805 | 27022 | 8995 |
| SLE-C-Gr.3(P) | -44133 | 954 | 2005 | 18297 | 21895 |
| SLE-C-Gr.1-1SW/2 | -39433 | 889 | 430 | 25352 | 5090 |
| SLE-C-Gr.3-1SW/2 | -39483 | 659 | 1045 | 21562 | 11615 |
| SLE-C-Gr.1-MaxML (P) | -38208 | 664 | 805 | 10732 | 11323 |
| SLE-C-Gr.3-MaxML (P) | -37883 | 539 | 2005 | 9252 | 24783 |
| SLE-F-Gr.1(N) | -41103 | 912 | 368 | 16696 | 5536 |
| SLE-F-Gr.3(N) | -41043 | 456 | 1148 | 9244 | 14420 |
| SLE-F-Gr.1(P) | -41863 | 828 | 508 | 16444 | 6468 |
| SLE-F-Gr.3(P) | -42083 | 420 | 1468 | 9464 | 16788 |
| SLE-F-Gr.1-1SW/2 | -38323 | 368 | 208 | 15108 | 3344 |
| SLE-F-Gr.3-1SW/2 | -38363 | 184 | 700 | 12076 | 8564 |
| SLE-F-Gr.1-MaxML (P) | -37343 | 188 | 508 | 3412 | 7908 |
| SLE-F-Gr.3-MaxML (P) | -37083 | 88 | 1468 | 2228 | 18676 |
| SLE-QP | -33763 | 0 | 60 | 420 | 1620 |

Tabella 9: Sollecitazioni a quota intradosso plinto

| | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. PAGINA A 77 di 96 |

Per ricavare le sollecitazioni agenti nei pali di fondazione è stata considerato un modello di plinto rigido, in cui l'azione assiale nei pali viene valutata assumendo una rotazione rigida del plinto (palo impedito di ruotare in testa), tenendo poi conto, in maniera approssimata mediante la definizione di un apposito coefficiente, degli effetti flessionali sui pali dovuti ai carichi trasmessi dalla pila, come mostrato nelle immagini riportate di seguito.

Lo sforzo normale nei pali è quindi calcolato come segue:

$$N_i = \frac{N_{Ed}}{n} \pm \frac{(M_{Ed})d_i}{\sum_i d_i^2}$$

Le azioni di taglio sono suddivise equamente tra i pali, mentre il momento agente a quota testa pali è direttamente proporzionale al taglio mediante un coefficiente α (espresso in metri):

$$M_i(V_{Ed}) = \alpha \frac{V_{Ed}}{n}$$

Il coefficiente α dipende dalle caratteristiche di rigidezza relative palo-terreno e dunque dall'eventuale liquefacibilità del suolo. Generalmente, la sua applicazione fornisce un valore del momento sollecitante conservativo. Fissato il diametro del palo sono definiti i seguenti valori:

| D_{palo} (m) | CONDIZIONI DEL TERRENO | α (m) |
|-----------------------|------------------------------|--------------|
| 1.5 | Potenzialmente liquefacibile | 4.1 |

Si rimanda alla relazione geotecnica per maggiori dettagli relativi al calcolo di tale parametro.

| | | | | | | |
|--|---|---|--------------------------|-----------------------|----------------------------------|---|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. | | IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. PAGINA A 78 di 96 |

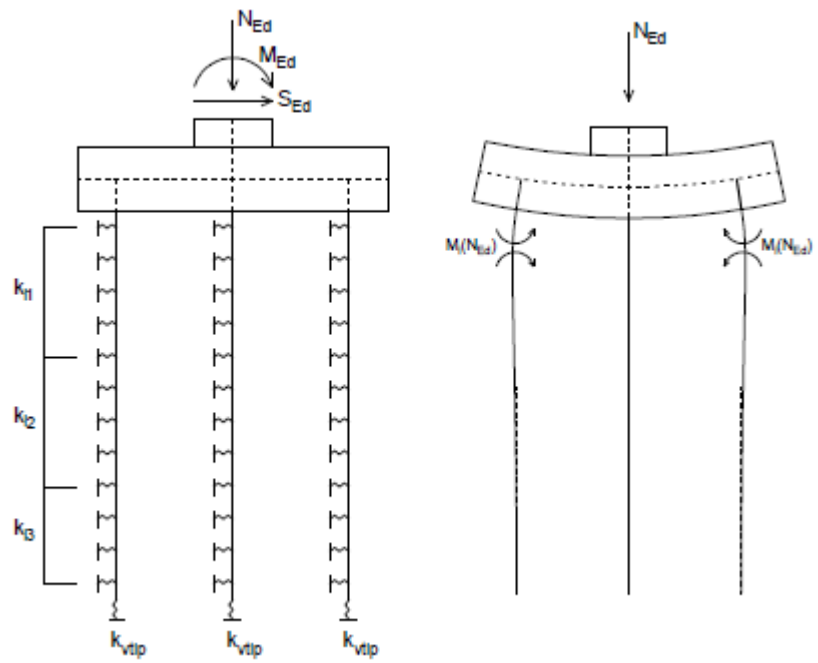


Figura 13: Modello del plinto su pali (a sinistra) ed effetto flessionale su pali dovuto al carico assiale agente sul plinto (a destra)

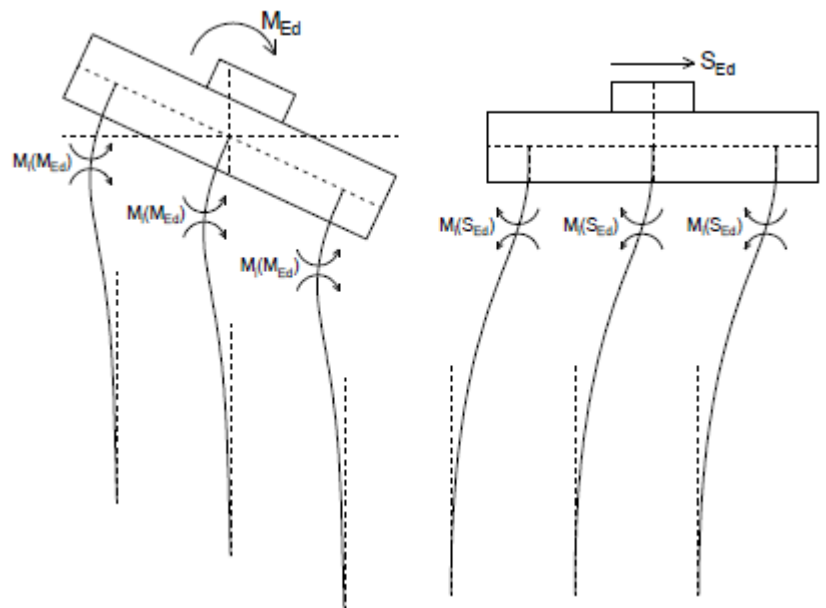


Figura 14: Effetto flessionale sui pali dovuti al momento flettente (a sinistra) e al taglio (a destra) agenti sul plinto

| | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|------------------------|----------------------------------|---|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A PAGINA 79 di 96 |

Di seguito si mostrano le sollecitazioni relative al palo più sollecitato.

| Combinazioni di carico | SOLLECITAZIONI MASSIME NEI PALI DI FONDAZIONE | | | | | | |
|---------------------------------|---|---|---|-----------------|-----------------|---------------------|------------------|
| | N_{Ed}/n kN | $(M_t \cdot d_i / ? \cdot d_i^2)$ kN | $(M_l \cdot d_i / ? \cdot d_i^2)$ kN | N_{min} kN | N_{max} kN | $V_{ris,max}$ kN | M_{max} kNm |
| - | | | | | | | |
| SLU-Gr.1(N) | -5008 | -889 | -315 | -6212 | -3804 | 206 | 845 |
| SLU-Gr.3(N) | -4999 | -588 | -762 | -6350 | -3648 | 230 | 942 |
| SLU-Gr.1(P) | -5123 | -878 | -362 | -6364 | -3882 | 204 | 835 |
| SLU-Gr.3(P) | -5156 | -597 | -882 | -6635 | -3677 | 269 | 1105 |
| SLU-Gr.1-1SW/2 | -4588 | -825 | -205 | -5618 | -3559 | 121 | 496 |
| SLU-Gr.3-1SW/2 | -4594 | -703 | -468 | -5765 | -3424 | 151 | 617 |
| SLU-Gr.1-MaxML(P) | -4440 | -354 | -457 | -5251 | -3629 | 128 | 523 |
| SLU-Gr.3-MaxML(P) | -4401 | -306 | -999 | -5706 | -3096 | 252 | 1032 |
| SLU-Gr.1(N)-Gk=1.00 | -3918 | -884 | -313 | -5115 | -2722 | 207 | 849 |
| SLU-Gr.3(N)-Gk=1.00 | -3909 | -584 | -760 | -5253 | -2565 | 232 | 951 |
| SLU-Gr.1(P)-Gk=1.00 | -4033 | -874 | -360 | -5267 | -2800 | 205 | 840 |
| SLU-Gr.3(P)-Gk=1.00 | -4066 | -593 | -880 | -5539 | -2594 | 272 | 1114 |
| SLU-Gr.1-1SW/2-Gk=1.00 | -3499 | -820 | -203 | -4521 | -2476 | 122 | 501 |
| SLU-Gr.3-1SW/2-Gk=1.00 | -3505 | -698 | -465 | -4668 | -2341 | 153 | 626 |
| SLU-Gr.1-MaxML(P)-Gk=1.00 | -3351 | -349 | -478 | -4177 | -2524 | 129 | 531 |
| SLU-Gr.3-MaxML(P)-Gk=1.00 | -3311 | -301 | -1020 | -4632 | -1990 | 254 | 1042 |
| SLV-EL+0.3ET | -2814 | -716 | -3332 | -6861 | 1234 | 1188 | 4869 |
| SLV-0.3EL+ET | -2814 | -2369 | -1002 | -6185 | 557 | 1093 | 4480 |
| SLE-C-Gr.1(N) | -3576 | -607 | -218 | -4401 | -2751 | 141 | 578 |
| SLE-C-Gr.3(N) | -3569 | -400 | -526 | -4496 | -2643 | 158 | 646 |
| SLE-C-Gr.1(P) | -3655 | -600 | -250 | -4505 | -2804 | 139 | 571 |
| SLE-C-Gr.3(P) | -3678 | -407 | -608 | -4693 | -2663 | 185 | 759 |
| SLE-C-Gr.1-1SW/2 | -3286 | -563 | -141 | -3991 | -2581 | 82 | 337 |
| SLE-C-Gr.3-1SW/2 | -3290 | -479 | -323 | -4092 | -2488 | 103 | 422 |
| SLE-C-Gr.1-MaxML(P) | -3184 | -238 | -315 | -3737 | -2631 | 87 | 357 |
| SLE-C-Gr.3-MaxML(P) | -3157 | -206 | -688 | -4051 | -2263 | 173 | 709 |
| SLE-F-Gr.1(N) | -3425 | -371 | -154 | -3950 | -2900 | 82 | 336 |
| SLE-F-Gr.3(N) | -3420 | -205 | -401 | -4026 | -2814 | 103 | 422 |
| SLE-F-Gr.1(P) | -3489 | -365 | -180 | -4034 | -2943 | 81 | 332 |
| SLE-F-Gr.3(P) | -3507 | -210 | -466 | -4184 | -2830 | 127 | 522 |
| SLE-F-Gr.1-1SW/2 | -3194 | -336 | -93 | -3622 | -2765 | 35 | 144 |
| SLE-F-Gr.3-1SW/2 | -3197 | -268 | -238 | -3703 | -2691 | 60 | 247 |
| SLE-F-Gr.1-MaxML(P) | -3112 | -76 | -220 | -3407 | -2816 | 45 | 185 |
| SLE-F-Gr.3-MaxML(P) | -3090 | -50 | -519 | -3659 | -2522 | 123 | 502 |
| SLE-QP | -2814 | -9 | -45 | -2868 | -2759 | 5 | 21 |
| Comb. dimensionante strutturali | Comb. dimensionante portanza | | | N_{min} | N_{max} | $V_{ris,max}$ | M_{max} |
| SLV-EL+0.3ET | SLV-EL+0.3ET | | | -6861 | 1234 | 1188 | 4869 |
| SLE-C-Gr.3(P) | SLE-C-Gr.3(P) | | | -4693 | -2263 | 185 | 759 |

Figura 15: Sollecitazioni massime nei pali di fondazione

| | | | | | | |
|--|------------------------------------|---|-----------------|----------|--------------|--|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | ROCKSOIL S.p.A. | | | IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. PAGINA |
| | | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | VI.01.E5.001 | A 80 di 96 |

11.2 VERIFICHE STRUTTURALI

11.2.1 Plinto di fondazione

Per le verifiche strutturali il plinto di fondazione è stato schematizzato con una mensola incastrata in corrispondenza della sezione di attacco con il fusto della pila e con l'estremità libera posta in corrispondenza della fila di pali più esterna, nella direzione di verifica considerata. Le azioni che intervengono sono rappresentate dalla pressione esercitata dal peso proprio del plinto (contributo favorevole) e dalle forze esplicate sulla mensola per la reazione vincolare dei pali. Non viene considerata l'eventualità che all'interno del plinto possa instaurarsi uno schema tirante-puntone in quanto la geometria del plinto non è tale da creare un meccanismo di mensola tozza. Si fa l'ipotesi che le reazioni del suolo siano esplicate esclusivamente dalla palificata e che siano trasmesse sul plinto come forze concentrate. Per la valutazione delle sollecitazioni sulla mensola viene presa in considerazione la combinazione di carico che dà luogo alle massime reazioni dei pali, sia in compressione che in trazione.

Per la verifica in direzione longitudinale rispetto all'asse del viadotto, si considera una mensola di larghezza pari alla dimensione del plinto nella direzione trasversale e di altezza pari allo spessore della fondazione. L'azione applicata sull'estremo libero è posta pari alla somma delle reazioni dei pali della fila più esterna.

In direzione trasversale, la mensola è caratterizzata da una luce inferiore, pertanto cautelativamente si dispongono le stesse armature verificate in direzione longitudinale.

Si esibiscono quindi le sollecitazioni e le verifiche a flessione e taglio della mensola in direzione longitudinale, relativamente alla sezione di incastro, corrispondente all'attacco plinto-fusto.

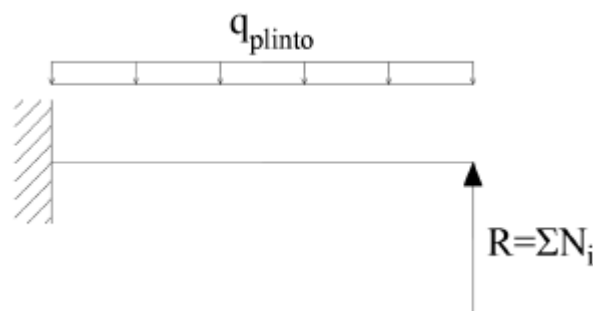


Figura 16: Schema a mensola del plinto su pali

I dati utili per la verifica del plinto in direzione longitudinale rispetto all'asse del viadotto sono sintetizzati nel prospetto di seguito.

| | | |
|---|--|--|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL VI.01.E5.001 A 81 di 96 | |

| DATI PER VERIFICA PLINTO (IN DIREZ.LONGITUDINALE) | | |
|---|-------------------|---|
| L | 2.9 m | Lunghezza mensola di calcolo |
| B | 16.5 m | Base sezione di calcolo |
| s | 2.0 m | Altezza sezione di calcolo |
| R=?Ni_SLU | -26385 kN | Somma delle reazioni dei pali sulla fila più esterna (SLU) |
| R=?Ni_SLE | -18228 kN | Somma delle reazioni dei pali sulla fila più esterna (SLE) |
| q | 825 kN/m | Peso proprio del plinto di competenza della striscia di calcolo |
| M _{i_SLU} | 76515 kNm | Momento dovuto all'azione della palificata sul plinto |
| M _{s_SLU} | -3469 kNm | Momento dovuto al peso proprio del plinto |
| M _{ris_SLU} | 73046 kNm | Momento risultante nella sezione di attacco plinto-fusto pila |
| V _{ris_SLU} | 23992 kN | Taglio risultante nella sezione di attacco plinto-fusto pila |
| M_{ris_SLU/m} | 4427 kNm/m | Momento risultante nella sezione di attacco plinto-fusto pila (striscia di 1m) |
| V_{ris_SLU/m} | 1454 kN/m | Taglio risultante nella sezione di attacco plinto-fusto pila (striscia di 1m) |
| M _{i_SLE} | 52861 kNm | Momento dovuto all'azione della palificata sul plinto |
| M _{s_SLE} | -3469 kNm | Momento dovuto al peso proprio del plinto |
| M _{ris_SLE} | 49392 kNm | Momento risultante nella sezione di attacco plinto-fusto pila |
| M_{ris_SLE/m} | 2993 kNm/m | Momento risultante nella sezione di attacco plinto-fusto pila (striscia di 1m) |

I dati sopra riportati prendono in considerazione le massime reazioni di compressione dei pali. Il prospetto di seguito tiene conto dell'eventuale sollecitazione di trazione sui pali.

| | | |
|------------------------------|--------------------|---|
| R=?Ni_SLU | 4091 kN | Somma delle reazioni dei pali sulla fila più esterna (SLU) |
| R=?Ni_SLE | -9326 kN | Somma delle reazioni dei pali sulla fila più esterna (SLE) |
| q | 1221 kN/m | Peso proprio del plinto di competenza della striscia di calcolo |
| M _{i_SLU} | -11863 kNm | Momento dovuto all'azione della palificata sul plinto |
| M _{s_SLU} | -5134 kNm | Momento dovuto al peso proprio del plinto |
| M _{ris_SLU} | -16997 kNm | Momento risultante nella sezione di attacco plinto-fusto pila |
| V _{ris_SLU} | 7631 kN | Taglio risultante nella sezione di attacco plinto-fusto pila |
| M_{ris_SLU/m} | -1030 kNm/m | Momento risultante nella sezione di attacco plinto-fusto pila (striscia di 1m) |
| V_{ris_SLU/m} | 463 kN/m | Taglio risultante nella sezione di attacco plinto-fusto pila (striscia di 1m) |
| M _{i_SLE} | - kNm | Momento dovuto all'azione della palificata sul plinto |
| M _{s_SLE} | - kNm | Momento dovuto al peso proprio del plinto |
| M _{ris_SLE} | - kNm | Momento risultante nella sezione di attacco plinto-fusto pila |
| M_{ris_SLE/m} | - kNm/m | Momento risultante nella sezione di attacco plinto-fusto pila (striscia di 1m) |

Entrambi i gruppi di sollecitazioni dedotti saranno sottoposti a verifica.

Una sintesi delle caratteristiche dell'armatura longitudinale e a taglio previste è esibita nei prospetti di seguito. Il numero totale dei ferri fa riferimento ad una sezione di larghezza pari a 1m, posta in corrispondenza dell'attacco con il fusto della pila.

| | | | | | | |
|--|------------------------------------|---|-------------------|-----------------|---------------------------|---|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. PAGINA A 82 di 96 |

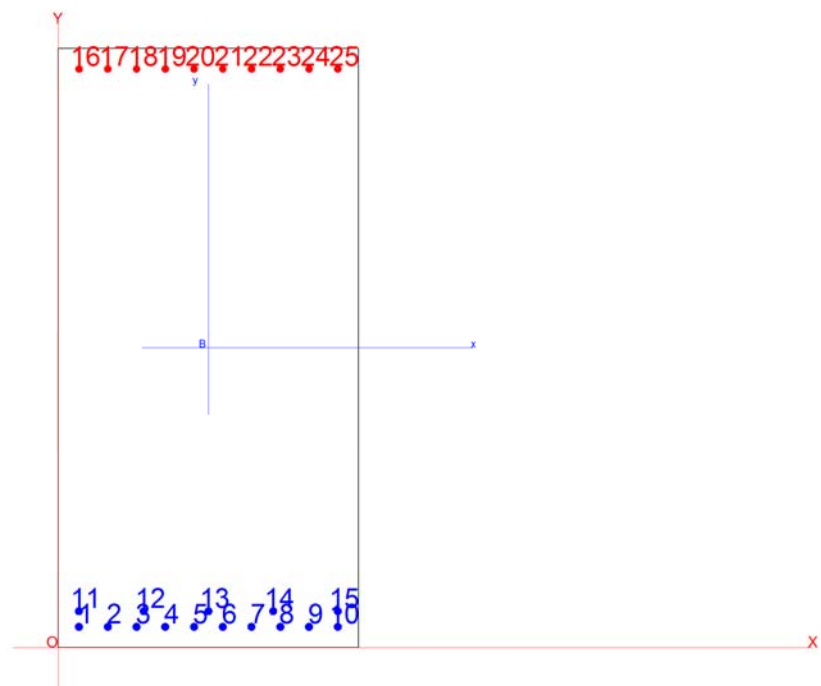
Il valore della distanza "Dist." che figura di seguito è valutata tra l'estremo inferiore della sezione e l'asse barra; l'area di armatura minima da garantire, rispetto alla sezione di calcestruzzo bxd, con d pari all'altezza utile della sezione, segue le prescrizioni riportate nel par.4.1.6.1.1 del DM 14.1.2008.

| ARMATURA LONGITUDINALE PLINTO | | | | | | | |
|-------------------------------|----------|-----------|----|-------|-----------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Direzione longitudinale | | | | | | | |
| Lato | n°strati | Dist.(cm) | n° | φ(mm) | A _s (cm ²) | A _s /bxd (%) | A _{min} /bxd (%) |
| A _s tesa | 1 | 6.9 | 10 | 26 | 53.07 | 0.4 | 0.2 |
| A _s tesa | 2 | 12.1 | 5 | 26 | 26.53 | | |
| A _s tesa | 3 | - | - | - | - | | |
| A _s ' compressa | 1 | 193.2 | 10 | 24 | 45.22 | - | - |

| ARMATURA TRASVERSALE PLINTO | | | |
|-----------------------------|-------|--------|--|
| Direzione longitudinale | | | |
| nb | φ(mm) | s (cm) | A _{v, st} /s (cm ² /m) |
| 2 | 16 | 10 | 40.21 |

Di seguito le verifiche strutturali relative al plinto di fondazione, eseguite secondo i criteri sopra esplicitati, per una striscia di larghezza pari ad 1m.

Nome sezione: VI.01 - P31 - FOND



| | | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A | PAGINA 83 di 96 |

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C28/35

| N°vertice: | X [cm] | Y [cm] |
|------------|--------|--------|
| 1 | 100.0 | 200.0 |
| 2 | 100.0 | 0.0 |
| 3 | 0.0 | 0.0 |
| 4 | 0.0 | 200.0 |

DATI BARRE ISOLATE

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1 | 6.9 | 6.9 | 26 |
| 2 | 16.5 | 6.9 | 26 |
| 3 | 26.1 | 6.9 | 26 |
| 4 | 35.6 | 6.9 | 26 |
| 5 | 45.2 | 6.9 | 26 |
| 6 | 54.8 | 6.9 | 26 |
| 7 | 64.4 | 6.9 | 26 |
| 8 | 73.9 | 6.9 | 26 |
| 9 | 83.5 | 6.9 | 26 |
| 10 | 93.1 | 6.9 | 26 |
| 11 | 6.9 | 12.1 | 26 |
| 12 | 28.5 | 12.1 | 26 |
| 13 | 50.0 | 12.1 | 26 |
| 14 | 71.6 | 12.1 | 26 |
| 15 | 93.1 | 12.1 | 26 |
| 16 | 6.9 | 193.2 | 24 |
| 17 | 16.5 | 193.2 | 24 |
| 18 | 26.1 | 193.2 | 24 |
| 19 | 35.6 | 193.2 | 24 |
| 20 | 45.2 | 193.2 | 24 |
| 21 | 54.8 | 193.2 | 24 |
| 22 | 64.4 | 193.2 | 24 |
| 23 | 73.9 | 193.2 | 24 |
| 24 | 83.5 | 193.2 | 24 |
| 25 | 93.1 | 193.2 | 24 |

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| | | | | | |
|---------|--|----|----|----|----|
| N | Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione) | | | | |
| Mx | Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez. | | | | |
| My | Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez. | | | | |
| Vy | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y | | | | |
| Vx | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x | | | | |
| N°Comb. | N | Mx | My | Vy | Vx |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|-----------------|------------------------|---------------------|---|-----------------|--|--|--|--|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | | | | |
| | | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | VI.01.E5.001 | A | 84 di 96 | | | | |

| | | | | | |
|---|------|----------|------|------|------|
| 1 | 0.00 | 4427.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 0.00 | -1030.11 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

COMB. RARE/FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| | | | | | |
|----|---|--|--|--|--|
| N | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione) | | | | |
| Mx | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione | | | | |
| My | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione | | | | |

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|-------------------|-------------|
| 1 | 0.00 | 2993.45 (2324.23) | 0.00 (0.00) |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.6 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

| | | | | | |
|----------|--|--|--|--|--|
| Ver | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata | | | | |
| N Sn | Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione) | | | | |
| Mx Sn | Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia | | | | |
| My Sn | Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia | | | | |
| N Ult | Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.) | | | | |
| Mx Ult | Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia | | | | |
| My Ult | Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia | | | | |
| Mis.Sic. | Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000 | | | | |
| As Tesa | Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa | | | | |

| N°Comb | Ver | N Sn | Mx Sn | My Sn | N Ult | Mx Ult | My Ult | Mis.Sic. | As Tesa |
|--------|-----|------|----------|-------|-------|----------|--------|----------|------------|
| 1 | S | 0.00 | 5409.35 | 0.00 | 0.00 | 5808.45 | 0.00 | 1.312 | 79.6(31.1) |
| 2 | S | 0.00 | -3222.49 | 0.00 | 0.00 | -3362.37 | 0.00 | 3.264 | 45.2(31.1) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

| | | | | | |
|--------|--|--|--|--|--|
| ec max | Deform. unit. massima del conglomerato a compressione | | | | |
| ec 3/7 | Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace | | | | |
| Xc max | Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.) | | | | |
| Yc max | Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.) | | | | |
| es min | Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione) | | | | |
| Xs min | Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.) | | | | |
| Ys min | Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.) | | | | |
| es max | Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.) | | | | |
| Xs max | Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.) | | | | |
| Ys max | Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.) | | | | |

| N°Comb | ec max | ec 3/7 | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|----------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00148 | -0.00362 | 100.0 | 200.0 | 0.00108 | 6.9 | 193.2 | -0.01000 | 6.9 | 6.9 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|---|-----------------|-----------|---|----------|-----------------|--|--|--|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | | | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | | | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | | ROCKSOIL S.p.A. | | | IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | | | | | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | | | |
| | | | | | | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | VI.01.E5.001 | A | 85 di 96 | | | |

2 0.00095 -0.00391 0.0 0.0 0.00056 6.9 6.9 -0.01000 6.9 193.2

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

| | | | | | |
|---------|--|--------------|--------------|-------|--------|
| a, b, c | Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen. | | | | |
| x/d | Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi) | | | | |
| C.Rid. | Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue | | | | |
| N°Comb | a | b | c | x/d | C.Rid. |
| 1 | 0.000000000 | 0.000059449 | -0.010410199 | 0.129 | 0.700 |
| 2 | 0.000000000 | -0.000056687 | 0.000951859 | 0.087 | 0.700 |

COMBINAZIONI RARE/FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

| | | | | | | | | | | | |
|----------------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|
| Ver | S = comb. verificata/ N = comb. non verificata | | | | | | | | | | |
| Sc max | Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa] | | | | | | | | | | |
| Xc max, Yc max | Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O) | | | | | | | | | | |
| Sf min | Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa] | | | | | | | | | | |
| Xs min, Ys min | Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O) | | | | | | | | | | |
| Ac eff. | Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre | | | | | | | | | | |
| As eff. | Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure | | | | | | | | | | |
| D barre | Distanza tre le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure | | | | | | | | | | |
| Beta12 | Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre $Beta1*Beta2$ | | | | | | | | | | |
| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. | D barre | Beta12 |
| 1 | S | 5.32 | 100.0 | 200.0 | -216.2 | 93.1 | 6.9 | 2500 | 79.6 | 5.2 | 1.00 |

COMBINAZIONI RARE/FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------|---|------|----|-------|----|----|-------|-------------------|-----|--------------|---------|---------|--|
| Ver. | La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm} | | | | | | | | | | | | |
| S1 | Esito della verifica | | | | | | | | | | | | |
| S2 | Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata | | | | | | | | | | | | |
| k2 | Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata | | | | | | | | | | | | |
| k3 | = 0.4 per barre ad aderenza migliorata | | | | | | | | | | | | |
| Ø | = 0.125 per flessione e presso-flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica | | | | | | | | | | | | |
| Cf | Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff | | | | | | | | | | | | |
| Psi | Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa | | | | | | | | | | | | |
| e sm | $= 1-Beta12*(Ssr/Ss)^2 = 1-Beta12*(f_{ctm}/S2)^2 = 1-Beta12*(M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96] | | | | | | | | | | | | |
| srm | Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4*Ss/Es$ è tra parentesi | | | | | | | | | | | | |
| wk | Distanza media tra le fessure [mm] | | | | | | | | | | | | |
| MX fess. | Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e sm * srm$. Valore limite tra parentesi | | | | | | | | | | | | |
| MY fess. | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm] | | | | | | | | | | | | |
| | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm] | | | | | | | | | | | | |
| Comb. | Ver | S1 | S2 | k3 | Ø | Cf | Psi | e sm | srm | wk | Mx fess | My fess | |
| 1 | S | -3.6 | 0 | 0.125 | 26 | 56 | 0.397 | 0.00043 (0.00043) | 163 | 0.120 (0.20) | 2324.23 | 0.00 | |

VERIFICA A TAGLIO IN DIREZIONE Y

bw = 100 cm

| | | | | | | | | | |
|---|--|--|--|---|----------|----------|--------------|------|----------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| | | ROCKSOIL S.p.A. | | IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | | | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA |
| | | | | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | VI.01.E5.001 | A | 86 di 96 |

h = 200 cm
c = 4.8 cm
d = h-c = 195.2 cm

MATERIALI

fywd = 391.30 MPa
Rck = 35 MPa
gc = 1.5
fck = 0.83xRck = 29.05 MPa
fcd = 0.85xfck/gc = 16.46 MPa

ARMATURE A TAGLIO

øst = 16
braccia = 2
øst2 = 0
braccia = 0
passo = 10 cm
(Asw / s) = 40.21 cm² / m
a = 90 ° (90° staffe verticali)

ARMATURE LONGITUDINALI

øl = 26
Numero = 15
Asl = 79.639 cm²

TAGLIO AGENTE VEd = 1454 (KN)
SFORZO NORMALE Ned = 0 (KN)

ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO

k = 1.32
vmin = 0.286
rl = 0.0041
scp = 0.0000 (Mpa)
VRd = 705.01 (KN) >= OK 558.5053317 (KN)
VRd = 705.01 (KN)
ac = 1.0000 Ned/Ac= 0.0000 (Mpa)

ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO

IPOSTESI 1 Cot q = 2,5 q = 21,8°
Armatura trasversale

VRsd = 6910.94 (KN)

VRcd = 4986.18 (KN)

VRd = 4986.18 (KN) min(VRsd, VRcd)

IPOSTESI 2 Cot q = 1 q = 45°
Armatura trasversale

VRsd = 2764.37 (KN)

VRcd = 7229.96 (KN)

| | | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A | PAGINA 87 di 96 |

$$VRd = 2764.37 \text{ (KN)}$$

$$\min(VRsd, VRcd)$$

IPOTESI 3 Cot q in cui VRsd=VRcd
cot(q) = 2.06 (calcolato) cot(q) = 2.06
q = 25.93 °

:Rottura bilanciata
(limitato)

$$VRsd = 5686.03 \text{ (KN)}$$

$$VRcd = 5686.03 \text{ (KN)}$$

$$VRd = 5686.03 \text{ (KN)}$$

MASSIMO TAGLIO RESISTENTE

$$VRd = 5686 \text{ (KN)}$$

| | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|------------------------|----------------------------------|---|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | |

11.2.2 Pali

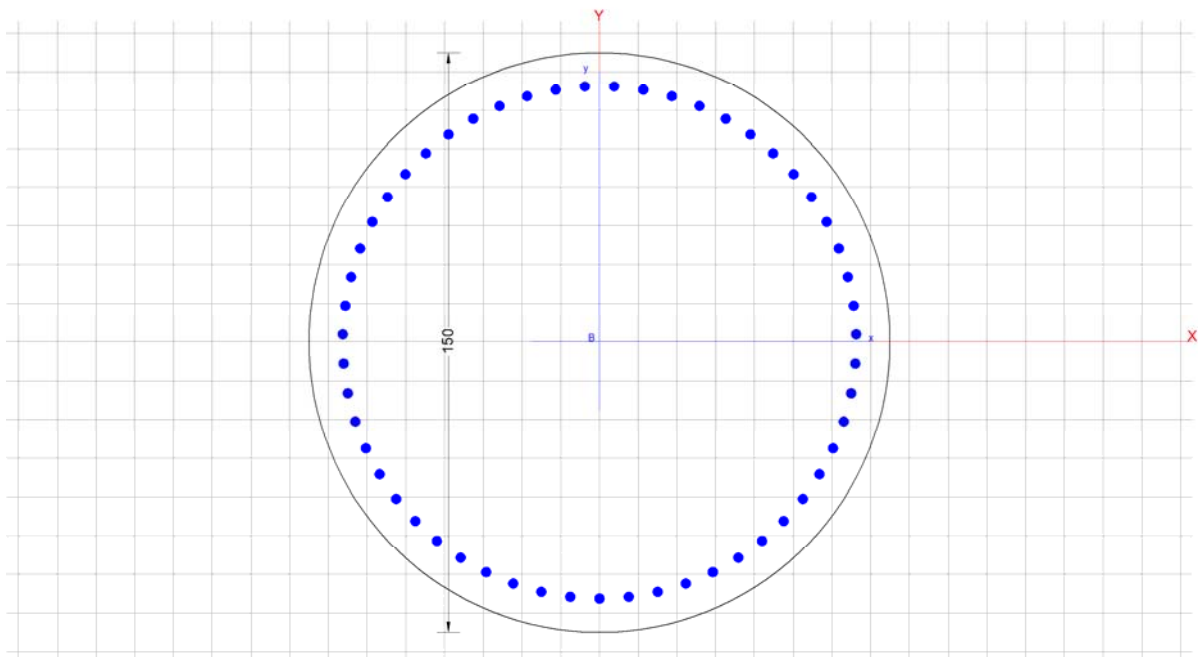
Si riportano di seguito, per ciascuna delle combinazioni di carico analizzate, le verifiche strutturali dei pali di fondazione relativi alla pila di altezza massima fra quelle del tipo in esame aventi la medesima tipologia di armatura.

Una sintesi delle caratteristiche dell'armatura longitudinale e a taglio (spirale) disposta è esibita nei prospetti di seguito. Il valore del copriferro c che figura è valutato in asse barra; l'area di armatura minima da garantire, rispetto alla sezione di calcestruzzo, segue le prescrizioni riportate nel par.2.5.2.2.6 del "Manuale di progettazione delle opere civili".

| ARMATURA LONGITUDINALE PALI | | | | | | | |
|-----------------------------|----------|--------|----|-------------|--------------------------|-------------------|-----------------------|
| D (m) | n°strati | c (cm) | n° | ϕ (mm) | A_s (cm ²) | A_s/A_{cls} (%) | A_{min}/A_{cls} (%) |
| 1.5 | 1 | 8.7 | 55 | 26 | 291.86 | 1.7 | 1.0 |

| ARMATURA TRASVERSALE PALI (SPIRALE) | | | |
|-------------------------------------|-------------|--------|-----------------------------------|
| nb | ϕ (mm) | s (cm) | $A_{v,sl}/s$ (cm ² /m) |
| 2 | 14 | 10 | 30.77 |

Nome sezione: VI.01 - P31 - PALO



| | | |
|---|--|--|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL VI.01.E5.001 A 89 di 96 | |

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

| | | |
|-----------------------------|-------|--------------------------|
| Diametro sezione: | 150.0 | cm |
| Barre circonferenza: | 55Ø26 | (292.0 cm ²) |
| Coprif. (dal baric. barre): | 8.7 | cm |

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| N | Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.) | | | |
|----------|---|---------|---------|------|
| Mx | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione | | | |
| VY | Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale | | | |
| MT | Momento torcente [kN m] | | | |
| N° Comb. | N | Mx | Vy | MT |
| 1 | 3804.43 | 844.87 | 206.07 | 0.00 |
| 2 | 3648.23 | 941.84 | 229.72 | 0.00 |
| 3 | 3882.45 | 834.77 | 203.60 | 0.00 |
| 4 | 3677.23 | 1104.66 | 269.43 | 0.00 |
| 5 | 3558.86 | 496.39 | 121.07 | 0.00 |
| 6 | 3424.21 | 617.34 | 150.57 | 0.00 |
| 7 | 3629.47 | 522.86 | 127.53 | 0.00 |
| 8 | 3095.75 | 1032.13 | 251.74 | 0.00 |
| 9 | 2721.51 | 848.73 | 207.01 | 0.00 |
| 10 | 2565.32 | 950.53 | 231.84 | 0.00 |
| 11 | 2799.53 | 839.74 | 204.81 | 0.00 |
| 12 | 2594.32 | 1113.91 | 271.68 | 0.00 |
| 13 | 2475.94 | 500.92 | 122.17 | 0.00 |
| 14 | 2341.29 | 625.99 | 152.68 | 0.00 |
| 15 | 2523.89 | 530.75 | 129.45 | 0.00 |
| 16 | 1990.17 | 1042.02 | 254.15 | 0.00 |
| 17 | -1234.34 | 4869.02 | 1187.57 | 0.00 |
| 18 | -557.42 | 4479.52 | 1092.57 | 0.00 |
| 19 | 6211.99 | 844.87 | 206.07 | 0.00 |
| 20 | 6350.06 | 941.84 | 229.72 | 0.00 |
| 21 | 6363.55 | 834.77 | 203.60 | 0.00 |
| 22 | 6635.23 | 1104.66 | 269.43 | 0.00 |
| 23 | 5617.77 | 496.39 | 121.07 | 0.00 |
| 24 | 5764.50 | 617.34 | 150.57 | 0.00 |
| 25 | 5251.11 | 522.86 | 127.53 | 0.00 |
| 26 | 5706.29 | 1032.13 | 251.74 | 0.00 |
| 27 | 5115.41 | 848.73 | 207.01 | 0.00 |
| 28 | 5253.48 | 950.53 | 231.84 | 0.00 |
| 29 | 5266.97 | 839.74 | 204.81 | 0.00 |
| 30 | 5538.64 | 1113.91 | 271.68 | 0.00 |
| 31 | 4521.19 | 500.92 | 122.17 | 0.00 |
| 32 | 4667.92 | 625.99 | 152.68 | 0.00 |
| 33 | 4177.20 | 530.75 | 129.45 | 0.00 |
| 34 | 4632.37 | 1042.02 | 254.15 | 0.00 |
| 35 | 6861.47 | 4869.02 | 1187.57 | 0.00 |
| 36 | 6184.55 | 4479.52 | 1092.57 | 0.00 |

COMB. RARE/FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| | | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A | PAGINA 90 di 96 |

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N° Comb. | N | Mx |
|----------|---------|--------------------|
| 1 | 2750.66 | 577.56 (163870.33) |
| 2 | 2642.94 | 645.92 (8005.20) |
| 3 | 2804.47 | 570.74 (0.00) |
| 4 | 2662.94 | 758.65 (4386.87) |
| 5 | 2581.30 | 337.31 (0.00) |
| 6 | 2488.44 | 422.10 (0.00) |
| 7 | 2630.97 | 356.50 (0.00) |
| 8 | 2262.89 | 709.41 (3512.59) |
| 9 | 2900.43 | 336.01 (0.00) |
| 10 | 2814.25 | 422.04 (0.00) |
| 11 | 2943.48 | 331.90 (0.00) |
| 12 | 2830.25 | 521.69 (0.00) |
| 13 | 2764.94 | 144.43 (0.00) |
| 14 | 2690.65 | 247.29 (0.00) |
| 15 | 2816.41 | 185.07 (0.00) |
| 16 | 2521.94 | 502.47 (0.00) |
| 17 | 2759.23 | 20.50 (0.00) |
| 18 | 4400.63 | 577.56 (0.00) |
| 19 | 4495.85 | 645.92 (0.00) |
| 20 | 4505.16 | 570.74 (0.00) |
| 21 | 4692.52 | 758.65 (0.00) |
| 22 | 3990.82 | 337.31 (0.00) |
| 23 | 4092.02 | 422.10 (0.00) |
| 24 | 3736.99 | 356.50 (0.00) |
| 25 | 4050.91 | 709.41 (0.00) |
| 26 | 3950.03 | 336.01 (0.00) |
| 27 | 4026.21 | 422.04 (0.00) |
| 28 | 4033.65 | 331.90 (0.00) |
| 29 | 4183.54 | 521.69 (0.00) |
| 30 | 3622.19 | 144.43 (0.00) |
| 31 | 3703.14 | 247.29 (0.00) |
| 32 | 3407.39 | 185.07 (0.00) |
| 33 | 3658.52 | 502.47 (0.00) |
| 34 | 2867.90 | 20.50 (0.00) |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 5.0 cm
Copriferro netto minimo staffe: 6.0 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|--|-------------------------|--------------------------|---|----------------------------------|------------------|---------------------------|--|--|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A | PAGINA 91 di 96 | | |

Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult) e (N,Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yneuro Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn. Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

| N° Comb | Ver | N | Mx | N Ult | Mx Ult | Mis.Sic. | Yn | M sn | x/d | C.Rid. | As Tesa |
|---------|-----|----------|---------|----------|---------|----------|------|---------|-----|--------|---------|
| 1 | S | 3804.43 | 844.87 | 3804.40 | 7353.80 | 8.704 | 20.4 | 5764.95 | --- | --- | --- |
| 2 | S | 3648.23 | 941.84 | 3648.43 | 7316.19 | 7.768 | 21.0 | 5711.75 | --- | --- | --- |
| 3 | S | 3882.45 | 834.77 | 3882.41 | 7372.50 | 8.832 | 20.2 | 5791.31 | --- | --- | --- |
| 4 | S | 3677.23 | 1104.66 | 3676.96 | 7323.10 | 6.629 | 20.9 | 5721.61 | --- | --- | --- |
| 5 | S | 3558.86 | 496.39 | 3558.75 | 7294.44 | 14.695 | 21.3 | 5681.10 | --- | --- | --- |
| 6 | S | 3424.21 | 617.34 | 3424.51 | 7261.69 | 11.763 | 21.8 | 5634.82 | --- | --- | --- |
| 7 | S | 3629.47 | 522.86 | 3629.51 | 7311.61 | 13.984 | 21.1 | 5705.32 | --- | --- | --- |
| 8 | S | 3095.75 | 1032.13 | 3095.84 | 7180.63 | 6.957 | 23.0 | 5520.76 | --- | --- | --- |
| 9 | S | 2721.51 | 848.73 | 2721.70 | 7079.00 | 8.341 | 24.4 | 5388.85 | --- | --- | --- |
| 10 | S | 2565.32 | 950.53 | 2565.03 | 7035.03 | 7.401 | 25.0 | 5333.09 | --- | --- | --- |
| 11 | S | 2799.53 | 839.74 | 2799.60 | 7100.73 | 8.456 | 24.1 | 5416.46 | --- | --- | --- |
| 12 | S | 2594.32 | 1113.91 | 2594.37 | 7043.30 | 6.323 | 24.9 | 5343.32 | --- | --- | --- |
| 13 | S | 2475.94 | 500.92 | 2476.15 | 7009.96 | 13.994 | 25.3 | 5300.99 | --- | --- | --- |
| 14 | S | 2341.29 | 625.99 | 2341.57 | 6971.80 | 11.137 | 25.8 | 5252.42 | --- | --- | --- |
| 15 | S | 2523.89 | 530.75 | 2523.67 | 7023.38 | 13.233 | 25.1 | 5318.10 | --- | --- | --- |
| 16 | S | 1990.17 | 1042.02 | 1990.47 | 6870.35 | 6.593 | 27.1 | 5124.64 | --- | --- | --- |
| 17 | S | -1234.34 | 4869.02 | -1234.53 | 5728.31 | 1.176 | 38.9 | 3862.88 | --- | --- | --- |
| 18 | S | -557.42 | 4479.52 | -557.55 | 5997.56 | 1.339 | 36.4 | 4141.28 | --- | --- | --- |
| 19 | S | 6211.99 | 844.87 | 6212.15 | 7825.58 | 9.262 | 11.7 | 6537.21 | --- | --- | --- |
| 20 | S | 6350.06 | 941.84 | 6349.89 | 7846.42 | 8.331 | 11.3 | 6578.63 | --- | --- | --- |
| 21 | S | 6363.55 | 834.77 | 6363.57 | 7848.48 | 9.402 | 11.2 | 6582.79 | --- | --- | --- |
| 22 | S | 6635.23 | 1104.66 | 6635.16 | 7888.82 | 7.141 | 10.2 | 6663.48 | --- | --- | --- |
| 23 | S | 5617.77 | 496.39 | 5617.62 | 7732.25 | 15.577 | 13.9 | 6354.89 | --- | --- | --- |
| 24 | S | 5764.50 | 617.34 | 5764.30 | 7756.21 | 12.564 | 13.3 | 6400.47 | --- | --- | --- |
| 25 | S | 5251.11 | 522.86 | 5251.37 | 7663.57 | 14.657 | 15.2 | 6239.75 | --- | --- | --- |
| 26 | S | 5706.29 | 1032.13 | 5706.44 | 7747.07 | 7.506 | 13.5 | 6382.42 | --- | --- | --- |
| 27 | S | 5115.41 | 848.73 | 5115.43 | 7637.57 | 8.999 | 15.7 | 6196.58 | --- | --- | --- |
| 28 | S | 5253.48 | 950.53 | 5253.41 | 7663.95 | 8.063 | 15.2 | 6240.41 | --- | --- | --- |
| 29 | S | 5266.97 | 839.74 | 5266.68 | 7666.47 | 9.130 | 15.2 | 6244.66 | --- | --- | --- |
| 30 | S | 5538.64 | 1113.91 | 5538.62 | 7717.59 | 6.928 | 14.2 | 6330.28 | --- | --- | --- |
| 31 | S | 4521.19 | 500.92 | 4521.29 | 7517.92 | 15.008 | 17.8 | 6004.18 | --- | --- | --- |
| 32 | S | 4667.92 | 625.99 | 4667.75 | 7547.80 | 12.057 | 17.3 | 6052.11 | --- | --- | --- |
| 33 | S | 4177.20 | 530.75 | 4177.31 | 7442.42 | 14.022 | 19.1 | 5890.26 | --- | --- | --- |
| 34 | S | 4632.37 | 1042.02 | 4632.52 | 7540.63 | 7.237 | 17.4 | 6040.58 | --- | --- | --- |
| 35 | S | 6861.47 | 4869.02 | 6861.68 | 7921.70 | 1.627 | 9.4 | 6729.78 | --- | --- | --- |
| 36 | S | 6184.55 | 4479.52 | 6184.40 | 7821.34 | 1.746 | 11.8 | 6528.82 | --- | --- | --- |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)

| | | | | | | | | |
|---|--|--|---|---------------------------------|------------------------------|---|-------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | | | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. | | | IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A | PAGINA 92 di 96 |

es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

| N°Comb | ec max | ec 3/7 | Yc max | es min | Ys min | es max | Ys max |
|--------|---------|----------|--------|---------|--------|----------|--------|
| 1 | 0.00350 | -0.00062 | 75.0 | 0.00294 | 66.3 | -0.00556 | -66.3 |
| 2 | 0.00350 | -0.00067 | 75.0 | 0.00294 | 66.3 | -0.00566 | -66.3 |
| 3 | 0.00350 | -0.00060 | 75.0 | 0.00294 | 66.3 | -0.00552 | -66.3 |
| 4 | 0.00350 | -0.00066 | 75.0 | 0.00294 | 66.3 | -0.00564 | -66.3 |
| 5 | 0.00350 | -0.00069 | 75.0 | 0.00293 | 66.3 | -0.00572 | -66.3 |
| 6 | 0.00350 | -0.00073 | 75.0 | 0.00293 | 66.3 | -0.00580 | -66.3 |
| 7 | 0.00350 | -0.00067 | 75.0 | 0.00294 | 66.3 | -0.00567 | -66.3 |
| 8 | 0.00350 | -0.00083 | 75.0 | 0.00291 | 66.3 | -0.00601 | -66.3 |
| 9 | 0.00350 | -0.00095 | 75.0 | 0.00290 | 66.3 | -0.00627 | -66.3 |
| 10 | 0.00350 | -0.00100 | 75.0 | 0.00289 | 66.3 | -0.00639 | -66.3 |
| 11 | 0.00350 | -0.00092 | 75.0 | 0.00290 | 66.3 | -0.00621 | -66.3 |
| 12 | 0.00350 | -0.00099 | 75.0 | 0.00289 | 66.3 | -0.00636 | -66.3 |
| 13 | 0.00350 | -0.00103 | 75.0 | 0.00289 | 66.3 | -0.00645 | -66.3 |
| 14 | 0.00350 | -0.00107 | 75.0 | 0.00288 | 66.3 | -0.00655 | -66.3 |
| 15 | 0.00350 | -0.00101 | 75.0 | 0.00289 | 66.3 | -0.00642 | -66.3 |
| 16 | 0.00350 | -0.00119 | 75.0 | 0.00286 | 66.3 | -0.00682 | -66.3 |
| 17 | 0.00350 | -0.00273 | 75.0 | 0.00266 | 66.3 | -0.01018 | -66.3 |
| 18 | 0.00350 | -0.00233 | 75.0 | 0.00271 | 66.3 | -0.00932 | -66.3 |
| 19 | 0.00350 | -0.00006 | 75.0 | 0.00302 | 66.3 | -0.00432 | -66.3 |
| 20 | 0.00350 | -0.00003 | 75.0 | 0.00302 | 66.3 | -0.00426 | -66.3 |
| 21 | 0.00350 | -0.00003 | 75.0 | 0.00302 | 66.3 | -0.00425 | -66.3 |
| 22 | 0.00350 | 0.00003 | 75.0 | 0.00303 | 66.3 | -0.00413 | -66.3 |
| 23 | 0.00350 | -0.00018 | 75.0 | 0.00300 | 66.3 | -0.00459 | -66.3 |
| 24 | 0.00350 | -0.00015 | 75.0 | 0.00301 | 66.3 | -0.00452 | -66.3 |
| 25 | 0.00350 | -0.00026 | 75.0 | 0.00299 | 66.3 | -0.00477 | -66.3 |
| 26 | 0.00350 | -0.00016 | 75.0 | 0.00300 | 66.3 | -0.00455 | -66.3 |
| 27 | 0.00350 | -0.00030 | 75.0 | 0.00299 | 66.3 | -0.00484 | -66.3 |
| 28 | 0.00350 | -0.00026 | 75.0 | 0.00299 | 66.3 | -0.00477 | -66.3 |
| 29 | 0.00350 | -0.00026 | 75.0 | 0.00299 | 66.3 | -0.00477 | -66.3 |
| 30 | 0.00350 | -0.00020 | 75.0 | 0.00300 | 66.3 | -0.00463 | -66.3 |
| 31 | 0.00350 | -0.00044 | 75.0 | 0.00297 | 66.3 | -0.00515 | -66.3 |
| 32 | 0.00350 | -0.00040 | 75.0 | 0.00297 | 66.3 | -0.00507 | -66.3 |
| 33 | 0.00350 | -0.00052 | 75.0 | 0.00296 | 66.3 | -0.00534 | -66.3 |
| 34 | 0.00350 | -0.00041 | 75.0 | 0.00297 | 66.3 | -0.00509 | -66.3 |
| 35 | 0.00350 | 0.00007 | 75.0 | 0.00304 | 66.3 | -0.00404 | -66.3 |
| 36 | 0.00350 | -0.00006 | 75.0 | 0.00302 | 66.3 | -0.00433 | -66.3 |

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 14 mm
Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]
N.Bracci staffe: 2
Area staffe/m : 30.8 cm²/m [Area Staffe Minima NTC = 2.3 cm²/m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Vsdu Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.14)NTC]

| | | |
|---|--|--|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL VI.01.E5.001 A 93 di 96 | |

Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.19)NTC]
Vwd Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.18)NTC]
bw Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
Teta Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

| N° Comb | Ver | Vsdu | Vrd | Vcd | Vwd | bw | Teta | Acw | ASt |
|---------|-----|---------|---------|---------|---------|-------|-------|-------|------|
| 1 | S | 206.07 | 1237.41 | 4130.07 | 3240.41 | 136.5 | 21.80 | 1.152 | 2.0 |
| 2 | S | 229.72 | 1215.77 | 4107.70 | 3240.41 | 136.5 | 21.80 | 1.146 | 2.2 |
| 3 | S | 203.60 | 1248.21 | 4141.25 | 3240.41 | 136.5 | 21.80 | 1.155 | 1.9 |
| 4 | S | 269.43 | 1219.79 | 4111.85 | 3240.41 | 136.5 | 21.80 | 1.147 | 2.6 |
| 5 | S | 121.07 | 1203.39 | 4094.89 | 3240.41 | 136.5 | 21.80 | 1.142 | 1.2 |
| 6 | S | 150.57 | 1184.75 | 4075.60 | 3240.41 | 136.5 | 21.80 | 1.137 | 1.4 |
| 7 | S | 127.53 | 1213.17 | 4105.01 | 3240.41 | 136.5 | 21.80 | 1.145 | 1.2 |
| 8 | S | 251.74 | 1134.43 | 4008.67 | 3252.11 | 135.3 | 21.80 | 1.124 | 2.4 |
| 9 | S | 207.01 | 1082.86 | 3955.32 | 3252.11 | 135.3 | 21.80 | 1.109 | 2.0 |
| 10 | S | 231.84 | 1061.34 | 3933.05 | 3252.11 | 135.3 | 21.80 | 1.103 | 2.2 |
| 11 | S | 204.81 | 1093.61 | 3966.44 | 3252.11 | 135.3 | 21.80 | 1.112 | 1.9 |
| 12 | S | 271.68 | 1065.33 | 3937.19 | 3252.11 | 135.3 | 21.80 | 1.104 | 2.6 |
| 13 | S | 122.17 | 1049.02 | 3920.31 | 3252.11 | 135.3 | 21.80 | 1.099 | 1.2 |
| 14 | S | 152.68 | 1025.60 | 3879.18 | 3264.53 | 134.0 | 21.80 | 1.094 | 1.4 |
| 15 | S | 129.45 | 1055.63 | 3927.15 | 3252.11 | 135.3 | 21.80 | 1.101 | 1.2 |
| 16 | S | 254.15 | 977.49 | 3829.41 | 3264.53 | 134.0 | 21.80 | 1.080 | 2.4 |
| 17 | S | 1187.57 | 0.00 | 3388.13 | 3345.64 | 124.9 | 21.80 | 1.000 | 10.9 |
| 18 | S | 1092.57 | 0.00 | 3447.65 | 3317.99 | 128.2 | 21.80 | 1.000 | 10.1 |
| 19 | S | 206.07 | 1389.41 | 4508.04 | 3220.78 | 138.3 | 21.80 | 1.248 | 2.0 |
| 20 | S | 229.72 | 1389.41 | 4514.35 | 3220.78 | 138.3 | 21.80 | 1.250 | 2.2 |
| 21 | S | 203.60 | 1389.41 | 4514.35 | 3220.78 | 138.3 | 21.80 | 1.250 | 1.9 |
| 22 | S | 269.43 | 1389.41 | 4514.35 | 3220.78 | 138.3 | 21.80 | 1.250 | 2.6 |
| 23 | S | 121.07 | 1389.41 | 4422.28 | 3220.78 | 138.3 | 21.80 | 1.225 | 1.2 |
| 24 | S | 150.57 | 1389.41 | 4443.46 | 3220.78 | 138.3 | 21.80 | 1.230 | 1.4 |
| 25 | S | 127.53 | 1385.42 | 4355.40 | 3229.77 | 137.5 | 21.80 | 1.210 | 1.2 |
| 26 | S | 251.74 | 1389.41 | 4435.06 | 3220.78 | 138.3 | 21.80 | 1.228 | 2.4 |
| 27 | S | 207.01 | 1385.42 | 4335.88 | 3229.77 | 137.5 | 21.80 | 1.204 | 2.0 |
| 28 | S | 231.84 | 1385.42 | 4355.74 | 3229.77 | 137.5 | 21.80 | 1.210 | 2.2 |
| 29 | S | 204.81 | 1385.42 | 4357.68 | 3229.77 | 137.5 | 21.80 | 1.210 | 2.0 |
| 30 | S | 271.68 | 1389.41 | 4410.86 | 3220.78 | 138.3 | 21.80 | 1.221 | 2.6 |
| 31 | S | 122.17 | 1318.20 | 4250.39 | 3229.77 | 137.5 | 21.80 | 1.181 | 1.2 |
| 32 | S | 152.68 | 1338.61 | 4271.50 | 3229.77 | 137.5 | 21.80 | 1.187 | 1.5 |
| 33 | S | 129.45 | 1270.36 | 4200.90 | 3229.77 | 137.5 | 21.80 | 1.167 | 1.2 |
| 34 | S | 254.15 | 1333.67 | 4266.39 | 3229.77 | 137.5 | 21.80 | 1.185 | 2.4 |
| 35 | S | 1187.57 | 1389.41 | 4514.35 | 3220.78 | 138.3 | 21.80 | 1.250 | 11.4 |
| 36 | S | 1092.57 | 1389.41 | 4504.08 | 3220.78 | 138.3 | 21.80 | 1.247 | 10.4 |

COMBINAZIONI RARE/FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max Massima tensione di compress. (+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min Minima tensione di compress. (+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])
Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|--------------------------|------------------------|----------------------------------|---|---------------------------|--|--|--|--|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | | ROCKSOIL S.p.A. | | IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A | PAGINA 94 di 96 | | | | |

As eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)

| N°Comb | Ver | Sc max | Yc max | Sc min | Yc min | Sf min | Ys min | Dw Eff. | Ac Eff. | As Eff. | D barre |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | S | 2.50 | -75.0 | 0.00 | 75.0 | 2.1 | 66.2 | 0.0 | 0 | 0.0 | ---- |
| 2 | S | 2.61 | -75.0 | 0.00 | 75.0 | -0.8 | 66.2 | 0.0 | 0 | 0.0 | ---- |
| 3 | S | 2.51 | -75.0 | 0.03 | 75.0 | 2.6 | 66.2 | 0.0 | 0 | 0.0 | ---- |
| 4 | S | 2.89 | -75.0 | 0.00 | 75.0 | -4.6 | 66.2 | 26.9 | 1018 | 26.5 | ---- |
| 5 | S | 1.90 | -75.0 | 0.44 | 75.0 | 7.8 | 66.2 | 0.0 | 0 | 0.0 | ---- |
| 6 | S | 2.05 | -75.0 | 0.21 | 75.0 | 4.8 | 66.2 | 0.0 | 0 | 0.0 | ---- |
| 7 | S | 1.97 | -75.0 | 0.42 | 75.0 | 7.6 | 66.2 | 0.0 | 0 | 0.0 | ---- |
| 8 | S | 2.63 | -75.0 | 0.00 | 75.0 | -6.6 | 66.2 | 26.9 | 1425 | 37.2 | ---- |
| 9 | S | 2.05 | -75.0 | 0.58 | 75.0 | 10.0 | 66.2 | 0.0 | 0 | 0.0 | ---- |
| 10 | S | 2.19 | -75.0 | 0.36 | 75.0 | 7.0 | 66.2 | 0.0 | 0 | 0.0 | ---- |
| 11 | S | 2.06 | -75.0 | 0.61 | 75.0 | 10.4 | 66.2 | 0.0 | 0 | 0.0 | ---- |
| 12 | S | 2.42 | -75.0 | 0.15 | 75.0 | 4.2 | 66.2 | 0.0 | 0 | 0.0 | ---- |
| 13 | S | 1.57 | -75.0 | 0.94 | 75.0 | 14.6 | 66.2 | 0.0 | 0 | 0.0 | ---- |
| 14 | S | 1.76 | -75.0 | 0.68 | 75.0 | 11.2 | 66.2 | 0.0 | 0 | 0.0 | ---- |
| 15 | S | 1.68 | -75.0 | 0.87 | 75.0 | 13.8 | 66.2 | 0.0 | 0 | 0.0 | ---- |
| 16 | S | 2.24 | -75.0 | 0.05 | 75.0 | 2.7 | 66.2 | 0.0 | 0 | 0.0 | ---- |
| 17 | S | 1.30 | -75.0 | 1.21 | 75.0 | 18.2 | 66.2 | 0.0 | 0 | 0.0 | ---- |
| 18 | S | 3.25 | -75.0 | 0.74 | 75.0 | 13.3 | 66.2 | 0.0 | 0 | 0.0 | ---- |
| 19 | S | 3.44 | -75.0 | 0.63 | 75.0 | 12.0 | 66.2 | 0.0 | 0 | 0.0 | ---- |
| 20 | S | 3.28 | -75.0 | 0.80 | 75.0 | 14.2 | 66.2 | 0.0 | 0 | 0.0 | ---- |
| 21 | S | 3.78 | -75.0 | 0.48 | 75.0 | 10.0 | 66.2 | 0.0 | 0 | 0.0 | ---- |
| 22 | S | 2.54 | -75.0 | 1.08 | 75.0 | 17.4 | 66.2 | 0.0 | 0 | 0.0 | ---- |
| 23 | S | 2.77 | -75.0 | 0.94 | 75.0 | 15.7 | 66.2 | 0.0 | 0 | 0.0 | ---- |
| 24 | S | 2.47 | -75.0 | 0.92 | 75.0 | 15.1 | 66.2 | 0.0 | 0 | 0.0 | ---- |
| 25 | S | 3.38 | -75.0 | 0.29 | 75.0 | 7.1 | 66.2 | 0.0 | 0 | 0.0 | ---- |
| 26 | S | 2.52 | -75.0 | 1.06 | 75.0 | 17.2 | 66.2 | 0.0 | 0 | 0.0 | ---- |
| 27 | S | 2.74 | -75.0 | 0.91 | 75.0 | 15.2 | 66.2 | 0.0 | 0 | 0.0 | ---- |
| 28 | S | 2.55 | -75.0 | 1.11 | 75.0 | 17.9 | 66.2 | 0.0 | 0 | 0.0 | ---- |
| 29 | S | 3.03 | -75.0 | 0.76 | 75.0 | 13.4 | 66.2 | 0.0 | 0 | 0.0 | ---- |
| 30 | S | 1.96 | -75.0 | 1.33 | 75.0 | 20.5 | 66.2 | 0.0 | 0 | 0.0 | ---- |
| 31 | S | 2.22 | -75.0 | 1.14 | 75.0 | 18.1 | 66.2 | 0.0 | 0 | 0.0 | ---- |
| 32 | S | 1.95 | -75.0 | 1.14 | 75.0 | 17.8 | 66.2 | 0.0 | 0 | 0.0 | ---- |
| 33 | S | 2.75 | -75.0 | 0.57 | 75.0 | 10.4 | 66.2 | 0.0 | 0 | 0.0 | ---- |
| 34 | S | 1.35 | -75.0 | 1.26 | 75.0 | 18.9 | 66.2 | 0.0 | 0 | 0.0 | ---- |

COMBINAZIONI RARE/FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

| | |
|---------|---|
| Ver | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata |
| ScImax | Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa] |
| ScImin | Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa] |
| K3 | =0,125 per flessione; = 0,25 (ScImin + ScImax)/(2 ScImin) per trazione eccentrica |
| Beta12 | Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2 |
| Psi | = 1-Beta12*(Ssr/Ss)² = 1-Beta12*(fctm/ScImin)² = 1-Beta12*(Mfess/M)² [B.6.6 DM96] |
| e sm | Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es |
| srm | Distanza media in mm tra le fessure |
| wk | Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite. |
| M fess. | Momento di prima fessurazione [kNm] |

| N°Comb | Ver | ScImax | ScImin | Sc Eff | K3 | Beta12 | Psi | e sm | srm | wk | M Fess. |
|--------|-----|--------|--------|--------|------|--------|-------|------|-----|------|-----------|
| 1 | S | 2.50 | -0.01 | --- | ---- | ---- | 0.400 | ---- | 0 | ---- | 163870.33 |
| 2 | S | 2.60 | -0.21 | --- | ---- | ---- | 0.400 | ---- | 0 | ---- | 8005.20 |

| | | | | | | | | |
|---|--|--|--|---------------------------------|------------------------------|---|-------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | | | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. | | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | | | PROGETTO IF1M | LOTTO 0.0.E.ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO VI.01.E5.001 | REV. A | PAGINA 95 di 96 |

| | | | | | | | | | | | |
|----|---|------|-------|-----|-------|------|-------|---------------------|-----|--------------|---------|
| 3 | S | 2.51 | 0.03 | --- | --- | --- | 0.000 | --- | 0 | --- | --- |
| 4 | S | 2.86 | -0.44 | --- | 0.125 | 1.00 | 0.400 | 0.000009 (0.000009) | 213 | 0.003 (0.20) | 4386.87 |
| 5 | S | 1.90 | 0.44 | --- | --- | --- | 0.000 | --- | 0 | --- | --- |
| 6 | S | 2.05 | 0.21 | --- | --- | --- | 0.000 | --- | 0 | --- | --- |
| 7 | S | 1.97 | 0.42 | --- | --- | --- | 0.000 | --- | 0 | --- | --- |
| 8 | S | 2.57 | -0.52 | --- | 0.125 | 1.00 | 0.400 | 0.000013 (0.000013) | 213 | 0.005 (0.20) | 3512.59 |
| 9 | S | 2.05 | 0.58 | --- | --- | --- | 0.000 | --- | 0 | --- | --- |
| 10 | S | 2.19 | 0.36 | --- | --- | --- | 0.000 | --- | 0 | --- | --- |
| 11 | S | 2.06 | 0.61 | --- | --- | --- | 0.000 | --- | 0 | --- | --- |
| 12 | S | 2.42 | 0.15 | --- | --- | --- | 0.000 | --- | 0 | --- | --- |
| 13 | S | 1.57 | 0.94 | --- | --- | --- | 0.000 | --- | 0 | --- | --- |
| 14 | S | 1.76 | 0.68 | --- | --- | --- | 0.000 | --- | 0 | --- | --- |
| 15 | S | 1.68 | 0.87 | --- | --- | --- | 0.000 | --- | 0 | --- | --- |
| 16 | S | 2.24 | 0.05 | --- | --- | --- | 0.000 | --- | 0 | --- | --- |
| 17 | S | 1.30 | 1.21 | --- | --- | --- | 0.000 | --- | 0 | --- | --- |
| 18 | S | 3.25 | 0.74 | --- | --- | --- | 0.000 | --- | 0 | --- | --- |
| 19 | S | 3.44 | 0.63 | --- | --- | --- | 0.000 | --- | 0 | --- | --- |
| 20 | S | 3.28 | 0.80 | --- | --- | --- | 0.000 | --- | 0 | --- | --- |
| 21 | S | 3.78 | 0.48 | --- | --- | --- | 0.000 | --- | 0 | --- | --- |
| 22 | S | 2.54 | 1.08 | --- | --- | --- | 0.000 | --- | 0 | --- | --- |
| 23 | S | 2.77 | 0.94 | --- | --- | --- | 0.000 | --- | 0 | --- | --- |
| 24 | S | 2.47 | 0.92 | --- | --- | --- | 0.000 | --- | 0 | --- | --- |
| 25 | S | 3.38 | 0.29 | --- | --- | --- | 0.000 | --- | 0 | --- | --- |
| 26 | S | 2.52 | 1.06 | --- | --- | --- | 0.000 | --- | 0 | --- | --- |
| 27 | S | 2.74 | 0.91 | --- | --- | --- | 0.000 | --- | 0 | --- | --- |
| 28 | S | 2.55 | 1.11 | --- | --- | --- | 0.000 | --- | 0 | --- | --- |
| 29 | S | 3.03 | 0.76 | --- | --- | --- | 0.000 | --- | 0 | --- | --- |
| 30 | S | 1.96 | 1.33 | --- | --- | --- | 0.000 | --- | 0 | --- | --- |
| 31 | S | 2.22 | 1.14 | --- | --- | --- | 0.000 | --- | 0 | --- | --- |
| 32 | S | 1.95 | 1.14 | --- | --- | --- | 0.000 | --- | 0 | --- | --- |
| 33 | S | 2.75 | 0.57 | --- | --- | --- | 0.000 | --- | 0 | --- | --- |
| 34 | S | 1.35 | 1.26 | --- | --- | --- | 0.000 | --- | 0 | --- | --- |

| | | | | | | |
|---|---|---|-----------|---------------------|----------|-----------------|
| APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. | <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. | LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO | | | | |
| PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. | <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. | IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Pila tipo B.7 (P31) - Relazione di calcolo | PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA |
| | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | VI.01.E5.001 | A | 96 di 96 |

12 INDICE DELLE FIGURE

| | |
|--|----|
| Figura 1: Vista in pianta | 6 |
| Figura 2: Sezioni in direzione trasversale e longitudinale rispetto all'asse del viadotto..... | 6 |
| Figura 3: Spettri di risposta elastici_SLV (Componente orizzontale e verticale) | 23 |
| Figura 4: Spettri di risposta di progetto (q=1,5)_SLV (Componente orizzontale e verticale)..... | 28 |
| Figura 5: Valori dei coefficienti parziali di sicurezza – Tabella 5.2.V del D.M. 14 gennaio 2008 | 32 |
| Figura 6: Valori dei coefficienti di combinazione– Tabella 5.2.VI del D.M. 14 gennaio 2008 | 32 |
| Figura 7: Ulteriori valori dei coefficienti di combinazione – Tabella 5.2.VII del D.M. 14 gennaio 2008 | 33 |
| Figura 8: Valutazione dei carichi da traffico – Tabella 5.2.IV del D.M. 14 gennaio 2008..... | 33 |
| Figura 9: Modellazione tridimensionale | 34 |
| Figura 10: Modello della pila ad oscillatore semplice | 42 |
| Figura 11: Modellazione tridimensionale agli Elementi Finiti – a) Vista 3D b) Spaccato | 44 |
| Figura 12: Disposizione dei pali di fondazione | 73 |
| Figura 13: Modello del plinto su pali (a sinistra) ed effetto flessionale su pali dovuto al carico assiale agente sul plinto (a destra)..... | 78 |
| Figura 14: Effetto flessionale sui pali dovuti al momento flettente (a sinistra) e al taglio (a destra) agenti sul plinto | 78 |
| Figura 15: Sollecitazioni massime nei pali di fondazione | 79 |
| Figura 16: Schema a mensola del plinto su pali..... | 80 |