

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA
 LEGGE OBIETTIVO N. 443/01
 LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA
 Lotto Funzionale Brescia-Verona
 PROGETTO DEFINITIVO**

TIPOLOGICO BARRIERE ANTIRUMORE

APPLICAZIONE SU RILEVATI E SOTTOVIA (V=300 km/h)

VERIFICHE STATICHE, DINAMICHE ED A FATICA

IL PROGETTISTA INTEGRATORE

saipem spa

Tommaso Taranta
Dottore in Ingegneria Civile Iscritto all'albo degli Ingegneri della Provincia di Milano al n. A23633 - Sez. A Settori: a) civile e ambientale b) industriale c) dell'informazione

Tel. 02 52020571 Fax 02 52020509
CF. e P.IVA 0083709157

IL PROGETTISTA

saipem spa

Tommaso Taranta

Dottore in Ingegneria Civile Iscritto all'albo degli Ingegneri della Provincia di Milano al n. A23633 - Sez. A Settori: a) civile e ambientale b) industriale c) dell'informazione

Tel. 02 52020571 Fax 02 52020509
CF. e P.IVA 0083709157

ALTA SORVEGLIANZA



| Verificato | Data | Approvato | Data |
|------------|------|-----------|------|
| | | | |
| | | | |

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

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | N | 0 | 5 | 0 | 0 | D | E | 2 | C | L | I | M | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 9 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

| PROGETTAZIONE GENERAL CONTRACTOR | | | | | | | | | Autorizzato/Data |
|----------------------------------|----------|-------------------|---------|----------|------------|----------|-----------|----------|--|
| Rev. | Data | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Consorzio Cepav due Project Director (Ing. F. Lombardi) Data: _____ |
| 0 | 31.03.14 | Emissione per CdS | M.T. | 31.03.14 | SGARBI | 31.03.14 | LAZZARI | 31.03.14 | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

SAIPEM S.p.a. COMM. 032121

Data: 31.03.14

Doc. N.: 60011_00.doc



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

CUP: F81H91000000008



INDICE

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | PREMESSA | 4 |
| 2 | NORMATIVA DI RIFERIMENTO | 6 |
| 3 | DOCUMENTI DI RIFERIMENTO | 7 |
| 4 | MATERIALI PRESCRITTI | 7 |
| 5 | DESCRIZIONE DEI CARICHI AGENTI..... | 9 |
| 5.1 | <i>Peso proprio.....</i> | <i>9</i> |
| 5.2 | <i>Pressione aerodinamica dei convogli</i> | <i>9</i> |
| 5.2.1 | Analisi dinamica..... | 9 |
| 5.3 | <i>Pressione del vento</i> | <i>10</i> |
| 5.4 | <i>Azioni considerate</i> | <i>11</i> |
| 6 | ESTRATTO DELLE ANALISI DINAMICHE | 13 |
| 6.1 | <i>Barriere di altezza 6.75m.....</i> | <i>13</i> |
| 6.2 | <i>Barriere di altezza 5.75m.....</i> | <i>18</i> |
| 6.3 | <i>Barriere di altezza 4.75m.....</i> | <i>22</i> |
| 6.4 | <i>Barriere di altezza 3.75m.....</i> | <i>26</i> |
| 7 | CALCOLO DELLA PORTANZA DEI TIRAFONDI A SFILAMENTO | 30 |
| 7.1 | <i>Barriera H=6.75m su rilevato e sottovia</i> | <i>31</i> |
| 7.1.1 | Metodo alle Tensioni Ammissibili..... | 31 |
| 7.1.2 | Metodo agli Stati Limite | 32 |
| 7.2 | <i>Barriera H=5.75m su rilevato</i> | <i>33</i> |
| 7.2.1 | Metodo alle Tensioni Ammissibili..... | 33 |
| 7.2.2 | Metodo agli Stati Limite | 34 |
| 7.3 | <i>Barriera H=4.75m su rilevato</i> | <i>35</i> |
| 7.3.1 | Metodo alle Tensioni Ammissibili..... | 35 |
| 7.3.2 | Metodo agli Stati Limite | 36 |
| 7.4 | <i>Barriera H=3.75m su rilevato</i> | <i>37</i> |
| 7.4.1 | Metodo alle Tensioni Ammissibili..... | 37 |
| 7.4.2 | Metodo agli Stati Limite | 38 |
| 8 | VERIFICHE DELLA SEZIONE DI ATTACCO MONTANTE-FONDAZIONE: RESISTENZA, SFILAMENTO, SERRAGGIO, FATICA DEI TIRAFONDI..... | 39 |

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 60011-00

Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
DE2CLIM0006-009

Rev.
0

Foglio
3 di 59

| | | |
|--------|--|----|
| 8.1 | Barriere di altezza 6.75m..... | 39 |
| 8.2 | Barriere di altezza 5.75m..... | 42 |
| 8.3 | Barriere di altezza 4.75m..... | 45 |
| 8.4 | Barriere di altezza 3.75m..... | 48 |
| 9 | VERIFICHE STATICHE PIASTRA DI BASE | 51 |
| 9.1 | Barriere di altezza 6.75m..... | 52 |
| 9.2 | Barriere di altezza 5.75m..... | 53 |
| 9.3 | Barriere di altezza 4.75m..... | 54 |
| 9.4 | Barriere di altezza 3.75m..... | 55 |
| 10 | VERIFICHE DEI MONTANTI: RESISTENZA, DEFORMABILITA' FATICA E STABILITÀ..... | 56 |
| 10.1 | VERIFICHE DI STABILITA' | 57 |
| 10.1.1 | Barriere di altezza H=6.75m | 57 |
| 10.1.2 | Barriere di altezza H=5.75m | 57 |
| 10.1.3 | Barriere di altezza H=4.75m | 58 |
| 10.1.4 | Barriere di altezza H=3.75m | 59 |



1 PREMESSA

La presente relazione ha come oggetto la verifica statica degli elementi strutturali delle barriere antirumore (montanti, piastre e ancoraggi) da installarsi sulla Linea AV/AC Torino-Venezia, tratta Milano-Verona, lotto funzionale Brescia-Verona.

Velocità di progetto assunta: $V = 300$ km/h.

Tipologia dei pannelli: pannellature verticali miste in calcestruzzo e acciaio supportate da montanti costituiti da profilati in acciaio; tutte le barriere presentano una pannellatura costituita da uno zoccolo in cls di 0.75m, un'altezza di 3m di pannelli in cls fonoassorbente e la parte restante, ove presente, in pannelli in acciaio inox.

L'installazione di tali barriere è prevista sia su opere d'arte che in rilevato ed in trincea ed in particolare i montanti sono collegati o direttamente alle strutture delle opere d'arte o a cordoli di fondazione mediante piastre in acciaio costolate e tirafondi.

La tabella sottoriportata sintetizza le altezze di barriera esaminate nel presente documento e la loro posizione. Le altezze sono riferite al piano del ferro; le altezze effettive delle barriere sono state aumentate di 0.75m per tenere conto della differenza tra il piano di imposta del montante ed il piano del ferro, pari proprio a circa 0.75m.

L'altezza effettiva del montante sarà ulteriormente aumentata di 0.20m.

| Tratta | Altezza barriera rispetto al p.f. m | Opera interessata |
|------------------|--|--------------------------------|
| AV (300 km/h) | 3.00 | Rilevato |
| | | Opera (sottovia, tombino, ...) |
| | 4.00 | Rilevato |
| | | Opera (sottovia, tombino, ...) |
| | 5.00 | Rilevato |
| | | Opera (sottovia, tombino, ...) |
| 6.00 | Rilevato | |
| | Opera (sottovia, tombino, ...) | |

Le barriere sono poste ad una distanza minima dall'asse del binario più vicino pari a 4.65m.

In uno scenario futuro ciascuna tipologia di montante dovrà poter essere rialzata fino a raggiungere i 6.00m sopra al piano del ferro, pertanto ciascun montante dovrà essere dotato di un numero di tirafondi

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 60011-00

Progetto

IN05

Lotto

00

Codifica Documento

DE2CLIM0006-009

Rev.

0

Foglio

5 di 59

atto a resistere alle sollecitazioni prodotte da tale altezza. Fintantoché tale sovrizzo non è realizzato, sarà possibile lasciare un congruo numero di tirafondi inerti.



2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa di riferimento è la seguente:

- **Legge n. 1086 del 5/11/1971** - Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio normale e precompresso ed a struttura metallica.
- **Norme Tecniche C.N.R. UNI n. 10011 di Giugno 1988** - Costruzioni di acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione e s. m. ed i..
- **EN 1993-1-9: 2005** – Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-9: Fatica
- **D.M. del 16/01/1996** – Norme tecniche relative ai “Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi”.
- **Circ. Min. LL. PP. n. 156AA.GG./STC del 4/07/1996 (D.M. del 16/01/1996)** - Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi.
- **Circ. Min. LL. PP. n. 252GG./STC del 15/10/1996 (D.M. del 09/01/1996)** - Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- **Circ. Min. LL.PP. n. 65 del 10/04/1997 (D.M. del 16/01/1996)** - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
- **Istruzione F.S. I/SC/PS-OM/2298 del 2/06/1995** – Sovraccarichi per il calcolo dei ponti ferroviari – Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo.
- **Istruzione F.S. 44/S del 20/10/1999.**
- **Disciplinare tecnico** – Barriere antirumore per impieghi ferroviari -Edizione 1998 e successive modificazioni e/o integrazioni di cui all'allegato 1.
- **RFI 24.03.04** “Prescrizioni tecniche integrative e provvisorie per la progettazione delle barriere antirumore”.
- **Lettera di RFI del 19/12/2005 (Prot. RFI-DIN-ICI\A0011\P\2005\0001184)**
- **Lettera di RFI del 21/06/2006 (Prot. RFI-DIN-ICI\A0011\P\2006\0000717)**
- **Istruzione UNI 9503/2007**
Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi in acciaio.

Per quanto concerne i tirafondi dei montanti, essi vengono prudenzialmente verificati anche nel rispetto delle NTC di cui al D.M. 14.01.2008.



3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

| | |
|---|----------------------|
| TIPOLOGICO BARRIERE ANTIRUMORE - APPLICAZIONE SU RILEVATI E SOTTOVIA (V=300 km/h) - VERIFICHE STATICHE, DINAMICHE ED A FATICA | IN0500DE2CLIM0006009 |
| TIPOLOGICO BARRIERE ANTIRUMORE - APPLICAZIONE SU RILEVATI E SOTTOVIA (V=300 km/h) - TIPOLOGIE, CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E NOTE GENERALI | IN0500DE2BXIM0006011 |
| TIPOLOGICO BARRIERE ANTIRUMORE - APPLICAZIONE SU RILEVATI E SOTTOVIA (V=300 km/h) - H=6.75m - CARPENTERIA IN ELEVAZIONE E DETTAGLI | IN0500DE2BXIM0006012 |
| TIPOLOGICO BARRIERE ANTIRUMORE - APPLICAZIONE SU RILEVATI E SOTTOVIA (V=300 km/h) - H=5.75m - CARPENTERIA IN ELEVAZIONE E DETTAGLI | IN0500DE2BXIM0006013 |
| TIPOLOGICO BARRIERE ANTIRUMORE - APPLICAZIONE SU RILEVATI E SOTTOVIA (V=300 km/h) - H=4.75m - CARPENTERIA IN ELEVAZIONE E DETTAGLI | IN0500DE2BXIM0006014 |
| TIPOLOGICO BARRIERE ANTIRUMORE - APPLICAZIONE SU RILEVATI E SOTTOVIA (V=300 km/h) - H=3.75m - CARPENTERIA IN ELEVAZIONE E DETTAGLI | IN0500DE2BXIM0006015 |

4 MATERIALI PRESCRITTI

I materiali prescritti per l'esecuzione dell'opera sono:

ACCIAI DA CARPENTERIA

- Acciaio per montanti metallici, piastre e irrigidenti saldati.....Tipo S355J2 UNI EN 10025
- Acciaio per elementi non saldati.....Tipo S355J0 UNI EN 10025

TIRAFONDI

- Acciaio per tirafondi: barre interamente filettate con filettatura metrica ISO a passo grosso, classe 6.8 secondo UNI EN ISO 898 parte I
- Rondelle secondo UNI 5714 in acciaio C50 ex UNI 7845 – EN 10083 -1
- Rondelle piane speciali: in acciaio C45 secondo UNI 7845 – EN 10083 – 1
- Dispositivo anti svitamento: doppio dado medio CLASSE 6 ex UNI 5588 – UNI EN 20898 PARTE II

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 60011-00

Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
DE2CLIM0006-009

Rev.
0

Foglio
8 di 59

- Coppie di serraggio: 65% dei valori della CNR 10011/88
- Boccole isolanti in poliammide o polietilene o polipropilene
- Malta antiritiro di livellamento: malta cementizia premiscelata reoplastica a ritiro compensato ad alta resistenza
($\sigma_c \geq 120$ daN/cm²) tipo Emaco S55 (o similari)

BULLONI

- Viti di classe 10.9 secondo UNI EN ISO 898 parte I, UNI 5712
- dadi di classe 10 secondo UNI EN 20898 parte II, UNI 5713
- rosette in acciaio C50 (UNI EN 10083) temperato e rinvenuto HRC 32-40, UNI 5714
- coppie di serraggio: secondo CNR 10011/88



5 DESCRIZIONE DEI CARICHI AGENTI

Il calcolo delle strutture è stato effettuato considerando il peso proprio della struttura portante (montanti) e dei pannelli fonoassorbenti in calcestruzzo e in acciaio, e le pressioni o depressioni dovute al transito dei rotabili e al vento.

5.1 PESO PROPRIO

Il peso proprio è costituito dal peso dei pannelli fonoassorbenti; per le successive calcolazioni si sono assunti i seguenti carichi comprensivi di telai, piatti, guarnizioni, ecc:

Peso proprio pannelli in cls: $= 2.50 \text{ kN/m}^2$

Peso proprio pannelli fonoisolanti in cls e argilla: $= 3.70 \text{ kN/m}^2$

Peso proprio pannelli fonoisolanti in acciaio: $= 0.25 \text{ kN/m}^2$

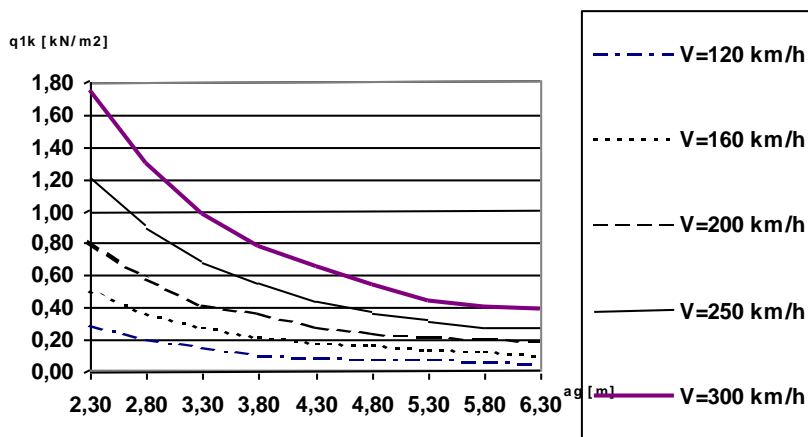
Montanti in acciaio con sezione ad H $= 78.50 \text{ kN/m}^3$

5.2 PRESSIONE AERODINAMICA DEI CONVOGLI

Per le azioni prodotte dal passaggio dei convogli ferroviari si fa riferimento al punto 1.4.6 dell'istruzione I/SC/PS/-OM/2298 del 02.06.1995 aggiornato al 13.01.1997.

Nel caso specifico considerando le velocità di percorrenza di un convoglio con forme aerodinamiche pari a $V=300 \text{ km/h}$, dall'abaco riportato in normativa si evince che per:

$a_g \cong a_{g \text{ min}} = 4.65 \text{ m}$



si ha:

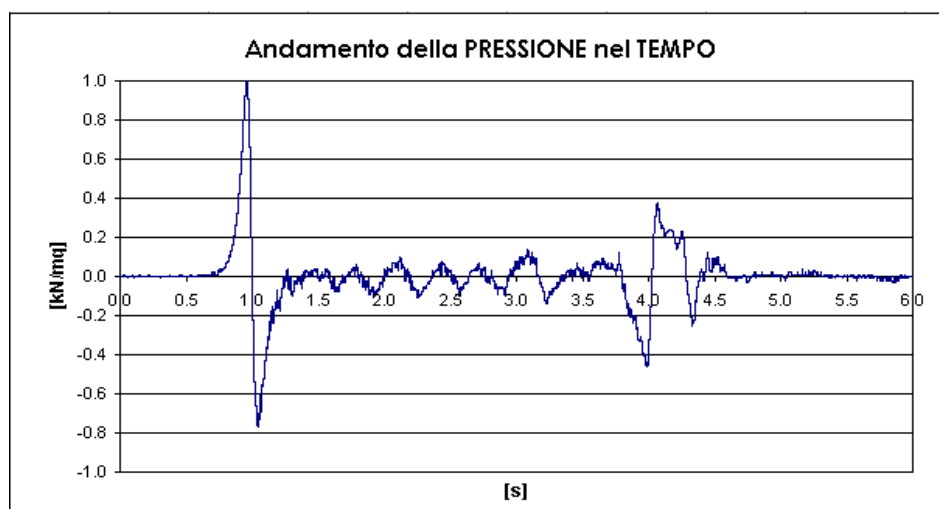
$$f(300; a_g) = 0.58 \text{ kN/m}^2 \quad q_{1k} = q_{4k} \cong 0.60 * 0.58 = 0.348 \text{ kN/m}^2$$

5.2.1 Analisi dinamica

L'analisi dinamica di cui alle "Prescrizioni tecniche integrative e provvisorie delle barriere antirumore" di RFI del 24.03.2004 è eseguita utilizzando la Time History delle pressioni rilevata dalle misurazioni



effettuate sulle barriere antirumore della RM-NA del 2004, ove l'andamento della pressione è normalizzato ad 1:



La distribuzione delle pressioni lungo l'altezza della barriera viene considerata in favore di sicurezza costante lungo tutta l'altezza della barriera.

L'analisi dinamica è stata condotta con l'ausilio di un programma ad elementi finiti (SAP2000), il passo di integrazione nel modello di calcolo è stato assunto pari a 0.001 per 10000 punti ed il coefficiente di smorzamento è stato posto pari a 0.02.

Si riporta di seguito l'analisi dinamica effettuata per la velocità di progetto pari a 300 km/h poiché quelle eseguite con velocità di progetto inferiori non risultano significative.

L'analisi dinamica è stata eseguita solamente per la velocità di progetto: 300km/h.

Le masse dei pannelli applicate al montante, aggiuntive alla massa distribuita del montante stesso ($\gamma_{\text{acciaio}} = 78.5\text{kN/m}^3$), sono le seguenti:

$$m_{\text{cls},0.75\text{m}} = 0.75\text{m} \times 2.5\text{kN/m}^2 \times 3\text{m} / 9.81 = 0.573\text{t}$$

$$m_{\text{cls},0.50\text{m}} = 0.50\text{m} \times 3.7\text{kN/m}^2 \times 3\text{m} / 9.81 = 0.566\text{t}$$

$$m_{\text{Inox},0.50\text{m}} = 0.50\text{m} \times 0.25\text{kN/m}^2 \times 3\text{m} / 9.81 = 0.038\text{t}$$

5.3 *PRESSIONE DEL VENTO*

La pressione del vento è stata calcolata secondo quanto riportato D.M. del 16/01/1996 ed in particolare determinando le azioni statiche equivalenti all'azione del vento per la barriera di altezza maggiore e posta ad altezza massima rispetto al piano campagna.

Le calcolazioni effettuate forniscono:

REGIONE

Lombardia

Zona

1

$v_{\text{ref},0}$ [m/s]

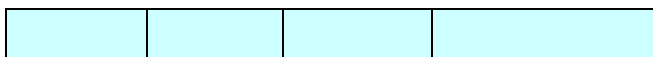
25

a_0 [m]

1000

k_a [1/s]

0.012



| | | | |
|-----------|-------|---------------------|--|
| a_s | 100 | [m] | altitudine del sito ove sorge la costruzione |
| v_{ref} | 25.0 | [m/s] | |
| q_{ref} | 390.6 | [N/m ²] | |

| | | | |
|---------------------------|----------------------------------|-----------------|---|
| ZONA | 1 | | |
| Aree con ostacoli diffusi | <input type="button" value="v"/> | Cl. Rugosità | C |

| CATEGORIA DI ESPOSIZIONE | k_r | z_0 [m] | z_{min} [m] |
|--------------------------------------|-------|-----------|---------------|
| III <input type="button" value="v"/> | 0.20 | 0.10 | 5 |

| | | | |
|-------|-------|-----|---|
| z | 6.75 | [m] | altezza della costruzione sul (dal) suolo |
| c_t | 1.50 | | coefficiente di topografia |
| c_e | 3.366 | | coefficiente di esposizione |

| | | | |
|-------|------|--|--------------------------------------|
| c_d | 1 | | coefficiente dinamico |
| c_p | 1.2 | | coefficiente di forma o aerodinamico |
| c_f | 0.02 | | coefficiente di attrito |

| | | |
|-----|--------|---------------------|
| p | 1577.8 | [N/m ²] |
|-----|--------|---------------------|

5.4 AZIONI CONSIDERATE

La somma delle azioni dovute agli effetti del vento e della pressione e depressione aerodinamica dovuta ai convogli ferroviari risulta pari a:

$$P_{tot} = q_{1k} + p = 0.348 + 1.578 = 1.926 \text{ kN/m}^2$$



La somma dei valori ricavati è quindi inferiore al valore minimo, pari a 2.50 kN/m^2 per linee con velocità superiore a 200 km/h, prescritto nelle già citate “Prescrizioni tecniche integrative e provvisorie per la progettazione delle Barriere Antirumore”.

Pertanto, assunto il valore di progetto della velocità minimo pari a 200 km/h, i carichi di progetto restano definiti come segue:

Sia per le verifiche statiche che per quelle di deformabilità, si assumerà il valore di progetto:

$$P_{\text{tot}} = P_{\text{vento}} + P_{\text{aerodinamica}} = 2.50 \text{ kN/m}^2$$

Per le verifiche a fatica, si procede solo in funzione del carico ciclico:

$$p_{\text{fat}} = p(x, V) \text{ KN/m}^2$$

Pertanto per un interasse di 3.00 tra montante e montante della barriera acustica si avranno i seguenti carichi ripartiti agenti su ogni elemento strutturale:

$$\text{analisi statica: } p = 2.50 \times 3.00 = 7.50 \text{ [KN/m]}$$

$$\text{analisi dinamica: } p_{\text{fat}} = p(x, V) \times 3.00 \text{ [KN/m]}$$



6 ESTRATTO DELLE ANALISI DINAMICHE

Nelle tabelle seguenti si riporta un estratto dei risultati delle analisi dinamiche effettuate.

Nelle ultime due colonne a destra vengono riportate, in forma veloce, le verifiche a fatica a piede montante ed a quota fine fazzoletto, condotte secondo le "Prescrizioni tecniche integrative e provvisorie per la progettazione delle Barriere Anti Rumore", per le quali le tensioni ammissibili sono rispettivamente le seguenti:

- Verifiche a fatica al piede montante: $\Delta\sigma < f_{rid} \times \Delta\sigma_D / \gamma_m = 33.02 \text{ N/mm}^2$

$\Delta\sigma_D = 46.42 \text{ N/mm}^2$ (valore $\Delta\sigma$ del punto D della curva $\Delta\sigma_A = 63 \text{ MPa}$ – CNR 10011 – Gruppo II.4 – Particolari saldati – Giunti in croce)

$\gamma_m = 1.25$

$f_{rid \text{ base}} = 0.889$ (coefficiente di riduzione di $\Delta\sigma_D$ in funzione dello spessore degli elementi; si assume lo spessore massimo fra gli elementi uniti nella sezione di base montante $t = 40 \text{ mm}$).

- Verifiche a fatica a fine irrigidente: $\Delta\sigma < \Delta\sigma_D / \gamma_m = 41.85 \text{ N/mm}^2$

$\Delta\sigma_D = 52.31 \text{ N/mm}^2$ (valore $\Delta\sigma$ del punto D della curva $\Delta\sigma_A = 71 \text{ MPa}$ – EN 1993-1-9: 2005 – Table 8.4)

$\gamma_m = 1.25$

Si allegano inoltre, per ciascuna altezza indagata, alcuni grafici di output delle analisi dinamiche effettuate.

6.1 BARRIERE DI ALTEZZA 6.75M

| RILEVATO: Risultati time history. H=6.75m. Montante:HEAA450+4X200X10X(250+500) Inter. montante: i=3.0m. Pressione = 0.348 kN/mq fino h=6.75m | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------|--|--|-----------------|---------|------------------|---------|--------|-----------------------|--------|---------------------------|-------------|-------------|-------|-------|-------|
| | | | | ANALISI STATICA | | ANALISI DINAMICA | | ΔM: ΔT | COEFFICIENTE DINAMICO | | VERIFICHE A FATICA VELOCI | | | | | |
| | | | | Max | Min | Mtot: Tot | Max | Min | Mtot | J = | H = | delta sigma | siagma amm. | | | |
| Barriere su RILEVATO (p1=2.5kN/mq-H=0.75m) (p2=3.7kN/mq-H=3.0m) (p1=0.25kN/mq-H=3m) | Con incastro alla base | v (km/h) =300 T=0.131s J(faz+prof)=76335 | z = H | d (mm) | 2.790 | 3.500 | -5.940 | 1.254 | -2.129 | 9.440 | | | | | | |
| | | | z = 0 | M (kNm) | 23.780 | 29.940 | -51.640 | 81.580 | 1.259 | -2.172 | 81.580 | 71'168 | 42.5 | 243.6 | 330.0 | |
| | | | z = 0 | T (kN) | 7.050 | 8.050 | -14.000 | 22.050 | 1.142 | -1.986 | | | | | | |
| | | | z=fine fazz. | d (mm) | | | | | | | | | | | | |
| | | | z=fine fazz. | M (kNm) | | 24.000 | -41.230 | 65.230 | | | 65.230 | 41'890 | 42.5 | 330.9 | 418.0 | |
| | | | z=fine fazz. | T (kN) | | 7.920 | -13.800 | 21.720 | | | | | | | | |
| | smorz. = 2% | Con incastro alla base | v (km/h) =300 T=0.131s J(faz+prof)=76335 | z = H | d (mm) | 1.937 | | | 0.000 | 0.000 | | | | | | |
| | | | | z = 0 | M (kNm) | 16.514 | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 71'168 | 47.0 | 0.0 | 330.0 |
| | | | | z = 0 | T (kN) | 4.896 | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | | | |
| | | | | z=fine fazz. | d (mm) | | | | | | | | | | | |
| | | | | z=fine fazz. | M (kNm) | | 0.000 | | 0.000 | | | 0.000 | 41'890 | 20.0 | 0.0 | 418.0 |
| | | | | z=fine fazz. | T (kN) | | 0.000 | | 0.000 | | | | | | | |
| | smorz. = 2% | Con incastro alla base | v (km/h) =300 T=0.131s J(faz+prof)=76335 | z = H | d (mm) | 1.240 | | | 0.000 | 0.000 | | | | | | |
| | | | | z = 0 | M (kNm) | 10.569 | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 71'168 | 47.0 | 0.0 | 330.0 |
| | | | | z = 0 | T (kN) | 3.134 | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | | | |
| | | | | z=fine fazz. | d (mm) | | | | | | | | | | | |
| z=fine fazz. | | | | M (kNm) | | 0.000 | | 0.000 | | | 0.000 | 41'890 | 20.0 | 0.0 | 418.0 | |
| z=fine fazz. | | | | T (kN) | | 0.000 | | 0.000 | | | | | | | | |

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 60011-00

Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
DE2CLIM0006-009

Rev.
0

Foglio
14 di 59

Nella tabella sopra riportata, la seconda e terza striscia sono relative alle analisi dinamiche effettuate con velocità di progetto pari rispettivamente a 250 km/h e 200 km/h i cui risultati non vengono riportati in quanto non risultano significativi.

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 60011-00

Progetto
IN05

Lotto
00

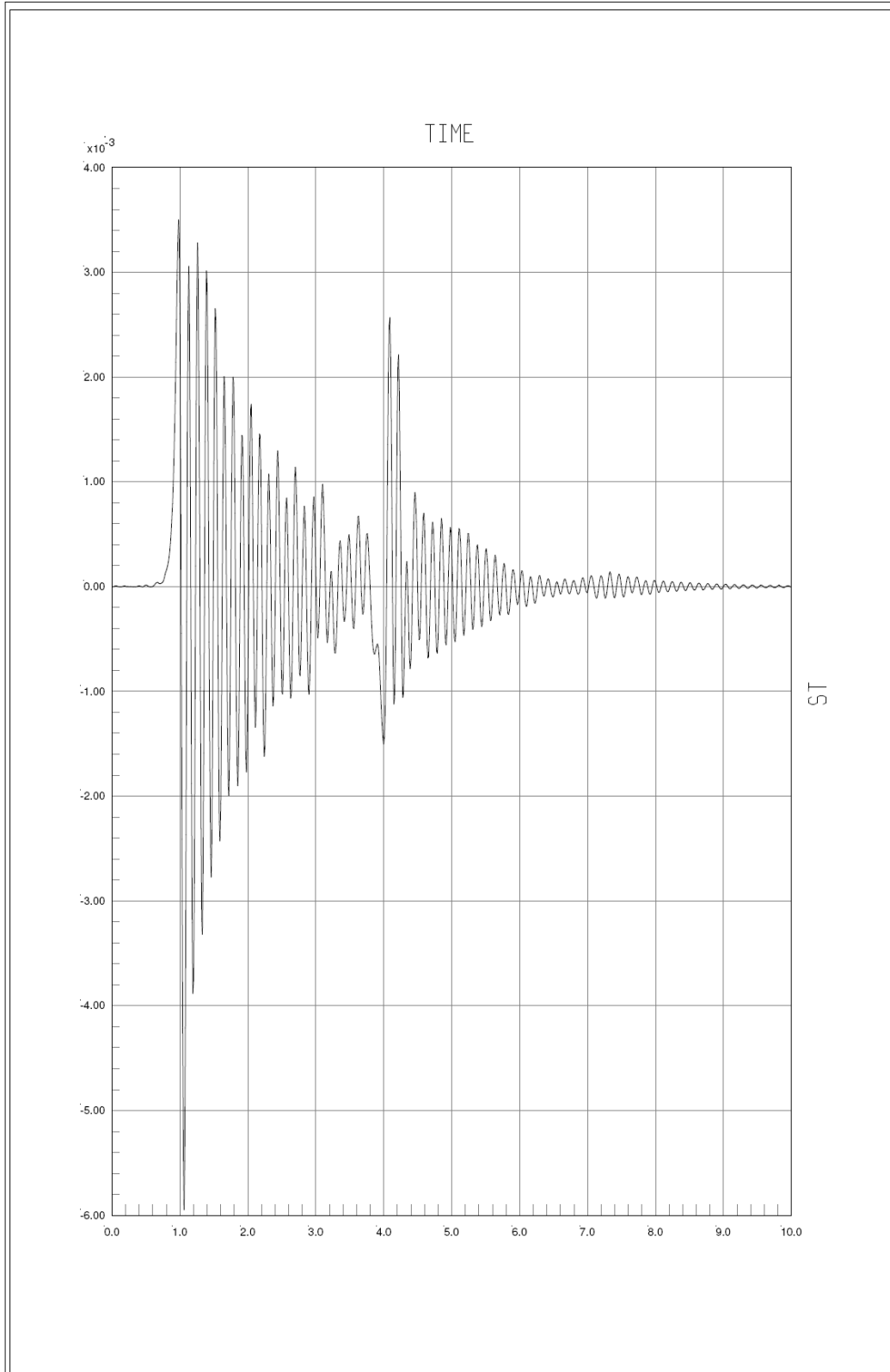
Codifica Documento
DE2CLIM0006-009

Rev.
0

Foglio
15 di 59

SAP2000

Plot Functions 9.30.11 16:59:12

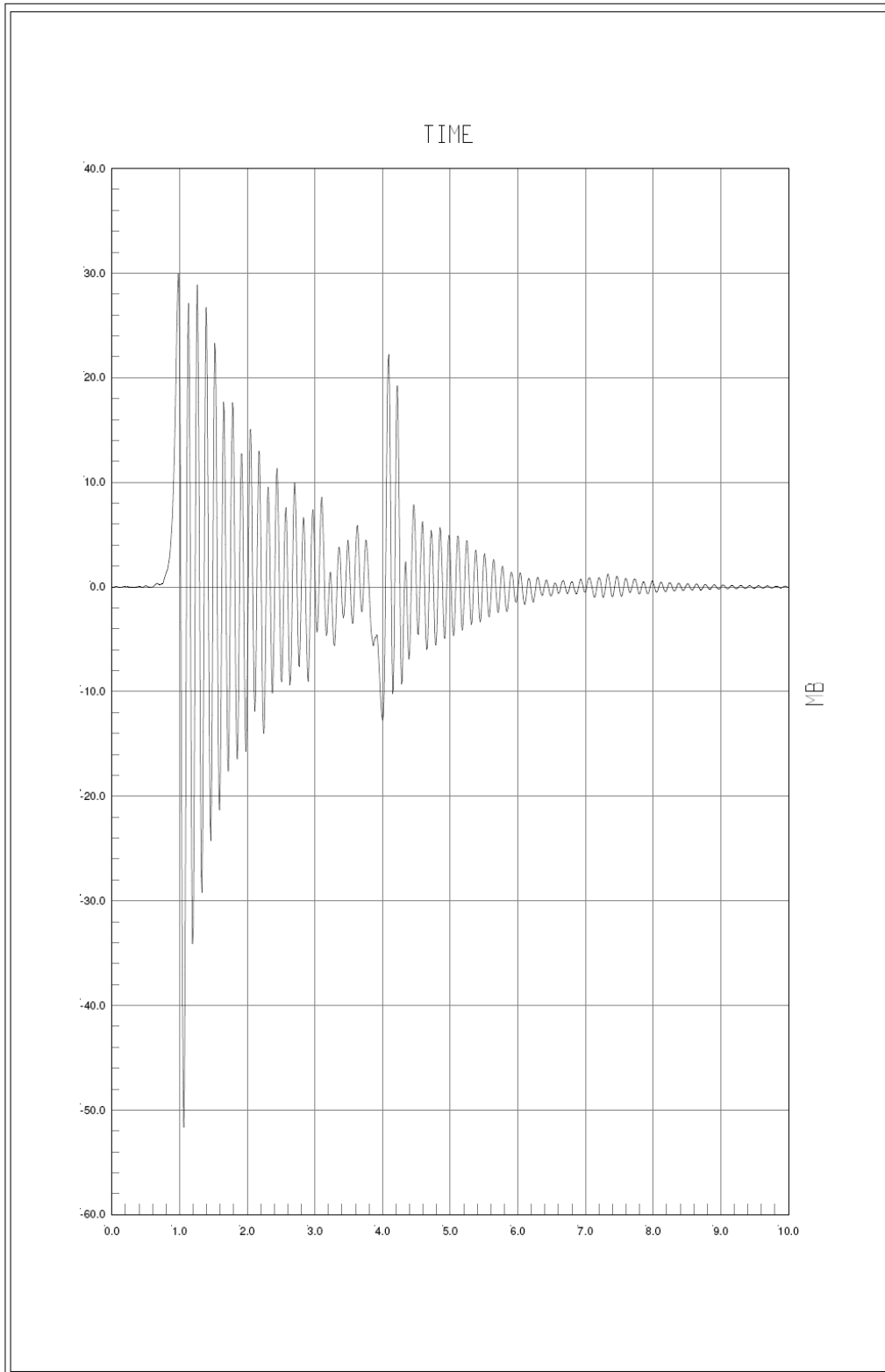


SAP2000 v14.1.0 - File:R6.75m_HEAA450_4X200x10X(250+500)_300 - Case:AZIONI - KN, m, C Units
ST: Joint 21 Displacement UY Vs TIME
Min is -5.947e-03 at 1.0600e+00 Max is 3.501e-03 at 9.8000e-01



SAP2000

Plot Functions 9.30.11 16:57:57



GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 60011-00

Progetto
IN05

Lotto
00

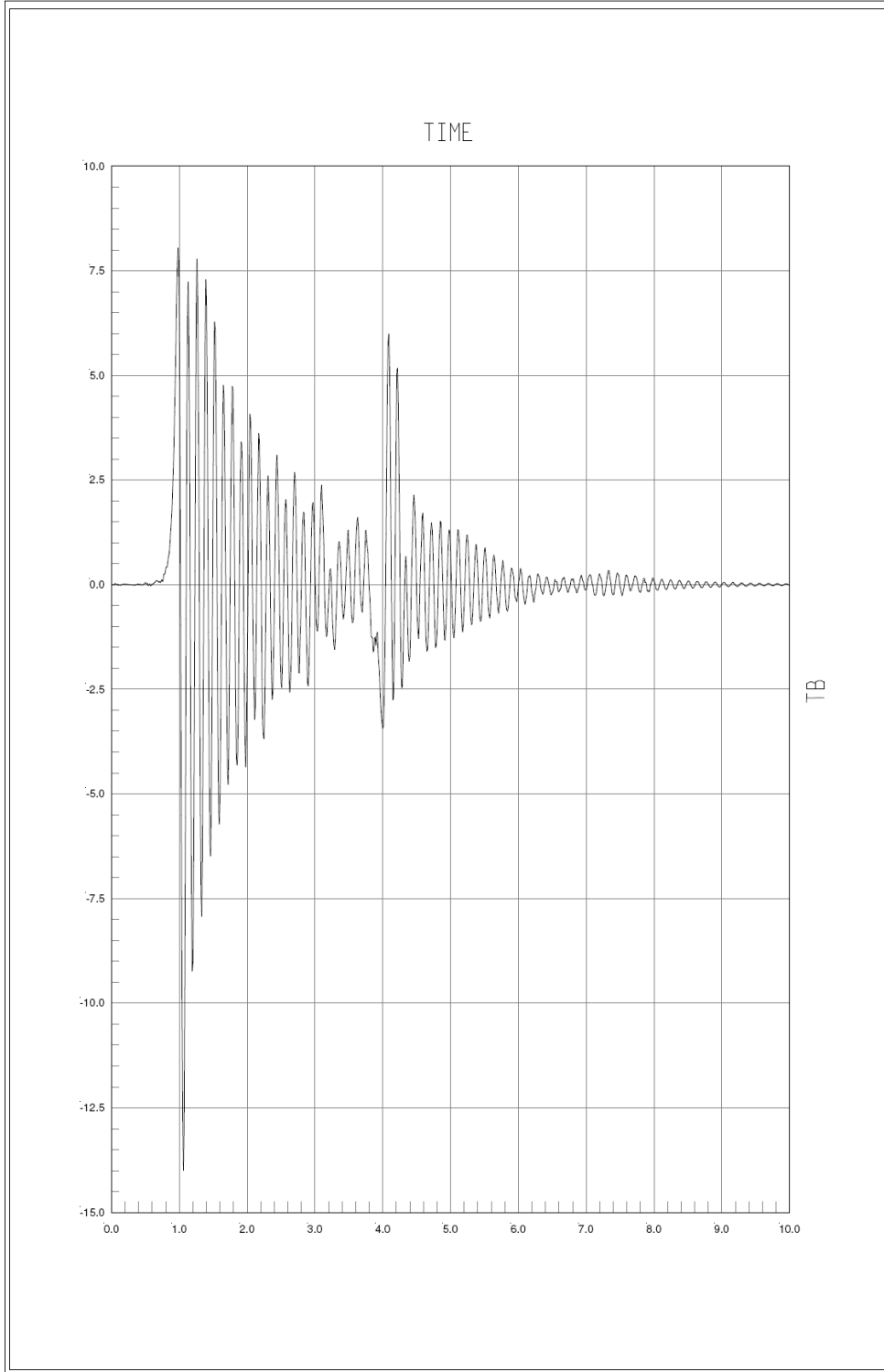
Codifica Documento
DE2CLIM0006-009

Rev.
0

Foglio
17 di 59

SAP2000

Plot Functions 9.30.11 16:58:36



SAP2000 v14.1.0 - File:R6.75m_HEAA450_4X200x10X(250+500)_300 - Case:AZIONI - KN, m, C Units
TB: Frame 21 Station 1 Shear 2-2 Vs TIME
Min is -1.399e+01 at 1.0600e+00 Max is 8.043e+00 at 9.8000e-01

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 60011-00

Progetto
IN05Lotto
00Codifica Documento
DE2CLIM0006-009Rev.
0Foglio
18 di 59

6.2 BARRIERE DI ALTEZZA 5.75M

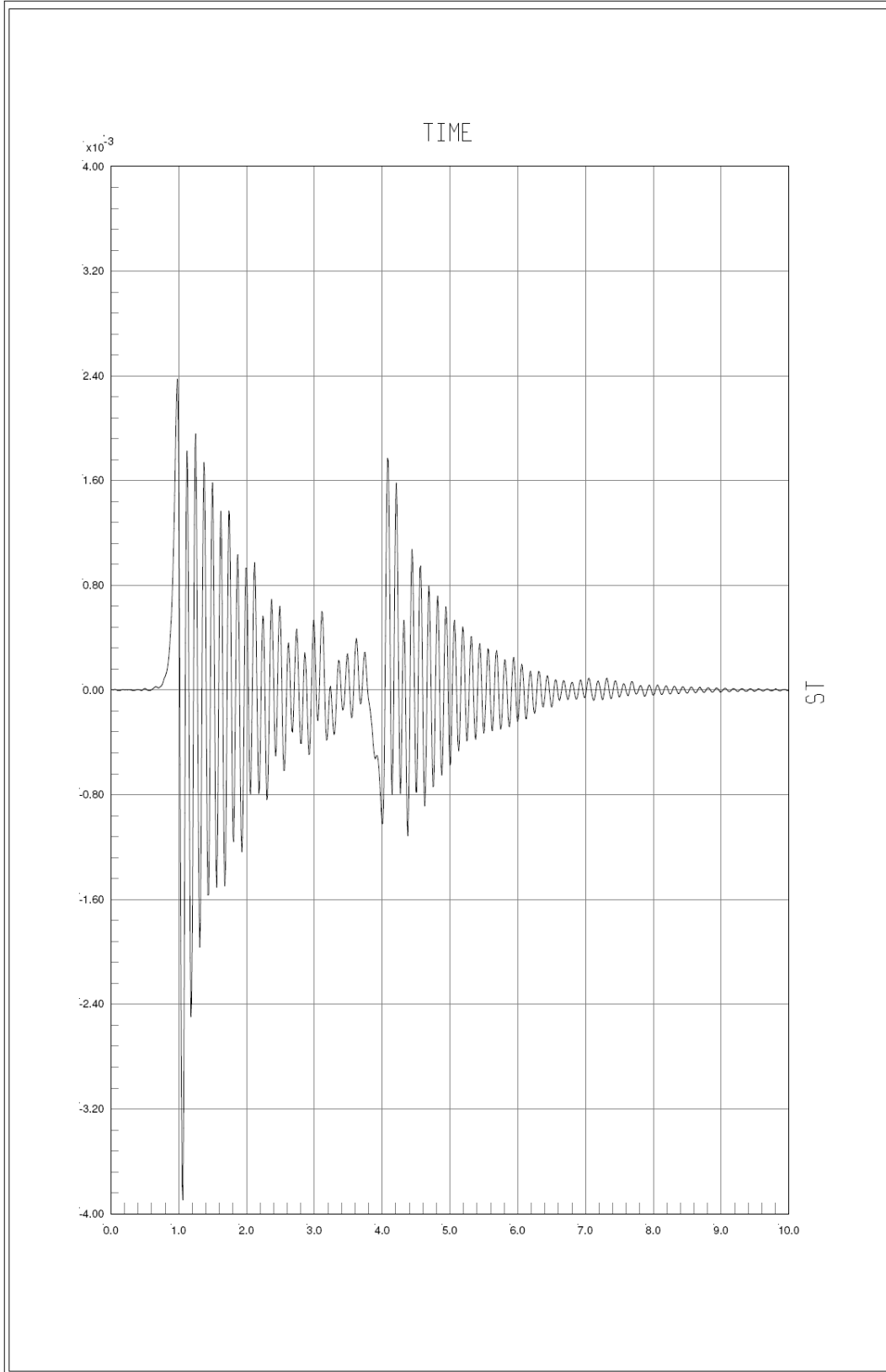
| RILEVATO: Risultati time history. H=5.75m. Montante:HEAA400+4*200X10X(250+500) Inter. montante: i=3.0m. Pressione =0.348kN/mq fino h=5.75m | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--------------|---------|-----------------|--------|------------------|--------|--------|-----------------------|--------|---------------------------|------|-------|-------------|------------|
| | | | | ANALISI STATICA | | ANALISI DINAMICA | | AM, AT | COEFFICIENTE DINAMICO | | VERIFICHE A FATICA VELOCI | | | | |
| | | | | Max | Min | Max | Min | Mtot | Max | Min | Mtot | J = | H = | delta sigma | sigma amm. |
| Barriere su RILEVATO (p1=2.5kN/mq-H=0.75m) (p2=3.7kN/mq-H=3.0m) (p1=0.25kN/mq-H=2m) | v (km/h) =300 T=0.124s J(faz+prof)=58341 | z = H | d (mm) | 1.920 | 2.340 | -3.890 | | | 1.219 | -2.026 | | | | | |
| | | z = 0 | M (kNm) | 17.260 | 21.660 | -36.000 | 57.660 | 1.255 | -2.086 | 57.660 | 55.463 | 37.8 | 196.5 | 330.0 | |
| | | z = 0 | T (kN) | 6.000 | 6.940 | -11.510 | 18.450 | 1.157 | -1.918 | | | | | | |
| | | z=fine fazz. | d (mm) | | | | | | | | | | | | |
| | | z=fine fazz. | M (kNm) | 13.050 | 16.560 | -27.460 | 44.020 | | | 44.020 | 31.250 | 37.8 | 266.2 | 418.0 | |
| | | z=fine fazz. | T (kN) | 5.220 | 6.710 | -11.200 | 17.910 | | | | | | | | |
| | Con incastro alla base smorz. = 2% | z = H | d (mm) | 1.333 | | | | 0.000 | 0.000 | | | | | | |
| | | z = 0 | M (kNm) | 11.986 | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 55.463 | 47.0 | 0.0 | 330.0 | |
| | | z = 0 | T (kN) | 4.167 | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | | | | |
| | | z=fine fazz. | d (mm) | | | | | | | | | | | | |
| | | z=fine fazz. | M (kNm) | 9.062 | | | 0.000 | | | 0.000 | 31.250 | 20.0 | 0.0 | 418.0 | |
| | | z=fine fazz. | T (kN) | 3.625 | | | 0.000 | | | | | | | | |
| | | z = H | d (mm) | 0.853 | | | | 0.000 | 0.000 | | | | | | |
| | | z = 0 | M (kNm) | 7.672 | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 55.463 | 47.0 | 0.0 | 330.0 | |
| | | z = 0 | T (kN) | 2.667 | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | | | | |
| | | z=fine fazz. | d (mm) | | | | | | | | | | | | |
| | | z=fine fazz. | M (kNm) | 5.800 | | | 0.000 | | | 0.000 | 31.250 | 20.0 | 0.0 | 418.0 | |
| | | z=fine fazz. | T (kN) | 2.320 | | | 0.000 | | | | | | | | |

Nella tabella sopra riportata, la seconda e terza striscia sono relative alle analisi dinamiche effettuate con velocità di progetto pari rispettivamente a 250 km/h e 200 km/h i cui risultati non vengono riportati in quanto non risultano significativi.



SAP2000

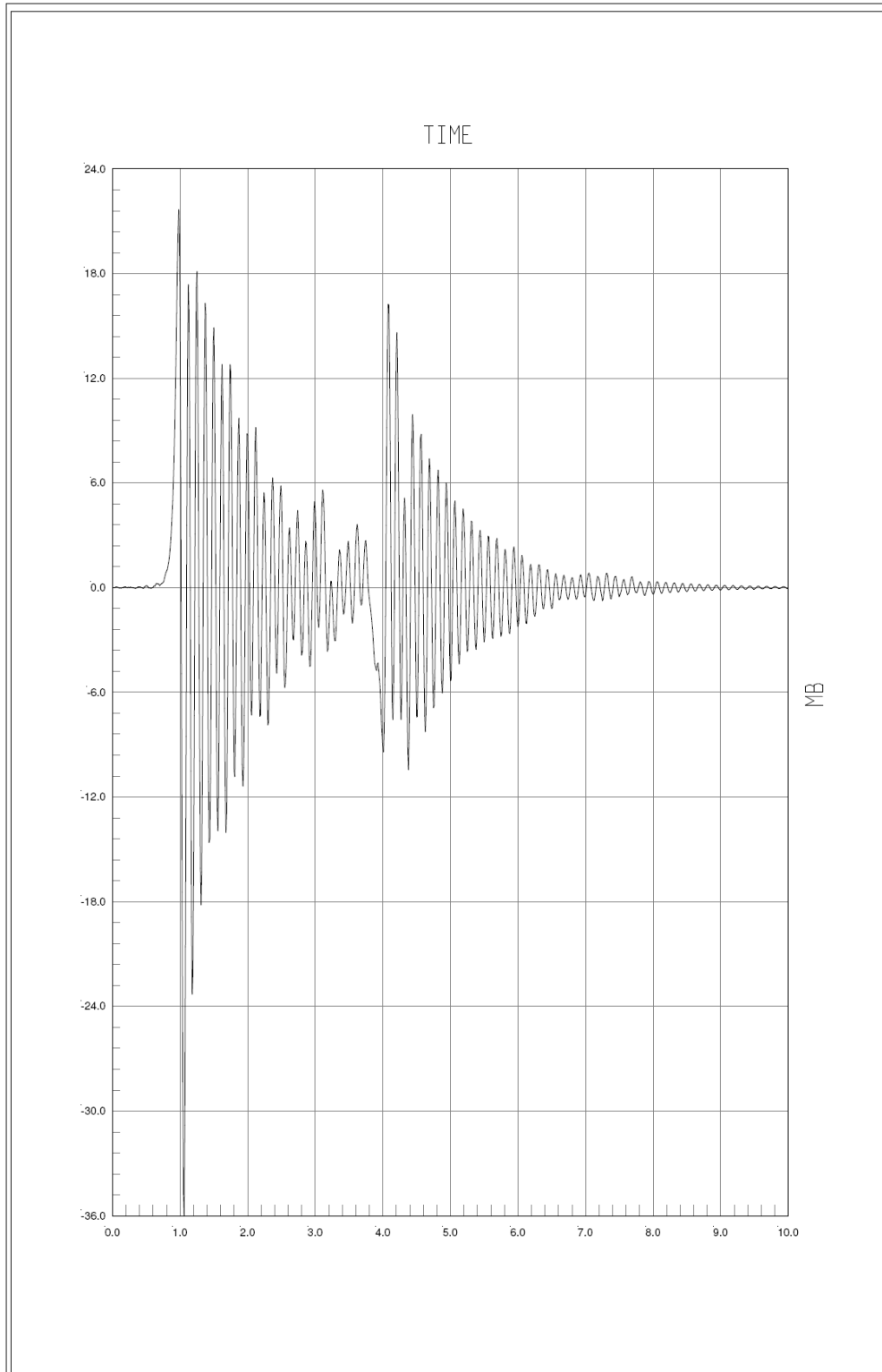
Plot Functions 9.30.11 17:01:47





SAP2000

Plot Functions 9.30.11 17:00:13

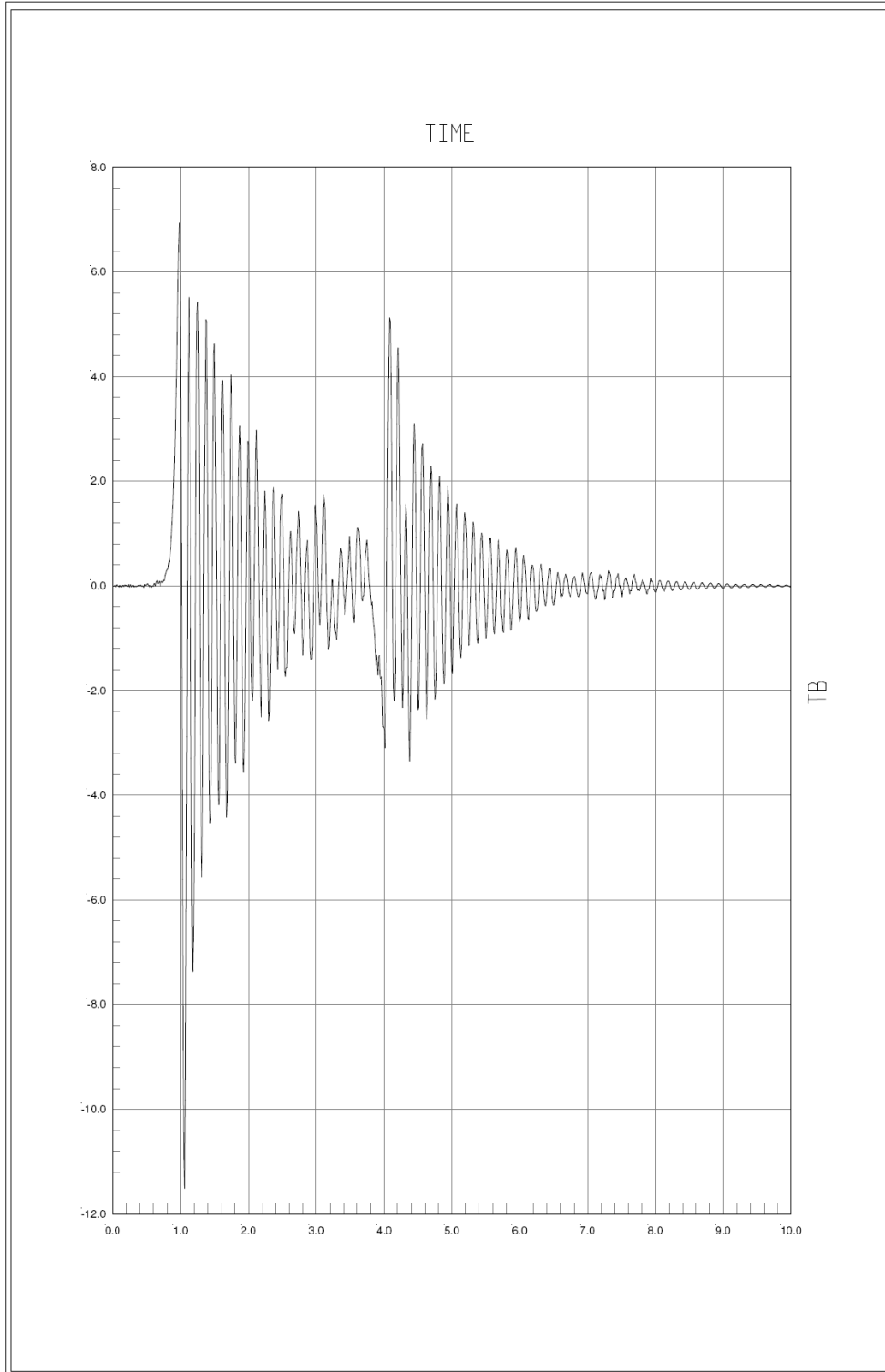


SAP2000 v14.1.0 - File:R5.75m_HEAA400+4X200X10X(250+500)_300 - Case:AZIONI - KN, m, C Units
MB: Frame 21 Station 1 Moment 3-3 Vs TIME
Min is -3.600e+01 at 1.0600e+00 Max is 2.166e+01 at 9.8000e-01



SAP2000

Plot Functions 9.30.11 17:01:09



SAP2000 v14.1.0 - File:R5.75m_HEAA400+4X200X10X(250+500)_300 - Case:AZIONI - KN, m, C Units
TB: Frame 21 Station 1 Shear 2-2 Vs TIME
Min is -1.151e+01 at 1.0600e+00 Max is 6.933e+00 at 9.8000e-01



6.3 BARRIERE DI ALTEZZA 4.75M

| RILEVATO: Risultati time history. H=4.75m. Montante:HEAA360 Inter. montante: i=3.0m. Pressione =0.348kN/mq fino h=4.75m | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|-------------|---------|-----------------|------------------|---------|------------|--------|--------|-----------------------|-------|---------------------------|-------------|-------------|--|--|
| | | | | | ANALISI STATICA | ANALISI DINAMICA | | | ΔM: ΔT | | COEFFICIENTE DINAMICO | | VERIFICHE A FATICA VELOCI | | | | |
| | | | | | | Max | Min | Mtot: Ttot | Max | Min | Mtot | J = | H = | delta sigma | sligma amm. | | |
| Barriere su RILEVATO (p1=2.5kN/mq-H=0.75m) (p2=3.7kN/mq-H=3.0m) (p1=0.25kN/mq-H=1m) | v (km/h) =300 T=0.139s J(faz+prof)=23040 | Con incastro alla base smorz. = 2% | z = H | d (mm) | 1.440 | 1.920 | -3.140 | | 1.333 | -2.181 | | | | | | | |
| | | | z = 0 | M (kNm) | 11.780 | 15.480 | -25.400 | 40.880 | 1.314 | -2.156 | 40.880 | 23040 | 33.9 | 300.7 | 330.0 | | |
| | | | z = 0 | T (kN) | 4.960 | 5.620 | -9.440 | 15.060 | 1.133 | -1.903 | | | | | | | |
| | | | z=fine fazz | d (mm) | | | | | | | | | | | | | |
| | | | z=fine fazz | M (kNm) | | | | 0.000 | | | 0.000 | 23040 | 33.9 | 0.0 | 418.0 | | |
| | | | z=fine fazz | T (kN) | | | | 0.000 | | | | | | | | | |
| | z = H | d (mm) | 1.000 | | | | 0.000 | 0.000 | | | | | | | | | |
| | | z = 0 | M (kNm) | 8.180 | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 27150 | 47.0 | 0.0 | 330.0 | | | |
| | | z = 0 | T (kN) | 3.444 | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | | | | | | |
| | | z=fine fazz | d (mm) | | | | | | | | | | | | | | |
| | | z=fine fazz | M (kNm) | 0.000 | | | 0.000 | | | 0.000 | 23040 | 33.9 | 0.0 | 418.0 | | | |
| | | z=fine fazz | T (kN) | 0.000 | | | 0.000 | | | | | | | | | | |
| | z = H | d (mm) | 0.640 | | | | | 0.000 | 0.000 | | | | | | | | |
| | | z = 0 | M (kNm) | 5.236 | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 27150 | 47.0 | 0.0 | 330.0 | | | |
| | | z = 0 | T (kN) | 2.205 | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | | | | | | |
| | | z=fine fazz | d (mm) | | | | | | | | | | | | | | |
| | | z=fine fazz | M (kNm) | 0.000 | | | 0.000 | | | 0.000 | 23040 | 33.9 | 0.0 | 418.0 | | | |
| | | z=fine fazz | T (kN) | 0.000 | | | 0.000 | | | | | | | | | | |

Nella tabella sopra riportata, la seconda e terza striscia sono relative alle analisi dinamiche effettuate con velocità di progetto pari rispettivamente a 250 km/h e 200 km/h i cui risultati non vengono riportati in quanto non risultano significativi.



Doc. N. 60011-00

Progetto
IN05

Lotto
00

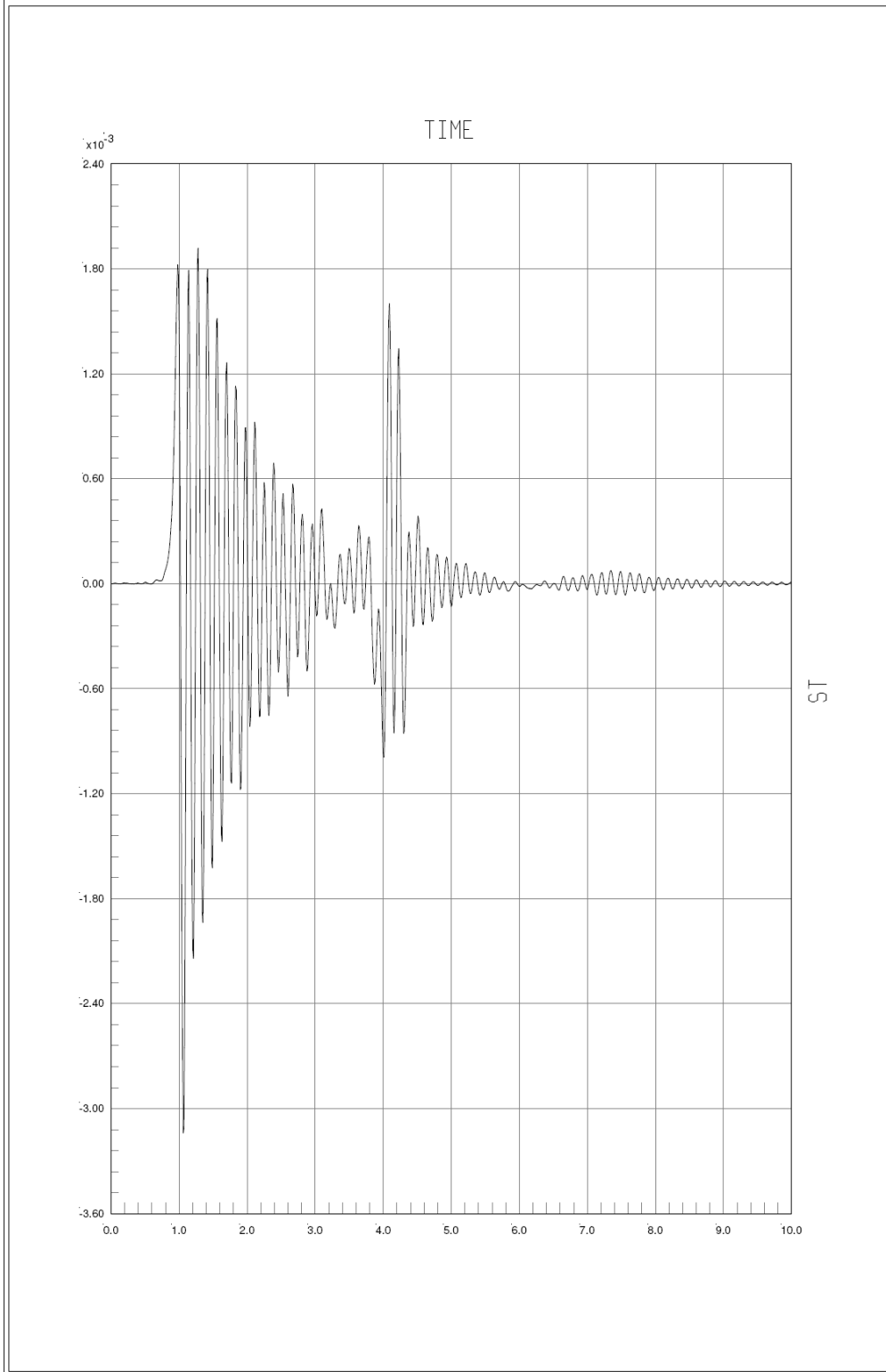
Codifica Documento
DE2CLIM0006-009

Rev.
0

Foglio
23 di 59

SAP2000

Plot Functions 9.30.11 17:05:05



SAP2000 v14.1.0 - File:R4.75m_HEAA360_300 - Case:AZIONI - KN, m, C Units
ST: Joint 5 Displacement UY Vs TIME
Min is -3.139e-03 at 1.0600e+00 Max is 1.918e-03 at 1.2800e+00

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 60011-00

Progetto
IN05

Lotto
00

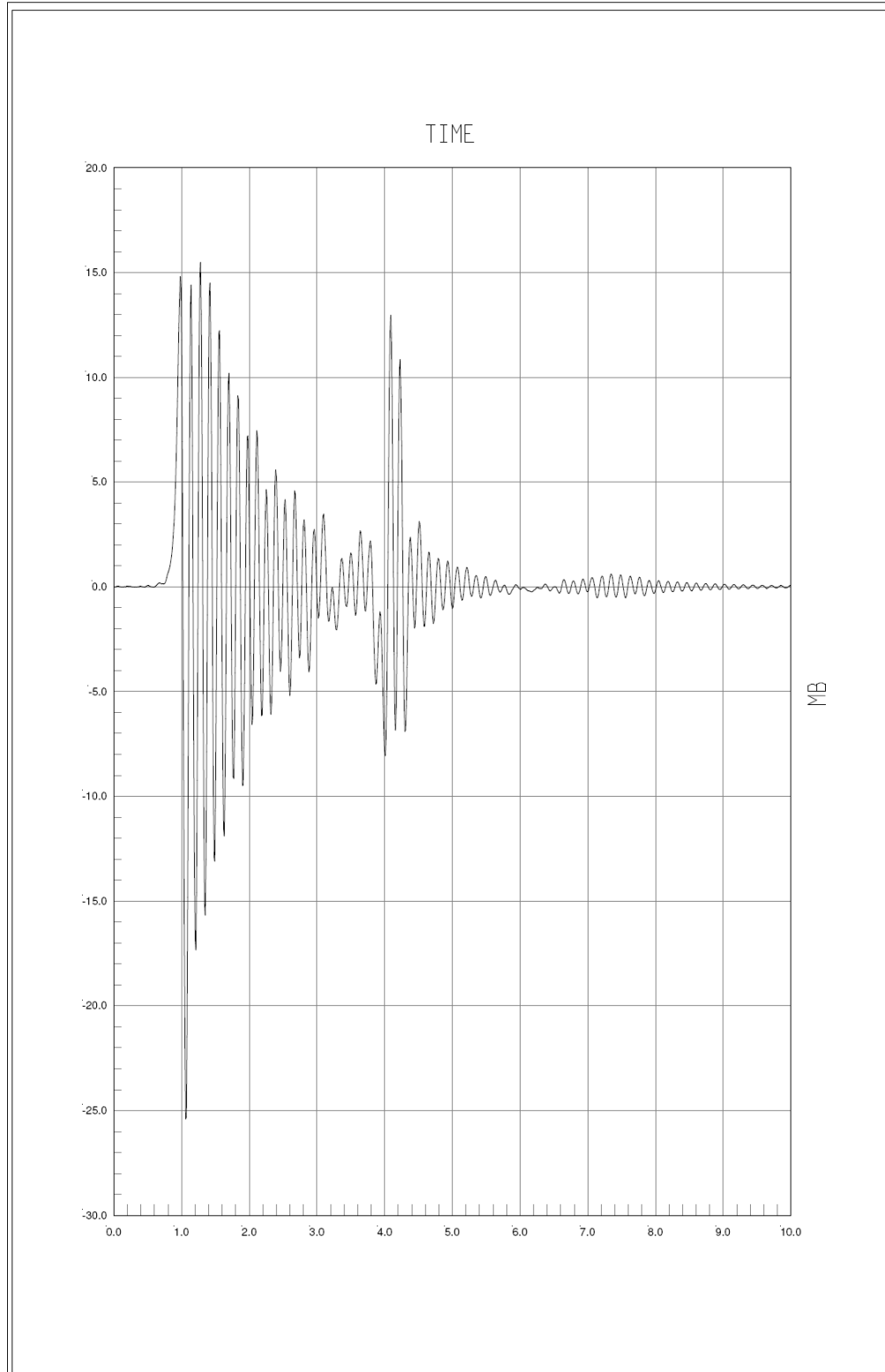
Codifica Documento
DE2CLIM0006-009

Rev.
0

Foglio
24 di 59

SAP2000

Plot Functions 9.30.11 17:02:44



SAP2000 v14.1.0 - File:R4.75m_HEAA360_300 - Case:AZIONI - KN, m, C Units
MB: Frame 21 Station 1 Moment 3-3 Vs TIME
Min is -2.540e+01 at 1.0600e+00 Max is 1.548e+01 at 1.2800e+00



Doc. N. 60011-00

Progetto
IN05

Lotto
00

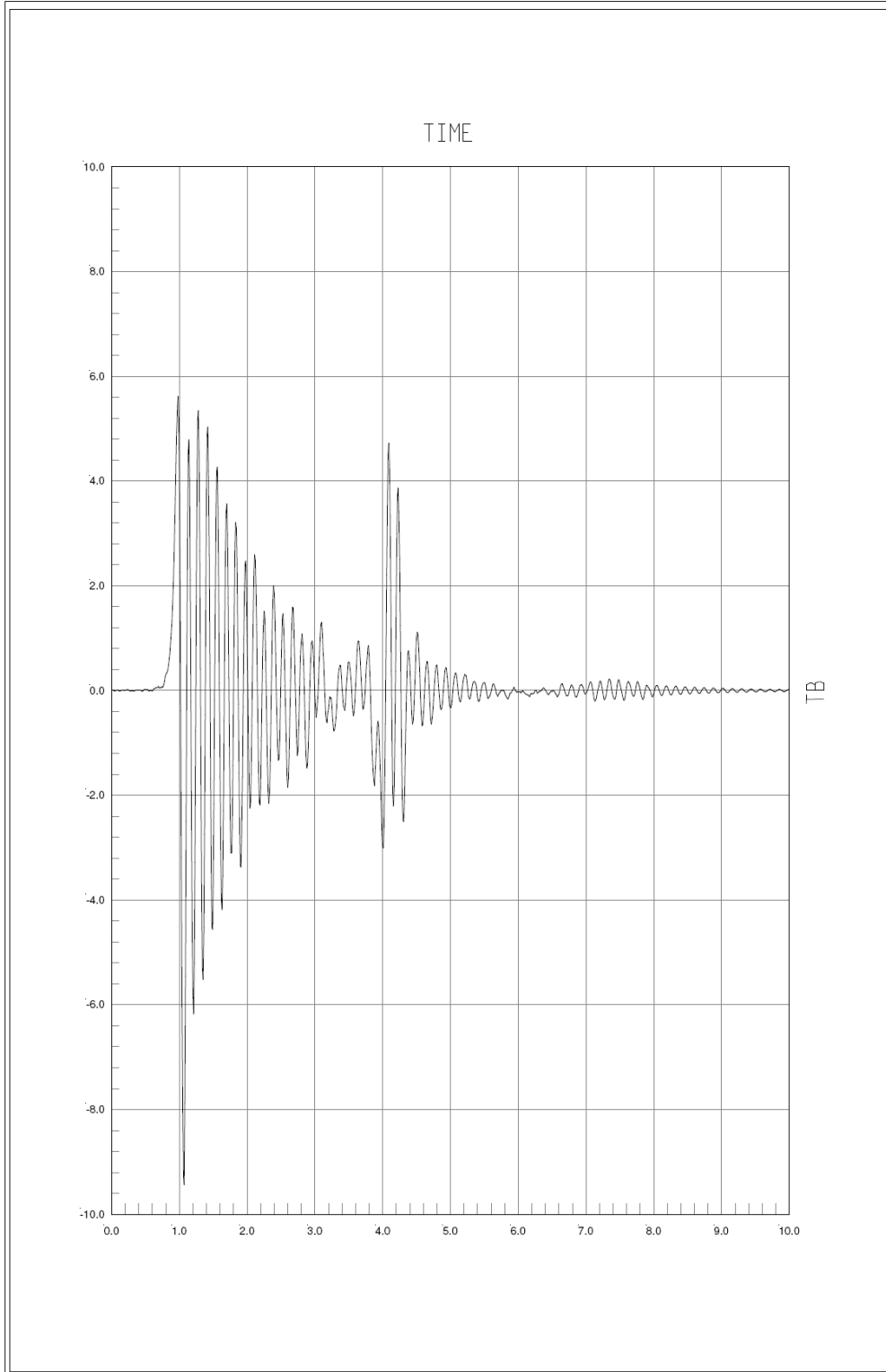
Codifica Documento
DE2CLIM0006-009

Rev.
0

Foglio
25 di 59

SAP2000

Plot Functions 9.30.11 17:03:41



SAP2000 v14.1.0 - File:R4.75m_HEAA360_300 - Case:AZIONI - KN, m, C Units
TB: Frame 21 Station 1 Shear 2-2 Vs TIME
Min is -9.436e+00 at 1.0700e+00 Max is 5.619e+00 at 9.8000e-01



6.4 BARRIERE DI ALTEZZA 3.75M

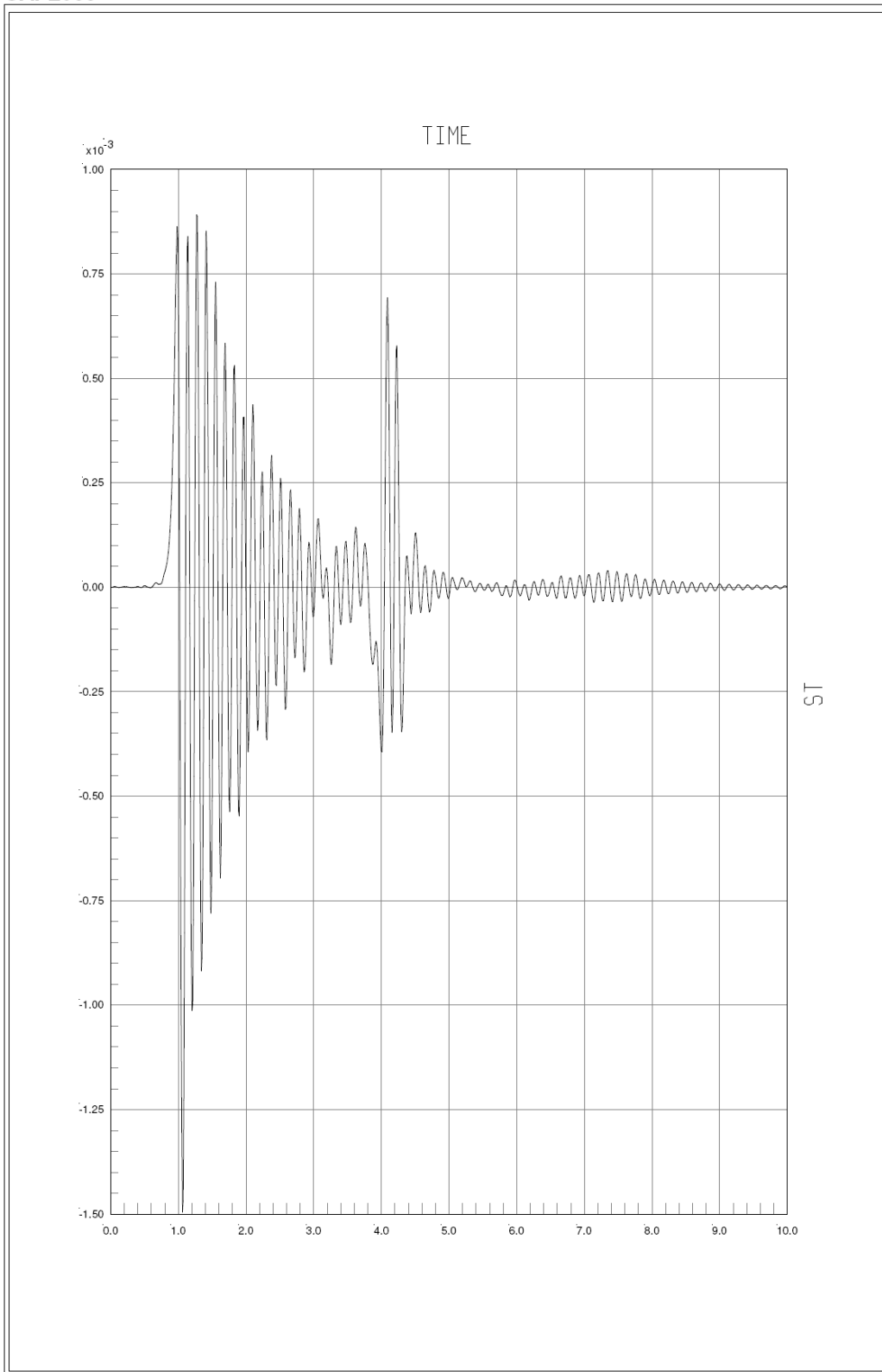
| RILEVATO: Risultati time history. H=3.75m. Montante:HEAA340 Inter. montante: i=3.0m. Pressione =0.348kN/mq fino h=3.75m | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------|---|-------------|-------------|-----------------|------------------|---------|-----------|-----------------------|--------|---------------------------|--------|--------|-------------|------------|-------|
| | | | | | ANALISI STATICA | ANALISI DINAMICA | | AM: ΔT | COEFFICIENTE DINAMICO | | VERIFICHE A FATICA VELOCI | | | | | |
| | | | | | | Max | Min | Mtot. Tot | Max | Min | Mtot | J = | H = | delta sigma | sigma amm. | |
| Barriere su RILEVATO (p1=2.5kN/mq-H=0.75m) (p2=3.7kN/mq-H=3.0m) | Con incastro alla base | v (km/h)=300 T=0.138s J(faz+prof)=19550 | z = H | d (mm) | 0.670 | 0.890 | -1.500 | | 1.328 | -2.239 | | | | | | |
| | | | z = 0 | M (kNm) | 7.340 | 8.850 | -14.880 | 23.730 | 1.206 | -2.027 | 23.730 | 19.550 | 32.0 | 194.2 | 330.0 | |
| | | | z = 0 | T (kN) | 3.920 | 3.950 | -6.000 | 9.950 | 1.008 | -1.531 | | | | | | |
| | | | z=fine lazz | d (mm) | | | | | | | | | | | | |
| | | | z=fine lazz | M (kNm) | | | | 0.000 | | | 0.000 | 19.550 | 32.0 | 0.0 | 418.0 | |
| | | | z=fine lazz | T (kN) | | | | 0.000 | | | | | | | | |
| | smorz. = 2% | | | z = H | d (mm) | 0.465 | | | | 0.000 | 0.000 | | | | | |
| | | | | z = 0 | M (kNm) | 5.097 | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 19.550 | 32.0 | 0.0 | 330.0 |
| | | | | z = 0 | T (kN) | 2.722 | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | | | |
| | | | | z=fine lazz | d (mm) | | | | | | | | | | | |
| | | | | z=fine lazz | M (kNm) | 0.000 | | | 0.000 | | | 0.000 | 19.550 | 32.0 | 0.0 | 418.0 |
| | | | | z=fine lazz | T (kN) | 0.000 | | | 0.000 | | | | | | | |
| | | | | z = H | d (mm) | 0.298 | | | | 0.000 | 0.000 | | | | | |
| | | | | z = 0 | M (kNm) | 3.262 | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 19.550 | 32.0 | 0.0 | 330.0 |
| | | | | z = 0 | T (kN) | 1.742 | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | | | |
| | | | | z=fine lazz | d (mm) | | | | | | | | | | | |
| | | | | z=fine lazz | M (kNm) | 0.000 | | | 0.000 | | | 0.000 | 19.550 | 32.0 | 0.0 | 418.0 |
| | | | | z=fine lazz | T (kN) | 0.000 | | | 0.000 | | | | | | | |

Nella tabella sopra riportata, la seconda e terza striscia sono relative alle analisi dinamiche effettuate con velocità di progetto pari rispettivamente a 250 km/h e 200 km/h i cui risultati non vengono riportati in quanto non risultano significativi.



SAP2000

Plot Functions 9.30.11 17:09:01



SAP2000 v14.1.0 - File:R3.75m_HEAA340_300 - Case:AZIONI - KN, m, C Units
ST: Joint 1 Displacement UY Vs TIME
Min is -1.496e-03 at 1.0600e+00 Max is 8.917e-04 at 1.2700e+00



Doc. N. 60011-00

Progetto
IN05

Lotto
00

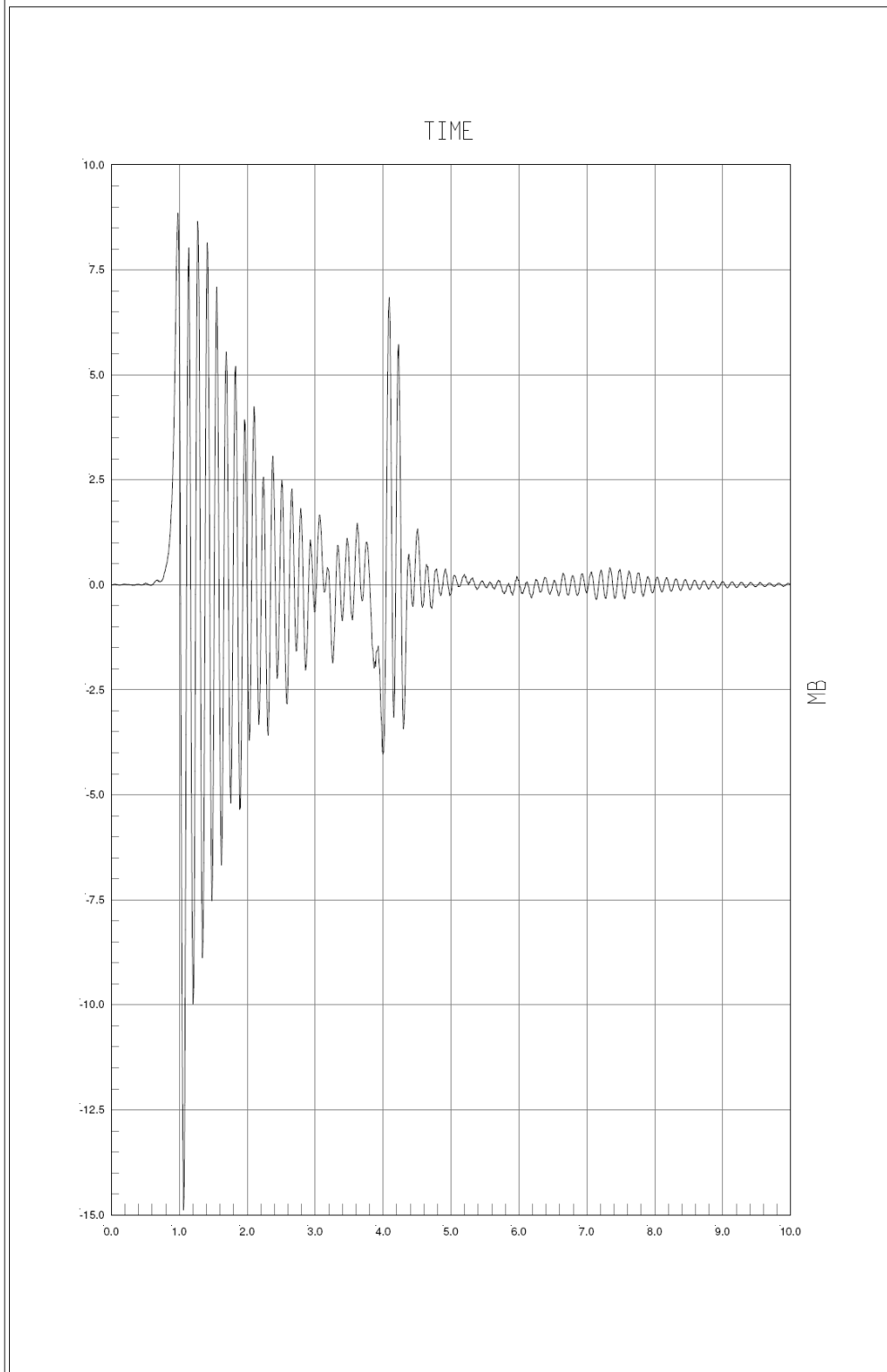
Codifica Documento
DE2CLIM0006-009

Rev.
0

Foglio
28 di 59

SAP2000

Plot Functions 10.3.11 12:12:43

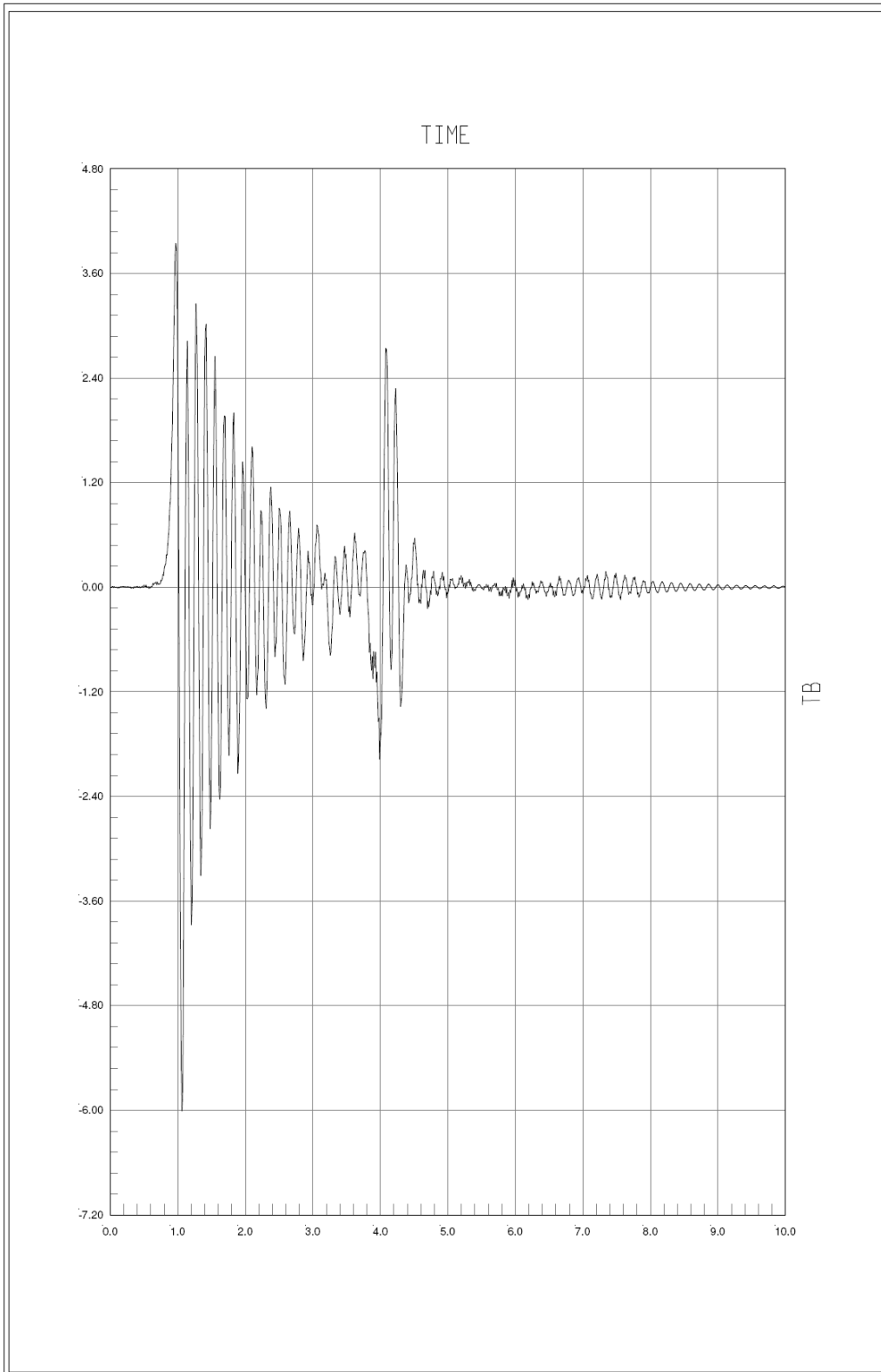


SAP2000 v14.1.0 - File:R3.75m_HEAA340_300 - Case:AZIONI - KN, m, C Units
MB: Frame 21 Station 1 Moment 3-3 Vs TIME
Min is -1.488e+01 at 1.0600e+00 Max is 8.850e+00 at 9.8000e-01



SAP2000

Plot Functions 10.3.11 12:13:48



SAP2000 v14.1.0 - File:R3.75m_HEAA340_300 - Case:AZIONI - KN, m, C Units
TB: Frame 21 Station 1 Shear 2-2 Vs TIME
Min is -6.007e+00 at 1.0600e+00 Max is 3.945e+00 at 9.7000e-01



7 CALCOLO DELLA PORTANZA DEI TIRAFONDI A SFILAMENTO

Per la determinazione delle portanze ammissibili allo sfilamento dei tirafondi si usano i criteri indicati in letteratura (Strutture in acciaio, ed. Mondadori, di Ballio-Mazzolani), e già utilizzati dallo scrivente per progettazioni analoghe dell'Alta Velocità (Cepav uno).

Si tiene conto degli "effetti di bordo", ossia della riduzione " α " della τ_{ader} barra-calcestruzzo a causa della vicinanza "a" della barra " ϕ " al bordo del conglomerato secondo quanto riportato nella cosiddetta "formula francese":

$$\alpha = 1/(1+\phi/a)^2$$

nonché della riduzione α_1 del contributo a compressione del calcestruzzo contro la piastra di base sempre secondo quanto riportato nella cosiddetta "formula francese":

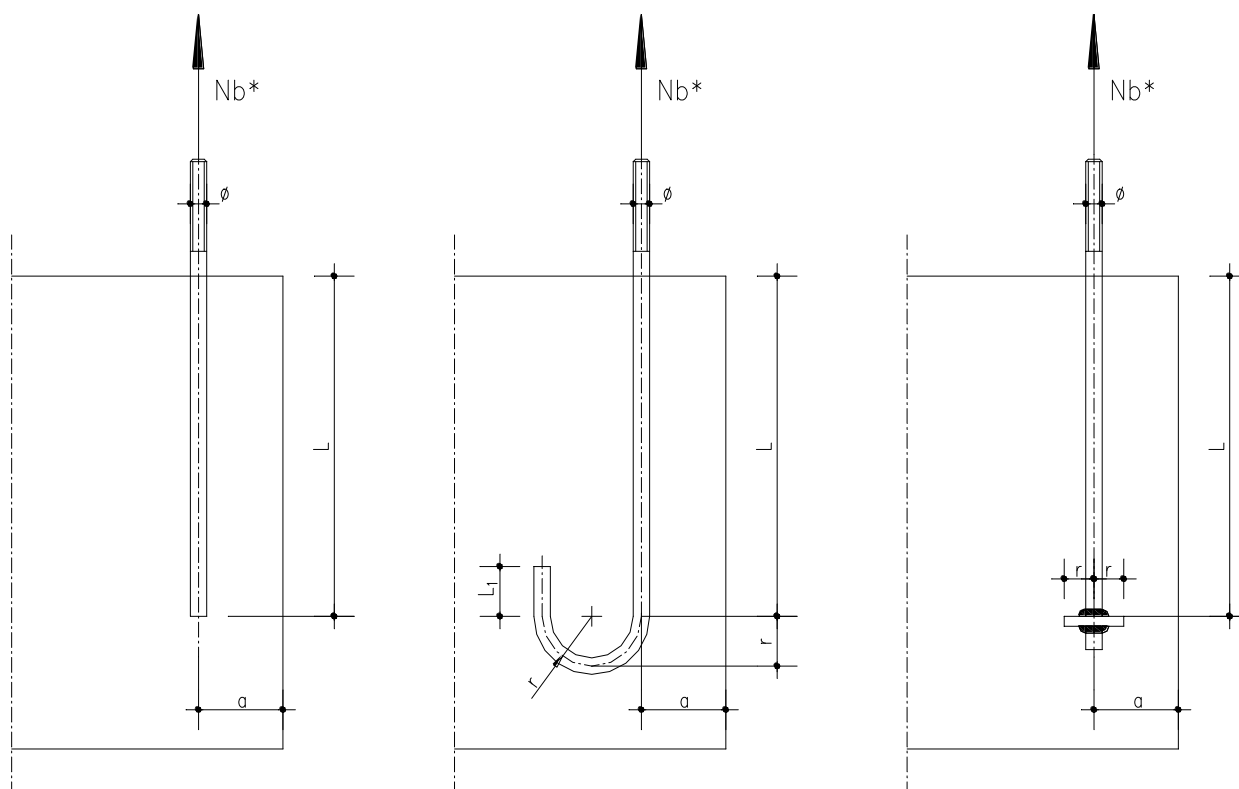
$$\alpha_1 = 1-r/L \text{ per } L \leq a$$

$$\alpha_1 = 1-r/a \text{ per } L > a$$

Nelle tabelle seguenti si riporta il calcolo della portanza dei tirafondi per ancorare i montanti in oggetto.

Il calcolo è svolto sia col metodo alle tensioni Ammissibili sia col metodo agli Stati Limite (secondo il D.M. 14/01/2008).

La simbologia adottata è illustrata nelle figure seguenti:





7.1 BARRIERA H=6.75M SU RILEVATO E SOTTOVIA

7.1.1 Metodo alle Tensioni Ammissibili

| Tirafondi Rettilinei con Piastra rettangolare di ancoraggio | | | | |
|---|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| Tipo: | piastra rettangolare | | piastra rettangolare | |
| Ubicazione tirafondo: | Rilevato | | Sottovia | |
| Altezza montante: H = | 6.75 | m | 6.75 | m |
| Dati di input | | | | |
| Conglomerato: R _{ck} = | 300 | daN/cm ² | 350 | daN/cm ² |
| Acciaio tirafondi: | 6.8 | | 6.8 | |
| Barre lisce ? | no | | no | |
| Diametro tirafondo: φ= | 3.3 | cm | 3.3 | cm |
| Numero tirafondi: n _{tot} = | 10.0 | | 10.0 | |
| Area resit.: A _{res} = | 6.84 | cm ² | 6.84 | cm ² |
| Base piastra: D _p = | 75.0 | cm | 75.0 | cm |
| Altezza piastra in pianta: H _p = | 75.0 | cm | 75.0 | cm |
| Lunghezza L del tirafondo= | 50.0 | cm | 42.0 | cm |
| Distanza dal bordo cls del tirafondo: a= | 11.5 | cm | 11.5 | cm |
| Distanza dal bordo piastra inferiore dal tirafondo : r= | 6.5 | cm | 6.5 | cm |
| Acciaio Piastre: | S355 | | S355 | |
| Caratteristiche geometriche piastra inferiore di ancoraggio | | | | |
| Piatto di base: | | | | |
| Base piastra: D _p = | 75.0 | cm | 75.0 | cm |
| Lato maggiore foro piastra: = | 45.0 | cm | 45.0 | cm |
| Lato minore foro piastra: = | 45.0 | cm | 45.0 | cm |
| Area foro piastra: A _{f_{oro}} = | 2025.0 | cm ² | 2025.0 | cm ² |
| Base piastra indebolita: B _i = | 30.00 | cm | 30.0 | cm |
| Spessore piastra: s _p = | 2.0 | cm | 2.0 | cm |
| Altezza piastra in pianta: H _p = | 75.0 | cm | 75.0 | cm |
| Dati calcolati | | | | |
| τ _{c0} : 4+(R _{ck} -150)/75= | 6.00 | daN/cm ² | 6.67 | daN/cm ² |
| γ _r = | 3.0 | | 3.0 | |
| Coeff di riduzione tau: α = 1/(1+φ/a) ² = | 0.604 | | 0.604 | |
| σ _{camm} : 60+(R _{ck} -150)/4= | 97.50 | daN/cm ² | 110.00 | daN/cm ² |
| Coeff di riduzione sigma : α ₁ = min(1-(r/a); 1-(r/L)) = | 0.435 | | 0.435 | |
| 1: Rottura per sfilamento nei tratti verticali del tirafondo e schiacciamento del cls presso la piastra | | | | |
| N _{b1} = [α*τ _{c0} *γ _r *π*φ*L]+[(D _p *H _p -A _{f_{oro}})*σ _{camm} *α ₁ /n° tot tirafondi]= | 20892 | daN | 22473 | daN |
| Contributo laterale: N _{b1-l} = | 5631 | daN | 5255 | daN |
| Contributo della piastra: N _{b1-p} = | 15261 | daN | 17217 | daN |
| Tens. ammiss. a sfilamento: σ _b * = N _{b1} /A _{res} = | 3055 | daN/cm ² | 3286 | daN/cm ² |
| Tens. ammiss. del materiale del tirafondo: σ _{amm tir} = | 2400 | daN/cm ² | 2400 | daN/cm ² |
| Min: (σ _b * ; σ _{amm tir}) = σ _b = | 2400 | daN/cm ² | 2400 | daN/cm ² |
| Tensione di serraggio: σ _{serr} = 0.65*0.8*f _{k,N} = | 1872 | daN/cm ² | 1872 | daN/cm ² |
| Tens. ammiss. del materiale della piastra: σ _{amm pia} = | 2400 | daN/cm ² | 2400 | daN/cm ² |
| Carico sollecitante la piastra: σ = n _{tot} *(min(σ _b ,σ _{amm tir})*A _{res} -N _{b1-l})/(D _p *H _p -A _{f_{oro}}) | 30.0 | daN/cm ² | 31.0 | daN/cm ² |
| Sbalzo di calcolo: r ₁ = | 7.5 | cm | 7.5 | cm |
| Larghezza influenza piastra: D= | 15.0 | cm | 17.5 | cm |
| M ^(c) _{sbalzo} = σ*D*r ₁ ² /2 = | 12636.0 | daNcm | 15255.3 | daNcm |
| Base resistente: b = | 11.5 | cm | 11.5 | cm |
| W _{res} = 1/6*b*s _p ² = | 7.7 | cm ³ | 7.7 | cm ³ |
| Tens. Massima nella piastra: σ = M ^(c) _{sbalzo} /W _{res} = | 1648.2 | daN/cm ² | 1989.8 | daN/cm ² |
| SI = (φ+2*s/2)*3.14*s = | 33.3 | cm ² | 33.3 | cm ² |
| τ _{punzonamento} = (min(σ _b ;σ _{amm tir})*A _{res} -N _{b1-l})/SI = | 324.0 | daN/cm ² | 335.2 | daN/cm ² |



7.1.2 Metodo agli Stati Limite

| Tirafondi Rettilinei con Piastra rettangolare di ancoraggio | | | | |
|--|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| Tipo: | piastra rettangolare | | piastra rettangolare | |
| Ubicazione tirafondo: | Rilevato | | Sottova | |
| Altezza montante: H = | 6.75 | m | 6.75 | m |
| Dati di input | | | | |
| Conglomerato: R _{ck} = | 300 | daN/cm ² | 350 | daN/cm ² |
| Acciaio tirafondi: | 6.8 | | 6.8 | |
| Barre lisce ? | no | | no | |
| Barre molto addensate o ancoraggio in zona di calcestruzzo teso? | si | | si | |
| Diámetro tirafondo: φ = | 3.3 | cm | 3.3 | cm |
| Numero tirafondi: n _{tot} = | 10.0 | | 10.0 | |
| Area resit.: A _{res} = | 6.84 | cm ² | 6.84 | cm ² |
| Base piastra: D _p = | 75.0 | cm | 75.0 | cm |
| Altezza piastra in pianta: H _p = | 75.0 | cm | 75.0 | cm |
| Lunghezza L del tirafondo= | 50.0 | cm | 42.0 | cm |
| Distanza dal bordo cls del tirafondo: a= | 11.5 | cm | 11.5 | cm |
| Distanza dal bordo piastra inferiore dal tirafondo : r= | 6.5 | cm | 6.5 | cm |
| Acciaio Piastra: | S355 | | S355 | |
| γ _c = | 1.5 | | 1.5 | |
| α _{cc} = | 0.85 | | 0.85 | |
| γ _{M2} = | 1.25 | | 1.25 | |
| γ _{M0} = | 1.05 | | 1.05 | |
| Caratteristiche geometriche piastra inferiore di ancoraggio | | | | |
| Piatto di base: | | | | |
| Base piastra: D _p = | 75.0 | cm | 75.0 | cm |
| Lato maggiore foro piastra: = | 45.0 | cm | 45.0 | cm |
| Lato minore foro piastra: = | 45.0 | cm | 45.0 | cm |
| Area foro piastra: A _{foro} = | 2025.0 | cm ² | 2025.0 | cm ² |
| Base piastra indebolita: B _f = | 30.00 | cm | 30.00 | cm |
| Spessore piastra: s _p = | 2 | cm | 2 | cm |
| Altezza piastra in pianta: H _p = | 75.0 | cm | 75.0 | cm |
| Dati calcolati | | | | |
| f _{ck} = 0.83*R _{ck} (resistenza caratteristica cilindrica) = | 24.90 | N/mm ² | 29.05 | N/mm ² |
| f _{ctk} = 0.7*0.3*(f _{ck})*(2/3)*10 (resistenza caratteristica a trazione) = | 17.91 | daN/cm ² | 19.84 | daN/cm ² |
| η = min(1;(13.2-φ)/10) | 0.99 | | 0.99 | |
| γ _t = | 1.5 | | 1.5 | |
| η _t = | 1.0 | | 1.0 | |
| f _{tk} = 2.25*η _t *η ₁ *f _{ctk} / γ _t (resistenza tangenziale caratteristica di aderenza) = | 26.59 | daN/cm ² | 29.47 | daN/cm ² |
| f _{bd} = f _{tk} /γ _c (resistenza tangenziale di aderenza di calcolo) = | 17.73 | daN/cm ² | 19.65 | daN/cm ² |
| Coeff di riduzione tau: α = 1/(1+φ/a) ² = | 0.604 | | 0.604 | |
| Coeff di riduzione sigma : α ₁ = min(1-(r/a); 1-(r/L)) = | 0.435 | | 0.435 | |
| f _{ctd} = f _{ctk} /γ _c (resistenza di calcolo a trazione) = | 11.94 | daN/cm ² | 13.23 | daN/cm ² |
| f _{cd} = α _{cc} *f _{ck} /γ _c *10 (resistenza di calcolo a compressione) = | 141.10 | daN/cm ² | 164.62 | daN/cm ² |
| 1: Rottura per sfilamento nei tratti verticali del tirafondo e schiacciamento del cls presso la piastra | | | | |
| N _{b1} = [α*f _{bd} *π*φ*L]+[(D _p *H _p -A _{foro})*f _{cd} *α ₁]/n* tot tirafondi= | 27631 | daN | 30928 | daN |
| Contributo laterale: N _{b1-l} = | 5545 | daN | 5162 | daN |
| Contributo della piastra: N _{b1-p} = | 22085 | daN | 25766 | daN |
| Tens. limite a sfilamento: σ _b * = N _{b1} /A _{res} = | 4040 | daN/cm ² | 4522 | daN/cm ² |
| Tens. limite del materiale del tirafondo: σ _{amm tir} = 0.9*f _{tk} /γ _{M2} = | 4320 | daN/cm ² | 4320 | daN/cm ² |
| Min: (σ _b * ; σ _{amm tir}) = σ _b = | 4040 | daN/cm ² | 4320 | daN/cm ² |
| Tensione di serraggio: σ _{serr} = 0.65*0.8*f _{tk,N} = | 1872 | daN/cm ² | 1872 | daN/cm ² |
| Resistenza di progetto del materiale della piastra: f _{y,d pia} = f _{y,k} /γ _{M0} = | 3381 | daN/cm ² | 3381 | daN/cm ² |
| Carico sollecitante la piastra: σ = n _{tot} *[min(σ _b ;σ _{amm tir})*A _{res} -N _{b1-l}]/(D _p *H _p -A _{foro}) | 61.3 | daN/cm ² | 67.7 | daN/cm ² |
| Sbalzo di calcolo: r ₁ = | 7.5 | cm | 7.5 | cm |
| Larghezza influenza piastra: D = | 15.0 | cm | 15.0 | cm |
| M ^(l) _{sbalzo} = σ*D*r ₁ ² /2 = | 25881.1 | daNcm | 28572.4 | daNcm |
| Base resistente: b = | 11.5 | cm | 11.5 | cm |
| W _{res} = 1/6*b*s _p ² = | 7.7 | cm ³ | 7.7 | cm ³ |
| Tens. Massima nella piastra: σ = M ^(l) _{sbalzo} /W _{res} = | 3375.8 | daN/cm ² | 3726.8 | daN/cm ² |
| SI = (φ+2*s/2)*3.14*s = | 33.284 | cm ² | 33.284 | cm ² |
| τ _{punzonamento} = (min(σ _b ; σ _{amm tir})*A _{res} -N _{b1-l})/SI = | 663.5 | daN/cm ² | 732.5 | daN/cm ² |



Barriera H=5.75m su rilevato

7.1.3 Metodo alle Tensioni Ammissibili

| Tirafondi Rettilinei con Piastra rettangolare di ancoraggio | | | |
|--|----------------------|---------------------|------------------------------------|
| Tipo: | piastra rettangolare | | piastra rettangolare |
| Ubicazione tirafondo: | Rilevato | | Sottovia |
| Altezza montante: H = | 5.75 | m | 5.75m |
| Dati di input | | | |
| Conglomerato: $R_{ck} =$ | 300 | daN/cm ² | 350 daN/cm ² |
| Acciaio tirafondi: | 6.8 | | 6.8 |
| Barre lisce ? | no | | no |
| Diametro tirafondo: $\phi =$ | 3.3 | cm | 3.3 cm |
| Numero tirafondi: ntot= | 8.0 | | 8.0 |
| Area resit.: $A_{res} =$ | 6.84 | cm ² | 6.84 cm ² |
| Base piastra: $D_p =$ | 75.0 | cm | 75.0 cm |
| Altezza piastra in pianta: $H_p =$ | 75.0 | cm | 75.0 cm |
| Lunghezza L del tirafondo= | 50.0 | cm | 42.0 cm |
| Distanza dal bordo cls del tirafondo: a= | 11.5 | cm | 11.5 cm |
| Distanza dal bordo piastra inferiore dal tirafondo : r= | 6.5 | cm | 6.5 cm |
| Acciaio Piastre: | S355 | | S355 |
| Caratteristiche geometriche piastra inferiore di ancoraggio | | | |
| Piatto di base: | | | |
| Base piastra: $D_p =$ | 75.0 | cm | 75.0 cm |
| Lato maggiore foro piastra: = | 45.0 | cm | 45.0 cm |
| Lato minore foro piastra: = | 45.0 | cm | 45.0 cm |
| Area foro piastra: $A_{foro} =$ | 2025.0 | cm ² | 2025.0 cm ² |
| Base piastra indebolita: $B_i =$ | 30.00 | cm | 30.0 cm |
| Spessore piastra: $s_p =$ | 2.0 | cm | 2.0 cm |
| Altezza piastra in pianta: $H_p =$ | 75.0 | cm | 75.0 cm |
| Dati calcolati | | | |
| $\tau_{c0} : 4+(R_{ck}-150)/75 =$ | 6.00 | daN/cm ² | 6.67 daN/cm ² |
| $\gamma_s =$ | 3.0 | | 3.0 |
| Coeff di riduzione tau: $\alpha = 1/(1+\phi/a)^2 =$ | 0.604 | | 0.604 |
| $\sigma_{camm} : 60+(R_{ck}-150)/4 =$ | 97.50 | daN/cm ² | 110.00 daN/cm ² |
| Coeff di riduzione sigma : $\alpha_1 = \min(1-(r/a); 1-(r/L)) =$ | 0.435 | | 0.435 |
| 1: Rottura per sfilamento nei tratti verticali del tirafondo e schiacciamento del cls presso la piastra | | | |
| $N_{b1} = [\alpha \cdot \tau_{c0} \cdot \gamma_s \cdot \pi \cdot \phi \cdot L] + [(D_p \cdot H_p - A_{foro}) \cdot \sigma_{camm} \cdot \alpha_1 / n^{\circ} \text{ tot tirafondij}] =$ | 24'707 | daN | 26'777 daN |
| Contributo laterale: $N_{b1-l} =$ | 5'631 | daN | 5'255 daN |
| Contributo della piastra: $N_{b1-p} =$ | 19'076 | daN | 21'522 daN |
| Tens. ammiss. a sfilamento: $\sigma_b^+ = N_{b1} / A_{res} =$ | 3'613 | daN/cm ² | 3'915 daN/cm ² |
| Tens. ammiss. del materiale del tirafondo: $\sigma_{amm \text{ tir}} =$ | 2'400 | daN/cm ² | 2'400 daN/cm ² |
| Min: ($\sigma_b^+ ; \sigma_{amm \text{ tir}} = \sigma_b =$ | 2'400 | daN/cm ² | 2'400 daN/cm ² |
| Tensione di serraggio: $\sigma_{serr} = 0.65 \cdot 0.8 \cdot f_{k,N} =$ | 1'872 | daN/cm ² | 1'872 daN/cm ² |
| Tens. ammiss. del materiale della piastra: $\sigma_{amm \text{ pia}} =$ | 2'400 | daN/cm ² | 2'400 daN/cm ² |
| Carico sollecitante la piastra: $\sigma = n_{tot} \cdot (\min(\sigma_b; \sigma_{amm \text{ tir}}) \cdot A_{res} \cdot N_{b1-l}) / (D_p \cdot H_p - A_{foro}) =$ | 24.0 | daN/cm ² | 24.8 daN/cm ² |
| Sbalzo di calcolo: $r_1 =$ | 7.5 | cm | 7.5 cm |
| Larghezza influenza piastra: D= | 15.0 | cm | 17.5 cm |
| $M^{(l)}_{sbalzo} = \sigma \cdot D \cdot r_1^2 / 2 =$ | 10'108.8 | daNcm | 12'204.2 daNcm |
| Base resistente: b = | 11.5 | cm | 11.5 cm |
| $W_{res} = 1/6 \cdot b \cdot s_p^2 =$ | 7.7 | cm ³ | 7.7 cm ³ |
| Tens. Massima nella piastra: $\sigma = M^{(l)}_{sbalzo} / W_{res} =$ | 1'318.5 | daN/cm ² | 1'591.9 daN/cm ² |
| $SI = (\phi + 2 \cdot s / 2) \cdot 3.14 \cdot s =$ | 33.3 | cm ² | 33.3 cm ² |
| $\tau_{punzonamento} = (\min(\sigma_b; \sigma_{amm \text{ tir}}) \cdot A_{res} \cdot N_{b1-l}) / SI =$ | 324.0 | daN/cm ² | 335.2 daN/cm ² |



7.1.4 Metodo agli Stati Limite

| Tirafondi Rettilinei con Piastra rettangolare di ancoraggio | | | | |
|--|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| Tipo: | piastra rettangolare | | piastra rettangolare | |
| Ubicazione tirafondo: | Rilevato | | Sottovia | |
| Altezza montante: H = | 5.75 | m | 5.75 | m |
| Dati di input | | | | |
| Conglomerato: R _{ck} = | 300 | daN/cm ² | 350 | daN/cm ² |
| Acciaio tirafondi: | 6.8 | | 6.8 | |
| Barre lisce ? | no | | no | |
| Barre molto addensate o ancoraggio in zona di calcestruzzo teso? | si | | si | |
| Diametro tirafondo: φ = | 3.3 | cm | 3.3 | cm |
| Numero tirafondi: n _{tot} = | 8.0 | | 8.0 | |
| Area resit.: A _{res} = | 6.84 | cm ² | 6.84 | cm ² |
| Base piastra: D _p = | 75.0 | cm | 75.0 | cm |
| Altezza piastra in pianta: H _p = | 75.0 | cm | 75.0 | cm |
| Lunghezza L del tirafondo= | 50.0 | cm | 42.0 | cm |
| Distanza dal bordo cls del tirafondo: a= | 11.5 | cm | 11.5 | cm |
| Distanza dal bordo piastra inferiore dal tirafondo : r= | 6.5 | cm | 6.5 | cm |
| Acciaio Piastre: | S355 | | S355 | |
| γ _c = | 1.5 | | 1.5 | |
| α _{cc} = | 0.85 | | 0.85 | |
| γ _{M2} = | 1.25 | | 1.25 | |
| γ _{M0} = | 1.05 | | 1.05 | |
| Caratteristiche geometriche piastra inferiore di ancoraggio | | | | |
| Piatto di base: | | | | |
| Base piastra: D _p = | 75.0 | cm | 75.0 | cm |
| Lato maggiore foro piastra: = | 45.0 | cm | 45.0 | cm |
| Lato minore foro piastra: = | 45.0 | cm | 45.0 | cm |
| Area foro piastra: A _{foro} = | 2025.0 | cm ² | 2025.0 | cm ² |
| Base piastra indebolita: B _p = | 30.00 | cm | 30.00 | cm |
| Spessore piastra: s _p = | 2 | cm | 2 | cm |
| Altezza piastra in pianta: H _p = | 75.0 | cm | 75.0 | cm |
| Dati calcolati | | | | |
| f _{ck} = 0.83*R _{ck} (resistenza caratteristica cilindrica) = | 24.90 | N/mm ² | 29.05 | N/mm ² |
| f _{ctk} = 0.7*0.3*(f _{ck})^(2/3)*10 (resistenza caratteristica a trazione) = | 17.91 | daN/cm ² | 19.84 | daN/cm ² |
| η = min(1;(13.2-φ)/10) | 0.99 | | 0.99 | |
| γ _t = | 1.5 | | 1.5 | |
| η ₁ = | 1.0 | | 1.0 | |
| f _{bk} = 2.25*η*η ₁ *f _{ctk} /γ _t (resistenza tangenziale caratteristica di aderenza) = | 26.59 | daN/cm ² | 29.47 | daN/cm ² |
| f _{bd} =f _{bk} /γ _c (resistenza tangenziale di aderenza di calcolo) = | 17.73 | daN/cm ² | 19.65 | daN/cm ² |
| Coeff di riduzione tau: α = 1/(1+φ/a) ² = | 0.604 | | 0.604 | |
| Coeff di riduzione sigma : α ₁ = min(1-(r/a); 1-(r/L)) = | 0.435 | | 0.435 | |
| f _{ctd} =f _{ctk} /γ _c (resistenza di calcolo a trazione) = | 11.94 | daN/cm ² | 13.23 | daN/cm ² |
| f _{cd} =α _{cc} *f _{ck} /γ _c *10 (resistenza di calcolo a compressione) = | 141.10 | daN/cm ² | 164.62 | daN/cm ² |
| 1: Rottura per sfilamento nei tratti verticali del tirafondo e schiacciamento del cls presso la piastra | | | | |
| N _{b1} = [α*f _{bd} *π*φ*L]+[(D _p *H _p -A _{foro})*f _{cd} *α ₁]/n° tot tirafondi= | 33152 | daN | 37370 | daN |
| Contributo laterale: N _{b1-t} = | 5545 | daN | 5162 | daN |
| Contributo della piastra: N _{b1-p} = | 27607 | daN | 32208 | daN |
| Tens. limite a sfilamento: σ _b * = N _{b1} /A _{res} = | 4848 | daN/cm ² | 5464 | daN/cm ² |
| Tens. limite del materiale del tirafondo: σ _{amm tir} = 0.9*f _{tk} /γ _{M2} = | 4320 | daN/cm ² | 4320 | daN/cm ² |
| Min: (σ _b * ; σ _{amm tir}) = σ _b = | 4320 | daN/cm ² | 4320 | daN/cm ² |
| Tensione di serraggio: σ _{serr} = 0.65*0.8*f _{k,N} = | 1872 | daN/cm ² | 1872 | daN/cm ² |
| Resistenza di progetto del materiale della piastra: f _{yd pia} = f _{yk} /γ _{M0} = | 3381 | daN/cm ² | 3381 | daN/cm ² |
| Carico sollecitante la piastra: σ = n _{tot} *(min(σ _b ;σ _{amm tir})*A _{res} -N _{b1-t})/(D _p *H _p -A _{foro}) | 53.3 | daN/cm ² | 54.2 | daN/cm ² |
| Sbalzo di calcolo: r ₁ = | 7.5 | cm | 7.5 | cm |
| Larghezza influenza piastra: D = | 15.0 | cm | 15.0 | cm |
| M ⁽¹⁾ _{sbalzo} = σ*D*r ₁ ² /2 = | 22498.7 | daNcm | 22857.9 | daNcm |
| Base resistente: b = | 11.5 | cm | 11.5 | cm |
| W _{res} = 1/6*b*s _p ² = | 7.7 | cm ³ | 7.7 | cm ³ |
| Tens. Massima nella piastra: σ = M ⁽¹⁾ _{sbalzo} /W _{res} = | 2934.6 | daN/cm ² | 2981.5 | daN/cm ² |
| SI = (φ+2*s/2)*3.14*s = | 33.284 | cm ² | 33.3 | cm ² |
| τ _{punzonamento} = (min(σ _b ;σ _{amm tir})*A _{res} -N _{b1-t})/SI = | 721.0 | daN/cm ² | 732.5 | daN/cm ² |



7.2 BARRIERA H=4.75M SU RILEVATO

7.2.1 Metodo alle Tensioni Ammissibili

| Tirafondi Rettilinei con Piastra rettangolare di ancoraggio | | | | |
|--|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| Tipo: | piastra rettangolare | | piastra rettangolare | |
| Ubicazione tirafondo: | Rilevato | | Sottovia | |
| Altezza montante: H = | 4.75 | m | 4.75 | m |
| Dati di input | | | | |
| Conglomerato: $R_{ck} =$ | 300 | daN/cm ² | 350 | daN/cm ² |
| Acciaio tirafondi: | 6.8 | | 6.8 | |
| Barre lisce ? | no | | no | |
| Diametro tirafondo: $\phi =$ | 3.3 | cm | 3.3 | cm |
| Numero tirafondi: $n_{tot} =$ | 6.0 | | 6.0 | |
| Area resit.: $A_{res} =$ | 6.84 | cm ² | 6.84 | cm ² |
| Base piastra: $D_p =$ | 45.0 | cm | 45.0 | cm |
| Altezza piastra in pianta: $H_p =$ | 75.0 | cm | 75.0 | cm |
| Lunghezza L del tirafondo = | 50.0 | cm | 42.0 | cm |
| Distanza dal bordo cls del tirafondo: a = | 11.5 | cm | 11.5 | cm |
| Distanza dal bordo piastra inferiore dal tirafondo : r = | 6.5 | cm | 6.5 | cm |
| Acciaio Piastre: | S355 | | S355 | |
| Caratteristiche geometriche piastra inferiore di ancoraggio | | | | |
| Piatto di base: | | | | |
| Base piastra: $D_p =$ | 45.0 | cm | 45.0 | cm |
| Lato maggiore foro piastra: = | 45.0 | cm | 45.0 | cm |
| Lato minore foro piastra: = | 15.0 | cm | 15.0 | cm |
| Area foro piastra: $A_{f_{oro}} =$ | 675.0 | cm ² | 675.0 | cm ² |
| Base piastra indebolita: $B_p =$ | 30.00 | cm | 30.00 | cm |
| Spessore piastra: $s_p =$ | 2.0 | cm | 2.0 | cm |
| Altezza piastra in pianta: $H_p =$ | 75.0 | cm | 75.0 | cm |
| Dati calcolati | | | | |
| $\tau_{c0} : 4 + (R_{ck} - 150) / 75 =$ | 6.00 | daN/cm ² | 6.67 | daN/cm ² |
| $\gamma_{\tau} =$ | 3.0 | | 3.0 | |
| Coeff di riduzione tau: $\alpha = 1 / (1 + \phi / a)^2 =$ | 0.604 | | 0.604 | |
| $\sigma_{amm} : 60 + (R_{ck} - 150) / 4 =$ | 97.50 | daN/cm ² | 110.00 | daN/cm ² |
| Coeff di riduzione sigma : $\alpha_1 = \min(1 - (r/a); 1 - (r/L)) =$ | 0.435 | | 0.435 | |
| 1: Rottura per sfilamento nei tratti verticali del tirafondo e schiacciamento del cls presso la piastra | | | | |
| $N_{b1} = [\alpha \cdot \tau_{c0} \cdot \gamma_{\tau} \cdot \pi \cdot \phi \cdot L] + [(D_p \cdot H_p \cdot A_{f_{oro}}) \cdot \sigma_{amm} \cdot \alpha_1 / n^{\circ} \text{ tot tirafondi}] =$ | 24707 | daN | 26777 | daN |
| Contributo laterale: $N_{b1-t} =$ | 5631 | daN | 5255 | daN |
| Contributo della piastra: $N_{b1-p} =$ | 19076 | daN | 21522 | daN |
| Tens. ammiss. a sfilamento: $\sigma_b^* = N_{b1} / A_{res} =$ | 3'613 | daN/cm ² | 3'915 | daN/cm ² |
| Tens. ammiss. del materiale del tirafondo: $\sigma_{amm \text{ tir}} =$ | 2'400 | daN/cm ² | 2'400 | daN/cm ² |
| Min: (σ_b^* ; $\sigma_{amm \text{ tir}}$) = $\sigma_b =$ | 2'400 | daN/cm ² | 2'400 | daN/cm ² |
| Tensione di serraggio: $\sigma_{serr} = 0.65 \cdot 0.8 \cdot f_{k,N} =$ | 1'872 | daN/cm ² | 1'872 | daN/cm ² |
| Tens. ammiss. del materiale della piastra: $\sigma_{amm \text{ pia}} =$ | 2'400 | daN/cm ² | 2'400 | daN/cm ² |
| Carico sollecitante la piastra: $\sigma = n_{tot} \cdot (\sigma_b \cdot A_{res} - N_{b1-t}) / (D_p \cdot H_p \cdot A_{f_{oro}})$ | 24.0 | daN/cm ² | 24.8 | daN/cm ² |
| Sbalzo di calcolo: $r_1 =$ | 7.5 | cm | 7.5 | cm |
| Larghezza influenza piastra: D | 17.5 | cm | 17.5 | cm |
| $M^{(c)}_{sbalzo} = \sigma \cdot D \cdot r_1^2 / 2 =$ | 11'793.6 | daNcm | 12'204.2 | daNcm |
| Base resistente: b | 11.5 | cm | 11.5 | cm |
| $W_{res} = 1/6 \cdot b \cdot s_p^2 =$ | 7.7 | cm ³ | 7.7 | cm ³ |
| Tens. Massima nella piastra: $\sigma = M^{(c)}_{sbalzo} / W_{res} =$ | 1'538.3 | daN/cm ² | 1'591.9 | daN/cm ² |
| SI = ($\phi + 2 \cdot s / 2$) * 3.14 * s = | 33.3 | cm ² | 33.3 | cm ² |
| $\tau_{punzonamento} = (\min(\sigma_b^*; \sigma_{amm \text{ tir}}) \cdot A_{res} - N_{b1-t}) / SI =$ | 324.0 | daN/cm ² | 335.2 | daN/cm ² |



7.2.2 Metodo agli Stati Limite

| Tirafondi Rettilinei con Piastra rettangolare di ancoraggio | | | | |
|---|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| Tipo: | piastra rettangolare | | piastra rettangolare | |
| Ubicazione tirafondo: | Rilevato | | Sottovia | |
| Altezza montante: H = | 4.75 | m | 4.75 | m |
| Dati di input | | | | |
| Conglomerato: R _{ck} = | 300 | daN/cm ² | 350 | daN/cm ² |
| Acciaio tirafondi: | 6.8 | | 6.8 | |
| Barre lisce ? | no | | no | |
| Barre molto addensate o ancoraggio in zona di calcestruzzo teso? | si | | si | |
| Diametro tirafondo: φ= | 3.3 | cm | 3.3 | cm |
| Numero tirafondi: n _{tot} = | 6.0 | | 6.0 | |
| Area resit.: A _{res} = | 6.84 | cm ² | 6.84 | cm ² |
| Base piastra: D _p = | 45.0 | cm | 45.0 | cm |
| Altezza piastra in pianta: H _p = | 75.0 | cm | 75.0 | cm |
| Lunghezza L del tirafondo= | 50.0 | cm | 42.0 | cm |
| Distanza dal bordo cls del tirafondo: a= | 11.5 | cm | 11.5 | cm |
| Distanza dal bordo piastra inferiore dal tirafondo : r= | 6.5 | cm | 6.5 | cm |
| Acciaio Piastre: | S355 | | S355 | |
| γ _c = | 1.5 | | 1.5 | |
| α _{cc} = | 0.85 | | 0.85 | |
| γ _{M2} = | 1.25 | | 1.25 | |
| γ _{M0} = | 1.05 | | 1.05 | |
| Caratteristiche geometriche piastra inferiore di ancoraggio | | | | |
| Piatto di base: | | | | |
| Base piastra: D _p = | 45.0 | cm | 45.0 | cm |
| Lato maggiore foro piastra: = | 45.0 | cm | 45.0 | cm |
| Lato minore foro piastra: = | 15.0 | cm | 15.0 | cm |
| Area foro piastra: A _{foro} = | 675.0 | cm ² | 675.0 | cm ² |
| Base piastra indebolita: B= | 30.00 | cm | 30.00 | cm |
| Spessore piastra: s _p = | 2 | cm | 2 | cm |
| Altezza piastra in pianta: H _p = | 75.0 | cm | 75.0 | cm |
| Dati calcolati | | | | |
| f _{ck} = 0.83*R _{ck} (resistenza caratteristica cilindrica) = | 24.90 | N/mm ² | 29.05 | N/mm ² |
| f _{ctk} = 0.7*0.3*(f _{ck})^(2/3)*10 (resistenza caratteristica a trazione) = | 17.91 | daN/cm ² | 19.84 | daN/cm ² |
| η = min(1;(13.2-φ)/10) | 0.99 | | 0.99 | |
| γ _t = | 1.5 | | 1.5 | |
| η ₁ = | 1.0 | | 1.0 | |
| f _{bk} = 2.25*η*η ₁ *f _{ctk} / γ _t (resistenza tangenziale caratteristica di aderenza) = | 26.59 | daN/cm ² | 29.47 | daN/cm ² |
| f _{bd} =f _{bk} /γ _c (resistenza tangenziale di aderenza di calcolo) = | 17.73 | daN/cm ² | 19.65 | daN/cm ² |
| Coeff di riduzione tau: α = 1/(1+φ/a ²) = | 0.604 | | 0.604 | |
| Coeff di riduzione sigma : α ₁ = min(1-(r/a); 1-(r/L)) = | 0.435 | | 0.435 | |
| f _{ctd} =f _{ctk} /γ _c (resistenza di calcolo a trazione) = | 11.94 | daN/cm ² | 13.23 | daN/cm ² |
| f _{cd} =α _{cc} *f _{ck} /γ _c *10 (resistenza di calcolo a compressione) = | 141.10 | daN/cm ² | 164.62 | daN/cm ² |
| 1: Rottura per sfilamento nei tratti verticali del tirafondo e schiacciamento del cls presso la piastra | | | | |
| N _{b1} = [α*f _{bd} *π*φ*L]+[(D _p *H _p -A _{foro})*f _{cd} *α ₁]/n° tot tirafondi= | 33'152 | daN | 37'370 | daN |
| Contributo laterale: N _{b1-l} = | 5'545 | daN | 5'162 | daN |
| Contributo della piastra: N _{b1-p} = | 27'607 | daN | 32'208 | daN |
| Tens. limite a sfilamento: σ _b * = N _{b1} /A _{res} = | 4'848 | daN/cm ² | 5'464 | daN/cm ² |
| Tens. limite del materiale del tirafondo: σ _{amm tir} = 0.9*f _{yk} /γ _{M0} = | 4'320 | daN/cm ² | 4'320 | daN/cm ² |
| Min: (σ _b * ; σ _{amm tir}) = σ _b = | 4'320 | daN/cm ² | 4'320 | daN/cm ² |
| Tensione di serraggio: σ _{serr} = 0.65*0.8*f _{yk,N} = | 1'872 | daN/cm ² | 1'872 | daN/cm ² |
| Resistenza di progetto del materiale della piastra: f _{y,d pia} = f _{yk} /γ _{M0} = | 3'381 | daN/cm ² | 3'381 | daN/cm ² |
| Carico sollecitante la piastra: σ = η _{tot} * (min(σ _b ;σ _{amm tir})*A _{res} -N _{b1-l})/(D _p *H _p -A _{foro}) | 53.3 | daN/cm ² | 54.2 | daN/cm ² |
| Sbalzo di calcolo: r ₁ = | 7.5 | cm | 7.5 | cm |
| Larghezza influenza piastra: D = | 15.0 | cm | 15.0 | cm |
| M ⁽⁻⁾ _{sbalzo} = σ*D*r ₁ ² /2 = | 22'498.7 | daNcm | 22'857.9 | daNcm |
| Base resistente: b = | 11.5 | cm | 11.5 | cm |
| W _{res} = 1/6*b*s _p ² = | 7.7 | cm ³ | 7.7 | cm ³ |
| Tens. Massima nella piastra: σ = M ⁽⁻⁾ _{sbalzo} /W _{res} = | 2'934.6 | daN/cm ² | 2'981.5 | daN/cm ² |
| SI = (φ+2*s/2)*3.14*s = | 33.284 | cm ² | 33.284 | cm ² |
| τ _{punzonamento} = (min(σ _b ; σ _{amm tir})*A _{res} -N _{b1-l})/SI = | 721.0 | daN/cm ² | 732.5 | daN/cm ² |



7.3 BARRIERA H=3.75M SU RILEVATO

7.3.1 Metodo alle Tensioni Ammissibili

| Tirafondi Rettilinei con Piastra rettangolare di ancoraggio | | | | |
|---|-----------------------------|--|-----------------------------|--|
| Tipo: | piastra rettangolare | | piastra rettangolare | |
| Ubicazione tirafondo: | Rilevato | | Sottovia | |
| Altezza montante: H = | 3.75 m | | 3.75 m | |
| Dati di input | | | | |
| Conglomerato: R_{ck} = | 300 daN/cm ² | | 350 daN/cm ² | |
| Acciaio tirafondi: | 6.8 | | 6.8 | |
| Barre lisce ? | no | | no | |
| Diametro tirafondo: ϕ = | 3.3 cm | | 3.3 cm | |
| Numero tirafondi: n_{tot} = | 4.0 | | 4.0 | |
| Area resit.: $A_{res.}$ = | 6.84 cm ² | | 6.84 cm ² | |
| Base piastra: D_p = | 45.0 cm | | 45.0 cm | |
| Altezza piastra in pianta: H_p = | 75.0 cm | | 75.0 cm | |
| Lunghezza L del tirafondo = | 50.0 cm | | 42.0 cm | |
| Distanza dal bordo cls del tirafondo: a = | 11.5 cm | | 11.5 cm | |
| Distanza dal bordo piastra inferiore dal tirafondo : r = | 6.5 cm | | 6.5 cm | |
| Acciaio Piastre: | S355 | | S355 | |
| Caratteristiche geometriche piastra inferiore di ancoraggio | | | | |
| Piatto di base: | | | | |
| Base piastra: D_p = | 45.0 cm | | 45.0 cm | |
| Lato maggiore foro piastra: = | 45.0 cm | | 45.0 cm | |
| Lato minore foro piastra: = | 15.0 cm | | 15.0 cm | |
| Area foro piastra: $A_{f_{oro}}$ = | 675.0 cm ² | | 675.0 cm ² | |
| Base piastra indebolita: B_p = | 30.00 cm | | 30.00 cm | |
| Spessore piastra: s_p = | 2.0 cm | | 2.0 cm | |
| Altezza piastra in pianta: H_p = | 75.0 cm | | 75.0 cm | |
| Dati calcolati | | | | |
| $\tau_{c0} : 4 + (R_{ck} - 150) / 75 =$ | 6.00 daN/cm ² | | 6.67 daN/cm ² | |
| $\gamma_{\tau} =$ | 3.0 | | 3.0 | |
| Coeff di riduzione tau: $\alpha = 1 / (1 + \phi / a^2) =$ | 0.604 | | 0.604 | |
| $\sigma_{camm} : 60 + (R_{ck} - 150) / 4 =$ | 97.50 daN/cm ² | | 110.00 daN/cm ² | |
| Coeff di riduzione sigma : $\alpha_1 = \min(1 - (r/a); 1 - (r/L)) =$ | 0.435 | | 0.435 | |
| 1: Rottura per sfilamento nei tratti verticali del tirafondo e schiacciamento del cls presso la piastra | | | | |
| $N_{b1} = [\alpha \cdot \tau_{c0} \cdot \gamma_{\tau} \cdot \pi \cdot \phi \cdot L] + [(D_p \cdot H_p - A_{f_{oro}}) \cdot \sigma_{camm} \cdot \alpha_1 / n^{\circ} \text{ tot tirafondi}] =$ | 34'245 daN | | 37'538 daN | |
| Contributo laterale: $N_{b1-t} =$ | 5'631 daN | | 5'255 daN | |
| Contributo della piastra: $N_{b1-p} =$ | 28'614 daN | | 32'283 daN | |
| Tens. ammiss. a sfilamento: $\sigma_b^* = N_{b1} / A_{res} =$ | 5'007 daN/cm ² | | 5'489 daN/cm ² | |
| Tens. ammiss. del materiale del tirafondo: $\sigma_{amm \text{ tir}} =$ | 2'400 daN/cm ² | | 2'400 daN/cm ² | |
| Min: (σ_b^* ; $\sigma_{amm \text{ tir}}$) = $\sigma_b =$ | 2'400 daN/cm ² | | 2'400 daN/cm ² | |
| Tensione di serraggio: $\sigma_{serr} = 0.65 \cdot 0.8 \cdot f_{k,N} =$ | 1'872 daN/cm ² | | 1'872 daN/cm ² | |
| Tens. ammiss. del materiale della piastra: $\sigma_{amm \text{ pia}} =$ | 2'400 daN/cm ² | | 2'400 daN/cm ² | |
| Carico sollecitante la piastra: $\sigma = n_{tot} \cdot (\sigma_b \cdot A_{res} - N_{b1-t}) / (D_p \cdot H_p - A_{f_{oro}})$ | 16.0 daN/cm ² | | 16.5 daN/cm ² | |
| Sbalzo di calcolo: $r_1 =$ | 7.5 cm | | 7.5 cm | |
| Larghezza influenza piastra: D | 17.5 cm | | 17.5 cm | |
| $M^{(c)}_{sbalzo} = \sigma \cdot D \cdot r_1^2 / 2 =$ | 7'862.4 daNcm | | 8'136.1 daNcm | |
| Base resistente: b | 11.5 cm | | 11.5 cm | |
| $W_{res} = 1/6 \cdot b \cdot s_p^2 =$ | 7.7 cm ³ | | 7.7 cm ³ | |
| Tens. Massima nella piastra: $\sigma = M^{(c)}_{sbalzo} / W_{res} =$ | 1'025.5 daN/cm ² | | 1'061.2 daN/cm ² | |
| $SI = (\phi + 2 \cdot s / 2) \cdot 3.14 \cdot s =$ | 33.3 cm ² | | 33.3 cm ² | |
| $\tau_{punzonamento} = (\min(\sigma_b^*; \sigma_{amm \text{ tir}}) \cdot A_{res} - N_{b1-t}) / SI =$ | 324.0 daN/cm ² | | 335.2 daN/cm ² | |



7.3.2 Metodo agli Stati Limite

| Tirafondi Rettilinei con Piastra rettangolare di ancoraggio | | | | |
|--|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| Tipo: | piastra rettangolare | | piastra rettangolare | |
| Ubicazione tirafondo: | Rilevato | | Sottovia | |
| Altezza montante: H = | 3.75 | m | 3.75 | m |
| Dati di input | | | | |
| Conglomerato: R _{ck} = | 300 | daN/cm ² | 350 | daN/cm ² |
| Acciaio tirafondi: | 6.8 | | 6.8 | |
| Barre lisce ? | no | | no | |
| Barre molto addensate o ancoraggio in zona di calcestruzzo teso? | si | | si | |
| Diametro tirafondo: φ = | 3.3 | cm | 3.3 | cm |
| Numero tirafondi: n _{tot} = | 4.0 | | 4.0 | |
| Area resit.: A _{res} = | 6.84 | cm ² | 6.84 | cm ² |
| Base piastra: D _p = | 45.0 | cm | 45.0 | cm |
| Altezza piastra in pianta: H _p = | 75.0 | cm | 75.0 | cm |
| Lunghezza L del tirafondo= | 50.0 | cm | 42.0 | cm |
| Distanza dal bordo cls del tirafondo: a= | 11.5 | cm | 11.5 | cm |
| Distanza dal bordo piastra inferiore dal tirafondo : r= | 6.5 | cm | 6.5 | cm |
| Acciaio Piastre: | S355 | | S355 | |
| γ _c = | 1.5 | | 1.5 | |
| α _{cc} = | 0.85 | | 0.85 | |
| γ _{M2} = | 1.25 | | 1.25 | |
| γ _{M0} = | 1.05 | | 1.05 | |
| Caratteristiche geometriche piastra inferiore di ancoraggio | | | | |
| Piatto di base: | | | | |
| Base piastra: D _p = | 45.0 | cm | 45.0 | cm |
| Lato maggiore foro piastra: = | 45.0 | cm | 45.0 | cm |
| Lato minore foro piastra: = | 15.0 | cm | 15.0 | cm |
| Area foro piastra: A _{foro} = | 675.0 | cm ² | 675.0 | cm ² |
| Base piastra indebolita: B= | 30.00 | cm | 30.00 | cm |
| Spessore piastra: s _p = | 2 | cm | 2 | cm |
| Altezza piastra in pianta: H _p = | 75.0 | cm | 75.0 | cm |
| Dati calcolati | | | | |
| f _{ck} = 0.83*R _{ck} (resistenza caratteristica cilindrica) = | 24.90 | N/mm ² | 29.05 | N/mm ² |
| f _{ctk} = 0.7*0.3*(f _{ck})/2/3*10 (resistenza caratteristica a trazione) = | 17.91 | daN/cm ² | 19.84 | daN/cm ² |
| η = min(1;(13.2-φ)/10) | 0.99 | | 0.99 | |
| γ _t = | 1.5 | | 1.5 | |
| η _t = | 1.0 | | 1.0 | |
| f _{bk} = 2.25*η*η _t *f _{ctk} /γ _c (resistenza tangenziale caratteristica di aderenza) = | 26.59 | daN/cm ² | 29.47 | daN/cm ² |
| f _{bd} =f _{bk} /γ _c (resistenza tangenziale di aderenza di calcolo) = | 17.73 | daN/cm ² | 19.65 | daN/cm ² |
| Coeff di riduzione tau: α = 1/(1+φ/a) ² = | 0.604 | | 0.604 | |
| Coeff di riduzione sigma : α ₁ = min(1-(r/a); 1-(r/L)) = | 0.435 | | 0.435 | |
| f _{ctd} =f _{ctk} /γ _c (resistenza di calcolo a trazione) = | 11.94 | daN/cm ² | 13.23 | daN/cm ² |
| f _{cd} =α _{cc} *f _{ck} /γ _c *10 (resistenza di calcolo a compressione) = | 141.10 | daN/cm ² | 164.62 | daN/cm ² |
| 1: Rottura per sfilamento nei tratti verticali del tirafondo e schiacciamento del cls presso la piastra | | | | |
| N _{b1} = [α*f _{bd} *π*φ*L]+[(D _p *H _p -A _{foro})*f _{cd} *α ₁]/n° tot tirafondi= | 46'955 | daN | 53'474 | daN |
| Contributo laterale: N _{b1-t} = | 5'545 | daN | 5'162 | daN |
| Contributo della piastra: N _{b1-p} = | 41'410 | daN | 48'311 | daN |
| Tens. limite a sfilamento: σ _b * = N _{b1-t} /A _{res} = | 6'866 | daN/cm ² | 7'819 | daN/cm ² |
| Tens. limite del materiale del tirafondo: σ _{amm tir} = 0.9*f _{tk} /γ _{M2} = | 4'320 | daN/cm ² | 4'320 | daN/cm ² |
| Min: (σ _b * ; σ _{amm tir}) = σ _b = | 4'320 | daN/cm ² | 4'320 | daN/cm ² |
| Tensione di serraggio: σ _{serr} = 0.65*0.8*f _{tk,N} = | 1'872 | daN/cm ² | 1'872 | daN/cm ² |
| Resistenza di progetto del materiale della piastra: f _{yd pia} = f _{yk} /γ _{M0} = | 3'381 | daN/cm ² | 3'381 | daN/cm ² |
| Carico sollecitante la piastra: σ = n _{tot} *(min(σ _b ;σ _{amm tir})*A _{res} -N _{b1-t})/(D _p *H _p -A _{foro}) | 35.6 | daN/cm ² | 36.1 | daN/cm ² |
| Sbalzo di calcolo: r ₁ = | 7.5 | cm | 7.5 | cm |
| Larghezza influenza piastra: D = | 15.0 | cm | 15.0 | cm |
| M ⁽¹⁾ _{sbalzo} = σ*D*r ₁ ² /2 = | 14'999.2 | daNcm | 15'238.6 | daNcm |
| Base resistente: b = | 11.5 | cm | 11.5 | cm |
| W _{res} = 1/6*b*s _p ² = | 7.7 | cm ³ | 7.7 | cm ³ |
| Tens. Massima nella piastra: σ = M ⁽¹⁾ _{sbalzo} /W _{res} = | 1'956.4 | daN/cm ² | 1'987.6 | daN/cm ² |
| SI = (φ+2*s/2)*3.14*s = | 33.284 | cm ² | 33.284 | cm ² |
| τ _{punzonamento} = (min(σ _b ;σ _{amm tir})*A _{res} -N _{b1-t})/SI = | 721.0 | daN/cm ² | 732.5 | daN/cm ² |



8 VERIFICHE DELLA SEZIONE DI ATTACCO MONTANTE-FONDAZIONE: RESISTENZA, SFILAMENTO, SERRAGGIO, FATICA DEI TIRAFONDI

Nelle tabelle seguenti vengono riportate le verifiche in oggetto: dapprima col metodo delle Tensioni Ammissibili, quindi con metodo agli Stati Limite.

8.1 BARRIERE DI ALTEZZA 6.75M

| Sezione di attacco montanti-fondazione. Verifiche lato conglomerato. Verifiche lato tirafondi di: resistenza, sfilamento, serraggio, fatica. Barriere su: Rilevato e Sottovia Ipotesi di montante: | | |
|---|--|--|
| 0) Caratteristiche barriere | Barriere su Rilevato (5+5) M33 tirafondi rettilinei con piastra di ancoraggio | Barriere su Sottovia (5+5) M33 tirafondi rettilinei con piastra di ancoraggio |
| Altezza montante: $H_m =$ (m) | 6.75 | 6.75 |
| Interasse montanti: $i =$ (m) | 3.0 | 3.0 |
| Tipo di pannelli: | Pesanti e leggeri | Pesanti e leggeri |
| Peso medio pannelli pesanti: $p_1 =$ (daN/m ²) | 346.0 | 346.0 |
| Peso pannelli leggeri: $p_2 =$ (daN/m ²) | 25.0 | 25.0 |
| Peso montante: $p_m =$ (daN/m) | 90.0 | 90.0 |
| Altezza pannelli pesanti: $h_1 =$ (m) | 3.75 | 3.75 |
| Altezza pannelli leggeri: $h_2 =$ (m) | 3.00 | 3.00 |
| 1) Sollecitaz. di progetto come da Linee Guida per verifiche statiche | | |
| Pressione del vento: $p_w =$ (daN/m ²) | 158.0 | 158.0 |
| Distanza asse binario-barriera: $a_g =$ (m) | 4.65 | 4.65 |
| Velocità massima di progetto: $v =$ (km/h) | 300.0 | 300.0 |
| Coefficiente $k_1 =$ | 0.60 | 0.60 |
| Pressione aerod. uniforme: $p_{aer} =$ (daN/m ²) | 34.8 | 34.8 |
| Pressione totale: $p_{tot} = p_w + p_{aer} =$ (daN/m ²) | 192.8 | 192.8 |
| Pressione minima di progetto: $p_{min\ prog} =$ (daN/m ²) | 250.0 | 250.0 |
| Massimo tra (p_{tot} ; $p_{min\ prog}$) = (daN/m ²) | 250.0 | 250.0 |
| $N_1 =$ (daN) | 4'725.0 | 4'725.0 |
| $M_1 =$ (daNm) | 17'085.9 | 17'085.9 |
| $T_1 =$ (daN) | 5'062.5 | 5'062.5 |
| 2) Sollecitaz. di progetto come da Normativa FS per verifiche statiche | | |
| Momento da pressione del vento: $M_{pw} =$ (daNm) | 10'798.3 | 10'798.3 |
| Momento da pressione aerodinamica: $M_{paerod} =$ (daNm) | 2'380.6 | 2'380.6 |
| Momento totale: $M_{ptot} = M_{pw} + M_{paerod} =$ (daNm) | 13'178.9 | 13'178.9 |
| Momento minimo di progetto: $M_{min\ prog} =$ (daNm) | 17'085.9 | 17'085.9 |
| Massimo tra (M_{ptot} ; $M_{min\ prog}$) = (daNm) | 17'085.9 | 17'085.9 |
| Taglio da pressione del vento: $T_{pw} =$ (daN) | 3'199.5 | 3'199.5 |
| Taglio da pressione aerodinamica: $T_{paerod} =$ (daN) | 705.4 | 705.4 |
| Taglio totale: $M_{ptot} = M_{pw} + M_{paerod} =$ (daN) | 3'904.9 | 3'904.9 |
| Taglio minimo di progetto: $T_{min\ prog} =$ (daN) | 5'062.5 | 5'062.5 |
| Massimo tra (T_{ptot} ; $T_{min\ prog}$) = (daN) | 5'062.5 | 5'062.5 |
| $N_2 =$ (daN) | 4'725.0 | 4'725.0 |
| $M_2 =$ (daNm) | 17'085.9 | 17'085.9 |
| $T_2 =$ (daN) | 5'062.5 | 5'062.5 |
| 3) Sollecitazioni di progetto massime per verifiche statiche | | |
| $N = N_1 = N_2 =$ (daN) | 4'725.0 | 4'725.0 |
| $M = \max (M_1; M_2) =$ (daNm) | 17'085.9 | 17'085.9 |
| $T = \max (T_1; T_2) =$ (daN) | 5'062.5 | 5'062.5 |
| 4) Coefficienti dinamici (desunti dalle analisi dinam.) per verifiche a fatica | | |
| $\phi_M =$ | 2.20 | 2.20 |
| $\phi_T =$ | 2.00 | 2.00 |
| Momento da pressione aerodinamica dinamizzato: $\phi_M \cdot M_{paerod} =$ (daNm) | 5'237.2 | 5'237.2 |
| Taglio da pressione aerodinamica dinamizzato: $\phi_T \cdot T_{paerod} =$ (daN) | 1'410.7 | 1'410.7 |

| | Pesanti e leggeri | Pesanti e leggeri |
|--|-------------------|-------------------|
| 5) Caratteristiche sezione di base (piastra e tirafondi) | | |
| B = (cm) | 75.0 | 75.0 |
| H = (cm) | 75.0 | 75.0 |
| c = (cm) | 6.5 | 6.5 |
| Numero tirafondi per fila: n | 5 | 5 |
| Diametro tirafondo: d = (cm) | 3.3 | 3.3 |
| Area resistente: $A_{res} = (cm^2)$ | 6.84 | 6.84 |
| $Aa = n \cdot A_{res} (cm^2)$ | 34.19 | 34.19 |
| $Aa' = Aa$ (non messa in conto nelle verifiche a pressoflessione) = (cm^2) | 34.19 | 34.19 |
| Acciaio tirafondi: | 6.8 | 6.8 |
| Tensione ammissibile per verifiche di resistenza: $\sigma_{a amm} = (daN/cm^2)$ | 2'400 | 2'400 |
| Tensione ammissibile a sfilamento: $\sigma_{a sfilam.} = (daN/cm^2)$ | 2'400 | 2'400 |
| Tensione di serraggio come da Normativa: $\sigma_{a max serr} = (daN/cm^2)$ | 2'880 | 2'880 |
| Tensione di serraggio applicata: $\sigma_{a serr} = (daN/cm^2)$ | 1'872 | 1'872 |
| $\sigma_{a serr} / \sigma_{a max serr} =$ | 65.0% | 65.0% |
| Compressione media sotto piastra prodotta dal serraggio = (daN/cm^2) | -22.8 | -22.8 |
| Forza di trazione nel gambo: $N_s = \sigma_{a serr} \cdot A_{res} = (kN)$ | 128.0 | 128.0 |
| Coppia di serraggio: $T_s = 0.2 \cdot N_s \cdot d = (Nm)$ | 845 | 845 |
| 6) Verifiche di resistenza, sfilamento e serraggio dei tirafondi | | |
| N = (daN) | 4'725.0 | 4'725.0 |
| M = (daNm) | 17'085.9 | 17'085.9 |
| x = (cm) | 26.3 | 26.3 |
| $\sigma_c = (daN/cm^2)$ | -31.3 | -31.3 |
| $\sigma_a = (daN/cm^2)$ | 763.6 | 763.6 |
| $\sigma_a / \sigma_{a max serr} =$ | 26.5% | 26.5% |
| Coefficienti di sicurezza | | |
| (resistenza): $\sigma_{a amm} / \sigma_a =$ | 3.14 | 3.14 |
| (sfilamento 1): $\sigma_{a sfilam} / \sigma_a =$ | 3.14 | 3.14 |
| (sfilamento 2): $\sigma_{a sfilam} / \sigma_{a serr} =$ | 1.28 | 1.28 |
| (serraggio): $\sigma_{a serr} / \sigma_a =$ | 2.45 | 2.45 |
| Verifica di resistenza: $\sigma_a < \sigma_{a amm} ?$ | SI', (OK) | SI', (OK) |
| Verifica a sfilamento: $\max(\sigma_a, \sigma_{a serr}) < \sigma_{a sfilam} ?$ | SI', (OK) | SI', (OK) |
| Verifica al serraggio: $\sigma_a < \sigma_{a serr} / 1.05 ?$ | SI', (OK) | SI', (OK) |
| 7) Verifiche del serraggio dei tirafondi in condizioni di fatica | | |
| Presenti: azioni permanenti+azioni aerodinamiche dei treni dinamizzate, | | |
| si verifica che la sezione non si parzializzi, in modo che $\Delta\sigma_a = 0$ | | |
| $N = N_{pesi} + 0 + N_{serr} = (daN)$ | 128'024.6 | 128'024.6 |
| $M = \phi_M \cdot M_{paerod} = (daNm)$ | 5'237.2 | 5'237.2 |
| $\sigma_{c max} = -N/A - M/W (daN/cm^2)$ | -30.2 | -30.2 |
| $\sigma_{c min} = -N/A + M/W (daN/cm^2)$ | -15.3 | -15.3 |
| La sezione è tutta compressa? | SI', (OK) | SI', (OK) |
| 8) Verifiche a fatica dei tirafondi senza mettere in conto il serraggio | | |
| Verifica svolta senza mettere in conto il serraggio dei tirafondi. | | |
| Secondo quanto riportato nell'Eurocodice 3 per le bullonature, si verifica che risulti: | | |
| $\sigma_a < \Delta\sigma_D \cdot (30/1)^{0.25} / \gamma_m = 36.86 \cdot 0.976 / 1.25 = 28.76 N/mm^2$ | | |
| (con $\Delta\sigma_D$ valore del punto D della curva $\Delta\sigma_A = 50 N/mm^2$ -EN1993-1-9:2005 Table 8.1) | | |
| Anche questa verifica viene svolta senza considerare i tirafondi in zona compressa. | | |
| N = (daN) | 0.0 | 0.0 |
| M = (daNm) | 5'237.2 | 5'237.2 |
| x = (cm) | 24.5 | 24.5 |
| $\sigma_c = (daN/cm^2)$ | -9.4 | -9.4 |
| $\sigma_a = (daN/cm^2)$ | 253.8 | 253.8 |
| $\Delta\sigma_D / \gamma_m = (daN/cm^2)$ | 287.6 | 287.6 |
| $\sigma_a < \Delta\sigma_D / \gamma_m ?$ | SI', (OK) | SI', (OK) |
| 9) Verifiche allo scorrimento | | |
| Si verifica che il taglio di progetto sia assorbito dall'attrito prodotto dal serraggio dei tirafondi. A favore di sicurezza si considerano attivi i soli tirafondi posti lato calcestruzzo compresso. | | |
| Coefficiente di attrito: $\mu =$ | 0.30 | 0.30 |
| Coefficiente di riduzione: $\gamma_d =$ | 1.25 | 1.25 |
| Taglio di progetto: $T_{prog} = T = (daN)$ | 5'062.5 | 5'062.5 |
| $N_{serr} = \sigma_{a serr} \cdot Aa' = (daN)$ | 64'012.3 | 64'012.3 |
| Attrito trasmesso dal serraggio sui tirafondi: $T_{res} = \mu \cdot N_{serr} / \gamma_d = (daN)$ | 15'362.9 | 15'362.9 |
| $T_{res} / T_{prog} =$ | 3.03 | 3.03 |
| $T_{res} > T_{prog} ?$ | SI', (OK) | SI', (OK) |



| VERIFICHE DEI TIRAFONDI SECONDO I CRITERI DI CUI AL D.M. 14.01.2008 | | |
|--|-----------|-----------|
| 5.1) Caratteristiche sezione di base (piastra e tirafondi) | | |
| B = (cm) | 75.0 | 75.0 |
| H = (cm) | 75.0 | 75.0 |
| c = (cm) | 6.5 | 6.5 |
| Numero tirafondi per fila: n | 5.0 | 5.0 |
| Diametro tirafondo: d = (cm) | 3.3 | 3.3 |
| Area resistente: A _{res} = (cm ²) | 6.84 | 6.84 |
| A _a = n * A _{res} (cm ²) | 34.19 | 34.19 |
| A _{a'} = A _a (non messa in conto nelle verifiche a pressoflessione) = (cm ²) | 34.19 | 34.19 |
| Acciaio tirafondi: | 6.8 | 6.8 |
| f _{tk} = (daN/cm ²) | 6'000 | 6'000 |
| γ _{M2} = | 1.25 | 1.25 |
| Tensione limite per verifiche di resistenza: σ _{a lim} = 0.9 * f _{tk} / γ _{M2} = (daN/cm ²) | 4'320 | 4'320 |
| Tensione limite a sfilamento: σ _{alim sfilam.} = (daN/cm ²) | 4'040 | 4'320 |
| Tensione di serraggio come da Normativa: σ _{a max serr} = (daN/cm ²) | 2'880 | 2'880 |
| Tensione di serraggio applicata: σ _{a serr} = (daN/cm ²) | 1'872 | 1'872 |
| σ _{a serr} / σ _{a max serr} = | 65.0% | 65.0% |
| Compressione media sotto piastra prodotta dal serraggio = (daN/cm ²) | -22.8 | -22.8 |
| Forza di trazione nel gambo: N _s = σ _{a serr} * A _{res} = (kN) | 128.0 | 128.0 |
| Coppia di serraggio: T _s = 0.2 * N _s * d = (Nm) | 845 | 845 |
| 6.1) Verifiche di resistenza, sfilamento e serraggio dei tirafondi | | |
| γ _G = | 1.35 | 1.35 |
| γ _O = | 1.50 | 1.50 |
| γ _G * N = (daN) | 6'378.8 | 6'378.8 |
| γ _O * M = (daNm) | 25'628.9 | 25'628.9 |
| x = (cm) | 26.0 | 26.0 |
| σ _c = (daN/cm ²) | -47.3 | -47.3 |
| σ _a = (daN/cm ²) | 1'162.4 | 1'162.4 |
| σ _a / (γ _O * σ _{a max serr}) = | 26.9% | 26.9% |
| Coefficienti di sicurezza | | |
| (resistenza): σ _{a lim} / σ _a = | 3.72 | 3.72 |
| (sfilamento 1): σ _{a sfilam} / σ _a = | 3.48 | 3.72 |
| (sfilamento 2): σ _{a sfilam} / (γ _O * σ _{a serr}) = | 1.44 | 1.54 |
| (serraggio): σ _{a serr} * γ _O / σ _a = | 2.42 | 2.42 |
| Verifica di resistenza: σ _a < σ _{a lim} ? | SI', (OK) | SI', (OK) |
| Verifica a sfilamento: max(σ _a , γ _O * σ _{a serr}) < σ _{a sfilam} ? | SI', (OK) | SI', (OK) |
| Verifica al serraggio: σ _a < γ _O * σ _{a serr} / 1.05 ? | SI', (OK) | SI', (OK) |
| 7.1) Verifiche del serraggio dei tirafondi in condizioni di fatica | | |
| Presenti: azioni permanenti + azioni aerodinamiche dei treni dinamizzate. | | |
| si verifica che la sezione non si parzializzi, in modo che Δσ _a = 0 | | |
| N = N _{passi} * O + N _{serr} = (daN) | 128'024.6 | 128'024.6 |
| M = φ _M * M _{period} (daNm) | 5'237.2 | 5'237.2 |
| σ _{c max} = -N/A - M/W (daN/cm ²) | -30.2 | -30.2 |
| σ _{c min} = -N/A + M/W (daN/cm ²) | -15.3 | -15.3 |
| La sezione è tutta compressa? | SI', (OK) | SI', (OK) |
| 8.1) Verifiche a fatica dei tirafondi senza mettere in conto il serraggio | | |
| Verifica svolta senza mettere in conto il serraggio dei tirafondi. | | |
| Secondo quanto riportato nell'Eurocodice 3 per le bullonature, si verifica che risulti: | | |
| σ _a < Δσ _D * (30 / γ _M) ^{0.25} = 36.86 * 0.976 / 1.35 = 26.64 N/mm ² | | |
| (con Δσ _D valore del punto D della curva Δσ _A = 50 N/mm ² - EN1993-1-9:2005 Table 8.1) | | |
| Anche questa verifica viene svolta senza considerare i tirafondi in zona compressa. | | |
| N = (daN) | 0.0 | 0.0 |
| M = (daNm) | 5'237.2 | 5'237.2 |
| x = (cm) | 24.5 | 24.5 |
| σ _c = (daN/cm ²) | -9.4 | -9.4 |
| σ _a = (daN/cm ²) | 253.8 | 253.8 |
| Δσ _D / γ _M = (daN/cm ²) | 266.4 | 266.4 |
| σ _a < Δσ _D / γ _M ? | SI', (OK) | SI', (OK) |
| 9.1) Verifiche allo scorrimento | | |
| Si verifica che il taglio di progetto sia assorbito dall'attrito prodotto dal serraggio dei tirafondi. A favore di sicurezza si considerano attivi i soli tirafondi posti lato calcestruzzo compresso. | | |
| Coefficiente di attrito: μ = | 0.30 | 0.30 |
| Coefficiente di riduzione: γ _d = | 1.25 | 1.25 |
| Taglio di progetto: T _{prog} = T = (daN) | 5'062.5 | 5'062.5 |
| N _{serr} = σ _{a serr} * A _a = (daN) | 64'012.3 | 64'012.3 |
| Attrito trasmesso dal serraggio sui tirafondi: T _{res} = μ * N _{serr} / γ _d = (daN) | 15'362.9 | 15'362.9 |
| T _{res} / T _{prog} = | 3.03 | 3.03 |
| T _{res} > T _{prog} ? | SI', (OK) | SI', (OK) |



8.2 BARRIERE DI ALTEZZA 5.75M

| Sezione di attacco montanti-fondazione. Verifiche lato conglomerato. | | |
|---|--|--|
| Verifiche lato tirafondi di: resistenza, sfilamento, serraggio, fatica. | | |
| Barriere su: Rilevato e Sottovia | | |
| Ipotesi di montante: | | |
| 0) Caratteristiche barriere | Barriere su Rilevato (4+4) M33 tirafondi rettilinei con piastra di ancoraggio | Barriere su Sottovia (4+4) M33 tirafondi rettilinei con piastra di ancoraggio |
| Altezza montante: $H_m =$ (m) | 5.75 | 5.75 |
| Interasse montanti: $i =$ (m) | 3.0 | 3.0 |
| Tipo di pannelli: | Pesanti e leggeri | Pesanti e leggeri |
| Peso medio pannelli pesanti: $p_1 =$ (daN/m ²) | 346.0 | 346.0 |
| Peso pannelli leggeri: $p_2 =$ (daN/m ²) | 25.0 | 25.0 |
| Peso montante: $p_m =$ (daN/m) | 90.0 | 90.0 |
| Altezza pannelli pesanti: $h_1 =$ (m) | 3.75 | 3.75 |
| Altezza pannelli leggeri: $h_2 =$ (m) | 2.00 | 2.00 |
| 1) Sollecitaz. di progetto come da Linee Guida per verifiche statiche | | |
| Pressione del vento: $p_w =$ (daN/m ²) | 158.0 | 158.0 |
| Distanza asse binario-barriera: $a_g =$ (m) | 4.65 | 4.65 |
| Velocità massima di progetto: $v =$ (km/h) | 300.0 | 300.0 |
| Coefficiente $k_1 =$ | 0.60 | 0.60 |
| Pressione aerod. uniforme: $p_{aer} =$ (daN/m ²) | 34.8 | 34.8 |
| Pressione totale: $p_{tot} = p_w + p_{aer} =$ (daN/m ²) | 192.8 | 192.8 |
| Pressione minima di progetto: $p_{min\ prog} =$ (daN/m ²) | 250.0 | 250.0 |
| Massimo tra (p_{tot} ; $p_{min\ prog}$) = (daN/m ²) | 250.0 | 250.0 |
| $N_1 =$ (daN) | 4'560.0 | 4'560.0 |
| $M_1 =$ (daNm) | 12'398.4 | 12'398.4 |
| $T_1 =$ (daN) | 4'312.5 | 4'312.5 |
| 2) Sollecitaz. di progetto come da Normativa FS per verifiche statiche | | |
| Momento da pressione del vento: $M_{p_w} =$ (daNm) | 7'835.8 | 7'835.8 |
| Momento da pressione aerodinamica: $M_{p_{aerod}} =$ (daNm) | 1'727.5 | 1'727.5 |
| Momento totale: $M_{ptot} = M_{p_w} + M_{p_{aerod}} =$ (daNm) | 9'563.3 | 9'563.3 |
| Momento minimo di progetto: $M_{min\ prog} =$ (daNm) | 12'398.4 | 12'398.4 |
| Massimo tra (M_{ptot} ; $M_{min\ prog}$) = (daNm) | 12'398.4 | 12'398.4 |
| Taglio da pressione del vento: $T_{p_w} =$ (daN) | 2'725.5 | 2'725.5 |
| Taglio da pressione aerodinamica: $T_{p_{aerod}} =$ (daN) | 600.9 | 600.9 |
| Taglio totale: $M_{ptot} = M_{p_w} + M_{p_{aerod}} =$ (daN) | 3'326.4 | 3'326.4 |
| Taglio minimo di progetto: $T_{min\ prog} =$ (daN) | 4'312.5 | 4'312.5 |
| Massimo tra (T_{ptot} ; $T_{min\ prog}$) = (daN) | 4'312.5 | 4'312.5 |
| $N_2 =$ (daN) | 4'560.0 | 4'560.0 |
| $M_2 =$ (daNm) | 12'398.4 | 12'398.4 |
| $T_2 =$ (daN) | 4'312.5 | 4'312.5 |
| 3) Sollecitazioni di progetto massime per verifiche statiche | | |
| $N = N_1 = N_2 =$ (daN) | 4'560.0 | 4'560.0 |
| $M = \max (M_1; M_2) =$ (daNm) | 12'398.4 | 12'398.4 |
| $T = \max (T_1; T_2) =$ (daN) | 4'312.5 | 4'312.5 |
| 4) Coefficienti dinamici (desunti dalle analisi dinam.) per verifiche a fatica | | |
| $\phi_M =$ | 2.26 | 2.26 |
| $\phi_T =$ | 2.00 | 2.00 |
| Momento da pressione aerodinamica dinamizzato: $\phi_M * M_{p_{aerod}} =$ (daNm) | 3'904.1 | 3'904.1 |
| Taglio da pressione aerodinamica dinamizzato: $\phi_T * T_{p_{aerod}} =$ (daN) | 1'201.7 | 1'201.7 |



| | Pesanti e leggeri | Pesanti e leggeri |
|--|-------------------|-------------------|
| 5) Caratteristiche sezione di base (piastra e tirafondi) | | |
| B = (cm) | 75.0 | 75.0 |
| H = (cm) | 75.0 | 75.0 |
| c = (cm) | 6.5 | 6.5 |
| Numero tirafondi per fila: n | 4 | 4 |
| Diametro tirafondo: d = (cm) | 3.3 | 3.3 |
| Area resistente: $A_{res} = (cm^2)$ | 6.84 | 6.84 |
| $Aa = n \cdot A_{res} (cm^2)$ | 27.36 | 27.36 |
| $Aa' = Aa$ (non messa in conto nelle verifiche a pressoflessione) = (cm^2) | 27.36 | 27.36 |
| Acciaio tirafondi: | 6.8 | 6.8 |
| Tensione ammissibile per verifiche di resistenza: $\sigma_{a amm} = (daN/cm^2)$ | 2'400 | 2'400 |
| Tensione ammissibile a sfilamento: $\sigma_{a sfilam.} = (daN/cm^2)$ | 2'400 | 2'400 |
| Tensione di serraggio come da Normativa: $\sigma_{a max serr} = (daN/cm^2)$ | 2'880 | 2'880 |
| Tensione di serraggio applicata: $\sigma_{a serr} = (daN/cm^2)$ | 1'872 | 1'872 |
| $\sigma_{a serr} / \sigma_{a max serr} =$ | 65.0% | 65.0% |
| Compressione media sotto piastra prodotta dal serraggio = (daN/cm^2) | -18.2 | -18.2 |
| Forza di trazione nel gambo: $N_s = \sigma_{a serr} \cdot A_{res} = (kN)$ | 128.0 | 128.0 |
| Coppia di serraggio: $T_s = 0.2 \cdot N_s \cdot d = (Nm)$ | 845 | 845 |
| 6) Verifiche di resistenza, sfilamento e serraggio dei tirafondi | | |
| N = (daN) | 4'560.0 | 4'560.0 |
| M = (daNm) | 12'398.4 | 12'398.4 |
| x = (cm) | 24.5 | 24.5 |
| $\sigma_c = (daN/cm^2)$ | -24.9 | -24.9 |
| $\sigma_a = (daN/cm^2)$ | 670.0 | 670.0 |
| $\sigma_a / \sigma_{a max serr} =$ | 23.3% | 23.3% |
| Coefficienti di sicurezza | | |
| (resistenza): $\sigma_{a amm} / \sigma_a =$ | 3.58 | 3.58 |
| (sfilamento 1): $\sigma_{a sfilam} / \sigma_a =$ | 3.58 | 3.58 |
| (sfilamento 2): $\sigma_{a sfilam} / \sigma_{a serr} =$ | 1.28 | 1.28 |
| (serraggio): $\sigma_{a serr} / \sigma_a =$ | 2.79 | 2.79 |
| Verifica di resistenza: $\sigma_a < \sigma_{a amm} ?$ | SI', (OK) | SI', (OK) |
| Verifica a sfilamento: $\max(\sigma_a, \sigma_{a serr}) < \sigma_{a sfilam} ?$ | SI', (OK) | SI', (OK) |
| Verifica al serraggio: $\sigma_a < \sigma_{a serr} / 1.05 ?$ | SI', (OK) | SI', (OK) |
| 7) Verifiche del serraggio dei tirafondi in condizioni di fatica | | |
| Presenti: azioni permanenti+azioni aerodinamiche dei treni dinamizzate, | | |
| si verifica che la sezione non si parzializzi, in modo che $\Delta\sigma_a = 0$ | | |
| $N = N_{pesi} \cdot 0 + N_{serr} = (daN)$ | 102'419.7 | 102'419.7 |
| $M = \phi_M \cdot M_{paerod} (daNm)$ | 3'904.1 | 3'904.1 |
| $\sigma_{c max} = -N/A - M/W (daN/cm^2)$ | -23.8 | -23.8 |
| $\sigma_{c min} = -N/A + M/W (daN/cm^2)$ | -12.7 | -12.7 |
| La sezione è tutta compressa? | SI', (OK) | SI', (OK) |
| 8) Verifiche a fatica dei tirafondi senza mettere in conto il serraggio | | |
| Verifica svolta senza mettere in conto il serraggio dei tirafondi. | | |
| Secondo quanto riportato nell'Eurocodice 3 per le bullonature, si verifica che risulti: | | |
| $\sigma_a < \Delta\sigma_D \cdot (30/\gamma_m)^{0.25} / \gamma_m = 36.86 \cdot 0.976 / 1.25 = 28.76 N/mm^2$ | | |
| (con $\Delta\sigma_D$ valore del punto D della curva $\Delta\sigma_A = 50 N/mm^2$ -EN1993-1-9:2005 Table 8.1) | | |
| Anche questa verifica viene svolta senza considerare i tirafondi in zona compressa. | | |
| N = (daN) | 0.0 | 0.0 |
| M = (daNm) | 3'904.1 | 3'904.1 |
| x = (cm) | 22.4 | 22.4 |
| $\sigma_c = (daN/cm^2)$ | -7.6 | -7.6 |
| $\sigma_a = (daN/cm^2)$ | 233.8 | 233.8 |
| $\Delta\sigma_D / \gamma_m = (daN/cm^2)$ | 287.6 | 287.6 |
| $\sigma_a < \Delta\sigma_D / \gamma_m ?$ | SI', (OK) | SI', (OK) |
| 9) Verifiche allo scorrimento | | |
| Si verifica che il taglio di progetto sia assorbito dall'attrito prodotto dal serraggio dei tirafondi. A favore di sicurezza si considerano attivi i soli tirafondi posti lato calcestruzzo compresso. | | |
| Coefficiente di attrito: $\mu =$ | 0.30 | 0.30 |
| Coefficiente di riduzione: $\gamma_d =$ | 1.25 | 1.25 |
| Taglio di progetto: $T_{prog} = T = (daN)$ | 4'312.5 | 4'312.5 |
| $N_{serr} = \sigma_{a serr} \cdot Aa' = (daN)$ | 51'209.8 | 51'209.8 |
| Attrito trasmesso dal serraggio sui tirafondi: $T_{res} = \mu \cdot N_{serr} / \gamma_d = (daN)$ | 12'290.4 | 12'290.4 |
| $T_{res} / T_{prog} =$ | 2.85 | 2.85 |
| $T_{res} > T_{prog} ?$ | SI', (OK) | SI', (OK) |



| VERIFICHE DEI TIRAFONDI SECONDO I CRITERI DI CUI AL D.M. 14.01.2008 | | |
|--|-----------|-----------|
| 5.1) Caratteristiche sezione di base (piastra e tirafondi) | | |
| B = (cm) | 75.0 | 75.0 |
| H = (cm) | 75.0 | 75.0 |
| C = (cm) | 6.5 | 6.5 |
| Numero tirafondi per fila: n | 4.0 | 4.0 |
| Diametro tirafondo: d = (cm) | 3.3 | 3.3 |
| Area resistente: A _{res} = (cm ²) | 6.84 | 6.84 |
| Aa = n*A _{res} (cm ²) | 27.36 | 27.36 |
| Aa' = Aa (non messa in conto nelle verifiche a pressoflessione) = (cm ²) | 27.36 | 27.36 |
| Acciaio tirafondi: | 6.8 | 6.8 |
| f _{tk} = (daN/cm ²) | 6'000 | 6'000 |
| γ _{M2} = | 1.25 | 1.25 |
| Tensione limite per verifiche di resistenza: σ _{a lim} = 0.9*f _{tk} /γ _{M2} = (daN/cm ²) | 4'320 | 4'320 |
| Tensione limite a sfilamento: σ _{a lim sfilam.} = (daN/cm ²) | 4'320 | 4'320 |
| Tensione di serraggio come da Normativa: σ _{a max serr} = (daN/cm ²) | 2880 | 2880 |
| Tensione di serraggio applicata: σ _{a serr} = (daN/cm ²) | 1'872 | 1'872 |
| σ _{a serr} /σ _{a max serr} = | 65.0% | 65.0% |
| Compressione media sotto piastra prodotta dal serraggio = (daN/cm ²) | -18.2 | -18.2 |
| Forza di trazione nel gambo: N _s = σ _{a serr} *A _{res} = (kN) | 128.0 | 128.0 |
| Coppia di serraggio: Ts = 0.2*N _s *d = (Nm) | 845 | 845 |
| 6.1) Verifiche di resistenza, sfilamento e serraggio dei tirafondi | | |
| γ _G = | 1.35 | 1.35 |
| γ _Q = | 1.50 | 1.50 |
| γ _G *N = (daN) | 6'156.0 | 6'156.0 |
| γ _Q *M = (daNm) | 18'597.7 | 18'597.7 |
| x = (cm) | 24.3 | 24.3 |
| σ _c = (daN/cm ²) | -37.2 | -37.2 |
| σ _a = (daN/cm ²) | 1'015.9 | 1'015.9 |
| σ _a /(γ _Q *σ _{a max serr}) = | 23.5% | 23.5% |
| Coefficienti di sicurezza | | |
| (resistenza): σ _{a lim} /σ _a = | 4.25 | 4.25 |
| (sfilamento 1): σ _{a sfilam} /σ _a = | 4.25 | 4.25 |
| (sfilamento 2): σ _{a sfilam} /(γ _Q *σ _{a serr}) = | 1.54 | 1.54 |
| (serraggio): σ _{a serr} /γ _Q *σ _a = | 2.76 | 2.76 |
| Verifica di resistenza: σ _a < σ _{a lim} ? | SI', (OK) | SI', (OK) |
| Verifica a sfilamento: max(σ _a ; γ _Q *σ _{a serr}) < σ _{a sfilam} ? | SI', (OK) | SI', (OK) |
| Verifica al serraggio: σ _a < γ _Q *σ _{a serr} /1.05? | SI', (OK) | SI', (OK) |
| 7.1) Verifiche del serraggio dei tirafondi in condizioni di fatica | | |
| Presenti: azioni permanenti+azioni aerodinamiche dei treni dinamizzate, | | |
| si verifica che la sezione non si parzializzi, in modo che Δσ _a = 0 | | |
| N = N _{passi} *O+N _{serr} = (daN) | 102'419.7 | 102'419.7 |
| M = φ _M *M _{saerod} (daNm) | 3'904.1 | 3'904.1 |
| σ _{c max} = -N/A-M/W (daN/cm ²) | -23.8 | -23.8 |
| σ _{c min} = -N/A+M/W (daN/cm ²) | -12.7 | -12.7 |
| La sezione è tutta compressa? | SI', (OK) | SI', (OK) |
| 8.1) Verifiche a fatica dei tirafondi senza mettere in conto il serraggio | | |
| Verifica svolta senza mettere in conto il serraggio dei tirafondi. | | |
| Secondo quanto riportato nell'Eurocodice 3 per le bullonature, si verifica che risulti: | | |
| σ _a <Δσ _D *(30/π) ^{0.25} /γ _{Mf} = 36.86*0.976/1.35=26.64 N/mm ² | | |
| (con Δσ _D valore del punto D della curva Δσ _A =50 N/mm ² -EN1993-1-9:2005 Table 8.1) | | |
| Anche questa verifica viene svolta senza considerare i tirafondi in zona compressa. | | |
| N = (daN) | 0.0 | 0.0 |
| M = (daNm) | 3'904.1 | 3'904.1 |
| x = (cm) | 22.4 | 22.4 |
| σ _c = (daN/cm ²) | -7.6 | -7.6 |
| σ _a = (daN/cm ²) | 233.8 | 233.8 |
| Δσ _D /γ _{Mf} = (daN/cm ²) | 266.4 | 266.4 |
| σ _a <Δσ _D /γ _{Mf} ? | SI', (OK) | SI', (OK) |
| 9.1) Verifiche allo scorrimento | | |
| Si verifica che il taglio di progetto sia assorbito dall'attrito prodotto dal serraggio dei tirafondi. A favore di sicurezza si considerano attivi i soli tirafondi posti lato calcestruzzo compresso. | | |
| Coefficiente di attrito: μ = | 0.30 | 0.30 |
| Coefficiente di riduzione: γ _d = | 1.25 | 1.25 |
| Taglio di progetto: T _{prog} = T = (daN) | 4'312.5 | 4'312.5 |
| N _{serr} = σ _{a serr} *Aa' = (daN) | 51'209.8 | 51'209.8 |
| Attrito trasmesso dal serraggio sui tirafondi: T _{res} = μ*N _{serr} /γ _d = (daN) | 12'290.4 | 12'290.4 |
| T _{res} /T _{prog} = | 2.85 | 2.85 |
| T _{res} > T _{prog} ? | SI', (OK) | SI', (OK) |



8.3 BARRIERE DI ALTEZZA 4.75M

| Sezione di attacco montanti-fondazione. Verifiche lato conglomerato. | | |
|---|--|--|
| Verifiche lato tirafondi di: resistenza, sfilamento, serraggio, fatica. | | |
| Barriere su: Rilevato e Sottovia | | |
| Ipotesi di montante: | | |
| 0) Caratteristiche barriere | Barriere su Rilevato (3+3) M33 tirafondi rettilinei con piastra di ancoraggio | Barriere su Sottovia (3+3) M33 tirafondi rettilinei con piastra di ancoraggio |
| Altezza montante: $H_m =$ (m) | 4.75 | 4.75 |
| Interasse montanti: $i =$ (m) | 3.0 | 3.0 |
| Tipo di pannelli: | Pesanti e leggeri | Pesanti e leggeri |
| Peso medio pannelli pesanti: $p_1 =$ (daN/m ²) | 346.0 | 346.0 |
| Peso pannelli leggeri: $p_2 =$ (daN/m ²) | 25.0 | 25.0 |
| Peso montante: $p_m =$ (daN/m) | 80.0 | 80.0 |
| Altezza pannelli pesanti: $h_1 =$ (m) | 3.75 | 3.75 |
| Altezza pannelli leggeri: $h_2 =$ (m) | 1.00 | 1.00 |
| 1) Sollecitaz. di progetto come da Linee Guida per verifiche statiche | | |
| Pressione del vento: $p_w =$ (daN/m ²) | 158.0 | 158.0 |
| Distanza asse binario-barriera: $a_g =$ (m) | 4.65 | 4.65 |
| Velocità massima di progetto: $v =$ (km/h) | 300.0 | 300.0 |
| Coefficiente $k_1 =$ | 0.60 | 0.60 |
| Pressione aerod. uniforme: $p_{aer} =$ (daN/m ²) | 34.8 | 34.8 |
| Pressione totale: $p_{tot} = p_w + p_{aer} =$ (daN/m ²) | 192.8 | 192.8 |
| Pressione minima di progetto: $p_{min\ prog} =$ (daN/m ²) | 250.0 | 250.0 |
| Massimo tra (p_{tot} ; $p_{min\ prog}$) = (daN/m ²) | 250.0 | 250.0 |
| $N_1 =$ (daN) | 4'347.5 | 4'347.5 |
| $M_1 =$ (daNm) | 8'460.9 | 8'460.9 |
| $T_1 =$ (daN) | 3'562.5 | 3'562.5 |
| 2) Sollecitaz. di progetto come da Normativa FS per verifiche statiche | | |
| Momento da pressione del vento: $M_{pw} =$ (daNm) | 5'347.3 | 5'347.3 |
| Momento da pressione aerodinamica: $M_{paerod} =$ (daNm) | 1'178.9 | 1'178.9 |
| Momento totale: $M_{ptot} = M_{pw} + M_{paerod} =$ (daNm) | 6'526.2 | 6'526.2 |
| Momento minimo di progetto: $M_{min\ prog} =$ (daNm) | 8'460.9 | 8'460.9 |
| Massimo tra (M_{ptot} ; $M_{min\ prog}$) = (daNm) | 8'460.9 | 8'460.9 |
| Taglio da pressione del vento: $T_{pw} =$ (daN) | 2'251.5 | 2'251.5 |
| Taglio da pressione aerodinamica: $T_{paerod} =$ (daN) | 496.4 | 496.4 |
| Taglio totale: $M_{ptot} = M_{pw} + M_{paerod} =$ (daN) | 2'747.9 | 2'747.9 |
| Taglio minimo di progetto: $T_{min\ prog} =$ (daN) | 3'562.5 | 3'562.5 |
| Massimo tra (T_{ptot} ; $T_{min\ prog}$) = (daN) | 3'562.5 | 3'562.5 |
| $N_2 =$ (daN) | 4'347.5 | 4'347.5 |
| $M_2 =$ (daNm) | 8'460.9 | 8'460.9 |
| $T_2 =$ (daN) | 3'562.5 | 3'562.5 |
| 3) Sollecitazioni di progetto massime per verifiche statiche | | |
| $N = N_1 = N_2 =$ (daN) | 4'347.5 | 4'347.5 |
| $M = \max (M_1; M_2) =$ (daNm) | 8'460.9 | 8'460.9 |
| $T = \max (T_1; T_2) =$ (daN) | 3'562.5 | 3'562.5 |
| 4) Coefficienti dinamici (desunti dalle analisi dinam.) per verifiche a fatica | | |
| $\phi_M =$ | 2.25 | 2.25 |
| $\phi_T =$ | 2.00 | 2.00 |
| Momento da pressione aerodinamica dinamizzato: $\phi_M * M_{paerod} =$ (daNm) | 2'652.4 | 2'652.4 |
| Taglio da pressione aerodinamica dinamizzato: $\phi_T * T_{paerod} =$ (daN) | 992.7 | 992.7 |



| | Pesanti e leggeri | Pesanti e leggeri |
|--|-------------------|-------------------|
| 5) Caratteristiche sezione di base (piastra e tirafondi) | | |
| B = (cm) | 45.0 | 45.0 |
| H = (cm) | 75.0 | 75.0 |
| c = (cm) | 6.5 | 6.5 |
| Numero tirafondi per fila: n | 3 | 3 |
| Diametro tirafondo: d = (cm) | 3.3 | 3.3 |
| Area resistente: $A_{res} = (cm^2)$ | 6.84 | 6.84 |
| $Aa = n \cdot A_{res} (cm^2)$ | 20.52 | 20.52 |
| $Aa' = Aa$ (non messa in conto nelle verifiche a pressoflessione) = (cm ²) | 20.52 | 20.52 |
| Acciaio tirafondi: | 6.8 | 6.8 |
| Tensione ammissibile per verifiche di resistenza: $\sigma_{a amm} = (daN/cm^2)$ | 2'400 | 2'400 |
| Tensione ammissibile a sfilamento: $\sigma_{a sfilam.} = (daN/cm^2)$ | 2'400 | 2'400 |
| Tensione di serraggio come da Normativa: $\sigma_{a max serr} = (daN/cm^2)$ | 2'880 | 2'880 |
| Tensione di serraggio applicata: $\sigma_{a serr} = (daN/cm^2)$ | 1'872 | 1'872 |
| $\sigma_{a serr} / \sigma_{a max serr} =$ | 65.0% | 65.0% |
| Compressione media sotto piastra prodotta dal serraggio = (daN/cm ²) | -22.8 | -22.8 |
| Forza di trazione nel gambo: $N_s = \sigma_{a serr} \cdot A_{res} = (kN)$ | 128.0 | 128.0 |
| Coppia di serraggio: $T_s = 0.2 \cdot N_s \cdot d = (Nm)$ | 845 | 845 |
| 6) Verifiche di resistenza, sfilamento e serraggio dei tirafondi | | |
| N = (daN) | 4'347.5 | 4'347.5 |
| M = (daNm) | 8'460.9 | 8'460.9 |
| x = (cm) | 27.6 | 27.6 |
| $\sigma_c = (daN/cm^2)$ | -26.7 | -26.7 |
| $\sigma_a = (daN/cm^2)$ | 594.0 | 594.0 |
| $\sigma_a / \sigma_{a max serr} =$ | 20.6% | 20.6% |
| Coefficienti di sicurezza | | |
| (resistenza): $\sigma_{a amm} / \sigma_a =$ | 4.04 | 4.04 |
| (sfilamento 1): $\sigma_{a sfilam} / \sigma_a =$ | 4.04 | 4.04 |
| (sfilamento 2): $\sigma_{a sfilam} / \sigma_{a serr} =$ | 1.28 | 1.28 |
| (serraggio): $\sigma_{a serr} / \sigma_a =$ | 3.15 | 3.15 |
| Verifica di resistenza: $\sigma_a < \sigma_{a amm} ?$ | SI', (OK) | SI', (OK) |
| Verifica a sfilamento: $\max(\sigma_a, \sigma_{a serr}) < \sigma_{a sfilam} ?$ | SI', (OK) | SI', (OK) |
| Verifica al serraggio: $\sigma_a < \sigma_{a serr} / 1.05 ?$ | SI', (OK) | SI', (OK) |
| 7) Verifiche del serraggio dei tirafondi in condizioni di fatica | | |
| Presenti: azioni permanenti+azioni aerodinamiche dei treni dinamizzate, | | |
| si verifica che la sezione non si parzializzi, in modo che $\Delta\sigma_a = 0$ | | |
| $N = N_{pes} + 0 + N_{serr} = (daN)$ | 76'814.7 | 76'814.7 |
| $M = \phi_M \cdot M_{paerod} (daNm)$ | 2'652.4 | 2'652.4 |
| $\sigma_{c max} = -N/A - M/W (daN/cm^2)$ | -29.0 | -29.0 |
| $\sigma_{c min} = -N/A + M/W (daN/cm^2)$ | -16.5 | -16.5 |
| La sezione è tutta compressa? | SI', (OK) | SI', (OK) |
| 8) Verifiche a fatica dei tirafondi senza mettere in conto il serraggio | | |
| Verifica svolta senza mettere in conto il serraggio dei tirafondi. | | |
| Secondo quanto riportato nell'Eurocodice 3 per le bullonature, si verifica che risulti: | | |
| $\sigma_a < \Delta\sigma_D \cdot (30/\gamma_m)^{0.25} / \gamma_m = 36.86 \cdot 0.976 / 1.25 = 28.76 N/mm^2$ | | |
| (con $\Delta\sigma_D$ valore del punto D della curva $\Delta\sigma_a = 50 N/mm^2$ -EN1993-1-9:2005 Table 8.1) | | |
| Anche questa verifica viene svolta senza considerare i tirafondi in zona compressa. | | |
| N = (daN) | 0.0 | 0.0 |
| M = (daNm) | 2'652.4 | 2'652.4 |
| x = (cm) | 24.5 | 24.5 |
| $\sigma_c = (daN/cm^2)$ | -8.0 | -8.0 |
| $\sigma_a = (daN/cm^2)$ | 214.2 | 214.2 |
| $\Delta\sigma_D / \gamma_m = (daN/cm^2)$ | 287.6 | 287.6 |
| $\sigma_a < \Delta\sigma_D / \gamma_m ?$ | SI', (OK) | SI', (OK) |
| 9) Verifiche allo scorrimento | | |
| Si verifica che il taglio di progetto sia assorbito dall'attrito prodotto dal serraggio dei tirafondi. A favore di sicurezza si considerano attivi i soli tirafondi posti lato calcestruzzo compresso. | | |
| Coefficiente di attrito: $\mu =$ | 0.30 | 0.30 |
| Coefficiente di riduzione: $\gamma_d =$ | 1.25 | 1.25 |
| Taglio di progetto: $T_{prog} = T = (daN)$ | 3'562.5 | 3'562.5 |
| $N_{serr} = \sigma_{a serr} \cdot Aa' = (daN)$ | 38'407.4 | 38'407.4 |
| Attrito trasmesso dal serraggio sui tirafondi: $T_{res} = \mu \cdot N_{serr} / \gamma_d = (daN)$ | 9'217.8 | 9'217.8 |
| $T_{res} / T_{prog} =$ | 2.59 | 2.59 |
| $T_{res} > T_{prog} ?$ | SI', (OK) | SI', (OK) |



| VERIFICHE DEI TIRAFONDI SECONDO I CRITERI DI CUI AL D.M. 14.01.2008 | | |
|--|-----------|-----------|
| 5.1) Caratteristiche sezione di base (piastra e tirafondi) | | |
| B = (cm) | 45.0 | 45.0 |
| H = (cm) | 75.0 | 75.0 |
| C = (cm) | 6.5 | 6.5 |
| Numero tirafondi per fila: n | 3.0 | 3.0 |
| Diametro tirafondo: d = (cm) | 3.3 | 3.3 |
| Area resistente: A _{res} = (cm ²) | 6.84 | 6.84 |
| Aa = n*A _{res} (cm ²) | 20.52 | 20.52 |
| Aa' = Aa (non messa in conto nelle verifiche a pressoflessione) = (cm ²) | 20.52 | 20.52 |
| Acciaio tirafondi: | 6.8 | 6.8 |
| f _{tk} = (daN/cm ²) | 6'000 | 6'000 |
| γ _{M2} = | 1.25 | 1.25 |
| Tensione limite per verifiche di resistenza: σ _{a lim} = 0.9*f _{tk} /γ _{M2} = (daN/cm ²) | 4'320 | 4'320 |
| Tensione limite a sfilamento: σ _{allim sfilam.} = (daN/cm ²) | 4'320 | 4'320 |
| Tensione di serraggio come da Normativa: σ _{a max serr} = (daN/cm ²) | 2'880 | 2'880 |
| Tensione di serraggio applicata: σ _{a serr} = (daN/cm ²) | 1'872 | 1'872 |
| σ _{a serr} /σ _{a max serr} = | 65.0% | 65.0% |
| Compressione media sotto piastra prodotta dal serraggio = (daN/cm ²) | -22.8 | -22.8 |
| Forza di trazione nel gambo: N _s = σ _{a serr} *A _{res} = (kN) | 128.0 | 128.0 |
| Coppia di serraggio: Ts = 0.2*N _s *d = (Nm) | 845 | 845 |
| 6.1) Verifiche di resistenza, sfilamento e serraggio dei tirafondi | | |
| γ _G = | 1.35 | 1.35 |
| γ _Q = | 1.50 | 1.50 |
| γ _G *N = (daN) | 5'869.1 | 5'869.1 |
| γ _Q *M = (daNm) | 12'691.4 | 12'691.4 |
| x = (cm) | 27.3 | 27.3 |
| σ _c = (daN/cm ²) | -39.8 | -39.8 |
| σ _a = (daN/cm ²) | 904.1 | 904.1 |
| σ _a /(γ _G *σ _{a max serr}) = | 20.9% | 20.9% |
| Coefficienti di sicurezza | | |
| (resistenza): σ _{a lim} /σ _a = | 4.78 | 4.78 |
| (sfilamento 1): σ _{a sfilam} /σ _a = | 4.78 | 4.78 |
| (sfilamento 2): σ _{a sfilam} /(γ _Q *σ _{a serr}) = | 1.54 | 1.54 |
| (serraggio): σ _{a serr} /γ _Q /σ _a = | 3.11 | 3.11 |
| Verifica di resistenza: σ _a < σ _{a lim} ? | SI', (OK) | SI', (OK) |
| Verifica a sfilamento: max(σ _a ; γ _Q *σ _{a serr}) < σ _{a sfilam} ? | SI', (OK) | SI', (OK) |
| Verifica al serraggio: σ _a < γ _Q *σ _{a serr} /1.05 ? | SI', (OK) | SI', (OK) |
| 7.1) Verifiche del serraggio dei tirafondi in condizioni di fatica | | |
| Presenti: azioni permanenti+azioni aerodinamiche dei treni dinamizzate. | | |
| si verifica che la sezione non si parzializzi, in modo che Δσ _a = 0 | | |
| N = N _{pesi} *0+N _{serr} = (daN) | 76'814.7 | 76'814.7 |
| M = φ _M *M _{paerod} (daNm) | 2'652.4 | 2'652.4 |
| σ _{c max} = -N/A-M/W (daN/cm ²) | -29.0 | -29.0 |
| σ _{c min} = -N/A+M/W (daN/cm ²) | -16.5 | -16.5 |
| La sezione è tutta compressa? | SI', (OK) | SI', (OK) |
| 8.1) Verifiche a fatica dei tirafondi senza mettere in conto il serraggio | | |
| Verifica svolta senza mettere in conto il serraggio dei tirafondi. | | |
| Secondo quanto riportato nell'Eurocodice 3 per le bullonature, si verifica che risulti: | | |
| σ _a <Δσ _D *(30/γ _{M2}) ^{0.25} = 36.86*0.976/1.35=26.64 N/mm ² | | |
| (con Δσ _D valore del punto D della curva Δσ _a =50 N/mm ² -EN1993-1-9:2005 Table 8.1) | | |
| Anche questa verifica viene svolta senza considerare i tirafondi in zona compressa. | | |
| N = (daN) | 0.0 | 0.0 |
| M = (daNm) | 2'652.4 | 2'652.4 |
| x = (cm) | 24.5 | 24.5 |
| σ _c = (daN/cm ²) | -8.0 | -8.0 |
| σ _a = (daN/cm ²) | 214.2 | 214.2 |
| Δσ _D /γ _M = (daN/cm ²) | 266.4 | 266.4 |
| σ _a <Δσ _D /γ _M ? | SI', (OK) | SI', (OK) |
| 9.1) Verifiche allo scorrimento | | |
| Si verifica che il taglio di progetto sia assorbito dall'attrito prodotto dal serraggio dei tirafondi. A favore di sicurezza si considerano attivi i soli tirafondi posti lato calcestruzzo compresso. | | |
| Coefficiente di attrito: μ = | 0.30 | 0.30 |
| Coefficiente di riduzione: γ _d = | 1.25 | 1.25 |
| Taglio di progetto: T _{prog} = T = (daN) | 3'562.5 | 3'562.5 |
| N _{serr} = σ _{a serr} *Aa' = (daN) | 38'407.4 | 38'407.4 |
| Attrito trasmesso dal serraggio sui tirafondi: T _{res} = μ*N _{serr} /γ _d = (daN) | 9'217.8 | 9'217.8 |
| T _{res} /T _{prog} = | 2.59 | 2.59 |
| T _{res} > T _{prog} ? | SI', (OK) | SI', (OK) |



8.4 BARRIERE DI ALTEZZA 3.75M

| Sezione di attacco montanti-fondazione. Verifiche lato conglomerato. | | |
|---|--|--|
| Verifiche lato tirafondi di: resistenza, sfilamento, serraggio, fatica. | | |
| Barriere su: Rilevato e Sottovia | | |
| Ipotesi di montante: | | |
| 0) Caratteristiche barriere | Barriere su Rilevato (2+2) M33 tirafondi rettilinei con piastra di ancoraggio | Barriere su Sottovia (2+2) M33 tirafondi rettilinei con piastra di ancoraggio |
| Altezza montante: $H_m =$ (m) | 3.75 | 3.75 |
| Interasse montanti: $i =$ (m) | 3.0 | 3.0 |
| Tipo di pannelli: | Pesanti e leggeri | Pesanti e leggeri |
| Peso medio pannelli pesanti: $p_1 =$ (daN/m ²) | 346.0 | 346.0 |
| Peso pannelli leggeri: $p_2 =$ (daN/m ²) | 25.0 | 25.0 |
| Peso montante: $p_m =$ (daN/m) | 80.0 | 80.0 |
| Altezza pannelli pesanti: $h_1 =$ (m) | 3.75 | 3.75 |
| Altezza pannelli leggeri: $h_2 =$ (m) | 0.00 | 0.00 |
| 1) Sollecitaz. di progetto come da Linee Guida per verifiche statiche | | |
| Pressione del vento: $p_w =$ (daN/m ²) | 158.0 | 158.0 |
| Distanza asse binario-barriera: $a_g =$ (m) | 4.65 | 4.65 |
| Velocità massima di progetto: $v =$ (km/h) | 300.0 | 300.0 |
| Coefficiente $k_1 =$ | 0.60 | 0.60 |
| Pressione aerod. uniforme: $p_{aer} =$ (daN/m ²) | 34.8 | 34.8 |
| Pressione totale: $p_{tot} = p_w + p_{aer} =$ (daN/m ²) | 192.8 | 192.8 |
| Pressione minima di progetto: $p_{min\ prog} =$ (daN/m ²) | 250.0 | 250.0 |
| Massimo tra ($p_{tot}; p_{min\ prog}$) = (daN/m ²) | 250.0 | 250.0 |
| $N_1 =$ (daN) | 4'192.5 | 4'192.5 |
| $M_1 =$ (daNm) | 5'273.4 | 5'273.4 |
| $T_1 =$ (daN) | 2'812.5 | 2'812.5 |
| 2) Sollecitaz. di progetto come da Normativa FS per verifiche statiche | | |
| Momento da pressione del vento: $M_{p_w} =$ (daNm) | 3'332.8 | 3'332.8 |
| Momento da pressione aerodinamica: $M_{p_{aerod}} =$ (daNm) | 734.7 | 734.7 |
| Momento totale: $M_{p_{tot}} = M_{p_w} + M_{p_{aerod}} =$ (daNm) | 4'067.6 | 4'067.6 |
| Momento minimo di progetto: $M_{min\ prog} =$ (daNm) | 5'273.4 | 5'273.4 |
| Massimo tra ($M_{p_{tot}}; M_{min\ prog}$) = (daNm) | 5'273.4 | 5'273.4 |
| Taglio da pressione del vento: $T_{p_w} =$ (daN) | 1'777.5 | 1'777.5 |
| Taglio da pressione aerodinamica: $T_{p_{aerod}} =$ (daN) | 391.9 | 391.9 |
| Taglio totale: $M_{p_{tot}} = M_{p_w} + M_{p_{aerod}} =$ (daN) | 2'169.4 | 2'169.4 |
| Taglio minimo di progetto: $T_{min\ prog} =$ (daN) | 2'812.5 | 2'812.5 |
| Massimo tra ($T_{p_{tot}}; T_{min\ prog}$) = (daN) | 2'812.5 | 2'812.5 |
| $N_2 =$ (daN) | 4'192.5 | 4'192.5 |
| $M_2 =$ (daNm) | 5'273.4 | 5'273.4 |
| $T_2 =$ (daN) | 2'812.5 | 2'812.5 |
| 3) Sollecitazioni di progetto massime per verifiche statiche | | |
| $N = N_1 = N_2 =$ (daN) | 4'192.5 | 4'192.5 |
| $M = \max(M_1; M_2) =$ (daNm) | 5'273.4 | 5'273.4 |
| $T = \max(T_1; T_2) =$ (daN) | 2'812.5 | 2'812.5 |
| 4) Coefficienti dinamici (desunti dalle analisi dinam.) per verifiche a fatica | | |
| $\phi_M =$ | 2.10 | 2.10 |
| $\phi_T =$ | 2.00 | 2.00 |
| Momento da pressione aerodinamica dinamizzato: $\phi_M * M_{p_{aerod}} =$ (daNm) | 1'543.0 | 1'543.0 |
| Taglio da pressione aerodinamica dinamizzato: $\phi_T * T_{p_{aerod}} =$ (daN) | 783.7 | 783.7 |



| | Pesanti e leggeri | Pesanti e leggeri |
|--|-------------------|-------------------|
| 5) Caratteristiche sezione di base (piastra e tirafondi) | | |
| B = (cm) | 45.0 | 45.0 |
| H = (cm) | 75.0 | 75.0 |
| c = (cm) | 6.5 | 6.5 |
| Numero tirafondi per fila: n | 2 | 2 |
| Diametro tirafondo: d = (cm) | 3.3 | 3.3 |
| Area resistente: A _{res} = (cm ²) | 6.84 | 6.84 |
| Aa = n * A _{res} (cm ²) | 13.68 | 13.68 |
| Aa' = Aa (non messa in conto nelle verifiche a pressoflessione) = (cm ²) | 13.68 | 13.68 |
| Acciaio tirafondi: | 6.8 | 6.8 |
| Tensione ammissibile per verifiche di resistenza: σ _{a amm} = (daN/cm ²) | 2'400 | 2'400 |
| Tensione ammissibile a sfilamento: σ _{a sfilam.} = (daN/cm ²) | 2'400 | 2'400 |
| Tensione di serraggio come da Normativa: σ _{a max serr} = (daN/cm ²) | 2'880 | 2'880 |
| Tensione di serraggio applicata: σ _{a serr} = (daN/cm ²) | 1'872 | 1'872 |
| σ _{a serr} /σ _{a max serr} = | 65.0% | 65.0% |
| Compressione media sotto piastra prodotta dal serraggio = (daN/cm ²) | -15.2 | -15.2 |
| Forza di trazione nel gambo: N _s = σ _{a serr} * A _{res} = (kN) | 128.0 | 128.0 |
| Coppia di serraggio: T _s = 0.2 * N _s * d = (Nm) | 845 | 845 |
| 6) Verifiche di resistenza, sfilamento e serraggio dei tirafondi | | |
| N = (daN) | 4'192.5 | 4'192.5 |
| M = (daNm) | 5'273.4 | 5'273.4 |
| x = (cm) | 25.3 | 25.3 |
| σ _c = (daN/cm ²) | -19.2 | -19.2 |
| σ _a = (daN/cm ²) | 493.5 | 493.5 |
| σ _a /σ _{a max serr} = | 17.1% | 17.1% |
| Coefficienti di sicurezza | | |
| (resistenza): σ _{a amm} /σ _a = | 4.86 | 4.86 |
| (sfilamento 1): σ _{a sfilam} /σ _a = | 4.86 | 4.86 |
| (sfilamento 2): σ _{a sfilam} /σ _{a serr} = | 1.28 | 1.28 |
| (serraggio): σ _{a serr} /σ _a = | 3.79 | 3.79 |
| Verifica di resistenza: σ _a < σ _{a amm} ? | SI', (OK) | SI', (OK) |
| Verifica a sfilamento: max(σ _a , σ _{a serr}) < σ _{a sfilam} ? | SI', (OK) | SI', (OK) |
| Verifica al serraggio: σ _a < σ _{a serr} / 1.05? | SI', (OK) | SI', (OK) |
| 7) Verifiche del serraggio dei tirafondi in condizioni di fatica | | |
| Presenti: azioni permanenti+azioni aerodinamiche dei treni dinamizzate. | | |
| si verifica che la sezione non si parzializzi, in modo che Δσ _a = 0 | | |
| N = N _{pesi} * 0 + N _{serr} = (daN) | 51'209.8 | 51'209.8 |
| M = φ _M * M _{paerod} (daNm) | 1'543.0 | 1'543.0 |
| σ _{c max} = -N/A - M/W (daN/cm ²) | -18.8 | -18.8 |
| σ _{c min} = -N/A + M/W (daN/cm ²) | -11.5 | -11.5 |
| La sezione è tutta compressa? | SI', (OK) | SI', (OK) |
| 8) Verifiche a fatica dei tirafondi senza mettere in conto il serraggio | | |
| Verifica svolta senza mettere in conto il serraggio dei tirafondi. | | |
| Secondo quanto riportato nell'Eurocodice 3 per le bullonature, si verifica che risulti: | | |
| σ _a < Δσ _D * (30/σ _a) ^{0.25} / γ _m = 36.86 * 0.976 / 1.25 = 28.76 N/mm ² | | |
| (con Δσ _D valore del punto D della curva Δσ _A = 50 N/mm ² - EN1993-1-9:2005 Table 8.1) | | |
| Anche questa verifica viene svolta senza considerare i tirafondi in zona compressa. | | |
| N = (daN) | 0.0 | 0.0 |
| M = (daNm) | 1'543.0 | 1'543.0 |
| x = (cm) | 20.9 | 20.9 |
| σ _c = (daN/cm ²) | -5.3 | -5.3 |
| σ _a = (daN/cm ²) | 183.2 | 183.2 |
| Δσ _D /γ _m = (daN/cm ²) | 294.7 | 294.7 |
| σ _a < Δσ _D /γ _m ? | SI', (OK) | SI', (OK) |
| 9) Verifiche allo scorrimento | | |
| Si verifica che il taglio di progetto sia assorbito dall'attrito prodotto dal serraggio dei tirafondi. A favore di sicurezza si considerano attivi i soli tirafondi posti lato calcestruzzo compresso. | | |
| Coefficiente di attrito: μ = | 0.30 | 0.30 |
| Coefficiente di riduzione: γ _d = | 1.25 | 1.25 |
| Taglio di progetto: T _{prog} = T = (daN) | 2'812.5 | 2'812.5 |
| N _{serr} = σ _{a serr} * Aa' = (daN) | 25'604.9 | 25'604.9 |
| Attrito trasmesso dal serraggio sui tirafondi: T _{res} = μ * N _{serr} / γ _d = (daN) | 6'145.2 | 6'145.2 |
| T _{res} / T _{prog} = | 2.18 | 2.18 |
| T _{res} > T _{prog} ? | SI', (OK) | SI', (OK) |



| VERIFICHE DEI TIRAFONDI SECONDO I CRITERI DI CUI AL D.M. 14.01.2008 | | |
|--|-----------|-----------|
| 5.1) Caratteristiche sezione di base (piastra e tirafondi) | | |
| B = (cm) | 45.0 | 45.0 |
| H = (cm) | 75.0 | 75.0 |
| c = (cm) | 6.5 | 6.5 |
| Numero tirafondi per fila: n | 2.0 | 2.0 |
| Diametro tirafondo: d = (cm) | 3.3 | 3.3 |
| Area resistente: A _{res} = (cm ²) | 6.84 | 6.84 |
| A _a = n * A _{res} (cm ²) | 13.68 | 13.68 |
| A _{a'} = A _a (non messa in conto nelle verifiche a pressoflessione) = (cm ²) | 13.68 | 13.68 |
| Acciaio tirafondi: | 6.8 | 6.8 |
| f _{tk} = (daN/cm ²) | 6'000 | 6'000 |
| γ _{M2} = | 1.25 | 1.25 |
| Tensione limite per verifiche di resistenza: σ _{a lim} = 0.9 * f _{tk} / γ _{M2} = (daN/cm ²) | 4'320 | 4'320 |
| Tensione limite a sfilamento: σ _{alim sfilam.} = (daN/cm ²) | 4'320 | 4'320 |
| Tensione di serraggio come da Normativa: σ _{a max serr} = (daN/cm ²) | 2'880 | 2'880 |
| Tensione di serraggio applicata: σ _{a serr} = (daN/cm ²) | 1'872 | 1'872 |
| σ _{a serr} / σ _{a max serr} = | 65.0% | 65.0% |
| Compressione media sotto piastra prodotta dal serraggio = (daN/cm ²) | -15.2 | -15.2 |
| Forza di trazione nel gambo: N _s = σ _{a serr} * A _{res} = (kN) | 128.0 | 128.0 |
| Coppia di serraggio: T _s = 0.2 * N _s * d = (Nm) | 845 | 845 |
| 6.1) Verifiche di resistenza, sfilamento e serraggio dei tirafondi | | |
| γ _G = | 1.35 | 1.35 |
| γ _Q = | 1.50 | 1.50 |
| γ _G * N = (daN) | 5'659.9 | 5'659.9 |
| γ _Q * M = (daNm) | 7'910.2 | 7'910.2 |
| x = (cm) | 24.8 | 24.8 |
| σ _c = (daN/cm ²) | -28.7 | -28.7 |
| σ _a = (daN/cm ²) | 759.2 | 759.2 |
| σ _a / (γ _Q * σ _{a max serr}) = | 17.6% | 17.6% |
| Coefficienti di sicurezza | | |
| (resistenza): σ _{a lim} / σ _a = | 5.69 | 5.69 |
| (sfilamento 1): σ _{a sfilam} / σ _a = | 5.69 | 5.69 |
| (sfilamento 2): σ _{a sfilam} / (γ _Q * σ _{a serr}) = | 1.54 | 1.54 |
| (serraggio): σ _{a serr} * γ _Q / σ _a = | 3.70 | 3.70 |
| Verifica di resistenza: σ _a < σ _{a lim} ? | SI', (OK) | SI', (OK) |
| Verifica a sfilamento: max(σ _a , γ _Q * σ _{a serr}) < σ _{a sfilam} ? | SI', (OK) | SI', (OK) |
| Verifica al serraggio: σ _a < γ _Q * σ _{a serr} / 1.05 ? | SI', (OK) | SI', (OK) |
| 7.1) Verifiche del serraggio dei tirafondi in condizioni di fatica | | |
| Presenti: azioni permanenti + azioni aerodinamiche dei treni dinamizzate, si verifica che la sezione non si parzializzi, in modo che Δσ _a = 0 | | |
| N = N _{pesi} * 0 + N _{serr} = (daN) | 51'209.8 | 51'209.8 |
| M = φ _M * M _{paerod} (daNm) | 1'543.0 | 1'543.0 |
| σ _{c max} = -N/A - M/W (daN/cm ²) | -18.8 | -18.8 |
| σ _{c min} = -N/A + M/W (daN/cm ²) | -11.5 | -11.5 |
| La sezione è tutta compressa? | SI', (OK) | SI', (OK) |
| 8.1) Verifiche a fatica dei tirafondi senza mettere in conto il serraggio | | |
| Verifica svolta senza mettere in conto il serraggio dei tirafondi. | | |
| Secondo quanto riportato nell'Eurocodice 3 per le bullonature, si verifica che risulti: | | |
| σ _a < Δσ _D * (30/φ) ^{0.25} / γ _{MII} = 36.86 * 0.976 / 1.35 = 26.64 N/mm ² | | |
| (con Δσ _D valore del punto D della curva Δσ _A = 50 N/mm ² - EN1993-1-9:2005 Table 8.1) | | |
| Anche questa verifica viene svolta senza considerare i tirafondi in zona compressa. | | |
| N = (daN) | 0.0 | 0.0 |
| M = (daNm) | 1'543.0 | 1'543.0 |
| x = (cm) | 20.9 | 20.9 |
| σ _c = (daN/cm ²) | -5.3 | -5.3 |
| σ _a = (daN/cm ²) | 183.2 | 183.2 |
| Δσ _D / γ _{MII} = (daN/cm ²) | 273.0 | 273.0 |
| σ _a < Δσ _D / γ _{MII} ? | SI', (OK) | SI', (OK) |
| 9.1) Verifiche allo scorrimento | | |
| Si verifica che il taglio di progetto sia assorbito dall'attrito prodotto dal serraggio dei tirafondi. A favore di sicurezza si considerano attivi i soli tirafondi posti lato calcestruzzo compresso. | | |
| Coefficiente di attrito: μ = | 0.30 | 0.30 |
| Coefficiente di riduzione: γ _d = | 1.25 | 1.25 |
| Taglio di progetto: T _{prog} = T = (daN) | 2'812.5 | 2'812.5 |
| N _{serr} = σ _{a serr} * A _{a'} = (daN) | 25'604.9 | 25'604.9 |
| Attrito trasmesso dal serraggio sui tirafondi: T _{res} = μ * N _{serr} / γ _d = (daN) | 6'145.2 | 6'145.2 |
| T _{res} / T _{prog} = | 2.18 | 2.18 |
| T _{res} > T _{prog} ? | SI', (OK) | SI', (OK) |

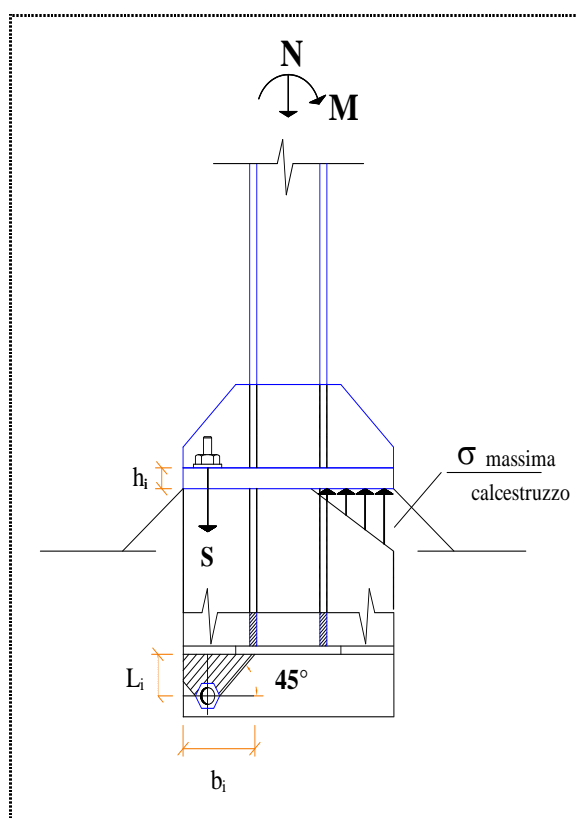


9 VERIFICHE STATICHE PIASTRA DI BASE

La determinazione delle sollecitazioni, e quindi delle tensioni e le conseguenti verifiche, nelle piastre di base è stata effettuata eseguendo un calcolo sia “lato calcestruzzo compresso”, sia “lato tirafondo teso”.

Nel calcolo “lato calcestruzzo compresso” è stato effettuato un calcolo a mensola considerando le tensioni σ_c nel conglomerato variabili linearmente tra il valore massimo bordo piastra σ_{cmax} e il valore nella sezione di incastro σ_c filo esterno ala.

Anche nel calcolo “lato tirafondo teso” è stato effettuato un calcolo a mensola considerando quale base collaborante b_{coll} , per il tiro Sa nel tirafondo, una diffusione a 45° a partire dalla rondella del tirafondo fino alla sezione di incastro, come indicato in figura.





9.1 BARRIERE DI ALTEZZA 6.75M

| VERIFICA PIASTRA DI BASE | | |
|---|------------------------|---------------------|
| 1) Caratteristiche piastra di base e tirafondi | | |
| Base piastra: B= | 75.0 | cm |
| Altezza piastra: H= | 75.0 | cm |
| spessore piastra: s = | 4.0 | cm |
| Base profilato: Bpr = | 30.00 | cm |
| Altezza profilato: Hpr = | 42.50 | cm |
| Spessore anima profilato: t = | 1.00 | cm |
| Spessore ala profilato: e = | 1.35 | cm |
| Acciaio Piastra : | S355 | |
| σ_{amm} piastra = | 2'400 | daN/cm ² |
| τ_{amm} piastra = | 1'386 | daN/cm ² |
| Diametro rondella: D _r = | 7.0 | cm |
| Diametro tirafondo: d = | 3.3 | cm |
| Numero tirafondi per fila: n | 5 | |
| Braccio utile dei tirafondi (direzione y): D _{ty} = | 62.0 | cm |
| Interasse min. tirafondi (direzione x): i = | 15.0 | cm |
| Distanza dei tirafondi dal bordo piastra lungo x: C _{tx} = | 7.5 | cm |
| Distanza dei tirafondi dal bordo piastra lungo y: C _{ty} = (H-D _{ty})/2= | 6.5 | cm |
| Distanza ala profilato esteno piastra: D _a = (H+Hpr)/2= | 16.25 | cm |
| Spessore piatto // ala: sp = | 1.0 | cm |
| Area resistente tirafondo: A _{res} = | 6.84 | cm ² |
| Tensione di serraggio come da Normativa: σ_a max serr = | 2'880 | daN/cm ² |
| Tensione di serraggio applicata: σ_a serr = | 1'872 | daN/cm ² |
| Forza di trazione nel gambo: N _s = σ_a serr * A _{res} = | 128.0 | kN |
| 2) Verifiche di resistenza piastra di base lato calcestruzzo compresso | | |
| N = | 4725.0 | daNm |
| M = | 17'085.9 | daNm |
| Distanza lembo di massima compressione-asse neutro: x = | 26.30 | cm |
| Massima compressione nel conglomerato: σ_{cmax} = | -31.30 | daN/cm ² |
| σ_c filo esterno ala = | -11.96 | daN/cm ² |
| Massima trazione nel tirafondo: σ_a = | 763.60 | daN/cm ² |
| M _{attacco ala} = σ_c filo esterno ala * D _a ² /2 + (σ_{cmax} - σ_c filo esterno ala) * D _a ² /3 = | 3281.4 | daNcm |
| T _{attacco ala} = σ_c filo esterno ala * D _a + (σ_{cmax} - σ_c filo esterno ala) * D _a /2 = | 351.5 | daN |
| A = sp*1.0 = | 4.00 | cm ² |
| W = 1/6*1.0*s ² = | 2.67 | cm ³ |
| σ_{max} = M _{attacco ala} /W = | 1230.5 | daN/cm ² |
| τ_{med} = T _{attacco ala} /A = | 87.9 | daN/cm ² |
| σ_{td} = (σ_{max} ² + 3* τ_{med} ²) ^{0.5} = | 1239.9 | daN/cm ² |
| | (verifica soddisfatta) | |
| 3) Verifiche di resistenza piastra di base lato tirafondo teso | | |
| σ_a -tirafondo = | 763.60 | daN/cm ² |
| A _{tirafondo} = | 6.84 | cm ² |
| N _t = σ_a -tirafondo * A _{res} = | 5'222.2 | daN |
| Distanza tirafondo-ala: b _f = D _a - C _{ty} | 9.8 | cm |
| Base collaborante: b _{coll} = min((7.5+D/2+b _f); (7.5+i/2)) | 15.0 | cm |
| M _{attacco ala (a)} = N _t *b _f /b _{coll} | 3394.4 | daNcm |
| T _{attacco ala (a)} = N _t /b _{coll} | 348.1 | daN |
| A = sp*1.0 = | 4.00 | cm ² |
| W = 1/6*1.0*s ² = | 2.67 | cm ³ |
| $\sigma_{max(a)}$ = M _{attacco ala(a)} /W = | 1272.91 | daN/cm ² |
| $\tau_{med(a)}$ = T _{attacco ala(a)} /A = | 87.04 | daN/cm ² |
| $\sigma_{td(a)}$ = ($\sigma_{max(a)}$ ² + 3* $\tau_{med(a)}$ ²) ^{0.5} = | 1281.81 | daN/cm ² |
| | (verifica soddisfatta) | |
| 7.3) Verifica al punzonamento della piastra di base | | |
| Tensione di serraggio applicata: σ_a serr = | 1872.0 | daN/cm ² |
| Forza di trazione nel gambo: N _s = σ_a serr * A _{res} = | 12802.5 | daN |
| Superficie laterale di punzonamento: S _l = (D _r +2*s/2)*3.14*s = | 138.2 | cm ² |
| $\tau_{punzonamento}$ = N _s /S _l = | 92.7 | daN/cm ² |
| | (verifica soddisfatta) | |



9.2 BARRIERE DI ALTEZZA 5.75M

| VERIFICA PIASTRA DI BASE | | |
|---|------------------------|---------------------|
| 1) Caratteristiche piastra di base e tirafondi | | |
| Base piastra: B= | 75.0 | cm |
| Altezza piastra: H= | 75.0 | cm |
| spessore piastra: s = | 4.0 | cm |
| Base profilato: Bpr = | 30.00 | cm |
| Altezza profilato: Hpr = | 37.80 | cm |
| Spessore anima profilato: t = | 0.95 | cm |
| Spessore ala profilato: e = | 1.30 | cm |
| Acciaio Piastra : | S355 | |
| σ_{amm} piastra = | 2400 | daN/cm ² |
| τ_{amm} piastra = | 1386 | daN/cm ² |
| Diametro rondella: D _r = | 7.0 | cm |
| Diametro tirafondo: d = | 3.3 | cm |
| Numero tirafondi per fila: n | 4 | |
| Braccio utile dei tirafondi (direzione y): D _{ty} = | 62.0 | cm |
| Interasse min. tirafondi (direzione x): i = | 15.0 | cm |
| Distanza dei tirafondi dal bordo piastra lungo x: C _{tx} = | 7.5 | cm |
| Distanza dei tirafondi dal bordo piastra lungo y: C _{ty} =(H-D _{ty})/2= | 6.5 | cm |
| Distanza ala profilato esteno piastra: D _a = (H-Hpr)/2= | 18.60 | cm |
| Spessore piatto // ala: sp = | 1.0 | cm |
| Area resistente tirafondo: A _{res} = | 6.84 | cm ² |
| Tensione di serraggio come da Normativa: σ_a max serr = | 2880 | daN/cm ² |
| Tensione di serraggio applicata: σ_a serr = | 1872 | daN/cm ² |
| Forza di trazione nel gambo: N _s = σ_a serr * A _{res} = | 128.0 | kN |
| 2) Verifiche di resistenza piastra di base lato calcestruzzo compresso | | |
| N = | 4560.0 | daNm |
| M = | 12398.4 | daNm |
| Distanza lembo di massima compressione-asse neutro: x = | 24.50 | cm |
| Massima compressione nel conglomerato: σ_{cmax} = | -24.90 | daN/cm ² |
| σ_c filo esterno ala = | -6.00 | daN/cm ² |
| Massima trazione nel tirafondo: σ_a = | 670.00 | daN/cm ² |
| M _{attacco ala} = σ_c filo esterno ala * D _a ² /2 + (σ_{cmax} - σ_c filo esterno ala)*D _a ² /3 = | 3217.2 | daNcm |
| T _{attacco ala} = σ_c filo esterno ala * D _a + (σ_{cmax} - σ_c filo esterno ala)*D _a /2 = | 287.3 | daN |
| A = sp*1.0 = | 4.00 | cm ² |
| W = 1/6*1.0*s ² = | 2.67 | cm ³ |
| σ_{max} = M _{attacco ala} /W = | 1206.5 | daN/cm ² |
| τ_{med} = T _{attacco ala} /A = | 71.8 | daN/cm ² |
| σ_{td} = (σ_{max} ² +3* τ_{med} ²) ^{0.5} = | 1212.9 | daN/cm ² |
| | (verifica soddisfatta) | |
| 3) Verifiche di resistenza piastra di base lato tirafondo teso | | |
| σ_a -tirafondo = | 670.00 | daN/cm ² |
| A _{tirafondo} = | 6.84 | cm ² |
| N _t = σ_a -tirafondo*A _{res} = | 4582.1 | daN |
| Distanza tirafondo-ala: b _t = D _a -C _{ty} | 12.1 | cm |
| Base collaborante: b _{coll} = min((7.5+D _r /2+b _t);(7.5+i/2)) | 15.0 | cm |
| M _{attacco ala (a)} = N _t *b _t /b _{coll} | 3696.2 | daNcm |
| T _{attacco ala (a)} = N _t /b _{coll} | 305.5 | daN |
| A = sp*1.0 = | 4.00 | cm ² |
| W = 1/6*1.0*s ² = | 2.67 | cm ³ |
| $\sigma_{max(a)}$ = M _{attacco ala(a)} /W = | 1386.08 | daN/cm ² |
| $\tau_{med(a)}$ = T _{attacco ala(a)} /A = | 76.37 | daN/cm ² |
| $\sigma_{td(a)}$ = ($\sigma_{max(a)}$ ² +3* $\tau_{med(a)}$ ²) ^{0.5} = | 1392.38 | daN/cm ² |
| | (verifica soddisfatta) | |
| 7.3 Verifica al punzonamento della piastra di base | | |
| Tensione di serraggio applicata: σ_a serr = | 1872.0 | daN/cm ² |
| Forza di trazione nel gambo: N _s = σ_a serr * A _{res} = | 12802.5 | daN |
| Superficie laterale di punzonamento: S _l = (D _r +2*s/2)*3.14*s = | 138.2 | cm ² |
| $\tau_{punzonamento}$ = N _s /S _l = | 92.7 | daN/cm ² |
| | (verifica soddisfatta) | |

9.3 BARRIERE DI ALTEZZA 4.75M

| VERIFICA PIASTRA DI BASE | | |
|---|------------------------|---------------------|
| 1) Caratteristiche piastra di base e tirafondi | | |
| Base piastra: B= | 45.0 | cm |
| Altezza piastra: H= | 75.0 | cm |
| spessore piastra: s = | 4.0 | cm |
| Base profilato: Bpr = | 30.00 | cm |
| Altezza profilato: Hpr = | 33.90 | cm |
| Spessore anima profilato: t = | 0.90 | cm |
| Spessore ala profilato: e = | 1.20 | cm |
| Acciaio Piastra : | S355 | |
| σ_{amm} piastra = | 2'400 | daN/cm ² |
| τ_{amm} piastra = | 1'386 | daN/cm ² |
| Diametro rondella: D _r = | 7.0 | cm |
| Diametro tirafondo: d = | 3.3 | cm |
| Numero tirafondi per fila: n | 4 | |
| Braccio utile dei tirafondi (direzione y): D _{ty} = | 62.0 | cm |
| Interasse min. tirafondi (direzione x): i = | 15.0 | cm |
| Distanza dei tirafondi dal bordo piastra lungo x: C _{tx} = | 7.5 | cm |
| Distanza dei tirafondi dal bordo piastra lungo y: C _{ty} = (H-D _{ty})/2= | 6.5 | cm |
| Distanza ala profilato esteno piastra: D _a = (H+Hpr)/2= | 20.55 | cm |
| Spessore piatto // ala: sp = | 1.0 | cm |
| Area resistente tirafondo: A _{res} = | 6.84 | cm ² |
| Tensione di serraggio come da Normativa: $\sigma_{a\ max\ serr}$ = | 2'880 | daN/cm ² |
| Tensione di serraggio applicata: $\sigma_{a\ serr}$ = | 1'872 | daN/cm ² |
| Forza di trazione nel gambo: N _s = $\sigma_{a\ serr} \cdot A_{res}$ = | 128.0 | kN |
| 2) Verifiche di resistenza piastra di base lato calcestruzzo compresso | | |
| N = | 4'347.5 | daNm |
| M = | 8'460.9 | daNm |
| Distanza lembo di massima compressione-asse neutro: x = | 27.60 | cm |
| Massima compressione nel conglomerato: $\sigma_{c\ max}$ = | -26.70 | daN/cm ² |
| σ_c filo estemo ala = | -6.82 | daN/cm ² |
| Massima trazione nel tirafondo: σ_a = | 594.00 | daN/cm ² |
| M _{attacco ala} = σ_c filo estemo ala * D _a ² /2 + ($\sigma_{c\ max}$ - σ_c filo estemo ala) * D _a ² /3 = | 4238.5 | daNcm |
| T _{attacco ala} = σ_c filo estemo ala * D _a + ($\sigma_{c\ max}$ - σ_c filo estemo ala) * D _a /2 = | 344.4 | daN |
| A = sp * 1.0 = | 4.00 | cm ² |
| W = 1/6 * 1.0 * s ² = | 2.67 | cm ³ |
| σ_{max} = M _{attacco ala} / W = | 1589.4 | daN/cm ² |
| τ_{med} = T _{attacco ala} / A = | 86.1 | daN/cm ² |
| σ_{td} = (σ_{max} ² + 3 * τ_{med} ²) ^{0.5} = | 1596.4 | daN/cm ² |
| | (verifica soddisfatta) | |
| 3) Verifiche di resistenza piastra di base lato tirafondo teso | | |
| $\sigma_{a\ tirafondo}$ = | 594.00 | daN/cm ² |
| A _{tirafondo} = | 6.84 | cm ² |
| N _t = $\sigma_{a\ tirafondo} \cdot A_{res}$ = | 4'062.3 | daN |
| Distanza tirafondo-ala: b _f = D _a - C _{ty} | 14.1 | cm |
| Base collaborante: b _{coll} = min((7.5+D _r /2+b _f); (7.5+i/2)) | 15.0 | cm |
| M _{attacco ala (a)} = N _t * b _f / b _{coll} | 3805.0 | daNcm |
| T _{attacco ala (a)} = N _t / b _{coll} | 270.8 | daN |
| A = sp * 1.0 = | 4.00 | cm ² |
| W = 1/6 * 1.0 * s ² = | 2.67 | cm ³ |
| $\sigma_{max(a)}$ = M _{attacco ala(a)} / W = | 1426.89 | daN/cm ² |
| $\tau_{med(a)}$ = T _{attacco ala(a)} / A = | 67.71 | daN/cm ² |
| $\sigma_{td(a)}$ = ($\sigma_{max(a)}$ ² + 3 * $\tau_{med(a)}$ ²) ^{0.5} = | 1431.70 | daN/cm ² |
| | (verifica soddisfatta) | |
| 7.3 Verifica al punzonamento della piastra di base | | |
| Tensione di serraggio applicata: $\sigma_{a\ serr}$ = | 1872.0 | daN/cm ² |
| Forza di trazione nel gambo: N _s = $\sigma_{a\ serr} \cdot A_{res}$ = | 12802.5 | daN |
| Superficie laterale di punzonamento: S _l = (D _r + 2 * s / 2) * 3.14 * s = | 138.2 | cm ² |
| $\tau_{punzonamento}$ = N _s / S _l = | 92.7 | daN/cm ² |
| | (verifica soddisfatta) | |



9.4 BARRIERE DI ALTEZZA 3.75M

| VERIFICA PIASTRA DI BASE | | |
|---|------------------------|---------------------|
| 1) Caratteristiche piastra di base e tirafondi | | |
| Base piastra: B= | 45.0 | cm |
| Altezza piastra: H= | 75.0 | cm |
| spessore piastra: s = | 4.0 | cm |
| Base profilato: Bpr = | 30.00 | cm |
| Altezza profilato: Hpr = | 32.00 | cm |
| Spessore anima profilato: t = | 0.85 | cm |
| Spessore ala profilato: e = | 1.15 | cm |
| Acciaio Piastra : | S355 | |
| σ_{amm} piastra = | 2'400 | daN/cm ² |
| τ_{amm} piastra = | 1'386 | daN/cm ² |
| Diametro rondella: D _r = | 7.0 | cm |
| Diametro tirafondo: d = | 3.3 | cm |
| Numero tirafondi per fila: n | 4 | |
| Braccio utile dei tirafondi (direzione y): D _{ty} = | 62.0 | cm |
| Interasse min. tirafondi (direzione x): i = | 15.0 | cm |
| Distanza dei tirafondi dal bordo piastra lungo x: C _{tx} = | 7.5 | cm |
| Distanza dei tirafondi dal bordo piastra lungo y: C _{ty} =(H-D _{ty})/2= | 6.5 | cm |
| Distanza ala profilato esteno piastra: D _a = (H-Hpr)/2= | 21.50 | cm |
| Spessore piatto // ala: sp = | 1.0 | cm |
| Area resistente tirafondo: A _{res} = | 6.84 | cm ² |
| Tensione di serraggio come da Normativa: $\sigma_{a \max serr}$ = | 2'880 | daN/cm ² |
| Tensione di serraggio applicata: $\sigma_{a serr}$ = | 1'872 | daN/cm ² |
| Forza di trazione nel gambo: N _s = $\sigma_{a serr} * A_{res}$ = | 128.0 | kN |
| 2) Verifiche di resistenza piastra di base lato calcestruzzo compresso | | |
| N = | 4192.5 | daNm |
| M = | 5273.4 | daNm |
| Distanza lembo di massima compressione-asse neutro: x = | 25.30 | cm |
| Massima compressione nel conglomerato: σ_{cmax} = | -19.20 | daN/cm ² |
| σ_c filo esterno ala = | -2.88 | daN/cm ² |
| Massima trazione nel tirafondo: σ_a = | 493.50 | daN/cm ² |
| M _{attacco ala} = σ_c filo esterno ala * D _a ² /2 + (σ_{cmax} - σ_c filo esterno ala) * D _a ² /3 = | 3180.6 | daNcm |
| T _{attacco ala} = σ_c filo esterno ala * D _a + (σ_{cmax} - σ_c filo esterno ala) * D _a /2 = | 237.4 | daN |
| A = sp*1.0 = | 4.00 | cm ² |
| W = 1/6*1.0*s ² = | 2.67 | cm ³ |
| σ_{max} = M _{attacco ala} /W = | 1192.7 | daN/cm ² |
| τ_{med} = T _{attacco ala} /A = | 59.4 | daN/cm ² |
| σ_{td} = ($\sigma_{max}^2 + 3 * \tau_{med}^2$) ^{0.5} = | 1197.1 | daN/cm ² |
| | (verifica soddisfatta) | |
| 3) Verifiche di resistenza piastra di base lato tirafondo teso | | |
| $\sigma_{a-tirafondo}$ = | 493.50 | daN/cm ² |
| A _{tirafondo} = | 6.84 | cm ² |
| N _t = $\sigma_{a-tirafondo} * A_{res}$ = | 3'375.0 | daN |
| Distanza tirafondo-ala: b _t = D _a - C _{ty} | 15.0 | cm |
| Base collaborante: b _{coll} = min((7.5+D _r /2+b _t);(7.5+i/2)) | 15.0 | cm |
| M _{attacco ala (a)} = N _t * b _t /b _{coll} | 3375.0 | daNcm |
| T _{attacco ala (a)} = N _t /b _{coll} | 225.0 | daN |
| A = sp*1.0 = | 4.00 | cm ² |
| W = 1/6*1.0*s ² = | 2.67 | cm ³ |
| $\sigma_{max(a)}$ = M _{attacco ala(a)} /W = | 1265.63 | daN/cm ² |
| $\tau_{med(a)}$ = T _{attacco ala(a)} /A = | 56.25 | daN/cm ² |
| $\sigma_{td(a)}$ = ($\sigma_{max(a)}^2 + 3 * \tau_{med(a)}^2$) ^{0.5} = | 1269.37 | daN/cm ² |
| | (verifica soddisfatta) | |
| 7.3) Verifica al punzonamento della piastra di base | | |
| Tensione di serraggio applicata: $\sigma_{a serr}$ = | 1872.0 | daN/cm ² |
| Forza di trazione nel gambo: N _s = $\sigma_{a serr} * A_{res}$ = | 12802.5 | daN |
| Superficie laterale di punzonamento: S _l = (D _r +2*s/2)*3.14*s = | 138.2 | cm ² |
| $\tau_{punzonamento}$ = N _s /S _l = | 92.7 | daN/cm ² |
| | (verifica soddisfatta) | |



10 VERIFICHE DEI MONTANTI: RESISTENZA, DEFORMABILITÀ, FATICA E STABILITÀ

Le prime 3 verifiche sono riportate nelle tabelle seguenti, quella di stabilità nel paragrafo successivo.

| BARRIERE SU RILEVATO E SOTTOVIA. Montante e attacco alla base. Caratteristiche geometriche di progetto. Verifiche sintetiche | | | | |
|--|--------------------|--------------------|------------|------------|
| H (cm) | 675 | 575 | 475 | 375 |
| h cls (cm) | 375.0 | 375.0 | 375.0 | 375.0 |
| h met (cm) | 300.0 | 200.0 | 100.0 | 0.0 |
| Tipologia montante | C6R.1 | C5R.1 | C4R.1 | C3R.1 |
| Profilato (exFe510) | HEAA450+4 I 200*10 | HEAA400+4 I 200*10 | HEAA360 | HEAA340 |
| Piastra B*H*s (mm) (Fe510) | 750*750*40 | 750*750*40 | 450*750*40 | 450*750*40 |
| Tirafondi (Fe430) | (5+5)M33 | (4+4)M33 | (3+3)M33 | (2+2)M33 |
| Passo tirafondi b*h (cm) | (4*15)*62 | (4*15)*62 | (2*15)*62 | (2*15)*62 |
| n° irrigidenti anima | 0 | 0 | 0 | 0 |
| n° irrigidenti ala | 4 | 4 | 0 | 0 |
| Hvert. fazzoletti (cm) | 50.0 | 50.0 | 0.0 | 0.0 |
| Horiz. fazzoletti // ala (cm) | 20.0 | 20.0 | 0.0 | 0.0 |
| Horiz. fazzoletti // anima (cm) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| s fazzoletti // ala (cm) | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| s fazzoletti // anima (cm) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| s cordoni sald. fazz.// ala (cm) | 0.7 | 0.7 | 0.0 | 0.0 |
| s cordoni sald. fazz.//anima (cm) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Jx profilato (cm ⁴) | 41'890 | 31'250 | 23'040 | 19'550 |
| altezza profilato: h _p = (cm) | 42.5 | 37.8 | 33.9 | 32.0 |
| Jx fazzoletto // anima (cm ⁴) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| A fazzoletto // anima (cm ²) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| d baric. fazz-esterno ala prof. (cm) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Jx profilato+fazz (cm ⁴) | 76'342 | 58'341 | 23'040 | 19'550 |
| num. intagli fazz. // anima: n ₁ | 0 | 0 | 0 | 0 |
| intagli fazz. // anima: c ₁ = (cm) | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 |
| num. intagli fazz. // ala: n ₂ | 4 | 4 | 0 | 0 |
| intagli fazz. // ala: c ₂ = (cm) | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 |
| Jx profilato+fazz con intagli (cm ⁴) | 70'314 | 53'602 | 23'040 | 19'550 |
| Jx prof.+fazz con int. e indeb.sald. (cm ⁴) | 70'314 | 53'602 | 23'040 | 19'550 |
| i (interasse montanti) (m) | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 |
| p pressione di progetto (daN/m ²) | 250.0 | 250.0 | 250.0 | 250.0 |
| carico di progetto = 250*1 (daN/m) | 750.0 | 750.0 | 750.0 | 750.0 |
| Mmax (daNm) | 17'085.9 | 12'398.4 | 8'460.9 | 5'273.4 |
| W profilato (cm ³) | 1'971.3 | 1'653.4 | 1'359.3 | 1'221.9 |
| σ _{max} (solo profilato) = (daN/cm ²) | 866.7 | 749.9 | 622.5 | 431.6 |
| altezza profilato+fazz. anima: h _{p+H} = (cm) | 42.5 | 37.8 | 33.9 | 32.0 |
| σ _{max} (profilato+fazz) = (daN/cm ²) | 516.4 | 437.2 | 622.5 | 431.6 |
| E (daN/cm ²) | 2'060'000 | 2'060'000 | 2'060'000 | 2'060'000 |
| f=freccia max con solo Jx profilato (cm) | 2.26 | 1.59 | 1.01 | 0.46 |
| f _{amm} = 1/150*H(cm) | 4.50 | 3.83 | 3.17 | 2.50 |
| H/f (ok se >=150) | 299.3 | 361.2 | 472.4 | 814.6 |
| f=freccia max con Jx profilato+fazz (cm) | | | | |
| H/f (ok se >=150) | | | | |
| f'=freccia rispetto a fine fazzoletti con solo Jx profilato (cm) | 2.23 | 1.57 | 1.01 | 0.46 |
| f _{2amm} = 1/150*(H-H _{vert}) (cm) | 4.17 | 3.50 | 3.17 | 2.50 |
| (H-Hvert)/f' (ok se >=150) | 280.0 | 334.6 | 472.4 | 814.6 |
| f''=freccia rispetto a fine fazzoletti con Jx profilato+fazz (cm) | | | | |
| (H-Hvert)/f'' (ok se >=150) | | | | |
| z=0: ΔM (kNm) | 81.58 | 57.66 | 40.88 | 23.73 |
| z=0: Δσ (daN/cm ²) | 246.5 | 203.3 | 300.7 | 194.2 |
| z=0: Δσ _{amm} (daN/cm ²) | 330.2 | 330.2 | 330.2 | 330.2 |
| Δσ <= Δσ _{amm} ? | (OK) | (OK) | (OK) | (OK) |
| z=H _{fazz} : ΔM (kNm) | 65.22 | 44.02 | | |
| z=H _{fazz} : Δσ (daN/cm ²) | 330.8 | 266.2 | 0.0 | 0.0 |
| z=H _{fazz} : Δσ _{amm} (daN/cm ²) | 418.5 | 418.5 | 418.5 | 418.5 |
| Δσ <= Δσ _{amm} ? | (OK) | (OK) | (OK) | (OK) |
| Coeff. dinamico | 2.17 | 2.09 | 2.16 | 2.03 |



10.1 VERIFICHE DI STABILITA'

Le verifiche sono state eseguite ignorando, a favore di sicurezza, l'eventuale presenza di fazzoletti irrigidenti.

10.1.1 Barriere di altezza H=6.75m

Sollecitazioni

$$q = p_{tot} * i = 7.50 \text{ kN/m}$$

$$T = q * H = 50.63 \text{ kN}$$

$$M = q * H^2 / 2 = 170.85 \text{ kNm}$$

$N = p_p * H$ (i pannelli delle barriere poggiano sulle piastre di base, pertanto non gravano sul montante)

HEA450A. Verifiche di resistenza e stabilità del montante

| | | | | | | | CONDIZIONE | MULTIPLICATORE DI ω_1 | | | | | | |
|--|---------------------|-----------------------|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------|---|--|-----------------------|-----------------------|---|-----------------|----------------|
| | | | | | | | 1 | 1.4 | | | | | | |
| TIPO DI ACCIAIO | σ_{amm} | TIPO DI PROFILATO | AREA (cm ²) | h (mm) | b (mm) | s_a (mm) | e (mm) | PESO (kg) | Jx (cm ⁴) | Jy (cm ⁴) | Wx (cm ³) | Wy (cm ³) | rx (cm) | ry (cm) |
| FE510(c,b) | 2400.0 | HEAA450 | 127.1 | 425.0 | 300.0 | 10.0 | 13.5 | 99.7 | 41890.0 | 6088.0 | 1971.0 | 405.8 | 18.2 | 6.9 |
| LUCE LIBERA Lx (cm) | LUCE LIBERA Ly (cm) | SFORZO NORMALE N (kg) | MOMENTO FLETTENTE Mx (kgcm) | MOMENTO FLETTENTE Meq=0.50Mmax | MOMENTO FLETTENTE My (kgcm) | MOMENTO FLETTENTE Meq=0.75Mmax | TAGLIO Tx (kg) | | β_x | β_y | λ_x | λ_y | λ_{max} | ω_{max} |
| 675.00 | 675.00 | 673 | 1708500 | 854250 | | | 5063 | | 2.00 | 2.00 | 74.00 | 195.00 | 195.00 | 7.63 |
| LUCE LIBERA L1 (mm) | v | (l1'h)/(b'e) | ω_1 | | σ_{CEX} (kg/cm ²) | σ_{CEY} (kg/cm ²) | | | | | | | | |
| 13500.00 | 1.50 | 1416 | 5.308 | | 3710.00 | 530.00 | | | | | | | | |
| VERIFICA DI RESISTENZA A PRESSO-FLESSIONE | | | | | | | VERIFICA A TAGLIO | | | | | | | |
| | | | | | | | σ_1 | $\sigma < \sigma_{amm}$ (kg/cm ²) | | | | | | |
| $\sigma = -\frac{N}{A} \pm \frac{M_x}{w_x} \pm \frac{M_y}{w_y} =$ | | | | | | | $\sigma(N)$ | $\sigma(M_x)$ | $\sigma(M_y)$ | 861.52 | VERIFICATO | | | |
| | | | | | | | σ_2 | $\sigma < \sigma_{amm}$ (kg/cm ²) | $\tau_{max} = \frac{T}{S_a * h_1} =$ | 127.21 | | $\tau < \tau_{amm}$ (kg/cm ²) | VERIFICATO | |
| | | | | | | | -872.11 | VERIFICATO | | | | | | |
| VERIFICA DI STABILITA' A PRESSO-FLESSIONE | | | | | | | σ IDEALE | | | | | | | |
| $\sigma = -\frac{N}{A} \pm \frac{\omega_1 * M_x}{(1 - \frac{v * N}{\sigma_{CEX} * A}) * w_x} \pm \frac{M_y}{(1 - \frac{v * N}{\sigma_{CEY} * A}) * w_y} =$ | | | | | | | $\sigma(N)$ | $\sigma(M_x)$ | $\sigma(M_y)$ | 2265.00 | VERIFICATO | | | |
| | | | | | | | σ_2 | $\sigma < \sigma_{amm}$ (kg/cm ²) | $\sigma_{id} = \sqrt{\sigma^2 + 3 * \tau^2} =$ | 846.23 | | $\sigma < \sigma_{amm}$ (kg/cm ²) | VERIFICATO | |
| | | | | | | | -2345.80 | VERIFICATO | | | | | | |

10.1.2 Barriere di altezza H=5.75m

Sollecitazioni

$$q = p_{tot} * i = 7.50 \text{ kN/m}$$

$$T = q * H = 43.13 \text{ kN}$$

$$M = q * H^2 / 2 = 123.99 \text{ kNm}$$

$N = p_p * H$ (i pannelli delle barriere poggiano sulle piastre di base, pertanto non gravano sul montante)



HEA400A. Verifiche di resistenza e stabilità del montante

| | | | | | | | | CONDIZIONE | 1 | MULTIPLICATORE DI ω_1 | | | | | | 1.4 |
|---|---------------------------------|---------------------------|---|---|---|---|----------------------------|------------|---|--|-----------------------------------|---|---------------------|---------------------|--|-----|
| TIPO DI ACCIAIO | σ_{amm} | TIPO DI PROFILATO | AREA (cm ²) | h (mm) | b (mm) | s _a (mm) | e (mm) | PESO (kg) | J _x (cm ⁴) | J _y (cm ⁴) | W _x (cm ³) | W _y (cm ³) | r _x (cm) | r _y (cm) | | |
| FES10 _(c,b) | 2400.0 | HEAA400 | 117.7 | 378.0 | 300.0 | 9.5 | 13.0 | 92.4 | 31250.0 | 5861.0 | 1654.0 | 390.8 | 16.3 | 7.1 | | |
| LUCE LIBERA L _x (cm) | LUCE LIBERA L _y (cm) | SFORZO NORMALE N (kg) | MOMENTO FLETTENTE M _x (kgcm) | MOMENTO FLETTENTE M _{eq=0.50M} max | MOMENTO FLETTENTE M _y (kgcm) | MOMENTO FLETTENTE M _{eq=0.75M} max | TAGLIO T _x (kg) | | β_x | β_y | λ_x | λ_y | λ_{max} | ω_{max} | | |
| 575.00 | 575.00 | 531 | 1239900 | 619950 | | | 4313 | | 2.00 | 2.00 | 70.00 | 162.00 | 162.00 | 5.43 | | |
| LUCE LIBERA L ₁ (mm) | v | (l ₁ *h)/(b*e) | ω_1 | | σ_{CEX} (kg/cm ²) | σ_{CEY} (kg/cm ²) | | | | | | | | | | |
| 11500.00 | 1.50 | 1114 | 4.536 | | 4150.00 | 770.00 | | | | | | | | | | |
| VERIFICA DI RESISTENZA A PRESSO-FLESSIONE | | | | | | | | | | VERIFICA A TAGLIO | | | | | | |
| $\sigma = -\frac{N}{A} \pm \frac{M_x}{W_x} \pm \frac{M_y}{W_y} =$ | | | | | | | | σ_1 | $\sigma < \sigma_{amm}$ (kg/cm ²) | | | | | | | |
| | | | | | | | | 745.12 | VERIFICATO | | | | | | | |
| | | | | | | | | σ_2 | $\sigma < \sigma_{amm}$ (kg/cm ²) | | | | | | | |
| | | | | | | | | -754.15 | VERIFICATO | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | $\tau_{max} = \frac{T}{S_g * h_1} =$ | 128.98 | $\tau < \tau_{amm}$ (kg/cm ²) | | | | |
| | | | | | | | | | | | | VERIFICATO | | | | |
| VERIFICA DI STABILITA' A PRESSO-FLESSIONE | | | | | | | | | | σ IDEALE | | | | | | |
| $\sigma = -\omega * \frac{N}{A} \pm \frac{\omega_1 * M_x}{(1 - \frac{v * N}{\sigma_{CEX} * A}) * W_x} \pm \frac{M_y}{(1 - \frac{v * N}{\sigma_{CEY} * A}) * W_y} =$ | | | | | | | | σ_1 | $\sigma < \sigma_{amm}$ (kg/cm ²) | | | | | | | |
| | | | | | | | | 1678.44 | VERIFICATO | | | | | | | |
| | | | | | | | | σ_2 | $\sigma < \sigma_{amm}$ (kg/cm ²) | | | | | | | |
| | | | | | | | | -1727.47 | VERIFICATO | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | $\sigma_{id} = \sqrt{\sigma^2 + 3 * \tau^2} =$ | 737.25 | $\sigma < \sigma_{amm}$ (kg/cm ²) | | | | |
| | | | | | | | | | | | | VERIFICATO | | | | |

10.1.3 Barriere di altezza H=4.75m

Sollecitazioni

$q = p_{tot} * i = 7.50 \text{ kN/m}$

$T = q * H = 35.63 \text{ kN}$

$M = q * H^2 / 2 = 84.61 \text{ kNm}$

$N = p_p * H$ (i pannelli delle barriere poggiano sulle piastre di base, pertanto non gravano sul montante)

HEA360A. Verifiche di resistenza e stabilità del montante

| | | | | | | | | CONDIZIONE | 1 | MULTIPLICATORE DI ω_1 | | | | | | 1.4 |
|---|---------------------------------|---------------------------|---|---|---|---|----------------------------|------------|---|--|-----------------------------------|---|---------------------|---------------------|--|-----|
| TIPO DI ACCIAIO | σ_{amm} | TIPO DI PROFILATO | AREA (cm ²) | h (mm) | b (mm) | s _a (mm) | e (mm) | PESO (kg) | J _x (cm ⁴) | J _y (cm ⁴) | W _x (cm ³) | W _y (cm ³) | r _x (cm) | r _y (cm) | | |
| FES10 _(c,b) | 2400.0 | HEAA360 | 106.0 | 339.0 | 300.0 | 9.0 | 12.0 | 83.7 | 23040.0 | 5410.0 | 1359.0 | 360.7 | 14.7 | 7.1 | | |
| LUCE LIBERA L _x (cm) | LUCE LIBERA L _y (cm) | SFORZO NORMALE N (kg) | MOMENTO FLETTENTE M _x (kgcm) | MOMENTO FLETTENTE M _{eq=0.50M} max | MOMENTO FLETTENTE M _y (kgcm) | MOMENTO FLETTENTE M _{eq=0.75M} max | TAGLIO T _x (kg) | | β_x | β_y | λ_x | λ_y | λ_{max} | ω_{max} | | |
| 475.00 | 475.00 | 398 | 846100 | 423050 | | | 3563 | | 2.00 | 2.00 | 64.00 | 133.00 | 133.00 | 3.83 | | |
| LUCE LIBERA L ₁ (mm) | v | (l ₁ *h)/(b*e) | ω_1 | | σ_{CEX} (kg/cm ²) | σ_{CEY} (kg/cm ²) | | | | | | | | | | |
| 9500.00 | 1.50 | 894 | 3.558 | | 4960.00 | 1150.00 | | | | | | | | | | |
| VERIFICA DI RESISTENZA A PRESSO-FLESSIONE | | | | | | | | | | VERIFICA A TAGLIO | | | | | | |
| $\sigma = -\frac{N}{A} \pm \frac{M_x}{W_x} \pm \frac{M_y}{W_y} =$ | | | | | | | | σ_1 | $\sigma < \sigma_{amm}$ (kg/cm ²) | | | | | | | |
| | | | | | | | | 618.84 | VERIFICATO | | | | | | | |
| | | | | | | | | σ_2 | $\sigma < \sigma_{amm}$ (kg/cm ²) | | | | | | | |
| | | | | | | | | -626.34 | VERIFICATO | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | $\tau_{max} = \frac{T}{S_g * h_1} =$ | 125.68 | $\tau < \tau_{amm}$ (kg/cm ²) | | | | |
| | | | | | | | | | | | | VERIFICATO | | | | |
| VERIFICA DI STABILITA' A PRESSO-FLESSIONE | | | | | | | | | | σ IDEALE | | | | | | |
| $\sigma = -\omega * \frac{N}{A} \pm \frac{\omega_1 * M_x}{(1 - \frac{v * N}{\sigma_{CEX} * A}) * W_x} \pm \frac{M_y}{(1 - \frac{v * N}{\sigma_{CEY} * A}) * W_y} =$ | | | | | | | | σ_1 | $\sigma < \sigma_{amm}$ (kg/cm ²) | | | | | | | |
| | | | | | | | | 1094.48 | VERIFICATO | | | | | | | |
| | | | | | | | | σ_2 | $\sigma < \sigma_{amm}$ (kg/cm ²) | | | | | | | |
| | | | | | | | | -1123.21 | VERIFICATO | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | $\sigma_{id} = \sqrt{\sigma^2 + 3 * \tau^2} =$ | 621.62 | $\sigma < \sigma_{amm}$ (kg/cm ²) | | | | |
| | | | | | | | | | | | | VERIFICATO | | | | |



10.1.4 Barriere di altezza H=3.75m

Sollecitazioni

$q = p_{tot} * i = 7.50 \text{ kN/m}$

$T = q * H = 28.13 \text{ kN}$

$M = q * H^2 / 2 = 52.73 \text{ kNm}$

$N = p_p * H$ (i pannelli delle barriere poggiano sulle piastre di base, pertanto non gravano sul montante)

HEA340A. Verifiche di resistenza e stabilità del montante

| | | | | | | | CONDIZIONE | 1 | MULTIPLICATORE DI ω_1 | | | | | | 1.4 |
|---|---------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------|---|------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|----------------|-----|
| TIPO DI ACCIAIO | σ_{amm} | TIPO DI PROFILATO | AREA (cm ²) | h (mm) | b (mm) | s_x (mm) | e (mm) | PESO (kg) | Jx (cm ⁴) | Jy (cm ⁴) | Wx (cm ³) | Wy (cm ³) | rx (cm) | ry (cm) | |
| FES10 _(c,b) | 2400.0 | HEAA340 | 100.5 | 320.0 | 300.0 | 8.5 | 11.5 | 78.9 | 19550.0 | 5185.0 | 1222.0 | 345.6 | 14.0 | 7.2 | |
| LUCE LIBERA Lx (cm) | LUCE LIBERA Ly (cm) | SFORZO NORMALE N (kg) | MOMENTO FLETTENTE Mx (kgcm) | MOMENTO FLETTENTE My (kgcm) | MOMENTO FLETTENTE Mz (kgcm) | MOMENTO FLETTENTE Mw (kgcm) | TAGLIO Tx (kg) | | β_x | β_y | λ_x | λ_y | λ_{max} | ω_{max} | |
| 375.00 | 375.00 | 296 | 527300 | 263650 | | | 2813 | | 2.00 | 2.00 | 53.00 | 104.00 | 104.00 | 2.53 | |
| LUCE LIBERA L ₁ (mm) | v | (l ₁ *h)/(b*e) | ω_1 | | σ_{CEX} (kg/cm ²) | σ_{CEY} (kg/cm ²) | | | | | | | | | |
| 7500.00 | 1.50 | 695 | 2.726 | | 7240.00 | 1880.00 | | | | | | | | | |
| VERIFICA DI RESISTENZA A PRESSO-FLESSIONE | | | | | | | | VERIFICA A TAGLIO | | | | | | | |
| $\sigma = -\frac{N}{A} \pm \frac{M_x}{W_x} \pm \frac{M_y}{W_y} =$ | | | | | | | | $\tau_{max} = \frac{T}{S_a * h_1} =$ | | | | | | | |
| $\sigma(N)$ -2.94 | | | | | | | | $\sigma < \sigma_{amm}$ (kg/cm ²) 428.56 VERIFICATO | | | | | | | |
| $\sigma(M_x)$ 431.51 | | | | | | | | $\sigma < \sigma_{amm}$ (kg/cm ²) -434.45 VERIFICATO | | | | | | | |
| $\sigma(M_y)$ 588.39 | | | | | | | | $\sigma < \sigma_{amm}$ (kg/cm ²) 447.22 VERIFICATO | | | | | | | |
| VERIFICA DI STABILITA' A PRESSO-FLESSIONE | | | | | | | | σ IDEALE | | | | | | | |
| $\sigma = -\omega * \frac{N}{A} \pm \frac{\omega_1 * M_x}{(1 - \frac{v * N}{\sigma_{CEX} * A}) * W_x} \pm \frac{M_y}{(1 - \frac{v * N}{\sigma_{CEY} * A}) * W_y} =$ | | | | | | | | $\sigma_{id} = \sqrt{\sigma^2 + 3 * \tau^2} =$ | | | | | | | |
| $\sigma(N)$ -7.45 | | | | | | | | $\sigma < \sigma_{amm}$ (kg/cm ²) 580.94 VERIFICATO | | | | | | | |
| $\sigma(M_x)$ 588.39 | | | | | | | | $\sigma < \sigma_{amm}$ (kg/cm ²) -595.84 VERIFICATO | | | | | | | |
| $\sigma(M_y)$ 588.39 | | | | | | | | $\sigma < \sigma_{amm}$ (kg/cm ²) 447.22 VERIFICATO | | | | | | | |