

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'informatica

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'informatica

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: $= 0.25 \text{ kN/m}^2$

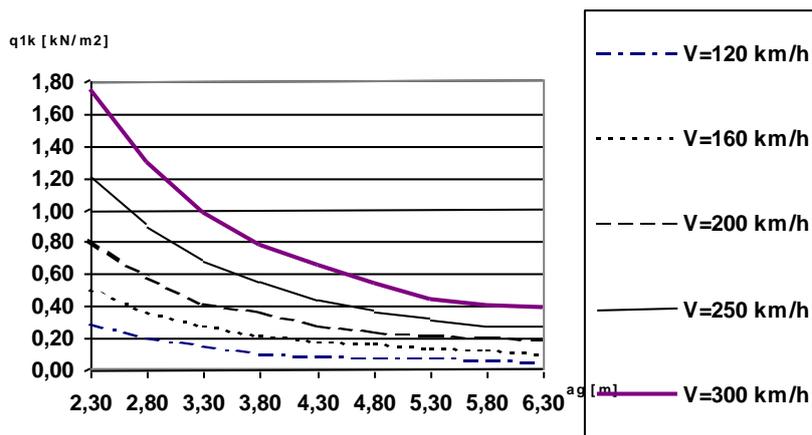
Montanti in acciaio con sezione ad H $= 78.50 \text{ kN/m}^3$

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:

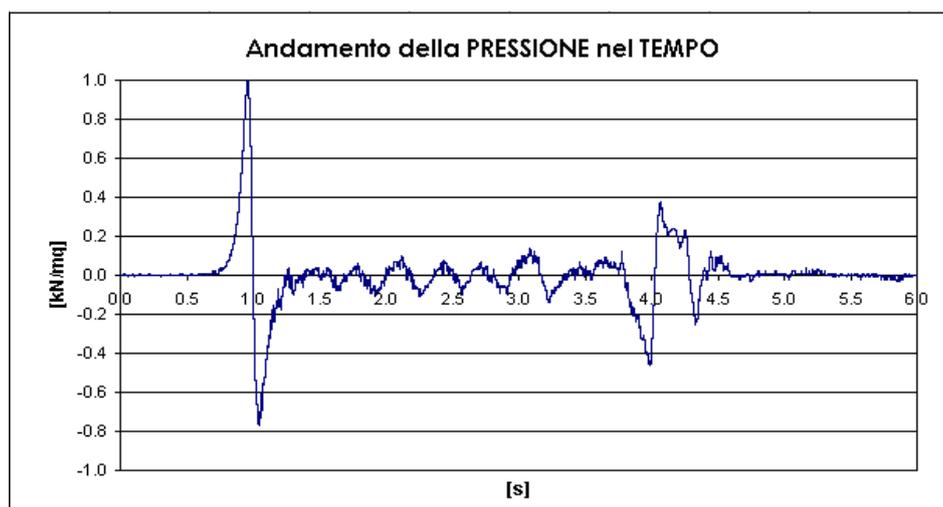
$$f(300; a_g) = 0.58 \text{ kN/m}^2 \quad q_{1k} = q_{4k} \cong 0.60 * 0.58 = 0.348 \text{ kN/m}^2$$

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:

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

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

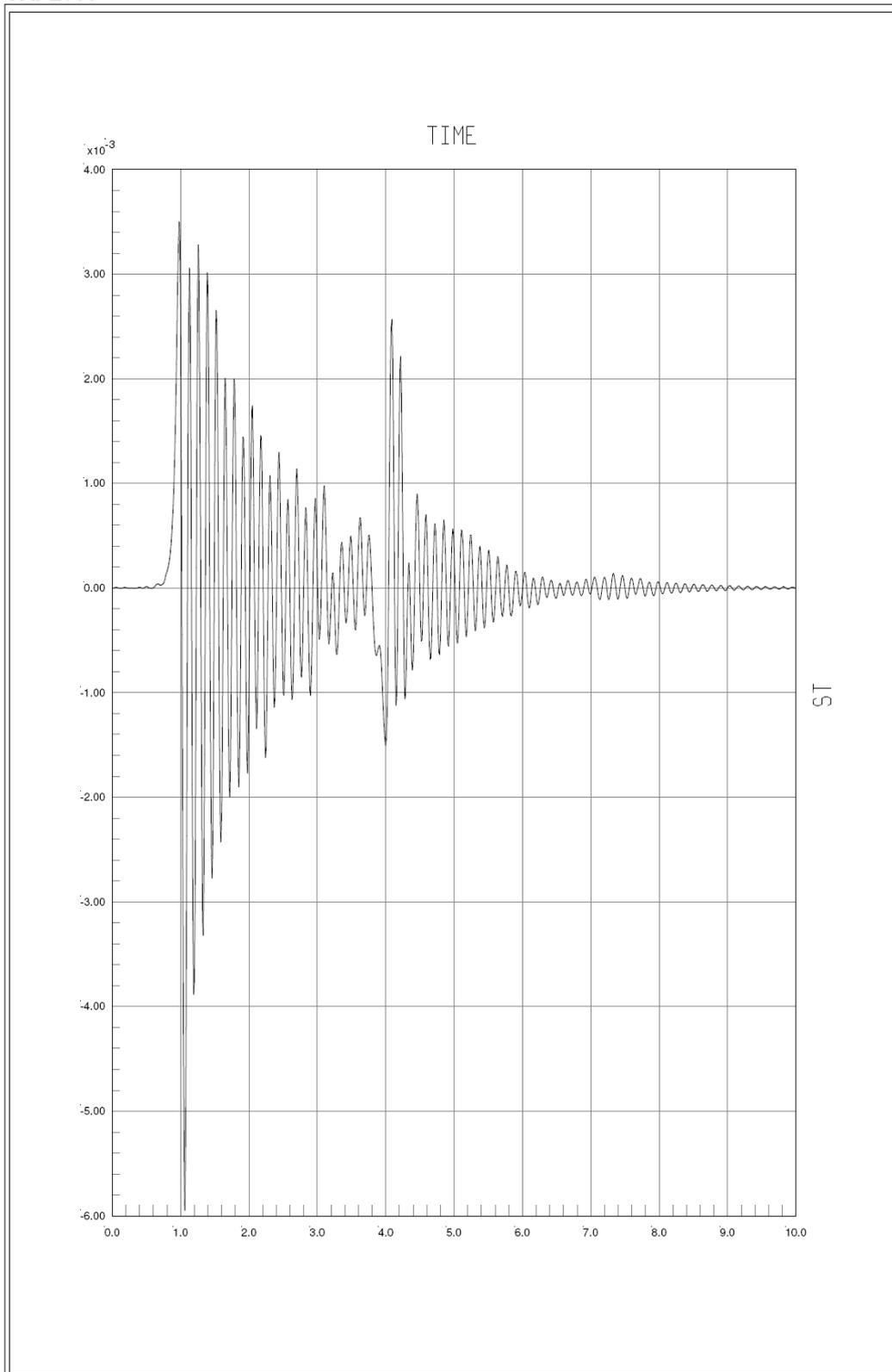
Codifica Documento
DE2CLIM0006-009

Rev.
0

Foglio
15 di 59

SAP2000

Plot Functions 9.30.11 16:59:12

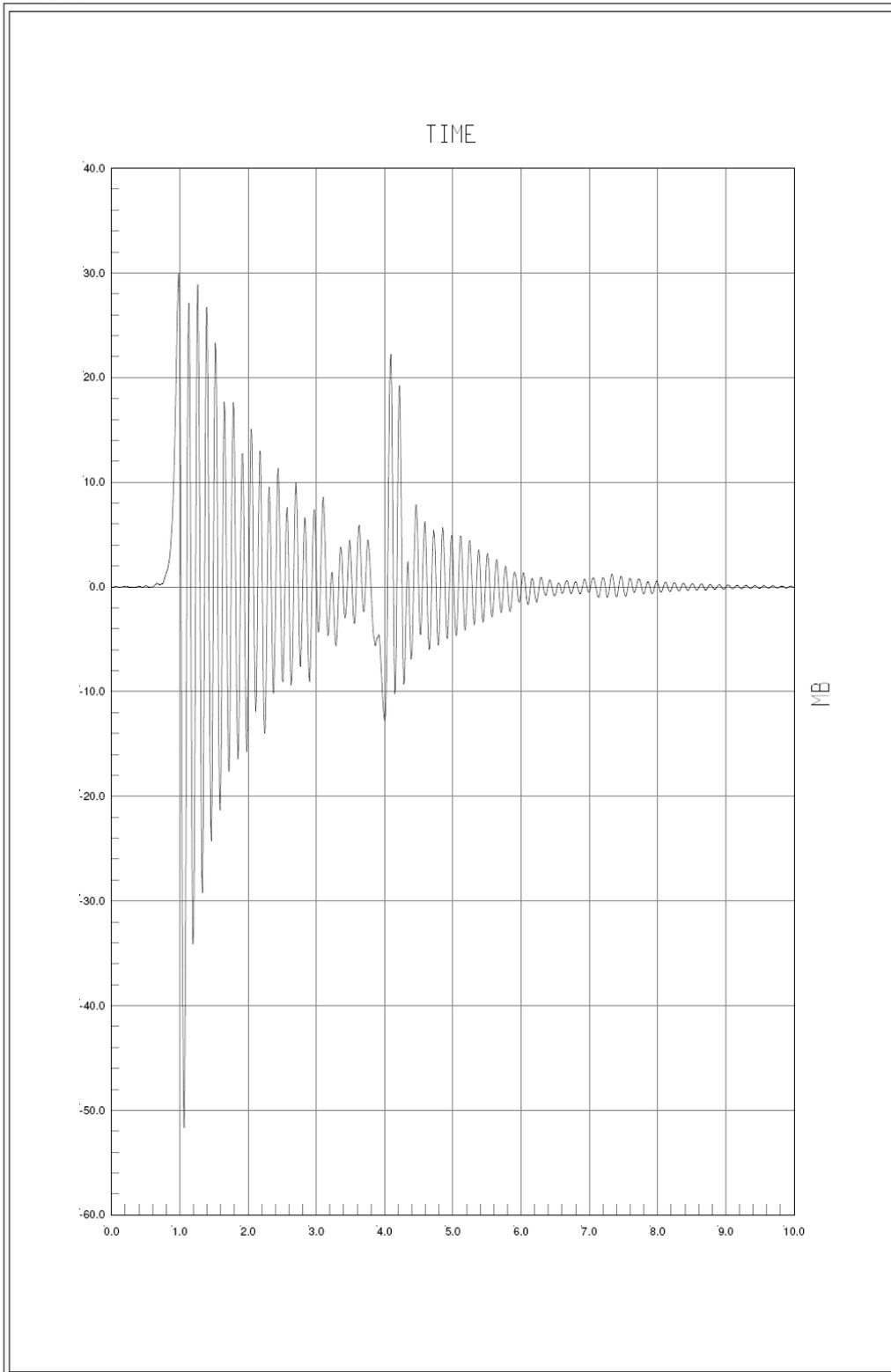


SAP2000 v14.1.0 - File:R6.75m_HEAA450_4X200x10X(250+500)_300 - Case:AZIONI - KN, m, C Units
ST: Joint 21 Displacement UY Vs TIME
Min is -5.947e-03 at 1.0600e+00 Max is 3.501e-03 at 9.8000e-01



SAP2000

Plot Functions 9.30.11 16:57:57



GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 60011-00

Progetto
IN05

Lotto
00

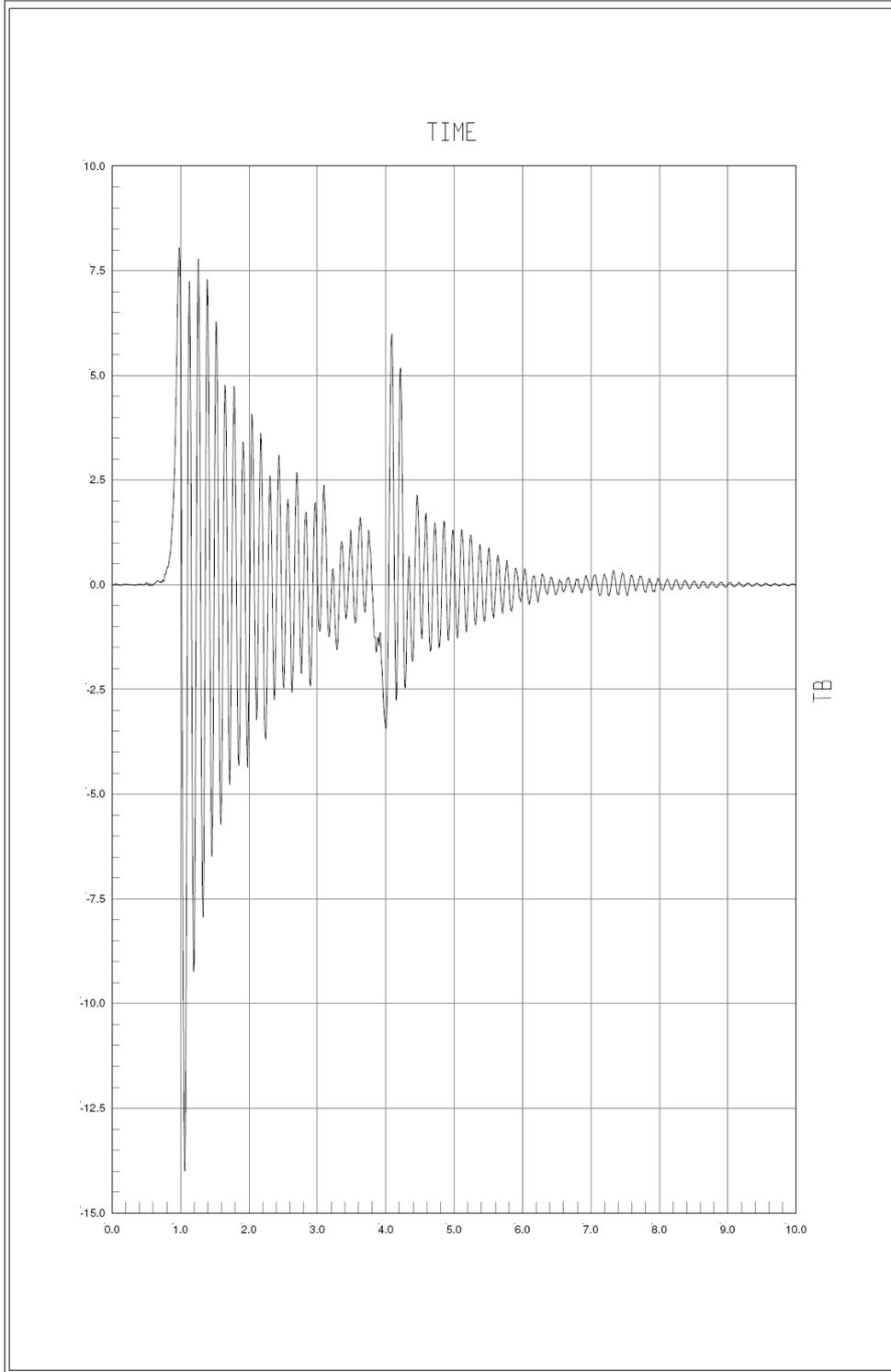
Codifica Documento
DE2CLIM0006-009

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

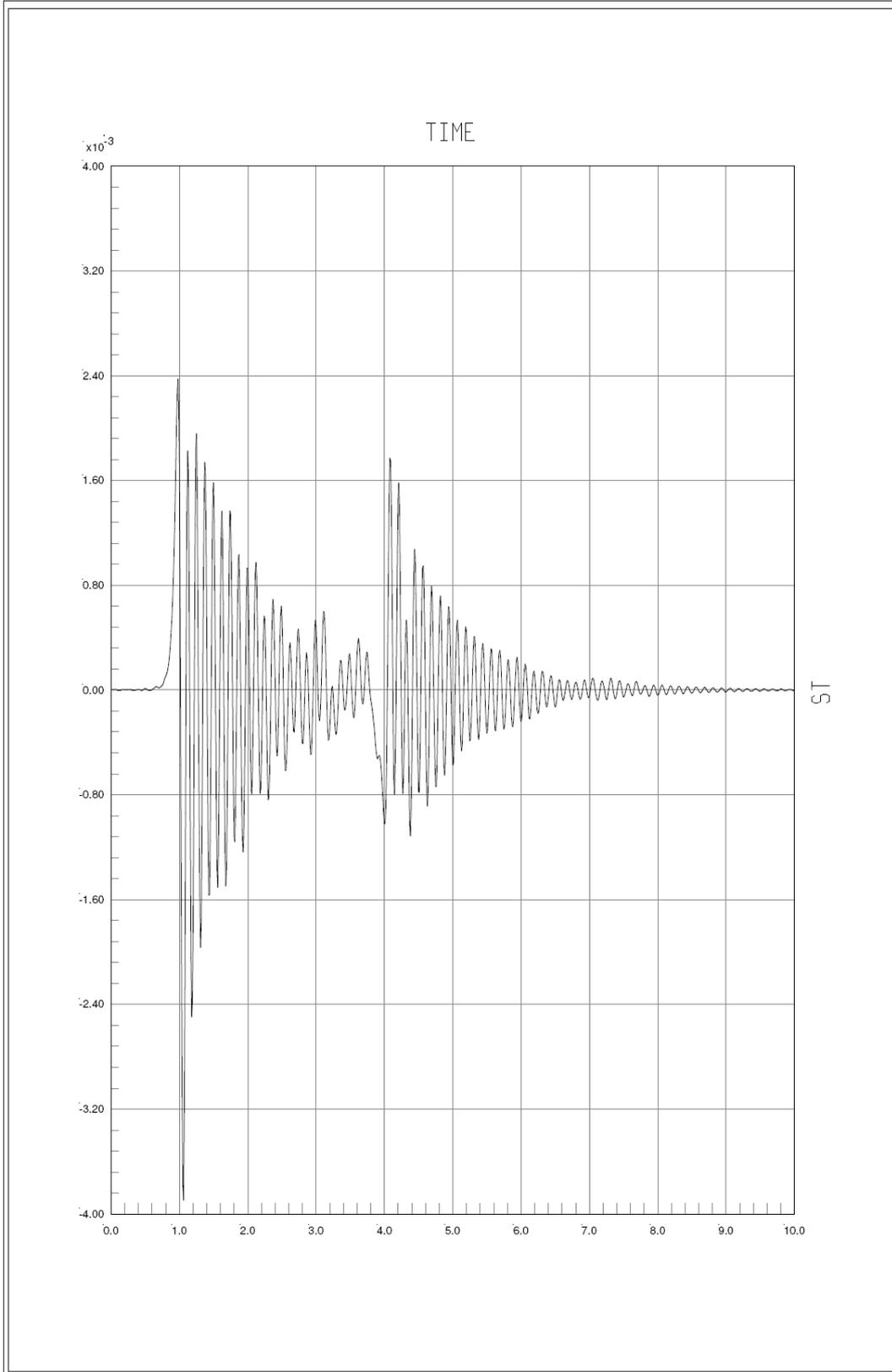
RILEVATO: Risultati time history. H=5.75m. Montante:HEAA400+4*200X10X(250+500) Inter. montante: i=3.0m. Pressione =0.348kN/mq fino h=5.75m																	
				ANALISI STATICA	ANALISI DINAMICA		AM, AT	COEFFICIENTE DINAMICO		VERIFICHE A FATICA VELOCI							
					Max	Min	Mtot, Tot	Max	Min	Mtot	J =	H =	delta sigma	sigma amm.			
Barriere su RILEVATO (p1=2.5kN/mq-H=0.75m) (p2=3.7kN/mq-H=3.0m) (p1=0.25kN/mq-H=2m)	v (km/h) =300 T=0.124s J(faz+prof)=58341	Con incastro alla base smorz. = 2%	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%	v (km/h) =200	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								
	Con incastro alla base smorz. = 2%	v (km/h) =250	Con incastro alla base smorz. = 2%	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





Doc. N. 60011-00

Progetto
IN05

Lotto
00

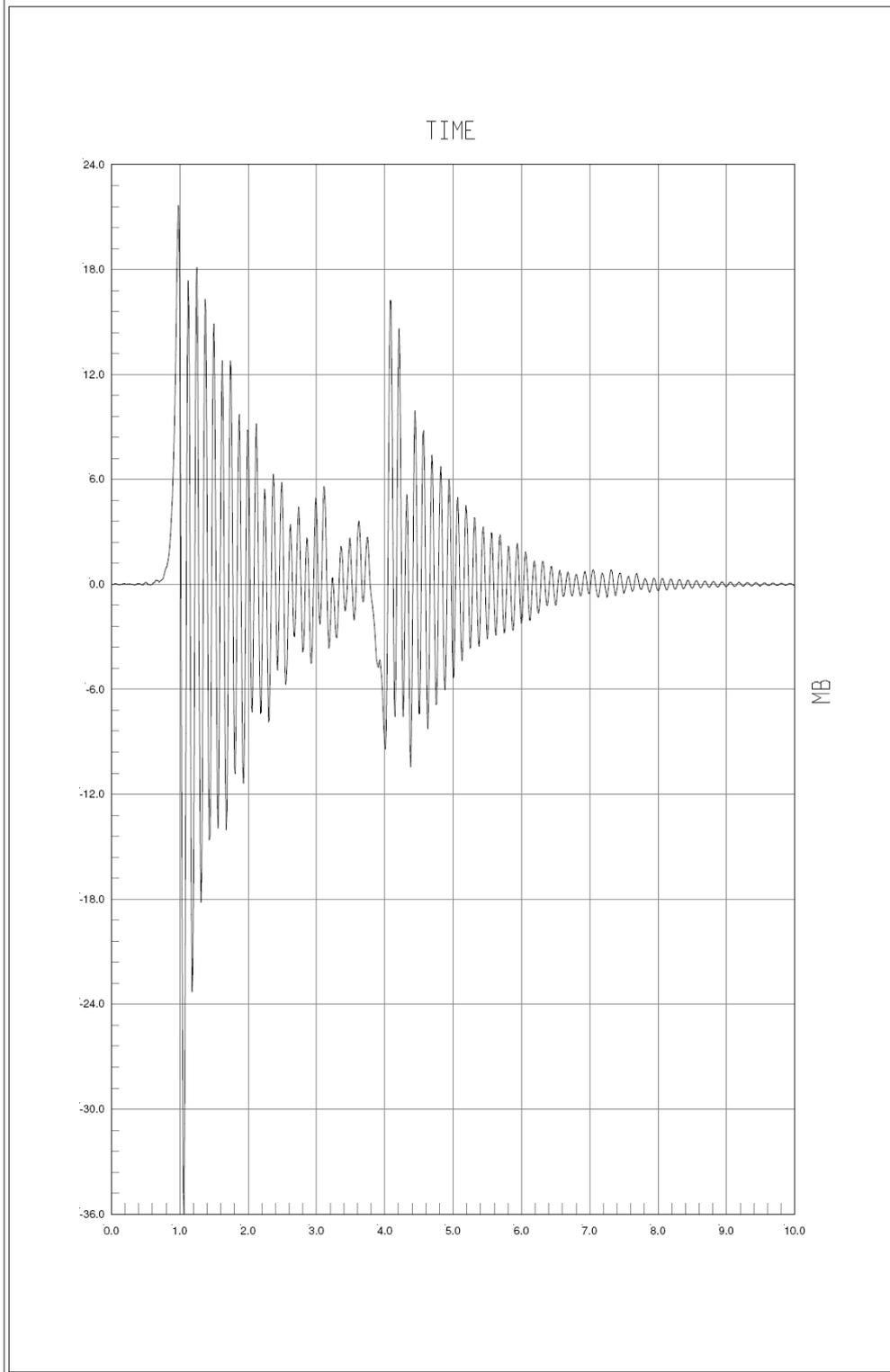
Codifica Documento
DE2CLIM0006-009

Rev.
0

Foglio
20 di 59

SAP2000

Plot Functions 9.30.11 17:00:13

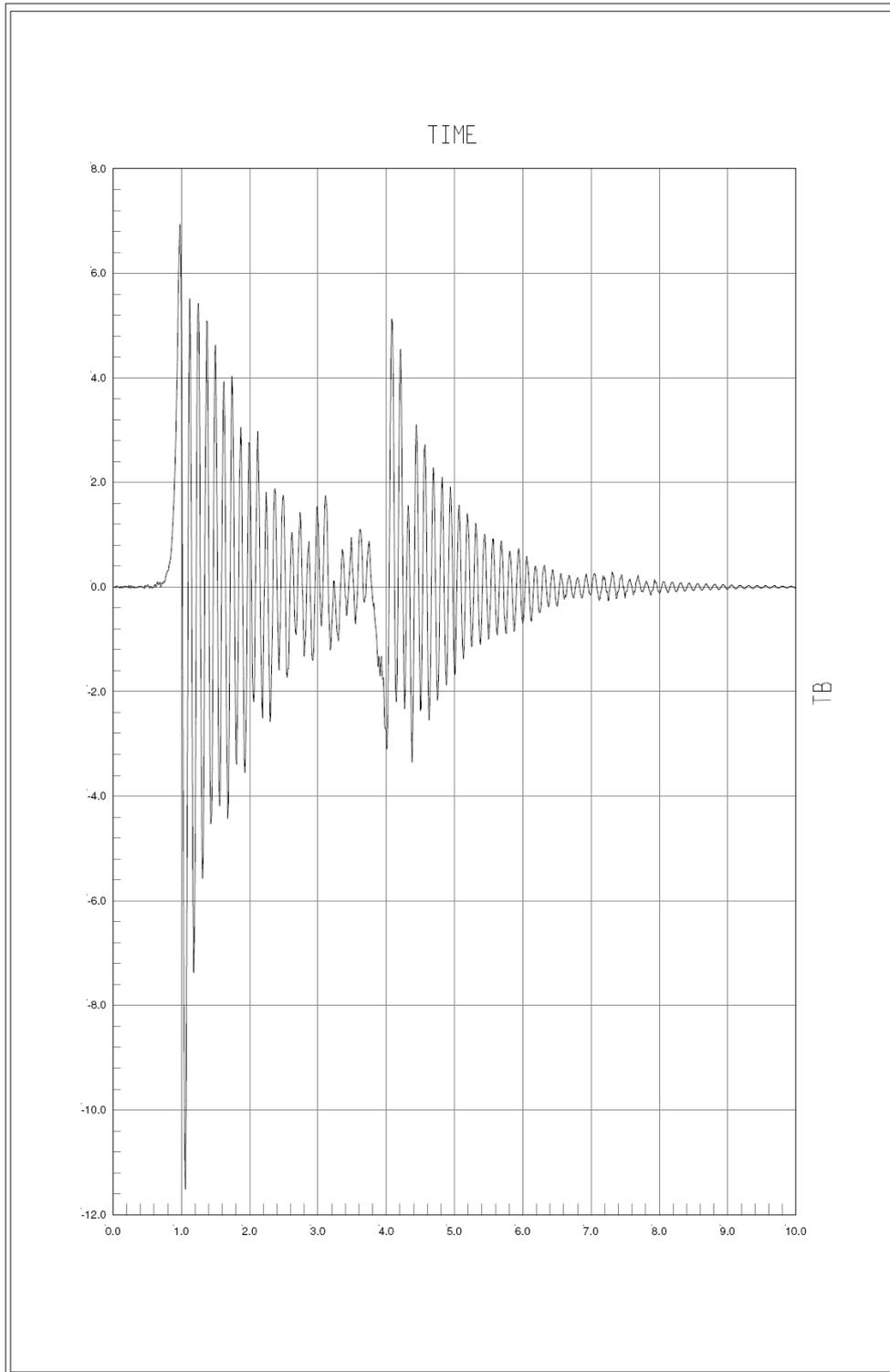


SAP2000 v14.1.0 - File:R5.75m_HEAA400+4X200X10X(250+500)_300 - Case:AZIONI - KN, m, C Units
MB: Frame 21 Station 1 Moment 3-3 Vs TIME
Min is -3.600e+01 at 1.0600e+00 Max is 2.166e+01 at 9.8000e-01



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	slagma 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	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	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

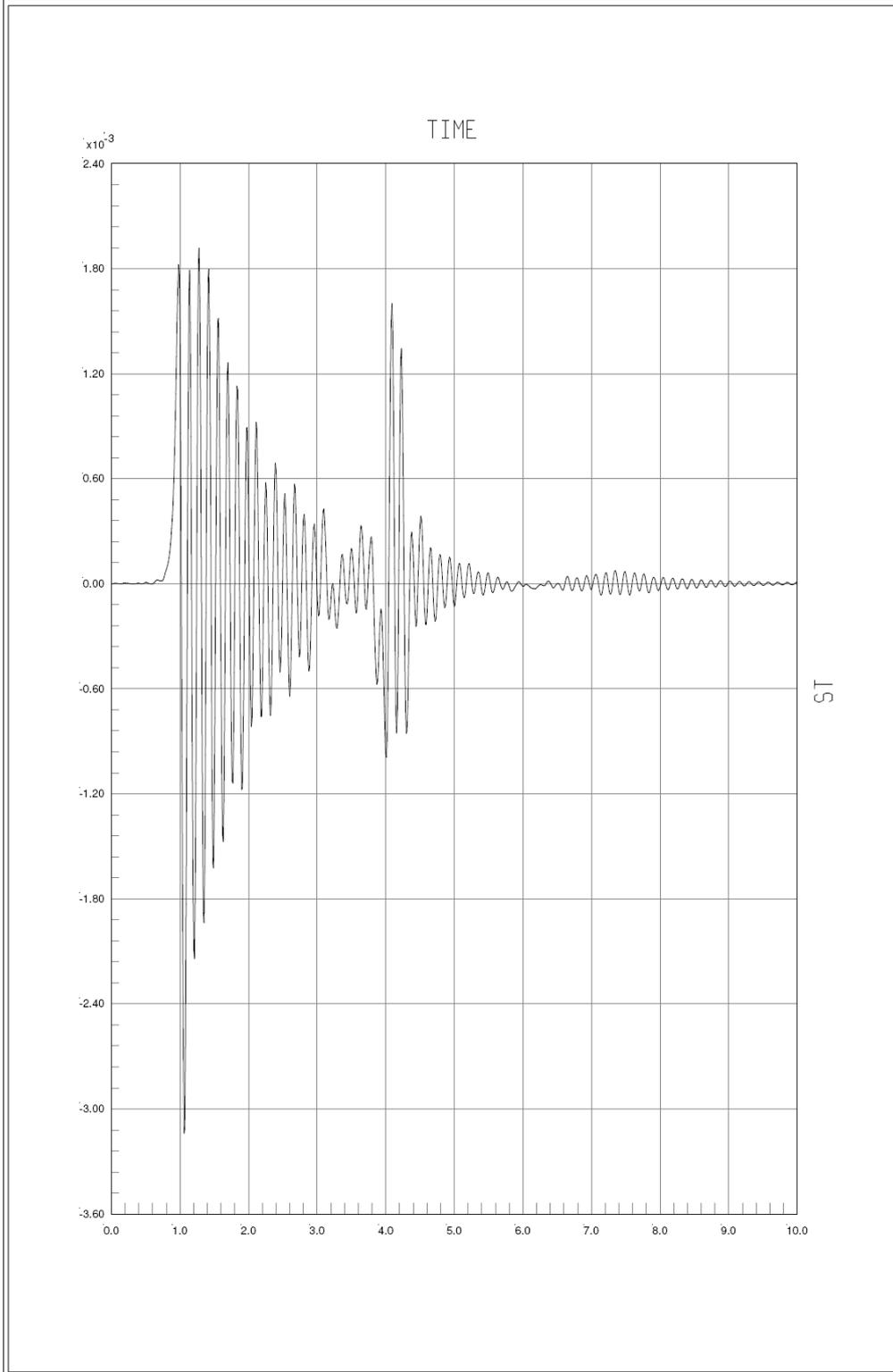
Codifica Documento
DE2CLIM0006-009

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

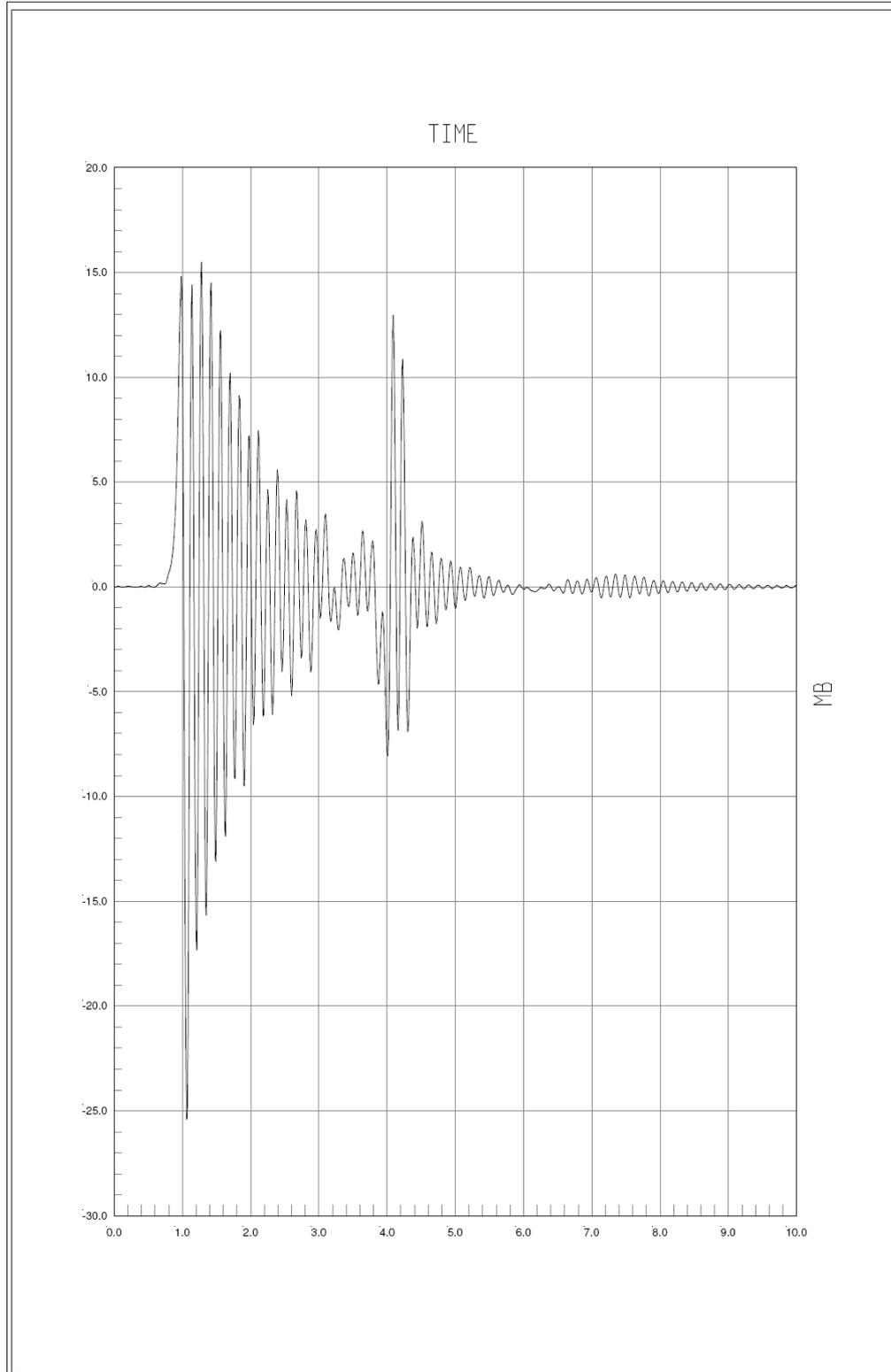
Codifica Documento
DE2CLIM0006-009

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

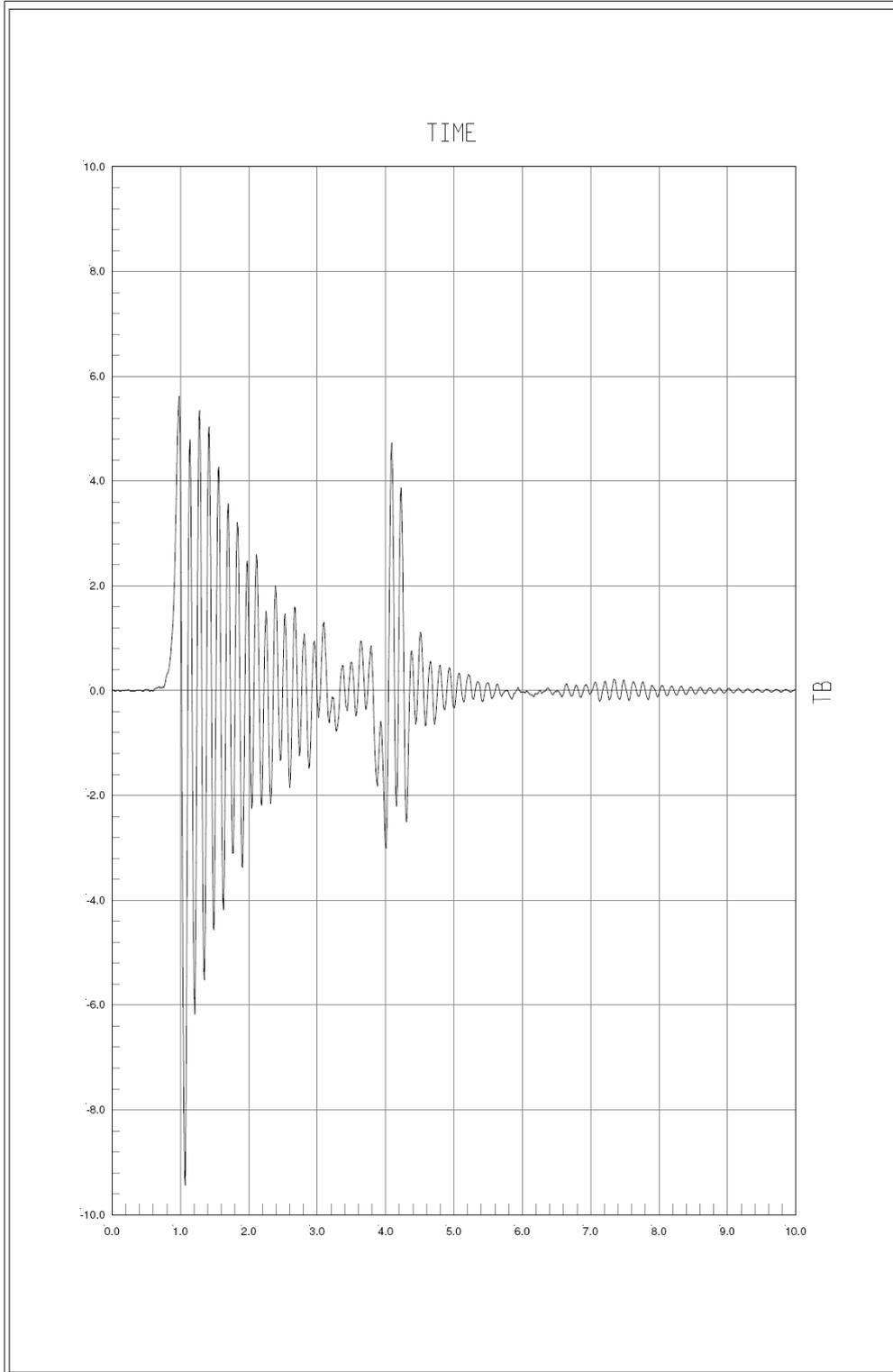
Codifica Documento
DE2CLIM0006-009

Rev.
0

Foglio
25 di 59

SAP2000

Plot Functions 9.30.11 17:03:41



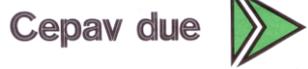
SAP2000 v14.1.0 - File:R4.75m_HEAA360_300 - Case:AZIONI - KN, m, C Units
TB: Frame 21 Station 1 Shear 2-2 Vs TIME
Min is -9.436e+00 at 1.0700e+00 Max is 5.619e+00 at 9.8000e-01



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.



Doc. N. 60011-00

Progetto
IN05

Lotto
00

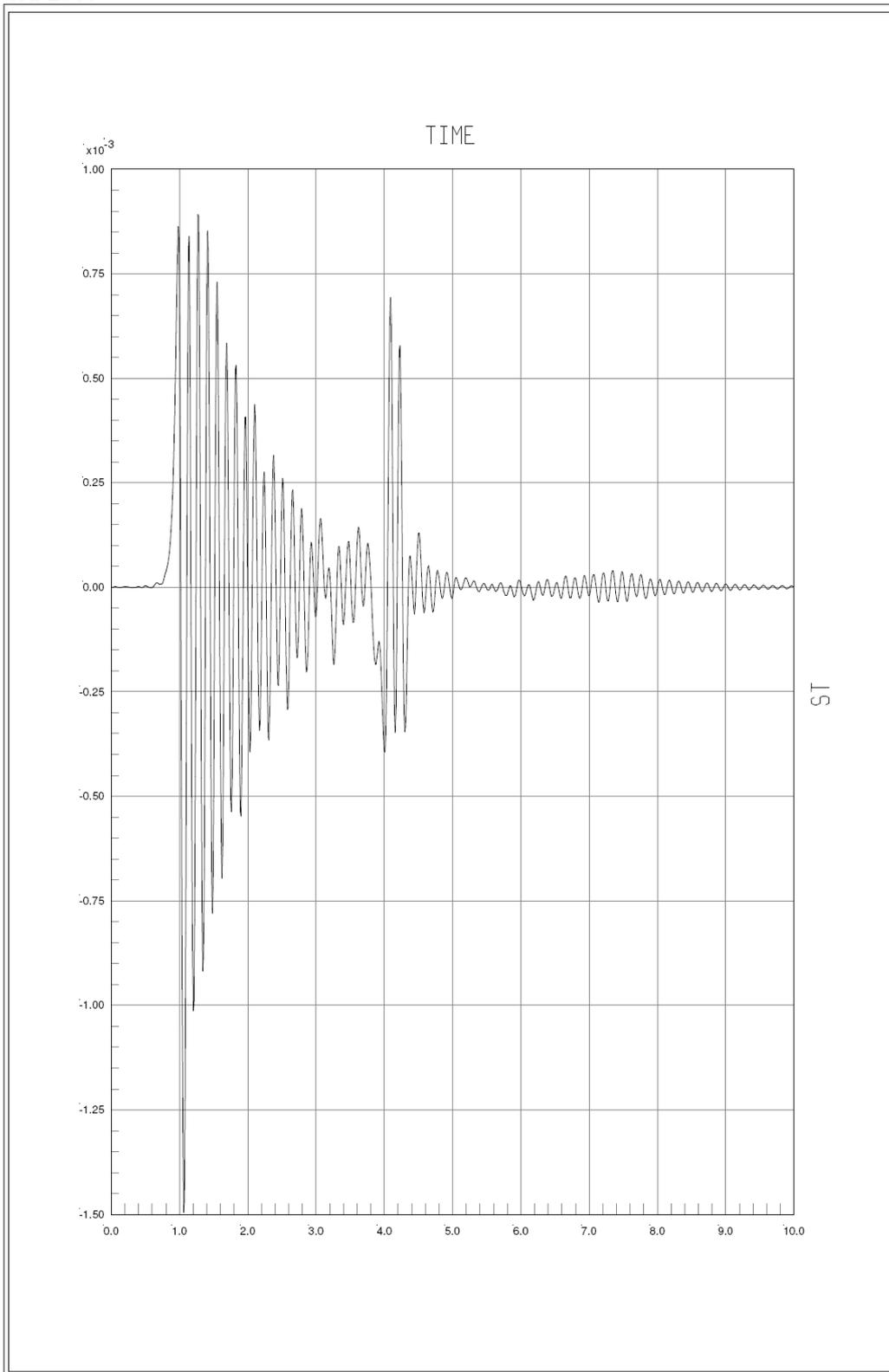
Codifica Documento
DE2CLIM0006-009

Rev.
0

Foglio
27 di 59

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

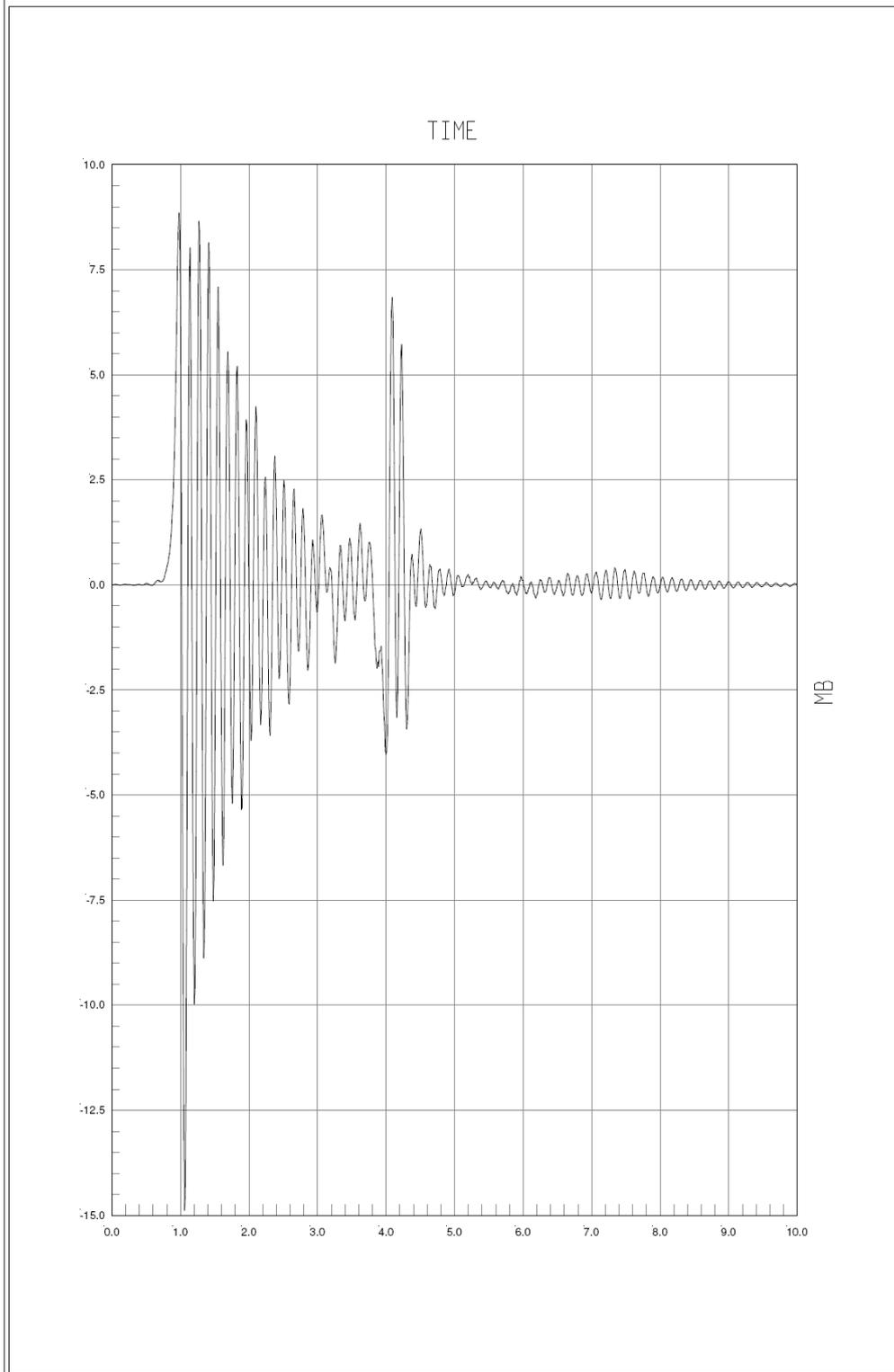
Codifica Documento
DE2CLIM0006-009

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



Doc. N. 60011-00

Progetto
IN05

Lotto
00

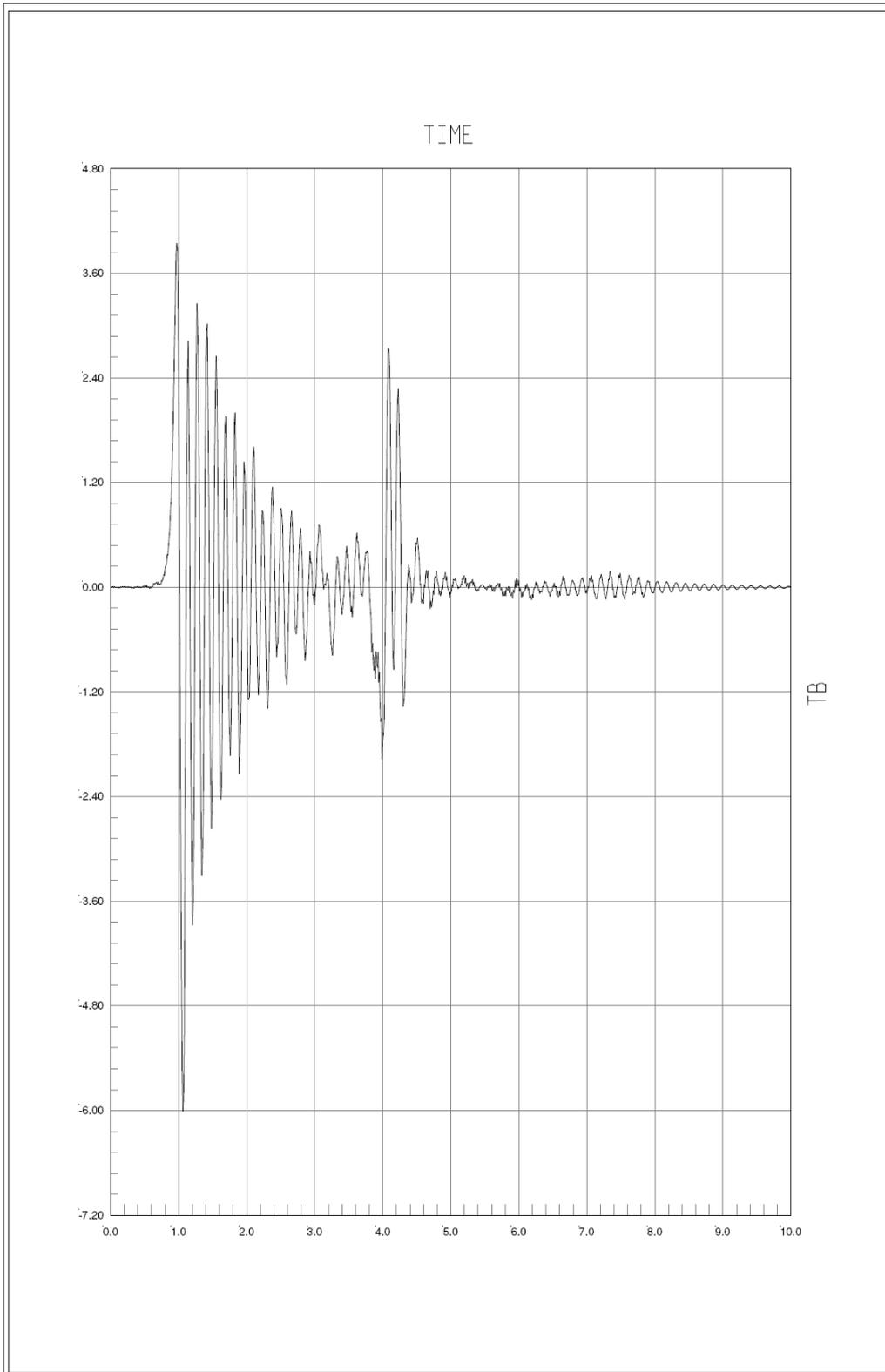
Codifica Documento
DE2CLIM0006-009

Rev.
0

Foglio
29 di 59

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":

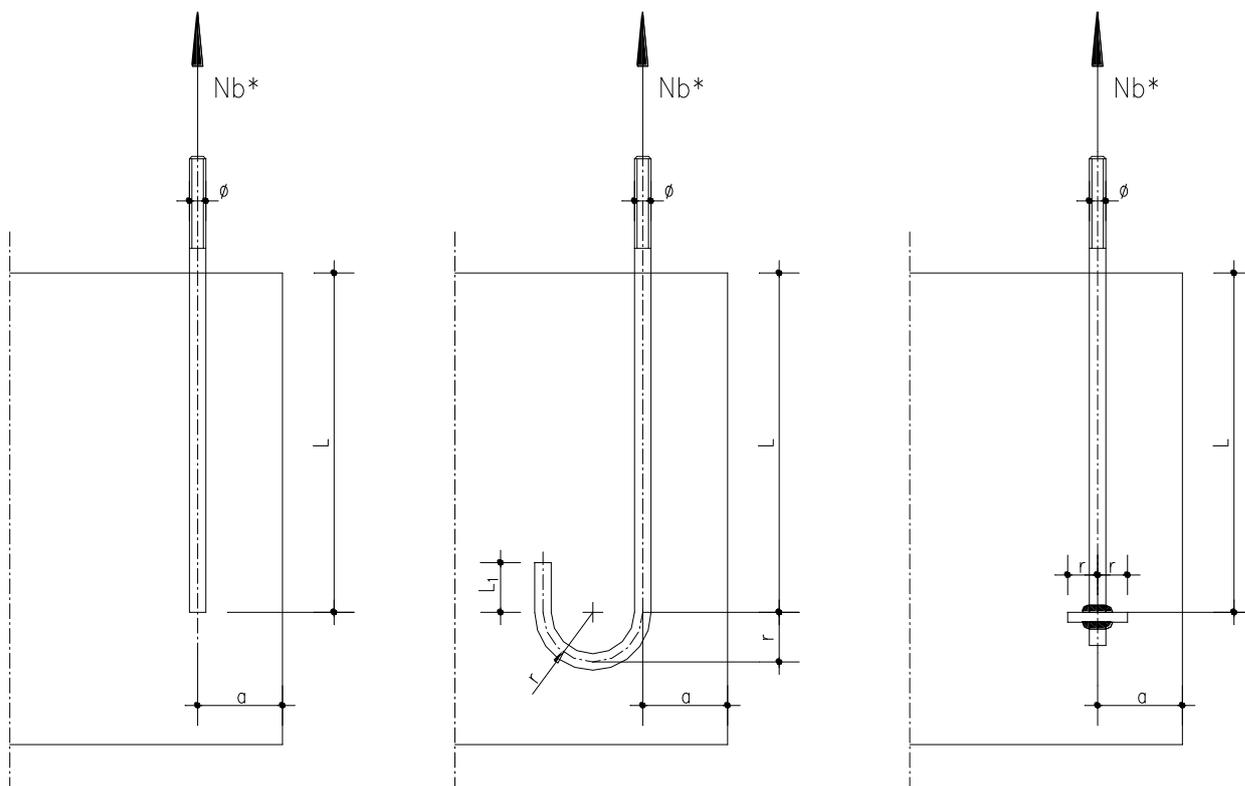
$$\alpha_1 = 1-r/L \text{ per } L \leq a$$

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

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 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 _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*η _t *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			
$N_{b1} = [\alpha \cdot \tau_{c0} \cdot \gamma_s \cdot \pi \cdot \phi \cdot L] + [(D_p \cdot H_p - A_{foro}) \cdot \sigma_{camm} \cdot \alpha_1 / n^\circ \text{ tot tirafondi}] =$	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 _l =	1.0		1.0	
f _{bk} = 2.25*η*η _l *f _{ctk} /γ _t (resistenza tangenziale caratteristica di aderenza) =	26.59	daN/cm ²	29.47	daN/cm ²
f _{cd} =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: 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	
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				
τ _{c0} : 4+(R _{ck} -150)/75=	6.00	daN/cm ²	6.67	daN/cm ²
γ _τ =	3.0		3.0	
Coeff di riduzione tau: α = 1/(1+(φ/a) ²) =	0.604		0.604	
σ _{amm} : 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 _τ *π*φ*L]+[(D _p *H _p -A _{f,oro})*σ _{amm} *α ₁ /n° 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: σ _b * = N _{b1-t} /A _{res} =	3'613	daN/cm ²	3'915	daN/cm ²
Tens. ammiss. del materiale del tirafondo: σ _{amm tir} =	2'400	daN/cm ²	2'400	daN/cm ²
Min: (σ _b * ; σ _{amm tir}) = σ _b =	2'400	daN/cm ²	2'400	daN/cm ²
Tensione di serraggio: σ _{serr} = 0.65*0.8*f _{k,N} =	1'872	daN/cm ²	1'872	daN/cm ²
Tens. ammiss. del materiale della piastra: σ _{amm pia} =	2'400	daN/cm ²	2'400	daN/cm ²
Carico sollecitante la piastra: σ = n _{tot} *(σ _b *A _{res} -N _{b1-t})/(D _p *H _p -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} = σ*D*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*b*s _p ² =	7.7	cm ³	7.7	cm ³
Tens. Massima nella piastra: σ = M ^(c) _{sbalzo} /W _{res} =	1'538.3	daN/cm ²	1'591.9	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-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 _{yd 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: $\phi =$	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 ³ 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-p} /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: $\phi_M * M_{paerod} =$ (daNm)	5'237.2	5'237.2
Taglio da pressione aerodinamica dinamizzato: $\phi_T * T_{paerod} =$ (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: $A_{res} = (\text{cm}^2)$	6.84	6.84
$Aa = n \cdot A_{res} (\text{cm}^2)$	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: $\sigma_{a amm} = (\text{daN/cm}^2)$	2'400	2'400
Tensione ammissibile a sfilamento: $\sigma_{a sfilam.} = (\text{daN/cm}^2)$	2'400	2'400
Tensione di serraggio come da Normativa: $\sigma_{a max serr} = (\text{daN/cm}^2)$	2'880	2'880
Tensione di serraggio applicata: $\sigma_{a serr} = (\text{daN/cm}^2)$	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: $N_s = \sigma_{a serr} \cdot A_{res} = (\text{kN})$	128.0	128.0
Coppia di serraggio: $T_s = 0.2 \cdot N_s \cdot d = (\text{Nm})$	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
$\sigma_c = (\text{daN/cm}^2)$	-31.3	-31.3
$\sigma_a = (\text{daN/cm}^2)$	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 $\Delta\sigma_a = 0$		
$N = N_{pesi} + 0 + N_{serr} = (\text{daN})$	128'024.6	128'024.6
$M = \phi_M \cdot M_{paerod} (\text{daNm})$	5'237.2	5'237.2
$\sigma_{c max} = -N/A - M/W (\text{daN/cm}^2)$	-30.2	-30.2
$\sigma_{c min} = -N/A + M/W (\text{daN/cm}^2)$	-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:		
$\sigma_a < \Delta\sigma_D \cdot (30/1)^{0.25} / \gamma_m = 36.86 \cdot 0.976 / 1.25 = 28.76 \text{ N/mm}^2$		
(con $\Delta\sigma_D$ valore del punto D della curva $\Delta\sigma_A = 50 \text{ N/mm}^2$ -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
$\sigma_c = (\text{daN/cm}^2)$	-9.4	-9.4
$\sigma_a = (\text{daN/cm}^2)$	253.8	253.8
$\Delta\sigma_D / \gamma_m = (\text{daN/cm}^2)$	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: $T_{prog} = T = (\text{daN})$	5'062.5	5'062.5
$N_{serr} = \sigma_{a serr} \cdot Aa' = (\text{daN})$	64'012.3	64'012.3
Attrito trasmesso dal serraggio sui tirafondi: $T_{res} = \mu \cdot N_{serr} / \gamma_d = (\text{daN})$	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: $A_{res} = (\text{cm}^2)$	6.84	6.84
$Aa = n \cdot A_{res} (\text{cm}^2)$	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: $\sigma_{a\text{ amm}} = (\text{daN/cm}^2)$	2'400	2'400
Tensione ammissibile a sfilamento: $\sigma_{a\text{ sfilam.}} = (\text{daN/cm}^2)$	2'400	2'400
Tensione di serraggio come da Normativa: $\sigma_{a\text{ max serr}} = (\text{daN/cm}^2)$	2'880	2'880
Tensione di serraggio applicata: $\sigma_{a\text{ serr}} = (\text{daN/cm}^2)$	1'872	1'872
$\sigma_{a\text{ serr}}/\sigma_{a\text{ max serr}} =$	65.0%	65.0%
Compressione media sotto piastra prodotta dal serraggio = (daN/cm^2)	-18.2	-18.2
Forza di trazione nel gambo: $N_s = \sigma_{a\text{ serr}} \cdot A_{res} = (\text{kN})$	128.0	128.0
Coppia di serraggio: $T_s = 0.2 \cdot N_s \cdot d = (\text{Nm})$	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
$\sigma_c = (\text{daN/cm}^2)$	-24.9	-24.9
$\sigma_a = (\text{daN/cm}^2)$	670.0	670.0
$\sigma_a/\sigma_{a\text{ max serr}} =$	23.3%	23.3%
Coefficienti di sicurezza		
(resistenza): $\sigma_{a\text{ amm}}/\sigma_a =$	3.58	3.58
(sfilamento 1): $\sigma_{a\text{ sfilam}}/\sigma_a =$	3.58	3.58
(sfilamento 2): $\sigma_{a\text{ sfilam}}/\sigma_{a\text{ serr}} =$	1.28	1.28
(serraggio): $\sigma_{a\text{ serr}}/\sigma_a =$	2.79	2.79
Verifica di resistenza: $\sigma_a < \sigma_{a\text{ amm}}?$	SI', (OK)	SI', (OK)
Verifica a sfilamento: $\max(\sigma_a, \sigma_{a\text{ serr}}) < \sigma_{a\text{ sfilam}}?$	SI', (OK)	SI', (OK)
Verifica al serraggio: $\sigma_a < \sigma_{a\text{ serr}}/1.05?$	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 $\Delta\sigma_a = 0$		
$N = N_{\text{pesi}} \cdot 0 + N_{\text{serr}} = (\text{daN})$	102'419.7	102'419.7
$M = \phi_M \cdot M_{\text{paerod}} (\text{daNm})$	3'904.1	3'904.1
$\sigma_{c\text{ max}} = -N/A - M/W (\text{daN/cm}^2)$	-23.8	-23.8
$\sigma_{c\text{ min}} = -N/A + M/W (\text{daN/cm}^2)$	-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: $\sigma_a < \Delta\sigma_D \cdot (30/\gamma_m)^{0.25} / \gamma_m = 36.86 \cdot 0.976 / 1.25 = 28.76 \text{ N/mm}^2$ (con $\Delta\sigma_D$ valore del punto D della curva $\Delta\sigma_A = 50 \text{ N/mm}^2$ -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
$\sigma_c = (\text{daN/cm}^2)$	-7.6	-7.6
$\sigma_a = (\text{daN/cm}^2)$	233.8	233.8
$\Delta\sigma_D/\gamma_m = (\text{daN/cm}^2)$	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: $T_{\text{prog}} = T = (\text{daN})$	4'312.5	4'312.5
$N_{\text{serr}} = \sigma_{a\text{ serr}} \cdot Aa' = (\text{daN})$	51'209.8	51'209.8
Attrito trasmesso dal serraggio sui tirafondi: $T_{\text{res}} = \mu \cdot N_{\text{serr}}/\gamma_d = (\text{daN})$	12'290.4	12'290.4
$T_{\text{res}}/T_{\text{prog}} =$	2.85	2.85
$T_{\text{res}} > T_{\text{prog}}?$	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 _{M2} = 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 _{M2} = (daN/cm ²)	266.4	266.4
σ _a <Δσ _D /γ _{M2} ?	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/φ) ^{0.25} /γ _{M2} = 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 _{M2} = (daN/cm ²)	266.4	266.4
σ _a <Δσ _D /γ _{M2} ?	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: Ts = 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 *(30/5) ^{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)

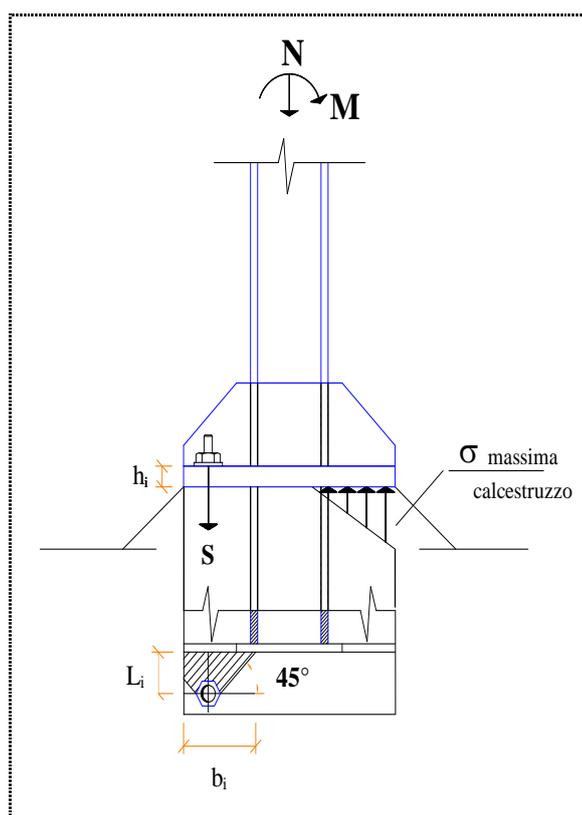


9 VERIFICHE STATICHE PIASTRA DI BASE

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 = $\sigma_{a serr} \cdot A_{res}$ =	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} = ($\sigma_{max}^2 + 3 \cdot \tau_{med}^2$) ^{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 = $\sigma_{a-tirafondo} \cdot A_{res}$ =	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
$\sigma_{td(a)}$ = ($\sigma_{max(a)}^2 + 3 \cdot \tau_{med(a)}^2$) ^{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 = $\sigma_{a serr} \cdot A_{res}$ =	12802.5	daN
Superficie laterale di punzonamento: SI = (D _r +2*s/2)*3.14*s =	138.2	cm ²
$\tau_{punzonamento}$ = N _s /SI =	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 _{faz} : ΔM (kNm)	65.22	44.02		
z=H _{faz} : Δσ (daN/cm ²)	330.8	266.2	0.0	0.0
z=H _{faz} : 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

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 60011-00

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

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

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

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

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

$N = p_p * H$ (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)	J_x (cm ⁴)	J_y (cm ⁴)	W_x (cm ³)	W_y (cm ³)	r_x (cm)	r_y (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 Meqx=0.50Mmax	MOMENTO FLETTENTE My (kgcm)	MOMENTO FLETTENTE Meqy=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	$\sigma < \sigma_{\text{amm}}$ (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	$\sigma < \sigma_{\text{amm}}$ (kg/cm ²)						
							-872.11	VERIFICATO	$\tau_{\text{max}} = \frac{T}{S_a * h_1} =$	127.21	$\tau < \tau_{\text{amm}}$ (kg/cm ²)	VERIFICATO		
VERIFICA DI STABILITA' A PRESSO-FLESSIONE							σ IDEALE							
$\sigma = -\frac{N}{A} \pm \frac{\omega_1 * M_x}{(1 - \frac{v * N}{\sigma_{\text{CEX}} * A}) * W_x} \pm \frac{M_y}{(1 - \frac{v * N}{\sigma_{\text{CEY}} * A}) * W_y} =$							$\sigma(N)$	$\sigma(M_x)$	$\sigma(M_y)$	2265.00	VERIFICATO			
							σ_2	$\sigma < \sigma_{\text{amm}}$ (kg/cm ²)						
							-2345.80	VERIFICATO	$\sigma_{\text{id}} = \sqrt{\sigma^2 + 3 * \tau^2} =$	846.23	$\sigma < \sigma_{\text{amm}}$ (kg/cm ²)	VERIFICATO		

10.1.2 Barriere di altezza H=5.75m

Sollecitazioni

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

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

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

$N = p_p * H$ (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_a (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 $\sigma(M_x)$ 431.51 $\sigma(M_y)$ σ_1 428.56 σ_2 -434.45								$\sigma < \sigma_{amm}$ (kg/cm ²) VERIFICATO $\sigma < \sigma_{amm}$ (kg/cm ²) VERIFICATO $\sigma < \sigma_{amm}$ (kg/cm ²) VERIFICATO $\tau < \tau_{amm}$ (kg/cm ²) VERIFICATO							
VERIFICA DI STABILITA' A PRESSO-FLESSIONE								σ IDEALE $\sigma_{id} = \sqrt{\sigma^2 + 3 * \tau^2} =$							
$\sigma = -\omega * \frac{N}{A} \pm \frac{\omega_1 * M_x}{(1 - \frac{v * N}{\sigma_{CEX} * A}) * W_x} \pm \frac{M_y}{(1 - \frac{v * N}{\sigma_{CEY} * A}) * W_y} =$								σ_1 580.94 σ_2 -595.84 $\sigma < \sigma_{amm}$ (kg/cm ²) VERIFICATO $\sigma < \sigma_{amm}$ (kg/cm ²) VERIFICATO $\sigma < \sigma_{amm}$ (kg/cm ²) VERIFICATO							
$\sigma(N)$ -7.45 $\sigma(M_x)$ 588.39 $\sigma(M_y)$ $\sigma < \sigma_{amm}$ (kg/cm ²) VERIFICATO $\sigma < \sigma_{amm}$ (kg/cm ²) VERIFICATO $\sigma < \sigma_{amm}$ (kg/cm ²) VERIFICATO								$\sigma_{id} = \sqrt{\sigma^2 + 3 * \tau^2} =$ $\sigma < \sigma_{amm}$ (kg/cm ²) VERIFICATO $\sigma < \sigma_{amm}$ (kg/cm ²) VERIFICATO $\sigma < \sigma_{amm}$ (kg/cm ²) VERIFICATO							