

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



IL DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE:

Ing. L. LACCOPO

Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche

PROGETTO ESECUTIVO

**ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO
2° E 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO**

RELAZIONE

IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA

LINEA DI CONTATTO

Relazione di Calcolo Supporto pendulo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT

IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA	APPALTATORE	SCALA: -
IL REVISORE Ing. A. CARLUCCI	IL DIRETTORE TECNICO Ing. M. FERRONI	

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

I F 2 R 0 2 E Z Z C L L C 0 0 0 0 0 0 7 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE	F. NEGRI	29/06/21	A. GANDOLFI	30/06/21	M. BARILLI	30/06/21	IL PROGETTISTA A. FORCHINO
B	REVISIONE A SEGUITO RDV	F. NEGRI	29/10/21	A. GANDOLFI	30/10/21	M. BARILLI	30/10/21	 31/10/21

File: IF2R.0.2.E.ZZ.CL.LC.00.0.0.007.B.doc

n. Elab.:

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendolo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	2 di 64

PREMESSA	4
MODELLO NUMERICO	4
1 OGGETTO	6
2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	7
2.1 SISTEMA CARTESIANO DI RIFERIMENTO	7
3 MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA E DELLE AZIONI	8
3.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E MECCANICHE	8
3.2 SEZIONI	11
3.3 MATERIALI	12
3.4 CASI DI CARICO (§ 6.2 CEI EN 50119)	13
3.5 COMBINAZIONI DEI CASI DI CARICO AGLI SLU (STATI LIMITE ULTIMI)	14
3.5.1 Azioni applicate	15
3.6 AZIONI DI ORIGINE SISMICA	16
3.7 AZIONI DOVUTE AI CONDUTTORI	17
3.7.1 Diametri equivalenti dei conduttori	17
3.7.2 Formulazioni per il calcolo delle azioni radiali	18
4 ANALISI STRUTTURALE	19
4.1 TABELLA DELLA AZIONI AGENTI IN CONDIZIONE D	19
4.2 CARICHI APPLICATI ALLA STRUTTURA NEL MODELLO AD ELEMENTI FINITI IN CONDIZIONE D	19
5 VERIFICA STRUTTURALE (RIF. § 6 E SEGG. CEI EN 50119, §4.2 D.M.'08) 20	

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendulo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LC.00.0.0.007	REV. B	FOGLIO 3 di 64

5.1	PENDULO TUBOLARE Ø159 (S355)	21
5.2	VERIFICA TIRAFONDI M33 (ACCIAIO INOX A4-70)	24
5.3	VERIFICA PIASTRA DI BASE DEL PENDULO (S355)	27
5.3.1	<i>Resistenza flessionale della piastra</i>	27
5.3.2	<i>Punzonamento piastra</i>	29
5.3.3	<i>Resistenza materiale</i>	29
5.4	VERIFICA PIASTRA DI BASE DEL TIRANTE A TERRA (S355).....	31
5.4.1	<i>Resistenza flessionale della piastra</i>	31
5.4.2	<i>Punzonamento piastra</i>	33
5.4.3	<i>Resistenza materiale</i>	33
5.5	VERIFICA DEL PERNO M24 DEL PENDULO (ACCIAIO CL 8.8).....	35
5.5.1	<i>Verifica del perno M24 precaricato con serraggio controllato (acciaio cl 8.8).....</i>	40
5.6	VERIFICA DEL PERNO M24 DEL TIRANTE A TERRA (ACCIAIO CL 6.8)	41
6	VERIFICHE DEI COLLEGAMENTI POST INSTALLATI SULLA VOLTA DELLA GALLERIA	45
	<i>Verifica a sfilamento dell'ancorante chimico</i>	45
6.1	VERIFICA TIRAFONDI POST-INSTALLATI PENDULO.....	46
6.1	VERIFICA TIRAFONDI POST-INSTALLATI TIRANTE A TERRA.....	56
7	CONCLUSIONI	64

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendolo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LC.00.0.0.007	REV. B	FOGLIO 4 di 64

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

Premessa

La presente relazione di calcolo strutturale, in conformità al §10.1 del DM 14/01/08, è comprensiva di una descrizione generale dell'opera e dei criteri generali di analisi e verifica. Segue inoltre le indicazioni fornite al §10.2 del DM stesso per quanto concerne analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo.

Modello numerico

In questa parte viene descritto il modello numerico utilizzato (o i modelli numerici utilizzati) per l'analisi della struttura. La presentazione delle informazioni deve essere, coerentemente con le prescrizioni del paragrafo 10.2 e relativi sottoparagrafi delle NTC-08, tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità.

Si è utilizzata l'analisi statica lineare.

Di seguito si indicano l'origine e le caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati riportando titolo, produttore e distributore, versione, estremi della licenza d'uso:

Informazioni sul codice di calcolo	
Titolo:	PRO_SAP PROfessional Structural Analysis Program
Versione:	\$\$s154\$
Produttore-Distributore:	2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Ferrara
Codice Licenza:	Licenza dsi4344

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione:

Affidabilità dei codici utilizzati
2S.I. ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche. E' possibile reperire la documentazione contenente alcuni dei più significativi casi trattati al seguente link: https://www.2si.it/it/prodotti/affidabilita/

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendolo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LC.00.0.0.007	REV. B	FOGLIO 5 di 64

DICHIARAZIONE DI AFFIDABILITÀ

Dichiarazione del produttore-distributore di PRO_SAP PROfessional SAP riguardante l'affidabilità del codice (NTC 2018 - Paragrafo 10.2)

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo: PRO_SAP PROfessional Structural Analysis Program

Autore-Produttore: 2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Ferrara

Affidabilità dei codici

- Inquadramento teorico della metodologia

L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti. Il metodo si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale. L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tensiodeformativo indotto da carichi statici.

L'analisi strutturale è condotta con il metodo dell'analisi modale e dello spettro di risposta in termini di accelerazione per la valutazione dello stato tensiodeformativo indotto da carichi dinamici (tra i quali quelli di tipo sismico).

Gli elementi, lineari e non lineari, utilizzati per la modellazione dello schema statico della struttura sono i seguenti:

Elemento TRUSS (asta)

Elemento BEAM (trave)

Elemento MEMBRANE (membrana)

Elemento PLATE (piastra-guscio)

Elemento BRICK (solido)

Elemento CINGHIA

Elemento BOUNDARY (molla)

Elemento STIFFNESS

(matrice di rigidità)

- Casi prova che consentano un riscontro dell'affidabilità

2S.I. ha verificato, in collaborazione con il DISTART dell'Università di Bologna e con il Dipartimento di Ingegneria dell'Università di Ferrara, l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

E' possibile reperire la documentazione contenente alcuni dei più significativi casi trattati al seguente link: <http://www.2si.it/affidabilita.php>

- Filtri di autodiagnostica

Il programma prevede una serie di controlli automatici (check) che consentono l'individuazione di errori di modellazione.

Al termine dell'analisi un controllo automatico identifica la presenza di spostamenti o rotazioni abnormi.

Garanzia di qualità

Dal 1 dicembre 1999 2S.I. ha prodotto un manuale di qualità in funzione dei requisiti della norma di riferimento UNI EN ISO 9001.

Tutte le attività dell'azienda sono regolate dalla documentazione e dalle procedure in esso contenute.

In relazione alla attività di validazione dei prodotti software si dichiara inoltre quanto segue:

- la fase di progetto degli algoritmi è preceduta dalla ricerca di risultati di confronto reperibili in bibliografia o riproducibili con calcoli manuali;

- la fase di implementazione degli algoritmi è continuamente validata con strumenti automatici (tools di sviluppo) e attraverso confronti;

- il software che implementa gli algoritmi è testato, confrontato e controllato anche da tecnici qualificati che non sono intervenuti nelle precedenti fasi.

Nella produzione del solutore FEM 2S.I. implementa componenti sviluppati da CM2 - Computing Objects SARL spin-off dell'École Centrale Paris, France. E' disponibile la documentazione di affidabilità di tali componenti all'indirizzo web:

http://www.2si.it/software/download/manuali/pro_sap_quaderni/Affidabilita/benchmarks_e_sap.zip

Rev. del 15/03/2018

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendulo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LC.00.0.0.007	REV. B	FOGLIO 6 di 64

1 OGGETTO

La presente relazione tecnica ha lo scopo di verificare le strutture di sostegno della linea di trazione elettrica da utilizzare in galleria. In particolare, ci riferiremo a grappe e penduli per sospensione l'ormeggio della linea di contatto in galleria.

Le tipologie di casi presenti sono le seguenti:

- Ormeggio funi
- Ormeggio fili
- Ormeggio corde di terra

A seguito di un'analisi speditiva è stato individuato che il caso maggiormente gravoso risulta essere quello di pendulo di ormeggio fili (con pendulo posizionato esternamente agli assi dei binari) e di tale caso verrà fornita la verifica strutturale (la quale risulterà valida anche per gli altri casi di impiego meno gravosi).

La parte iniziale della relazione sarà volta alla descrizione dei criteri di calcolo e di determinazione dei carichi agenti sulla struttura. Nelle parti successive si riporterà la descrizione dettagliata e la verifica dei principali elementi strutturali del caso analizzato.

La relazione presente è stata redatta seguendo lo schema di seguito illustrato:

Verifica STRUTTURALE:

1. Modellazione strutturale.
2. Modellazione delle azioni applicate alla struttura (carichi permanenti e variabili e di origine sismica).
3. Determinazione delle azioni maggiormente gravose (approccio progettuale 2 – Coefficienti parziali di sicurezza per i carichi di tipo STR A1).
4. Verifica della sicurezza (ai sensi del DM'08 e circ. esplicativa '19 n°7).

La struttura sarà analizzata mediante un modello agli elementi finiti al quale si applicheranno tutte le azioni concentrate e distribuite.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendolo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LC.00.0.0.007	REV. B	FOGLIO 7 di 64

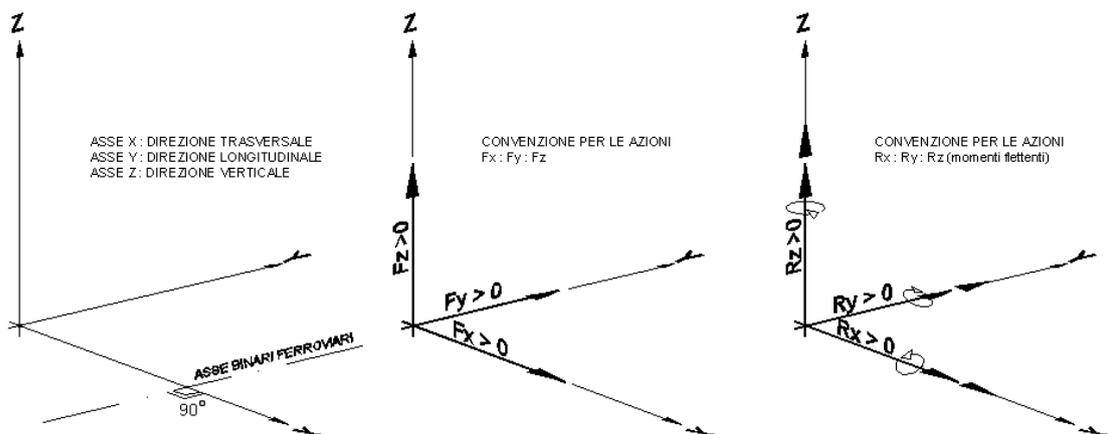
2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si è fatto riferimento alla seguente normativa:

- D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 14 Gennaio 2008 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- Istruzione tecnica RFI DMAIM TE SP IFS 006 A "Procedimento di calcolo di verifica dei pali della linea di contatto in stazione e di piena linea".
- Istruzione tecnica RFI DMAIM TE SP IFS 060 A "Costruzione dei blocchi di fondazione con pilastrino ed installazione pali T.E. flangiati".
- Capitolato Tecnico TE RFI EDIZIONE 2014 – Allegato 4 – Capitolato tecnico per la costruzione delle linee aeree di contatto e di alimentazione a 3 kv cc
- CEI EN 50119 ed. 2010-05 "Applicazioni ferroviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi – Linee aeree di contatto per trazione elettrica".

2.1 SISTEMA CARTESIANO DI RIFERIMENTO

Il sistema di riferimento delle coordinate globali della struttura, degli spostamenti e delle azioni determinate dai carichi è rappresentato dall'asse delle x orientato perpendicolarmente ai binari ferroviari, mentre l'asse y è longitudinale ad essi. L'asse verticale z è positivo diretto verso l'alto. Per quanto riguarda i valori delle azioni assiali F_x , F_y ed F_z si intendono positivi quando diretti nel verso positivo dei rispettivi assi.



APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendulo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>0.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>LC.00.0.0.007</td> <td>B</td> <td>8 di 64</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	8 di 64
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	8 di 64								

3 MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA E DELLE AZIONI

3.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E MECCANICHE

Riferimento normativo:

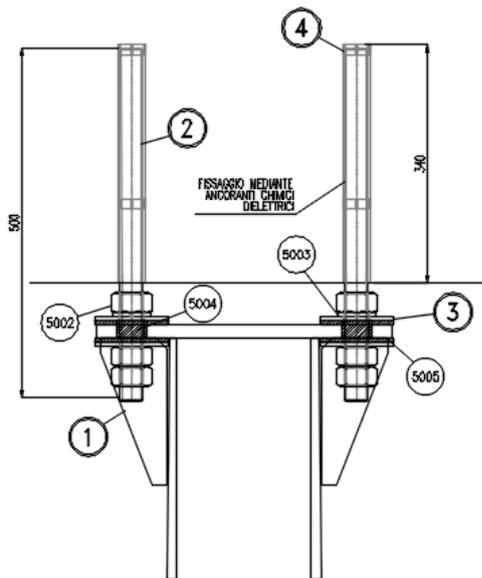
Capitolato Tecnico TE – Allegato 4A – capitolato tecnico per la costruzione delle linee aeree di contatto e di alimentazione A 3 kV cc.

La struttura è stata modellata mediante elementi finiti mono e bidimensionali rispettando le dimensioni geometriche dedotte dagli elaborati di progetto esecutivo. I materiali utilizzati nella modellazione della struttura sono gli stessi dedotti dai documenti di progetto.

- IF2R.0.2.E.ZZ.BZ.LC.00.0.0.001-Disegno costruttivo supporto pendulo tubolare per ormeggio di linea di contatto/CdT con relativo tirante a terra.

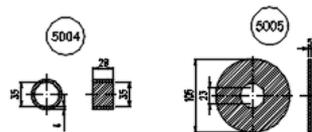
Per i parametri geotecnici e sismici del terreno si fa riferimento alle seguenti relazioni geotecniche:

- IF2R.0.2.E.ZZ.RB.GE.00.0.5.001.A Relazione geotecnica generale di linea delle opere all'aperto
- IF2R.0.2.E.ZZ.RG.GE.00.0.1.001.A Relazione Sismica



MATERIALE NECESSARIO PER L'ANCORAGGIO DI UN SUPPORTO PENDULO PER ORMEGGIO CONDUTTURE DI CONTATTO					
PO#	NUM.	DESCRIZIONE	Lg. (mm)	Peso (kg)	MATERIALE
2	4	Barra filettata M33 UNI EU 10060	500	13,421	Acciaio Inox A4-70
2	5002	Dado M33 UNI EN ISO 4033	-	4,494	Acciaio Inox A4-70
	5003	Rosetta Groover A33 UNI 1750A	-	0,256	Acciaio Inox A4-70
	5004	Boccola isolante 35 x 4	29	-	EP GC 203
	5005	Rosetta isolante 105 x 35	-	-	EP GC 203
3	8	Rondello 38x105 ap-B - 100 HV ISO 7083 C	-	0,823	Acciaio Inox A4-70
4	8	Anelli di centraggio per barra M33	-	-	Polipropilene
TOTALE				18,784	

NOTA: L'ancorante chimico impiegato per l'ancoraggio dei penduli di galleria dovrà essere conforme allo specifico RFI DTC STS ENF SP IFS IE 673 A.



APPALTATORE:

TELESE S.c.a r.l.

Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata

ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO
2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO

PROGETTAZIONE:

Mandatario: Mandante:

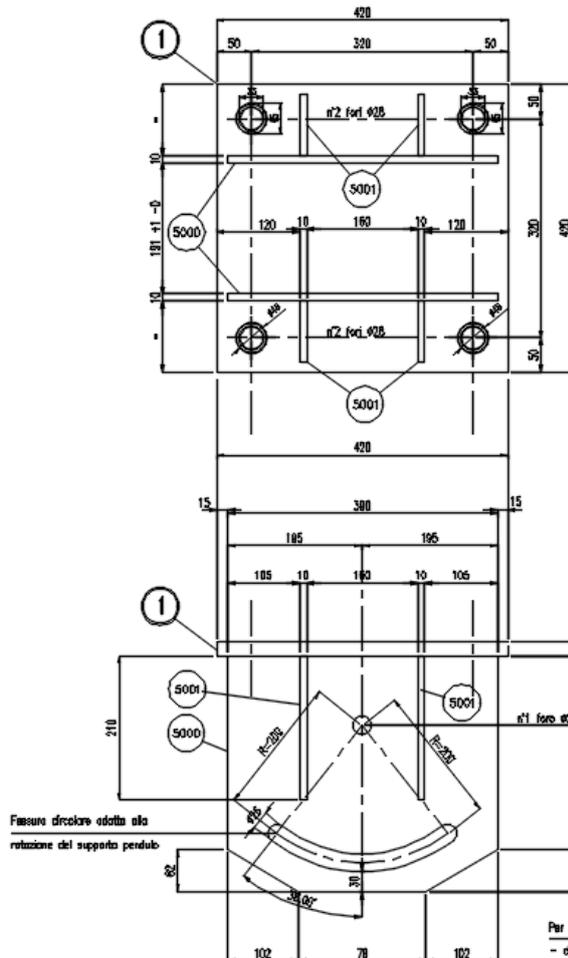
SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.

PROGETTO ESECUTIVO

IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA

Relazione di Calcolo Supporto pendolo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT

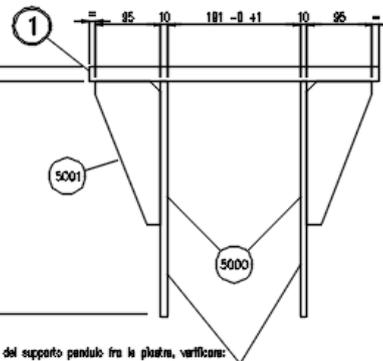
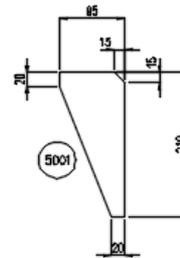
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	9 di 64



Fessure circolari odotte alla
rotazione del supporto pendulo

MATERIALE NECESSARIO PER LA PIATTA PIAZZAZIONE DI UN SUPPORTO PENDULO PER ORMEGGIO CONDOTTORE DI CONTATTO						
Pos. n.	QNTA.	DESCRIZIONE	L. (mm)	Peso (kg)	MATERIALE	
1	1	Piattra 420x210	420	27,731	Acciaio S355 J2 UNI EN 10025	
1	5001	2	Piattra 210x10	340	21,886	Acciaio S355 J2 UNI EN 10025
	5001	4	Piattra 15x10	210	6,272	Acciaio S355 J2 UNI EN 10025
TOTALE				35,889		

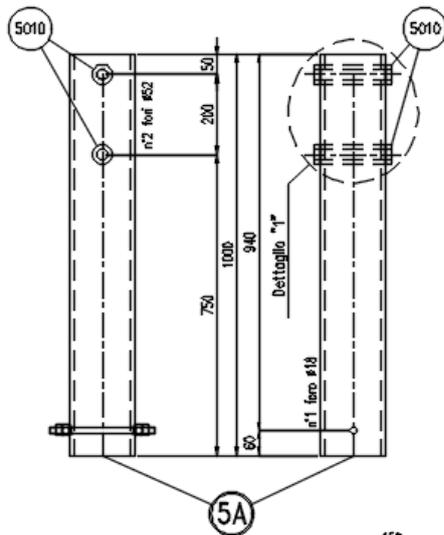
NOTA: Dopo la zincatura, verificare l'accoppiamento e la rotazione con il supporto pendulo



Per permettere la corretta rotazione del supporto pendulo fra la piastra, verificare:

- che le due piastre siano regolati e parallele fra loro;
- che i fori e le fessure circolari delle due piastre siano perfettamente allineati.

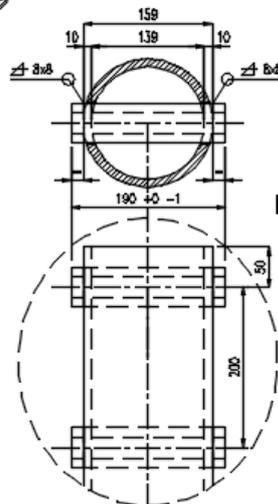
APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendulo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>0.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>LC.00.0.0.007</td> <td>B</td> <td>10 di 64</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	10 di 64
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	10 di 64								



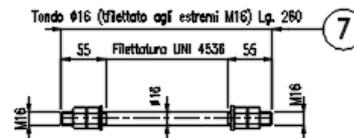
MATERIALE NECESSARIO PER UN SUPPORTO PENDULO PER ORMEGGIO CONDUTTURE DI CONTATTO (1000 mm)					
POS.	NUM.	DESCRIZIONE	Lg. (mm)	Peso (kg)	MATERIALE
5A	5A	1 Tube Ø 159 UNI EN 10220	1000	23,839	Acciaio S355 J2 UNI EN 10025
	5010	2 Tube Ø50 sp. 12 (ottenuto da un tondo Ø50) UNI EN 10060	190	2,477	Acciaio S355 J2 UNI EN 10025
TOTALE				26,316	

MATERIALE NECESSARIO PER UN SUPPORTO PENDULO PER ORMEGGIO CONDUTTURE DI CONTATTO					
POS.	NUM.	DESCRIZIONE	Lg. (mm)	Peso (kg)	MATERIALE
6	2	Tondo Ø24 (flettato agli estremi M24) UNI EN 10080	360	2,692	Acciaio C. I. B. UNI EN 10025
8	8	Dado M24 UNI EN ISO 4033	-	1,134	Acciaio C. I. B. UNI EN ISO 898-2
4	4	Randello 24 - 200 HV UNI EN ISO 7093-1	-	0,108	Acciaio zincato
7	1	Tondo Ø16 (flettato agli estremi M16) UNI EN 10080	260	0,463	Acciaio C. I. B. UNI EN 10025
4	4	Dado M16 UNI EN ISO 4033	-	0,168	Acciaio C. I. B. UNI EN ISO 898-2
2	2	Randello 16 - 100 HV UNI EN ISO 7091	-	0,018	Acciaio zincato
TOTALE				4,573	

NOTA: Dopo la zincatura, verificare accoppiamento e rotazione tra supporto pendulo e attacco (pag. 1)



Dettaglio "1"



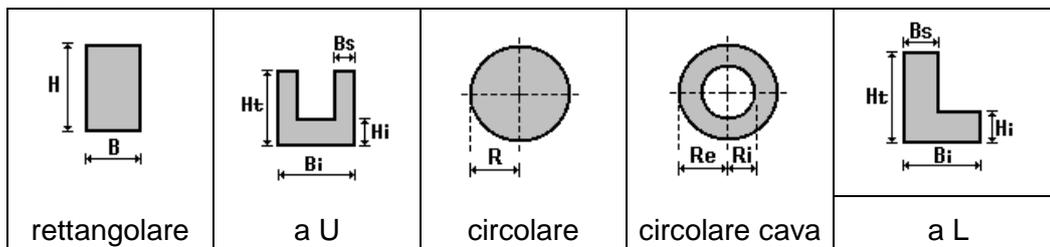
APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendulo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>0.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>LC.00.0.0.007</td> <td>B</td> <td>11 di 64</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	11 di 64
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	11 di 64								

3.2 SEZIONI

Si sono utilizzati profili semplici e di tipo generico (introdotti dall'utente). Le sezioni sono individuate da una sigla e da un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni sezione vengono riportati i seguenti dati:

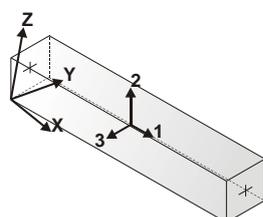
Area	area della sezione
A V2	area della sezione/fattore di taglio (per il taglio in direzione 2)
A V3	area della sezione/fattore di taglio (per il taglio in direzione 3)
Jt	fattore torsionale di rigidezza
J2-2	momento d'inerzia della sezione riferito all'asse 2
J3-3	momento d'inerzia della sezione riferito all'asse 3
W2-2	modulo di resistenza della sezione riferito all'asse 2
W3-3	modulo di resistenza della sezione riferito all'asse 3
Wp2-2	modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'asse 2
Wp3-3	modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'asse 3

I dati soprariportati vengono utilizzati per la determinazione dei carichi inerziali e per la definizione delle rigidezze degli elementi strutturali; qualora il valore di Area V2 (e/o Area V3) sia nullo la deformabilità per taglio V2 (e/o V3) è trascurata. La valutazione delle caratteristiche inerziali delle sezioni è condotta nel riferimento 2-3 dell'elemento.

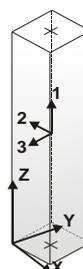


Id	Tipo	Area	A V2	A V3	Jt	J 2-2	J 3-3	W 2-2	W 3-3	Wp 2-2	Wp 3-3
		cm2	cm2	cm2	cm4	cm4	cm4	cm3	cm3	cm3	cm3
1	Circolare: r=1.65	8.55	7.22	7.22	11.64	5.82	5.82	3.53	3.53	5.99	5.99
6	TT ormeggio	5.73	4.83	4.83	5.22	2.61	2.61	1.93	1.93	3.28	3.28
7	tirafondi M24-Circolare: r=1.2	4.52	3.82	3.82	3.26	1.63	1.63	1.36	1.36	2.30	2.30
10	palina-Circolare cava: re=7.95 ri=6.95	46.81	0.0	0.0	2609.76	1304.88	1304.88	164.14	164.14	222.34	222.34
13	elemento rigido-Circolare: r=1	3.14	2.65	2.65	1.57	0.79	0.79	0.79	0.79	1.33	1.33

Riferimenti locali delle sezioni degli elementi 2D:



Orientamento elementi 2D non verticali



Orientamento elementi 2D verticali

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendolo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>0.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>LC.00.0.0.007</td> <td>B</td> <td>12 di 64</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	12 di 64
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	12 di 64								

3.3 MATERIALI

Di seguito le caratteristiche meccaniche dei materiali utilizzati nella modellazione agli elementi finiti:

acciaio			Young	modulo di elasticità normale
	Ft	tensione di rottura a trazione	Poisson	coefficiente di contrazione trasversale
	Fy	tensione di snervamento	G	modulo di elasticità tangenziale
	Fd	resistenza di calcolo	Gamma	peso specifico
			Alfa	coefficiente di dilatazione termica

Il riferimento per il materiale proviene dai documenti di capitolato tecnico RF12014 dove è indicato l'acciaio S355 per profili UPN, tralicciatura, tirafondi, piastra di base ed alette di rinforzo. Riportiamo la tabella delle caratteristiche meccaniche dell'acciaio utilizzato nelle verifiche di seguito descritte:

Id	Tipo / Note	V. caratt.	V. medio	Young	Poisson	G	Gamma	Alfa	Altri
		daN/cm2	daN/cm2	daN/cm2		daN/cm2	daN/cm3		
11	Acciaio A4-70-acciaio Fe700-S450			2.100e+06	0.30	8.077e+05	7.80e-03	1.20e-05	
	Tensione ft	7000.0							
	Resistenza fd	2350.0							
	Resistenza fd (>40)	2100.0							
	Tensione ammissibile	1600.0							
	Tensione ammissibile (>40)	1400.0							
13	Acciaio Fe510 - S355			2.100e+06	0.30	8.077e+05	7.80e-03	1.20e-05	
	Tensione ft	5100.0							
	Resistenza fd	3550.0							
	Resistenza fd (>40)	3150.0							
	Tensione ammissibile	2400.0							
	Tensione ammissibile (>40)	2100.0							
77	acciaio inf. rigi.			2.100e+09	0.30	8.077e+08	7.80e-03	1.00e-05	
	Tensione ft	3600.0							
	Resistenza fd	2350.0							
	Resistenza fd (>40)	2100.0							
	Tensione ammissibile	1600.0							
	Tensione ammissibile (>40)	1400.0							
79	Acciaio 8.8			2.100e+06	0.30	8.077e+05	7.80e-03	1.20e-05	
	Tensione ft	8000.0							
	Resistenza fd	6400.0							
	Resistenza fd (>40)	0.0							
	Tensione ammissibile	0.0							
	Tensione ammissibile (>40)	0.0							

La simulazione dei collegamenti per il trasferimento delle sollecitazioni derivati dai carichi applicati viene seguita mediante link infinitamente rigidi.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendolo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LC.00.0.0.007	REV. B	FOGLIO 13 di 64

Per quanto relativo ai coefficienti parziali e ai criteri di progetto si è fatto riferimento alle seguenti tabelle:

Aste acc.	
Generalità	
Beta assegnato	0.80
Verifica come controvento	Si
Usa condizioni I e II	No
Coefficiente gamma M0	1.05
Coefficiente gamma M1	1.05
Coefficiente gamma M2	1.25

Pilastrini acc.	
Lunghezze libere	
Metodo di calcolo 2-2	Assegnato
2-2 Beta assegnato	2.00
2-2 Beta * L assegnato [cm]	0.0
Metodo di calcolo 3-3	Assegnato
3-3 Beta assegnato	2.00
3-3 Beta * L assegnato [cm]	0.0
1-1 Beta assegnato	1.00
1-1 Beta * L assegnato [cm]	0.0
Generalità	
Coefficiente gamma M0	1.05
Coefficiente gamma M1	1.05
Coefficiente gamma M2	1.25
Effetti del 2 ordine	Si

Travi acc.	
Lunghezze libere	
3-3 Beta * L automatico	Si
3-3 Beta assegnato	1.00
3-3 Beta assegnato [cm]	0.0
2-2 Beta * L automatico	Si
2-2 Beta assegnato	1.00
2-2 Beta * L assegnato [cm]	0.0
1-1 Beta * L automatico	Si
1-1 Beta assegnato	1.00
1-1 Beta * L assegnato [cm]	0.0
Generalità	
Coefficiente gamma M0	1.05
Coefficiente gamma M1	1.05
Coefficiente gamma M2	1.25

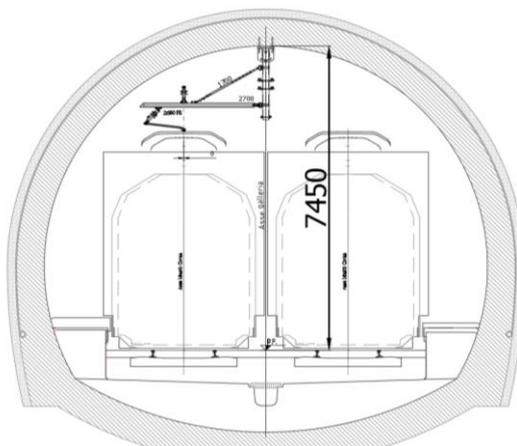
3.4 CASI DI CARICO (§ 6.2 CEI EN 50119)

I casi di carico che si sono considerati e che danno origine alle azioni applicate alle strutture sono rappresentati dai:

- Pesi propri strutturali.
- Carichi variabili dovuti al peso dei conduttori.
- Carichi variabili dovuti al tiro dei conduttori.
- Carichi di origine sismica (Sismicità di base valutata per Ponte (BN), opere in classe d'uso III, vita nominale 50 anni, tipo di suolo A e categoria topografica T1).

I carichi da vento meteorologico non si sono applicati in quanto le strutture in questione si trovano in galleria.

La quota della base del pendolo rispetto al Piano del Ferro è 7,45m.



APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendolo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LC.00.0.0.007	REV. B	FOGLIO 14 di 64

3.5 COMBINAZIONI DEI CASI DI CARICO AGLI SLU (STATI LIMITE ULTIMI)

L'analisi delle azioni agenti sulla struttura in acciaio è stata eseguita seguendo quanto previsto dalla normativa DM '08 al §2.6.1 e dal documento RFI E64864, relativamente alle verifiche agli stati limite ultimi.

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

Combinazione fondamentale SLU

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

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E

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

Di seguito riportiamo in forma tabellare i coefficienti parziali e di combinazione utilizzati nella determinazione delle combinazioni di carico agli SLU.

Tabella 1 - Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU (tab. 2.6.1 del DM'08)

		Coefficiente g_f	EQU	A1	A2
Carichi permanenti	Favorevoli	g_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi variabili	Favorevoli	g_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

Tabella 2 - Valori dei coefficienti di combinazione (tab. 2.5.1 del DM'08)

	ψ_{0j}	ψ_{1j}	ψ_{2j}
Categoria E biblioteche, archivi, magazzini...	1,00	0,90	0,80
Vento	0,60	0,20	0,00

Le combinazioni utilizzate nelle verifiche prevedono la dipendenza dei tiri dei conduttori con i relativi pesi. Analogamente le combinazioni sismiche sono prive delle azioni del vento e le combinazioni caratteristiche hanno tutte coefficienti parziali unitari. Le combinazioni saranno riportate nelle verifiche condotte nel seguito.

Per la verifica della struttura in acciaio seguiremo l'approccio 2 definito in §2.6.1 per stati limite ultimi di tipo STR con coefficienti parziali per le azioni di tipo A1.

In particolare, si è ritenuto di utilizzare il seguente approccio progettuale:

- Approccio 2 in combinazione 2 del tipo (A1+M1+R3).

In questo approccio progettuale si considerano i coefficienti parziali di tipo A1 per la determinazione delle azioni di progetto e quelli di sicurezza agenti sulle proprietà geotecniche dei materiali di tipo M1 ed R3 per la determinazione della resistenza di progetto.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendulo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LC.00.0.0.007	REV. B	FOGLIO 15 di 64

Si eseguiranno le verifiche sia per i casi statici che per i casi simici.

Combinazioni di tipo statico

Cmb	Tipo	Sigla Id	Peso proprio	Peso conduttori	Tiro conduttori
1	SLU	Comb. SLU A1 1	1.30	1.50	1.50
2	SLU	Comb. SLU A1 2	1.00	1.50	1.50

Combinazioni di tipo sismico

Cmb	Tipo	Sigla Id	Peso proprio	Peso conduttori	Tiro conduttori	Sisma in X	Sisma in Y
1	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 1	1.00	0.80	0.80	-1.00	-0.30
2	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 2	1.00	0.80	0.80	-1.00	0.30
3	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 3	1.00	0.80	0.80	1.00	-0.30
4	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 4	1.00	0.80	0.80	1.00	0.30
5	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 5	1.00	0.80	0.80	-0.30	-1.00
6	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 6	1.00	0.80	0.80	-0.30	1.00
7	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 7	1.00	0.80	0.80	0.30	-1.00
8	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 8	1.00	0.80	0.80	0.30	1.00

Nota: Se si fa riferimento al DM'08 al §2.5.3 come indicato in questa relazione (al § 2.2), le azioni variabili Qk1 e Qk2 quali peso e tiro dei conduttori, nella combinazione sismica vengono moltiplicate per ψ_{2j} che nella tabella 2.5.I del DM'08 risulta essere pari a 0,8 per la categoria E (la più gravosa).

Inoltre contrariamente alle combinazioni sismiche del dis RFI E64864c si è tenuto in conto anche della presenza del ghiaccio sui conduttori (a differenza di ciò che invece dice il Capitolato, in cui nella combinazioni sismiche il coefficiente di moltiplicazione del ghiaccio Q1 è nullo). Da un'analisi condotta infatti risulta che utilizzare il coefficiente 0,8 considerando anche il peso del ghiaccio, va a compensare l'utilizzo del coefficiente 1 sui carichi tipo G2 escludendo la presenza del ghiaccio Q1. I risultati che si ottengono sono analoghi.

3.5.1 Azioni applicate

Prendendo a riferimento la parte relativa alle verifiche strutturali della CEI EN 50119 si è scelto di considerare solo un caso di calcolo tra quelli proposti: il caso di carico D in cui sono presenti i carichi del ghiaccio.

Condizione D

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

$$W=0\text{ m/s}$$

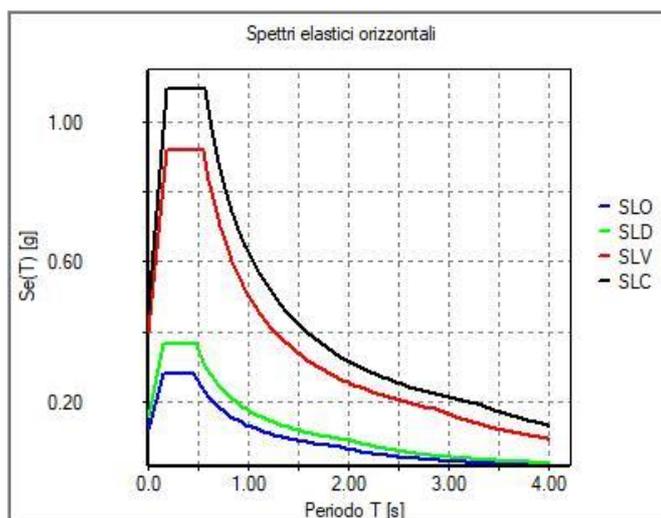
$$P_g=7\text{ N/m}$$

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendulo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>0.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>LC.00.0.0.007</td> <td>B</td> <td>16 di 64</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	16 di 64
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	16 di 64								

3.6 AZIONI DI ORIGINE SISMICA

Le azioni di origine sismica sono state messe in conto prendendo a riferimento le disposizioni contenute nel doc. E64864c RFI e considerando quanto definito nella relazione sismica IF2R.0.2.E.ZZ.RG.GE.00.0.1.001.A.

In particolare, nell'ottica di considerare le peggiori condizioni di verifica dovute ai carichi agenti sul plinto di fondazione, si opererà il calcolo delle azioni sismiche tenendo come riferimento i valori della sismicità locale (parametri di pericolosità sismica relativa al comune di Ponte (BN)) verificando però che l'accelerazione massima di progetto corrisponda a quella massima dello spettro elastico in accelerazione orizzontale.



A titolo riepilogativo riportiamo le ipotesi di base (NTC08 §2.4 e segg.):

- | | |
|---|-----------------|
| • Vita nominale dell'opera | ≥ 50 anni |
| • Classe d'uso | Classe III |
| • Periodo di riferimento per l'azione sismica | $V_R = 75$ anni |
| • Accelerazione orizzontale massima attesa (SLV) | $a_g = 0,3102$ |
| • Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale | $F_0 = 2,320$ |
| • Categoria di sottosuolo | C |
| • Categoria topografica | T1 |

Questi valori, definiti in modo automatico dal programma di calcolo utilizzato per la modellazione della struttura, sono coerenti con quanto riportato nella relazione sismica di riferimento.

Nota: L'analisi sismica è del tipo statica equivalente.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendolo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LC.00.0.0.007	REV. B	FOGLIO 17 di 64

3.7 AZIONI DOVUTE AI CONDUTTORI

Si prevede l'impiego dei seguenti conduttori:

- Catenaria 540 mm² CPR (ormeggiata con dispositivo Tensorex C+)

Il peso dei dispositivi di tensionamento automatico Tensorex C+ è stato valutato di 280 daN per le funi e 340 daN per i fili, secondo quanto definito nei disegni della PFISTERER

Per le funi disegno 000700700-5MS, per i fili disegno 000700700-5ML

3.7.1 Diametri equivalenti dei conduttori

In riferimento al calcolo delle azioni dovute ai conduttori nella condizione di carico C, nella quale è concomitante la presenza del ghiaccio e del vento, è necessario tenere in conto lo spessore del manicotto di ghiaccio che determina un aumento di peso (0,7 daN/m) ed un aumento della superficie investita dal vento. Normativamente il doc. E64864 riprende il §6.2.6 della EN 50119:2010-05 relativo ai "Carichi combinati del vento e del ghiaccio" dove il valore del diametro equivalente, indicato di seguito con D_I, si valuta mediante la formula:

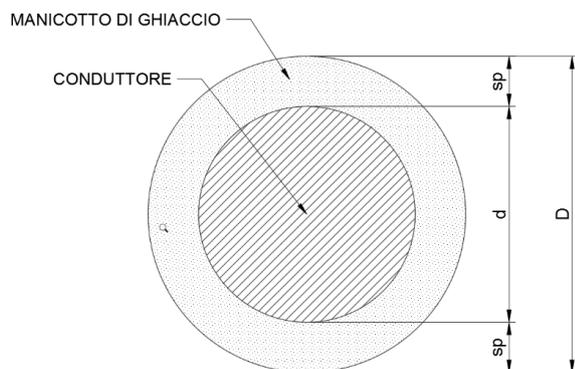
$$D_I = (d^2 + 4 g_{IK} / (\pi \rho_I))^{0,5}$$

Nella quale si è indicato con:

d = diametro del conduttore

g_{IK} = peso del manicotto di ghiaccio (nel nostro caso 0,7 daN/m)

ρ_I = peso dell'unità di volume del ghiaccio (peso specifico pari a 900 daN/m³)



$$D = d + 2 sp$$

$$A_m = A_T - A_c = \pi D^2 / 4 - \pi d^2 / 4$$

$$P_g = A_m \gamma L = (\pi / 4) (D^2 - d^2) \gamma \quad (L=1 \text{ m})$$

$$4 P_g / (\pi \gamma) = D^2 - d^2$$

$$D = (d^2 + 4 P_g / (\pi \gamma))^{0,5}$$

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendulo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LC.00.0.0.007	REV. B	FOGLIO 18 di 64

Esplicitiamo adesso i valori delle azioni eseguiti automaticamente dal programma Pali 16-14-3-1 previo calcolo dei diametri equivalenti.

Conduttura 540 mm²

Fili

- diametro fili d=14,5 mm
- peso lineare p=1,3335 daN/m

Calcolo del diametro equivalente:

$$D_i = (d^2 + 4 g_{IK} / (\pi \rho_i))^{0,5} = (0,0145^2 + 4 \times 0,7 / (3,14 \times 900))^{0,5} = 0,03465 \text{ m}$$

Spessore del manicotto $sp = (D_i - d) / 2 = (0,3465 - 0,0145) / 2 = 0,161 \text{ m}$

Funi

- diametro funi d=14 mm
- peso lineare p=1,07 daN/m

calcolo del diametro equivalente:

$$D_i = (d^2 + 4 g_{IK} / (\pi \rho_i))^{0,5} = (0,014^2 + 4 \times 0,7 / (3,14 \times 900))^{0,5} = 0,03445 \text{ m}$$

Spessore del manicotto $sp = (D_i - d) / 2 = (0,3445 - 0,014) / 2 = 0,165 \text{ m}$

3.7.2 Formulazioni per il calcolo delle azioni radiali

Azione trasversale conduttori deviati

$$H_{t\alpha} = Td \times \text{sen}(\alpha)$$

$$H_{t\beta} = Td \times \text{sen}(\beta)$$

Azione trasversale dovuta alle corde di terra:

$$H_{EW} = T_{EW} \cdot \left(\frac{C_1}{2 \cdot R} + \frac{C_2}{2 \cdot R} \right)$$

Dove:

T_i = tiro corda di terra

C_1 = lunghezza campata precedente

C_2 = lunghezza campata successiva

R = raggio curva (caso di rettilineo)

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendolo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LC.00.0.0.007	REV. B	FOGLIO 19 di 64

4 ANALISI STRUTTURALE

4.1 TABELLA DELLA AZIONI AGENTI IN CONDIZIONE D

Condizione D.

(Temperatura -5°C; Vento assente; peso ghiaccio=7 N/m).

Proprietà dei conduttori

d_fdc_orm1	Diametro fili di contatto conduttore ormeggiato	14,5	[mm]
X1	Distanza asse conduttore ormeggiato	1000	[mm]
p_fdc_orm1	Peso lineare fili di contatto conduttore ormeggiato	1,3335	[daN/m]
Cg_orm1	Campata di calcolo conduttore ormeggiato	25	[m]
T_fdc_orm1	Tiro fili conduttore ormeggiato	1875	[daN]

Azioni verticali

P_fdc_orm1	Azione verticale dovuta ai fili ormeggiati conduttore	-63,34	[daN]
------------	---	--------	-------

Azioni trasversali

Hx_fdc_orm1	Azione trasversale dovuta ai fili ormeggiati conduttore	149,88	[daN]
-------------	---	--------	-------

4.2 CARICHI APPLICATI ALLA STRUTTURA NEL MODELLO AD ELEMENTI FINITI IN CONDIZIONE D

Carico concentrato nodale

Id	Tipo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
		daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
3	D.Conduttore ormeggiato 1 Fili Pesi=-63.3375	0.0	0.0	-63.34	0.0	0.0	0.0
4	D.Conduttore ormeggiato 1 Fili Tiri=3747	149.88	3747.00	0.0	0.0	0.0	0.0
5	B.Peso Tensorex2=-340	0.0	0.0	-340	0.0	0.0	0.0

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendulo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>0.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>LC.00.0.0.007</td> <td>B</td> <td>20 di 64</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	20 di 64
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	20 di 64								

5 VERIFICA STRUTTURALE (RIF. § 6 E SEGG. CEI EN 50119, §4.2 D.M.'08)

Ai fini delle verifiche (come da D.M. 14 Gennaio 2008 e circolare 02 Febbraio 2009 n.7) i tipi elementi differiscono per i seguenti aspetti:

Verifica	Aste	Travi	Pilastrri
4.2.3.1 Classificazione	X	X	X
4.2.4.1.2 Trazione, Compressione	X	X	X
Taglio, Torsione		X	X
Flessione, taglio e forza assiale		X	X
4.2.4.1.3.1 Aste compresse	X	X	X
4.2.4.1.3.2 Instabilità flessio-torsionale		X	X
4.2.4.1.3.3 Membrature inflesse e compresse		X	X

L' insieme delle verifiche sopra riportate è condotto sugli elementi purché dotati di sezione idonea come da tabella seguente:

Azione	SEZIONI GENERICHE	PROFILI SEMPLICI	PROFILI ACCOPPIATI
4.2.3.1 Classificazione automatica	L, doppio T, C, rettangolare cava, circolare cava	Tutti	Da profilo semplice
4.2.3.1 Classificazione di default 2	Circolare		
4.2.3.1 Classificazione di default 3	restanti		
4.2.4.1.2 Trazione	si	si	si
4.2.4.1.2 Compressione	si	si	si
4.2.4.1.2 Taglio, Torsione	si	si	si
4.2.4.1.2 Flessione, taglio e forza assiale	si	si	si
4.2.4.1.3.1 Aste compresse	si	si	per elementi ravvicinati e a croce o coppie calastrellate
4.2.4.1.3.2 Travi inflesse	doppio T simmetrica	doppio T	no

Le verifiche sono riportate in tabelle con il significato sotto indicato; le verifiche sono espresse dal rapporto tra l'azione di progetto e la capacità ultima, pertanto la verifica ha esito positivo per rapporti non superiori all'unità.

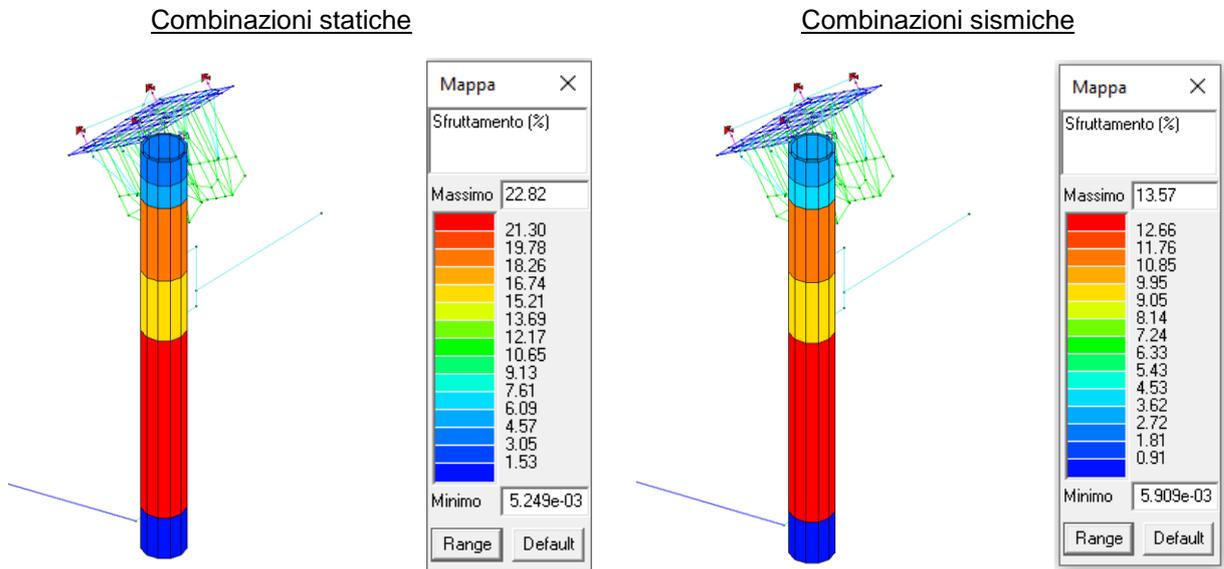
Asta	Trave	Pilastro	numero dell'elemento			
Stato			codice di verifica per resistenza, stabilità, svergolamento			
Note			sezione e materiali adottati per l'elemento			
V N			(ASTE) verifica come da par. 4.2.4.1.2 per punto (4.2.6) e (4.2.10)			
V V/T			(TRAVI E PILASTRI) verifica come da par. 4.2.4.1.2 per azioni taglio-torsione			
V N/M			(TRAVI E PILASTRI) verifica come da par. 4.2.4.1.2 per azioni composte con riduzione per taglio (4.2.41) ove richiesto			
N	M3	M2	V2	V3	T	sollecitazioni di interesse per la verifica
V stab			(ASTE) verifica come da par. 4.2.4.1.3 per punto (4.2.42)			
V stab			(TRAVI E PILASTRI) verifica come da par. 4.2.4.1.3 per punti (C4.2.32) o (C4.2.36) (membrature inflesse e compresse senza/con presenza di instabilità flessio-torsionale)			
BetaxL	B22xL	B33xL	lunghezze libere di inflessione (se indicato riferiti al piano di normale 22 o 33 rispettivamente)			
Snellezza			snellezza massima			
Classe			classe del profilo			
Chi mn			coefficiente di riduzione (della capacità) per la modalità di instabilità pertinente			

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendolo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>0.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>LC.00.0.0.007</td> <td>B</td> <td>21 di 64</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	21 di 64
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	21 di 64								

Rif. cmb combinazioni in cui si sono rispettivamente attinti i valori di verifica più elevati

5.1 PENDULO TUBOLARE Ø159 (S355)

Dalle verifiche condotte si sono ottenuti i seguenti valori dello sfruttamento massimo delle sezioni in condizione D:



Riportiamo in forma tabellare i valori delle verifiche eseguite per ogni elemento finito rappresentante il profilo (acciaio S355) nelle combinazioni statiche in condizione D:

Pilas.	Stato	Note	V V/T	V N/M	V stab	Cl.	LamS 22	LamS 33	Snell.	Chi mn	V flst	LamS LT	Chi LT	Rif. cmb
4	ok	s=10,m=13	0.04	0.06		1								1,2,0,0
11	ok	s=10,m=13	0.03	0.23		1								1,2,0,0
12	ok	s=10,m=13	0.04	0.03		1								1,2,0,0
13	ok	s=10,m=13	0.0	5.25e-05		1								1,1,0,0
15	ok	s=10,m=13	0.01	0.16		1								2,2,0,0
37	ok	s=10,m=13	0.06	0.21		1								2,2,0,0
Pilas.			V V/T	V N/M	V stab		LamS 22	LamS 33	Snell.	Chi mn	V flst	LamS LT	Chi LT	
			0.06	0.23										

Ogni singolo elemento risulta verificato. Il valore massimo raggiunto dello sfruttamento è pari al 22,82 % raggiunto nella verifica di resistenza N/M.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendolo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>0.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>LC.00.0.0.007</td> <td>B</td> <td>22 di 64</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	22 di 64
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	22 di 64								

Verifiche di resistenza M/N [DM'08 §4.2.4.1.2 e segg.].

Classificazione della sezione. Rif.§4.2.3.1 DM'08.

Tipologia sezione: Profilo circolare cavo

Tipologia sezione: Profilo Circolare Cavo

Coefficiente Epsilon= 0,81

Profilo in classe di resistenza: 1.

Parti soggette a compressione e/o flessione:

Classe 1: Rapporto $d / t = 159 / 10 = 15,9 \leq 32,81 = 50 \times \text{Epsilon}^2$

Classe 2: Rapporto $d / t = 159 / 10 = 15,9 \leq 45,93 = 70 \times \text{Epsilon}^2$

Classe 3: Rapporto $d / t = 159 / 10 = 15,9 \leq 59,05 = 90 \times \text{Epsilon}^2$

Profilo in classe di resistenza: 1.

Le azioni maggiormente gravose per il tratto più sollecitato in esame sono quelle relative all'elemento 11 in combinazione 2:

Coefficiente parziale di sicurezza sulla resistenza: $gM0 = 1,05$

Resistenza caratteristica dell'acciaio: $f_{yk} = 3550 \text{ daN/cm}^2$

Area sezione lorda: $A = 46,81 \text{ cm}^2$

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO PROGETTO ESECUTIVO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>0.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>LC.00.0.0.007</td> <td>B</td> <td>23 di 64</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	23 di 64
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	23 di 64								
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendolo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT													

Azione assiale di progetto: $NEd = -1551,3 \text{ daN}$

$NRd = A \times fyk / g M0 = 46,81 \times 3550 / 1,05 = 158262,38 \text{ daN}$

$NEd/NRd = 1551,3 / 158262,38 = 0,98 \%$

Modulo di elasticità plastico $W22pl = 222,34 \text{ cm}^3$

$M22pl,Rd = W22pl \times fyk / g M0 = 222,34 \times 3550 / 1,05 = 751720,95 \text{ daNcm}$

$M22Ed / M22pl,Rd = 0 / 751720,95 = 0 \%$

Modulo di elasticità plastico $W33pl = 222,34 \text{ cm}^3$

$M33pl,Rd = W33pl \times fyk / g M0 = 222,34 \times 3550 / 1,05 = 751720,95 \text{ daNcm}$

$M33Ed / M33pl,Rd = 164200 / 751720,95 = 21,84 \%$

Eseguiamo la verifica di resistenza N-M:

$NEd / (A \times fy / g M0) + M22,Ed / (W22pl \times fy / g M0) + M33,Ed / (W33pl \times fy / g M0) \leq 1$

$1551,3 \times 1,05 / (3550 \times 46,81) + 0 \times 1,05 / (3550 \times 222,34) + 164200 \times 1,05 / (3550 \times 222,34) \leq 1$

$0,98 + 0 + 21,84 = 22,82 \%$

Complessivamente si ha uno sfruttamento della sezione pari al 22,82 %

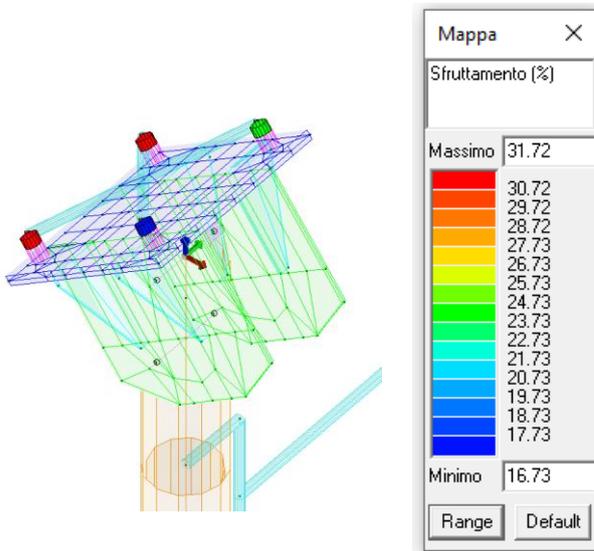
APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendolo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>0.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>LC.00.0.0.007</td> <td>B</td> <td>24 di 64</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	24 di 64
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	24 di 64								

5.2 VERIFICA TIRAFONDI M33 (ACCIAIO INOX A4-70)

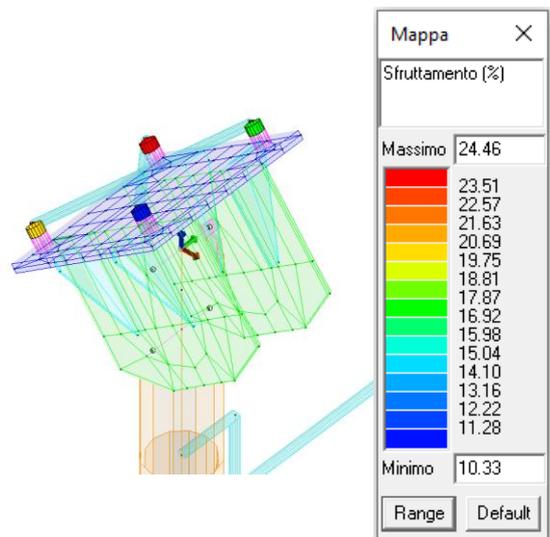
Dalle verifiche condotte si sono ottenuti i seguenti valori dello sfruttamento massimo delle sezioni in condizione D:

TIRAFONDI PENDULO

Combinazioni statiche

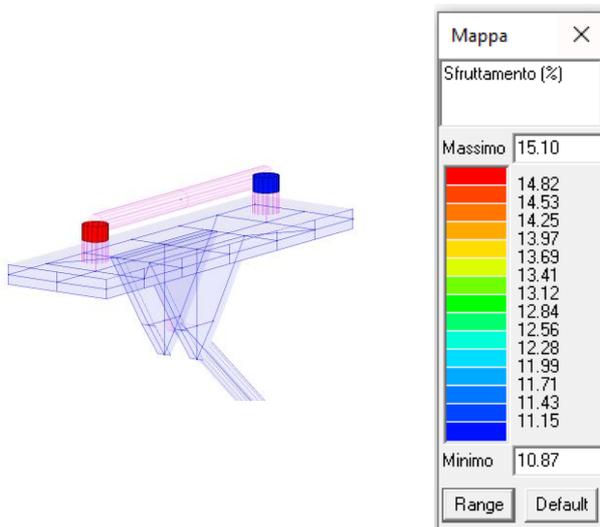


Combinazioni sismiche

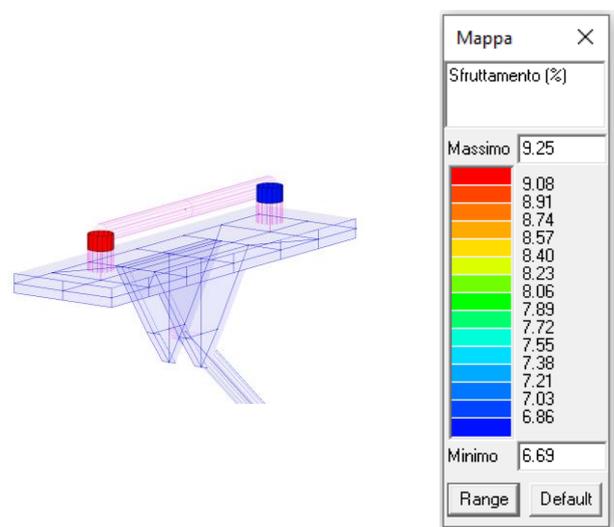


TIRAFONDI TIRANTE A TERRA

Combinazioni statiche



Combinazioni sismiche



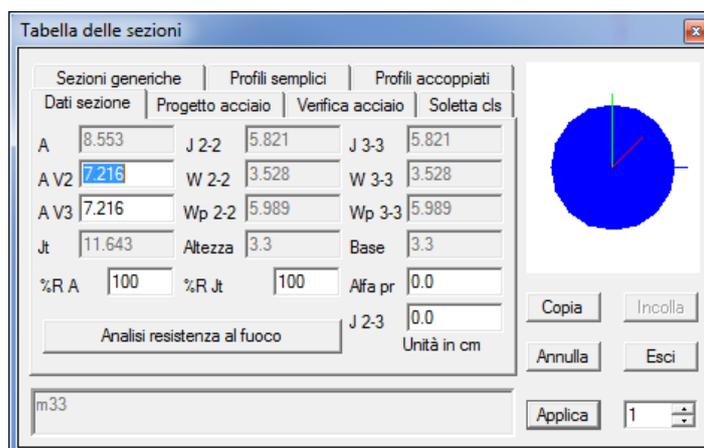
APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendulo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF2R 0.2.E.ZZ CL LC.00.0.0.007 B 25 di 64

Il caso di sfruttamento peggiore è sui tirafondi del pendulo in combinazioni statiche.

Riportiamo in forma tabellare i valori delle verifiche eseguite per ogni elemento finito rappresentante i tirafondi (acciaio inox A4-70) in condizione D:

Trave	Stato	Note	V V/T	V N/M	V stab	Cl.	LamS 22	LamS 33	Snell.	Chi mn	V flst	LamS LT	Chi LT	Rif. cmb
9	ok	s=1,m=11	0.05	0.32		2								2,2,0,0
31	ok	s=1,m=11	0.06	0.23		2								2,2,0,0
33	ok	s=1,m=11	0.06	0.32		2								1,1,0,0
35	ok	s=1,m=11	0.04	0.17		2								1,1,0,0
Trave			V V/T	V N/M	V stab		LamS 22	LamS 33	Snell.	Chi mn	V flst	LamS LT	Chi LT	
			0.06	0.32										

Ogni singolo elemento tondo $\Phi 33$ risulta verificato. Il valore massimo raggiunto dello sfruttamento è pari a 31,72 % raggiunto nella verifica di resistenza.



Verifiche di Resistenza, di Stabilità e di Taglio/Torsione [DM'08 e circ. esplic. 7/19].

Verifiche di resistenza M/N [DM'08 §4.2.4.1.2 e segg.]. Classificazione della sezione. Rif. §4.2.3.1 DM'08.

Tipologia sezione: Profilo Circolare Pieno

Tipologia sezione: Profilo Circolare Pieno

Coefficiente Epsilon= 0,72

Profilo in classe di resistenza: 1.

Parti soggette a compressione e/o flessione:

Classe 1: Rapporto $d / t = 2 \leq 25,92 = 50 \times \text{Epsilon}^2$

Classe 2: Rapporto $d / t = 2 \leq 36,29 = 70 \times \text{Epsilon}^2$

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendolo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LC.00.0.0.007	REV. B	FOGLIO 26 di 64

Classe 3: Rapporto $d / t = 2 \leq 46,66 = 90 \times \text{Epsilon}^2$

Profilo in classe di resistenza: 1.

Le azioni maggiormente gravose per il tratto più sollecitato in esame sono quelle relative all'elemento 9 in combinazione 2:

Coefficiente parziale di sicurezza sulla resistenza: $gM0 = 1,05$

Resistenza caratteristica dell'acciaio: $f_{yk} = 4500 \text{ daN/cm}^2$

Area sezione lorda: $A = 8,55 \text{ cm}^2$

Azione assiale di progetto: $N_{Ed} = -385,13 \text{ daN}$

$NRd = A \times f_{yk} / g M0 = 8,55 \times 4500 / 1,05 = 36642,86 \text{ daN}$

$N_{Ed} / NRd = 385,13 / 36642,86 = 1,05 \%$

Modulo di elasticità plastico $W22pl = 5,99 \text{ cm}^3$

$M22pl,Rd = W22pl \times f_{yk} / g M0 = 5,99 \times 4500 / 1,05 = 25671,43 \text{ daNcm}$

$M22Ed / M22pl,Rd = 0 / 25671,43 = 0 \%$

Modulo di elasticità plastico $W33pl = 5,99 \text{ cm}^3$

$M33pl,Rd = W33pl \times f_{yk} / g M0 = 5,99 \times 4500 / 1,05 = 25671,43 \text{ daNcm}$

$M33Ed / M33pl,Rd = 7873,09 / 25671,43 = 30,67 \%$

Eseguiamo la verifica di resistenza N-M:

$N_{Ed} / (A \times f_y / gM0) + M22,Ed / (W22pl \times f_y / gM0) + M33,Ed / (W33pl \times f_y / gM0) \leq 1$

$385,13 \times 1,05 / (4500 \times 8,55) + 0 \times 1,05 / (4500 \times 5,99) + 7873,09 \times 1,05 / (4500 \times 5,99) \leq 1$

$1,05 + 0 + 30,67 = 31,72 \%$

Complessivamente si ha uno sfruttamento della sezione pari al 31,72 %

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendolo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	27 di 64

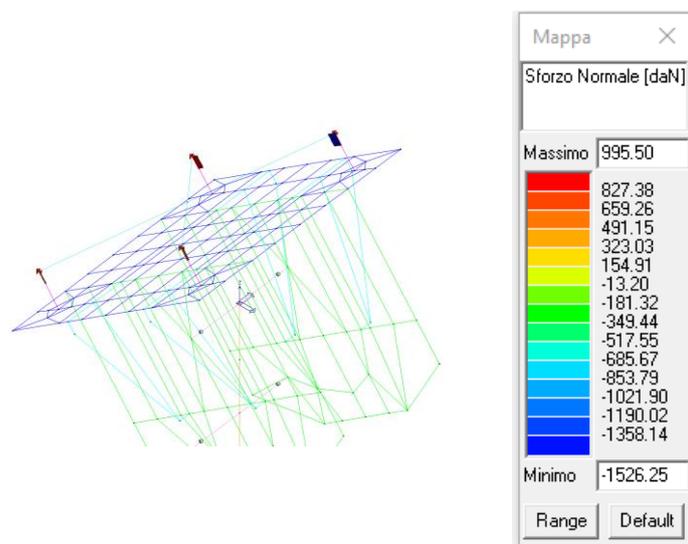
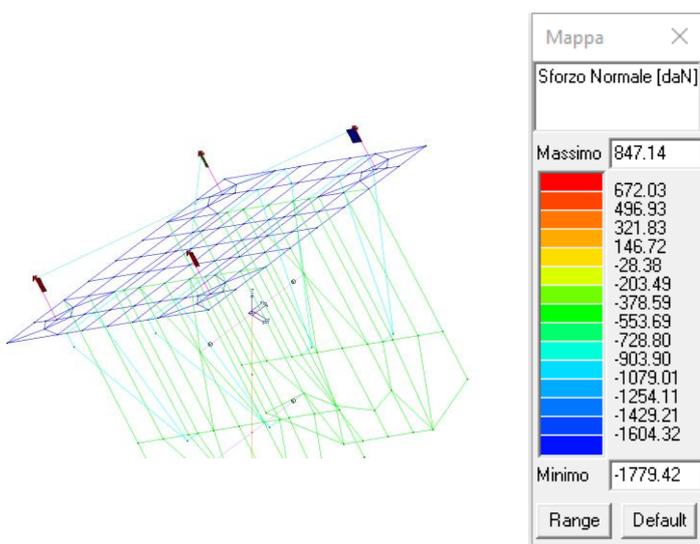
5.3 VERIFICA PIASTRA DI BASE DEL PENDULO (S355)

La piastra di base e le piastre di rinforzo laterali sono state modellate attraverso l'utilizzo di elementi d3 denominati shell. Di seguito le verifiche condotte considerando i valori delle sollecitazioni più gravose.

Si riporta il valore massimo degli sforzi assiali agenti sui tirafondi:

Combinazioni statiche

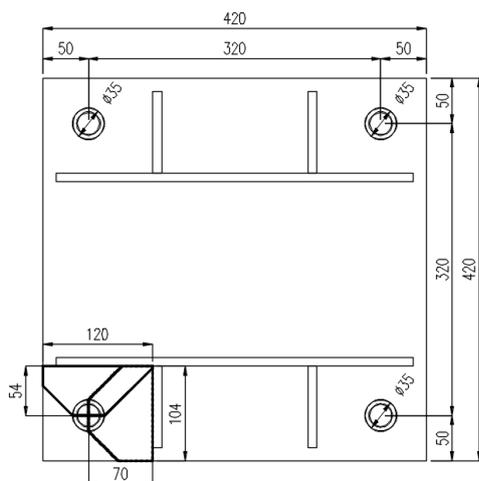
Combinazioni sismiche



5.3.1 Resistenza flessionale della piastra

Il massimo valore dello sforzo assiale di progetto si raggiunge in cmb 1 delle combinazioni statiche ed è pari a $F_{t,Ed} = 1779,42$ daN. La resistenza flessionale della piastra di base si può calcolare considerando la resistenza flessionale delle mensole che convergono nel centro del tirafondo:

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendulo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>0.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>LC.00.0.0.007</td> <td>B</td> <td>28 di 64</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	28 di 64
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	28 di 64								



Spessore (t) : 20 [mm]

Materiale : S355 [-]

Tensione di rottura piastra (ft) : 510 [N/mm²]

Tensione di snervamento piastra (fy) : 355 [N/mm²]

Calcolo delle rigidzze flessionali mensole.

Calcolo del Momento plastico della Mensola 1 :

Base mensola (B1) : 120 [mm]

Altezza mensola (H1) : 54 [mm]

Calcolo del Momento plastico della sezione (per unità di larghezza) : $M_{p1} = (t^2 / 4) \times f_{yk} = 33809,52$ [Nmm]

Calcolo della forza che produce il Momento plastico della sezione : $F_{p1} = M_{p1} \times B1 / H1 = 75,13$ [kN]

Calcolo della deformazione in corrispondenza del foro : $\Delta_1 = F_{p1} \times H1^3 / (3 \times E \times J) = 0,23$ [mm]

Calcolo del Momento plastico della Mensola 2 :

Base mensola (B2) : 104 [mm]

Altezza mensola (H2) : 70 [mm]

Calcolo del Momento plastico della sezione (per unità di larghezza) : $M_{p2} = (t^2 / 4) \times f_{yk} = 33809,52$ [Nmm]

Calcolo della forza che produce il Momento plastico della sezione : $F_{p2} = M_{p2} \times B2 / H2 = 50,23$ [kN]

Calcolo della deformazione in corrispondenza del foro : $\Delta_2 = F_{p2} \times H2^3 / (3 \times E \times J) = 0,39$ [mm]

Calcolo della forza complessiva in corrispondenza della deformazione minore :

$$R_{fls} = \Delta_{min} \times \{[(3 \times E \times J1)/H1^3] + [(3 \times E \times J2)/H2^3]\} = 105,03 \text{ [kN]}$$

$$R_{fls} = 105,03 \text{ [kN]} > 17,80 \text{ [kN]}$$

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendolo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LC.00.0.0.007	REV. B	FOGLIO 29 di 64

5.3.2 Punzonamento piastra.

Resistenza a punzonamento della piastra:

$$B_{p,Rd} = 0,6 \pi d_m t_p f_u / \gamma_{M2}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$f_u = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$d_m = 35 \text{ mm}$ (cautelativamente il diametro del foro del tirafondo)

$$B_{p,Rd} = 0,6 \times 3,14 \times 35 \times 15 \times 510 / 1,25 = 538,34 \text{ [kN]}$$

$$B_{p,Rd} = 538,34 \text{ [kN]} > 17,80 \text{ [kN]}$$

5.3.3 Resistenza materiale

Verifichiamo la condizione:

$$\sigma_{x,Ed}^2 + \sigma_{z,Ed}^2 + 3 \tau_{Ed}^2 \leq (f_{yk} / \gamma_{M0})^2$$

Per ogni elemento, e per ogni combinazione (o caso di carico) vengono riportati i risultati più significativi.

In particolare vengono riportati in ogni nodo di un elemento per ogni combinazione:

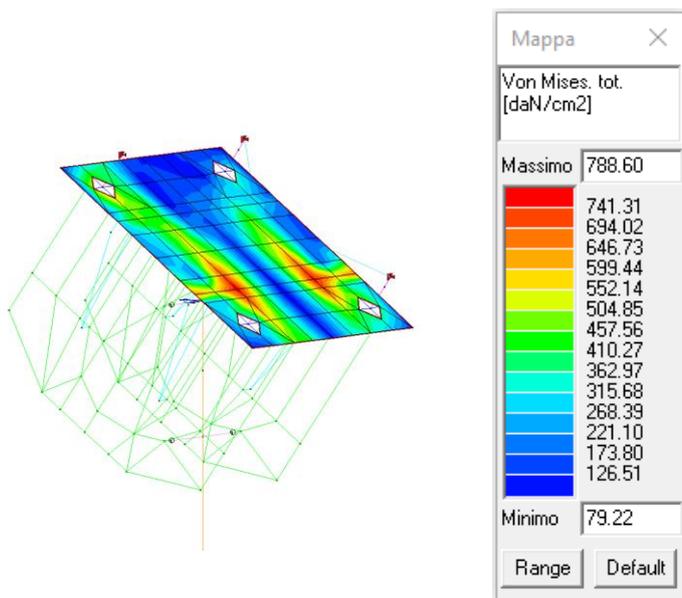
tensione di Von Mises	(valore riassuntivo del complessivo stato di sollecitazione)
-----------------------	--

Facciamo notare che nella modellazione gli elementi orizzontali (piastre di base) sono considerati gusci, mentre quelli verticali (alette di rinforzo) setti. Il valore massimo è inferiore alla tensione caratteristica di snervamento della piastra che per acciai tipo Fe510 S355 è $f_{yk} = 3550 \text{ daN/cm}^2$. Considerando un coefficiente di sicurezza $\gamma_{M0} = 1,05$ otteniamo una resistenza pari a 3380 daN/cm^2 .

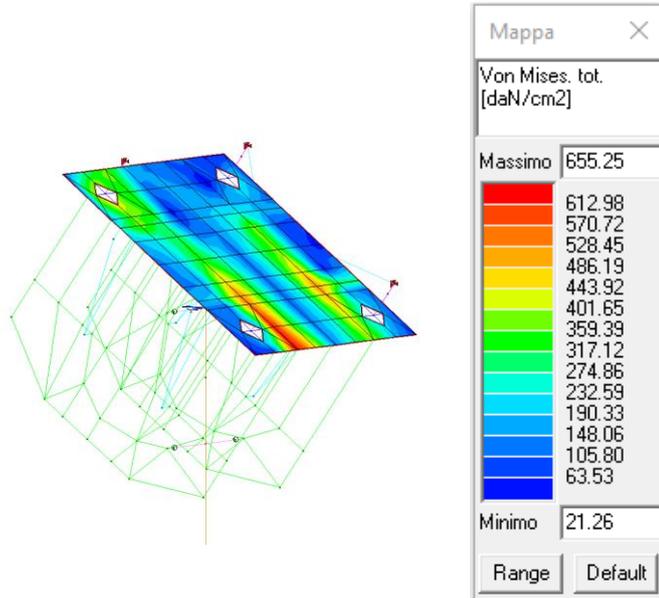
Dalle verifiche condotte si sono ottenuti i seguenti valori delle tensioni massime sulla piastra (con esclusione degli elementi in corrispondenza dei tirafondi):

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendolo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>0.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>LC.00.0.0.007</td> <td>B</td> <td>30 di 64</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	30 di 64
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	30 di 64								

Combinazioni statiche

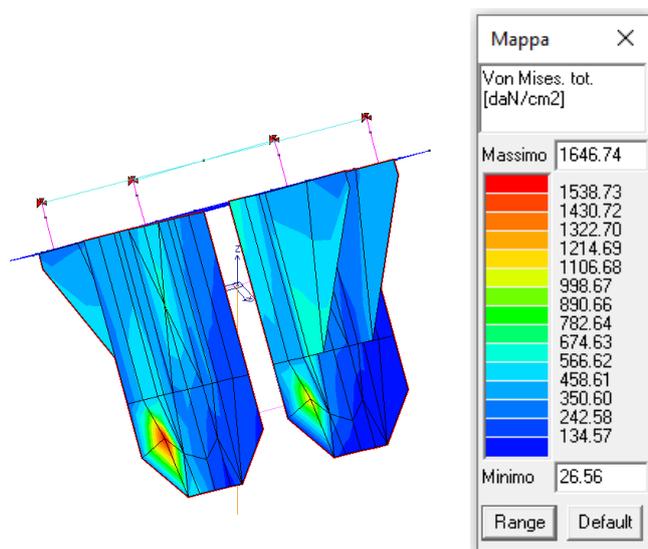


Combinazioni sismiche

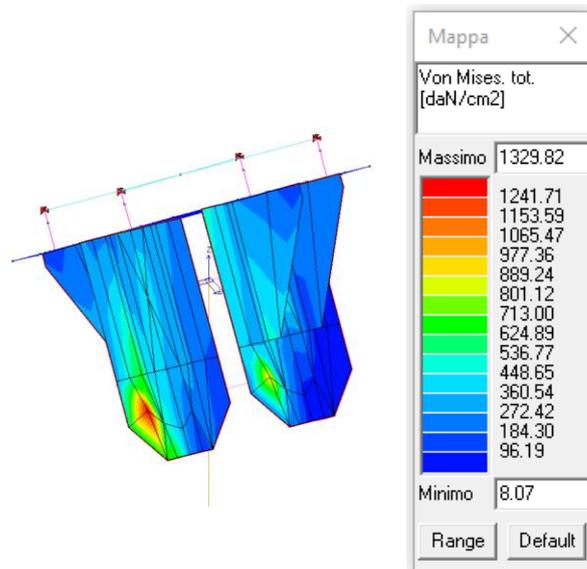


E sulle alette di rinforzo:

Combinazioni statiche



Combinazioni sismiche



APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendolo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>0.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>LC.00.0.0.007</td> <td>B</td> <td>31 di 64</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	31 di 64
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	31 di 64								

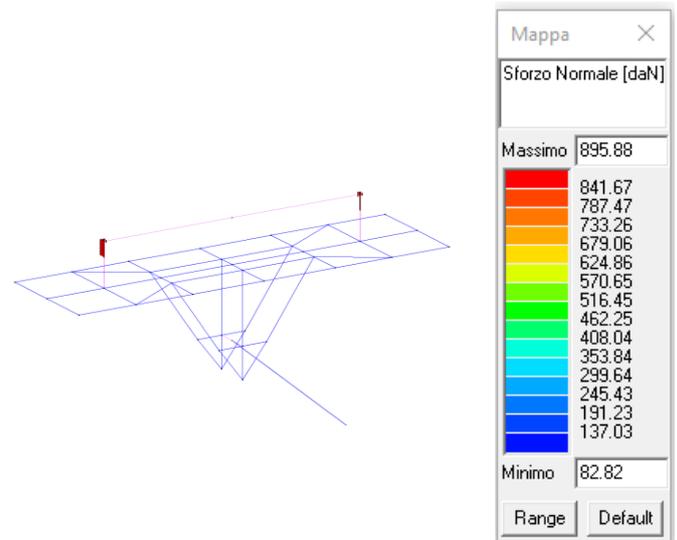
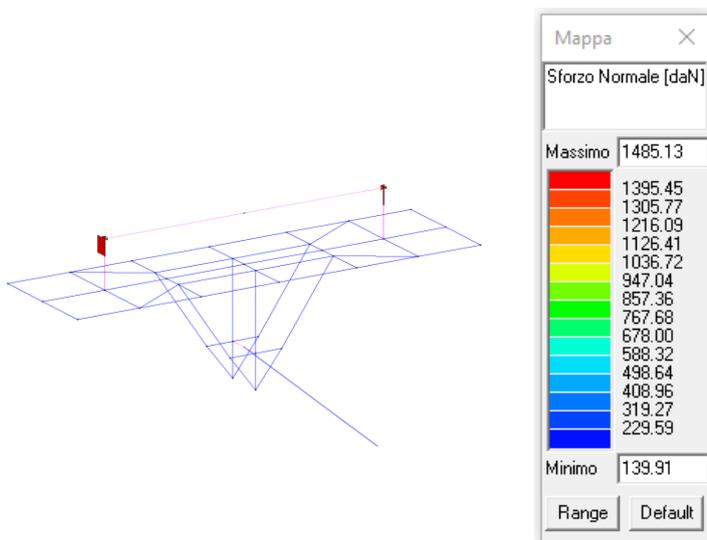
5.4 VERIFICA PIASTRA DI BASE DEL TIRANTE A TERRA (S355)

La piastra di base e le piastre di rinforzo laterali sono state modellate attraverso l'utilizzo di elementi d3 denominati shell. Di seguito le verifiche condotte considerando i valori delle sollecitazioni più gravose.

Si riporta il valore massimo degli sforzi assiali agenti sui tirafondi:

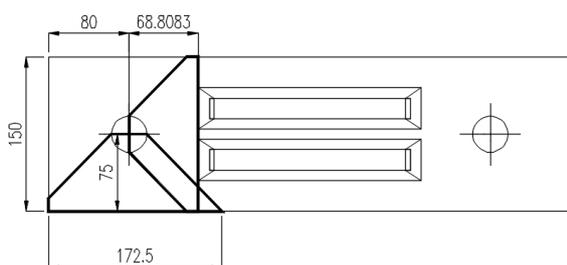
Combinazioni statiche

Combinazioni sismiche



5.4.1 Resistenza flessionale della piastra

Il massimo valore dello sforzo assiale di progetto si raggiunge in cmb 1 delle combinazioni statiche ed è pari a $F_{t,Ed} = 1485,13$ daN. La resistenza flessionale della piastra di base si può calcolare considerando la resistenza flessionale delle mensole che convergono nel centro del tirafondo:



Spessore (t) : 25 [mm]

Materiale : S355 [-]

Tensione di rottura piastra (ft) : 510 [N/mm²]

Tensione di snervamento piastra (fy) : 355 [N/mm²]

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO PROGETTO ESECUTIVO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>0.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>LC.00.0.0.007</td> <td>B</td> <td>32 di 64</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	32 di 64
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	32 di 64								
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendolo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT													

Calcolo del Momento plastico della Mensola 1:

Base mensola (B1) : 150 [mm]

Altezza mensola (H1) : 68,8 [mm]

Calcolo del Momento plastico della sezione (per unità di larghezza) : $M_{p1} = (t^2 / 4) \times f_{yk} = 52827,38$ [Nmm]

Calcolo della forza che produce il Momento plastico della sezione : $F_{p1} = M_{p1} / H1 = 115,18$ [kN]

Calcolo della deformazione in corrispondenza del foro : $\Delta_1 = F_{p1} \times H1^3 / (3 \times E \times J) = 0,3$ [mm]

Calcolo del Momento plastico della Mensola 2:

Base mensola (B2) : 172,5 [mm]

Altezza mensola (H2) : 75 [mm]

Calcolo del Momento plastico della sezione (per unità di larghezza) : $M_{p2} = (t^2 / 4) \times f_{yk} = 52827,38$ [Nmm]

Calcolo della forza che produce il Momento plastico della sezione : $F_{p2} = M_{p2} / H2 = 121,5$ [kN]

Calcolo della deformazione in corrispondenza del foro : $\Delta_2 = F_{p2} \times H2^3 / (3 \times E \times J) = 0,36$ [mm]

Calcolo della forza complessiva in corrispondenza della deformazione minore :

$$R_{fls} = \Delta_{min} \times \{[(3 \times E \times J1)/H1^3] + [(3 \times E \times J2)/H2^3]\} = 217,42$$
 [kN]

$$R_{fls} = 217,42$$
 [kN] > 14,85 [kN]

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendolo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	33 di 64

5.4.2 Punzonamento piastra.

Resistenza a punzonamento della piastra:

$$B_{p,Rd} = 0,6 \pi d_m t_p f_u / \gamma_{M2}$$

$$t = 25 \text{ mm}$$

$$f_u = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$d_m = 35 \text{ mm}$ (cautelativamente il diametro del foro del tirafondo)

$$B_{p,Rd} = 0,6 \times 3,14 \times 35 \times 15 \times 510 / 1,25 = 672,93 \text{ [kN]}$$

$$B_{p,Rd} = 672,93 \text{ [kN]} > 14,85 \text{ [kN]}$$

5.4.3 Resistenza materiale

Verifichiamo la condizione:

$$\sigma_{x,Ed}^2 + \sigma_{z,Ed}^2 + 3 \tau_{Ed}^2 \leq (f_{yk} / \gamma_{M0})^2$$

Per ogni elemento, e per ogni combinazione (o caso di carico) vengono riportati i risultati più significativi.

In particolare vengono riportati in ogni nodo di un elemento per ogni combinazione:

tensione di Von Mises	(valore riassuntivo del complessivo stato di sollecitazione)
-----------------------	--

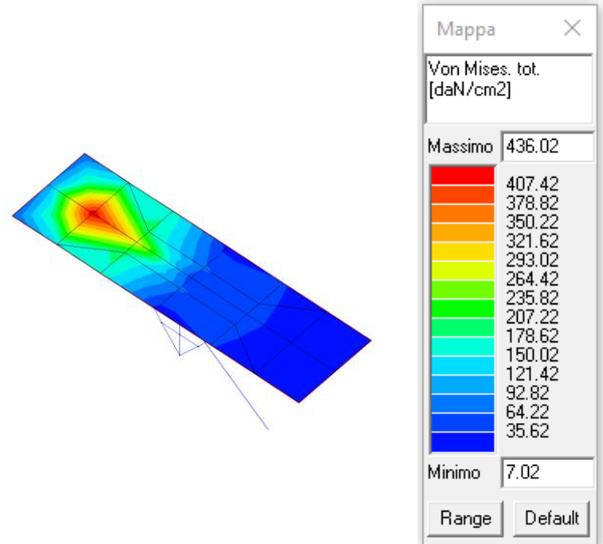
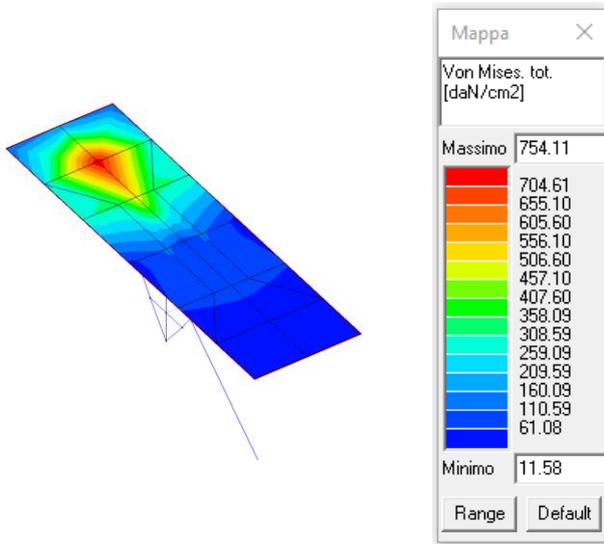
Facciamo notare che nella modellazione gli elementi orizzontali (piastre di base) sono considerati gusci, mentre quelli verticali (alette di rinforzo) setti. Il valore massimo è inferiore alla tensione caratteristica di snervamento della piastra che per acciai tipo Fe510 S355 è $f_{yk} = 3550 \text{ daN/cm}^2$. Considerando un coefficiente di sicurezza $\gamma_{M0} = 1,05$ otteniamo una resistenza pari a 3380 daN/cm^2 .

Dalle verifiche condotte si sono ottenuti i seguenti valori delle tensioni massime sulla piastra (con esclusione degli elementi in corrispondenza dei tirafondi):

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendolo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>0.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>LC.00.0.0.007</td> <td>B</td> <td>34 di 64</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	34 di 64
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	34 di 64								

Combinazioni statiche

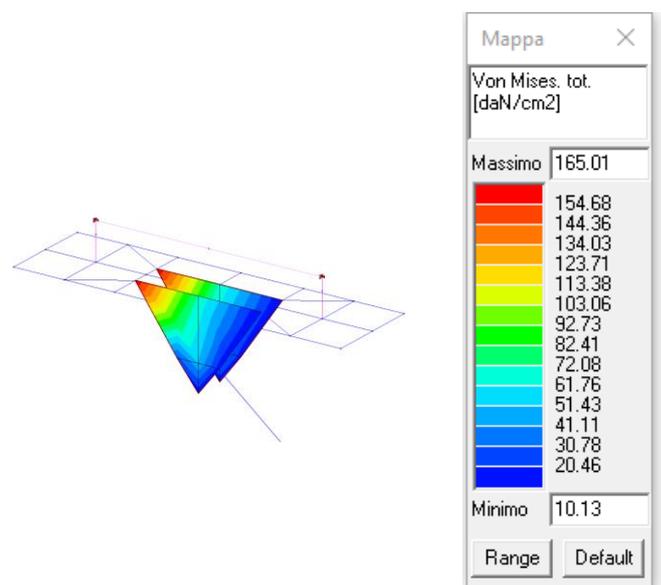
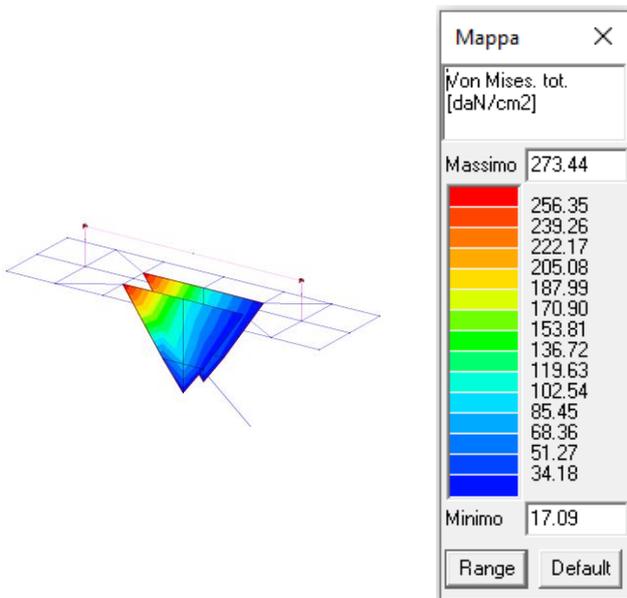
Combinazioni sismiche



E sulle alette di rinforzo:

Combinazioni statiche

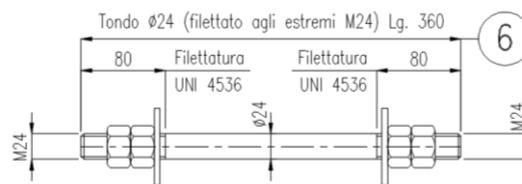
Combinazioni sismiche



APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendulo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>0.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>LC.00.0.0.007</td> <td>B</td> <td>35 di 64</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	35 di 64
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	35 di 64								

5.5 VERIFICA DEL PERNO M24 DEL PENDULO (ACCIAIO CL 8.8)

Il collegamento a perno è realizzato mediante un bullone M24 in acciaio cl 8.8.

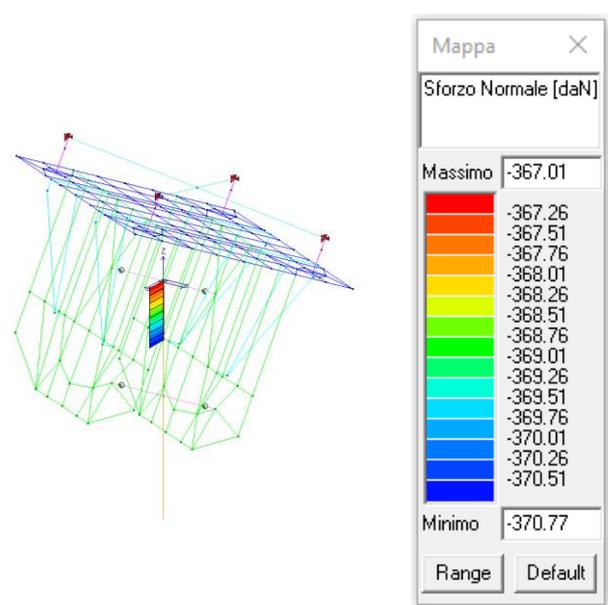
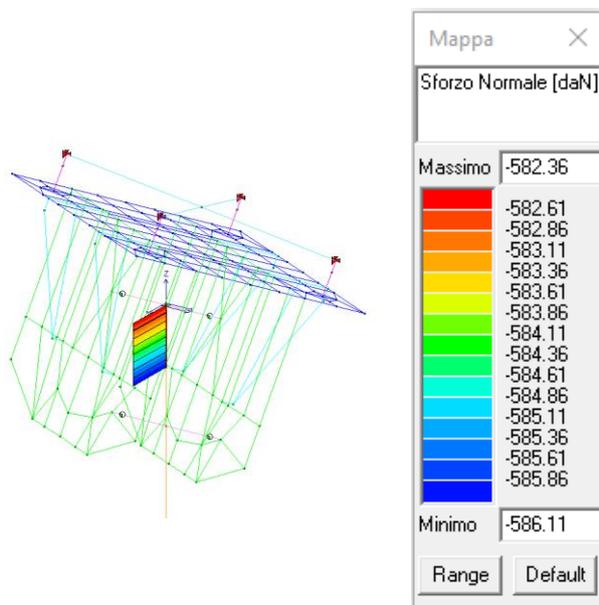


Il perno è realizzato mediante la barra filettata inserita in un tubo $\Phi 50$ sp 12. Eseguiamo la verifica di resistenza del perno utilizzando come azione di progetto la massima trazione agente su uno dei due perni presenti nel collegamento.

Perno superiore:

Combinazioni statiche

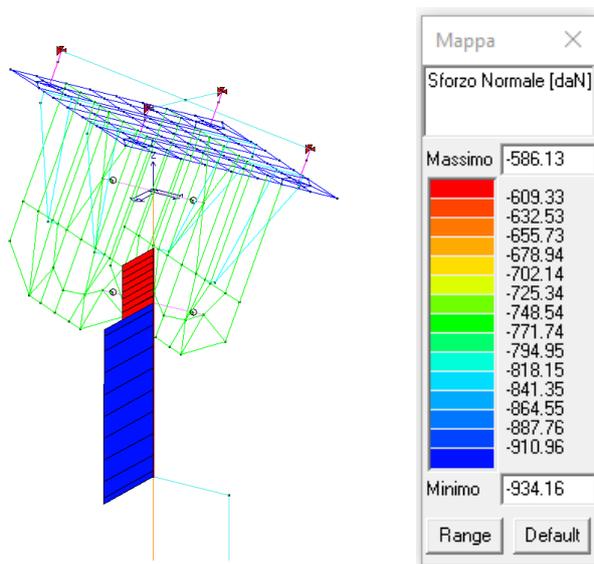
Combinazioni sismiche



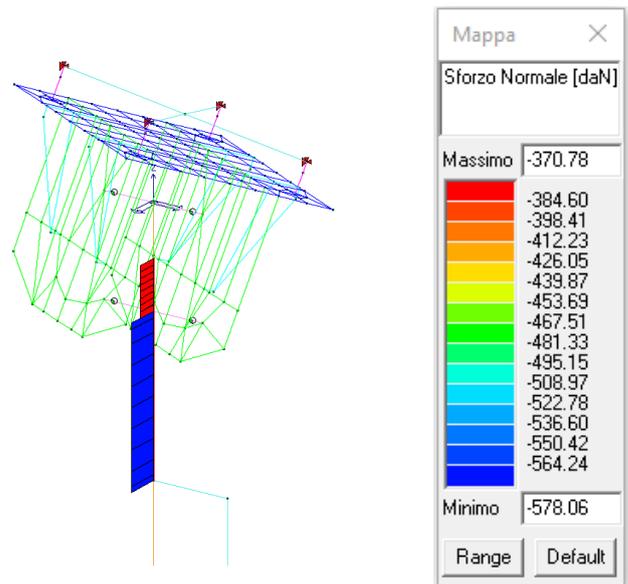
APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendulo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>0.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>LC.00.0.0.007</td> <td>B</td> <td>36 di 64</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	36 di 64
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	36 di 64								

Perno inferiore:

Combinazioni statiche



Combinazioni sismiche



Sul perno superiore abbiamo uno sforzo di trazione pari a 582,36 daN circa.

Su quello inferiore viene scaricato un valore pari a circa : $934,16 - 586,13 = 348,03$ daN

Eseguiamo la verifica di resistenza del perno considerando uno sforzo di trazione pari a $T_{Ed} = 582,36$ daN

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendolo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LC.00.0.0.007	REV. B	FOGLIO 37 di 64

Requisiti geometrici per estremità di membrature munite di perni:

Criteri Geometrici

Tipo A: Per un dato spessore t

t : [mm]

F_{Ed}

a >= OK

c >= OK

$a \geq \frac{F_{Ed}/\gamma_{M0}}{2H_y} + \frac{2d_0}{3}$; $c \geq \frac{F_{Ed}/\gamma_{M0}}{2H_y} + \frac{d_0}{3}$

Elemento centrale
 Elemento laterale

a : [mm]

c : [mm]

s : [mm]

(smusso min s=0,3 d0)

L : [mm]

(Lmin piastra 2.5 d0)

gM0 : [-]

gM2 : [-]

Resistenza Piastra

[Classe]

fy : [N/mm2]

Vedi criteri

Tipo B: Per una data geometria

d0 : [mm] d0 <= NO

a >= OK

c >= OK

L >= OK

s >= OK

t >= OK

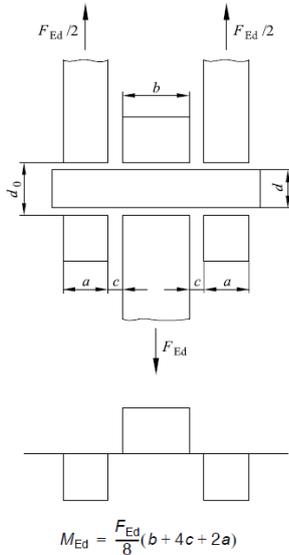
$t \geq 0,7 \sqrt{\frac{F_{Ed}/\gamma_{M0}}{f_y}}$; $d_0 \leq 2,5t$

I requisiti geometrici sono rispettati, si può dunque procedere con la verifica del perno.

Posto:

- a=10 mm
- d0=26 mm
- c=1 mm
- t=10 mm
- $F_{Ed} = 582,36 / 2 = 291,18$ daN (per ipotesi ogni piastra riceve metà della trazione)
- $\gamma_{M0}=1,05$
- $f_y = 355$ N/mm²

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendolo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF2R 0.2.E.ZZ CL LC.00.0.0.007 B 38 di 64



prospetto 3.10 Criteri di progetto per connessioni a perno

Modalità di collasso	Requisiti di progetto
Resistenza a taglio del perno	$F_{v,Rd} = 0,6 A f_{up} / \gamma_{M2} \geq F_{v,Ed}$
Resistenza a rifollamento per contatto della piastra e del perno	$F_{b,Rd} = 1,5 t d f_y / \gamma_{M0} \geq F_{b,Ed}$
Se il perno si considera sostituibile si raccomanda di soddisfare anche questo requisito.	$F_{b,Rd,ser} = 0,6 t d f_{yp} / \gamma_{M6,ser} \geq F_{b,Ed,ser}$
Resistenza a flessione del perno	$M_{Rd} = 1,5 W_{el} f_{yp} / \gamma_{M0} \geq M_{Ed}$
Se il perno si considera sostituibile si raccomanda di soddisfare anche questo requisito.	$M_{Rd,ser} = 0,8 W_{el} f_{yp} / \gamma_{M6,ser} \geq M_{Ed,ser}$
Resistenza del perno per combinazione di taglio e flessione	$\left[\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \right]^2 + \left[\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} \right]^2 \leq 1$
d	è il diametro del perno;
f_y	è la minore tra la resistenza di progetto del perno e della parte collegata;
f_{up}	è la resistenza a trazione ultima del perno;
f_{yp}	è la resistenza allo snervamento del perno;
t	è lo spessore della parte collegata;
A	è l'area della sezione trasversale del perno.

Resistenza a taglio del perno M24 cl 8.8 (parte filettata del gambo non coinvolta dal taglio):

$$F_{v,Rd} = 0,6 A f_{up} / \gamma_{M2} = 0,6 \times 452,4 \times 800 / 1,25 = 173,7 \text{ kN} > 2,91 \text{ kN} \quad [\text{verificata}]$$

Resistenza a rifollamento:

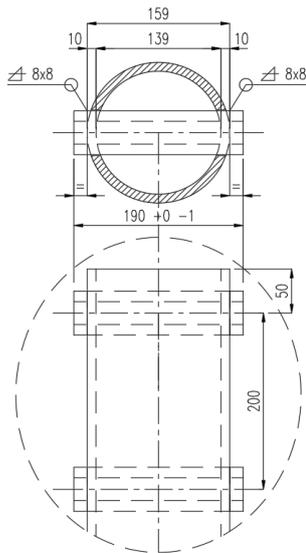
$$F_{b,Rd} = 1,5 t d f_y / \gamma_{M0} = 1,5 \times 10 \times 24 \times 355 / 1,05 = 121,7 \text{ kN} > 2,91 \text{ kN} \quad [\text{verificata}]$$

Resistenza a flessione del perno:

$$M_{Rd} = 1,5 W_{el} f_{yp} / \gamma_{M0} = 1,5 (\pi d^3 / 32) f_{yp} / \gamma_{M0} = 1,5 \times (3,14 \times 24^3 / 32) \times 640 / 1,05 = 1240,8 \text{ kNmm}$$

Posto:

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendolo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>0.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>LC.00.0.0.007</td> <td>B</td> <td>39 di 64</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	39 di 64
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	39 di 64								



- $b=190$ mm
- $c=1$ mm
- $a=10$ mm

Otteniamo:

$$M_{Ed} = F_{Ed}/8 \times (b+4c +2a) =$$

$$5,82 / 8 \times (190 + 4 \times 1 + 2 \times 10) = 155,7 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = 1240,8 \text{ kNm} > M_{Ed} = 155,7 \text{ kNm} \quad [\text{verificata}]$$

Resistenza per combinazione di taglio e flessione:

$$(M_{Ed}/M_{Rd})^2 + (F_{V,Ed}/F_{V,Rd})^2 < 1$$

$$(155,7 / 1240,8)^2 + (2,91 / 173,7)^2 = 0,0157 + 0,00028 = 0,01598 < 1$$

[verificata]

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendulo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>0.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>LC.00.0.0.007</td> <td>B</td> <td>40 di 64</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	40 di 64
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	40 di 64								

5.5.1 Verifica del perno M24 precaricato con serraggio controllato (acciaio cl 8.8)

La resistenza di progetto allo scorrimento $F_{s,Rd}$ di un bullone di classe 8.8 precaricato può essere assunta pari a:

$$F_{s,Rd} = n \mu F_{p,Cd} / \gamma_{M3}$$

dove:

n è il numero delle superfici di attrito = 4

μ è il coefficiente di attrito tra le piastre = 0,2 (per superfici non trattate) a favore di sicurezza

$F_{p,Cd}$ è la forza di precarico del bullone che in caso di serraggio controllato può essere assunta pari a $0,7 f_{tbk} A_{res}$, invece che pari a $0,7 f_{tbk} A_{res} / \gamma_{M7}$

Per perno M24 cl 8.8

$$f_{tbk} = 800 \text{ N/mm}^2$$

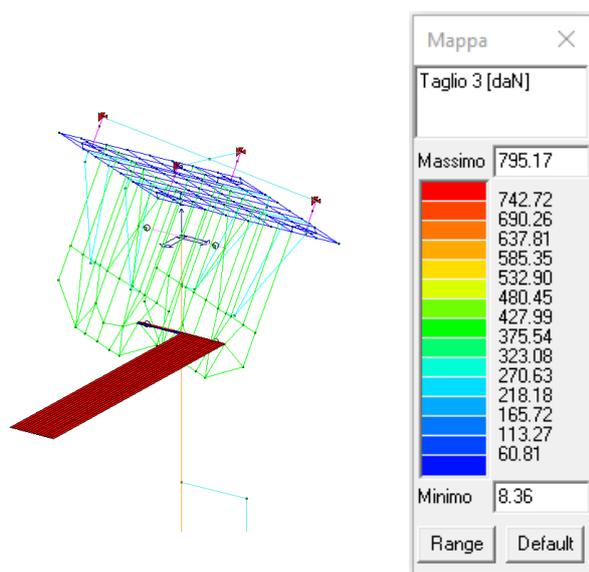
$$A_{res} = 352,9 \text{ mm}^2$$

$$F_{p,Cd} = 0,7 \times 800 \times 352,9 = 197624 \text{ N}$$

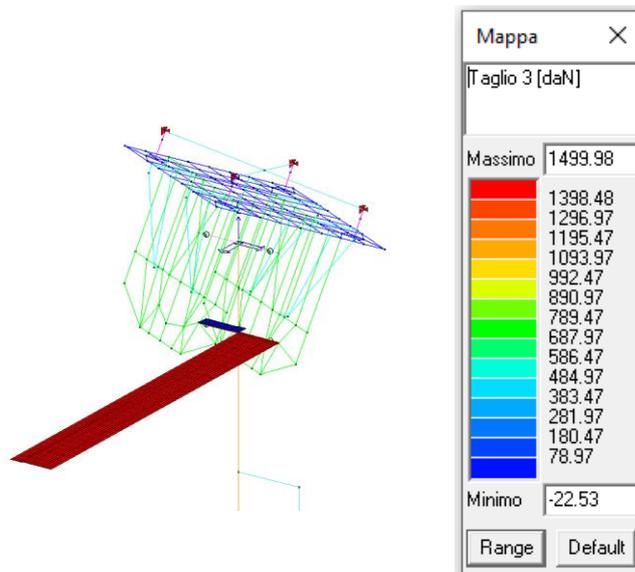
$$F_{s,Rd} = 4 \times 0,2 \times 197624 / 1,25 = 126479,36 \text{ N} = 12647,94 \text{ daN}$$

Confrontiamo la resistenza di progetto allo scorrimento con il taglio che agisce sul perno.

Combinazioni statiche



Combinazioni sismiche



Nelle combinazioni sismiche agisce un taglio pari $F_{V,Ed} = 1499,98 + 22,53 = 1522,51 \text{ daN}$, quindi il perno risulta verificato.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendolo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	41 di 64

$$F_{v,Ed} = 1522,51 < F_{s,Rd} = 12647,94 \text{ daN}$$

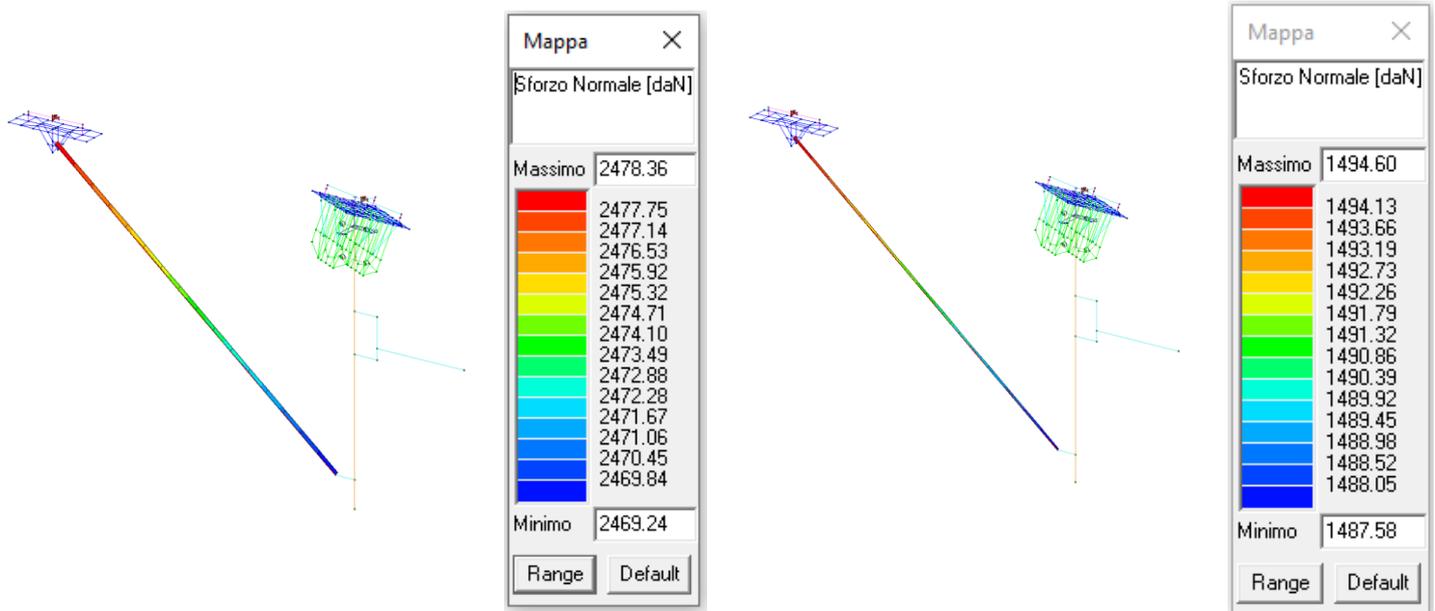
5.6 VERIFICA DEL PERNO M24 DEL TIRANTE A TERRA (ACCIAIO CL 6.8)

Il collegamento a perno è realizzato mediante un bullone M24 in acciaio cl 6.8.

Eseguiamo la verifica di resistenza del perno utilizzando come azione di progetto la massima trazione agente sul perno presente nel collegamento.

Combinazioni statiche

Combinazioni sismiche



Sul perno abbiamo uno sforzo di trazione pari a 2478,36 daN circa.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendulo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF2R 0.2.E.ZZ CL LC.00.0.0.007 B 42 di 64

Requisiti geometrici per estremità di membrature munite di perni:

Tipo A: Per un dato spessore t

t : [mm]

a >= OK

c >= OK

$$a \geq \frac{F_{Ed} \gamma_{M0}}{2t f_y} + \frac{2d_0}{3}; \quad c \geq \frac{F_{Ed} \gamma_{M0}}{2t f_y} + \frac{d_0}{3}$$

Elemento centrale

Elemento laterale

a : [mm]

c : [mm]

s : [mm]

(smusso min s=0.3 d0)

L : [mm]

(Lmin piastra 2.5 d0)

gM0 : [-]

gM2 : [-]

Resistenza Piastra

[Classe]

f_y : [N/mm²]

Tipo B: Per una data geometria

d0 : [mm] d0 <= OK

a >= OK

c >= OK

L >= OK

s >= OK

t >= OK

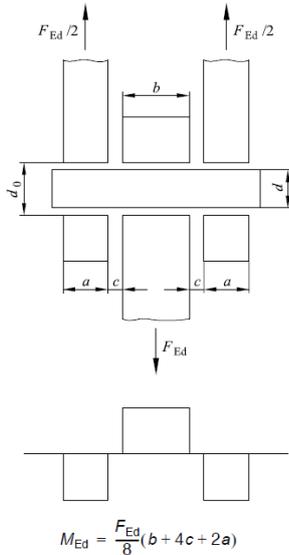
$$t \geq 0,7 \sqrt{\frac{F_{Ed} \gamma_{M0}}{f_y}}; \quad d_0 \leq 2,5t$$

I requisiti geometrici sono rispettati, si può dunque procedere con la verifica del perno.

Posto:

- a=20 mm
- d₀=26 mm
- c=7 mm
- t=20 mm
- F_{Ed} = 2478,36/2= 12,39 daN (per ipotesi ogni piastra riceve metà del taglio)
- γ_{M0}=1,05
- f_y =355 N/mm²

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendolo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF2R 0.2.E.ZZ CL LC.00.0.0.007 B 43 di 64



prospetto 3.10 Criteri di progetto per connessioni a perno

Modalità di collasso	Requisiti di progetto
Resistenza a taglio del perno	$F_{v,Rd} = 0,6 A f_{up} / \gamma_{M2} \geq F_{v,Ed}$
Resistenza a rifollamento per contatto della piastra e del perno	$F_{b,Rd} = 1,5 t d f_y / \gamma_{M0} \geq F_{b,Ed}$
Se il perno si considera sostituibile si raccomanda di soddisfare anche questo requisito.	$F_{b,Rd,ser} = 0,6 t d f_{yp} / \gamma_{M6,ser} \geq F_{b,Ed,ser}$
Resistenza a flessione del perno	$M_{Rd} = 1,5 W_{el} f_{yp} / \gamma_{M0} \geq M_{Ed}$
Se il perno si considera sostituibile si raccomanda di soddisfare anche questo requisito.	$M_{Rd,ser} = 0,8 W_{el} f_{yp} / \gamma_{M6,ser} \geq M_{Ed,ser}$
Resistenza del perno per combinazione di taglio e flessione	$\left[\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \right]^2 + \left[\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} \right]^2 \leq 1$
<p>d è il diametro del perno; f_y è la minore tra la resistenza di progetto del perno e della parte collegata; f_{up} è la resistenza a trazione ultima del perno; f_{yp} è la resistenza allo snervamento del perno; t è lo spessore della parte collegata; A è l'area della sezione trasversale del perno.</p>	

Resistenza a taglio del perno M24 cl 6.8 (parte filettata del gambo non coinvolta dal taglio):

$$F_{v,Rd} = 0,6 A f_{up} / \gamma_{M2} = 0,6 \times 452,4 \times 600 / 1,25 = 130,3 \text{ kN} > 12,39 \text{ kN}$$

[verificata]

Resistenza a rifollamento:

$$F_{b,Rd} = 1,5 t d f_y / \gamma_{M0} = 1,5 \times 20 \times 24 \times 355 / 1,05 = 243,4 \text{ kN} > 12,39 \text{ kN}$$

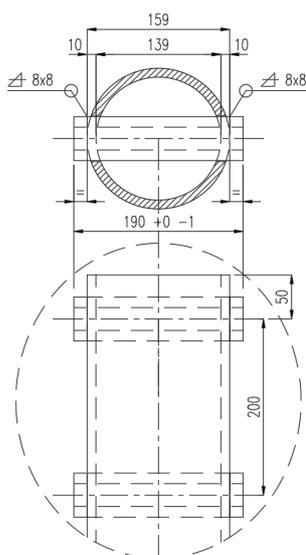
[verificata]

Resistenza a flessione del perno:

$$M_{Rd} = 1,5 W_{el} f_{yp} / \gamma_{M0} = 1,5 (\pi d^3 / 32) f_{yp} / \gamma_{M0} = 1,5 \times (3,14 \times 24^3 / 32) \times 640 / 1,05 = 930,6 \text{ kNm}$$

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendolo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>0.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>LC.00.0.0.007</td> <td>B</td> <td>44 di 64</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	44 di 64
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	44 di 64								

Posto:



- $b=16$ mm
- $c=7$ mm
- $a=20$ mm

Otteniamo:

$$M_{Ed} = F_{Ed}/8 \times (b+4c +2a) =$$

$$2478,36 / 8 \times (16 + 4 \times 7 + 2 \times 20) = 260,2 \text{ kNmm}$$

$$M_{Rd} = 930,6 \text{ kNmm} > M_{Ed} = 260,2 \text{ kNmm} \text{ [verificata]}$$

Resistenza per combinazione di taglio e flessione:

$$(M_{Ed}/M_{Rd})^2 + (F_{V,Ed}/F_{V,Rd})^2 < 1$$

$$(260,2 / 930,6)^2 + (12,39 / 130,6)^2 = 0,0781 + 0,009 = 0,0871 < 1$$

[verificata]

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendulo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	45 di 64

6 VERIFICHE DEI COLLEGAMENTI POST INSTALLATI SULLA VOLTA DELLA GALLERIA

Verifica a filamento dell'ancorante chimico

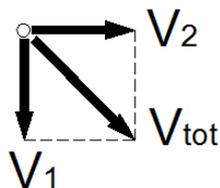
Le aggrappature sono inserite nel c.a. costituente la galleria mediante un ancoraggio di tipo chimico. Si tratta di un ancoraggio del tipo post-installato che non viene esplicitamente trattato dalle NTC 2008. L'ancorante chimico impiegato per l'ancoraggio dei penduli di galleria dovrà essere comunque conforme alla specifica RFI DTC STS ENE SP IFS TE 673 A.

Faremo riferimento ai sistemi di verifica previsti dalle linee guida ETA Guideline (ETAG) nella versione semplificata del metodo ETAG Annex C (Technical Report TR 029, 2007 per gli ancoraggi chimici) proposto da HILTI e denominato HILTI CC.

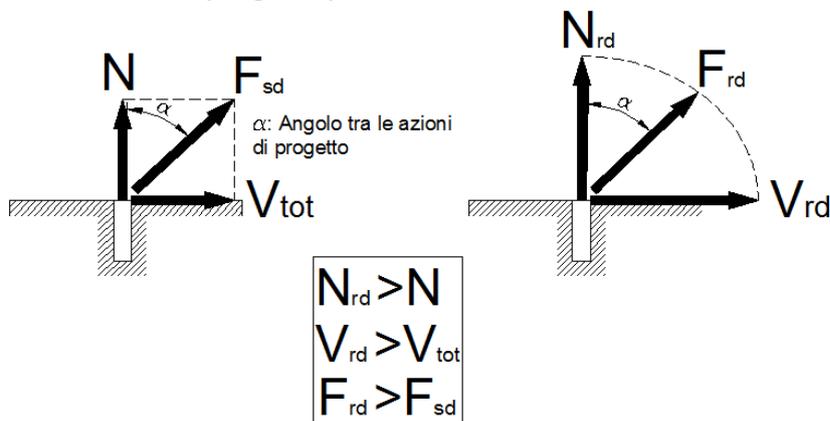
Sostanzialmente si procede alla verifica delle modalità di rottura classiche:

- Trazione
- Taglio

-Composizione del taglio-



-Azione di progetto per verifica a carico combinato-



In entrambi i casi si individua la condizione più gravosa (cioè quella che offre una minore resistenza) confrontando il comportamento dell'acciaio e del calcestruzzo. Alla fine le minori resistenze vengono combinate per la verifica cosiddetta a "Carico Combinato" confrontandole con le massime azioni agenti sugli ancoranti.

Consideriamo le seguenti verifiche:

- Resistenza a trazione dell'acciaio
- Resistenza allo sfilamento
- Resistenza a rottura conica del calcestruzzo
- Resistenza a taglio dell'acciaio senza braccio di leva

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendulo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>0.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>LC.00.0.0.007</td> <td>B</td> <td>46 di 64</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	46 di 64
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	46 di 64								

- Resistenza a rottura del bordo di calcestruzzo

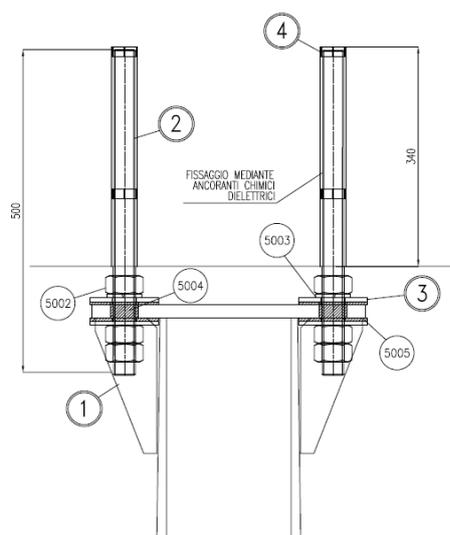
6.1 VERIFICA TIRAFONDI POST-INSTALLATI PENDULO

Come input progettuale è stata considerata l'infissione per tirafondi M33 all'interno della parete di 335 mm, come da disegni costruttivi. Inoltre si è analizzata la situazione prendendo a riferimento una parete in **calcestruzzo C25/30** non fessurata.

I valori delle sollecitazioni di progetto sono quelle che derivano dalle combinazioni di carico statiche e sismiche.

Le analisi si possono effettuare utilizzando il software tecnico sviluppato da Hilti. Consideriamo quale input progettuale la configurazione della piastra di base con 4 tirafondi M33:

Dalle verifiche eseguite si evince che il collegamento post installato eseguito con tirafondi M33 cl. 5.8 con infissione 335 mm è verificato se la volta della galleria sulla quale si esegue il collegamento è realizzata in cls **C25/30 non fessurato con armatura rada e con armatura di bordo rettilinea**. I risultati ottenuti **non si possono ritenere validi per condizioni differenti di infissione**.



MATERIALE NECESSARIO PER L'ANCORAGGIO DI UN SUPPORTO PENDULO PER SOSPENSIONE LINEA DI CONTATTO						
POS.	NUM.	DESCRIZIONE	Lg. (mm)	Peso (kg)	MATERIALE	
2	4	Barra filettata M33	UNI EU 10060	500	13,890	Acc. Inox A4-70
	12	Dado M33	UNI EN ISO 4033	-	4,484	Acc. Inox A4-70 ISO 898-2:2013
	4	Rosetta Groover A33	UNI 1751	-	0,261	Acc. Inox A4-70
	4	Boccola isolante 35 x 4		29	-	EP GC 203
	8	Rosetta isolante 105 x 35		-	-	EP GC 203
3	8	Rondella 36x105 sp=6 - 100 HV	ISO 7093 C	-	0,623	Acc. Inox A4-70
4	8	Anelli di centraggio per barra M33		-	-	Polipropilene
TOTALE					19,258	

NOTA: L'ancorante chimico impiegato per l'ancoraggio dei penduli di galleria dovrà essere conforme alla specifica RFI DTC STS ENE SP IFS TE 673 A.

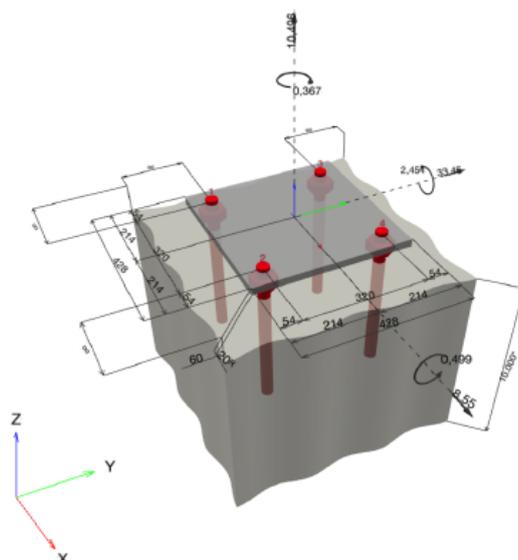
APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendolo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>0.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>LC.00.0.0.007</td> <td>B</td> <td>47 di 64</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	47 di 64
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	47 di 64								

1 Dati da inserire

Tipo e dimensione dell'ancorante:	HIT-RE 500 V3 + HIT-V (5.8) M33	
Periodo di ritorno (durata in anni):	50	
Codice articolo:	non disponibile (inserire) / 2123403 HIT-RE 500 V3 (composto indurente)	
Profondità di posa effettiva:	$h_{ef,act} = 335,0$ mm ($h_{ef,limit} = -$ mm)	
Materiale:	5.8	
Certificazione No.:	Dati Tecnici Hilti	
Emesso l'Valido:	- -	
Prova:	metodo di calcolo Extended ETAG BOND (EOTA TR 029)	
Fissaggio distanziato:	senza serraggio (ancorante); livello di incastro (piastra di base): 2,00; $e_b = 60,0$ mm; $t = 20,0$ mm	
Piastra d'ancoraggio ^R :	$l_x \times l_y \times t = 428,0$ mm x 428,0 mm x 20,0 mm; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato)	
Profilo:	nessun profilo	
Materiale base:	non fessurato calcestruzzo, C25/30, $f_{c,cube} = 30,00$ N/mm ² ; $h = 10.000,0$ mm, Temp. Breve/Lungo: 0/0 °C	
Installazione:	Foro eseguito con perforatore, Condizioni di installazione: asciutto	
Armatura:	nessuna armatura o interasse tra le armature ≥ 150 mm (qualunque \varnothing) o ≥ 100 mm ($\varnothing \leq 10$ mm) con armatura di bordo longitudinale $d \geq 12,0$ [mm]	

^R - Il calcolo dell'ancoraggio presuppone la presenza di una piastra di ancoraggio rigida.

Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendolo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>0.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>LC.00.0.0.007</td> <td>B</td> <td>48 di 64</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	48 di 64
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	48 di 64								



Hilti PROFIS Engineering 3.1.1

www.hilti.it

Impresa:	Pagina:
Indirizzo:	Progettista:
Telefono Fax:	E-mail:
Design:	Data:
Contratto N°:	15/10/2021

1.1 Combinazione carichi

Caso	Descrizione	Forze [kN] / Momenti [kNm]	Sismico	Fuoco	Util. max. Tassello [%]
1	Imported 1	$N = 10,496; V_x = 8,550; V_y = 33,460;$ $M_x = 0,499; M_y = -2,454; M_z = -0,367;$	no	no	32
2	Imported 2	$N = 10,800; V_x = 8,780; V_y = 33,460;$ $M_x = 0,499; M_y = -2,473; M_z = -0,367;$	no	no	32

2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante

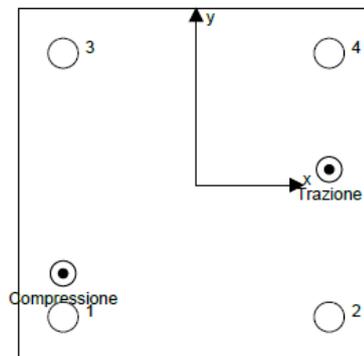
Controllo in corso del caso di carico: 1 Imported 1

Carichi sull'ancorante [kN]

Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	-1,944	8,860	1,908	8,652
2	5,784	8,301	1,908	8,078
3	-0,384	9,001	2,482	8,652
4	7,344	8,451	2,482	8,078

Compressione max. nel calcestruzzo: - [%]
Max. sforzo di compressione nel calcestruzzo: - [N/mm²]
risultante delle forze di trazione nel (x/y)=(160,0/19,0): 13,128 [kN]
risultante delle forze di compressione (x/y)=(-160,0/-107,2): 2,328 [kN]



Le forze di ancoraggio vengono calcolate presupponendo una piastra di ancoraggio rigida.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendolo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LC.00.0.0.007	REV. B	FOGLIO 49 di 64



Hilti PROFIS Engineering 3.1.1

www.hilti.it

Impresa:	Pagina:
Indirizzo:	Progettista:
Telefono / Fax:	E-mail:
Design:	Data:
Contratto N°:	15/10/2021

3 Carico di trazione (EOTA TR 029, Sezione 5.2.2)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_N [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	7,344	231,333	4	OK
Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento**	13,128	288,940	5	OK
Rottura conica del calcestruzzo**	13,128	239,389	6	OK
Fessurazione**	N/A	N/A	N/A	N/A

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti sollecitati)

3.1 Rottura dell'acciaio

$$N_{sd} \leq N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{M,s}} \quad \text{EOTA TR 029, tabella 5.2.2.1}$$

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{sd} [kN]
347,000	1,500	231,333	7,344

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendulo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>0.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>LC.00.0.0.007</td> <td>B</td> <td>50 di 64</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	50 di 64
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	50 di 64								



Hilti PROFIS Engineering 3.1.1

www.hilti.it

Impresa:	Pagina:
Indirizzo:	Progettista:
Telefono Fax:	E-mail:
Design:	Data:
Contratto N°:	15/10/2021

3.2 Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento

$N_{Sd} \leq N_{Rd,p} = \frac{N_{RK,p}}{\gamma_{M,p}}$	EOTA TR 029, tabella 5.2.2.1
$N_{RK,p} = N_{RK,p}^0 \cdot \psi_{s,Np} \cdot \psi_{g,Np} \cdot \psi_{ec1,Np} \cdot \psi_{ec2,Np} \cdot \psi_{re,Np}$	EOTA TR 029, Eq. (5.2)
$N_{RK,p}^0 = \pi \cdot d \cdot h_{ef} \cdot \tau_{RK}$	EOTA TR 029, Eq. (5.2a)
$A_{p,N}^0 = S_{cr,Np} \cdot S_{cr,Np}$	EOTA TR 029, Eq. (5.2b)
$S_{cr,Np} = 20 \cdot d \cdot \left(\frac{\tau_{RK,ucr}}{7,5} \right)^{0,5} \leq 3 \cdot h_{ef}$	EOTA TR 029, Eq. (5.2c)
$C_{cr,Np} = \frac{S_{cr,Np}}{2}$	EOTA TR 029, Eq. (5.2d)
$\psi_{s,Np} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{C}{C_{cr,Np}} \leq 1,00$	EOTA TR 029, Eq. (5.2e)
$\psi_{g,Np} = \psi_{g,Np}^0 \cdot \left(\frac{S}{S_{cr,Np}} \right)^{0,5} \cdot (\psi_{g,Np}^0 - 1) \geq 1,00$	EOTA TR 029, Eq. (5.2f)
$\psi_{g,Np}^0 = \sqrt{n} - (\sqrt{n} - 1) \cdot \left(\frac{d \cdot \tau_{RK}}{k \cdot \sqrt{h_{ef}} \cdot f_{ck,cube}} \right)^{1,5} \geq 1,00$	EOTA TR 029, Eq. (5.2g)
$\psi_{ec1,Np} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot e_{c1,N}}{S_{cr,Np}}} \leq 1,00$	EOTA TR 029, Eq. (5.2h)
$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot e_{c2,N}}{S_{cr,Np}}} \leq 1,00$	EOTA TR 029, Eq. (5.2h)
$\psi_{re,Np} = 0,5 + \frac{h_{ef}}{200} \leq 1,00$	EOTA TR 029, Eq. (5.2i)

$A_{p,N}$ [mm ²]	$A_{p,N}^0$ [mm ²]	$\tau_{RK,ucr,25}$ [N/mm ²]	$S_{cr,Np}$ [mm]	$C_{cr,Np}$ [mm]	C_{min} [mm]
894,656	638,880	11,00	799,3	399,6	∞
ψ_c	$\tau_{RK,ucr}$ [N/mm ²]	k	$\psi_{g,Np}^0$	$\psi_{g,Np}$	
1,018	11,20	3,200	1,000	1,000	
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$
0,0	1,000	19,0	0,955	1,000	1,000
$N_{RK,p}^0$ [kN]	$N_{RK,p}$ [kN]	$\gamma_{M,p}$	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Sd} [kN]	
389,063	520,091	1,800	288,940	13,128	

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendulo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>0.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>LC.00.0.0.007</td> <td>B</td> <td>51 di 64</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	51 di 64
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	51 di 64								



Hilti PROFIS Engineering 3.1.1

www.hilti.it

Impresa:	Pagina:
Indirizzo:	Progettista:
Telefono Fax:	E-mail:
Design:	Data:
Contratto N°:	15/10/2021

3.3 Rottura conica del calcestruzzo

$$N_{Sd} \leq N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{M,c}} \quad \text{EOTA TR 029, tabella 5.2.2.1}$$

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}^0}{A_{c,N}} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \quad \text{EOTA TR 029, Eq. (5.3)}$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1,5} \quad \text{EOTA TR 029, Eq. (5.3a)}$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EOTA TR 029, Eq. (5.3b)}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EOTA TR 029, Eq. (5.3c)}$$

$$\psi_{re,N} = 0,5 + \frac{h_{ef}}{200} \leq 1,00 \quad \text{EOTA TR 029, Eq. (5.3d)}$$

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot e_{c1,N}}{s_{cr,N}}} \leq 1,00 \quad \text{EOTA TR 029, Eq. (5.3e)}$$

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,N}}} \leq 1,00 \quad \text{EOTA TR 029, Eq. (5.3e)}$$

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]		
1.331.625	1.010.025	502,5	1.005,0		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
0,0	1,000	19,0	0,964	1,000	1,000
k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Sd} [kN]	
10,100	339,195	1,800	239,389	13,128	

ID gruppo ancoranti

2, 4

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendulo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LC.00.0.0.007	REV. B	FOGLIO 52 di 64



Hilti PROFIS Engineering 3.1.1

www.hilti.it

Impresa:	Pagina:
Indirizzo:	Progettista:
Telefono / Fax:	E-mail:
Design:	Data:
Contratto N°:	15/10/2021

4 Carico di taglio (EOTA TR 029, Sezione 5.2.3)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_v [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	9,001	28,567	32	OK
Rottura per pryout**	34,593	766,279	5	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione **	N/A	N/A	N/A	N/A

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti specifici)

4.1 Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)

$$V_{Sd} \leq V_{Rd,s}^M = \frac{V_{Rk,s}^M}{\gamma_{M,s,d}} \quad \text{EOTA TR 029, tabella 5.2.3.1}$$

$$V_{Rk,s}^M = \frac{\alpha_M \cdot M_{Rk,s}}{l} \quad \text{EOTA TR 029, Eq. (5.6)}$$

$$M_{Rk,s} = M_{Rk,s}^0 \cdot \left(1 - \frac{N_{Sd}}{N_{Rd,s}}\right) \quad \text{EOTA TR 029, Eq. (5.6a)}$$

$$l = e_c + \frac{t}{2} + a_3 \quad \text{EOTA TR 029, Eq. (4.2)}$$

l [mm]	α_M	$N_{Sd} / N_{Rd,s}$	$1 - N_{Sd} / N_{Rd,s}$	$M_{Rk,s}^0$ [kNm]	$M_{Rk,s} = M_{Rk,s}^0 (1 - N_{Sd}/N_{Rd,s})$ [kNm]
86,5	2,00	0,002	0,998	1,547	1,544
$V_{Rk,s}^M = \alpha_M \cdot M_{Rk,s} / l$ [kN]				$\gamma_{M,s,d}$	$V_{Rd,s}^M$ [kN]
35,709				1,250	28,567
					V_{Sd} [kN]
					9,001

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendulo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>0.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>LC.00.0.0.007</td> <td>B</td> <td>53 di 64</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	53 di 64
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	53 di 64								



Hilti PROFIS Engineering 3.1.1

www.hilti.it

Impresa:	Pagina:
Indirizzo:	Progettista:
Telefono Fax:	E-mail:
Design:	Data:
Contratto N°:	15/10/2021

4.2 Rottura per pryout (cono del calcestruzzo)

$V_{Sd} \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{M,c,p}}$	EOTA TR 029, tabella 5.2.3.1
$V_{Rk,cp} = k \cdot \min(N_{Rk,p}; N_{Rk,c})$	EOTA TR 029, Eq. (5.7), (5.7a)
$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N}$	EOTA TR 029, Eq. (5.3)
$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1,5}$	EOTA TR 029, Eq. (5.3a)
$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N}$	EOTA TR 029, Eq. (5.3b)
$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00$	EOTA TR 029, Eq. (5.3c)
$\psi_{re,N} = 0,5 + \frac{h_{ef}}{200} \leq 1,00$	EOTA TR 029, Eq. (5.3d)
$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot e_{c1,V}}{s_{cr,N}}} \leq 1,00$	EOTA TR 029, Eq. (5.3e)
$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot e_{c2,V}}{s_{cr,N}}} \leq 1,00$	EOTA TR 029, Eq. (5.3e)

$A_{c,N} [mm^2]$	$A_{c,N}^0 [mm^2]$	$c_{cr,N} [mm]$	$s_{cr,N} [mm]$	k-factor	k_1
1.755.625	1.010.025	502,5	1.005,0	2,000	10,100
$e_{c1,V} [mm]$	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V} [mm]$	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
10,3	0,980	2,7	0,995	1,000	1,000
$N_{Rk,c}^0 [kN]$	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,cp} [kN]$	$V_{Sd} [kN]$		
339,195	1,500	766,279	34,593		

ID gruppo ancoranti

1-4

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendolo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LC.00.0.0.007	REV. B	FOGLIO 54 di 64

5 Carichi combinati di trazione e di taglio (EOTA TR 029, Sezione 5.2.4)

Rottura dell'acciaio

β_N	β_V	α	Utilizzo $\beta_{N,V}$ [%]	Stato
0,055	0,315	1,500	19	OK

$$\beta_N^{\alpha} + \beta_V^{\alpha} \leq 1,0$$

6 Spostamenti (ancorante più sollecitato)

Carichi a breve termine:

$$N_{Sk} = -0,285 \text{ [kN]} \quad \delta_N = -0,0007 \text{ [mm]}$$

$$V_{Sk} = 6,667 \text{ [kN]} \quad \delta_V = 0,1333 \text{ [mm]}$$

$$\delta_{NV} = 0,1333 \text{ [mm]}$$

Carichi a lungo termine:

$$N_{Sk} = -0,285 \text{ [kN]} \quad \delta_N = -0,0016 \text{ [mm]}$$

$$V_{Sk} = 6,667 \text{ [kN]} \quad \delta_V = 0,2000 \text{ [mm]}$$

$$\delta_{NV} = 0,2000 \text{ [mm]}$$

Commenti: Gli spostamenti a trazione risultano validi con metà del valore della coppia di serraggio richiesta per non fessurato calcestruzzo! Gli spostamenti a taglio sono validi trascurando l'attrito tra il calcestruzzo e la piastra d'ancoraggio! Lo spazio derivante dal foro eseguito con perforatore e dalle tolleranze dei fori non viene considerato in questo calcolo!

Gli spostamenti ammissibili dell'ancorante dipendono dalla struttura fissata e devono essere definiti dal progettista!

7 Attenzione

- Fenomeni di redistribuzione dei carichi sugli ancoranti derivanti da eventuali deformazioni elastiche della piastra non sono presi in considerazione. Si assume una piastra di ancoraggio sufficientemente rigida in modo che non risulti deformabile sotto l'azione di carichi!
- La verifica del trasferimento dei carichi nel materiale base è necessaria in accordo all'EOTA TR 029 sezione 7!
- Attenzione! In caso di forze di compressione sull'ancorante, la verifica a inflessione e la verifica della distribuzione locale dei carichi nel materiale base (incluso il punzonamento) devono essere svolte separatamente.
- Il calcolo è valido solo se le dimensioni dei fori sulla piastra non superano i valori indicati nella Tabella 4.1 da EOTA TR029! Per diametri dei fori superiori vedere il capitolo 1.1 dell'EOTA TR029!
- La lista accessori inclusa in questo report di calcolo è da ritenersi solo come informativa dell'utente. In ogni caso, le istruzioni d'uso fornite con il prodotto dovranno essere rispettate per garantire una corretta installazione.
- L'adesione chimica caratteristica dipende dalle temperature di breve e di lungo periodo.
- Contattare Hilti per verificare la fornitura delle barre HIT-V.
- L'armatura di bordo non è necessaria per evitare la modalità di rottura per fessurazione (splitting)
- L'adesione chimica caratteristica dipende dal periodo di ritorno (durata in anni): 50

L'ancoraggio risulta verificato!

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendulo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>0.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>LC.00.0.0.007</td> <td>B</td> <td>55 di 64</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	55 di 64
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	55 di 64								



Hilti PROFIS Engineering 3.1.1

www.hilti.it

Impresa:	Pagina:
Indirizzo:	Progettista:
Telefono / Fax:	E-mail:
Design:	Data:
Contratto N°:	15/10/2021

8 Dati relativi all'installazione

Piastra d'ancoraggio, acciaio: S 235; E = 210.000,00 N/mm²; f_{yk} = 235,00 N/mm²

Profilo: nessun profilo

Diametro del foro nella piastra: d_f = 36,0 mm

Spessore della piastra (input): 20,0 mm

Spessore della piastra raccomandato: non calcolato

Metodo di perforazione: Foro con perforazione a roto-percussione

Pulizia: E' necessaria una pulizia accurata del foro (Premium cleaning)

Tipo e dimensione dell'ancorante: HIT-RE 500 V3 + HIT-V (5.8) M33

Codice articolo: non disponibile (inserire) / 2123403

HIT-RE 500 V3 (composto indurente)

Coppia di serraggio massima: 330 Nm

Diametro del foro nel materiale base: 37,0 mm

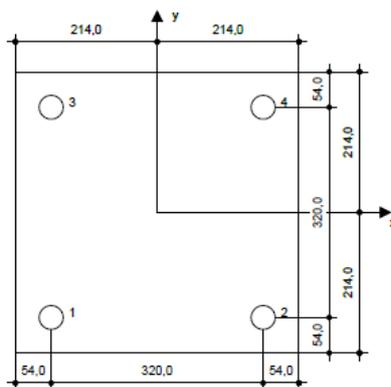
Profondità del foro nel materiale base: 335,0 mm

Spessore minimo del materiale base: 409,0 mm

Hilti HIT-V barra filettata with HIT-RE 500 V3 Resina ad iniezione with 335 mm embedment h_{ef}, M33, Acciaio zincato, Foro eseguito con roto-percussione installation per istruzioni per l'uso

8.1 Accessori richiesti

Perforazione	Pulizia	Posa
<ul style="list-style-type: none"> Idoneo per roto-percussione Dimensione appropriata della punta del trapano 	<ul style="list-style-type: none"> Aria compressa con i relativi accessori necessari per soffiare a partire dal fondo del foro. Diametro appropriato dello scovolino 	<ul style="list-style-type: none"> Il dispenser include il portacartucce e il miscelatore Chiave dinamometrica



Coordinate dell'ancorante [mm]

Ancorante	x	y	c _x	c _{yx}	c _y	c _{xy}
1	-180,0	-180,0	-	-	-	-
2	180,0	-180,0	-	-	-	-
3	-180,0	180,0	-	-	-	-
4	180,0	180,0	-	-	-	-

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendolo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>0.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>LC.00.0.0.007</td> <td>B</td> <td>56 di 64</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	56 di 64
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	56 di 64								

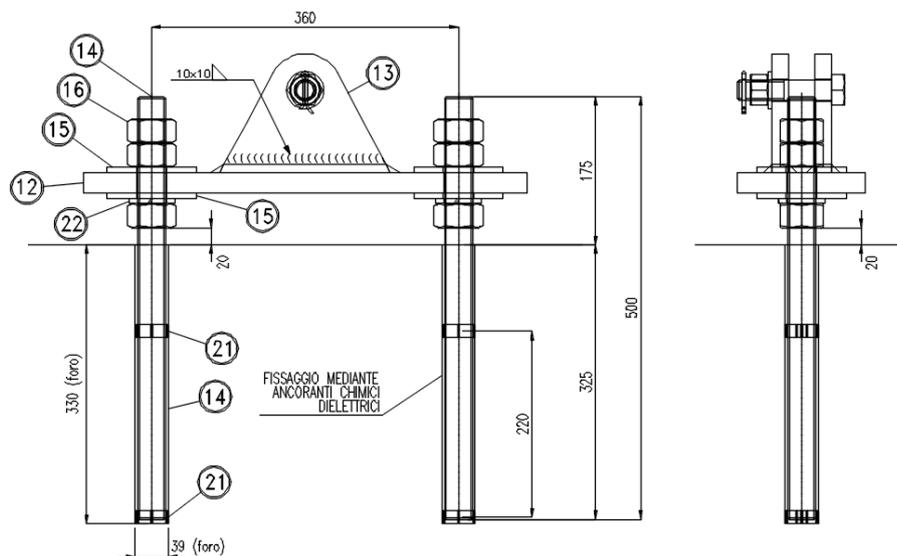
6.1 VERIFICA TIRAFONDI POST-INSTALLATI TIRANTE A TERRA

Come input progettuale è stata considerata l'infissione per tirafondi M33 all'interno della parete di 325 mm , come da disegni costruttivi. Inoltre si è analizzata la situazione prendendo a riferimento una parete in **calcestruzzo C25/30** non fessurata.

I valori delle sollecitazioni di progetto sono quelle che derivano dalle combinazioni di carico statiche e sismiche.

Le analisi si possono effettuare utilizzando il software tecnico sviluppato da Hilti. Consideriamo quale input progettuale la configurazione della piastra di base con 2 tirafondi M33:

Dalle verifiche eseguite si evince che il collegamento post installato eseguito con tirafondi M33 cl. 5.8 con infissione 325 mm è verificato se la volta della galleria sulla quale si esegue il collegamento è realizzata in cls **C25/30 non fessurato con armatura rada e con armatura di bordo rettilinea**. I risultati ottenuti **non si possono ritenere validi per condizioni differenti di infissione**.



APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendolo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LC.00.0.0.007	REV. B	FOGLIO 57 di 64



Hilti PROFIS Engineering 3.1.1

www.hilti.it

Impresa:	Pagina:
Indirizzo:	Progettista:
Telefono Fax:	E-mail:
Design:	Data:
Contratto N°:	15/10/2021

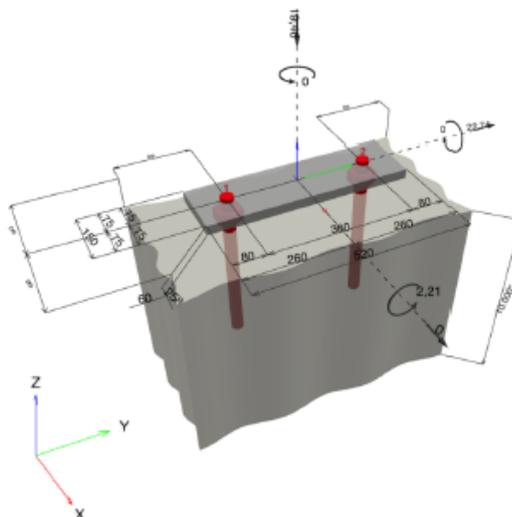
Commenti del progettista:

1 Dati da inserire

Tipo e dimensione dell'ancorante:	HIT-RE 500 V3 + HIT-V (5.8) M33	
Periodo di ritorno (durata in anni):	50	
Codice articolo:	non disponibile (inserire) / 2123403 HIT-RE 500 V3 (composto indurente)	
Profondità di posa effettiva:	$h_{ef,act} = 325,0$ mm ($h_{ef,limit} = -$ mm)	
Materiale:	5.8	
Certificazione No.:	Dati Tecnici Hilti	
Emesso Valido:	- -	
Prova:	metodo di calcolo Extended ETAG BOND (EOTA TR 029)	
Fissaggio distanziato:	senza serraggio (ancorante); livello di incastro (piastra di base): 2,00; $e_b = 60,0$ mm; $t = 25,0$ mm	
Piastra d'ancoraggio ^R :	$l_x \times l_y \times t = 150,0$ mm x 520,0 mm x 25,0 mm; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato)	
Profilo:	nessun profilo	
Materiale base:	non fessurato calcestruzzo, C25/30, $f_{c,cube} = 30,00$ N/mm ² ; $h = 10.000,0$ mm, Temp. Breve/Lungo: 0/0 °C	
Installazione:	Foro eseguito con perforatore, Condizioni di installazione: asciutto	
Armatura:	nessuna armatura o interasse tra le armature ≥ 150 mm (qualunque \emptyset) o ≥ 100 mm ($\emptyset \leq 10$ mm) con armatura di bordo longitudinale $d \geq 12,0$ [mm]	

^R - Il calcolo dell'ancoraggio presuppone la presenza di una piastra di ancoraggio rigida.

Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendolo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF2R 0.2.E.ZZ CL LC.00.0.0.007 B 58 di 64



Hilti PROFIS Engineering 3.1.1

www.hilti.it

Impresa:	Pagina:
Indirizzo:	Progettista:
Telefono Fax:	E-mail:
Design:	Data:
Contratto N°:	15/10/2021

1.1 Combinazione carichi

Caso	Descrizione	Forze [kN] / Momenti [kNm]	Sismico	Fuoco	Util. max. Tassello [%]
1	Imported 1	$N = -19,460; V_x = 0,000; V_y = 22,740;$ $M_x = 2,210; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$	no	no	44
2	Imported 2	$N = -19,380; V_x = 0,000; V_y = 22,740;$ $M_x = 2,210; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$	no	no	44

2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante

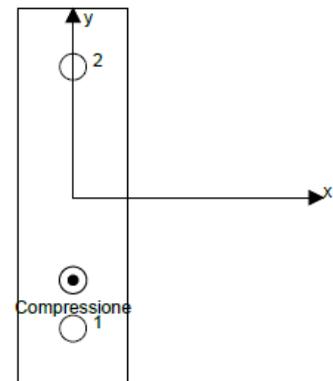
Controllo in corso del caso di carico: 1 Imported 1

Carichi sull'ancorante [kN]

Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	-15,869	11,370	0,000	11,370
2	-3,591	11,370	0,000	11,370

Compressione max. nel calcestruzzo: - [%]
Max. sforzo di compressione nel calcestruzzo: - [N/mm²]
risultante delle forze di trazione nel (x/y)=(0,0/0,0): 0,000 [kN]
risultante delle forze di compressione (x/y)=(0,0/-113,6): 19,460 [kN]



Le forze di ancoraggio vengono calcolate presupponendo una piastra di ancoraggio rigida.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendulo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LC.00.0.0.007	REV. B	FOGLIO 59 di 64



Hilti PROFIS Engineering 3.1.1

www.hilti.it

Impresa:	Pagina:
Indirizzo:	Progettista:
Telefono / Fax:	E-mail:
Design:	Data:
Contratto N°:	15/10/2021

3 Carico di trazione (EOTA TR 029, Sezione 5.2.2)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_N [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	-15,869	231,333	7	OK
Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento**	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura conica del calcestruzzo**	N/A	N/A	N/A	N/A
Fessurazione**	N/A	N/A	N/A	N/A

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti sollecitati)

3.1 Rottura dell'acciaio

$$N_{Sd} \leq N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{M,s}} \quad \text{EOTA TR 029, tabella 5.2.2.1}$$

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Sd} [kN]
347,000	1,500	231,333	-15,869

Il calcolo dell'acciaio è stato eseguito per la massima forza per l'ancoraggio - in questo caso a compressione. Le verifiche a buckling devono essere effettuate separatamente

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendolo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LC.00.0.0.007	REV. B	FOGLIO 60 di 64



Hilti PROFIS Engineering 3.1.1

www.hilti.it

Impresa:	Pagina:
Indirizzo:	Progettista:
Telefono / Fax:	E-mail:
Design:	Data:
Contratto N°:	15/10/2021

4 Carico di taglio (EOTA TR 029, Sezione 5.2.3)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_v [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	11,370	25,903	44	OK
Rottura per pryout**	22,740	591,728	4	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione **	N/A	N/A	N/A	N/A

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti specifici)

4.1 Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)

$$V_{Sd} \leq V_{Rd,s}^M = \frac{V_{Rk,s}^M}{\gamma_{M,s,b}} \quad \text{EOTA TR 029, tabella 5.2.3.1}$$

$$V_{Rk,s}^M = \frac{\alpha_M \cdot M_{Rk,s}^0}{l} \quad \text{EOTA TR 029, Eq. (5.6)}$$

$$M_{Rk,s}^0 = M_{Rk,s}^0 \cdot \left(1 - \frac{N_{Sd}}{N_{Rd,s}}\right) \quad \text{EOTA TR 029, Eq. (5.6a)}$$

$$l = e_c + \frac{t}{2} + a_3 \quad \text{EOTA TR 029, Eq. (4.2)}$$

l [mm]	α_M			
89,0	2,00			
$N_{Sd} / N_{Rd,s}$	$1 - N_{Sd} / N_{Rd,s}$	$M_{Rk,s}^0$ [kNm]	$M_{Rk,s} = M_{Rk,s}^0 (1 - N_{Sd}/N_{Rd,s})$ [kNm]	
0,069	0,931	1,547	1,441	
$V_{Rk,s}^M = \alpha_M \cdot M_{Rk,s}^0 / l$ [kN]	$\gamma_{M,s,b}$	$V_{Rd,s}^M$ [kN]	V_{Sd} [kN]	
32,379	1,250	25,903	11,370	

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendulo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>0.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>LC.00.0.0.007</td> <td>B</td> <td>61 di 64</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	61 di 64
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	61 di 64								



Hilti PROFIS Engineering 3.1.1

www.hilti.it

Impresa:	Pagina:
Indirizzo:	Progettista:
Telefono Fax:	E-mail:
Design:	Data:
Contratto N°:	15/10/2021

4.2 Rottura per pryout (cono del calcestruzzo)

$V_{Sd} \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{M,c,p}}$	EOTA TR 029, tabella 5.2.3.1
$V_{Rk,cp} = k \cdot \min(N_{Rk,p}; N_{Rk,c})$	EOTA TR 029, Eq. (5.7), (5.7a)
$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N}$	EOTA TR 029, Eq. (5.3)
$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1,5}$	EOTA TR 029, Eq. (5.3a)
$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N}$	EOTA TR 029, Eq. (5.3b)
$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00$	EOTA TR 029, Eq. (5.3c)
$\psi_{re,N} = 0,5 + \frac{h_{ef}}{200} \leq 1,00$	EOTA TR 029, Eq. (5.3d)
$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot e_{c1,V}}{s_{cr,N}}} \leq 1,00$	EOTA TR 029, Eq. (5.3e)
$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot e_{c2,V}}{s_{cr,N}}} \leq 1,00$	EOTA TR 029, Eq. (5.3e)

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k-factor	k_1
1.301.625	950.625	487,5	975,0	2,000	10,100
$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000
$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Sd} [kN]		
324,121	1,500	591,728	22,740		

ID gruppo ancoranti

1, 2

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendolo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LC.00.0.0.007	REV. B	FOGLIO 62 di 64

5 Carichi combinati di trazione e di taglio (EOTA TR 029, Sezione 5.2.4)

Rottura dell'acciaio

β_N	β_V	α	Utilizzo β_{NV} [%]	Stato
0,069	0,439	2,000	20	OK

$$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1,0$$

6 Spostamenti (ancorante più sollecitato)

Carichi a breve termine:

$$\begin{aligned} N_{Sk} &= -11,755 \text{ [kN]} & \delta_N &= -0,0314 \text{ [mm]} \\ V_{Sk} &= 8,422 \text{ [kN]} & \delta_V &= 0,1684 \text{ [mm]} \\ & & \delta_{NV} &= 0,1713 \text{ [mm]} \end{aligned}$$

Carichi a lungo termine:

$$\begin{aligned} N_{Sk} &= -11,755 \text{ [kN]} & \delta_N &= -0,0698 \text{ [mm]} \\ V_{Sk} &= 8,422 \text{ [kN]} & \delta_V &= 0,2527 \text{ [mm]} \\ & & \delta_{NV} &= 0,2621 \text{ [mm]} \end{aligned}$$

Commenti: Gli spostamenti a trazione risultano validi con metà del valore della coppia di serraggio richiesta per non fessurato calcestruzzo! Gli spostamenti a taglio sono validi trascurando l'attrito tra il calcestruzzo e la piastra d'ancoraggio! Lo spazio derivante dal foro eseguito con perforatore e dalle tolleranze dei fori non viene considerato in questo calcolo!

Gli spostamenti ammissibili dell'ancorante dipendono dalla struttura fissata e devono essere definiti dal progettista!

7 Attenzione

- Fenomeni di redistribuzione dei carichi sugli ancoranti derivanti da eventuali deformazioni elastiche della piastra non sono presi in considerazione. Si assume una piastra di ancoraggio sufficientemente rigida in modo che non risulti deformabile sotto l'azione di carichi!
- La verifica del trasferimento dei carichi nel materiale base è necessaria in accordo all'EOTA TR 029 sezione 7!
- Attenzione! In caso di forze di compressione sull'ancorante, la verifica a inflessione e la verifica della distribuzione locale dei carichi nel materiale base (incluso il punzonamento) devono essere svolte separatamente.
- Il calcolo è valido solo se le dimensioni dei fori sulla piastra non superano i valori indicati nella Tabella 4.1 da EOTA TR029! Per diametri dei fori superiori vedere il capitolo 1.1 dell'EOTA TR029!
- La lista accessori inclusa in questo report di calcolo è da ritenersi solo come informativa dell'utente. In ogni caso, le istruzioni d'uso fornite con il prodotto dovranno essere rispettate per garantire una corretta installazione.
- L'adesione chimica caratteristica dipende dalle temperature di breve e di lungo periodo.
- Contattare Hilti per verificare la fornitura delle barre HIT-V.
- L'armatura di bordo non è necessaria per evitare la modalità di rottura per fessurazione (splitting)
- L'adesione chimica caratteristica dipende dal periodo di ritorno (durata in anni): 50

L'ancoraggio risulta verificato!

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendolo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>0.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>LC.00.0.0.007</td> <td>B</td> <td>63 di 64</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	63 di 64
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	0.2.E.ZZ	CL	LC.00.0.0.007	B	63 di 64								

8 Dati relativi all'installazione

Piastra d'ancoraggio, acciaio: S 235; E = 210.000,00 N/mm²; $f_{yk} = 235,00$ N/mm²

Profilo: nessun profilo

Diametro del foro nella piastra: $d_f = 36,0$ mm

Spessore della piastra (input): 25,0 mm

Spessore della piastra raccomandato: non calcolato

Metodo di perforazione: Foro con perforazione a roto-percussione

Pulizia: E' necessaria una pulizia accurata del foro (Premium cleaning)

Tipo e dimensione dell'ancorante: HIT-RE 500 V3 + HIT-V (5.8) M33

Codice articolo: non disponibile (inserire) / 2123403

HIT-RE 500 V3 (composto indurente)

Coppia di serraggio massima: 330 Nm

Diametro del foro nel materiale base: 37,0 mm

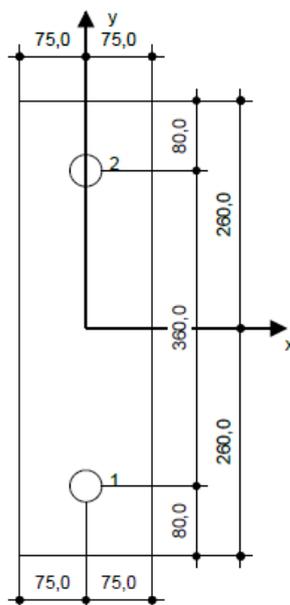
Profondità del foro nel materiale base: 325,0 mm

Spessore minimo del materiale base: 399,0 mm

Hilti HIT-V barra filettata with HIT-RE 500 V3 Resina ad iniezione with 325 mm embedment h_{ef} , M33, Acciaio zincato, Foro eseguito con roto-percussione installation per istruzioni per l'uso

8.1 Accessori richiesti

Perforazione	Pulizia	Posa
<ul style="list-style-type: none"> Idoneo per rotopercussione Dimensione appropriata della punta del trapano 	<ul style="list-style-type: none"> Aria compressa con i relativi accessori necessari per soffiare a partire dal fondo del foro. Diametro appropriato dello scovolino 	<ul style="list-style-type: none"> Il dispenser include il portacartucce e il miscelatore Chiave dinamometrica



Coordinate dell'ancorante [mm]

Ancorante	x	y	C_{-x}	C_{+x}	C_{-y}	C_{+y}
1	0,0	-180,0	-	-	-	-
2	0,0	180,0	-	-	-	-

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° e 3 SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA Relazione di Calcolo Supporto pendulo tubolare impiego ormeggio fili/funi o CdT di linea in Galleria (comprensiva di nota di calcolo per OO.CC.) con relativo TT	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LC.00.0.0.007	REV. B	FOGLIO 64 di 64

7 CONCLUSIONI

Riportiamo in forma tabellare le conclusioni delle verifiche condotte sulle strutture:

VERIFICA	VALORI	U.M.	ESITO
Verifica pendulo tubolare	22,82 %	-	Positivo
Verifica tirafondi M33 (Acciaio Inox A4-70):	31,72 %	-	Positivo
Verifica flessionale piastra base pendulo	105,03 > 17,80	kN	Positivo
Verifica punzonamento piastra base pendulo	538,34 > 17,80	kN	Positivo
Verifica resistenza materiale piastra base pendulo	3380 > 1646,74	daN/cm ²	Positivo
Verifica flessionale piastra base TT	217,42 > 14,85	kN	Positivo
Verifica punzonamento piastra base TT	672,93 > 14,85	kN	Positivo
Verifica resistenza materiale piastra base TT	3380 > 754,11	daN/cm ²	Positivo
Verifica a taglio perno (Acciaio cl 8.8)	173,7 > 2,91	kN	Positivo
Verifica a rifollamento perno (Acciaio cl 8.8)	121,7 > 2,91	kN	Positivo
Verifica a flessione perno (Acciaio cl 8.8)	1240,8 > 155,7	kNmm	Positivo
Verifica a taglio e flessione perno (Acciaio cl 8.8)	1,60%	-	Positivo
Verifica a scorrimento del perno (Acciaio cl 8.8)	1522,51 < 12647,94	daN	Positivo
Verifica a taglio perno TT (Acciaio cl 6.8)	130,3 > 12,39	kN	Positivo
Verifica a rifollamento perno TT (Acciaio cl 6.8)	243,4 > 12,39	kN	Positivo
Verifica a flessione perno TT (Acciaio cl 6.8)	930,6 > 260,2	kNmm	Positivo
Verifica a taglio e flessione perno TT (Acciaio cl 6.8)	8,71 %	-	Positivo
Verifica tirafondi M33 post installati (Acciaio Inox A4-70):			
• trazione	6%		Positivo
• taglio	32%		Positivo
• trazione + taglio	19%		Positivo
Verifica tirafondi M33 post installati TT (Acciaio Inox A4-70):			
• trazione	7%		Positivo
• taglio	44%		Positivo
• trazione + taglio	20%		Positivo