COMUNE DI Fornovo San Giovanni PROVINCIA DI BERGAMO

Nuovo Campus Scolastico con strutture sovracomunali per l'aggregazione, lo sviluppo e la socialità permanente dei minori

SCUOLA PRIMARIA E SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO

CUP F15E21000070006

Realizzato con il contributo di:
REGIONE LOMBARDIA
Direzione Generale Istruzione, Università, Ricerca, Innovazione e Semplificazione
UNITA' ORGANIZZATIVA EDILIZIA SCOLASTICA,
ASSE I POR FESR 2014-2020 E INTERVENTI PER LA RIPRESA ECONOMICA
PIANO LOMBARDIA - BANDO "SPAZIO ALLA SCUOLA "
(Decreto n. 17935 del 21/12/2021)

Regione Lombardia

COMMITTENTE
Comune di Fornovo San Giovanni

R.U.P.
Ing. Fabio Carminati

PROGETTO ESECUTIVO



FRN_E_STR_003

FASCICOLO DEI CALCOLI

PROGETTISTI

SETTANTA7 s.r.l
arch. Daniele Rangone
arch. Elena Rionda

Digierre3
ing. Fabio Corbani
ing. Ferruccio Galmozzi

Goggia & Associati Studio di Ingegneria
ing. Bruno Naldini

OPERA MISTA s.r.l
ing. Carlo Micheletti

COLLABORATORI E CONSULENTI	REV.	Data	Descrizione
ing. Manuel Maggi	00	03/09/2024	Prima emissione
ing. Claudio Fedrighini			
ing. Maverick Tulipani			

SOMMARIO

1 // FASCICOLO DEI CALCOLI PARETI IN LEGNO 4

1.1 // Parete in legno da cordolo a Piano 1 23-89 PARETE "A" 9

1.1.1 Ingombro netto 10

1.1.2 Caratteristiche del materiale 10

1.1.3 Maschio 1 10

1.2 // Parete in legno da cordolo a Piano 1 91-95 PARETE "B" 11

1.2.1 Ingombro netto 12

1.2.2 Caratteristiche del materiale 12

1.2.3 Maschio 1 12

1.3 // Parete in legno da cordolo a Piano 1 289-286 PARETE "C" 13

1.3.1 Ingombro netto 14

1.3.2 Caratteristiche del materiale 14

1.3.3 Maschio 1 14

1.4 // Parete in legno da cordolo a Piano 1 (60.71; 30.56)-(61.89; 33.48) PARETE "D" 15

1.4.1 Ingombro netto 16

1.4.2 Caratteristiche del materiale 16

1.4.3 Maschio 1 16

1.5 // Parete in legno da Piano 1 a Piano 2 195-197 PARETE "E" 17

1.5.1 Ingombro netto 18

1.5.2 Caratteristiche del materiale 18

1.5.3 Maschio 1 18

2 // FASCICOLO DEI CALCOLI ELEMENTI IN LEGNO (COLONNE E TRAVI) 20

2.1 // Asta 441: Trave in legno a livello Piano 2 fili 188-57 TRAVE "A" 23

2.1.1 Dati generali 23

2.1.2 Verifica trazione parallela alla fibratura D.M. 17-01-18 §4.4.8.1.1 23

2.1.3 Verifica flessione D.M. 17-01-18 §4.4.8.1.6 23

2.1.4 Verifica taglio D.M. 17-01-18 §4.4.8.1.9 23

2.1.5 Verifica taglio+torsione D.M. 17-01-18 §4.4.8.1.11 24

2.1.6 Verifica torsione D.M. 17-01-18 §4.4.8.1.10 24

2.1.7 Verifica della freccia istantanea totale D.M. 17-01-18 §C4.4.7 Circolare 7 21-01-19 24

2.1.8 Verifica della freccia istantanea variabile D.M. 17-01-18 §4.4.7 24

2.1.9 Verifica della freccia finale D.M. 17-01-18 §4.4.7 - EC5 2.2.3 (3) 24

2.2 // Superelemento in legno "Fondazione"-"Piano 2" (4437; 9438) PILASTRO "B" 24

2.2.1 Dati generali 24
2.2.2 Verifica di colonna soggetta a pressoflessione D.M. 17-01-18 §4.4.8.2.2 25
2.2.3 Verifica della freccia istantanea totale D.M. 17-01-18 §C4.4.7 Circolare 7 21-01-19 25
2.2.4 Verifica della freccia istantanea variabile D.M. 17-01-18 §4.4.7 25
2.2.5 Verifica della freccia finale D.M. 17-01-18 §4.4.7 - EC5 2.2.3 (3) 25
2.3 // Superelemento in legno a "Piano 1" 191-24 TRAVE "C" 26
2.3.1 Dati generali 26
2.3.2 Verifica di colonna soggetta a pressoflessione D.M. 17-01-18 §4.4.8.2.2 26
2.3.3 Verifica della stabilità laterale torsionale D.M. 17-01-18 §4.4.8.2.1 26
2.3.4 Verifica della freccia istantanea totale D.M. 17-01-18 §C4.4.7 Circolare 7 21-01-19 26
2.3.5 Verifica della freccia istantanea variabile D.M. 17-01-18 §4.4.7 27
2.3.6 Verifica della freccia finale D.M. 17-01-18 §4.4.7 - EC5 2.2.3 (3) 27
2.4 // Superelemento in legno a "Piano 1" 413-414 TRAVE "D" 27
2.4.1 Dati generali 27
2.4.2 Verifica di colonna soggetta a pressoflessione D.M. 17-01-18 §4.4.8.2.2 28
2.4.3 Verifica della stabilità laterale torsionale D.M. 17-01-18 §4.4.8.2.1 28
2.4.4 Verifica della freccia istantanea totale D.M. 17-01-18 §C4.4.7 Circolare 7 21-01-19 28
2.4.5 Verifica della freccia istantanea variabile D.M. 17-01-18 §4.4.7 28
2.4.6 Verifica della freccia finale D.M. 17-01-18 §4.4.7 - EC5 2.2.3 (3) 28
2.5 // Superelemento in legno a "Piano 1" (5528; 9152)-359 TRAVE "E" 28
2.5.1 Dati generali 29
2.5.2 Verifica di colonna soggetta a pressoflessione D.M. 17-01-18 §4.4.8.2.2 29
2.5.3 Verifica della stabilità laterale torsionale D.M. 17-01-18 §4.4.8.2.1 29
2.5.4 Verifica della freccia istantanea totale D.M. 17-01-18 §C4.4.7 Circolare 7 21-01-19 29
2.5.5 Verifica della freccia istantanea variabile D.M. 17-01-18 §4.4.7 30
2.5.6 Verifica della freccia finale D.M. 17-01-18 §4.4.7 - EC5 2.2.3 (3) 30
2.6 // Superelemento in legno a "Piano 2" 413-414 TRAVE "F" 30
2.6.1 Dati generali 30
2.6.2 Verifica di colonna soggetta a pressoflessione D.M. 17-01-18 §4.4.8.2.2 30
2.6.3 Verifica della stabilità laterale torsionale D.M. 17-01-18 §4.4.8.2.1 31
2.6.4 Verifica della freccia istantanea totale D.M. 17-01-18 §C4.4.7 Circolare 7 21-01-19 31
2.6.5 Verifica della freccia istantanea variabile D.M. 17-01-18 §4.4.7 31
2.6.6 Verifica della freccia finale D.M. 17-01-18 §4.4.7 - EC5 2.2.3 (3) 31
2.7 // Superelemento in legno a "Piano 2" (4887; 7889)-(4887; 10684) TRAVE "G" 31

2.7.1 Dati generali 31
2.7.2 Verifica di colonna soggetta a pressoflessione D.M. 17-01-18 §4.4.8.2.2 32
2.7.3 Verifica della stabilità laterale torsionale D.M. 17-01-18 §4.4.8.2.1 32
2.7.4 Verifica della freccia istantanea totale D.M. 17-01-18 §C4.4.7 Circolare 7 21-01-19 32
2.7.5 Verifica della freccia istantanea variabile D.M. 17-01-18 §4.4.7 32
2.7.6 Verifica della freccia finale D.M. 17-01-18 §4.4.7 - EC5 2.2.3 (3) 33

3 // FASCICOLO DEI CALCOLI ELEMENTI IN ACCIAIO 34

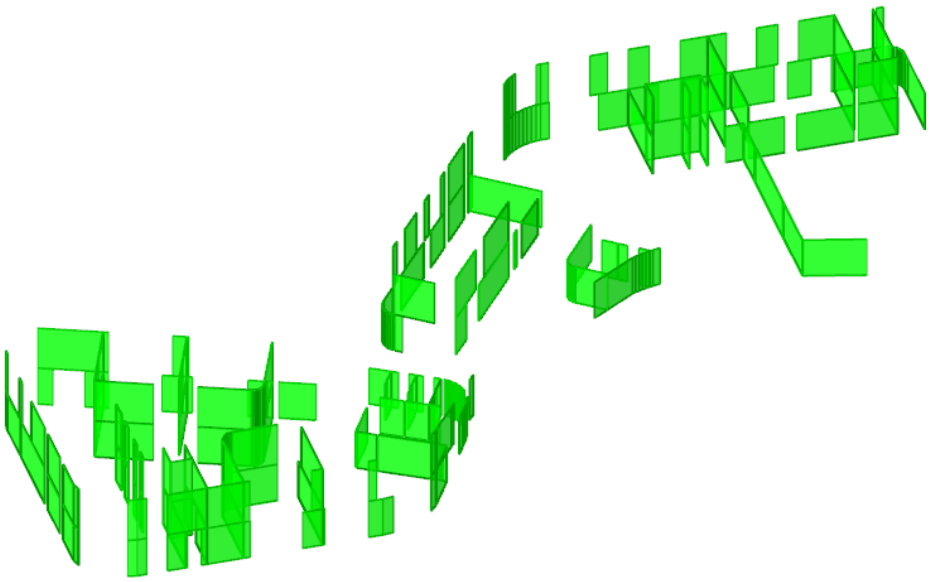
3.1.1 1.1.1 Verifiche superelementi aste acciaio laminate 39

4 // FASCICOLO DEI CALCOLI COLLEGAMENTI 57

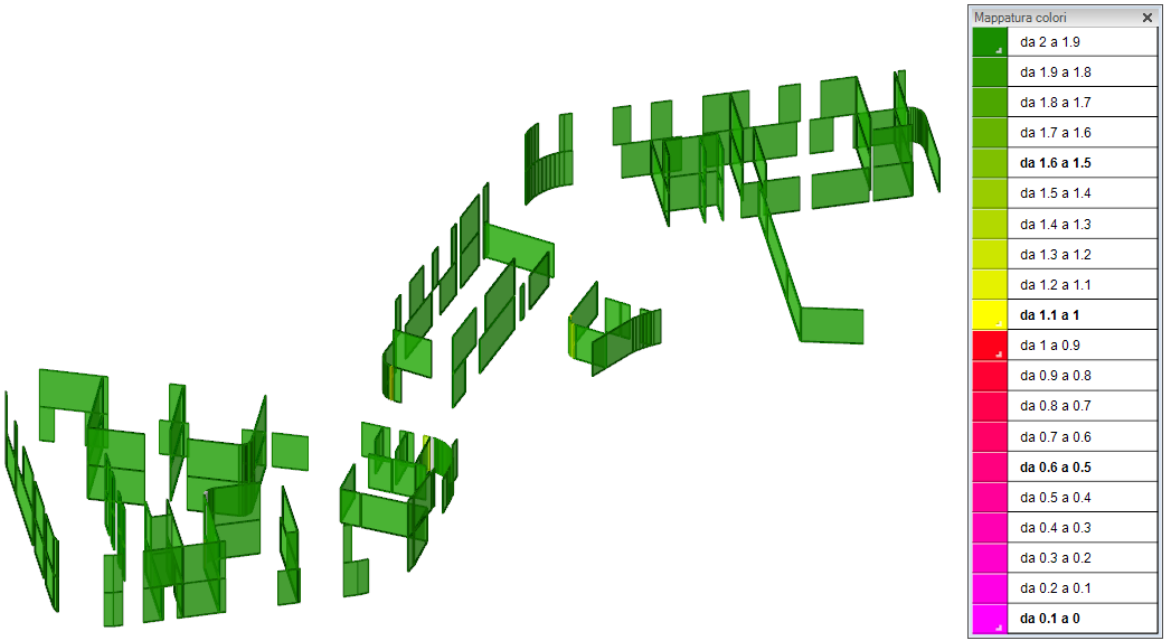
1 // FASCICOLO DEI CALCOLI PARETI IN LEGNO

Ù

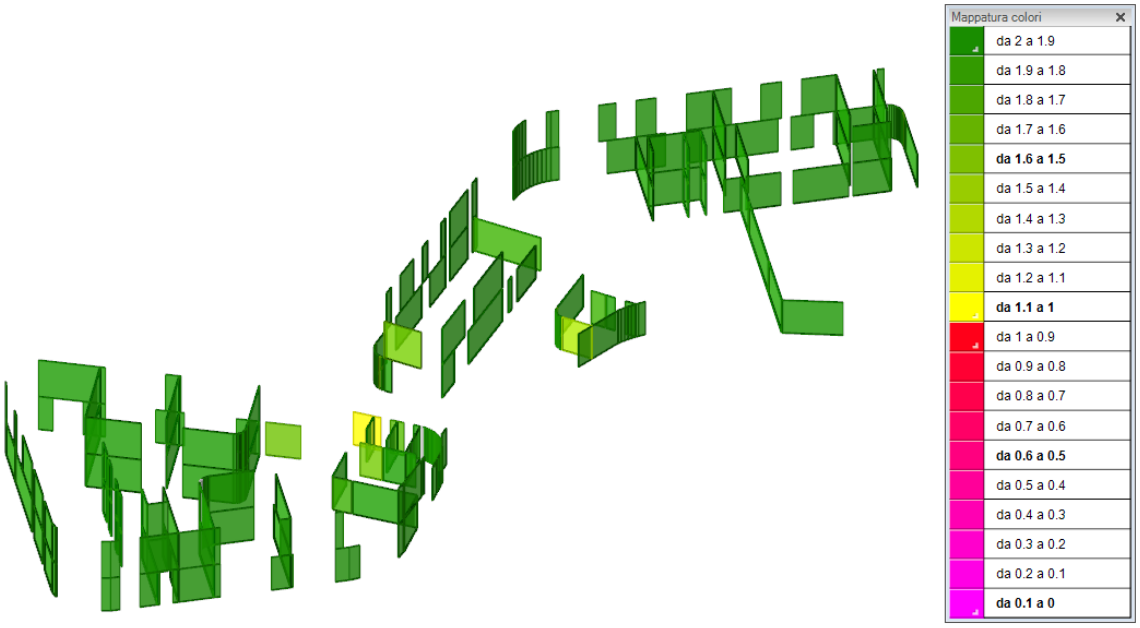
Si riportano di seguito le schermate di verifica delle pareti in legno e a seguire le schermate le percentuali di sfruttamento delle pareti in relazione al comportamento



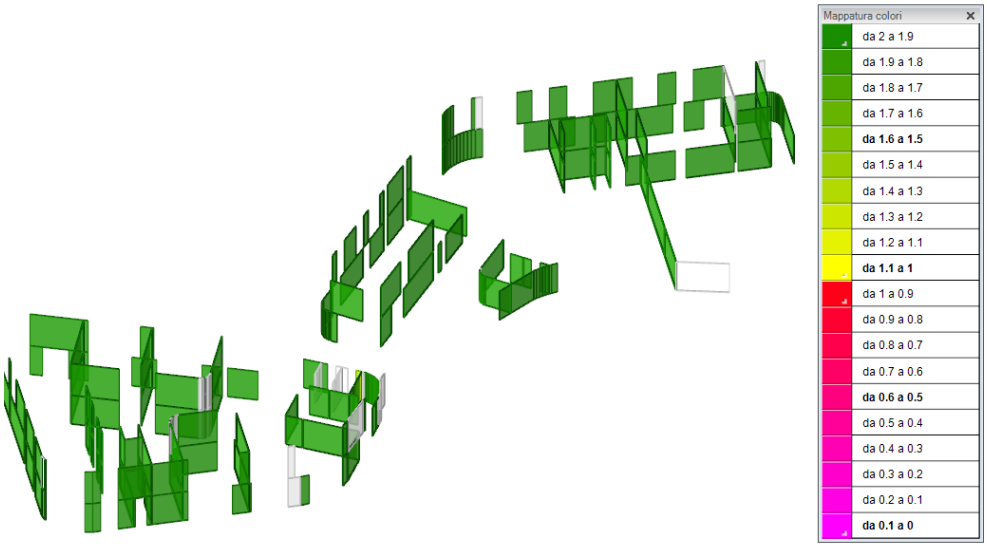
SCHERMATA DI VERIFICA PARETI IN LEGNO



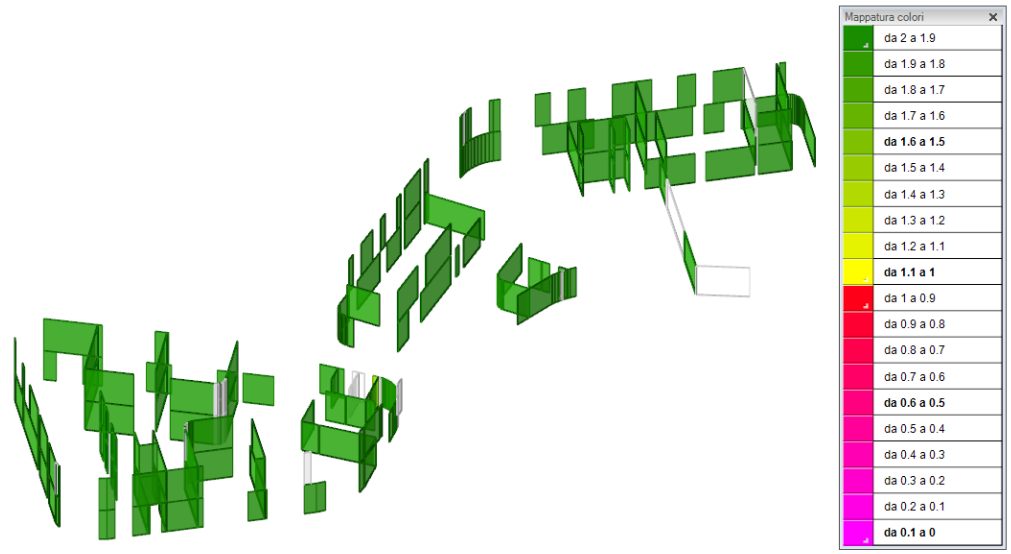
PERCENTUALE SFRUTTAMENTO FLESSIONE



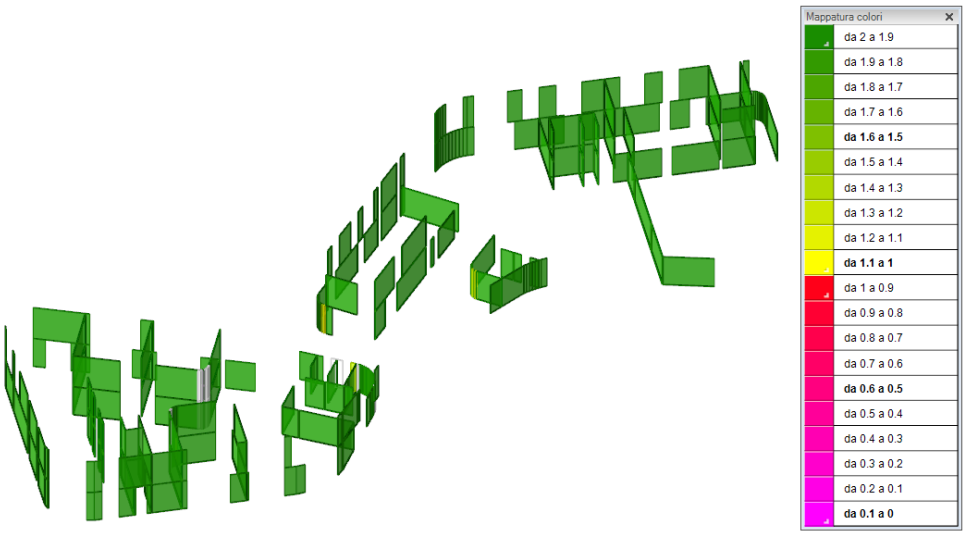
PERCENTUALE SFRUTTAMENTO TAGLIO



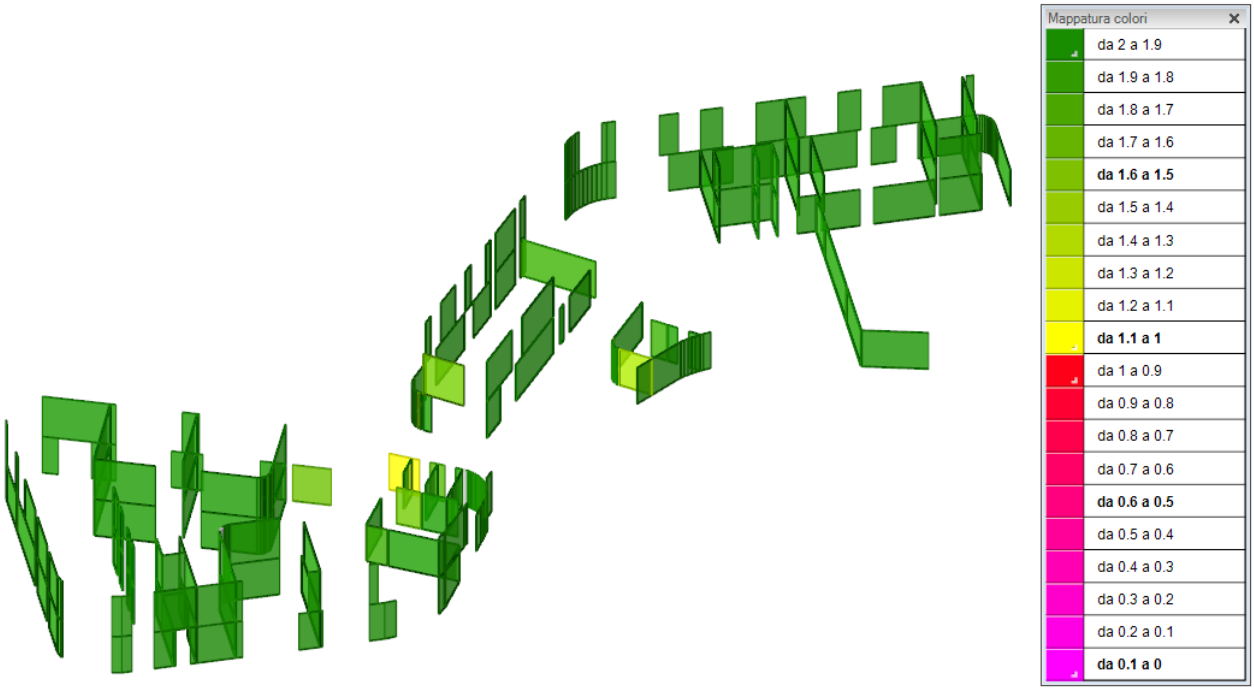
PERCENTUALE SFRUTTAMENTO PRESSOFLESSIONEFLESSIONE NON SISMICA



PERCENTUALE SFRUTTAMENTO PRESSOFLESSIONE SISMICA

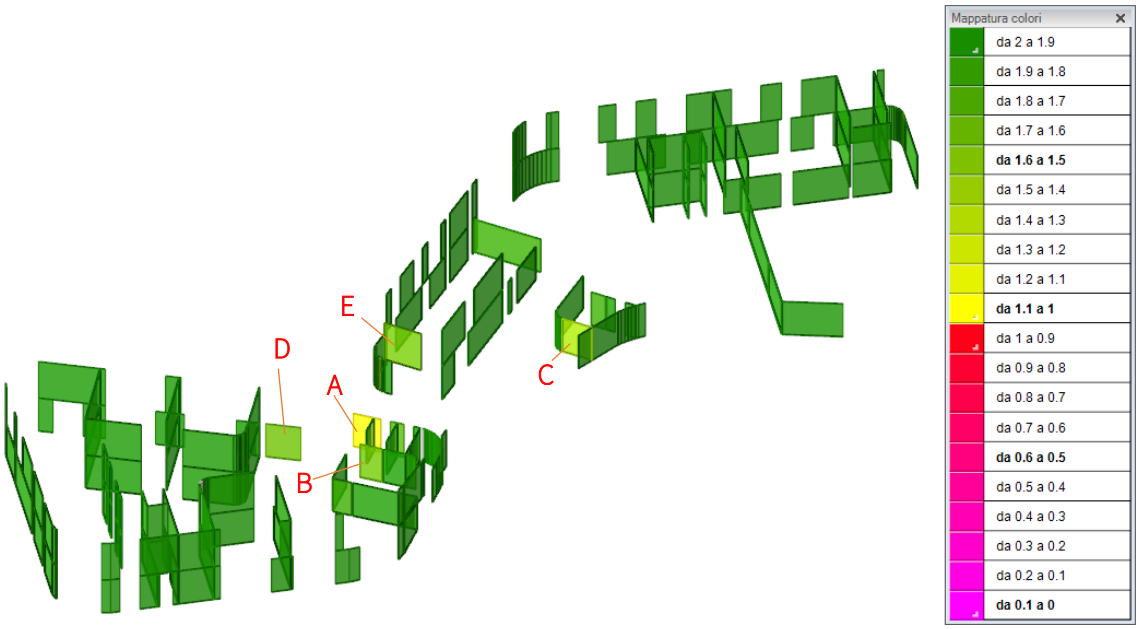


PERCENTUALE SFRUTTAMENTO INSTABILITA' SISMICA



PERCENTUALE SFRUTTAMENTO TAGLIO SISMICO

Si riportano di seguito le verifiche delle pareti più sollecitate, mentre le restanti verifiche sono riportate nei documenti "FRN-E-03A-FASCICOLO DEI CALCOLI PARETI IN LEGNO PIANO TERRA" e "FRN-E-03B-FASCICOLO DEI CALCOLI PARETI PIANO PRIMO".



Le unità di misura elencate nel capitolo sono in [cm, daN] ove non espressamente specificato.

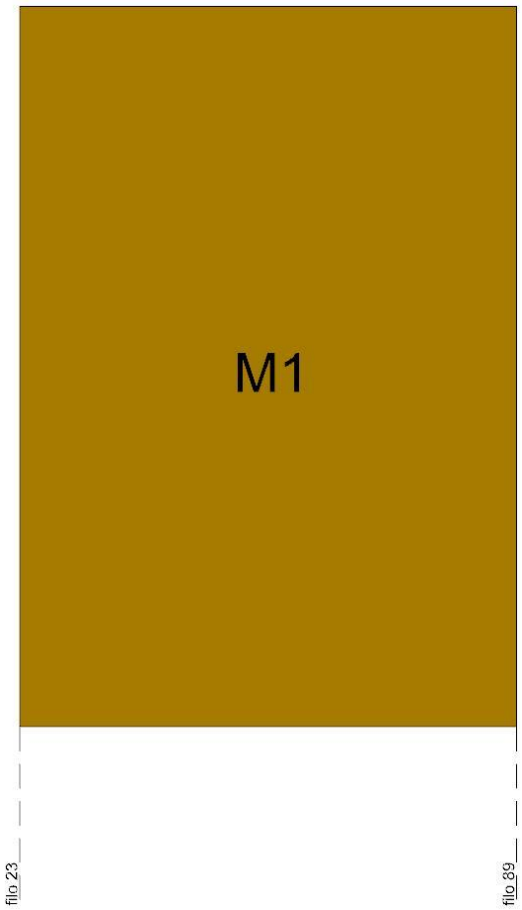
***fm,k**: resistenza caratteristica per flessione. [daN/cm²]*
***ft,0,k**: resistenza caratteristica per trazione parallela alle fibre. [daN/cm²]*
***ft,90,k**: resistenza caratteristica per trazione ortogonale alle fibre. [daN/cm²]*
***fc,0,k**: resistenza caratteristica per compressione parallela alle fibre. [daN/cm²]*
***fc,90,k**: resistenza caratteristica per compressione ortogonale alle fibre. [daN/cm²]*
***fv,k**: resistenza caratteristica a taglio. [daN/cm²]*
***E0,05**: modulo di elasticità parallelo alla fibratura 5-percentile. [daN/cm²]*
***G0,05**: modulo di elasticità tangenziale parallelo alla fibratura 5-percentile. [daN/cm²]*
***FC**: fattore di confidenza.*
***Sp. strati**: spessori degli strati.*
***Lungh.**: lunghezza del maschio. [cm]*
***Altezza**: altezza netta: distanza tra estradosso solaio inferiore e intradosso solaio superiore. [cm]*
***Classe ser.**: classe di servizio.*
***Kdef**: coefficiente di deformazione UNI EN 1995-1-1 2.3.2.2.*
***Kh**: uNI EN 1995-1-1 (3.2).*
***Kshape**: uNI EN 1995-1-1 6.1.8.*
***βX**: moltiplicatore della altezza netta per lunghezza libera di inflessione fuori piano.*
***βY**: moltiplicatore della altezza netta per lunghezza libera di inflessione nel piano.*
***lrelX**: rapporto di snellezza relativa per inflessione fuori piano UNI EN 1995-1-1 6.3.2.*
***lrely**: rapporto di snellezza relativa per inflessione nel piano UNI EN 1995-1-1 6.3.2.*
***kcx**: coefficiente per freccia di inflessione fuori piano UNI EN 1995-1-1 (6.25).*

***kcy**: coefficiente per freccia di inflessione nel piano UNI EN 1995-1-1 (6.25).*
***Quota**: quota. [cm]*
***Comb.**: combinazione.*
***N**: sforzo normale. [daN]*
***Tx**: (maschio) Taglio nel piano. [daN]*
***Ty**: (maschio) Taglio fuori piano. [daN]*
***Mx**: (maschio) Momento fuori piano. [daN·cm]*
***My**: (maschio) Momento nel piano. [daN·cm]*
***Mt**: momento torcente. [daN·cm]*
***Durata**: durata carico.*
***Kmod**: coefficiente di correzione UNI EN 1995-1-1 2.4.1.*
***γM**: coefficiente parziale per una proprietà o resistenza del materiale.*
***σ0d**: tensione di progetto a sforzo normale parallela alla fibra (positiva se di trazione). [daN/cm²]*
***σmx**: (maschio) Tensione di progetto a flessione per momento fuori piano. [daN/cm²]*
***σmy**: (maschio) Tensione di progetto a flessione per momento nel piano. [daN/cm²]*
***f0d**: resistenza di progetto a sforzo normale parallelamente alla fibratura. [daN/cm²]*
***fmd**: resistenza di progetto a flessione. [daN/cm²]*
***Formula**: numero della formula di verifica applicata in UNI EN 1995-1-1/NTC08/NTC18.*
***Inv. coeff.s.**: risultato della applicazione della formula; inverso del coefficiente di sicurezza.*
***Verifica**: stato di verifica.*
***τdx**: tensione tangenziale massima per taglio nel piano. [daN/cm²]*
***fvd**: resistenza di progetto a taglio. [daN/cm²]*
***τdy**: tensione tangenziale massima per taglio fuori piano. [daN/cm²]*
***2*ft90d**: resistenza a taglio per rotolamento (rolling shear) UNI EN 1995-1-1 6.1.7. [daN/cm²]*
***Kcr**: coefficiente riduttivo UNI EN 1995-1-1 6.1.7.*

1.1 // Parete in legno da cordolo a Piano 1 23-89 PARETE "A"

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

Geometria



1.1.1 Ingombro netto

Lunghezza: 255.5

Altezza: 370

1.1.2 Caratteristiche del materiale

Pannello in legno lamellare a strati incrociati di tavole, composto da 3 strati di spessore 4+4+4=12 cm; deve essere posto in opera in modo che gli strati esterni abbiano le tavole disposte verticalmente. Il materiale delle tavole è C24 EN 338:2016 ed ha le seguenti caratteristiche:

fm,k	ft,0,k	ft,90,k	fc,0,k	fc,90,k	fv,k	E0,05	G0,05	FC
240	145	4	210	25	40	74000	4642	

1.1.3 Maschio 1

Sp. strati	Lungh.	Altezza	Classe ser.	Kdef	Kh	Kshape	βX	βY	IrelX	Irely	kcx	kcy
4+4+4	255.5	370	1	0.6	1		1	1	1.507	0.085	0.4	1

1.1.3.1 Sollecitazioni nelle sezioni di verifica

Quota	Comb.	N	Tx	Ty	Mx	My	Mt
0	SLV 7	-2635	13726	7	0	1744824	-893
0	SLV 8	-2636	13714	7	0	1742381	-893
0	SLV 11	-1966	16824	-1	0	2367806	-174
0	SLV 12	-1967	16812	-1	0	2365363	-174
185	SLV 7	-2316	13695	-2	-421	-787334	-68
185	SLV 11	-1687	16777	0	-642	-742571	-186
185	SLV 12	-1688	16765	0	-642	-742809	-186
370	SLU 65	-2999	8083	66	10	-3193167	-4223
370	SLU 70	-3247	8225	67	10	-3206183	-4247

Quota	Comb.	N	Tx	Ty	Mx	My	Mt
370	SLU 102	-2383	6736	56	8	-2658755	-3541
370	SLU 134	-3237	7673	61	9	-2928359	-3915
370	SLU 139	-3093	8411	69	10	-3315594	-4402
370	SLU 144	-3340	8552	69	10	-3328611	-4426
370	SLV 7	-2164	13698	43	2	-3322670	-2521
370	SLV 11	-1461	16775	29	0	-3842869	-2046
370	SLV 12	-1462	16763	29	0	-3840902	-2047

1.1.3.2 Verifica a pressoflessione instabile

Quota	Comb.	Durata	Kmod	γM	σ0d	σmx	σmy	f0d	fmd	Formula	Inv. coeff.s.	Verifica
370	SLU 139	Med.	0.8	1.5	1.5	0	38.1	112	128	(EC5 6.23)	0.33	Si
370	SLU 65	Med.	0.8	1.5	1.5	0	36.7	112	128	(EC5 6.23)	0.32	Si
370	SLU 139	Med.	0.8	1.5	1.5	0	38.1	112	128	(4.4.7)	0.3	Si
370	SLU 144	Bre.	0.9	1.5	1.6	0	38.2	126	144	(EC5 6.23)	0.3	Si
370	SLU 70	Bre.	0.9	1.5	1.6	0	36.8	126	144	(EC5 6.23)	0.29	Si
370	SLU 65	Med.	0.8	1.5	1.5	0	36.7	112	128	(4.4.7)	0.29	Si
370	SLU 144	Bre.	0.9	1.5	1.6	0	38.2	126	144	(4.4.7)	0.27	Si
370	SLU 134	Bre.	0.9	1.5	1.6	0	33.6	126	144	(EC5 6.23)	0.26	Si
370	SLU 102	Med.	0.8	1.5	1.2	0	30.5	112	128	(EC5 6.23)	0.26	Si
370	SLV 11	Ist.	1.1	1.5	0.7	0	44.1	154	176	(EC5 6.23)	0.26	Si

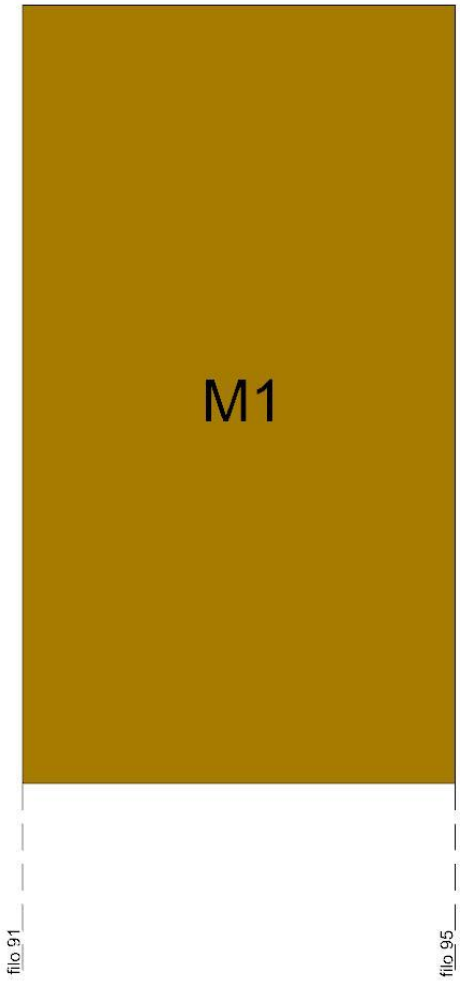
1.1.3.3 Verifica a taglio

Quota	Comb.	Durata	Kmod	γM	τdx	fvd	Formula	Inv. coeff.s.	τdy	2*ft90d	Kcr	Inv. coeff.s.	Verifica
0	SLV 11	Ist.	1.1	1.5	24.7	29.3	(4.4.8)	0.84	0	5.9	0.5	0	Si
0	SLV 12	Ist.	1.1	1.5	24.7	29.3	(4.4.8)	0.84	0	5.9	0.5	0	Si
185	SLV 11	Ist.	1.1	1.5	24.6	29.3	(4.4.8)	0.84	0	5.9	0.5	0	Si
370	SLV 11	Ist.	1.1	1.5	24.6	29.3	(4.4.8)	0.84	0	5.9	0.5	0	Si
185	SLV 12	Ist.	1.1	1.5	24.6	29.3	(4.4.8)	0.84	0	5.9	0.5	0	Si
370	SLV 12	Ist.	1.1	1.5	24.6	29.3	(4.4.8)	0.84	0	5.9	0.5	0	Si
0	SLV 7	Ist.	1.1	1.5	20.1	29.3	(4.4.8)	0.69	0	5.9	0.5	0	Si
0	SLV 8	Ist.	1.1	1.5	20.1	29.3	(4.4.8)	0.69	0	5.9	0.5	0	Si
370	SLV 7	Ist.	1.1	1.5	20.1	29.3	(4.4.8)	0.69	0	5.9	0.5	0	Si
185	SLV 7	Ist.	1.1	1.5	20.1	29.3	(4.4.8)	0.69	0	5.9	0.5	0	Si

1.2 // Parete in legno da cordolo a Piano 1 91-95 PARETE "B"

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

Geometria



1.2.1 Ingombro netto

Lunghezza: 205.5

Altezza: 370

1.2.2 Caratteristiche del materiale

Pannello in legno lamellare a strati incrociati di tavole, composto da 5 strati di spessore 3+2+4+2+3=14 cm; deve essere posto in opera in modo che gli strati esterni abbiano le tavole disposte verticalmente. Il materiale delle tavole è C24 EN 338:2016 ed ha le seguenti caratteristiche:

fm,k	ft,0,k	ft,90,k	fc,0,k	fc,90,k	fv,k	E0,05	G0,05	FC
240	145	4	210	25	40	74000	4642	

1.2.3 Maschio 1

Sp. strati	Lungh.	Altezza	Classe ser.	Kdef	Kh	Kshape	βX	βY	IrelX	Irely	kcx	kcy
3+2+4+2+3	205.5	370	1	0.6	1		1	1	1.434	0.106	0.44	1

1.2.3.1 Sollecitazioni nelle sezioni di verifica

Quota	Comb.	N	Tx	Ty	Mx	My	Mt
0	SLV 5	-16804	-8219	2	0	-2580723	193
0	SLV 6	-16808	-8227	2	0	-2582478	194
0	SLV 7	-8046	9930	-4	0	1396692	-193
0	SLV 8	-8050	9922	-4	0	1394938	-193
0	SLV 11	-6869	12354	-2	0	1924166	-230

Quota	Comb.	N	Tx	Ty	Mx	My	Mt
0	SLV 12	-6873	12346	-2	0	1922411	-229
185	SLU 65	-18802	3836	0	-25	-1265092	-28
185	SLU 139	-19598	3888	0	-26	-1292586	-30
185	SLV 7	-7770	9921	-1	-1506	-438965	-195
185	SLV 8	-7774	9913	-1	-1506	-439227	-194
185	SLV 11	-6590	12340	0	-374	-359000	-215
185	SLV 12	-6594	12332	0	-374	-359262	-215
370	SLU 65	-18603	3836	0	-50	-1975698	-28
370	SLU 70	-20165	3491	0	-51	-1861146	-31
370	SLU 102	-15052	3143	0	-41	-1614282	-25
370	SLU 134	-20373	2576	0	-46	-1484755	-33
370	SLU 139	-19339	3888	0	-52	-2012980	-30
370	SLU 144	-20901	3542	0	-52	-1898428	-33
370	SLV 11	-6394	12312	2	-37	-2640306	-202
370	SLV 12	-6398	12304	2	-37	-2639076	-202

1.2.3.2 Verifica a pressoflessione instabile

Quota	Comb.	Durata	Kmod	γM	σ0d	σmx	σmy	f0d	fmd	Formula	Inv. coeff.s.	Verifica
370	SLU 139	Med.	0.8	1.5	9.4	0	28.6	112	128	(EC5 6.23)	0.41	Si
370	SLU 65	Med.	0.8	1.5	9.1	0	28.1	112	128	(EC5 6.23)	0.4	Si
370	SLU 144	Bre.	0.9	1.5	10.2	0	27	126	144	(EC5 6.23)	0.37	Si
370	SLU 70	Bre.	0.9	1.5	9.8	0	26.4	126	144	(EC5 6.23)	0.36	Si
185	SLU 139	Med.	0.8	1.5	9.5	0	18.4	112	128	(EC5 6.23)	0.34	Si
0	SLV 6	Ist.	1.1	1.5	8.2	0	36.7	154	176	(EC5 6.23)	0.33	Si
0	SLV 5	Ist.	1.1	1.5	8.2	0	36.7	154	176	(EC5 6.23)	0.33	Si
370	SLU 102	Med.	0.8	1.5	7.3	0	22.9	112	128	(EC5 6.23)	0.33	Si
185	SLU 65	Med.	0.8	1.5	9.1	0	18	112	128	(EC5 6.23)	0.33	Si
370	SLU 134	Bre.	0.9	1.5	9.9	0	21.1	126	144	(EC5 6.23)	0.32	Si

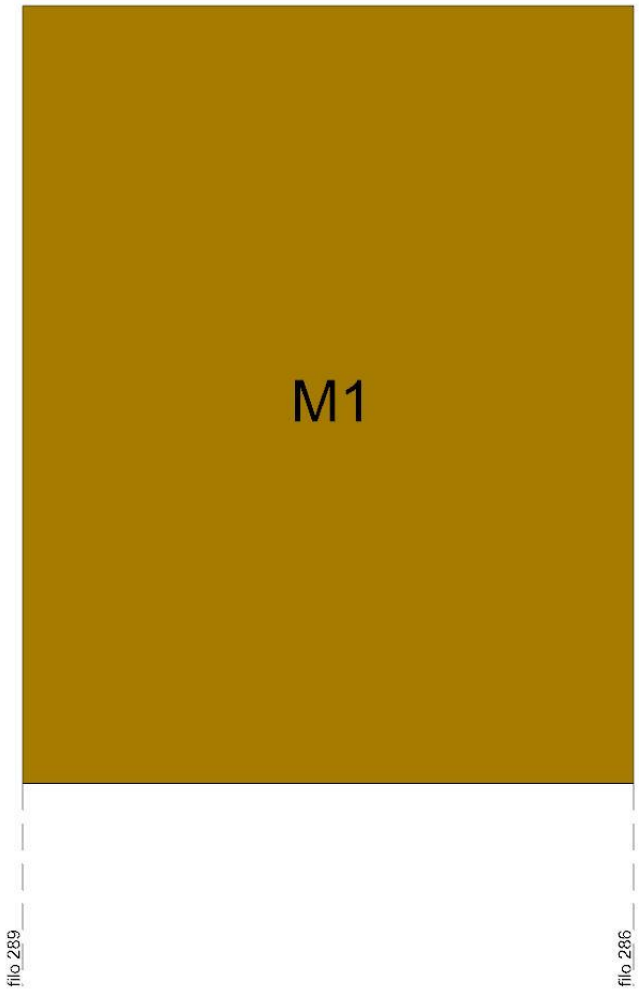
1.2.3.3 Verifica a taglio

Quota	Comb.	Durata	Kmod	γM	τdx	fvd	Formula	Inv. coeff.s.	τdy	2*ft90d	Kcr	Inv. coeff.s.	Verifica
0	SLV 11	Ist.	1.1	1.5	18	29.3	(4.4.8)	0.61	0	5.9	0.5	0	Si
0	SLV 12	Ist.	1.1	1.5	18	29.3	(4.4.8)	0.61	0	5.9	0.5	0	Si
185	SLV 11	Ist.	1.1	1.5	18	29.3	(4.4.8)	0.61	0	5.9	0.5	0	Si
185	SLV 12	Ist.	1.1	1.5	18	29.3	(4.4.8)	0.61	0	5.9	0.5	0	Si
370	SLV 11	Ist.	1.1	1.5	18	29.3	(4.4.8)	0.61	0	5.9	0.5	0	Si
370	SLV 12	Ist.	1.1	1.5	18	29.3	(4.4.8)	0.61	0	5.9	0.5	0	Si
0	SLV 7	Ist.	1.1	1.5	14.5	29.3	(4.4.8)	0.49	0	5.9	0.5	0	Si
0	SLV 8	Ist.	1.1	1.5	14.5	29.3	(4.4.8)	0.49	0	5.9	0.5	0	Si
185	SLV 7	Ist.	1.1	1.5	14.5	29.3	(4.4.8)	0.49	0	5.9	0.5	0	Si
185	SLV 8	Ist.	1.1	1.5	14.5	29.3	(4.4.8)	0.49	0	5.9	0.5	0	Si

1.3 // Parete in legno da cordolo a Piano 1 289-286 PARETE "C"

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

Geometria



1.3.1 Ingombro netto

Lunghezza: 291.4

Altezza: 370

1.3.2 Caratteristiche del materiale

Pannello in legno lamellare a strati incrociati di tavole, composto da 5 strati di spessore 3+2+4+2+3=14 cm; deve essere posto in opera in modo che gli strati esterni abbiano le tavole disposte verticalmente. Il materiale delle tavole è C24 EN 338:2016 ed ha le seguenti caratteristiche:

fm,k	ft,0,k	ft,90,k	fc,0,k	fc,90,k	fv,k	E0,05	G0,05	FC
240	145	4	210	25	40	74000	4642	

1.3.3 Maschio 1

Sp. strati	Lungh.	Altezza	Classe ser.	Kdef	Kh	Kshape	βX	βY	IrelX	Irely	kcx	kcy
3+2+4+2+3	291.4	370	1	0.6	1		1	1	1.434	0.075	0.44	1

1.3.3.1 Sollecitazioni nelle sezioni di verifica

Quota	Comb.	N	Tx	Ty	Mx	My	Mt
0	SLU 60	-10968	-12160	4	5	-3528244	-4727
0	SLU 65	-11554	-13541	-4	6	-3841868	-6037
0	SLU 70	-11941	-13694	-1	6	-3919185	-5804
0	SLU 102	-9720	-11267	-4	5	-3198942	-4999
0	SLU 112	-7582	-8476	1	4	-2445959	-3405

Quota	Comb.	N	Tx	Ty	Mx	My	Mt
0	SLU 134	-11532	-12716	4	6	-3693196	-4909
0	SLU 139	-12117	-14097	-4	6	-4006820	-6219
0	SLU 144	-12505	-14250	-1	6	-4084137	-5987
0	SLV 5	-7856	-20283	-28	7	-5733713	-9166
0	SLV 6	-7856	-20306	-28	7	-5739744	-9180
185	SLU 139	-11634	-13872	-17	-2388	-1427471	-1031
185	SLV 5	-7518	-19938	-29	-5873	-2025529	-2619
185	SLV 6	-7518	-19960	-29	-5884	-2027456	-2625
370	SLU 139	-11293	-13430	50	-6	1085749	6575
370	SLV 5	-7185	-18884	109	-7	1555360	12254
370	SLV 6	-7185	-18904	109	-7	1557313	12273

1.3.3.2 Verifica a pressoflessione instabile

Quota	Comb.	Durata	Kmod	γM	σ0d	σmx	σmy	f0d	fmd	Formula	Inv. coeff.s.	Verifica
0	SLU 139	Med.	0.8	1.5	4.2	0	28.3	112	128	(EC5 6.23)	0.31	Si
0	SLU 65	Med.	0.8	1.5	4	0	27.1	112	128	(EC5 6.23)	0.29	Si
0	SLU 144	Bre.	0.9	1.5	4.3	0	28.8	126	144	(EC5 6.23)	0.28	Si
0	SLV 6	Ist.	1.1	1.5	2.7	0	40.5	154	176	(EC5 6.23)	0.27	Si
0	SLV 5	Ist.	1.1	1.5	2.7	0	40.5	154	176	(EC5 6.23)	0.27	Si
0	SLU 70	Bre.	0.9	1.5	4.1	0	27.7	126	144	(EC5 6.23)	0.27	Si
0	SLU 134	Bre.	0.9	1.5	4	0	26.1	126	144	(EC5 6.23)	0.25	Si
0	SLU 112	Per.	0.6	1.5	2.6	0	17.3	84	96	(EC5 6.23)	0.25	Si
0	SLU 102	Med.	0.8	1.5	3.3	0	22.6	112	128	(EC5 6.23)	0.24	Si
0	SLU 60	Bre.	0.9	1.5	3.8	0	24.9	126	144	(EC5 6.23)	0.24	Si

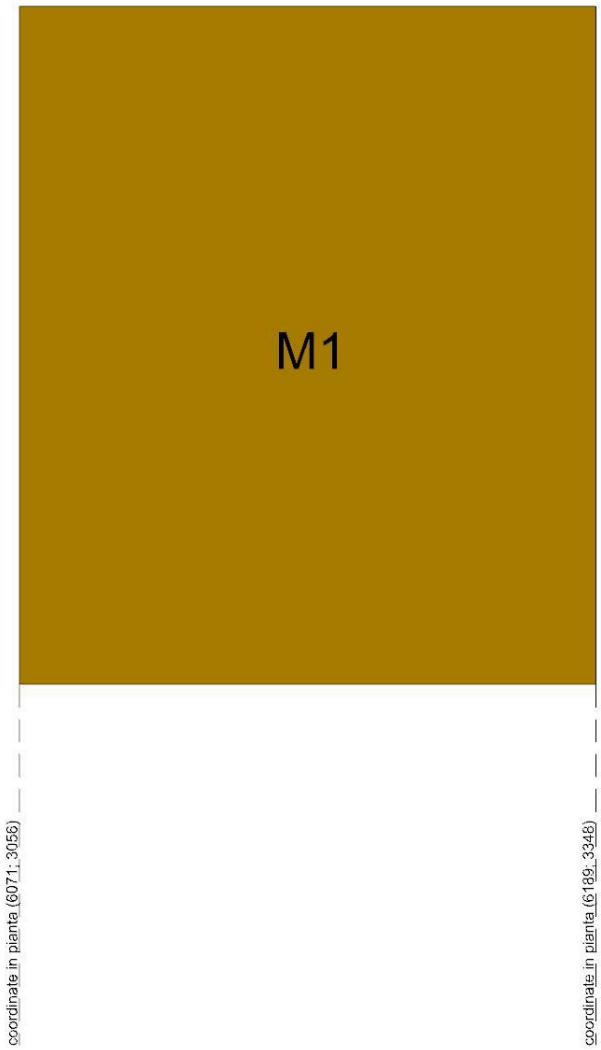
1.3.3.3 Verifica a taglio

Quota	Comb.	Durata	Kmod	γM	τdx	fvd	Formula	Inv. coeff.s.	τdy	2*ft90d	Kcr	Inv. coeff.s.	Verifica
0	SLV 6	Ist.	1.1	1.5	20.9	29.3	(4.4.8)	0.71	0	5.9	0.5	0	Si
0	SLV 5	Ist.	1.1	1.5	20.9	29.3	(4.4.8)	0.71	0	5.9	0.5	0	Si
185	SLV 6	Ist.	1.1	1.5	20.5	29.3	(4.4.8)	0.7	0	5.9	0.5	0	Si
185	SLV 5	Ist.	1.1	1.5	20.5	29.3	(4.4.8)	0.7	0	5.9	0.5	0	Si
0	SLU 139	Med.	0.8	1.5	14.5	21.3	(4.4.8)	0.68	0	4.3	0.5	0	Si
185	SLU 139	Med.	0.8	1.5	14.3	21.3	(4.4.8)	0.67	0	4.3	0.5	0	Si
370	SLV 6	Ist.	1.1	1.5	19.5	29.3	(4.4.8)	0.66	0.1	5.9	0.5	0	Si
370	SLV 5	Ist.	1.1	1.5	19.4	29.3	(4.4.8)	0.66	0.1	5.9	0.5	0	Si
0	SLU 65	Med.	0.8	1.5	13.9	21.3	(4.4.8)	0.65	0	4.3	0.5	0	Si
370	SLU 139	Med.	0.8	1.5	13.8	21.3	(4.4.8)	0.65	0	4.3	0.5	0	Si

1.4 // Parete in legno da cordolo a Piano 1 (60.71; 30.56)-(61.89; 33.48) PARETE "D"

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

Geometria



1.4.1 Ingombro netto

Lunghezza: 314.7

Altezza: 370

1.4.2 Caratteristiche del materiale

Pannello in legno lamellare a strati incrociati di tavole, composto da 3 strati di spessore 4+4+4=12 cm; deve essere posto in opera in modo che gli strati esterni abbiano le tavole disposte verticalmente. Il materiale delle tavole è C24 EN 338:2016 ed ha le seguenti caratteristiche:

fm,k	ft,0,k	ft,90,k	fc,0,k	fc,90,k	fv,k	E0,05	G0,05	FC
240	145	4	210	25	40	74000	4642	

1.4.3 Maschio 1

Sp. strati	Lungh.	Altezza	Classe ser.	Kdef	Kh	Kshape	βX	βY	IrelX	Irely	kcx	kcy
4+4+4	314.7	370	1	0.6	1		1	1	1.507	0.069	0.4	1

1.4.3.1 Sollecitazioni nelle sezioni di verifica

Quota	Comb.	N	Tx	Ty	Mx	My	Mt
0	SLV 5	-10337	-9570	2	0	-4505367	272
0	SLV 6	-10336	-9579	2	0	-4508631	272

Quota	Comb.	N	Tx	Ty	Mx	My	Mt
0	SLV 7	-13617	12149	-3	0	3001510	-214
0	SLV 8	-13616	12140	-3	0	2998246	-213
0	SLV 11	-14027	14907	-2	0	3955103	-322
0	SLV 12	-14026	14898	-2	0	3951840	-321
185	SLU 65	-20354	4320	0	-2	-1360483	-33
185	SLU 139	-21022	4538	0	-2	-1387874	-37
185	SLV 11	-13737	14890	0	168	1203211	-267
185	SLV 12	-13736	14881	0	168	1201671	-267
370	SLU 65	-20010	4320	0	-5	-2158883	-33
370	SLU 70	-20155	4453	0	-5	-2181691	-43
370	SLU 139	-20574	4538	0	-5	-2226446	-37
370	SLU 144	-20719	4672	0	-5	-2249254	-47
370	SLV 7	-13468	12185	4	-4	-1557276	-220
370	SLV 8	-13467	12176	4	-4	-1557092	-220
370	SLV 11	-13013	14790	3	-3	-1485699	-181
370	SLV 12	-13012	14781	3	-3	-1485516	-181

1.4.3.2 Verifica a pressoflessione instabile

Quota	Comb.	Durata	Kmod	γM	σ0d	σmx	σmy	f0d	fmd	Formula	Inv. coeff.s.	Verifica
370	SLU 139	Med.	0.8	1.5	8.2	0	16.9	112	128	(EC5 6.23)	0.31	Si
370	SLU 65	Med.	0.8	1.5	7.9	0	16.3	112	128	(EC5 6.23)	0.3	Si
370	SLU 144	Bre.	0.9	1.5	8.2	0	17	126	144	(EC5 6.23)	0.28	Si
370	SLU 70	Bre.	0.9	1.5	8	0	16.5	126	144	(EC5 6.23)	0.27	Si
185	SLU 139	Med.	0.8	1.5	8.3	0	10.5	112	128	(EC5 6.23)	0.27	Si
0	SLV 6	Ist.	1.1	1.5	4.1	0	34.1	154	176	(EC5 6.23)	0.26	Si
0	SLV 5	Ist.	1.1	1.5	4.1	0	34.1	154	176	(EC5 6.23)	0.26	Si
0	SLV 11	Ist.	1.1	1.5	5.6	0	29.9	154	176	(EC5 6.23)	0.26	Si
0	SLV 12	Ist.	1.1	1.5	5.6	0	29.9	154	176	(EC5 6.23)	0.26	Si
185	SLU 65	Med.	0.8	1.5	8.1	0	10.3	112	128	(EC5 6.23)	0.26	Si

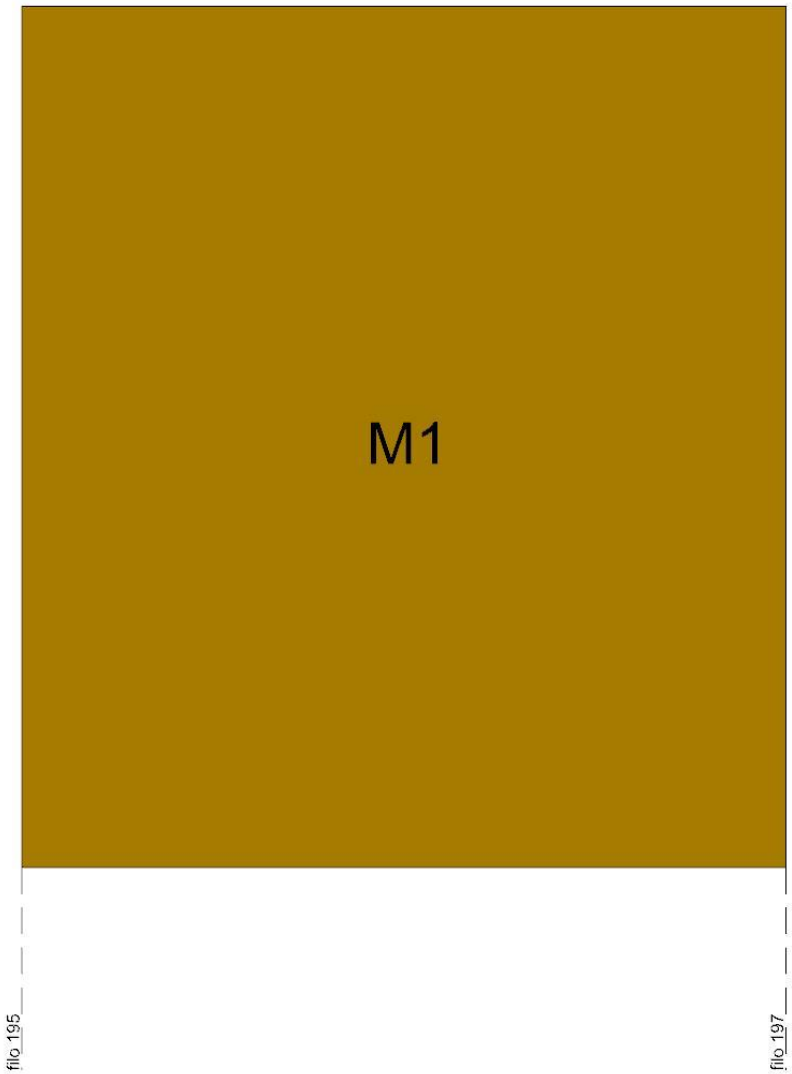
1.4.3.3 Verifica a taglio

Quota	Comb.	Durata	Kmod	γM	τdx	fvd	Formula	Inv. coeff.s.	τdy	2*ft90d	Kcr	Inv. coeff.s.	Verifica
0	SLV 11	Ist.	1.1	1.5	17.8	29.3	(4.4.8)	0.61	0	5.9	0.5	0	Si
0	SLV 12	Ist.	1.1	1.5	17.8	29.3	(4.4.8)	0.61	0	5.9	0.5	0	Si
185	SLV 11	Ist.	1.1	1.5	17.7	29.3	(4.4.8)	0.6	0	5.9	0.5	0	Si
185	SLV 12	Ist.	1.1	1.5	17.7	29.3	(4.4.8)	0.6	0	5.9	0.5	0	Si
370	SLV 11	Ist.	1.1	1.5	17.6	29.3	(4.4.8)	0.6	0	5.9	0.5	0	Si
370	SLV 12	Ist.	1.1	1.5	17.6	29.3	(4.4.8)	0.6	0	5.9	0.5	0	Si
370	SLV 7	Ist.	1.1	1.5	14.5	29.3	(4.4.8)	0.49	0	5.9	0.5	0	Si
370	SLV 8	Ist.	1.1	1.5	14.5	29.3	(4.4.8)	0.49	0	5.9	0.5	0	Si
0	SLV 7	Ist.	1.1	1.5	14.5	29.3	(4.4.8)	0.49	0	5.9	0.5	0	Si
0	SLV 8	Ist.	1.1	1.5	14.5	29.3	(4.4.8)	0.49	0	5.9	0.5	0	Si

1.5 // Parete in legno da Piano 1 a Piano 2 195-197 PARETE "E"

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

Geometria



1.5.1 Ingombro netto

Lunghezza: 363

Altezza: 410

1.5.2 Caratteristiche del materiale

Pannello in legno lamellare a strati incrociati di tavole, composto da 5 strati di spessore 3,3+1,9+3,3+1,9+3,3=13,7 cm; deve essere posto in opera in modo che gli strati esterni abbiano le tavole disposte verticalmente. Il materiale delle tavole è C24 EN 338:2016 ed ha le seguenti caratteristiche:

fm,k	ft,0,k	ft,90,k	fc,0,k	fc,90,k	fv,k	E0,05	G0,05	FC
240	145	4	210	25	40	74000	4642	

1.5.3 Maschio 1

Sp. strati	Lungh.	Altezza	Classe ser.	Kdef	Kh	Kshape	βX	βY	IrelX	Irely	kcx	kcy
3,3+1,9+3,3+1,9+3,3	363	410	1	0.6	1		1	1	1.598	0.066	0.36	1

1.5.3.1 Sollecitazioni nelle sezioni di verifica

Quota	Comb.	N	Tx	Ty	Mx	My	Mt
0	SLV 5	-3578	-16915	40	11	-3697167	-6033
0	SLV 6	-3580	-16905	40	11	-3695504	-6033
0	SLV 7	-1602	17082	-21	-2	2390634	1039
0	SLV 8	-1603	17092	-21	-2	2392296	1039
0	SLV 9	-3386	-12445	41	9	-2899814	-4568
0	SLV 10	-3387	-12436	41	9	-2898152	-4568
0	SLV 11	-1409	21551	-20	-4	3187986	2504
0	SLV 12	-1411	21561	-20	-4	3189649	2504
205	SLV 7	-1141	16954	1	-6830	1022029	-437
205	SLV 8	-1142	16964	1	-6830	1022848	-438
205	SLV 11	-1056	21394	3	-2615	1416901	-820
205	SLV 12	-1057	21404	3	-2615	1417720	-821
410	SLV 11	-543	21225	9	0	-487538	-1201
410	SLV 12	-543	21235	9	0	-487626	-1202

1.5.3.2 Verifica a pressoflessione instabile

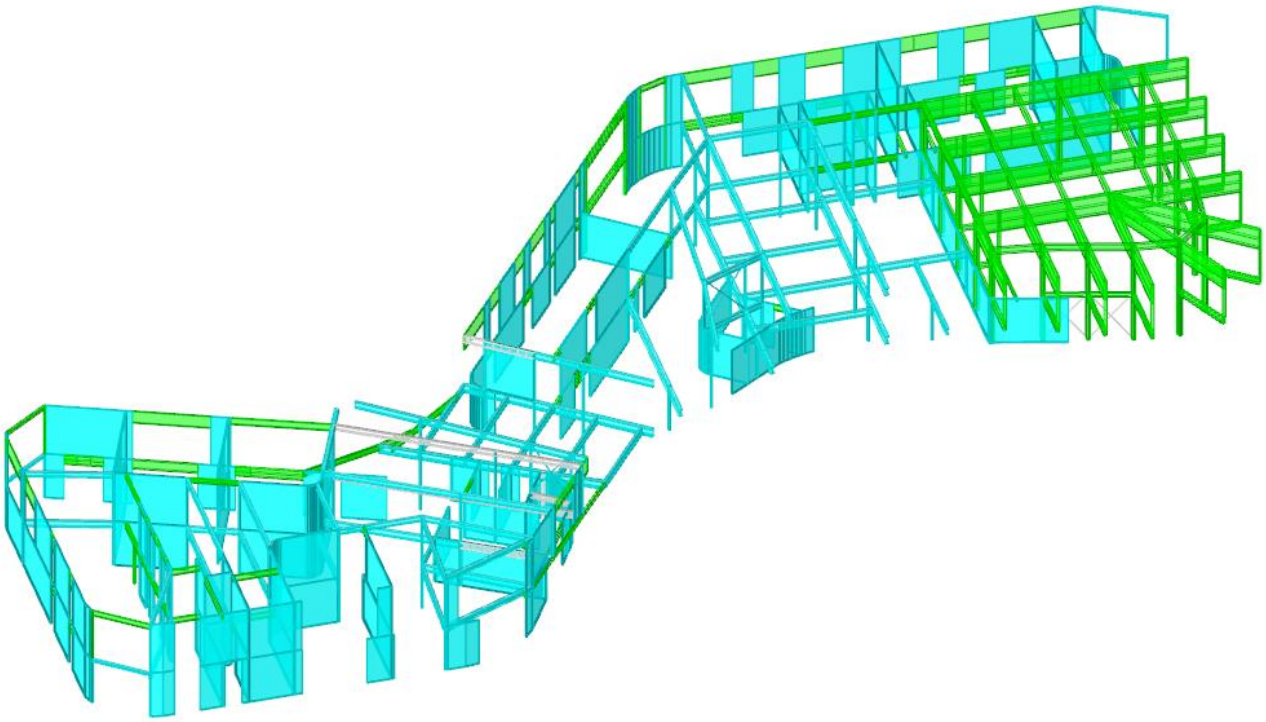
Quota	Comb.	Durata	Kmod	γM	σ0d	σmx	σmy	f0d	fmd	Formula	Inv. coeff.s.	Verifica
0	SLV 5	Ist.	1.1	1.5	1	0	17	154	176	(EC5 6.23)	0.11	Si
0	SLV 6	Ist.	1.1	1.5	1	0	17	154	176	(EC5 6.23)	0.11	Si
0	SLV 5	Ist.	1.1	1.5	1	0	17	154	176	(4.4.7)	0.1	Si
0	SLV 6	Ist.	1.1	1.5	1	0	17	154	176	(4.4.7)	0.1	Si
0	SLV 9	Ist.	1.1	1.5	0.9	0	13.3	154	176	(EC5 6.23)	0.09	Si
0	SLV 10	Ist.	1.1	1.5	0.9	0	13.3	154	176	(EC5 6.23)	0.09	Si
0	SLV 12	Ist.	1.1	1.5	0.4	0	14.7	154	176	(EC5 6.23)	0.09	Si
0	SLV 11	Ist.	1.1	1.5	0.4	0	14.7	154	176	(EC5 6.23)	0.09	Si
0	SLV 12	Ist.	1.1	1.5		0	14.7		176	(4.4.5)	0.08	Si
0	SLV 11	Ist.	1.1	1.5		0	14.7		176	(4.4.5)	0.08	Si

1.5.3.3 Verifica a taglio

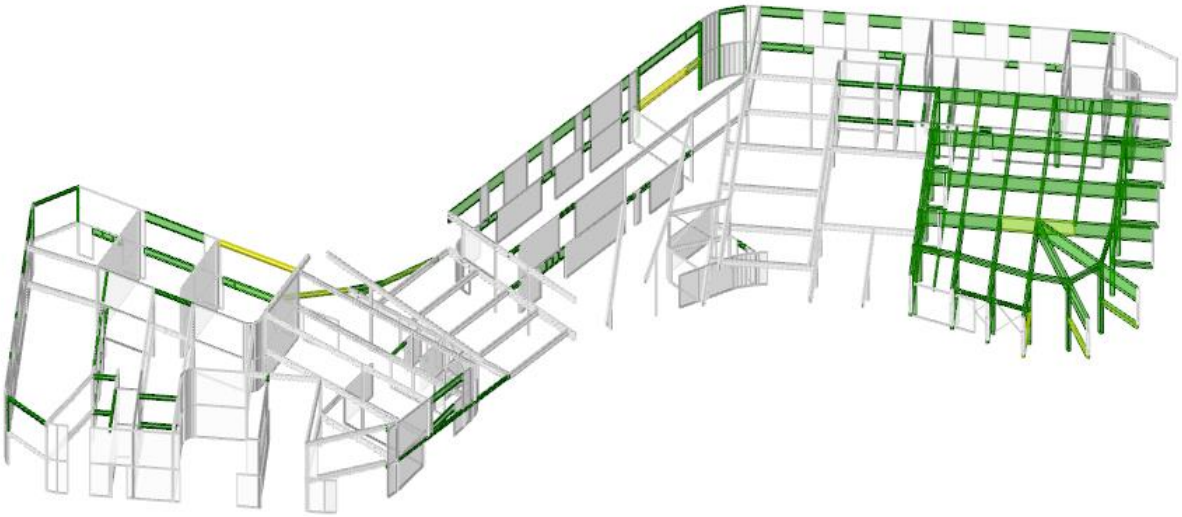
Quota	Comb.	Durata	Kmod	γM	τdx	fvd	Formula	Inv. coeff.s.	τdy	2*ft90d	Kcr	Inv. coeff.s.	Verifica
0	SLV 12	Ist.	1.1	1.5	18	29.3	(4.4.8)	0.61	0	5.9	0.5	0	Si
0	SLV 11	Ist.	1.1	1.5	18	29.3	(4.4.8)	0.61	0	5.9	0.5	0	Si
205	SLV 12	Ist.	1.1	1.5	17.9	29.3	(4.4.8)	0.61	0	5.9	0.5	0	Si
205	SLV 11	Ist.	1.1	1.5	17.9	29.3	(4.4.8)	0.61	0	5.9	0.5	0	Si
410	SLV 12	Ist.	1.1	1.5	17.7	29.3	(4.4.8)	0.6	0	5.9	0.5	0	Si
410	SLV 11	Ist.	1.1	1.5	17.7	29.3	(4.4.8)	0.6	0	5.9	0.5	0	Si
0	SLV 8	Ist.	1.1	1.5	14.3	29.3	(4.4.8)	0.49	0	5.9	0.5	0	Si
0	SLV 7	Ist.	1.1	1.5	14.3	29.3	(4.4.8)	0.49	0	5.9	0.5	0	Si
205	SLV 8	Ist.	1.1	1.5	14.2	29.3	(4.4.8)	0.48	0	5.9	0.5	0	Si
205	SLV 7	Ist.	1.1	1.5	14.2	29.3	(4.4.8)	0.48	0	5.9	0.5	0	Si

2 // FASCICOLO DEI CALCOLI ELEMENTI IN LEGNO (COLONNE E TRAVI)

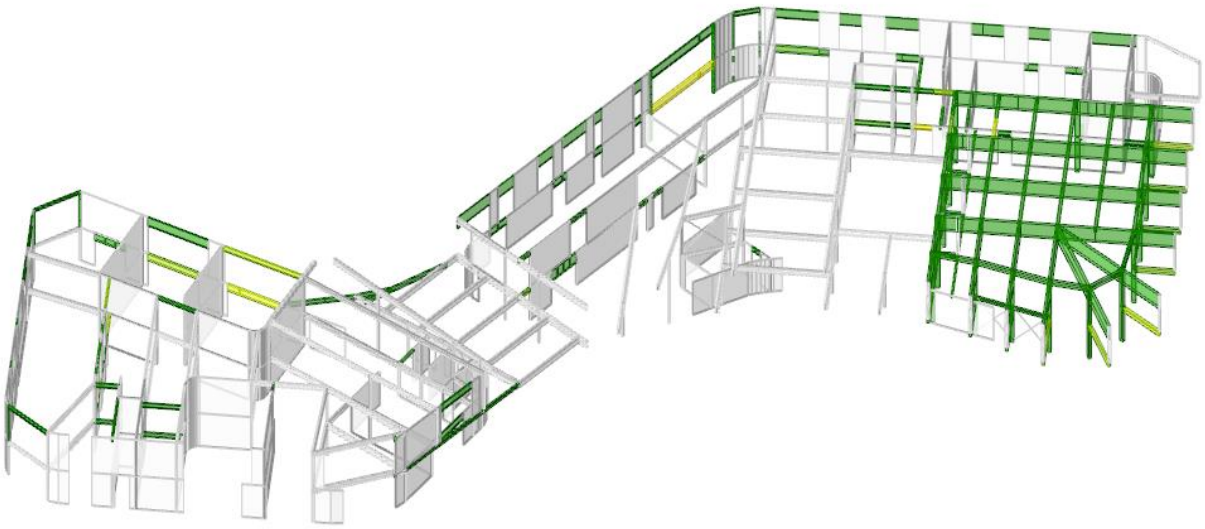
Si riportano di seguito le schermate di verifica degli elementi in legno e a seguire le schermate le percentuali di sfruttamento delle pareti in relazione al comportamento



SCHERMATA DI VERIFICA ELEMENTI IN LEGNO

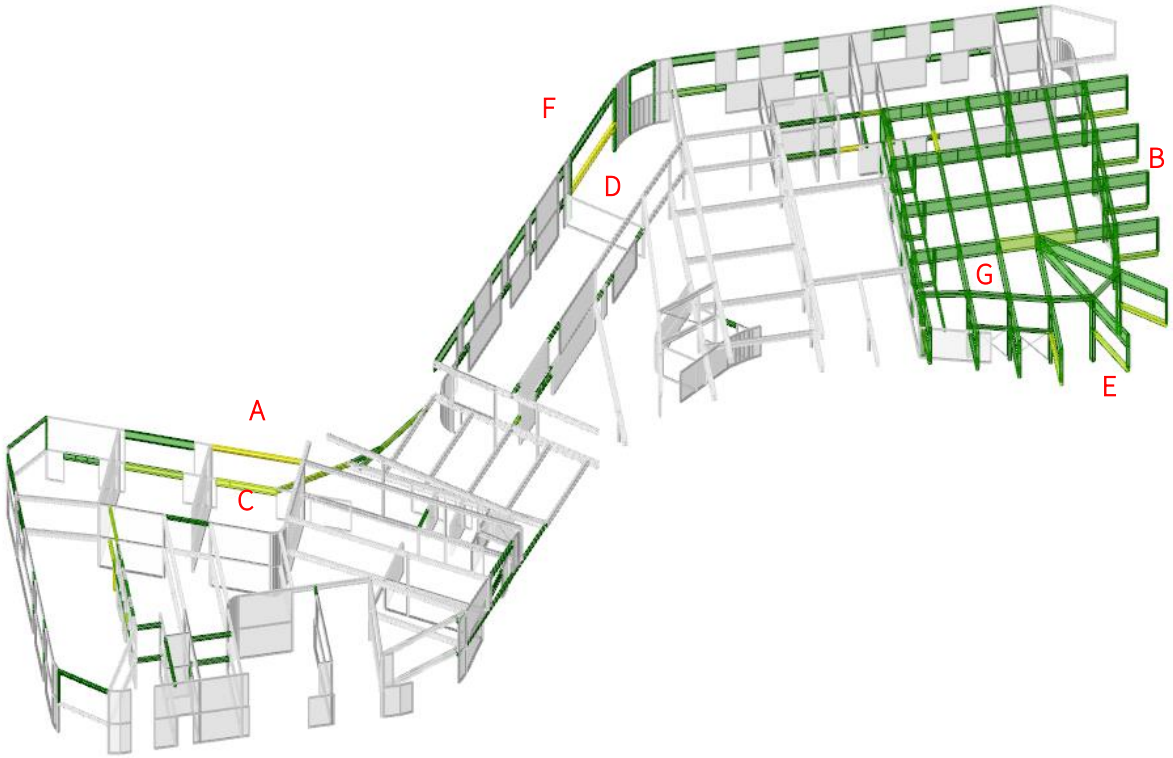


PERCENTUALE SFRUTTAMENTO FLESSIONE



PERCENTUALE SFRUTTAMENTO TAGLIO

Si riportano di seguito le verifiche degli elementi più sollecitati, mentre le restanti verifiche sono riportate nel documento "FRN-E-03C-FASCICOLO DEI CALCOLI ELEMENTI IN LEGNO".



Le unità di misura elencate nel capitolo sono in [cm, daN] ove non espressamente specificato.

***Descrizione**: descrizione della sezione.*
***Tipo**: tipo di sezione.*
***Base**: base della sezione. [cm]*
***Altezza**: altezza della sezione. [cm]*
***Area**: area inerziale nel sistema geometrico centrato nel baricentro. [cm²]*
***Jx**: momento d'inerzia attorno all'asse orizzontale baricentrico di definizione della sezione. [cm4]*
***Jy**: momento d'inerzia attorno all'asse verticale baricentrico di definizione della sezione. [cm4]*
***Wx**: modulo di resistenza elastico minimo relativo all'asse x. [cm³]*
***Wy**: modulo di resistenza elastico minimo relativo all'asse y. [cm³]*
***x**: ascissa della sezione di verifica. [cm]*
***N**: sforzo normale agente. [daN]*
***σt,0,d**: tensione di progetto a trazione parallela alla fibratura. [daN/cm²]*
***ft,0,d**: resistenza di progetto a trazione. [daN/cm²]*
***γ**: coefficiente parziale di sicurezza del materiale.*
***Kmod**: coefficiente correttivo della resistenza in funzione della durata del carico e della classe di servizio.*
***Durata**: durata minima del carico nella combinazione.*
***comb**: combinazione di verifica.*
***coeff**: coefficiente di sicurezza.*
***Verifica**: stato di verifica.*
***Mx**: momento attorno all'asse x. [daN·cm]*
***My**: momento attorno all'asse y. [daN·cm]*
***σm,x,d**: tensione di progetto massima per flessione attorno a x. [daN/cm²]*
***σm,y,d**: tensione di progetto massima per flessione attorno a y. [daN/cm²]*
***fm**: resistenza di progetto a flessione comprensiva del coefficiente Kh. [daN/cm²]*
***Km**: coefficiente di redistribuzione delle tensioni e di disomogeneità del materiale.*
***formula**: indica se l'appoggio è fittizio o reale.*
***Tx**: taglio lungo x. [daN]*

***Ty**: taglio lungo y. [daN]*
***τx,d**: tensione tangenziale in direzione x. [daN/cm²]*
***τy,d**: tensione tangenziale in direzione y. [daN/cm²]*
***τd**: massima tensione tangenziale di progetto. [daN/cm²]*
***fv,d**: resistenza di progetto a taglio. [daN/cm²]*
***Kcr**: coefficiente per il calcolo della larghezza efficace della sezione.*
***Mt**: momento torcente. [daN·cm]*
***τtor,d**: massima tensione tangenziale di progetto per torsione. [daN/cm²]*
***Ksh**: coefficiente che tiene conto della forma della sezione.*
***Luce**: luce di verifica. [cm]*
***Kdef**: coefficiente di deformazione.*
***U,x**: spostamento lungo x. [cm]*
***U,y**: spostamento lungo y. [cm]*
***U**: spostamento di verifica. [cm]*
***Luce/U**: rapporto luce spostamento finale.*
***Valore limite**: valore limite per la verifica.*

2.1 // Asta 441: Trave in legno a livello Piano 2 fili 188-57 TRAVE "A"

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

2.1.1 Dati generali

Lunghezza = 702.5

2.1.1.1 Caratteristiche della sezione

Descrizione	Tipo	Base	Altezza	Area	Jx	Jy	Wx	Wy
R 14x52	Rettangolare	14	52	728	164042.67	11890.67	6309.33	1698.67

Materiale: GL 24h EN 14080

Rapporto luce/freccia elastica limite = 300

Rapporto luce/freccia elastica differita = 200

Mensola Y: Nessuno; Mensola X: Nessuno

Classe di servizio 1

2.1.2 Verifica trazione parallela alla fibratura D.M. 17-01-18 §4.4.8.1.1

σt,0,d <= ft,0,d

Kh = 1.014 (formula 11.7.2)

x	N	σt,0,d	ft,0,d	γ	Kmod	Durata	comb	coeff	Verifica
702.5	2138.33	2.94	147.75	1.45	1.1	Istantaneo	SLV, 12	50.3	Si

2.1.3 Verifica flessione D.M. 17-01-18 §4.4.8.1.6

σm,x,d/fm,x,d + Km*(σm,y,d/fm,y,d) <= 1

Km*(σm,x,d/fm,x,d) + σm,y,d/fm,y,d <= 1

Kh = 1.014 (formula 11.7.2)

x	Mx	My	σm,x,d	σm,y,d	fm	Km	γ	Kmod	Durata	comb	coeff	formula	Verifica
351.2	-911361.48	0	144.45	0	151.11	0.7	1.45	0.9	Breve	SLU, 134	1.05	4.4.5a	Si

2.1.4 Verifica taglio D.M. 17-01-18 §4.4.8.1.9

τd <= fv,d

x	Tx	Ty	τx,d	τy,d	τd	fv,d	γ	Kmod	Kcr	Durata	comb	coeff	Verifica
702.5	0	-5454.88	0	15.74	15.74	21.72	1.45	0.9	0.71	Breve	SLU, 134	1.38	Si

2.1.5 Verifica taglio+torsione D.M. 17-01-18 §4.4.8.1.11

$\tau tor,d/(Ksh*fv,d) + (\tau x,d/fv,d)^2 + (\tau y,d/fv,d)^2 <= 1$

Kh = 1.014 (formula 11.7.2)

x	Tx	Ty	Mt	τx,d	τy,d	τtor,d	fv,d	γ	Kmod	Kcr	Ksh	Durata	comb	coeff	Verifica
0	0	-5454.88	2.96	0	15.74	0	21.72	1.45	0.9	0.71	1.56	Breve	SLU, 134	1.91	Si

2.1.6 Verifica torsione D.M. 17-01-18 §4.4.8.1.10

$\tau tor,d <= Ksh * fv,d$

x	Mt	τtor,d	fv,d	γ	Kmod	Ksh	Durata	comb	coeff	Verifica
702.5	2.96	0	21.72	1.45	0.9	1.56	Breve	SLU, 134	32314.86	Si

2.1.7 Verifica della freccia istantanea totale D.M. 17-01-18 §C4.4.7 Circolare 7 21-01-19

Luce/U > limite

x	Luce	comb	Kdef	U,x	U,y	U	Luce/U	Valore limite	Verifica
351.2	702.5	SLE rara, 11	0	0	-1.86	1.86	378.52	300	Si

2.1.8 Verifica della freccia istantanea variabile D.M. 17-01-18 §4.4.7

Luce/U > limite

x	Luce	comb	Kdef	U,x	U,y	U	Luce/U	Valore limite	Verifica
351.2	702.5	SLE rara, 12	0	0	-0.89	0.89	787.14	300	Si

2.1.9 Verifica della freccia finale D.M. 17-01-18 §4.4.7 - EC5 2.2.3 (3)

Luce/U > limite

x	Luce	comb	Kdef	U,x	U,y	U	Luce/U	Valore limite	Verifica
351.2	702.5	SLE rara, 25	0.6	0	-2.43	2.43	288.62	200	Si

Coefficienti combinatori impiegati:

Pesi strutturali = 1,000 + 0,600 = 1,600

Permanenti portati = 1,000 + 0,600 = 1,600

Variabile C = 0,700 + 0,360 = 1,060

Neve = 0,500 + 0,500 = 1,000

Vento Y+ = 0,600 + 0,000 = 0,600

2.2 // Superelemento in legno "Fondazione"-"Piano 2" (4437; 9438) PILASTRO "B"

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

2.2.1 Dati generali

Superelemento di lunghezza complessiva L= 800 composto da:

asta 556: Colonna in legno tronco Fondazione - Piano 2 (44.367; 94.382) [m] (L = 390)

asta 557: Colonna in legno tronco Fondazione - Piano 2 (44.367; 94.382) [m] (L = 410)

2.2.1.1 Caratteristiche della sezione

Descrizione	Tipo	Base	Altezza	Area	Jx	Jy	Wx	Wy
R 22x36	Rettangolare	24	36	864	93312	41472	5184	3456

Materiale: GL 24h EN 14080

β,x = 1; β,y = 1

Rapporto luce/freccia elastica limite = 300

Rapporto luce/freccia elastica differita = 200

Mensola Y: Nessuno; Mensola X: Nessuno

Classe di servizio 1

2.2.2 Verifica di colonna soggetta a pressoflessione D.M. 17-01-18 §4.4.8.2.2

σc,0,d/(fc,0,d*Kcy)+ σm,y,d/fm,y,d + Km*(σm,x,d/fm,x,d) <= 1

σc,0,d/(fc,0,d*Kcx)+ Km*(σm,y,d/fm,y,d) + σm,x,d/fm,x,d <= 1

Kh = 1.052 (formula 11.7.2)

x	leff,x	leff,y	λ,x	λ,y	E0,05	σ,crit,x	σ,crit,y	λrel,x	λrel,y	βc	Kx	Kcx	Ky	Kcy
390	800	800	76.98	115.47	96000	159.89	71.06	1.23	1.84	0.1	1.3	0.58	2.27	0.28

x	N	Mx	My	σc,0,d	σm,x,d	σm,y,d	fc,0,k	fc,0,d	fm,k	fm,d	Km	γ	Kmod	Durata	comb	coeff	Verifica
390	-27008.35	-9436.27	2718.51	31.26	1.82	0.79	240	148.97	240	156.77	0.7	1.45	0.9	Breve	SLU, 134	1.3	Si

2.2.3 Verifica della freccia istantanea totale D.M. 17-01-18 §C4.4.7 Circolare 7 21-01-19

Luce/U > limite

x	Luce	comb	Kdef	U,x	U,y	U	Luce/U	Valore limite	Verifica
390	800	SLE rara, 20	0	0.01	0.06	0.06	12632.33	300	Si

2.2.4 Verifica della freccia istantanea variabile D.M. 17-01-18 §4.4.7

Luce/U > limite

x	Luce	comb	Kdef	U,x	U,y	U	Luce/U	Valore limite	Verifica
390	800	SLE rara, 2	0	0.01	-0.07	0.07	11752.96	300	Si

2.2.5 Verifica della freccia finale D.M. 17-01-18 §4.4.7 - EC5 2.2.3 (3)

Luce/U > limite

x	Luce	comb	Kdef	U,x	U,y	U	Luce/U	Valore limite	Verifica
390	800	SLE rara, 20	0.6	-0.02	0.08	0.08	10067.23	200	Si

Coefficienti combinatori impiegati:

Pesi strutturali = 1,000 + 0,600 = 1,600

Permanenti portati = 1,000 + 0,600 = 1,600

Variabile C = 0,700 + 0,360 = 1,060

Neve = 0,500 + 0,000 = 0,500

Vento Y+ = 0,600 + 0,400 = 1,000

2.3 // Superelemento in legno a "Piano 1" 191-24 TRAVE "C"

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

2.3.1 Dati generali

Superelemento di lunghezza complessiva L= 466.4 composto da:

asta 2: Trave in legno a livello Piano 1 fili 191-24 (L = 106.2)

asta 3: Trave in legno a livello Piano 1 fili 191-24 (L = 360.3)

2.3.1.1 Caratteristiche della sezione

Descrizione	Tipo	Base	Altezza	Area	Jx	Jy	Wx	Wy
R 18x72	Rettangolare	18	72	1296	559872	34992	15552	3888

Materiale: GL 24h EN 14080

β,x = 1; β,y = 1

Rapporto luce/freccia elastica limite = 300

Rapporto luce/freccia elastica differita = 200

Mensola Y: Nessuno; Mensola X: Nessuno

Classe di servizio 1

2.3.2 Verifica di colonna soggetta a pressoflessione D.M. 17-01-18 §4.4.8.2.2

σc,0,d/(fc,0,d*Kcy)+ σm,y,d/fm,y,d + Km*(σm,x,d/fm,x,d) <= 1

σc,0,d/(fc,0,d*Kcx)+ Km*(σm,y,d/fm,y,d) + σm,x,d/fm,x,d <= 1

x	leff,x	leff,y	λ,x	λ,y	E0,05	σ,crit,x	σ,crit,y	λrel,x	λrel,y	βc	Kx	Kcx	Ky	Kcy
106.2	466.4	466.4	22.44	89.76	96000	1881.43	117.59	0.36	1.43	0.1	0.57	0.99	1.58	0.45

x	N	Mx	My	σc,0,d	σm,x,d	σm,y,d	fc,0,k	fc,0,d	fm,k	fm,d	Km	γ	Kmod	Durata	comb	coeff	Verifica
106.2	-363.57	-819283.39	-62.4	0.28	52.68	0.02	240	132.41	240	132.41	0.7	1.45	0.8	Media	SLU, 139	2.5	Si

2.3.3 Verifica della stabilità laterale torsionale D.M. 17-01-18 §4.4.8.2.1

Sm,d <= Kcrit*fm,d

x	leff,y	λ,x	λ,y	E0,05	G0,05	σm,crit	Wx	Jt	λrel	Kcrit	λrel,x	λrel,y	βc	Kx	Kcx	Ky	Kcy
226.3	466.4	22.44	89.76	96000	5400	633.43	15552	117923	0.62	1							

x	N	Mx	My	σc,0,d	σm,d	fc,0,k	fm,k	fm,d	γ	Kmod	Durata	comb	coeff	Verifica
226.3	211.34	-1111963.54	11.08		71.5		240	132.41	1.45	0.8	Media	SLU, 139	1.85	Si

2.3.4 Verifica della freccia istantanea totale D.M. 17-01-18 §C4.4.7 Circolare 7 21-01-19

Luce/U > limite

x	Luce	comb	Kdef	U,x	U,y	U	Luce/U	Valore limite	Verifica
226.3	466.4	SLE rara, 37	0	0	-0.37	0.37	1246.97	300	Si

2.3.5 Verifica della freccia istantanea variabile D.M. 17-01-18 §4.4.7

Luce/U > limite

x	Luce	comb	Kdef	U,x	U,y	U	Luce/U	Valore limite	Verifica
226.3	466.4	SLE rara, 37	0	0	-0.16	0.16	2884.31	300	Si

2.3.6 Verifica della freccia finale D.M. 17-01-18 §4.4.7 - EC5 2.2.3 (3)

Luce/U > limite

x	Luce	comb	Kdef	U,x	U,y	U	Luce/U	Valore limite	Verifica
229.8	466.4	SLE rara, 35	0.6	0	-0.56	0.56	833.47	200	Si

Coefficienti combinatori impiegati:

Pesi strutturali = 1,000 + 0,600 = 1,600

Permanenti portati = 1,000 + 0,600 = 1,600

Variabile C = 0,700 + 0,660 = 1,360

Neve = 0,500 + 0,000 = 0,500

Vento Y+ = 0,600 + 0,000 = 0,600

2.4 // Superelemento in legno a "Piano 1" 413-414 TRAVE "D"

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

2.4.1 Dati generali

Superelemento di lunghezza complessiva L= 720.3 composto da:

asta 705: Trave in legno a livello Piano 1 fili 413-414 (L = 161.5)

asta 706: Trave in legno a livello Piano 1 fili 413-414 (L = 558.7)

2.4.1.1 Caratteristiche della sezione

Descrizione	Tipo	Base	Altezza	Area	Jx	Jy	Wx	Wy
R 18x76	Rettangolare	18	76	1368	658464	36936	17328	4104

Materiale: GL 24h EN 14080

β,x = 1; β,y = 1

Rapporto luce/freccia elastica limite = 300

Rapporto luce/freccia elastica differita = 200

Mensola Y: Nessuno; Mensola X: Nessuno

Classe di servizio 1

2.4.2 Verifica di colonna soggetta a pressoflessione D.M. 17-01-18 §4.4.8.2.2

σc,0,d/(fc,0,d*Kcy)+ σm,y,d/fm,y,d + Km*(σm,x,d/fm,x,d) <= 1

σc,0,d/(fc,0,d*Kcx)+ Km*(σm,y,d/fm,y,d) + σm,x,d/fm,x,d <= 1

x	leff,x	leff,y	λ,x	λ,y	E0,05	σ,crit,x	σ,crit,y	λrel,x	λrel,y	βc	Kx	Kcx	Ky	Kcy
366.4	720.3	720.3	32.83	138.61	96000	879.11	49.31	0.52	2.21	0.1	0.65	0.97	3.03	0.2

x	N	Mx	My	σc,0,d	σm,x,d	σm,y,d	fc,0,k	fc,0,d	fm,k	fm,d	Km	γ	Kmod	Durata	comb	coeff	Verifica
366.4	-176.78	-2212876.28	-6.62	0.13	127.71	0	240	132.41	240	132.41	0.7	1.45	0.8	Media	SLU, 139	1.04	Si

2.4.3 Verifica della stabilità laterale torsionale D.M. 17-01-18 §4.4.8.2.1

$(σm,d/(Kcrit*fm,d))^2$ + σc,0,d/Kcx*fc,0,d <= 1

x	leff,y	λ,x	λ,y	E0,05	G0,05	σm,crit	Wx	Jt	λrel	Kcrit	λrel,x	λrel,y	βc	Kx	Kcx	Ky	Kcy
366.4	720.3	32.83	138.61	96000	5400	390.52	17328	125699	0.78	0.97	0.52	2.21	0.1	0.65	0.97	3.03	0.2

x	N	Mx	My	σc,0,d	σm,d	fc,0,k	fm,k	fm,d	γ	Kmod	Durata	comb	coeff	Verifica
366.4	-176.78	-2212876.28	-6.62	0.13	127.71	240	240	132.41	1.45	0.8	Media	SLU, 139	1.01	Si

2.4.4 Verifica della freccia istantanea totale D.M. 17-01-18 §C4.4.7 Circolare 7 21-01-19

Luce/U > limite

x	Luce	comb	Kdef	U,x	U,y	U	Luce/U	Valore limite	Verifica
366.4	720.3	SLE rara, 36	0	0.07	-1.27	1.27	566.42	300	Si

2.4.5 Verifica della freccia istantanea variabile D.M. 17-01-18 §4.4.7

Luce/U > limite

x	Luce	comb	Kdef	U,x	U,y	U	Luce/U	Valore limite	Verifica
366.4	720.3	SLE rara, 36	0	0.07	-0.55	0.55	1306.92	300	Si

2.4.6 Verifica della freccia finale D.M. 17-01-18 §4.4.7 - EC5 2.2.3 (3)

Luce/U > limite

x	Luce	comb	Kdef	U,x	U,y	U	Luce/U	Valore limite	Verifica
371.8	720.3	SLE rara, 37	0.6	-0.13	-1.9	1.9	378.5	200	Si

Coefficienti combinatori impiegati:

Pesi strutturali = 1,000 + 0,600 = 1,600

Permanenti portati = 1,000 + 0,600 = 1,600

Variabile C = 0,700 + 0,660 = 1,360

Neve = 0,500 + 0,000 = 0,500

Vento X+ = 0,600 + 0,000 = 0,600

2.5 // Superelemento in legno a "Piano 1" (5528; 9152)-359 TRAVE "E"

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

2.5.1 Dati generali

Superelemento di lunghezza complessiva L= 458.4 composto da:

asta 693: Trave in legno a livello Piano 1 (55.283; 91.515) filo 359 [m] (L = 30.5)

asta 694: Trave in legno a livello Piano 1 (55.283; 91.515) filo 359 [m] (L = 427.9)

2.5.1.1 Caratteristiche della sezione

Descrizione	Tipo	Base	Altezza	Area	Jx	Jy	Wx	Wy
R 22x48	Rettangolare	22	48	1056	202752	42592	8448	3872

Materiale: GL 24h EN 14080

β,x = 1; β,y = 1

Rapporto luce/freccia elastica limite = 350

Rapporto luce/freccia elastica differita = 300

Mensola Y: Nessuno; Mensola X: Nessuno

Classe di servizio 1

2.5.2 Verifica di colonna soggetta a pressoflessione D.M. 17-01-18 §4.4.8.2.2

σc,0,d/(fc,0,d*Kcy)+ σm,y,d/fm,y,d + Km*(σm,x,d/fm,x,d) <= 1

σc,0,d/(fc,0,d*Kcx)+ Km*(σm,y,d/fm,y,d) + σm,x,d/fm,x,d <= 1

Kh = 1.023 (formula 11.7.2)

x	leff,x	leff,y	λ,x	λ,y	E0,05	σ,crit,x	σ,crit,y	λrel,x	λrel,y	βc	Kx	Kcx	Ky	Kcy
244.5	458.4	458.4	33.08	72.18	96000	865.76	181.87	0.53	1.15	0.1	0.65	0.97	1.2	0.64

x	N	Mx	My	σc,0,d	σm,x,d	σm,y,d	fc,0,k	fc,0,d	fm,k	fm,d	Km	γ	Kmod	Durata	comb	coeff	Verifica
244.5	-0.11	-738212.96	-0.23	0	87.38	0	240	148.97	240	152.33	0.7	1.45	0.9	Breve	SLU, 107	1.74	Si

2.5.3 Verifica della stabilità laterale torsionale D.M. 17-01-18 §4.4.8.2.1

Sm,d <= Kcrit*fm,d

Kh = 1.023 (formula 11.7.2)

x	leff,y	λ,x	λ,y	E0,05	G0,05	σm,crit	Wx	Jt	λrel	Kcrit	λrel,x	λrel,y	βc	Kx	Kcx	Ky	Kcy
244.5	458.4	33.08	72.18	96000	5400	1326.97	8448	121174.2	0.43	1							

x	N	Mx	My	σc,0,d	σm,d	fc,0,k	fm,k	fm,d	γ	Kmod	Durata	comb	coeff	Verifica
244.5	5.9	-780047.28	-0.36		92.34		240	135.4	1.45	0.8	Media	SLU, 139	1.47	Si

2.5.4 Verifica della freccia istantanea totale D.M. 17-01-18 §C4.4.7 Circolare 7 21-01-19

Luce/U > limite

x	Luce	comb	Kdef	U,x	U,y	U	Luce/U	Valore limite	Verifica
230.2	458.4	SLE rara, 28	0	0	-0.59	0.59	780.81	350	Si

2.5.5 Verifica della freccia istantanea variabile D.M. 17-01-18 §4.4.7

Luce/U > limite

x	Luce	comb	Kdef	U,x	U,y	U	Luce/U	Valore limite	Verifica
230.2	458.4	SLE rara, 28	0	0	-0.44	0.44	1037.96	350	Si

2.5.6 Verifica della freccia finale D.M. 17-01-18 §4.4.7 - EC5 2.2.3 (3)

Luce/U > limite

x	Luce	comb	Kdef	U,x	U,y	U	Luce/U	Valore limite	Verifica
231.2	458.4	SLE rara, 32	0.6	0	-0.83	0.83	555.18	300	Si

Coefficienti combinatori impiegati:

Pesi strutturali = 1,000 + 0,600 = 1,600

Permanenti portati = 1,000 + 0,600 = 1,600

Variabile C = 0,700 + 0,660 = 1,360

Vento X+ = 0,600 + 0,000 = 0,600

2.6 // Superelemento in legno a "Piano 2" 413-414 TRAVE "F"

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

2.6.1 Dati generali

Superelemento di lunghezza complessiva L= 720.3 composto da:

asta 707: Trave in legno a livello Piano 2 fili 413-414 (L = 161.5)

asta 708: Trave in legno a livello Piano 2 fili 413-414 (L = 558.7)

2.6.1.1 Caratteristiche della sezione

Descrizione	Tipo	Base	Altezza	Area	Jx	Jy	Wx	Wy
R 12x96	Rettangolare	12	96	1152	884736	13824	18432	2304

Materiale: GL 24h EN 14080

β,x = 1; β,y = 1

Rapporto luce/freccia elastica limite = 300

Rapporto luce/freccia elastica differita = 200

Mensola Y: Nessuno; Mensola X: Nessuno

Classe di servizio 1

2.6.2 Verifica di colonna soggetta a pressoflessione D.M. 17-01-18 §4.4.8.2.2

σc,0,d/(fc,0,d*Kcy)+ σm,y,d/fm,y,d + Km*(σm,x,d/fm,x,d) <= 1

σc,0,d/(fc,0,d*Kcx)+ Km*(σm,y,d/fm,y,d) + σm,x,d/fm,x,d <= 1

x	leff,x	leff,y	λ,x	λ,y	E0,05	σ,crit,x	σ,crit,y	λrel,x	λrel,y	βc	Kx	Kcx	Ky	Kcy
366.4	720.3	720.3	25.99	207.92	96000	1402.69	21.92	0.41	3.31	0.1	0.59	0.99	6.13	0.09

x	N	Mx	My	σc,0,d	σm,x,d	σm,y,d	fc,0,k	fc,0,d	fm,k	fm,d	Km	γ	Kmod	Durata	comb	coeff	Verifica
366.4	-7299.91	-295376.8	70.21	6.34	16.03	0.03	240	182.07	240	182.07	0.7	1.45	1.1	Istantaneo	SLV, 11	2.2	Si

2.6.3 Verifica della stabilità laterale torsionale D.M. 17-01-18 §4.4.8.2.1

Sm,d <= Kcrit*fm,d

x	leff,y	λ,x	λ,y	E0,05	G0,05	σm,crit	Wx	Jt	λrel	Kcrit	λrel,x	λrel,y	βc	Kx	Kcx	Ky	Kcy
403.6	720.3	25.99	207.92	96000	5400	142.98	18432	50941.4	1.3	0.59							

x	N	Mx	My	σc,0,d	σm,d	fc,0,k	fm,k	fm,d	γ	Kmod	Durata	comb	coeff	Verifica
403.6	161.19	-796740.25	8435.62		46.89		240	182.07	1.45	1.1	Istantaneo	SLU, 124	2.28	Si

2.6.4 Verifica della freccia istantanea totale D.M. 17-01-18 §C4.4.7 Circolare 7 21-01-19

Luce/U > limite

x	Luce	comb	Kdef	U,x	U,y	U	Luce/U	Valore limite	Verifica
478.1	720.3	SLE rara, 22	0	-0.39	-0.29	0.39	1846.96	300	Si

2.6.5 Verifica della freccia istantanea variabile D.M. 17-01-18 §4.4.7

Luce/U > limite

x	Luce	comb	Kdef	U,x	U,y	U	Luce/U	Valore limite	Verifica
478.1	720.3	SLE rara, 22	0	-0.39	-0.09	0.39	1847.75	300	Si

2.6.6 Verifica della freccia finale D.M. 17-01-18 §4.4.7 - EC5 2.2.3 (3)

Luce/U > limite

x	Luce	comb	Kdef	U,x	U,y	U	Luce/U	Valore limite	Verifica
371.8	720.3	SLE rara, 27	0.6	-0.23	-0.51	0.51	1422.36	200	Si

Coefficienti combinatori impiegati:

Pesi strutturali = 1,000 + 0,600 = 1,600

Permanenti portati = 1,000 + 0,600 = 1,600

Variabile C = 0,700 + 0,360 = 1,060

Neve = 0,500 + 0,500 = 1,000

Vento X+ = 0,600 + 0,000 = 0,600

2.7 // Superelemento in legno a "Piano 2" (4887; 7889)-(4887; 10684) TRAVE "G"

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

2.7.1 Dati generali

Superelemento di lunghezza complessiva L= 1549 composto da:

asta 589: Trave in legno a livello Piano 2 (48.867; 78.892) (48.867; 97.632) [m] (L = 160.1)

asta 590: Trave in legno a livello Piano 2 (48.867; 78.892) (48.867; 97.632) [m] (L = 185.7)

asta 591: Trave in legno a livello Piano 2 (48.867; 78.892) (48.867; 97.632) [m] (L = 300)

asta 592: Trave in legno a livello Piano 2 (48.867; 78.892) (48.867; 97.632) [m] (L = 300)

asta 593: Trave in legno a livello Piano 2 (48.867; 78.892) (48.867; 97.632) [m] (L = 300)

asta 594: Trave in legno a livello Piano 2 (48.867; 78.892) (48.867; 97.632) [m] (L = 303.2)

2.7.1.1 Caratteristiche della sezione

Descrizione	Tipo	Base	Altezza	Area	Jx	Jy	Wx	Wy
R 22x152	Rettangolare	22	152	3344	6438314.67	134874.67	84714.67	12261.33

Materiale: GL 24h EN 14080

β,x = 0.7; β,y = 0.7

Rapporto luce/freccia elastica limite = 300

Rapporto luce/freccia elastica differita = 200

Mensola Y: Nessuno; Mensola X: Nessuno

Classe di servizio 1

2.7.2 Verifica di colonna soggetta a pressoflessione D.M. 17-01-18 §4.4.8.2.2

σc,0,d/(fc,0,d*Kcy)+ σm,y,d/fm,y,d + Km*(σm,x,d/fm,x,d) <= 1

σc,0,d/(fc,0,d*Kcx)+ Km*(σm,y,d/fm,y,d) + σm,x,d/fm,x,d <= 1

x	leff,x	leff,y	λ,x	λ,y	E0,05	σ,crit,x	σ,crit,y	λrel,x	λrel,y	βc	Kx	Kcx	Ky	Kcy
945.8	1084.3	1084.3	24.71	170.73	96000	1551.58	32.5	0.39	2.72	0.1	0.58	0.99	4.31	0.13

x	N	Mx	My	σc,0,d	σm,x,d	σm,y,d	fc,0,k	fc,0,d	fm,k	fm,d	Km	γ	Kmod	Durata	comb	coeff	Verifica
945.8	-569.98	7391026.72	117.63	0.17	87.25	0.01	240	182.07	240	182.07	0.7	1.45	1.1	Istantaneo	SLU, 140	2.08	Si

2.7.3 Verifica della stabilità laterale torsionale D.M. 17-01-18 §4.4.8.2.1

Sm,d <= Kcrit*fm,d

x	leff,y	λ,x	λ,y	E0,05	G0,05	σm,crit	Wx	Jt	λrel	Kcrit	λrel,x	λrel,y	βc	Kx	Kcx	Ky	Kcy
945.8	1084.3	24.71	170.73	96000	5400	200.25	84714.7	490304.9	1.09	0.74							

x	N	Mx	My	σc,0,d	σm,d	fc,0,k	fm,k	fm,d	γ	Kmod	Durata	comb	coeff	Verifica
945.8	95.78	7392198.03	226.45		87.28		240	132.41	1.45	0.8	Media	SLU, 139	1.12	Si

2.7.4 Verifica della freccia istantanea totale D.M. 17-01-18 §C4.4.7 Circolare 7 21-01-19

Luce/U > limite

x	Luce	comb	Kdef	U,x	U,y	U	Luce/U	Valore limite	Verifica
845.8	1549	SLE rara, 32	0	0	1.65	1.65	937.69	300	Si

2.7.5 Verifica della freccia istantanea variabile D.M. 17-01-18 §4.4.7

Luce/U > limite

x	Luce	comb	Kdef	U,x	U,y	U	Luce/U	Valore limite	Verifica
825.8	1549	SLE rara, 32	0	0	1.48	1.48	1043.42	300	Si

2.7.6 Verifica della freccia finale D.M. 17-01-18 §4.4.7 - EC5 2.2.3 (3)

Luce/U > limite

x	Luce	comb	Kdef	U,x	U,y	U	Luce/U	Valore limite	Verifica
867.3	1549	SLE rara, 32	0.6	0	2.29	2.29	676.34	200	Si

Coefficienti combinatori impiegati:

Pesi strutturali = 1,000 + 0,600 = 1,600

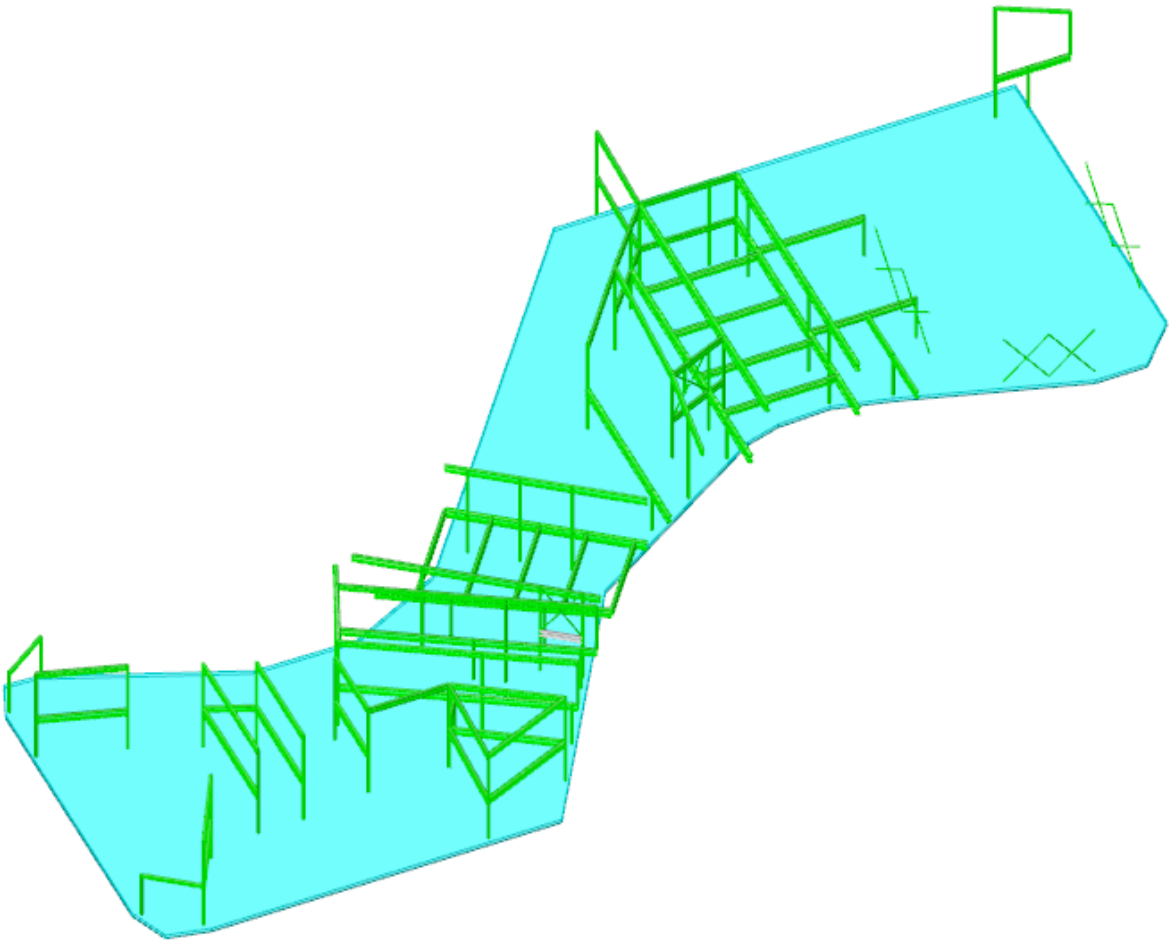
Permanenti portati = 1,000 + 0,600 = 1,600

Variabile C = 0,700 + 0,660 = 1,360

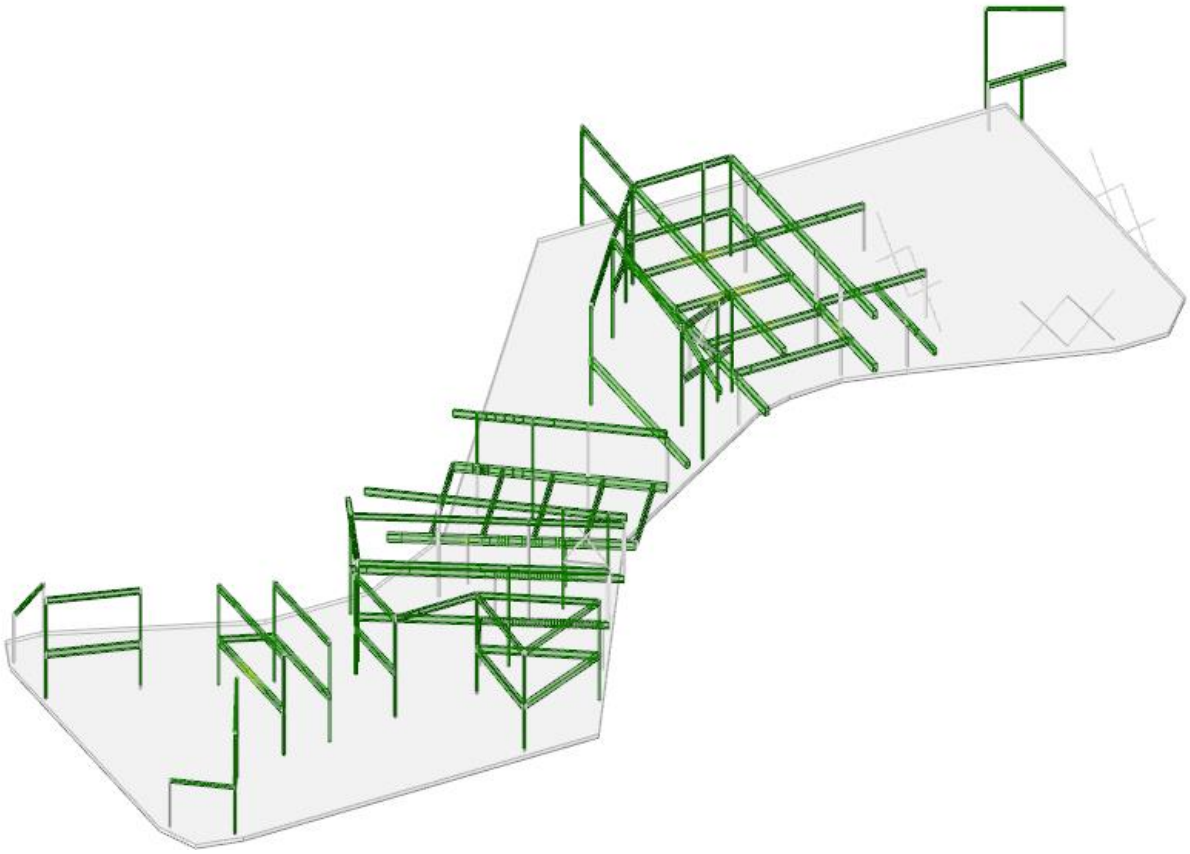
Vento X+ = 0,600 + 0,000 = 0,600

3 // FASCICOLO DEI CALCOLI ELEMENTI IN ACCIAIO

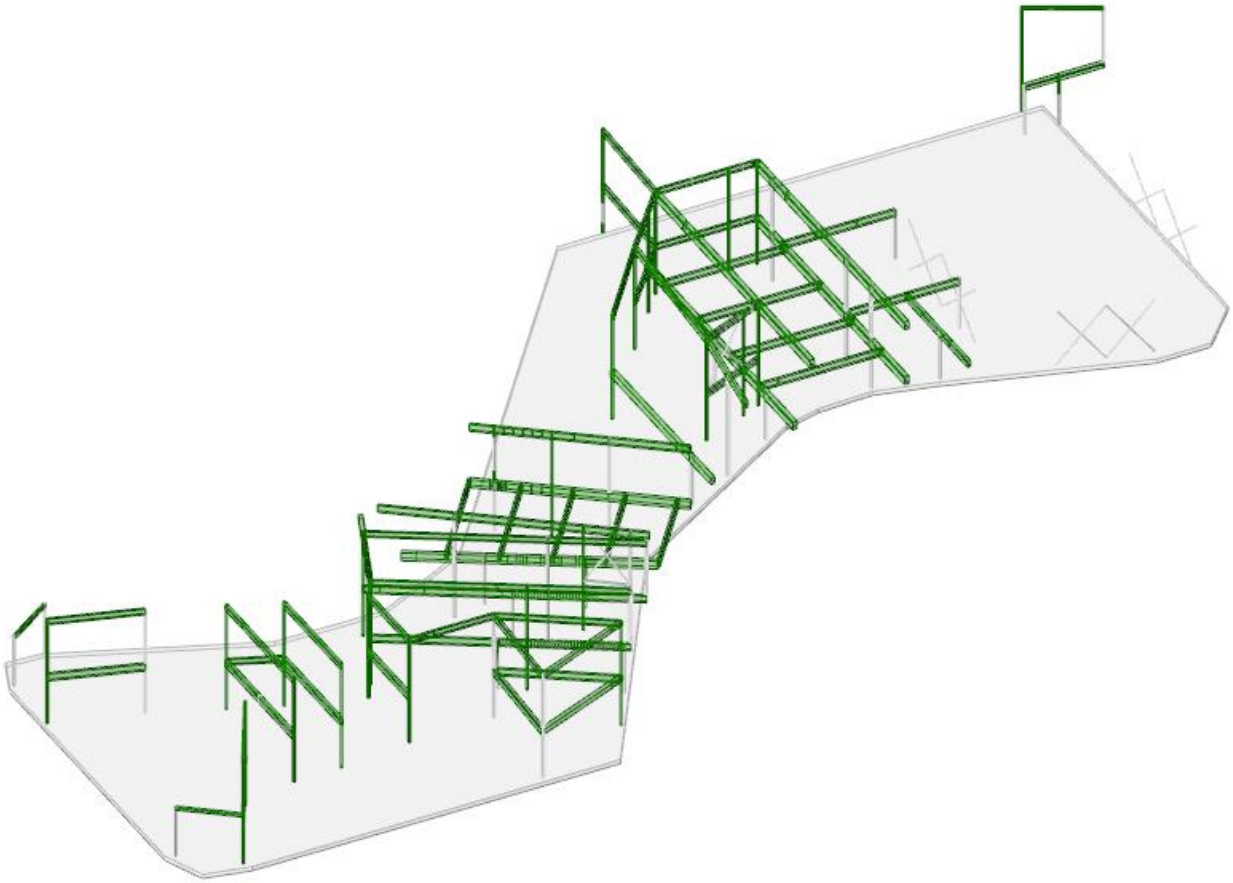
Si riportano di seguito le schermate di verifica degli elementi in legno e a seguire le schermate le percentuali di sfruttamento delle pareti in relazione al comportamento



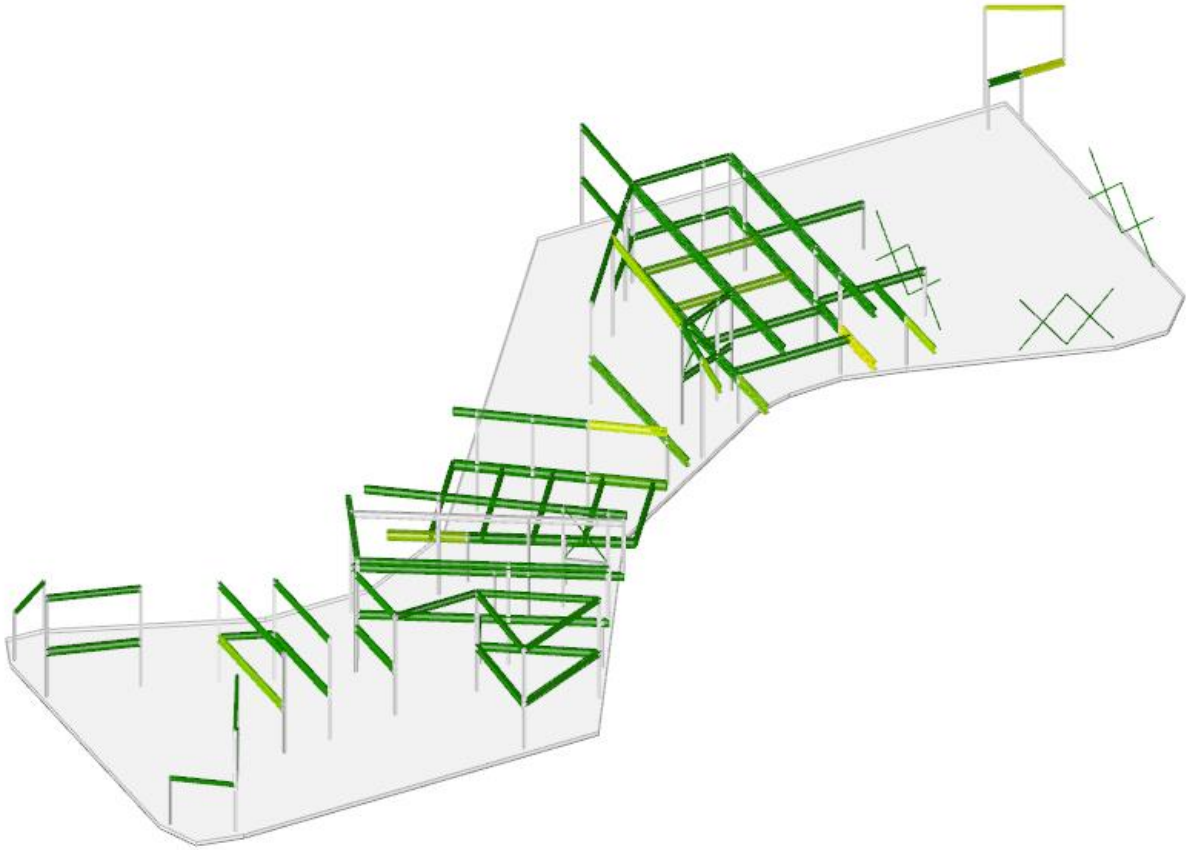
SCHERMATA DI VERIFICA ELEMENTI IN ACCIAIO



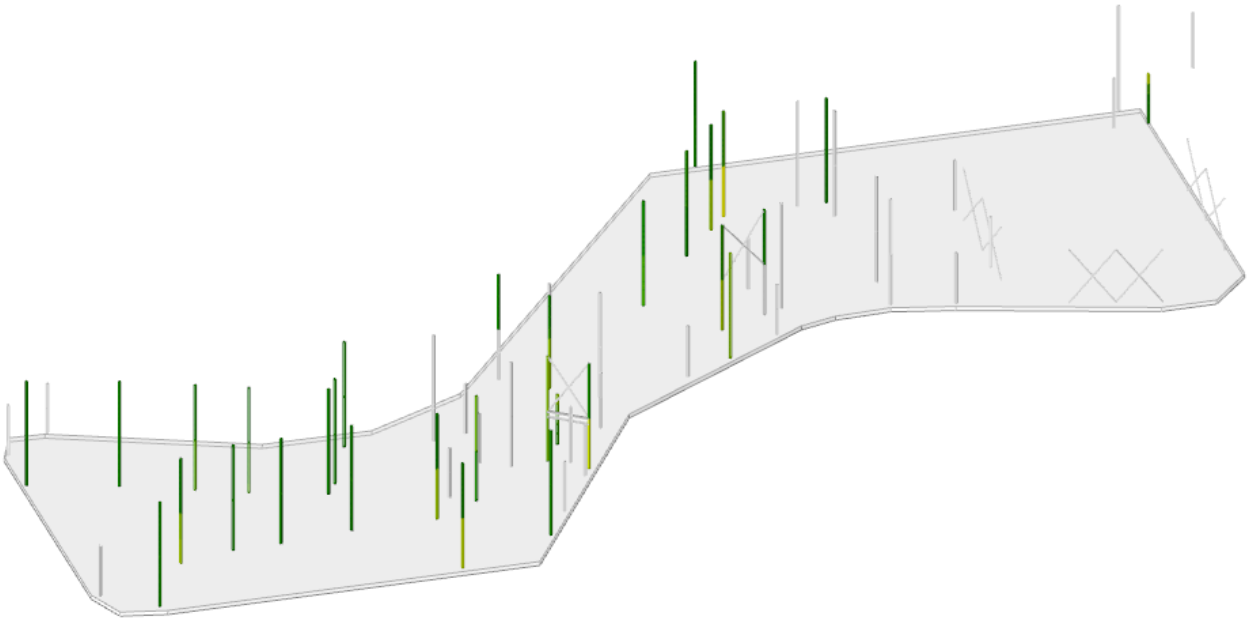
PERCENTUALE SFRUTTAMENTO FLESSIONE



PERCENTUALE SFRUTTAMENTO TAGLIO

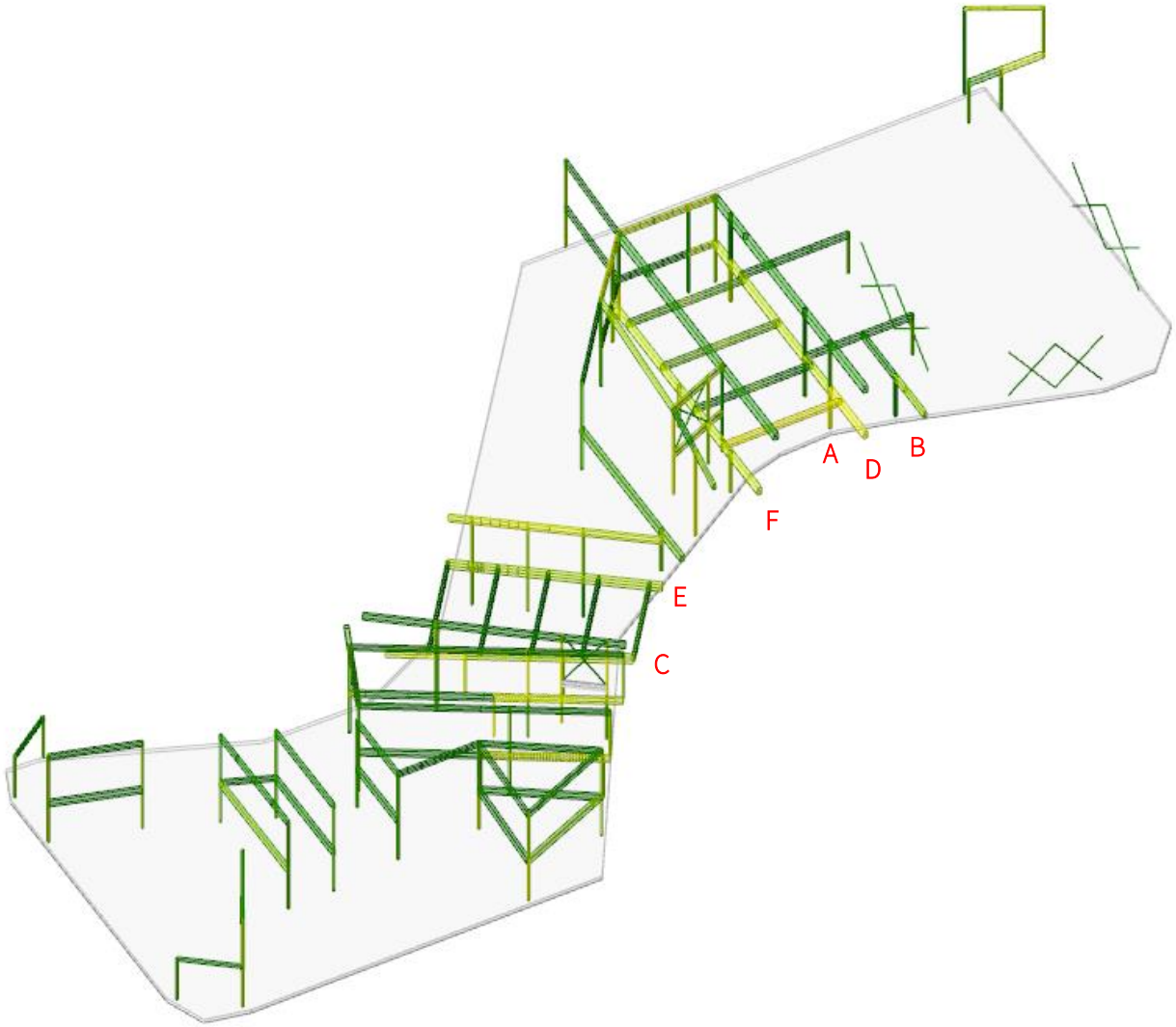


PERCENTUALE SFRUTTAMENTO DEFORMAZIONE TOTALE



PERCENTUALE SFRUTTAMENTO STABILITA' PRESSOFLESSIONE PILASTRI IN ACCIAIO

Si riportano di seguito le verifiche degli elementi più sollecitati, mentre le restanti verifiche sono riportate nel documento "FRN-E-03D-FASCICOLO DEI CALCOLI ELEMENTI IN ACCIAIO".



3.1.1 1.1.1 Verifiche superelementi aste acciaio laminate

Le unità di misura elencate nel capitolo sono in [cm, daN, deg] ove non espressamente specificato.

***Sezione**: sezione in acciaio.*
***Rotazione**: rotazione della sezione. [deg]*
***Area**: area inerziale nel sistema geometrico centrato nel baricentro. [cm²]*
***Jx**: momento d'inerzia attorno all'asse orizzontale baricentrico di definizione della sezione. [cm4]*
***Jy**: momento d'inerzia attorno all'asse verticale baricentrico di definizione della sezione. [cm4]*
***ix**: raggio di inerzia relativo all'asse x. [cm]*
***iy**: raggio di inerzia relativo all'asse y. [cm]*
***Wx**: modulo di resistenza elastico minimo relativo all'asse x. [cm³]*
***Wy**: modulo di resistenza elastico minimo relativo all'asse y. [cm³]*
***Wplx**: modulo di resistenza plastico relativo all'asse x. [cm³]*
***Wply**: modulo di resistenza plastico relativo all'asse y. [cm³]*
***X**: distanza dal nodo iniziale. [cm]*
***Comb.**: combinazione di verifica.*

***Sfruttamento**: rapporto di sfruttamento per la verifica in esame, inverso del coefficiente di sicurezza. Verificato se minore o uguale di 1.*
***Classe**: classe della sezione.*
***NEd**: sollecitazione assiale. [daN]*
***Nc,Rd**: resistenza assiale a compressione ridotta per taglio. [daN]*
***Nt,Rd**: resistenza assiale a trazione ridotta per taglio. [daN]*
***Riduzione da taglio**: rapporto tra la resistenza assiale ridotta per taglio e la resistenza assiale.*
***ρx**: coefficiente di riduzione della resistenza di snervamento per taglio in direzione x.*
***ρy**: coefficiente di riduzione della resistenza di snervamento per taglio in direzione y.*
***Verifica**: stato di verifica.*
***VEd**: sollecitazione di taglio. [daN]*
***Vc,Rd**: resistenza a taglio. [daN]*
***Av**: area resistenza a taglio. [cm²]*
***Interazione taglio-torsione**: indica se è possibile ridurre il taglio resistente per presenza di torsione.*
***Riduzione torsione**: coefficiente riduttivo della resistenza a taglio per presenza di torsione.*
***Sfruttamento torsione**: rapporto tra TEd e TRd.*
***TEd**: sollecitazione torcente. [daN·cm]*
***TRd**: resistenza a torsione. [daN·cm]*
***Riduzione taglio resistente**: indica se è possibile ridurre il taglio resistente per presenza di torsione.*
***Sfruttamento taglio-torsione**: τEd,totale / (0.5 * τRd). Non verificato se maggiore di 1.*
***τEd,totale**: somma delle tensioni tangenziali totale derivanti da taglio e torsione. [daN/cm²]*
***τRd**: tensione tangenziale resistente. [daN/cm²]*
***Mx,Ed**: sollecitazione flettente attorno x-x. [daN·cm]*
***Mx,Rd**: resistenza a flessione attorno x-x ridotta per taglio. [daN·cm]*
***Rid. Mx,Rd da VEd**: rapporto tra la resistenza flettente ridotta per taglio e la resistenza flettente attorno x-x.*
***My,Ed**: sollecitazione flettente attorno y-y. [daN·cm]*
***My,Rd**: resistenza a flessione attorno y-y ridotta per taglio. [daN·cm]*
***Rid. My,Rd da VEd**: rapporto tra la resistenza flettente ridotta per taglio e la resistenza flettente attorno y-y.*
***α**: esponente α per flessione deviata.*
***β**: esponente β per flessione deviata.*
***NRd**: resistenza assiale ridotta per taglio. [daN]*
***Rid. NRd da VEd**: rapporto tra la resistenza assiale ridotta per taglio e la resistenza assiale.*
***Mx,Rd**: resistenza a flessione attorno x-x ridotta. [daN·cm]*
***Rid. Mx,Rd da NEd**: rapporto tra la resistenza flettente ridotta per sforzo normale e taglio e la resistenza flettente ridotta per taglio attorno x-x.*
***My,Rd**: resistenza a flessione attorno y-y ridotta. [daN·cm]*
***Rid. My,Rd da NEd**: rapporto tra la resistenza flettente ridotta per sforzo normale e taglio e la resistenza flettente ridotta per taglio attorno y-y.*
***Numero rit.**: numero del ritegno.*
***Presente**: indica se il ritegno è presente o meno.*
***Ascissa**: ascissa del ritegno rispetto al nodo iniziale del superelemento o ascissa iniziale e finale della campata. [cm]*
***Campata**: campata tra i ritegni.*
***βx/m**: coefficiente di lunghezza efficace per rotazione attorno a x/m.*
***Vincolo a entrambi estremi**: indica se il tratto è vincolato a entrambi gli estremi.*
***λx/m**: snellezza attorno a x/m del tratto tra i due ritegni.*
***λVer**: snellezza accettabile.*
***βy/n**: coefficiente di lunghezza efficace per rotazione attorno a y/n.*
***k,LT**: coefficiente di lunghezza efficace per rotazione nel calcolo del momento critico ENV1993-1-1 F 1.2(3).*
***kw,LT**: coefficiente di lunghezza efficace per ingobbamento nel calcolo del momento critico ENV1993-1-1 F 1.2(4).*
***λy/n**: snellezza attorno a y/n del tratto tra i due ritegni.*
***Obblig.**: indica se la verifica è obbligatoria da norma.*
***Mb,Rd,x**: momento resistente di progetto per l'instabilità per sollecitazione flettente attorno l'asse x-x. [daN·cm]*
***χ,LT**: coefficiente di riduzione per instabilità flesso-torsionale.*
***λ adim. LT**: snellezza adimensionale per instabilità flesso-torsionale.*
***L,LT**: distanza tra due ritegni torsionali. [cm]*
***M,critico**: momento critico. [daN·cm]*
***Mx,Eff,Ed**: momento interno efficace di verifica attorno x-x secondo ENV1993-1-1 §5.5.3. [daN·cm]*
***kLT**: valore di kLT.*
***ky**: valore di ky.*
***Wx**: modulo resistente della sezione per inflessione attorno all'asse x-x. [cm³]*
***Wy**: modulo resistente della sezione per inflessione attorno all'asse y-y. [cm³]*
***NRk**: resistenza caratteristica assiale. [daN]*
***Mx,Ed max**: momento sollecitante massimo attorno l'asse x-x tra due ritegni all'inflessione attorno x-x. [daN·cm]*
***Mx,Rk**: resistenza caratteristica a flessione attorno l'asse x-x. [daN·cm]*
***My,Ed max**: momento sollecitante massimo attorno l'asse y-y tra due ritegni all'inflessione attorno y-y. [daN·cm]*
***My,Rk**: resistenza caratteristica a flessione attorno l'asse y-y. [daN·cm]*
***χ,x**: coefficiente di riduzione per inflessione attorno l'asse x-x.*
***χ,y**: coefficiente di riduzione per inflessione attorno l'asse y-y.*

***kxx**: valore di kxx.*
***kxy**: valore di kxy.*
***kyx**: valore di kyx.*
***kyy**: valore di kyy.*
***η**: valore di η.*
***hw**: altezza dell'anima. [cm]*
***tw**: spessore dell'anima. [cm]*
***hw/tw max**: rapporto tra hw e tw massimo.*
***Ascissa freccia**: ascissa della massima freccia. [cm]*
***Combinazione**: combinazione di verifica in cui è ricavata la freccia.*
***Freccia**: massima freccia. [cm]*
***Luce**: luce di verifica. [cm]*
***L/f**: rapporto luce su freccia.*
***L/f,min**: minimo rapporto luce su freccia consentito.*
***Tipo**: freccia calcolata considerando le sole condizioni variabili o tutte le condizioni (totale) all'interno della combinazione di verifica.*
***Nb,Rd**: resistenza a instabilità della membratura compressa. [daN]*
***χ,min**: coefficiente di riduzione minimo.*
***l0 x/m**: lunghezza libera di inflessione per inflessione attorno l'asse x-x / m-m. [cm]*
***l0 y/n**: lunghezza libera di inflessione per inflessione attorno l'asse y-y / n-n. [cm]*
***λ adim. x/m**: snellezza adimensionale per inflessione attorno l'asse x-x / m-m.*
***λ adim. y/n**: snellezza adimensionale per inflessione attorno l'asse y-y / n-n.*
***N,crit x/m**: carico critico per inflessione attorno all'asse x-x / m-m. [daN]*
***N,crit y/n**: carico critico per inflessione attorno all'asse y-y / n-n. [daN]*
***Area,eff**: area della sezione efficace. [cm²]*
***Wx+,eff**: modulo elastico della sezione efficace per Mx positivo. [cm³]*
***Wx-,eff**: modulo elastico della sezione efficace per Mx negativo. [cm³]*
***Wy+,eff**: modulo elastico della sezione efficace per My positivo. [cm³]*
***Wy-,eff**: modulo elastico della sezione efficace per My negativo. [cm³]*
***eNx**: eccentricità in direzione x del baricentro della sezione efficace rispetto a quello della sezione lorda. [cm]*
***eNy**: eccentricità in direzione y del baricentro della sezione efficace rispetto a quello della sezione lorda. [cm]*

3.1.1.1 Superelemento in acciaio "cordolo"-"Piano I" (5058; 7074) PILASTRO "A"

Caratteristiche del materiale

Acciaio: S275, fyk = 2750

Caratteristiche geometriche

Lunghezza: 370

Nodo iniziale: 50796 Nodo finale: 62735

Cerniera iniziale: Svincolo: M2, M3 Cerniera finale: Svincolo: M2, M3

Sovraresistenza: 0% Sisma Z: No

Caratteristiche della sezione

Sezione	Rotazione	Area	Jx	Jy	ix	iy	Wx	Wy	Wplx	Wply
EN10219 177,8x8	0	42.68	1541.44	1541.44	6.01	6.01	173.39	173.39	230.83	230.83

Verifiche di resistenza

Verifiche a forza assiale §4.2.4.1.2.1 - §4.2.4.1.2.2 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd	Riduzione da taglio	ρx	ρy	Verifica
0	SLU 147	0.627	1	-70044.2	111768.9		1	0	0	Si

Verifiche a forza assiale SLD §4.2.4.1.2.1 - §4.2.4.1.2.2 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd	Riduzione da taglio	ρx	ρy	Verifica
0	SLD 7	0.346	1	-38679.8	111768.9		1	0	0	Si

Verifica a torsione §4.2.4.1.2.5 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento torsione	TEd	TRd	Riduzione taglio resistente	Sfruttamento taglio-torsione	τEd,totale	τRd	Verifica
370	SLV 11	0.002	829.1	547858	Considerata				Si

Verifica a torsione SLD §4.2.4.1.2.5 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento torsione	TEd	TRd	Riduzione taglio resistente	Sfruttamento taglio-torsione	τEd,totale	τRd	Verifica
0	SLD 11	0.001	525.5	547858	Considerata				Si

Verifiche ad instabilità

Caratteristiche iniziali

Membratura principale per controllo snellezza; Calcolo di snellezze ed N critici condotti secondo gli assi principali;

Curva X: c; Curva Y: c;

Svergolamento: Nessuno; la verifica a instabilità flesso-torsionale (svergolamento) non verrà eseguita.

Dati per instabilità attorno a x

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	βx/m	Vincolo a entrambi estremi	λx/m	λVer
1	Si	0					
			1-2	1	Si	61.6	Si, (<200)
2	Si	370					

Dati per instabilità attorno a y

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	βy/n	Vincolo a entrambi estremi	λy/n	λVer
1	Si	0					
			1-2	1	Si	61.6	Si, (<200)
2	Si	370					

Verifica di stabilità membrature compresse §4.2.4.1.3.1 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Obblig.	NEd	Nb,Rd	χ,min	l0 x/m	l0 y/n	λ adim. x/m	λ adim. y/n	N,crit x/m	N,crit y/n	Verifica
0	SLU 147	0.872	1	Si	-70044.2	80364.1	0.719	370	370	0.709	0.709	233368.1	233368.1	Si

Verifica di stabilità membrature compresse SLD §4.2.4.1.3.1 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Obblig.	NEd	Nb,Rd	χ,min	l0 x/m	l0 y/n	λ adim. x/m	λ adim. y/n	N,crit x/m	N,crit y/n	Verifica
0	SLD 7	0.481	1	Si	-38679.8	80364.1	0.719	370	370	0.709	0.709	233368.1	233368.1	Si

Verifiche a deformabilità

Mensola X: No; Mensola Y: No.

Verifiche non eseguite in quanto il superelemento è verticale.

3.1.1.2 Superelemento in acciaio "cordolo"-"Piano 1" filo 276 PILASTRO "B"

Caratteristiche del materiale

Acciaio: S275, fyk = 2750

Caratteristiche geometriche

Lunghezza: 370

Nodo iniziale: 50938 Nodo finale: 62850

Cerniera iniziale: Svincolo: M2, M3 Cerniera finale: Svincolo: M2, M3

Sovraresistenza: 0% Sisma Z: No

Caratteristiche della sezione

Sezione	Rotazione	Area	Jx	Jy	ix	iy	Wx	Wy	Wplx	Wply
EN10219 177,8x8	0	42.68	1541.44	1541.44	6.01	6.01	173.39	173.39	230.83	230.83

Verifiche di resistenza

Verifiche a forza assiale §4.2.4.1.2.1 - §4.2.4.1.2.2 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd	Riduzione da taglio	ρx	ρy	Verifica
0	SLU 147	0.303	1	-33831.9	111768.9		1	0	0	Si

Verifiche a forza assiale SLD §4.2.4.1.2.1 - §4.2.4.1.2.2 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd	Riduzione da taglio	ρx	ρy	Verifica
0	SLD 5	0.171	1	-19105.3	111768.9		1	0	0	Si

Verifica a torsione §4.2.4.1.2.5 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento torsione	TEd	TRd	Riduzione taglio resistente	Sfruttamento taglio-torsione	τEd,totale	τRd	Verifica
370	SLV 6	0.002	-918.2	547858	Considerata				Si

Verifica a torsione SLD §4.2.4.1.2.5 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento torsione	TEd	TRd	Riduzione taglio resistente	Sfruttamento taglio-torsione	τEd,totale	τRd	Verifica
0	SLD 6	0.001	-574.4	547858	Considerata				Si

Verifiche ad instabilità

Caratteristiche iniziali

Membratura principale per controllo snellezza; Calcolo di snellezze ed N critici condotti secondo gli assi principali;

Curva X: c; Curva Y: c;

Svergolamento: Nessuno; la verifica a instabilità flesso-torsionale (svergolamento) non verrà eseguita.

Dati per instabilità attorno a x

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	βx/m	Vincolo a entrambi estremi	λx/m	λVer
1	Si	0					
			1-2	1	Si	61.6	Si, (<200)
2	Si	370					

Dati per instabilità attorno a y

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	βy/n	Vincolo a entrambi estremi	λy/n	λVer
1	Si	0					
			1-2	1	Si	61.6	Si, (<200)
2	Si	370					

Verifica di stabilità membrature compresse §4.2.4.1.3.1 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Obblig.	NEd	Nb,Rd	χ,min	l0 x/m	l0 y/n	λ adim. x/m	λ adim. y/n	N,crit x/m	N,crit y/n	Verifica
0	SLU 147	0.421	1	Si	-33831.9	80364.1	0.719	370	370	0.709	0.709	233368.1	233368.1	Si

Verifica di stabilità membrature compresse SLD §4.2.4.1.3.1 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Obblig.	NEd	Nb,Rd	χ,min	l0 x/m	l0 y/n	λ adim. x/m	λ adim. y/n	N,crit x/m	N,crit y/n	Verifica
0	SLD 5	0.238	1	Si	-19105.3	80364.1	0.719	370	370	0.709	0.709	233368.1	233368.1	Si

Verifiche a deformabilità

Mensola X: No; Mensola Y: No.

Verifiche non eseguite in quanto il superelemento è verticale.

3.1.1.3 Superelemento in acciaio a "Piano 1" 174-22 TRAVE "C"

Caratteristiche del materiale

Acciaio: S275, fyk = 2750

Caratteristiche geometriche

Lunghezza: 452.3

Nodo iniziale: 61965 Nodo finale: 61817

Cerniera iniziale: No Cerniera finale: No

Sovraresistenza: 0% Sisma Z: No

Caratteristiche della sezione

Sezione	Rotazione	Area	Jx	Jy	ix	iy	Wx	Wy	Wplx	Wply
HEA600	0	226.6	141307.62	11271.81	24.97	7.05	4790.09	751.45	5354.21	1155.9

Verifiche di resistenza

Verifiche a forza assiale §4.2.4.1.2.1 - §4.2.4.1.2.2 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd	Riduzione da taglio	ρx	ρy	Verifica
408.7	SLV 11	0.011		6381.4		593488.3	1	0	0	Si

Verifiche a forza assiale SLD §4.2.4.1.2.1 - §4.2.4.1.2.2 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd	Riduzione da taglio	ρx	ρy	Verifica
421.6	SLD 11	0.007		3963.6		593488.3	1	0	0	Si

Verifica a taglio X §4.2.4.1.2.4 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
452.3	SLV 11	0.01	2162.9	217255.8	156.4	Considerata	0.92	Si

Verifica a taglio X SLD §4.2.4.1.2.4 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
452.3	SLD 11	0.006	1314	217136	156.4	Considerata	0.92	Si

Verifica a taglio Y §4.2.4.1.2.4 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
452.3	SLU 143	0.187	-22424.3	120091.4	93.35	Considerata	0.85	Si

Verifica a taglio Y SLD §4.2.4.1.2.4 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
452.3	SLD 11	0.104	-13496.5	129603.9	93.35	Considerata	0.92	Si

Verifica a torsione §4.2.4.1.2.5 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento torsione	TEd	TRd	Riduzione taglio resistente	Sfruttamento taglio-torsione	τEd,totale	τRd	Verifica
450.6	SLU 142	0.346	-73609.4	212932.6	Considerata				Si

Verifica a torsione SLD §4.2.4.1.2.5 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento torsione	TEd	TRd	Riduzione taglio resistente	Sfruttamento taglio-torsione	τEd,totale	τRd	Verifica
439.4	SLD 6	0.199	-42453.9	212932.6	Considerata				Si

Verifica a flessione semplice X §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	ρx	ρy	Verifica
403.3	SLU 128	0.317	1	4441973.7	14022922.9	1	0	0	Si

Verifica a flessione semplice X SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	ρx	ρy	Verifica
452.3	SLD 3	0.251	1	3519557	14022922.9	1	0	0	Si

Verifica a flessione semplice Y §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	ρx	ρy	Verifica
0	SLU 132	0.001	3	-1743.8	1968093.6	1	0	0	Si

Verifica a flessione deviata §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. My,Rd da VEd	α	β	ρx	ρy	Verifica
408.1	SLU 132	0.325	1	4542064	14022923	2300	3027348	1	1			0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione retta X §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	ρx	ρy	Verifica
443.7	SLU 140	0.427	1	1276.2	593488.3	1	5956144	14022923	1		0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione retta X SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	ρx	ρy	Verifica
440.3	SLD 11	0.247	1	3540.7	593488.3	1	3374093	14022923	1		0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione retta Y §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	ρx	ρy	Verifica
0	SLV 6	0.01	3	-2658.5	593488.3	1	11515	1968094	1		0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione retta Y SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	ρx	ρy	Verifica
0	SLD 11	0.006	1	2080.5	593488.3	1	-8445	3027348	1		0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione deviata §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	α	β	ρx	ρy	Verifica
452.3	SLU 148	0.444	1	1873.7	593488.3	1	6150549	14022923	5359	3027348	1		1				0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione deviata SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	α	β	ρx	ρy	Verifica
452.3	SLD 11	0.264	1	3540.7	593488.3	1	3536407	14022923	16422	3027348	1		1				0	0	Si

Verifiche ad instabilità

Caratteristiche iniziali

Membratura principale per controllo snellezza; Calcolo di snellezze ed N critici condotti secondo gli assi principali;

Curva X: a; Curva Y: b; Svergolamento: Carico all'estradosso; Curva svergolamento: b;

Dati per instabilità attorno a x

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	βx/m	Vincolo a entrambi estremi	λx/m	λVer
1	No	0					
			1-2	2	No	36.2	Si, (<200)
2	Si	452.3					

Dati per instabilità attorno a y

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	βy/n	k,LT	kw,LT	Vincolo a entrambi estremi	λy/n	λVer
1	No	0							
			1-2	2	2	1	No	128.3	Si, (<200)
2	Si	452.3							

Verifica a svergolamento §4.2.4.1.3.2 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Obblig.	Mx,Ed	Mb,Rd,x	χ,LT	λ adim. LT	L,LT	M,critico	Verifica
408.1	SLU 2	0.145	1	Si	1818105.9	12526859.5	0.893	0.651	452.3	34700175.3	Si

Verifica a svergolamento SLD §4.2.4.1.3.2 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Obblig.	Mx,Ed	Mb,Rd,x	χ,LT	λ adim. LT	L,LT	M,critico	Verifica
452.3	SLD 3	0.281	1	Si	3519557	12526808.2	0.893	0.651	452.3	34699354.1	Si

Verifica a svergolamento con trazione §4.2.4.1.3.2 NTC18 § 5.5.3 ENV 1993-1-1:1992 + AC:1992 + A1:1994 + A2:1998

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Obblig.	NEd	Mx,Ed	Mx,Eff,Ed	Mb,Rd,x	χ,LT	λ adim. LT	L,LT	M,critico	Verifica
443.7	SLU 140	0.474	1	Si	1276.2	5956144.3	5937260.1	12526867.3	0.893	0.651	452.3	34700300.1	Si

Verifica a svergolamento con trazione SLD §4.2.4.1.3.2 NTC18 § 5.5.3 ENV 1993-1-1:1992 + AC:1992 + A1:1994 + A2:1998

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Obblig.	NEd	Mx,Ed	Mx,Eff,Ed	Mb,Rd,x	χ,LT	λ adim. LT	L,LT	M,critico	Verifica
442	SLD 14	0.269	1	Si	1433.5	3390871.8	3369660.6	12526925.3	0.893	0.651	452.3	34701226	Si

Verifica di stabilità per tenso-flessione deviata §§ 5.5.3-5.5.4 ENV 1993-1-1:1992 + AC:1992 + A1:1994 + A2:1998

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Mx,Ed	Mx,Eff,Ed	My,Ed	χ,LT	kLT	ky	M,critico	Wx	Wy	Verifica
452.3	SLU 147	0.491	1	899.7	6146721	6133408.6	3837.3	0.893	1	1	34699838.9	5354.2	1155.9	Si

Verifica di stabilità per tenso-flessione deviata SLD §§ 5.5.3-5.5.4 ENV 1993-1-1:1992 + AC:1992 + A1:1994 + A2:1998

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Mx,Ed	Mx,Eff,Ed	My,Ed	χ,LT	kLT	ky	M,critico	Wx	Wy	Verifica
452.3	SLD 11	0.284	1	3540.7	3536406.6	3484015.4	16421.8	0.893	1	1	34701735.1	5354.2	1155.9	Si

Verifica di stabilità per pressoflessione §C.4.2.4.1.3.3.2 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	χ,x	χ,y	kxx	kxy	kyx	kyy	χ,LT	Verifica
0	SLU 132	0.474	3	0	623162.7	5380265.7	13172743.7	5642.7	2066498.3	0.948	0.351	0.9	0.9	1	0.9	0.91	Si

Verifica di stabilità per pressoflessione SLD §C.4.2.4.1.3.3.2 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	χ,x	χ,y	kxx	kxy	kyx	kyy	χ,LT	Verifica
11	SLD 6	0.322	3	-1349.3	623162.7	3507403.7	13172743.7	17917.4	2066498.3	0.948	0.351	0.901	0.904	0.999	0.904	0.91	Si

Verifica di stabilità a taglio anima Y §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18

η	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1.2	54	1.3	55.46	Si

Verifica di stabilità a taglio anima Y SLD §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18

η	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1.2	54	1.3	55.46	Si

Verifiche a deformabilità

Mensola X: Iniziale; Mensola Y: Iniziale.

Frecce lungo X

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
0	SLE RA 1	-0.002	904.7	10000	250	Totale	Si
22.1	SLE RA 21	0.002	904.7	10000	250	Totale	Si
0	SLE RA 22	-0.008	904.7	10000	250	Totale	Si
0	SLE RA 23	-0.004	904.7	10000	250	Totale	Si
0	SLE RA 24	-0.003	904.7	10000	250	Totale	Si
0	SLE RA 2	0.001	904.7	10000	350	Variabile	Si
0	SLE RA 22	-0.006	904.7	10000	350	Variabile	Si
0	SLE RA 23	-0.001	904.7	10000	350	Variabile	Si
0	SLE RA 24	-0.001	904.7	10000	350	Variabile	Si
0	SLE RA 25	-0.002	904.7	10000	350	Variabile	Si

Frecce lungo Y

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
0	SLE RA 35	-1.776	904.7	509.4	250	Totale	Si
0	SLE RA 37	-1.775	904.7	509.7	250	Totale	Si
0	SLE RA 33	-1.775	904.7	509.8	250	Totale	Si
0	SLE RA 36	-1.774	904.7	509.9	250	Totale	Si
0	SLE RA 30	-1.774	904.7	509.9	250	Totale	Si
0	SLE RA 35	-0.717	904.7	1261.9	350	Variabile	Si
0	SLE RA 37	-0.716	904.7	1263.5	350	Variabile	Si
0	SLE RA 33	-0.716	904.7	1264.3	350	Variabile	Si
0	SLE RA 36	-0.715	904.7	1264.9	350	Variabile	Si
0	SLE RA 30	-0.715	904.7	1265.1	350	Variabile	Si

3.1.1.4 Superelemento in acciaio a "Piano I" 276-275 TRAVE "D"

Caratteristiche del materiale

Acciaio: S275, fyk = 2750

Caratteristiche geometriche

Lunghezza: 398.7

Nodo iniziale: 62850 Nodo finale: 62852

Cerniera iniziale: No Cerniera finale: No

Sovraresistenza: 0% Sisma Z: No

Caratteristiche della sezione

Sezione	Rotazione	Area	Jx	Jy	ix	iy	Wx	Wy	Wplx	Wply
IPE500	0	115.61	48244.09	2141.87	20.43	4.3	1929.76	214.19	2196.13	335.99

Caratteristiche della sezione efficace

Area,eff	Wx+,eff	Wx-,eff	Wy+,eff	Wy-,eff	eNx	eNy
111.7		1929.76	214.19	214.19	0	0

Verifiche di resistenza

Verifiche a forza assiale §4.2.4.1.2.1 - §4.2.4.1.2.2 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd	Riduzione da taglio	ρx	ρy	Verifica
398.7	SLV 11	0.002	4	-722.2	292487.9		1	0	0	Si

Verifiche a forza assiale SLD §4.2.4.1.2.1 - §4.2.4.1.2.2 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd	Riduzione da taglio	ρx	ρy	Verifica
398.7	SLD 11	0.001	4	-438	292487.9		1	0	0	Si

Verifica a taglio X §4.2.4.1.2.4 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLV 3	0.001	83.4	102633.5	67.87	Considerata	1	Si

Verifica a taglio Y §4.2.4.1.2.4 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLU 148	0.186	16869.7	90643.1	59.96	Considerata	1	Si

Verifica a taglio Y SLD §4.2.4.1.2.4 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLD 12	0.105	9510.7	90599.4	59.96	Considerata	1	Si

Verifica a torsione §4.2.4.1.2.5 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento torsione	TEd	TRd	Riduzione taglio resistente	Sfruttamento taglio-torsione	τEd,totale	τRd	Verifica
390	SLV 12	0.003	-191.9	67258.7	Considerata				Si

Verifica a torsione SLD §4.2.4.1.2.5 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento torsione	TEd	TRd	Riduzione taglio resistente	Sfruttamento taglio-torsione	τEd,totale	τRd	Verifica
398.7	SLD 12	0.002	-130.3	67258.7	Considerata				Si

Verifica a flessione semplice X §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	ρx	ρy	Verifica
0	SLU 148	0.601	1	3457038.1	5751766.2	1	0	0	Si

Verifica a flessione semplice X SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	ρx	ρy	Verifica
0	SLD 5	0.34	1	1955364.7	5751766.2	1	0	0	Si

Verifica a flessione semplice Y §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	ρx	ρy	Verifica
398.7	SLV 3	0.005	3	2650.8	560965.5	1	0	0	Si

Verifica a flessione semplice Y SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	ρx	ρy	Verifica
398.7	SLD 3	0.003	3	1518.7	560965.5	1	0	0	Si

Verifica a flessione deviata §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. My,Rd da VEd	α	β	ρx	ρy	Verifica
0	SLU 141	0.602	1	3456992	5751766	-646	879980	1	1			0	0	Si

Verifica a flessione deviata SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. My,Rd da VEd	α	β	ρx	ρy	Verifica
0	SLD 14	0.343	1	1954754	5751766	2702	879980	1	1			0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione retta X §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	ρx	ρy	Verifica
54.6	SLU 147	0.452	1	-250.6	302789.2	1	2596429	5751766	1		0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione retta X SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	ρx	ρy	Verifica
0	SLD 6	0.34	1	120.2	302789.2	1	1955365	5751766	1		0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione retta Y §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	ρx	ρy	Verifica
398.7	SLV 15	0.005	4	-546.5	292487.9	1	-1800	560965	1		0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione retta Y SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	ρx	ρy	Verifica
398.7	SLD 7	0.003	4	-338.3	292487.9	1	1056	560965	1		0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione deviata §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	α	β	ρx	ρy	Verifica
0	SLU 142	0.603	1	-246.8	302789.2	1	3457062	5751766	-1142	879980	1		1				0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione deviata SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	α	β	ρx	ρy	Verifica
0	SLD 3	0.344	1	-202	302789.2	1	1954847	5751766	-3191	879980	1		1				0	0	Si

Verifiche ad instabilità

Verifica non richiesta. Non viene eseguita neppure la verifica a svergolamento.

Verifiche a deformabilità

Mensola X: Finale; Mensola Y: Finale.

Frecce lungo X

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
398.7	SLE RA 1	-0.002	797.4	10000	250	Totale	Si
363.7	SLE RA 21	-0.001	797.4	10000	250	Totale	Si
398.7	SLE RA 22	-0.006	797.4	10000	250	Totale	Si
398.7	SLE RA 23	-0.003	797.4	10000	250	Totale	Si
398.7	SLE RA 24	-0.001	797.4	10000	250	Totale	Si
398.7	SLE RA 2	0.003	797.4	10000	350	Variabile	Si
398.7	SLE RA 22	-0.004	797.4	10000	350	Variabile	Si
398.7	SLE RA 23	-0.001	797.4	10000	350	Variabile	Si
398.7	SLE RA 24	0.001	797.4	10000	350	Variabile	Si
398.7	SLE RA 25	-0.002	797.4	10000	350	Variabile	Si

Frecce lungo Y

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
398.7	SLE RA 32	-2.181	797.4	365.6	250	Totale	Si
398.7	SLE RA 29	-2.179	797.4	365.9	250	Totale	Si
398.7	SLE RA 28	-2.179	797.4	365.9	250	Totale	Si
398.7	SLE RA 30	-2.179	797.4	365.9	250	Totale	Si
398.7	SLE RA 31	-2.178	797.4	366.1	250	Totale	Si
398.7	SLE RA 32	-0.94	797.4	848.6	350	Variabile	Si
398.7	SLE RA 29	-0.938	797.4	850	350	Variabile	Si
398.7	SLE RA 28	-0.938	797.4	850	350	Variabile	Si
398.7	SLE RA 30	-0.938	797.4	850.1	350	Variabile	Si
398.7	SLE RA 31	-0.936	797.4	851.5	350	Variabile	Si

3.1.1.5 Superelemento in acciaio a "Piano I" (6047; 5127)-318 TRAVE "E"

Caratteristiche del materiale

Acciaio: S275, fyk = 2750

Caratteristiche geometriche

Lunghezza: 515.8

Nodo iniziale: 61988 Nodo finale: 62074

Cerniera iniziale: No Cerniera finale: No

Sovraresistenza: 0% Sisma Z: No

Caratteristiche della sezione

Sezione	Rotazione	Area	Jx	Jy	ix	iy	Wx	Wy	Wplx	Wply
HEA600	0	226.6	141307.62	11271.81	24.97	7.05	4790.09	751.45	5354.21	1155.9

Verifiche di resistenza

Verifiche a forza assiale §4.2.4.1.2.1 - §4.2.4.1.2.2 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd	Riduzione da taglio	ρx	ρy	Verifica
103.1	SLV 15	0.005		2932.8		593488.3	1	0	0	Si

Verifiche a forza assiale SLD §4.2.4.1.2.1 - §4.2.4.1.2.2 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd	Riduzione da taglio	ρx	ρy	Verifica
103.1	SLD 15	0.003		1860		593488.3	1	0	0	Si

Verifica a taglio X §4.2.4.1.2.4 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
474.1	SLV 11	0.008	1983.1	236407.5	156.4	Considerata	1	Si

Verifica a taglio X SLD §4.2.4.1.2.4 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
490.8	SLD 11	0.005	1201.1	236375.9	156.4	Considerata	1	Si

Verifica a taglio Y §4.2.4.1.2.4 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLU 147	0.2	28176.4	140984.6	93.35	Considerata	1	Si

Verifica a taglio Y SLD §4.2.4.1.2.4 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLD 6	0.114	16105.4	141038.1	93.35	Considerata	1	Si

Verifica a torsione §4.2.4.1.2.5 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento torsione	TEd	TRd	Riduzione taglio resistente	Sfruttamento taglio-torsione	τEd,totale	τRd	Verifica
515.8	SLU 147	0.003	-669.7	212932.6	Considerata				Si

Verifica a torsione SLD §4.2.4.1.2.5 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento torsione	TEd	TRd	Riduzione taglio resistente	Sfruttamento taglio-torsione	τEd,totale	τRd	Verifica
256.8	SLD 6	0.002	-468.1	212932.6	Considerata				Si

Verifica a flessione semplice X §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	ρx	ρy	Verifica
48.1	SLU 132	0.328	1	4598167.3	14022922.9	1	0	0	Si

Verifica a flessione semplice X SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	ρx	ρy	Verifica
245.8	SLD 13	0.082	1	1152556.7	14022922.9	1	0	0	Si

Verifica a flessione semplice Y §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	ρx	ρy	Verifica
515.8	SLV 4	0.008	3	-16106.5	1968093.6	1	0	0	Si

Verifica a flessione semplice Y SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	ρx	ρy	Verifica
515.8	SLD 2	0.013	3	-26262.5	1968093.6	1	0	0	Si

Verifica a flessione deviata §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. My,Rd da VEd	α	β	ρx	ρy	Verifica
0	SLU 132	0.414	1	5761852	14022923	-9648	3027348	1	1			0	0	Si

Verifica a flessione deviata SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. My,Rd da VEd	α	β	ρx	ρy	Verifica
103.1	SLD 13	0.156	1	2180066	14022923	-2990	3027348	1	1			0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione retta X §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	ρx	ρy	Verifica
48.1	SLU 140	0.375	1	829.2	593488.3	1	5245643	14022923	1		0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione retta X SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	ρx	ρy	Verifica
37.8	SLD 4	0.227	1	-296.3	593488.3	1	3173768	14022923	1		0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione retta Y §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	ρx	ρy	Verifica
515.8	SLV 11	0.042	3	1024	593488.3	1	78791	1968094	1		0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione retta Y SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	ρx	ρy	Verifica
515.8	SLD 11	0.025	3	672.5	593488.3	1	47770	1968094	1		0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione deviata §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	α	β	ρx	ρy	Verifica
0	SLU 143	0.475	1	1066.8	593488.3	1	6576107	14022923	-12712	3027348	1		1				0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione deviata SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	α	β	ρx	ρy	Verifica
0	SLD 11	0.28	1	1850	593488.3	1	3774069	14022923	-22041	3027348	1		1				0	0	Si

Verifiche ad instabilità

Caratteristiche iniziali

Membratura principale per controllo snellezza; Calcolo di snellezze ed N critici condotti secondo gli assi principali;

Curva X: a; Curva Y: b; Svergolamento: Carico all'estradosso; Curva svergolamento: b;

Dati per instabilità attorno a x

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	βx/m	Vincolo a entrambi estremi	λx/m	λVer
1	Si	0					
			1-2	2	No	41.3	Si, (<200)
2	No	515.8					

Dati per instabilità attorno a y

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	βy/n	k,LT	kw,LT	Vincolo a entrambi estremi	λy/n	λVer
1	Si	0							
			1-2	2	2	1	No	146.3	Si, (<200)
2	No	515.8							

Verifica a svergolamento con trazione §4.2.4.1.3.2 NTC18 § 5.5.3 ENV 1993-1-1:1992 + AC:1992 + A1:1994 + A2:1998

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Obblig.	NEd	Mx,Ed	Mx,Eff,Ed	Mb,Rd,x	χ,LT	λ adim. LT	L,LT	M,critico	Verifica
48.1	SLU 147	0.553	1	Si	538.8	5245564.5	5237592	9465976.1	0.675	1.04	515.8	13607301.9	Si

Verifica a svergolamento con trazione SLD §4.2.4.1.3.2 NTC18 § 5.5.3 ENV 1993-1-1:1992 + AC:1992 + A1:1994 + A2:1998

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Obblig.	NEd	Mx,Ed	Mx,Eff,Ed	Mb,Rd,x	χ,LT	λ adim. LT	L,LT	M,critico	Verifica
51.6	SLD 8	0.311	1	Si	1193	2960527.1	2942874.6	9465976.1	0.675	1.04	515.8	13607301.9	Si

Verifica di stabilità per tenso-flessione deviata §§ 5.5.3-5.5.4 ENV 1993-1-1:1992 + AC:1992 + A1:1994 + A2:1998

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Mx,Ed	Mx,Eff,Ed	My,Ed	χ,LT	kLT	ky	M,critico	Wx	Wy	Verifica
0	SLU 147	0.698	1	538.8	6575942.4	6567969.9	-11190.5	0.675	1	1	13607301.9	5354.2	1155.9	Si

Verifica di stabilità per tenso-flessione deviata SLD §§ 5.5.3-5.5.4 ENV 1993-1-1:1992 + AC:1992 + A1:1994 + A2:1998

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Mx,Ed	Mx,Eff,Ed	My,Ed	χ,LT	kLT	ky	M,critico	Wx	Wy	Verifica
0	SLD 11	0.403	1	1850	3774069	3746694.1	-22040.7	0.675	1	1	13607301.9	5354.2	1155.9	Si

Verifica di stabilità per pressoflessione §C.4.2.4.1.3.3.2 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	χ,x	χ,y	kxx	kxy	kyx	kyy	χ,LT	Verifica
432.4	SLU 148	0.701	1	0	623162.7	6576063.6	14724069.1	20240.9	3178715.3	0.932	0.282	0.9	0.54	1	0.9	0.675	Si

Verifica di stabilità per pressoflessione SLD §C.4.2.4.1.3.3.2 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	χ,x	χ,y	kxx	kxy	kyx	kyy	χ,LT	Verifica
515.8	SLD 6	0.442	3	-231.9	623162.7	3773226	13172743.7	37382.5	2066498.3	0.932	0.282	0.9	0.901	1	0.901	0.709	Si

Verifica di stabilità a taglio anima Y §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18

η	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1.2	54	1.3	55.46	Si

Verifica di stabilità a taglio anima Y SLD §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18

η	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1.2	54	1.3	55.46	Si

Verifiche a deformabilità

Mensola X: Finale; Mensola Y: Finale.

Frecce lungo X

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
454.6	SLE RA 1	0.001	1031.6	10000	250	Totale	Si
515.8	SLE RA 21	0	1031.6	10000	250	Totale	Si
446.3	SLE RA 22	0.003	1031.6	10000	250	Totale	Si
515.8	SLE RA 23	0.002	1031.6	10000	250	Totale	Si
515.8	SLE RA 24	0.002	1031.6	10000	250	Totale	Si
437.9	SLE RA 2	0	1031.6	10000	350	Variabile	Si
443.5	SLE RA 22	0.002	1031.6	10000	350	Variabile	Si
515.8	SLE RA 23	0.001	1031.6	10000	350	Variabile	Si
515.8	SLE RA 24	0.001	1031.6	10000	350	Variabile	Si
449	SLE RA 25	0.001	1031.6	10000	350	Variabile	Si

Frecce lungo Y

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
515.8	SLE RA 36	-2.386	1031.6	432.3	250	Totale	Si
515.8	SLE RA 34	-2.375	1031.6	434.5	250	Totale	Si
515.8	SLE RA 33	-2.37	1031.6	435.4	250	Totale	Si
515.8	SLE RA 35	-2.365	1031.6	436.2	250	Totale	Si
515.8	SLE RA 31	-2.353	1031.6	438.5	250	Totale	Si
515.8	SLE RA 36	-0.953	1031.6	1082.3	350	Variabile	Si
515.8	SLE RA 34	-0.941	1031.6	1096	350	Variabile	Si
515.8	SLE RA 33	-0.936	1031.6	1101.8	350	Variabile	Si
515.8	SLE RA 35	-0.932	1031.6	1107.3	350	Variabile	Si
515.8	SLE RA 31	-0.919	1031.6	1122.2	350	Variabile	Si

3.1.1.6 Superelemento in acciaio a "Piano I" (6596; 7074)-265 TRAVE "F"

Caratteristiche del materiale

Acciaio: S275, fyk = 2750

Caratteristiche geometriche

Lunghezza: 480.5

Nodo iniziale: 62735 Nodo finale: 62737

Cerniera iniziale: No Cerniera finale: No

Sovraresistenza: 0% Sisma Z: No

Caratteristiche della sezione

Sezione	Rotazione	Area	Jx	Jy	ix	iy	Wx	Wy	Wplx	Wply
HEA600	0	226.6	141307.62	11271.81	24.97	7.05	4790.09	751.45	5354.21	1155.9

Verifiche di resistenza

Verifiche a forza assiale §4.2.4.1.2.1 - §4.2.4.1.2.2 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd	Riduzione da taglio	ρx	ρy	Verifica
8.7	SLV 4	0.002		958.5		593488.3	1	0	0	Si

Verifiche a forza assiale SLD §4.2.4.1.2.1 - §4.2.4.1.2.2 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd	Riduzione da taglio	ρx	ρy	Verifica
4.4	SLD 4	0.001		700.9		593488.3	1	0	0	Si

Verifica a taglio Y §4.2.4.1.2.4 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLU 141	0.234	33072.8	141116.5	93.35	Considerata	1	Si

Verifica a taglio Y SLD §4.2.4.1.2.4 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLD 7	0.134	18878.9	141162.3	93.35	Considerata	1	Si

Verifica a torsione §4.2.4.1.2.5 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento torsione	TEd	TRd	Riduzione taglio resistente	Sfruttamento taglio-torsione	τEd,totale	τRd	Verifica
0	SLU 147	0.001	181.2	212932.6	Considerata				Si

Verifica a flessione semplice X §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	ρx	ρy	Verifica
0	SLU 68	0.616	1	8636753.2	14022922.9	1	0	0	Si

Verifica a flessione semplice X SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	ρx	ρy	Verifica
48.1	SLD 15	0.298	1	4174556.7	14022922.9	1	0	0	Si

Verifica a flessione semplice Y §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	ρx	ρy	Verifica
480.5	SLV 3	0.001	3	1938.5	1968093.6	1	0	0	Si

Verifica a flessione semplice Y SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	ρx	ρy	Verifica
480.5	SLD 3	0	1	783.4	3027347.9	1	0	0	Si

Verifica a flessione deviata §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. My,Rd da VEd	α	β	ρx	ρy	Verifica
0	SLV 16	0.364	1	5073715	14022923	5870	3027348	1	1			0	0	Si

Verifica a flessione deviata SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. My,Rd da VEd	α	β	ρx	ρy	Verifica
0	SLD 16	0.362	1	5064946	14022923	3370	3027348	1	1			0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione retta X §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	ρx	ρy	Verifica
0	SLU 141	0.637	1	655	593488.3	1	8920420	14022923	1		0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione retta X SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	ρx	ρy	Verifica
0	SLD 12	0.362	1	493.8	593488.3	1	5071430	14022923	1		0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione retta Y §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	ρx	ρy	Verifica
480.5	SLV 14	0.002	1	574.4	593488.3	1	-3189	3027348	1		0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione retta Y SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	ρx	ρy	Verifica
480.5	SLD 14	0.001	1	428.3	593488.3	1	-2034	3027348	1		0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione deviata §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	α	β	ρx	ρy	Verifica
0	SLU 143	0.638	1	726.5	593488.3	1	8919520	14022923	1079	3027348	1		1				0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione deviata SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	α	β	ρx	ρy	Verifica
0	SLD 7	0.363	1	653.4	593488.3	1	5067449	14022923	-2285	3027348	1		1				0	0	Si

Verifiche ad instabilità

Caratteristiche iniziali

Membratura principale per controllo snellezza; Calcolo di snellezze ed N critici condotti secondo gli assi principali;

Curva X: a; Curva Y: b; Svergolamento: Carico all'estradosso; Curva svergolamento: b;

Dati per instabilità attorno a x

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	βx/m	Vincolo a entrambi estremi	λx/m	λVer
1	Si	0					
			1-2	2	No	38.5	Si, (<200)
2	No	480.5					

Dati per instabilità attorno a y

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	βy/n	k,LT	kw,LT	Vincolo a entrambi estremi	λy/n	λVer
1	Si	0							
			1-2	2	2	1	No	136.3	Si, (<200)
2	No	480.5							

Verifica a svergolamento §4.2.4.1.3.2 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Obblig.	Mx,Ed	Mb,Rd,x	χ,LT	λ adim. LT	L,LT	M,critico	Verifica
0	SLU 128	0.779	1	Si	7773650.5	9978803.3	0.712	0.98	480.5	15317221.9	Si

Verifica a svergolamento SLD §4.2.4.1.3.2 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Obblig.	Mx,Ed	Mb,Rd,x	χ,LT	λ adim. LT	L,LT	M,critico	Verifica
131.2	SLD 11	0.272	1	Si	2710761.5	9978803.3	0.712	0.98	480.5	15317221.9	Si

Verifica a svergolamento con trazione §4.2.4.1.3.2 NTC18 § 5.5.3 ENV 1993-1-1:1992 + AC:1992 + A1:1994 + A2:1998

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Obblig.	NEd	Mx,Ed	Mx,Eff,Ed	Mb,Rd,x	χ,LT	λ adim. LT	L,LT	M,critico	Verifica
0	SLU 142	0.893	1	Si	258.8	8919334.2	8915505.1	9978803.3	0.712	0.98	480.5	15317221.9	Si

Verifica a svergolamento con trazione SLD §4.2.4.1.3.2 NTC18 § 5.5.3 ENV 1993-1-1:1992 + AC:1992 + A1:1994 + A2:1998

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Obblig.	NEd	Mx,Ed	Mx,Eff,Ed	Mb,Rd,x	χ,LT	λ adim. LT	L,LT	M,critico	Verifica
0	SLD 11	0.507	1	Si	491.9	5071464	5064185.5	9978803.3	0.712	0.98	480.5	15317221.9	Si

Verifica di stabilità per tenso-flessione deviata §§ 5.5.3-5.5.4 ENV 1993-1-1:1992 + AC:1992 + A1:1994 + A2:1998

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Mx,Ed	Mx,Eff,Ed	My,Ed	χ,LT	kLT	ky	M,critico	Wx	Wy	Verifica
0	SLU 143	0.893	1	726.5	8919519.8	8908770.1	1078.7	0.712	1	1	15317221.9	5354.2	1155.9	Si

Verifica di stabilità per tenso-flessione deviata SLD §§ 5.5.3-5.5.4 ENV 1993-1-1:1992 + AC:1992 + A1:1994 + A2:1998

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Mx,Ed	Mx,Eff,Ed	My,Ed	χ,LT	kLT	ky	M,critico	Wx	Wy	Verifica
0	SLD 7	0.508	1	653.4	5067449.1	5057780.3	-2284.6	0.712	1	1	15317221.9	5354.2	1155.9	Si

Verifica di stabilità per pressoflessione §C.4.2.4.1.3.3.2 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	χ,x	χ,y	kxx	kxy	kyx	kyy	χ,LT	Verifica
480.5	SLU 142	0.956	3	0	623162.7	8919334.2	13172743.7	809.6	2066498.3	0.941	0.318	0.9	0.9	1	0.9	0.744	Si

Verifica di stabilità per pressoflessione SLD §C.4.2.4.1.3.3.2 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	χ,x	χ,y	kxx	kxy	kyx	kyy	χ,LT	Verifica
131.2	SLD 16	0.509	1	0	623162.7	5064945.9	14724069.1	3950.3	3178715.3	0.941	0.318	0.9	0.54	1	0.9	0.712	Si

Verifica di stabilità a taglio anima Y §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18

η	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1.2	54	1.3	55.46	Si

Verifica di stabilità a taglio anima Y SLD §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18

η	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1.2	54	1.3	55.46	Si

Verifiche a deformabilità

Mensola X: Finale; Mensola Y: Finale.

Frecce lungo X

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
480.5	SLE RA 1	-0.002	961	10000	250	Totale	Si
480.5	SLE RA 21	-0.001	961	10000	250	Totale	Si
480.5	SLE RA 22	-0.006	961	10000	250	Totale	Si
480.5	SLE RA 23	-0.003	961	10000	250	Totale	Si
480.5	SLE RA 24	-0.002	961	10000	250	Totale	Si
480.5	SLE RA 2	0.002	961	10000	350	Variabile	Si
480.5	SLE RA 22	-0.004	961	10000	350	Variabile	Si
480.5	SLE RA 23	-0.001	961	10000	350	Variabile	Si

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
457.2	SLE RA 24	0	961	10000	350	Variabile	Si
480.5	SLE RA 25	-0.002	961	10000	350	Variabile	Si

Frecce lungo Y

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
480.5	SLE RA 37	-3.284	961	292.7	250	Totale	Si
480.5	SLE RA 35	-3.283	961	292.7	250	Totale	Si
480.5	SLE RA 33	-3.282	961	292.8	250	Totale	Si
480.5	SLE RA 34	-3.282	961	292.9	250	Totale	Si
480.5	SLE RA 36	-3.281	961	292.9	250	Totale	Si
480.5	SLE RA 37	-1.353	961	710.2	350	Variabile	Si
480.5	SLE RA 35	-1.353	961	710.4	350	Variabile	Si
480.5	SLE RA 33	-1.352	961	710.8	350	Variabile	Si
480.5	SLE RA 34	-1.351	961	711.2	350	Variabile	Si
480.5	SLE RA 36	-1.351	961	711.3	350	Variabile	Si

4 // FASCICOLO DEI CALCOLI COLLEGAMENTI

Project data

Project name	Verifica nodi in acciaio
Project number	2340-03
Author	Opera Mista
Description	Scuola Fornovo San Giovanni (BG)
Date	8/22/2024
Code	EN

Material

Steel	S 235, S 275
Concrete	C25/30

Project item CON10

Design

Name	CON10
Description	HEA280
Analysis	Stress, strain/ simplified loading

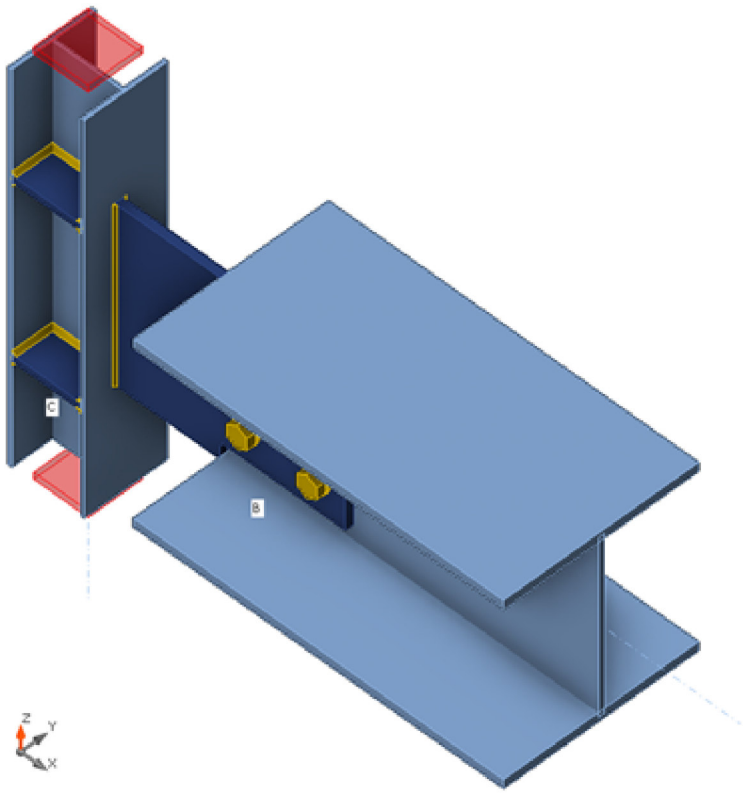
Members

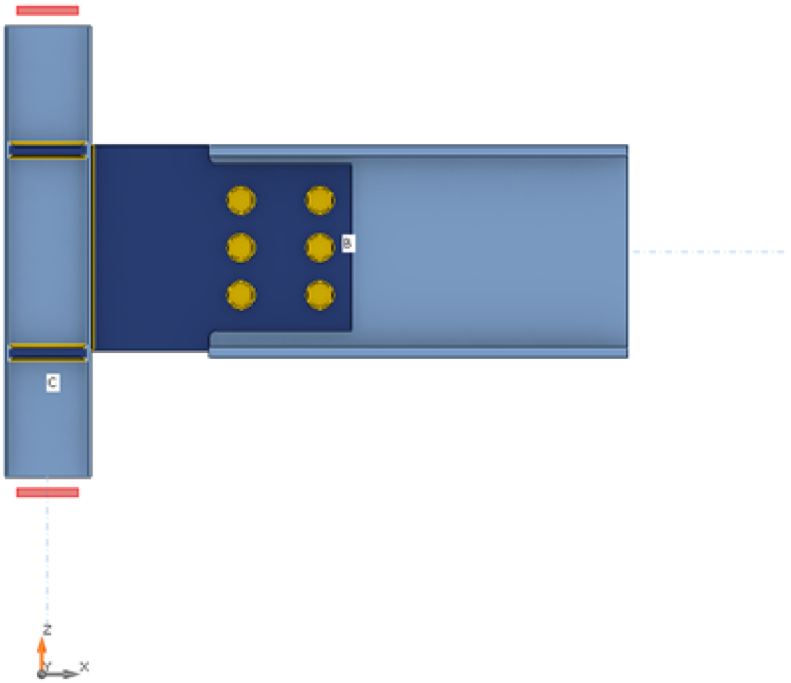
Geometry

Name	Cross-section	β – Direction [°]	γ - Pitch [°]	α - Rotation [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]
C	1 - CON1(HEA120A)	0.0	90.0	0.0	0	0	0
B	11 - HEA280	0.0	0.0	0.0	0	0	0

Supports and forces

Name	Support	Forces in	X [mm]
C / begin	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Node	0
C / end	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Node	0
B / end		Node	0





Cross-sections

Name	Material
1 - CON1(HEA120A)	S 275
11 - HEA280	S 275

Bolts

Name	Diameter [mm]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	Gross area [mm^2]
M20 8.8	20	640.0	800.0	314

Load effects (Equilibrium not required)

Name	Member	N [daN]	Vy [daN]	Vz [daN]	Mx [daNm]	My [daNm]	Mz [daNm]
LE1	B / End	0.0	0.0	-10000.0	0.0	0.0	0.0

Check

Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	1.5 < 5.0%	OK
Bolts	98.6 < 100%	OK
Welds	89.6 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

Plates

Name	Material	t_p [mm]	Loads	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Status
C-bfl 1	S 275	5.5	LE1	91.0	0.0	0.0	OK
C-tfl 1	S 275	5.5	LE1	48.9	0.0	0.0	OK
C-w 1	S 275	4.2	LE1	134.2	0.0	0.0	OK
B-bfl 1	S 275	13.0	LE1	79.0	0.0	0.0	OK
B-tfl 1	S 275	13.0	LE1	77.4	0.0	0.0	OK
B-w 1	S 275	8.0	LE1	278.1	1.5	42.4	OK
FP1	S 235	12.0	LE1	238.0	1.4	42.4	OK
STIFF1a	S 235	10.0	LE1	21.3	0.0	0.0	OK
STIFF1b	S 235	10.0	LE1	35.7	0.0	0.0	OK
STIFF1c	S 235	10.0	LE1	24.5	0.0	0.0	OK
STIFF1d	S 235	10.0	LE1	39.0	0.0	0.0	OK

Design data

Material	f_y [MPa]	ε_{lim} [%]
S 275	275.0	5.0
S 235	235.0	5.0

Symbol explanation

t_p	Plate thickness
σ_{Ed}	Equivalent stress
ε_{Pl}	Plastic strain
$\sigma_{c,Ed}$	Contact stress
f_y	Yield strength
ε_{lim}	Limit of plastic strain

Detailed result for B-w 1

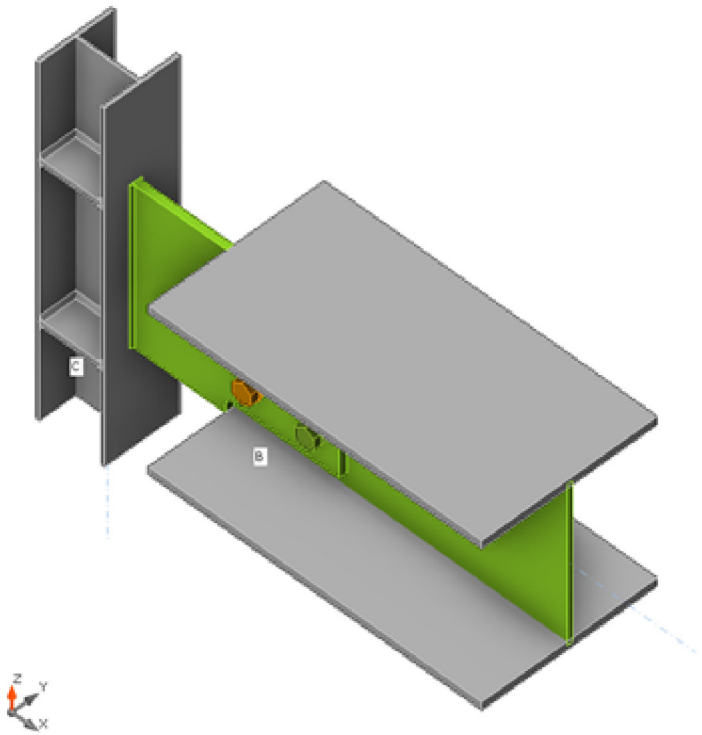
Design values used in the analysis

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} = \quad 275.0 \quad \text{MPa}$$

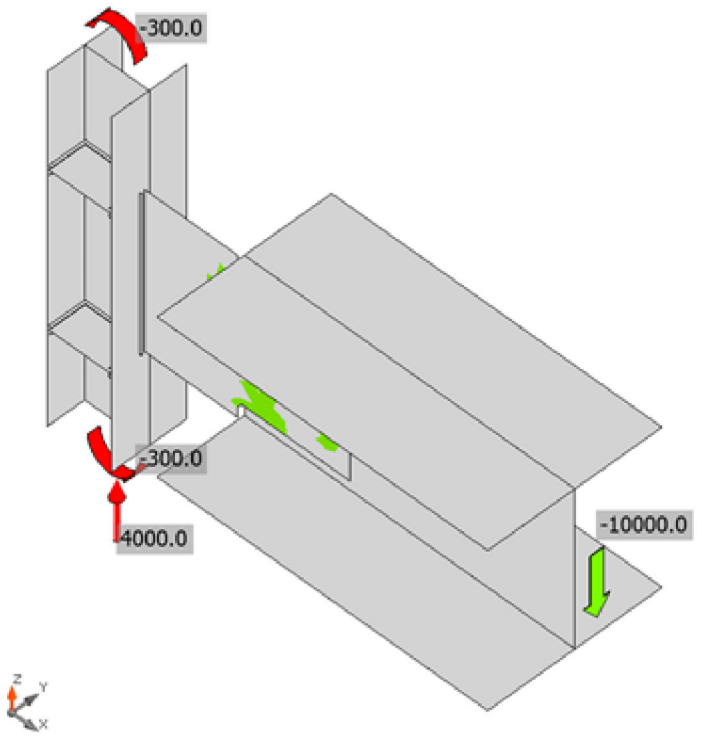
Where:

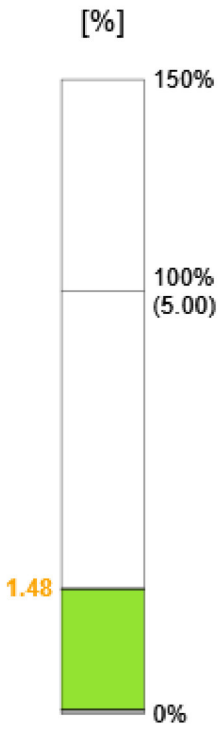
$f_{yk} = 275.0$ MPa – characteristic yield strength

$\gamma_{M0} = 1.00$ – partial safety factor for steel material EN 1993-1-1 – 6.1

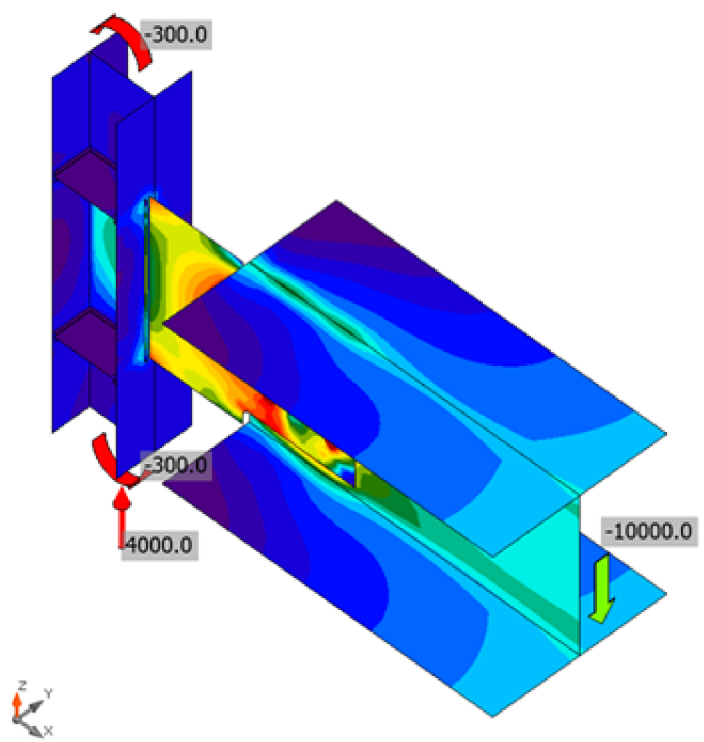


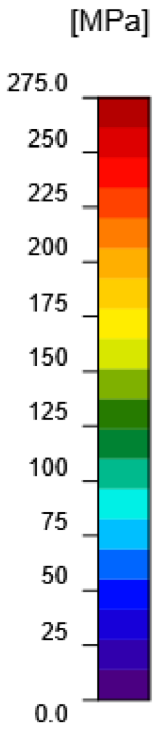
Overall check, LE1





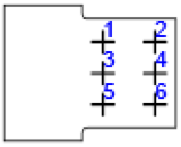
Strain check, LE1





Equivalent stress, LE1

Bolts

Shape	Item	Grade	Loads	$F_{t,Ed}$ [daN]	$F_{v,Ed}$ [daN]	$F_{b,Rd}$ [daN]	Ut_t [%]	Ut_s [%]	Ut_{ts} [%]	Detailing	Status
	B1	M20 8.8 - 1	LE1	1474.4	8527.2	13595.3	10.4	90.6	98.1	OK	OK
	B2	M20 8.8 - 1	LE1	787.7	7325.1	13760.0	5.6	77.9	81.8	OK	OK
	B3	M20 8.8 - 1	LE1	513.0	7142.5	9069.1	3.6	78.8	78.5	OK	OK
	B4	M20 8.8 - 1	LE1	254.4	3291.0	9069.1	1.8	36.3	36.3	OK	OK
	B5	M20 8.8 - 1	LE1	1030.4	8578.2	8701.9	7.3	98.6	96.4	OK	OK
	B6	M20 8.8 - 1	LE1	872.4	7151.1	10472.7	6.2	76.0	80.4	OK	OK

Design data

Grade	$F_{t,Rd}$ [daN]	$B_{p,Rd}$ [daN]	$F_{v,Rd}$ [daN]
M20 8.8 - 1	14112.0	16477.8	9408.0

Symbol explanation

$F_{t,Ed}$	Tension force
$F_{v,Ed}$	Resultant of bolt shear forces Vy and Vz in shear planes
$F_{b,Rd}$	Plate bearing resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
Ut_t	Utilization in tension
Ut_s	Utilization in shear
Ut_{ts}	Interaction of tension and shear EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{t,Rd}$	Bolt tension resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$B_{p,Rd}$	Punching shear resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{v,Rd}$	Bolt shear resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4

Detailed result for B5

Tension resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 \, f_{ub} \, A_s}{\gamma_{M2}} = \quad 14112.0 \quad \text{daN} \quad \geq \quad F_{t,Ed} = \quad 1030.4 \quad \text{daN}$$

Where:

$k_2 = 0.90$	– Factor
$f_{ub} = 800.0$ MPa	– Ultimate tensile strength of the bolt
$A_s = 245$ mm^2	– Tensile stress area of the bolt
$\gamma_{M2} = 1.25$	– Safety factor

Punching resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$B_{p,Rd} = \frac{0{,}6 \, \pi \, d_m \, t_p \, f_u}{\gamma_{M2}} = \quad 16477.8 \quad \text{daN} \quad \geq \quad F_{t,Ed} = \quad 1030.4 \quad \text{daN}$$

Where:

$d_m = 32$ mm	– The mean of the across points and across flats dimensions of the bolt head or the nut, whichever is smaller
$t_p = 8$ mm	– Plate thickness
$f_u = 430.0$ MPa	– Ultimate strength
$\gamma_{M2} = 1.25$	– Safety factor

Shear resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$F_{v,Rd} = \frac{\beta_p \; \alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = \quad 9408.0 \quad \text{daN} \quad \geq \quad F_{v,Ed} = \quad 8578.2 \quad \text{daN}$$

Where:

$\beta_p = 1.00$	– Reduction factor for packing
$\alpha_v = 0.60$	– Reduction factor for shear stress
$f_{ub} = 800.0$ MPa	– Ultimate tensile strength of the bolt
$A = 245$ mm^2	– Tensile stress area of the bolt
$\gamma_{M2} = 1.25$	– Safety factor

Bearing resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1\ \alpha_b\ f_u\ dt}{\gamma_{M2}} = \quad 8701.9 \quad \text{daN} \quad \geq \quad F_{b,Ed} = \quad 8578.2 \quad \text{daN}$$

Where:

$k_1 = \min(2.8\frac{e_2}{d_0} - 1.7, 1.4\frac{p_2}{d_0} - 1.7, 2.5) = 2.50$ – Factor for edge distance and bolt spacing perpendicular to the direction of load transfer

$\alpha_b = \min(\frac{e_1}{3d_0}, \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1) = 0.63$ – Factor for end distance and bolt spacing in direction of load transfer

$e_2 = 40$ mm – Distance to the plate edge perpendicular to the shear force

$p_2 = 156$ mm – Distance between bolts perpendicular to the shear force

$d_0 = 22$ mm – Bolt hole diameter

$e_1 = 42$ mm – Distance to the plate edge in the direction of the shear force

$p_1 = \infty$ mm – Distance between bolts in the direction of the shear force

$f_{ub} = 800.0$ MPa – Ultimate tensile strength of the bolt

$f_u = 430.0$ MPa – Ultimate strength of the plate

$d = 20$ mm – Nominal diameter of the fastener

$t = 8$ mm – Thickness of the plate

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Utilization in tension

$$\frac{F_{t,Ed}}{\min(F_{t,Rd};\ B_{p,Rd})} = \quad 0.07 \quad \leq \quad 1{,}0$$

Where:

$F_{t,Ed} = 1030.4$ daN – Tensile force

$F_{t,Rd} = 14112.0$ daN – Tension resistance

$B_{p,Rd} = 16477.8$ daN – Punching resistance

Utilization in shear

$$\max(\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}};\ \frac{F_{b,Ed}}{F_{b,Rd}}) = \quad 0.99 \quad \leq \quad 1{,}0$$

Where:

$F_{v,Ed} = 8578.2$ daN – Shear force (in decisive shear plane)

$F_{v,Rd} = 9408.0$ daN – Shear resistance

$F_{b,Ed} = 8578.2$ daN – Bearing force (for decisive plate)

$F_{b,Rd} = 8701.9$ daN – Bearing resistance

Interaction of tension and shear (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4\,F_{t,Rd}} = 0.96 \leq 1{,}0$$

Where:

$F_{v,Ed} = 8578.2$ daN – Shear force (in decisive shear plane)

$F_{v,Rd} = 9408.0$ daN – Shear resistance

$F_{t,Ed} = 1030.4$ daN – Tensile force

$F_{t,Rd} = 14112.0$ daN – Tension resistance

Welds

Item	Edge	T_w [mm]	L [mm]	Loads	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	Ut [%]	Ut_c [%]	Detailing	Status
C-bfl 1	FP1	◢ 3.0 ◣	257	LE1	147.3	0.0	7.1	4.3	84.8	40.9	18.9	OK	OK
		◢ 3.0 ◣	259	LE1	322.7	0.0	184.8	-151.3	21.1	89.6	81.8	OK	OK
C-bfl 1	STIFF1a	◢ 4.0 ◣	58	LE1	25.4	0.0	13.5	10.2	7.2	7.1	7.1	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	20.5	0.0	6.4	-9.8	-5.6	5.7	5.7	OK	OK
C-w 1	STIFF1a	◢ 4.0 ◣	98	LE1	24.6	0.0	8.2	4.9	-12.5	6.8	6.8	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	98	LE1	16.9	0.0	3.8	-7.1	6.4	4.7	4.7	OK	OK
C-tfl 1	STIFF1a	◢ 4.0 ◣	58	LE1	12.7	0.0	6.2	3.7	-5.2	3.5	3.5	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	10.9	0.0	1.2	-3.7	5.0	3.0	3.0	OK	OK
C-bfl 1	STIFF1b	◢ 4.0 ◣	58	LE1	31.6	0.0	9.1	17.4	-1.7	8.8	7.9	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	44.5	0.0	28.0	-19.8	2.6	12.4	11.0	OK	OK
C-w 1	STIFF1b	◢ 4.0 ◣	98	LE1	13.3	0.0	5.9	4.2	5.4	3.7	3.7	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	98	LE1	23.6	0.0	11.5	-10.3	5.9	6.5	6.5	OK	OK
C-tfl 1	STIFF1b	◢ 4.0 ◣	58	LE1	8.9	0.0	0.8	3.4	-3.8	2.5	0.0	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	11.2	0.0	6.0	-3.3	4.4	3.1	3.1	OK	OK
C-bfl 1	STIFF1c	◢ 4.0 ◣	58	LE1	31.9	0.0	-14.4	-14.7	-7.3	8.8	8.8	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	32.8	0.0	-14.6	14.4	8.9	9.1	8.9	OK	OK
C-w 1	STIFF1c	◢ 4.0 ◣	98	LE1	25.2	0.0	-5.3	-8.8	11.2	7.0	6.7	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	98	LE1	31.3	0.0	-9.3	5.9	-16.2	8.7	7.7	OK	OK
C-tfl 1	STIFF1c	◢ 4.0 ◣	58	LE1	12.4	0.0	-0.4	-4.1	5.9	3.4	3.4	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	14.8	0.0	-7.9	4.2	-5.9	4.1	4.1	OK	OK
C-bfl 1	STIFF1d	◢ 4.0 ◣	58	LE1	68.4	0.0	-34.1	-32.7	10.2	19.0	15.2	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	59.7	0.0	-28.1	29.6	-7.2	16.6	13.4	OK	OK
C-w 1	STIFF1d	◢ 4.0 ◣	98	LE1	28.3	0.0	-16.5	-12.9	3.3	7.9	7.9	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	98	LE1	22.0	0.0	-8.1	11.8	1.0	6.1	6.1	OK	OK
C-tfl 1	STIFF1d	◢ 4.0 ◣	58	LE1	12.9	0.0	-7.5	-3.3	5.0	3.6	3.6	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	9.0	0.0	0.5	3.6	-3.7	2.5	0.0	OK	OK

Design data

Material	f_u [MPa]	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9 σ [MPa]
S 235	360.0	0.80	360.0	259.2

Symbol explanation

T_w	Throat thickness a
L	Length
$\sigma_{w,Ed}$	Equivalent stress
ε_{Pl}	Strain
$\sigma_{\perp}$	Perpendicular stress
$\tau_{\perp}$	Shear stress perpendicular to weld axis
$\tau_{\parallel}$	Shear stress parallel to weld axis
Ut	Utilization
Ut_c	Weld capacity estimation
◢	Fillet weld
f_u	Ultimate strength of weld
β_w	Correlation factor EN 1993-1-8 – Tab. 4.1
$\sigma_{w,Rd}$	Equivalent stress resistance
0.9 σ	Perpendicular stress resistance: 0.9*fu/γM2

Detailed result for C-bfl 1 / FP1

Weld resistance check (EN 1993-1-8 – Cl. 4.5.3.2)

$$\sigma_{w,Rd} = f_u/(\beta_w \gamma_{M2}) = \quad 360.0 \quad \text{MPa} \quad \geq \quad \sigma_{w,Ed} = [\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0.5} = \quad 322.7 \quad \text{MPa}$$

$$\sigma_{\perp,Rd} = 0,9\ f_u\ /\ \gamma_{M2} \ = \quad 259.2 \quad \text{MPa} \quad \geq \quad |\sigma_{\perp}| = \quad 184.8 \quad \text{MPa}$$

where:

$f_u = 360.0$ MPa – Ultimate strength

$\beta_w = 0.80$ – Correlation factor EN 1993-1-8 – Tab. 4.1

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Stress utilization

$$U_t = \max\left(\frac{\sigma_{w,Ed}}{\sigma_{w,Rd}}\ ;\ \frac{|\sigma_{\perp}|}{\sigma_{\perp,Rd}}\right) = \quad 0.90 \quad \leq \quad 1,0$$

Where:

$\sigma_{w,Ed} = 322.7$ MPa – Maximum normal stress transverse to the axis of the weld

$\sigma_{w,Rd} = 360.0$ MPa – Equivalent stress resistance

$\sigma_{\perp} = 184.8$ MPa – Normal stress perpendicular to the throat

$\sigma_{\perp,Rd} = 259.2$ MPa – Perpendicular stress resistance

Detailing check

- *Weld is too small. Throat thickness should be greater or equal to 4.0 mm where rupture of the weld is to be avoided for ductility purposes. (FprEN 1993-1-8:2023 – 6.9(4))*

Buckling

Buckling analysis was not calculated.

Code settings

Item	Value	Unit	Reference
Safety factor γ_{M0}	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Safety factor γ_{M1}	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Safety factor γ_{M2}	1.25	-	EN 1993-1-1: 6.1
Safety factor γ_{M3}	1.25	-	EN 1993-1-8: 2.2
Safety factor γ_{C}	1.50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
Safety factor γ_{Inst}	1.20	-	EN 1992-4: Table 4.1
Joint coefficient βj	0.67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Effective area - influence of mesh size	0.10	-	
Friction coefficient - concrete	0.25	-	EN 1993-1-8
Friction coefficient in slip-resistance	0.30	-	EN 1993-1-8 tab 3.7
Limit plastic strain	0.05	-	EN 1993-1-5
Detailing	Yes		
Distance between bolts [d]	2.20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Distance between bolts and edge [d]	1.20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Concrete breakout resistance check	None		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.5
Use calculated αb in bearing check.	Yes		EN 1993-1-8: tab 3.4
Cracked concrete	Yes		EN 1992-4
Local deformation check	Yes		CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Local deformation limit	0.03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Geometrical nonlinearity (GMNA)	Yes		Analysis with large deformations for hollow section joints
Braced system	No		EN 1993-1-8: 5.2.2.5

Project data

Project name	Verifica nodi in acciaio
Project number	2340-03
Author	Opera Mista
Description	Scuola Fornovo San Giovanni (BG)
Date	8/22/2024
Code	EN

Material

Steel	S 235, S 275
Concrete	C25/30

Project item CON5

Design

Name	CON5
Description	HEA600 - HEA600
Analysis	Stress, strain/ simplified loading

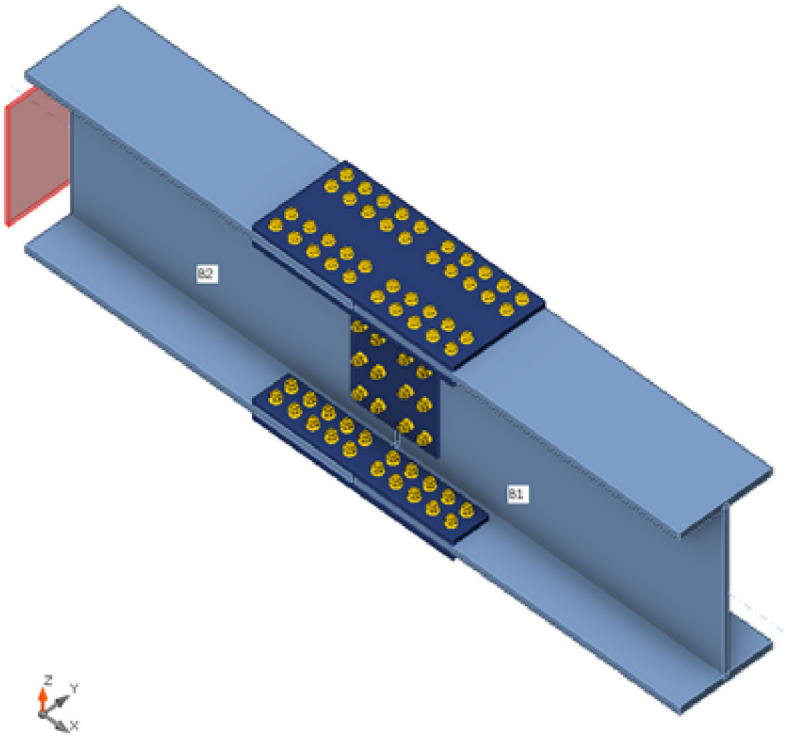
Members

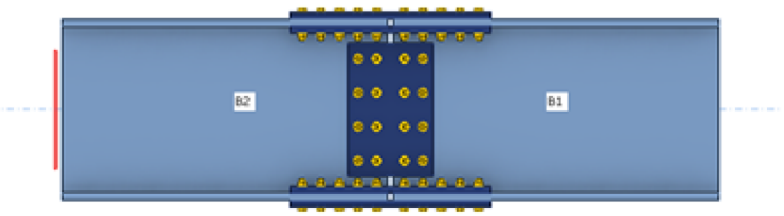
Geometry

Name	Cross-section	β – Direction [°]	γ - Pitch [°]	α - Rotation [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]
B1	5 - HEA600	0.0	0.0	0.0	0	0	0
B2	5 - HEA600	180.0	0.0	0.0	0	0	0

Supports and forces

Name	Support	Forces in	X [mm]
B1 / end		Node	0
B2 / end	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Node	0







Cross-sections

Name	Material
5 - HEA600	S 275

Bolts

Name	Diameter [mm]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	Gross area [mm^2]
M16 8.8	16	640.0	800.0	201

Load effects (Equilibrium not required)

Name	Member	N [daN]	Vy [daN]	Vz [daN]	Mx [daNm]	My [daNm]	Mz [daNm]
LE1	B1 / End	7000.0	0.0	-20000.0	0.0	35000.0	0.0
LE2	B1 / End	-7000.0	0.0	-20000.0	0.0	35000.0	0.0

Check

Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.0 < 5.0%	OK
Bolts	41.1 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

Plates

Name	Material	t_p [mm]	Loads	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Status
B1-bfl 1	S 275	25.0	LE2	94.8	0.0	17.6	OK
B1-tfl 1	S 275	25.0	LE1	131.6	0.0	18.0	OK
B1-w 1	S 275	13.0	LE1	98.2	0.0	17.5	OK
B2-bfl 1	S 275	25.0	LE2	121.5	0.0	26.7	OK
B2-tfl 1	S 275	25.0	LE1	173.2	0.0	35.8	OK
B2-w 1	S 275	13.0	LE2	148.5	0.0	35.9	OK
SPL1a	S 235	20.0	LE1	157.9	0.0	30.9	OK
SPL1b	S 235	20.0	LE1	191.1	0.0	18.3	OK
SPL1c	S 235	20.0	LE1	192.4	0.0	23.2	OK
SPL3a	S 235	8.0	LE1	95.4	0.0	9.0	OK
SPL3b	S 235	8.0	LE1	95.4	0.0	9.0	OK
SPL4a	S 235	20.0	LE2	144.4	0.0	14.7	OK
SPL4b	S 235	20.0	LE2	165.7	0.0	27.6	OK
SPL4c	S 235	20.0	LE2	165.3	0.0	32.8	OK

Design data

Material	f_y [MPa]	ε_{lim} [%]
S 275	275.0	5.0
S 235	235.0	5.0

Symbol explanation

t_p	Plate thickness
σ_{Ed}	Equivalent stress
ε_{Pl}	Plastic strain
$\sigma_{c,Ed}$	Contact stress
f_y	Yield strength
ε_{lim}	Limit of plastic strain

Detailed result for B1-bfl 1

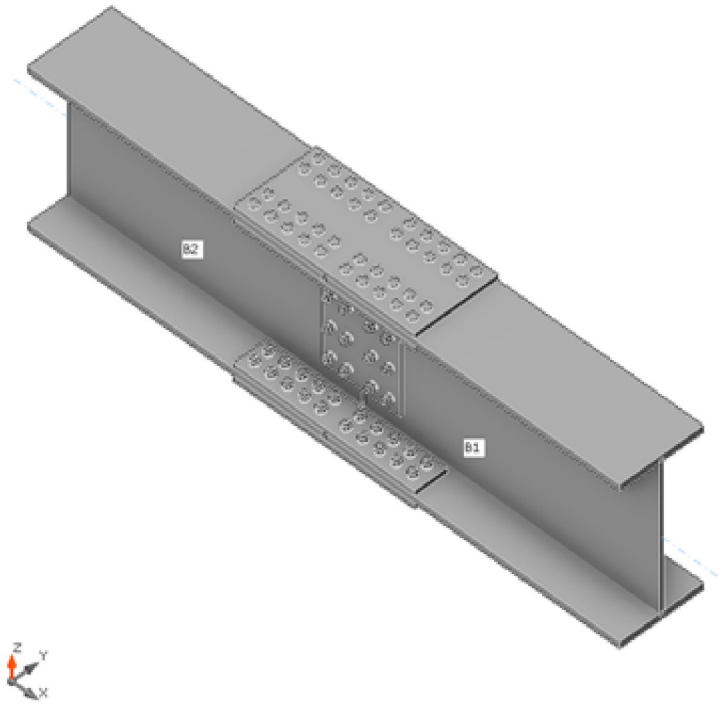
Design values used in the analysis

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} = \quad 275.0 \quad \text{MPa}$$

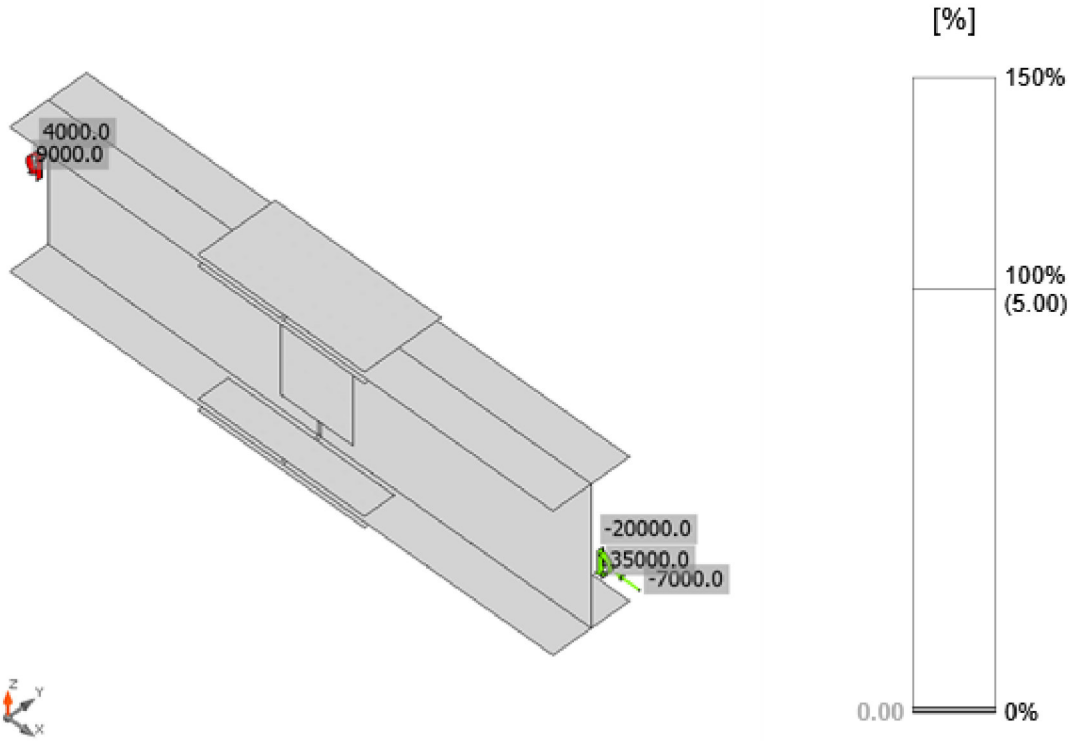
Where:

$f_{yk} = 275.0$ MPa – characteristic yield strength

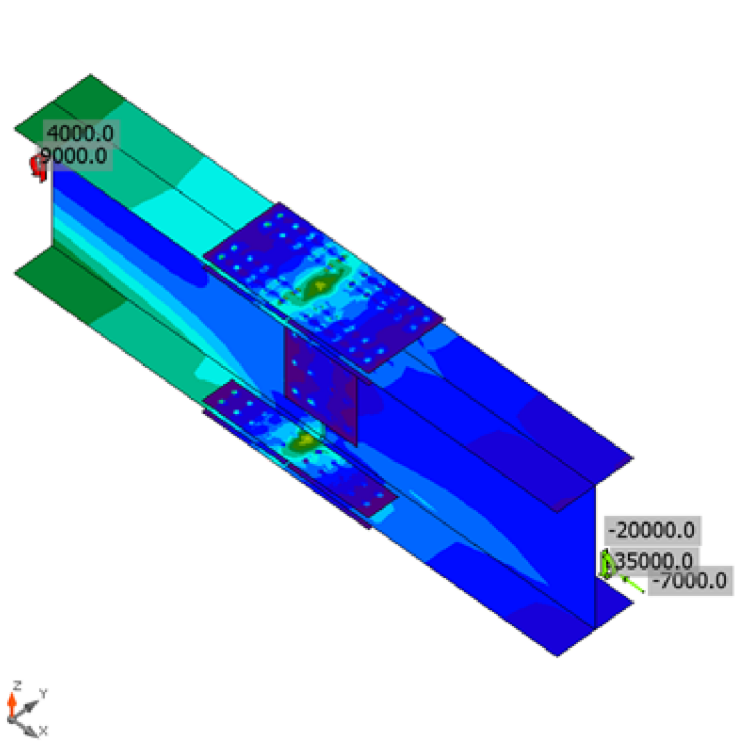
$\gamma_{M0} = 1.00$ – partial safety factor for steel material EN 1993-1-1 – 6.1

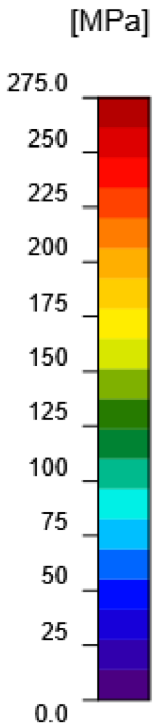


Overall check, LE2



Strain check, LE2

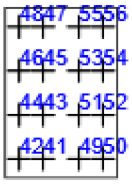


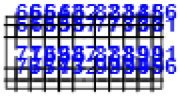


Equivalent stress, LE2

Bolts

Shape	Item	Grade	Loads	$F_{t,Ed}$ [daN]	$F_{v,Ed}$ [daN]	$F_{b,Rd}$ [daN]	Ut_t [%]	Ut_s [%]	Ut_{ts} [%]	Detailing	Status
	B1	M16 8.8 - 1	LE1	1255.3	1822.6	22310.5	13.9	30.2	40.1	OK	OK
	B2	M16 8.8 - 1	LE1	480.0	1722.6	25935.9	5.3	28.6	32.4	OK	OK
	B3	M16 8.8 - 1	LE1	117.0	1665.6	25935.9	1.3	27.6	28.6	OK	OK
	B4	M16 8.8 - 1	LE1	23.6	1670.8	25935.9	0.3	27.7	27.9	OK	OK
	B5	M16 8.8 - 1	LE1	426.9	1712.7	25935.9	4.7	28.4	31.8	OK	OK
	B6	M16 8.8 - 1	LE1	210.3	1751.3	22310.5	2.3	29.0	30.7	OK	OK
	B7	M16 8.8 - 1	LE1	63.5	1674.9	25935.9	0.7	27.8	28.3	OK	OK
	B8	M16 8.8 - 1	LE1	23.2	1632.6	25935.9	0.3	27.1	27.3	OK	OK
	B9	M16 8.8 - 1	LE1	2.1	1642.5	25935.9	0.0	27.2	27.3	OK	OK
	B10	M16 8.8 - 1	LE1	383.4	1683.1	25935.9	4.2	27.9	30.9	OK	OK
	B11	M16 8.8 - 1	LE1	1261.4	1821.9	22310.5	13.9	30.2	40.2	OK	OK
	B12	M16 8.8 - 1	LE1	479.5	1722.2	25935.9	5.3	28.6	32.4	OK	OK
	B13	M16 8.8 - 1	LE1	118.6	1665.2	25935.9	1.3	27.6	28.6	OK	OK
	B14	M16 8.8 - 1	LE1	22.1	1670.1	25935.9	0.2	27.7	27.9	OK	OK
	B15	M16 8.8 - 1	LE1	427.4	1712.6	25935.9	4.7	28.4	31.8	OK	OK
	B16	M16 8.8 - 1	LE1	217.9	1750.9	22310.5	2.4	29.0	30.8	OK	OK
	B17	M16 8.8 - 1	LE1	62.4	1674.6	25935.9	0.7	27.8	28.3	OK	OK
	B18	M16 8.8 - 1	LE1	22.9	1632.4	25935.9	0.3	27.1	27.3	OK	OK
	B19	M16 8.8 - 1	LE1	3.6	1641.7	25935.9	0.0	27.2	27.3	OK	OK
	B20	M16 8.8 - 1	LE1	382.3	1683.0	25935.9	4.2	27.9	30.9	OK	OK
	B21	M16 8.8 - 1	LE1	924.3	1602.1	22310.5	10.2	26.6	33.9	OK	OK
	B22	M16 8.8 - 1	LE1	197.0	1641.8	25935.9	2.2	27.2	28.8	OK	OK
	B23	M16 8.8 - 1	LE1	46.9	1699.4	25935.9	0.5	28.2	28.6	OK	OK
	B24	M16 8.8 - 1	LE1	71.3	1774.4	25935.9	0.8	29.4	30.0	OK	OK
	B25	M16 8.8 - 1	LE1	537.8	1869.2	25935.9	5.9	31.0	35.3	OK	OK
	B26	M16 8.8 - 1	LE1	176.7	1576.1	22310.5	2.0	26.1	27.5	OK	OK
	B27	M16 8.8 - 1	LE1	44.4	1594.3	25935.9	0.5	26.4	26.8	OK	OK
	B28	M16 8.8 - 1	LE1	32.6	1665.8	25935.9	0.4	27.6	27.9	OK	OK
	B29	M16 8.8 - 1	LE1	17.0	1753.2	25935.9	0.2	29.1	29.2	OK	OK
	B30	M16 8.8 - 1	LE1	432.1	1854.1	25935.9	4.8	30.8	34.2	OK	OK
	B31	M16 8.8 - 1	LE1	933.0	1602.3	22310.5	10.3	26.6	33.9	OK	OK
	B32	M16 8.8 - 1	LE1	196.4	1641.9	25935.9	2.2	27.2	28.8	OK	OK
	B33	M16 8.8 - 1	LE1	47.3	1699.8	25935.9	0.5	28.2	28.6	OK	OK
	B34	M16 8.8 - 1	LE1	70.1	1774.9	25935.9	0.8	29.4	30.0	OK	OK
	B35	M16 8.8 - 1	LE1	540.8	1868.7	25935.9	6.0	31.0	35.3	OK	OK
	B36	M16 8.8 - 1	LE1	182.3	1576.2	22310.5	2.0	26.1	27.6	OK	OK
	B37	M16 8.8 - 1	LE1	44.1	1593.9	25935.9	0.5	26.4	26.8	OK	OK
	B38	M16 8.8 - 1	LE1	32.8	1665.6	25935.9	0.4	27.6	27.9	OK	OK
	B39	M16 8.8 - 1	LE1	17.2	1753.3	25935.9	0.2	29.1	29.2	OK	OK
	B40	M16 8.8 - 1	LE1	431.4	1854.2	25935.9	4.8	30.8	34.2	OK	OK

Shape	Item	Grade	Loads	$F_{t,Ed}$ [daN]	$F_{v,Ed}$ [daN]	$F_{b,Rd}$ [daN]	Ut_t [%]	Ut_s [%]	Ut_{ts} [%]	Detailing	Status
	B41	M16 8.8 - 2	LE2	164.5	536.9	8106.7	1.8	8.9	10.2	OK	OK
	B42	M16 8.8 - 2	LE2	151.9	617.5	8106.7	1.7	10.2	11.4	OK	OK
	B43	M16 8.8 - 2	LE2	107.4	512.2	17888.0	1.2	8.5	9.3	OK	OK
	B44	M16 8.8 - 2	LE2	111.2	593.5	17888.0	1.2	9.8	10.7	OK	OK
	B45	M16 8.8 - 2	LE1	91.3	515.8	17888.0	1.0	8.6	9.3	OK	OK
	B46	M16 8.8 - 2	LE1	122.5	598.4	8521.9	1.4	9.9	10.9	OK	OK
	B47	M16 8.8 - 2	LE1	91.7	543.2	15193.0	1.0	9.0	9.7	OK	OK
	B48	M16 8.8 - 2	LE1	136.9	622.5	7209.1	1.5	10.3	11.4	OK	OK
	B49	M16 8.8 - 2	LE2	245.0	1260.6	17888.0	2.7	20.9	22.8	OK	OK
	B50	M16 8.8 - 2	LE2	148.0	1133.6	17888.0	1.6	18.8	20.0	OK	OK
	B51	M16 8.8 - 2	LE2	152.7	806.8	17888.0	1.7	13.4	14.6	OK	OK
	B52	M16 8.8 - 2	LE2	88.9	544.7	17888.0	1.0	9.0	9.7	OK	OK
	B53	M16 8.8 - 2	LE1	120.0	818.3	15250.8	1.3	13.6	14.5	OK	OK
	B54	M16 8.8 - 2	LE1	145.3	563.5	6104.1	1.6	9.3	10.5	OK	OK
	B55	M16 8.8 - 2	LE1	189.2	1277.6	13250.8	2.1	21.2	22.7	OK	OK
	B56	M16 8.8 - 2	LE1	320.2	1150.5	5973.3	3.5	19.3	21.6	OK	OK

Shape	Item	Grade	Loads	$F_{t,Ed}$ [daN]	$F_{v,Ed}$ [daN]	$F_{b,Rd}$ [daN]	Ut_t [%]	Ut_s [%]	Ut_{ts} [%]	Detailing	Status
	B57	M16 8.8 - 1	LE2	1513.8	1756.9	25935.9	16.7	29.1	41.1	OK	OK
	B58	M16 8.8 - 1	LE2	310.8	1688.8	25935.9	3.4	28.0	30.5	OK	OK
	B59	M16 8.8 - 1	LE2	46.5	1658.5	25935.9	0.5	27.5	27.9	OK	OK
	B60	M16 8.8 - 1	LE2	50.2	1673.0	25935.9	0.6	27.8	28.1	OK	OK
	B61	M16 8.8 - 1	LE2	40.3	1739.6	30119.1	0.4	28.9	29.2	OK	OK
	B62	M16 8.8 - 1	LE2	534.8	1727.3	25935.9	5.9	28.7	32.9	OK	OK
	B63	M16 8.8 - 1	LE2	52.3	1669.2	25935.9	0.6	27.7	28.1	OK	OK
	B64	M16 8.8 - 1	LE2	31.1	1633.4	25935.9	0.3	27.1	27.3	OK	OK
	B65	M16 8.8 - 1	LE2	61.3	1645.5	25935.9	0.7	27.3	27.8	OK	OK
	B66	M16 8.8 - 1	LE2	46.5	1711.1	30119.1	0.5	28.4	28.7	OK	OK
	B67	M16 8.8 - 1	LE2	1479.2	1755.8	25935.9	16.4	29.1	40.8	OK	OK
	B68	M16 8.8 - 1	LE2	296.1	1688.4	25935.9	3.3	28.0	30.3	OK	OK
	B69	M16 8.8 - 1	LE2	46.0	1658.3	25935.9	0.5	27.5	27.9	OK	OK
	B70	M16 8.8 - 1	LE2	52.6	1672.4	25935.9	0.6	27.7	28.2	OK	OK
	B71	M16 8.8 - 1	LE2	38.6	1739.5	30119.1	0.4	28.9	29.2	OK	OK
	B72	M16 8.8 - 1	LE2	538.1	1727.6	25935.9	5.9	28.7	32.9	OK	OK
	B73	M16 8.8 - 1	LE2	52.5	1669.3	25935.9	0.6	27.7	28.1	OK	OK
	B74	M16 8.8 - 1	LE2	33.0	1633.1	25935.9	0.4	27.1	27.3	OK	OK
	B75	M16 8.8 - 1	LE2	60.1	1645.1	25935.9	0.7	27.3	27.8	OK	OK
	B76	M16 8.8 - 1	LE2	47.2	1711.2	30119.1	0.5	28.4	28.8	OK	OK
	B77	M16 8.8 - 1	LE2	1599.8	1544.9	25935.9	17.7	25.6	38.3	OK	OK
	B78	M16 8.8 - 1	LE2	392.6	1609.1	25935.9	4.3	26.7	29.8	OK	OK
	B79	M16 8.8 - 1	LE2	82.6	1693.6	25935.9	0.9	28.1	28.7	OK	OK
	B80	M16 8.8 - 1	LE2	69.2	1780.4	25935.9	0.8	29.5	30.1	OK	OK
	B81	M16 8.8 - 1	LE2	51.7	1900.4	30119.1	0.6	31.5	31.9	OK	OK
	B82	M16 8.8 - 1	LE2	510.0	1580.6	25935.9	5.6	26.2	30.2	OK	OK
	B83	M16 8.8 - 1	LE2	40.9	1583.9	25935.9	0.5	26.3	26.6	OK	OK
	B84	M16 8.8 - 1	LE2	24.3	1664.1	25935.9	0.3	27.6	27.8	OK	OK
	B85	M16 8.8 - 1	LE2	54.5	1755.8	25935.9	0.6	29.1	29.6	OK	OK
	B86	M16 8.8 - 1	LE2	46.3	1883.8	30119.1	0.5	31.2	31.6	OK	OK
	B87	M16 8.8 - 1	LE2	1603.6	1547.3	25935.9	17.7	25.7	38.3	OK	OK
	B88	M16 8.8 - 1	LE2	397.1	1608.8	25935.9	4.4	26.7	29.8	OK	OK
	B89	M16 8.8 - 1	LE2	84.9	1693.8	25935.9	0.9	28.1	28.8	OK	OK
	B90	M16 8.8 - 1	LE2	72.1	1780.7	25935.9	0.8	29.5	30.1	OK	OK
	B91	M16 8.8 - 1	LE2	52.4	1900.4	30119.1	0.6	31.5	31.9	OK	OK
	B92	M16 8.8 - 1	LE2	521.3	1581.5	25935.9	5.8	26.2	30.3	OK	OK
	B93	M16 8.8 - 1	LE2	41.6	1582.4	25935.9	0.5	26.2	26.6	OK	OK
	B94	M16 8.8 - 1	LE2	22.9	1663.7	25935.9	0.3	27.6	27.8	OK	OK
	B95	M16 8.8 - 1	LE2	53.9	1755.7	25935.9	0.6	29.1	29.5	OK	OK
	B96	M16 8.8 - 1	LE2	47.3	1884.0	30119.1	0.5	31.3	31.6	OK	OK

Design data

Grade	$F_{t,Rd}$ [daN]	$B_{p,Rd}$ [daN]	$F_{v,Rd}$ [daN]
M16 8.8 - 1	9043.2	27550.5	6028.8
M16 8.8 - 2	9043.2	11020.2	6028.8

Symbol explanation

$F_{t,Ed}$	Tension force
$F_{v,Ed}$	Resultant of bolt shear forces Vy and Vz in shear planes
$F_{b,Rd}$	Plate bearing resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
Ut_t	Utilization in tension
Ut_s	Utilization in shear
Ut_{ts}	Interaction of tension and shear EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{t,Rd}$	Bolt tension resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$B_{p,Rd}$	Punching shear resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{v,Rd}$	Bolt shear resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4

Detailed result for B57

Tension resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} = 9043.2 \text{ daN} \geq F_{t,Ed} = 1513.8 \text{ daN}$$

Where:

$k_2 = 0.90$ – Factor

$f_{ub} = 800.0$ MPa – Ultimate tensile strength of the bolt

$A_s = 157$ mm^2 – Tensile stress area of the bolt

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Punching resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$B_{p,Rd} = \frac{0{,}6\,\pi\, d_m\, t_p\, f_u}{\gamma_{M2}} = 27550.5 \text{ daN} \geq F_{t,Ed} = 1513.8 \text{ daN}$$

Where:

$d_m = 25$ mm – The mean of the across points and across flats dimensions of the bolt head or the nut, whichever is smaller

$t_p = 20$ mm – Plate thickness

$f_u = 360.0$ MPa – Ultimate strength

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Shear resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$F_{v,Rd} = \frac{\beta_p \ \alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = \quad 6028.8 \quad \text{daN} \quad \geq \quad F_{v,Ed} = \quad 1756.9 \quad \text{daN}$$

Where:

$\beta_p = 1.00$ – Reduction factor for packing

$\alpha_v = 0.60$ – Reduction factor for shear stress

$f_{ub} = 800.0$ MPa – Ultimate tensile strength of the bolt

$A = 157$ mm^2 – Tensile stress area of the bolt

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Bearing resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \ \alpha_b \ f_u \ dt}{\gamma_{M2}} = \quad 25935.9 \quad \text{daN} \quad \geq \quad F_{b,Ed} = \quad 3160.6 \quad \text{daN}$$

Where:

$k_1 = \min(2.8\frac{e_2}{d_0} - 1.7, 1.4\frac{p_2}{d_0} - 1.7, 2.5) = 2.19$ – Factor for edge distance and bolt spacing perpendicular to the direction of load transfer

$\alpha_b = \min(\frac{e_1}{3d_0}, \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1) = 0.86$ – Factor for end distance and bolt spacing in direction of load transfer

$e_2 = 85$ mm – Distance to the plate edge perpendicular to the shear force

$p_2 = 50$ mm – Distance between bolts perpendicular to the shear force

$d_0 = 18$ mm – Bolt hole diameter

$e_1 = \infty$ mm – Distance to the plate edge in the direction of the shear force

$p_1 = 60$ mm – Distance between bolts in the direction of the shear force

$f_{ub} = 800.0$ MPa – Ultimate tensile strength of the bolt

$f_u = 430.0$ MPa – Ultimate strength of the plate

$d = 16$ mm – Nominal diameter of the fastener

$t = 25$ mm – Thickness of the plate

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Utilization in tension

$$\frac{F_{t,Ed}}{\min(F_{t,Rd}; B_{p,Rd})} = \quad 0.17 \quad \leq \quad 1,0$$

Where:

$F_{t,Ed} = 1513.8$ daN – Tensile force

$F_{t,Rd} = 9043.2$ daN – Tension resistance

$B_{p,Rd} = 27550.5$ daN – Punching resistance

Utilization in shear

$$\max\left(\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}}; \frac{F_{b,Ed}}{F_{b,Rd}}\right) = \quad 0.29 \quad \leq \quad 1{,}0$$

Where:

$F_{v,Ed} = 1756.9$ daN – Shear force (in decisive shear plane)

$F_{v,Rd} = 6028.8$ daN – Shear resistance

$F_{b,Ed} = 3160.6$ daN – Bearing force (for decisive plate)

$F_{b,Rd} = 25935.9$ daN – Bearing resistance

Interaction of tension and shear (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4\,F_{t,Rd}} = \quad 0.41 \quad \leq \quad 1{,}0$$

Where:

$F_{v,Ed} = 1756.9$ daN – Shear force (in decisive shear plane)

$F_{v,Rd} = 6028.8$ daN – Shear resistance

$F_{t,Ed} = 1513.8$ daN – Tensile force

$F_{t,Rd} = 9043.2$ daN – Tension resistance

Buckling

Buckling analysis was not calculated.

Code settings

Item	Value	Unit	Reference
Safety factor γ_{M0}	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Safety factor γ_{M1}	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Safety factor γ_{M2}	1.25	-	EN 1993-1-1: 6.1
Safety factor γ_{M3}	1.25	-	EN 1993-1-8: 2.2
Safety factor γ_{C}	1.50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
Safety factor γ_{Inst}	1.20	-	EN 1992-4: Table 4.1
Joint coefficient βj	0.67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Effective area - influence of mesh size	0.10	-	
Friction coefficient - concrete	0.25	-	EN 1993-1-8
Friction coefficient in slip-resistance	0.30	-	EN 1993-1-8 tab 3.7
Limit plastic strain	0.05	-	EN 1993-1-5
Detailing	Yes		
Distance between bolts [d]	2.20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Distance between bolts and edge [d]	1.20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Concrete breakout resistance check	None		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.5
Use calculated αb in bearing check.	Yes		EN 1993-1-8: tab 3.4
Cracked concrete	Yes		EN 1992-4
Local deformation check	Yes		CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Local deformation limit	0.03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Geometrical nonlinearity (GMNA)	Yes		Analysis with large deformations for hollow section joints
Braced system	No		EN 1993-1-8: 5.2.2.5

Project data

Project name	Verifica nodi in acciaio
Project number	2340-03
Author	Opera Mista
Description	Scuola Fornovo San Giovanni (BG)
Date	8/22/2024
Code	EN

Material

Steel	S 235, S 275
Concrete	C25/30

Project item CON8

Design

Name	CON8
Description	HEA600
Analysis	Stress, strain/ simplified loading

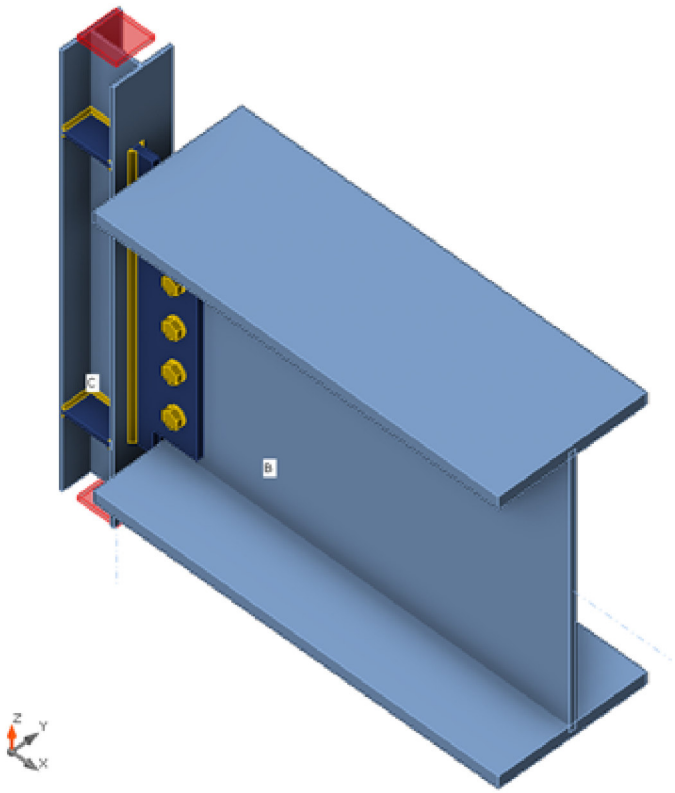
Members

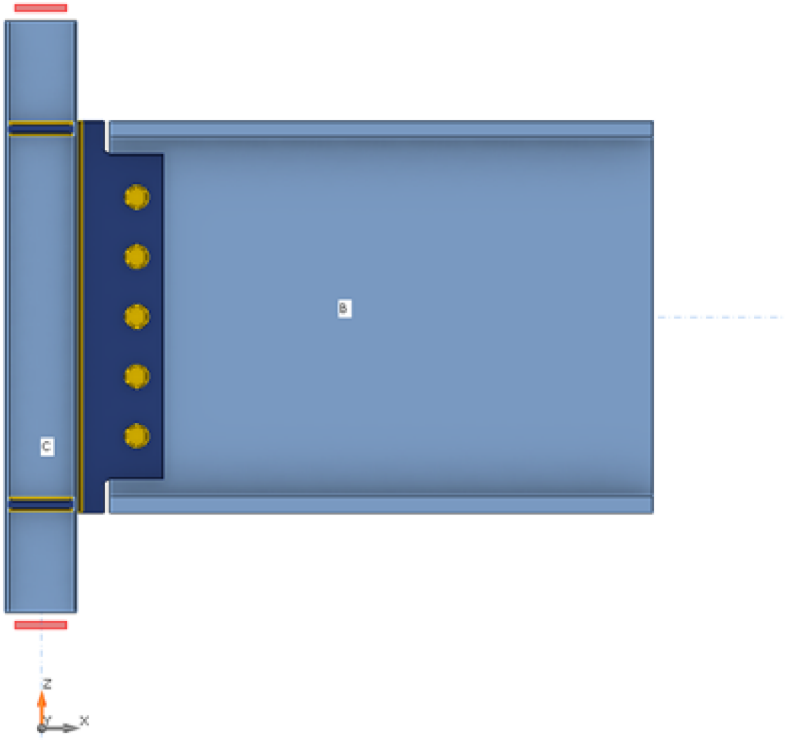
Geometry

Name	Cross-section	β – Direction [°]	γ - Pitch [°]	α - Rotation [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]
C	1 - CON1(HEA120A)	0.0	90.0	0.0	0	0	0
B	7 - HEA600	0.0	0.0	0.0	0	0	0

Supports and forces

Name	Support	Forces in	X [mm]
C / begin	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Node	0
C / end	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Node	0
B / end		Node	0





Cross-sections

Name	Material
1 - CON1(HEA120A)	S 275
7 - HEA600	S 275

Bolts

Name	Diameter [mm]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	Gross area [mm^2]
M20 8.8	20	640.0	800.0	314

Load effects (Equilibrium not required)

Name	Member	N [daN]	Vy [daN]	Vz [daN]	Mx [daNm]	My [daNm]	Mz [daNm]
LE1	B / End	0.0	0.0	-25000.0	0.0	0.0	0.0

Check

Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.1 < 5.0%	OK
Bolts	98.9 < 100%	OK
Welds	33.7 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

Plates

Name	Material	t_p [mm]	Loads	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Status
C-bfl 1	S 275	5.5	LE1	158.8	0.0	0.0	OK
C-tfl 1	S 275	5.5	LE1	94.5	0.0	0.0	OK
C-w 1	S 275	4.2	LE1	186.6	0.0	0.0	OK
B-bfl 1	S 275	25.0	LE1	50.1	0.0	0.0	OK
B-tfl 1	S 275	25.0	LE1	49.3	0.0	0.0	OK
B-w 1	S 275	13.0	LE1	275.2	0.1	12.6	OK
FP1	S 235	15.0	LE1	235.1	0.1	45.5	OK
STIFF1a	S 235	10.0	LE1	23.1	0.0	0.0	OK
STIFF1b	S 235	10.0	LE1	35.8	0.0	0.0	OK
STIFF1c	S 235	10.0	LE1	21.7	0.0	0.0	OK
STIFF1d	S 235	10.0	LE1	31.2	0.0	0.0	OK

Design data

Material	f_y [MPa]	ε_{lim} [%]
S 275	275.0	5.0
S 235	235.0	5.0

Symbol explanation

t_p	Plate thickness
σ_{Ed}	Equivalent stress
ε_{Pl}	Plastic strain
$\sigma_{c,Ed}$	Contact stress
f_y	Yield strength
ε_{lim}	Limit of plastic strain

Detailed result for B-w 1

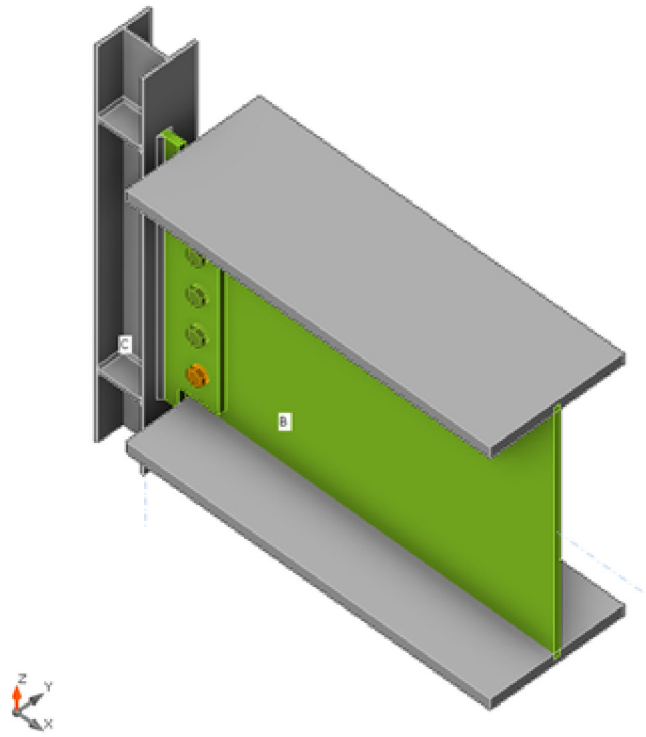
Design values used in the analysis

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} = \quad 275.0 \quad \text{MPa}$$

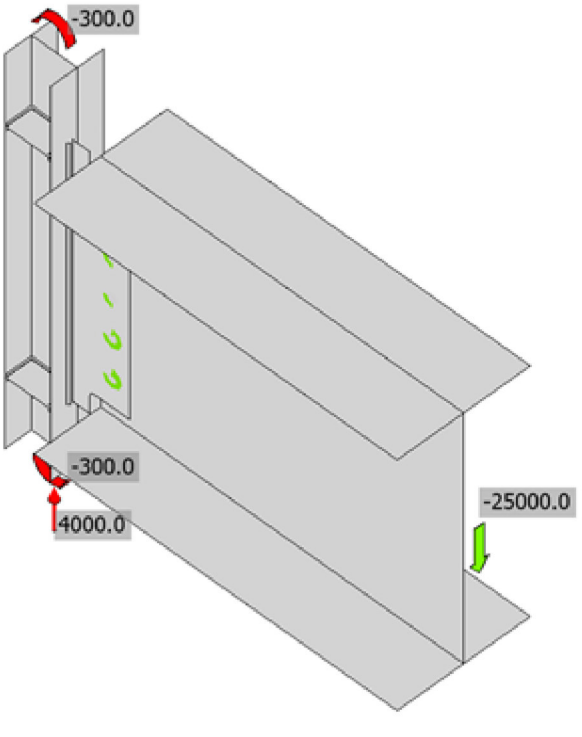
Where:

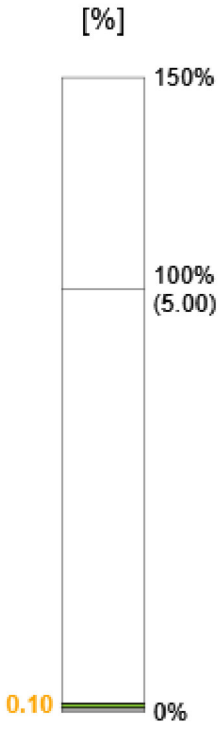
$f_{yk} = 275.0$ MPa – characteristic yield strength

$\gamma_{M0} = 1.00$ – partial safety factor for steel material EN 1993-1-1 – 6.1

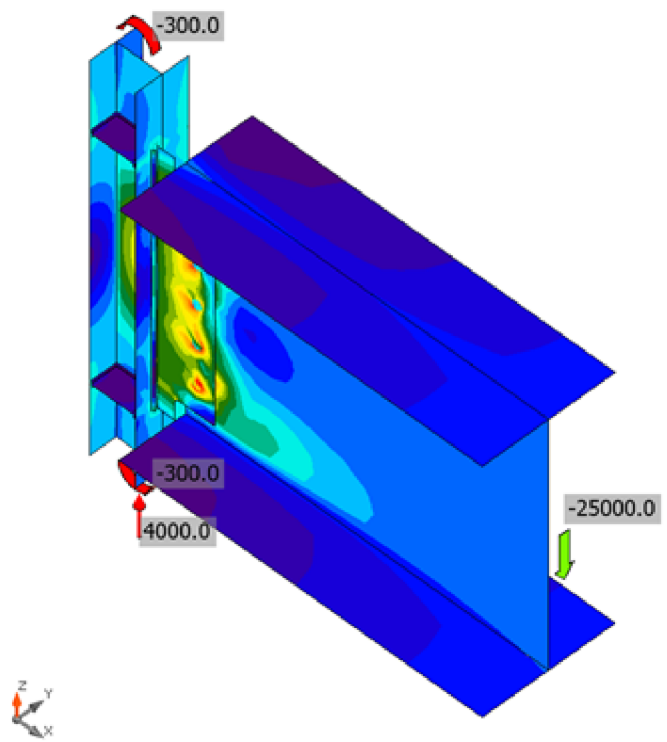


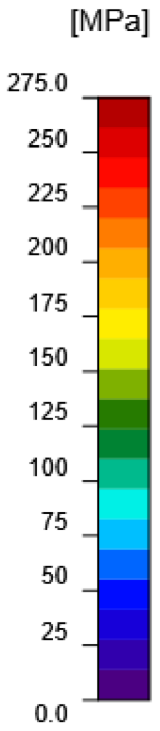
Overall check, LE1





Strain check, LE1





Equivalent stress, LE1

Bolts

Shape	Item	Grade	Loads	$F_{t,Ed}$ [daN]	$F_{v,Ed}$ [daN]	$F_{b,Rd}$ [daN]	Ut_t [%]	Ut_s [%]	Ut_{ts} [%]	Detailing	Status
	B1	M20 8.8 - 1	LE1	260.0	5617.6	21600.0	1.8	59.7	61.0	OK	OK
	B2	M20 8.8 - 1	LE1	550.3	7591.6	21600.0	3.9	80.7	83.5	OK	OK
	B3	M20 8.8 - 1	LE1	1831.4	8341.4	21600.0	13.0	88.7	97.9	OK	OK
	B4	M20 8.8 - 1	LE1	322.0	7349.2	13887.8	2.3	78.1	79.7	OK	OK
	B5	M20 8.8 - 1	LE1	931.0	8857.9	13090.9	6.6	94.2	98.9	OK	OK

Design data

Grade	$F_{t,Rd}$ [daN]	$B_{p,Rd}$ [daN]	$F_{v,Rd}$ [daN]
M20 8.8 - 1	14112.0	25866.3	9408.0

Symbol explanation

$F_{t,Ed}$	Tension force
$F_{v,Ed}$	Resultant of bolt shear forces Vy and Vz in shear planes
$F_{b,Rd}$	Plate bearing resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
Ut_t	Utilization in tension
Ut_s	Utilization in shear
Ut_{ts}	Interaction of tension and shear EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{t,Rd}$	Bolt tension resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$B_{p,Rd}$	Punching shear resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{v,Rd}$	Bolt shear resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4

Detailed result for B5

Tension resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 \, f_{ub} \, A_s}{\gamma_{M2}} = \quad 14112.0 \quad \text{daN} \quad \geq \quad F_{t,Ed} = \quad 931.0 \quad \text{daN}$$

Where:

$k_2 = 0.90$ – Factor

$f_{ub} = 800.0$ MPa – Ultimate tensile strength of the bolt

$A_s = 245$ mm^2 – Tensile stress area of the bolt

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Punching resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$B_{p,Rd} = \frac{0{,}6 \, \pi \, d_m \, t_p \, f_u}{\gamma_{M2}} = \quad 25866.3 \quad \text{daN} \quad \geq \quad F_{t,Ed} = \quad 931.0 \quad \text{daN}$$

Where:

$d_m = 32$ mm – The mean of the across points and across flats dimensions of the bolt head or the nut, whichever is smaller

$t_p = 15$ mm – Plate thickness

$f_u = 360.0$ MPa – Ultimate strength

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Shear resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$F_{v,Rd} = \frac{\beta_p \; \alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = \quad 9408.0 \quad \text{daN} \quad \geq \quad F_{v,Ed} = \quad 8857.9 \quad \text{daN}$$

Where:

$\beta_p = 1.00$ – Reduction factor for packing

$\alpha_v = 0.60$ – Reduction factor for shear stress

$f_{ub} = 800.0$ MPa – Ultimate tensile strength of the bolt

$A = 245$ mm^2 – Tensile stress area of the bolt

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Bearing resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1\ \alpha_b\ f_u\ dt}{\gamma_{M2}} = \quad 13090.9 \quad \text{daN} \quad \geq \quad F_{b,Ed} = \quad 8857.9 \quad \text{daN}$$

Where:

$k_1 = \min(2.8\frac{e_2}{d_0} - 1.7, 1.4\frac{p_2}{d_0} - 1.7, 2.5) = 2.50$ – Factor for edge distance and bolt spacing perpendicular to the direction of load transfer

$\alpha_b = \min(\frac{e_1}{3d_0}, \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1) = 0.61$ – Factor for end distance and bolt spacing in direction of load transfer

$e_2 = 40$ mm – Distance to the plate edge perpendicular to the shear force

$p_2 = \infty$ mm – Distance between bolts perpendicular to the shear force

$d_0 = 22$ mm – Bolt hole diameter

$e_1 = 40$ mm – Distance to the plate edge in the direction of the shear force

$p_1 = \infty$ mm – Distance between bolts in the direction of the shear force

$f_{ub} = 800.0$ MPa – Ultimate tensile strength of the bolt

$f_u = 360.0$ MPa – Ultimate strength of the plate

$d = 20$ mm – Nominal diameter of the fastener

$t = 15$ mm – Thickness of the plate

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Utilization in tension

$$\frac{F_{t,Ed}}{\min(F_{t,Rd};\ B_{p,Rd})} = \quad 0.07 \quad \leq \quad 1{,}0$$

Where:

$F_{t,Ed} = 931.0$ daN – Tensile force

$F_{t,Rd} = 14112.0$ daN – Tension resistance

$B_{p,Rd} = 25866.3$ daN – Punching resistance

Utilization in shear

$$\max(\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}};\ \frac{F_{b,Ed}}{F_{b,Rd}}) = \quad 0.94 \quad \leq \quad 1{,}0$$

Where:

$F_{v,Ed} = 8857.9$ daN – Shear force (in decisive shear plane)

$F_{v,Rd} = 9408.0$ daN – Shear resistance

$F_{b,Ed} = 8857.9$ daN – Bearing force (for decisive plate)

$F_{b,Rd} = 13090.9$ daN – Bearing resistance

Interaction of tension and shear (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4\,F_{t,Rd}} = 0.99 \leq 1{,}0$$

Where:

$F_{v,Ed} = 8857.9$ daN – Shear force (in decisive shear plane)

$F_{v,Rd} = 9408.0$ daN – Shear resistance

$F_{t,Ed} = 931.0$ daN – Tensile force

$F_{t,Rd} = 14112.0$ daN – Tension resistance

Welds

Item	Edge	T_w [mm]	L [mm]	Loads	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	Ut [%]	Ut_c [%]	Detailing	Status
C-bfl 1	FP1	◢ 6.0 ◣	587	LE1	103.7	0.0	0.1	-0.1	59.9	28.8	25.7	OK	OK
		◢ 6.0 ◣	584	LE1	121.2	0.0	0.8	-1.0	-70.0	33.7	20.9	OK	OK
C-bfl 1	STIFF1a	◢ 4.0 ◣	58	LE1	34.6	0.0	15.3	12.1	13.2	9.6	9.6	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	29.7	0.0	10.7	-14.0	-7.7	8.3	8.3	OK	OK
C-w 1	STIFF1a	◢ 4.0 ◣	98	LE1	28.3	0.0	11.4	7.4	-13.0	7.9	7.9	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	98	LE1	24.3	0.0	7.0	-11.0	7.7	6.7	6.7	OK	OK
C-tfl 1	STIFF1a	◢ 4.0 ◣	58	LE1	17.8	0.0	4.7	5.8	-8.1	4.9	4.9	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	17.6	0.0	6.8	-5.7	7.4	4.9	4.9	OK	OK
C-bfl 1	STIFF1b	◢ 4.0 ◣	57	LE1	48.1	0.0	-12.5	-14.7	-22.4	13.4	10.1	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	42.7	0.0	-14.4	19.6	-12.5	11.9	10.1	OK	OK
C-w 1	STIFF1b	◢ 4.0 ◣	98	LE1	23.7	0.0	8.1	9.2	-9.0	6.6	6.6	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	98	LE1	36.9	0.0	13.7	-12.6	15.2	10.3	9.7	OK	OK
C-tfl 1	STIFF1b	◢ 4.0 ◣	58	LE1	20.8	0.0	-2.9	-3.2	11.5	5.8	5.8	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	22.6	0.0	-4.6	4.3	-12.0	6.3	6.3	OK	OK
C-bfl 1	STIFF1c	◢ 4.0 ◣	58	LE1	27.2	0.0	-10.0	-12.6	-7.3	7.6	7.6	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	31.7	0.0	-14.1	11.4	11.7	8.8	8.8	OK	OK
C-w 1	STIFF1c	◢ 4.0 ◣	98	LE1	21.7	0.0	-6.3	-9.8	6.9	6.0	6.0	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	98	LE1	26.3	0.0	-10.5	7.1	-12.0	7.3	7.3	OK	OK
C-tfl 1	STIFF1c	◢ 4.0 ◣	58	LE1	18.2	0.0	-7.2	-5.5	7.9	5.1	5.1	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	16.8	0.0	-4.2	5.9	-7.3	4.7	4.7	OK	OK
C-bfl 1	STIFF1d	◢ 4.0 ◣	57	LE1	41.8	0.0	15.0	19.0	-12.2	11.6	9.9	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	57	LE1	43.4	0.0	9.3	-11.9	-21.4	12.1	9.8	OK	OK
C-w 1	STIFF1d	◢ 4.0 ◣	98	LE1	33.8	0.0	-13.0	-11.1	14.2	9.4	9.1	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	98	LE1	23.3	0.0	-7.1	9.1	-9.0	6.5	6.5	OK	OK
C-tfl 1	STIFF1d	◢ 4.0 ◣	58	LE1	20.8	0.0	3.8	3.7	-11.2	5.8	5.8	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	22.3	0.0	3.7	-3.8	12.2	6.2	6.2	OK	OK

Design data

Material	f_u [MPa]	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9 σ [MPa]
S 235	360.0	0.80	360.0	259.2

Symbol explanation

T_w	Throat thickness a
L	Length
$\sigma_{w,Ed}$	Equivalent stress
ε_{Pl}	Strain
$\sigma_{\perp}$	Perpendicular stress
$\tau_{\perp}$	Shear stress perpendicular to weld axis
$\tau_{\parallel}$	Shear stress parallel to weld axis
Ut	Utilization
Ut_c	Weld capacity estimation
◢	Fillet weld
f_u	Ultimate strength of weld
β_w	Correlation factor EN 1993-1-8 – Tab. 4.1
$\sigma_{w,Rd}$	Equivalent stress resistance
0.9 σ	Perpendicular stress resistance: 0.9*fu/γM2

Detailed result for C-bfl 1 / FP1

Weld resistance check (EN 1993-1-8 – Cl. 4.5.3.2)

$$\sigma_{w,Rd} = f_u/(\beta_w \gamma_{M2}) = \quad 360.0 \quad \text{MPa} \quad \geq \quad \sigma_{w,Ed} = [\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0.5} = \quad 121.2 \quad \text{MPa}$$

$$\sigma_{\perp,Rd} = 0,9\ f_u\ /\ \gamma_{M2} \quad = \quad 259.2 \quad \text{MPa} \quad \geq \quad |\sigma_{\perp}| = \quad 41.6 \quad \text{MPa}$$

where:

$f_u = 360.0$ MPa – Ultimate strength

$\beta_w = 0.80$ – Correlation factor EN 1993-1-8 – Tab. 4.1

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Stress utilization

$$U_t = \max\left(\frac{\sigma_{w,Ed}}{\sigma_{w,Rd}}\ ;\ \frac{|\sigma_{\perp}|}{\sigma_{\perp,Rd}}\right) = \quad 0.34 \quad \leq \quad 1,0$$

Where:

$\sigma_{w,Ed} = 121.2$ MPa – Maximum normal stress transverse to the axis of the weld

$\sigma_{w,Rd} = 360.0$ MPa – Equivalent stress resistance

$\sigma_{\perp} = 41.6$ MPa – Normal stress perpendicular to the throat

$\sigma_{\perp,Rd} = 259.2$ MPa – Perpendicular stress resistance

Buckling

Buckling analysis was not calculated.

Code settings

Item	Value	Unit	Reference
Safety factor γ_{M0}	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Safety factor γ_{M1}	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Safety factor γ_{M2}	1.25	-	EN 1993-1-1: 6.1
Safety factor γ_{M3}	1.25	-	EN 1993-1-8: 2.2
Safety factor γ_{C}	1.50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
Safety factor γ_{Inst}	1.20	-	EN 1992-4: Table 4.1
Joint coefficient βj	0.67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Effective area - influence of mesh size	0.10	-	
Friction coefficient - concrete	0.25	-	EN 1993-1-8
Friction coefficient in slip-resistance	0.30	-	EN 1993-1-8 tab 3.7
Limit plastic strain	0.05	-	EN 1993-1-5
Detailing	Yes		
Distance between bolts [d]	2.20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Distance between bolts and edge [d]	1.20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Concrete breakout resistance check	None		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.5
Use calculated αb in bearing check.	Yes		EN 1993-1-8: tab 3.4
Cracked concrete	Yes		EN 1992-4
Local deformation check	Yes		CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Local deformation limit	0.03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Geometrical nonlinearity (GMNA)	Yes		Analysis with large deformations for hollow section joints
Braced system	No		EN 1993-1-8: 5.2.2.5

Project data

Project name	Verifica nodi in acciaio
Project number	2340-03
Author	Opera Mista
Description	Scuola Fornovo San Giovanni (BG)
Date	8/22/2024
Code	EN

Material

Steel	S 235, S 275
Concrete	C25/30

Project item CON3

Design

Name	CON3
Description	IPE400 - IPE400
Analysis	Stress, strain/ simplified loading

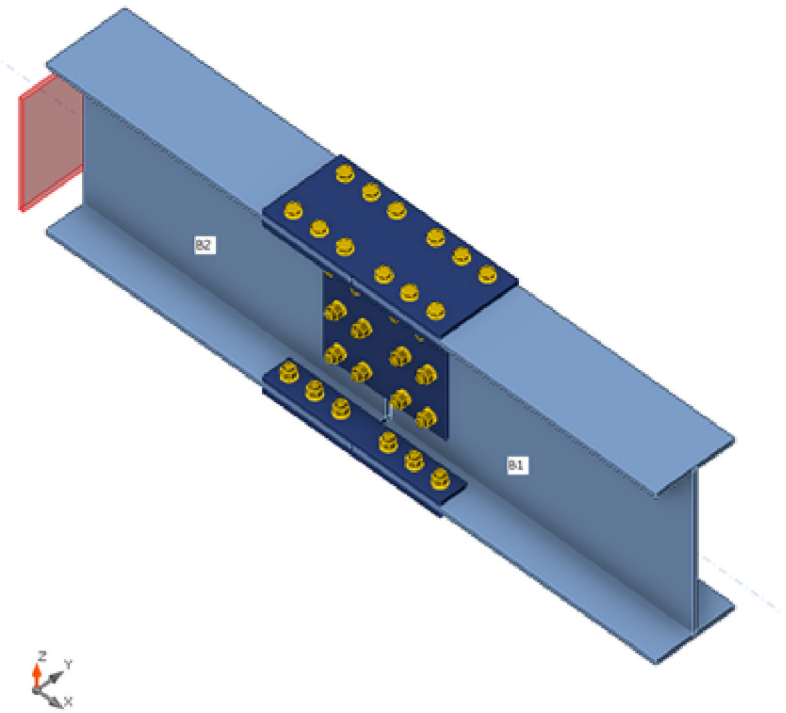
Members

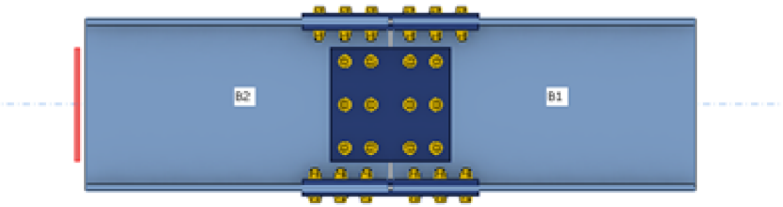
Geometry

Name	Cross-section	β – Direction [°]	γ - Pitch [°]	α - Rotation [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]
B1	3 - IPE400	0.0	0.0	0.0	0	0	0
B2	3 - IPE400	180.0	0.0	0.0	0	0	0

Supports and forces

Name	Support	Forces in	X [mm]
B1 / end		Node	0
B2 / end	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Node	0







Cross-sections

Name	Material
3 - IPE400	S 275

Bolts

Name	Diameter [mm]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	Gross area [mm^2]
M16 8.8	16	640.0	800.0	201

Load effects (Equilibrium not required)

Name	Member	N [daN]	Vy [daN]	Vz [daN]	Mx [daNm]	My [daNm]	Mz [daNm]
LE1	B1 / End	3000.0	0.0	-8000.0	0.0	7000.0	0.0
LE2	B1 / End	-3000.0	0.0	-8000.0	0.0	7000.0	0.0

Check

Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.0 < 5.0%	OK
Bolts	33.6 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

Plates

Name	Material	t_p [mm]	Loads	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Status
B1-bfl 1	S 275	13.5	LE2	135.9	0.0	11.6	OK
B1-tfl 1	S 275	13.5	LE1	150.0	0.0	9.4	OK
B1-w 1	S 275	8.6	LE1	98.0	0.0	11.6	OK
B2-bfl 1	S 275	13.5	LE2	138.0	0.0	11.8	OK
B2-tfl 1	S 275	13.5	LE1	172.5	0.0	36.3	OK
B2-w 1	S 275	8.6	LE2	170.2	0.0	36.1	OK
SPL1a	S 235	12.0	LE1	174.6	0.0	18.4	OK
SPL1b	S 235	12.0	LE1	202.6	0.0	9.1	OK
SPL1c	S 235	12.0	LE1	198.4	0.0	9.4	OK
SPL2a	S 235	12.0	LE2	161.2	0.0	9.6	OK
SPL2b	S 235	12.0	LE2	184.7	0.0	10.3	OK
SPL2c	S 235	12.0	LE2	179.6	0.0	10.2	OK
SPL3a	S 235	8.0	LE1	94.9	0.0	7.5	OK
SPL3b	S 235	8.0	LE1	95.0	0.0	7.5	OK

Design data

Material	f_y [MPa]	ε_{lim} [%]
S 275	275.0	5.0
S 235	235.0	5.0

Symbol explanation

t_p	Plate thickness
σ_{Ed}	Equivalent stress
ε_{Pl}	Plastic strain
$\sigma_{c,Ed}$	Contact stress
f_y	Yield strength
ε_{lim}	Limit of plastic strain

Detailed result for SPL1b

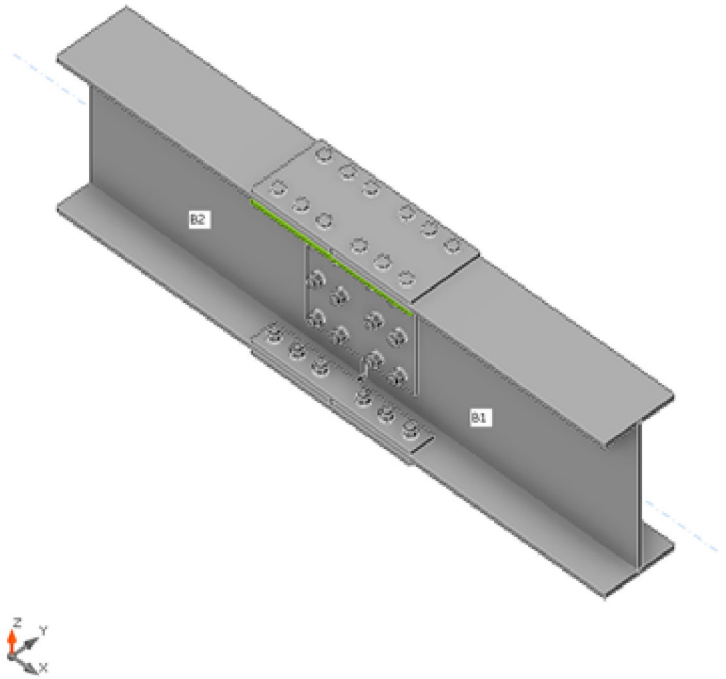
Design values used in the analysis

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} = \quad 235.0 \quad \text{MPa}$$

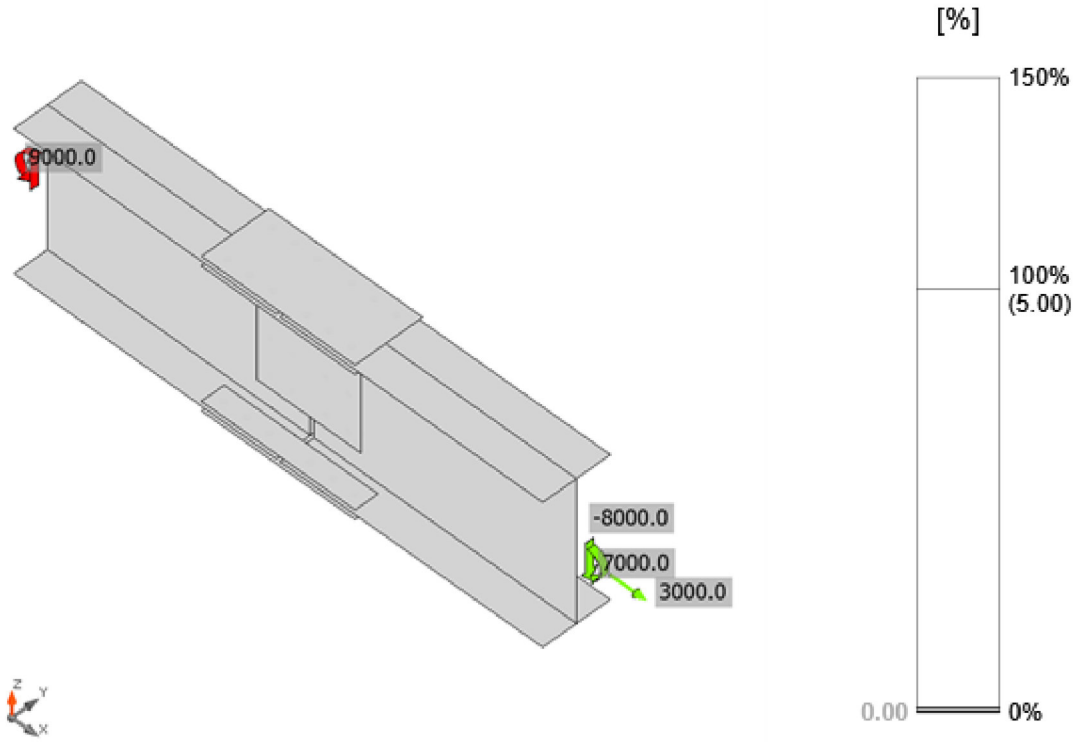
Where:

$f_{yk} = 235.0$ MPa – characteristic yield strength

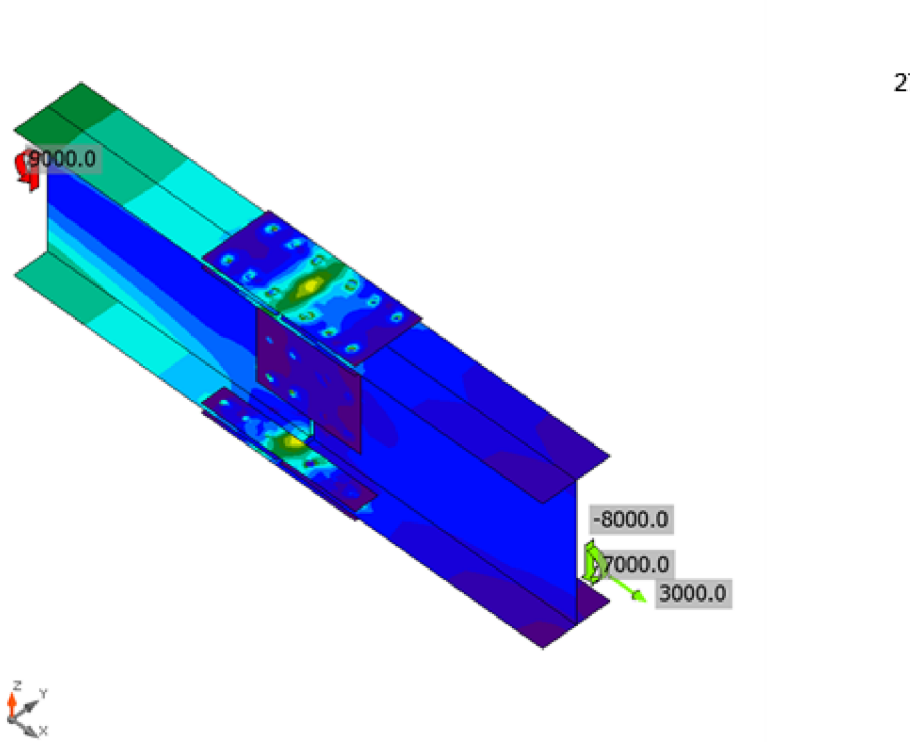
$\gamma_{M0} = 1.00$ – partial safety factor for steel material EN 1993-1-1 – 6.1

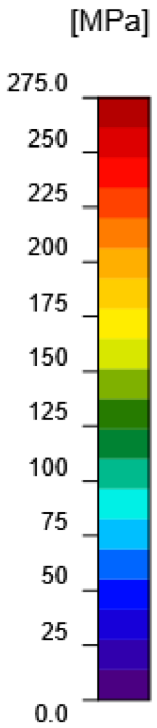


Overall check, LE1



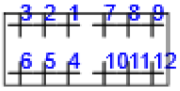
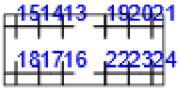
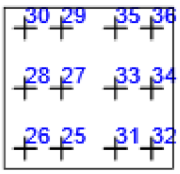
Strain check, LE1





Equivalent stress, LE1

Bolts

Shape	Item	Grade	Loads	$F_{t,Ed}$ [daN]	$F_{v,Ed}$ [daN]	$F_{b,Rd}$ [daN]	Ut_t [%]	Ut_s [%]	Ut_{ts} [%]	Detailing	Status
	B1	M16 8.8 - 1	LE1	900.7	1598.9	13760.0	10.0	26.5	33.6	OK	OK
	B2	M16 8.8 - 1	LE1	184.6	1560.1	15996.0	2.0	25.9	27.3	OK	OK
	B3	M16 8.8 - 1	LE1	339.4	1561.9	15996.0	3.8	25.9	28.6	OK	OK
	B4	M16 8.8 - 1	LE1	894.9	1598.6	13760.0	9.9	26.5	33.6	OK	OK
	B5	M16 8.8 - 1	LE1	184.8	1560.4	15996.0	2.0	25.9	27.3	OK	OK
	B6	M16 8.8 - 1	LE1	339.4	1562.2	15996.0	3.8	25.9	28.6	OK	OK
	B7	M16 8.8 - 1	LE1	579.3	1504.0	13760.0	6.4	24.9	29.5	OK	OK
	B8	M16 8.8 - 1	LE1	99.5	1574.7	15996.0	1.1	26.1	26.9	OK	OK
	B9	M16 8.8 - 1	LE1	377.5	1643.4	15996.0	4.2	27.3	30.2	OK	OK
	B10	M16 8.8 - 1	LE1	594.3	1503.1	13760.0	6.6	24.9	29.6	OK	OK
	B11	M16 8.8 - 1	LE1	100.6	1574.1	15996.0	1.1	26.1	26.9	OK	OK
	B12	M16 8.8 - 1	LE1	377.0	1643.3	15996.0	4.2	27.3	30.2	OK	OK
	B13	M16 8.8 - 1	LE2	867.5	1577.5	15996.0	9.6	26.2	33.0	OK	OK
	B14	M16 8.8 - 1	LE2	73.0	1556.5	15996.0	0.8	25.8	26.4	OK	OK
	B15	M16 8.8 - 1	LE2	110.7	1572.9	18576.0	1.2	26.1	27.0	OK	OK
	B16	M16 8.8 - 1	LE2	865.5	1577.9	15996.0	9.6	26.2	33.0	OK	OK
	B17	M16 8.8 - 1	LE2	74.3	1556.6	15996.0	0.8	25.8	26.4	OK	OK
	B18	M16 8.8 - 1	LE2	110.1	1572.9	18576.0	1.2	26.1	27.0	OK	OK
	B19	M16 8.8 - 1	LE2	901.4	1485.9	15996.0	10.0	24.6	31.8	OK	OK
	B20	M16 8.8 - 1	LE2	106.0	1567.1	15996.0	1.2	26.0	26.8	OK	OK
	B21	M16 8.8 - 1	LE2	115.4	1654.7	18576.0	1.3	27.4	28.4	OK	OK
	B22	M16 8.8 - 1	LE2	902.7	1485.6	15996.0	10.0	24.6	31.8	OK	OK
	B23	M16 8.8 - 1	LE2	103.6	1567.0	15996.0	1.1	26.0	26.8	OK	OK
	B24	M16 8.8 - 1	LE2	115.9	1654.4	18576.0	1.3	27.4	28.4	OK	OK
	B25	M16 8.8 - 2	LE2	106.8	401.4	5795.8	1.2	6.9	7.5	OK	OK
	B26	M16 8.8 - 2	LE2	92.5	516.4	5677.2	1.0	9.1	9.3	OK	OK
	B27	M16 8.8 - 2	LE1	45.9	310.8	11833.6	0.5	5.3	5.5	OK	OK
	B28	M16 8.8 - 2	LE1	69.2	445.8	11833.6	0.8	7.5	7.9	OK	OK
	B29	M16 8.8 - 2	LE1	50.8	404.1	9033.0	0.6	8.9	7.1	OK	OK
	B30	M16 8.8 - 2	LE1	95.3	517.4	11833.6	1.1	8.7	9.3	OK	OK
	B31	M16 8.8 - 2	LE2	187.6	1187.8	11833.6	2.1	20.1	21.2	OK	OK
	B32	M16 8.8 - 2	LE2	112.5	1020.1	11833.6	1.2	17.2	17.8	OK	OK
	B33	M16 8.8 - 2	LE2	87.2	632.4	11833.6	1.0	10.7	11.2	OK	OK
	B34	M16 8.8 - 2	LE1	38.7	141.7	11833.6	0.4	2.4	2.7	OK	OK
	B35	M16 8.8 - 2	LE1	143.7	1186.2	8765.7	1.6	27.1	20.8	OK	OK
	B36	M16 8.8 - 2	LE1	230.1	1027.0	10190.0	2.5	20.2	18.9	OK	OK

Design data

Grade	$F_{t,Rd}$ [daN]	$B_{p,Rd}$ [daN]	$F_{v,Rd}$ [daN]
M16 8.8 - 1	9043.2	16530.3	6028.8
M16 8.8 - 2	9043.2	11020.2	6028.8

Symbol explanation

$F_{t,Ed}$	Tension force
$F_{v,Ed}$	Resultant of bolt shear forces Vy and Vz in shear planes
$F_{b,Rd}$	Plate bearing resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
Ut_t	Utilization in tension
Ut_s	Utilization in shear
Ut_{ts}	Interaction of tension and shear EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{t,Rd}$	Bolt tension resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$B_{p,Rd}$	Punching shear resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{v,Rd}$	Bolt shear resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4

Detailed result for B1

Tension resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 \, f_{ub} \, A_s}{\gamma_{M2}} = \quad 9043.2 \quad \text{daN} \quad \geq \quad F_{t,Ed} = \quad 900.7 \quad \text{daN}$$

Where:

$k_2 = 0.90$	– Factor
$f_{ub} = 800.0$ MPa	– Ultimate tensile strength of the bolt
$A_s = 157$ mm^2	– Tensile stress area of the bolt
$\gamma_{M2} = 1.25$	– Safety factor

Punching resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$B_{p,Rd} = \frac{0{,}6 \, \pi \, d_m \, t_p \, f_u}{\gamma_{M2}} = \quad 16530.3 \quad \text{daN} \quad \geq \quad F_{t,Ed} = \quad 900.7 \quad \text{daN}$$

Where:

$d_m = 25$ mm	– The mean of the across points and across flats dimensions of the bolt head or the nut, whichever is smaller
$t_p = 12$ mm	– Plate thickness
$f_u = 360.0$ MPa	– Ultimate strength
$\gamma_{M2} = 1.25$	– Safety factor

Shear resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$F_{v,Rd} = \frac{\beta_p \; \alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = \quad 6028.8 \quad \text{daN} \quad \geq \quad F_{v,Ed} = \quad 1598.9 \quad \text{daN}$$

Where:

$\beta_p = 1.00$	– Reduction factor for packing
$\alpha_v = 0.60$	– Reduction factor for shear stress
$f_{ub} = 800.0$ MPa	– Ultimate tensile strength of the bolt
$A = 157$ mm^2	– Tensile stress area of the bolt
$\gamma_{M2} = 1.25$	– Safety factor

Bearing resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \, \alpha_b \, f_u \, dt}{\gamma_{M2}} =$ 13760.0 daN ≥ $F_{b,Ed} =$ 2942.9 daN

Where:

$k_1 = \min(2.8\frac{e_2}{d_0} - 1.7, 1.4\frac{p_2}{d_0} - 1.7, 2.5) = 2.50$ – Factor for edge distance and bolt spacing perpendicular to the direction of load transfer

$\alpha_b = \min(\frac{e_1}{3d_0}, \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1) = 0.74$ – Factor for end distance and bolt spacing in direction of load transfer

$e_2 = 30$ mm – Distance to the plate edge perpendicular to the shear force

$p_2 = 120$ mm – Distance between bolts perpendicular to the shear force

$d_0 = 18$ mm – Bolt hole diameter

$e_1 = 40$ mm – Distance to the plate edge in the direction of the shear force

$p_1 = \infty$ mm – Distance between bolts in the direction of the shear force

$f_{ub} = 800.0$ MPa – Ultimate tensile strength of the bolt

$f_u = 430.0$ MPa – Ultimate strength of the plate

$d = 16$ mm – Nominal diameter of the fastener

$t = 14$ mm – Thickness of the plate

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Utilization in tension

$\frac{F_{t,Ed}}{\min(F_{t,Rd}; B_{p,Rd})} =$ 0.10 ≤ 1,0

Where:

$F_{t,Ed} = 900.7$ daN – Tensile force

$F_{t,Rd} = 9043.2$ daN – Tension resistance

$B_{p,Rd} = 16530.3$ daN – Punching resistance

Utilization in shear

$\max(\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}}; \frac{F_{b,Ed}}{F_{b,Rd}}) =$ 0.27 ≤ 1,0

Where:

$F_{v,Ed} = 1598.9$ daN – Shear force (in decisive shear plane)

$F_{v,Rd} = 6028.8$ daN – Shear resistance

$F_{b,Ed} = 2942.9$ daN – Bearing force (for decisive plate)

$F_{b,Rd} = 13760.0$ daN – Bearing resistance

Interaction of tension and shear (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4\,F_{t,Rd}} = 0.34 \leq 1{,}0$$

Where:

$F_{v,Ed} = 1598.9$ daN – Shear force (in decisive shear plane)

$F_{v,Rd} = 6028.8$ daN – Shear resistance

$F_{t,Ed} = 900.7$ daN – Tensile force

$F_{t,Rd} = 9043.2$ daN – Tension resistance

Buckling

Buckling analysis was not calculated.

Code settings

Item	Value	Unit	Reference
Safety factor γ_{M0}	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Safety factor γ_{M1}	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Safety factor γ_{M2}	1.25	-	EN 1993-1-1: 6.1
Safety factor γ_{M3}	1.25	-	EN 1993-1-8: 2.2
Safety factor γ_{C}	1.50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
Safety factor γ_{Inst}	1.20	-	EN 1992-4: Table 4.1
Joint coefficient βj	0.67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Effective area - influence of mesh size	0.10	-	
Friction coefficient - concrete	0.25	-	EN 1993-1-8
Friction coefficient in slip-resistance	0.30	-	EN 1993-1-8 tab 3.7
Limit plastic strain	0.05	-	EN 1993-1-5
Detailing	Yes		
Distance between bolts [d]	2.20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Distance between bolts and edge [d]	1.20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Concrete breakout resistance check	None		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.5
Use calculated αb in bearing check.	Yes		EN 1993-1-8: tab 3.4
Cracked concrete	Yes		EN 1992-4
Local deformation check	Yes		CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Local deformation limit	0.03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Geometrical nonlinearity (GMNA)	Yes		Analysis with large deformations for hollow section joints
Braced system	No		EN 1993-1-8: 5.2.2.5

Project data

Project name	Verifica nodi in acciaio
Project number	2340-03
Author	Opera Mista
Description	Scuola Fornovo San Giovanni (BG)
Date	8/22/2024
Code	EN

Material

Steel	S 235, S 275
Concrete	C25/30

Project item CON6

Design

Name	CON6
Description	IPE400
Analysis	Stress, strain/ simplified loading

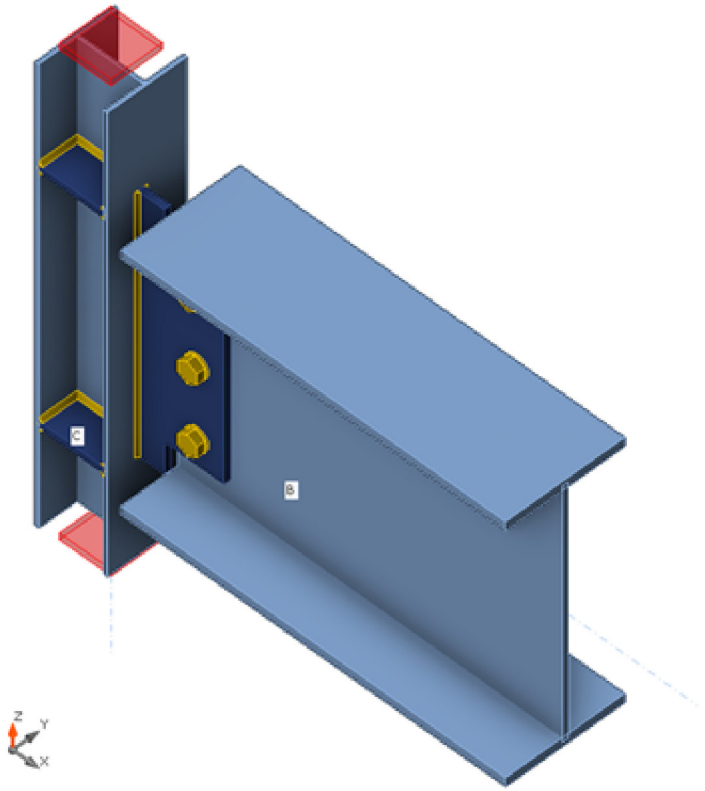
Members

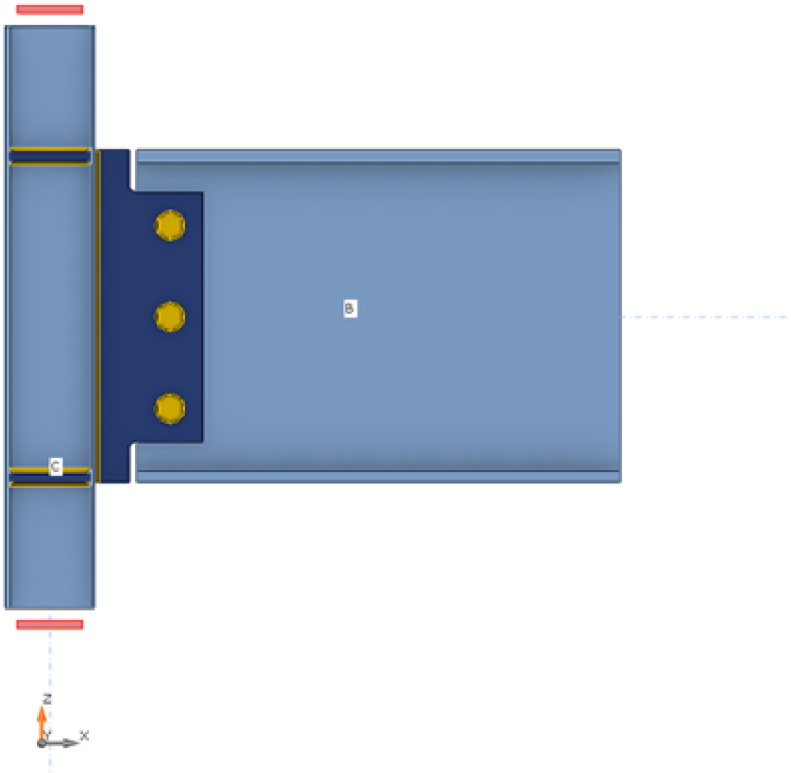
Geometry

Name	Cross-section	β – Direction [°]	γ - Pitch [°]	α - Rotation [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]
C	1 - CON1(HEA120A)	0.0	90.0	0.0	0	0	0
B	6 - IPE400	0.0	0.0	0.0	0	0	0

Supports and forces

Name	Support	Forces in	X [mm]
C / begin	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Node	0
C / end	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Node	0
B / end		Node	0





Cross-sections

Name	Material
1 - CON1(HEA120A)	S 275
6 - IPE400	S 275

Bolts

Name	Diameter [mm]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	Gross area [mm^2]
M20 8.8	20	640.0	800.0	314

Load effects (Equilibrium not required)

Name	Member	N [daN]	Vy [daN]	Vz [daN]	Mx [daNm]	My [daNm]	Mz [daNm]
LE1	B / End	0.0	0.0	-12000.0	0.0	0.0	0.0

Check

Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	1.1 < 5.0%	OK
Bolts	99.3 < 100%	OK
Welds	48.3 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

Plates

Name	Material	t_p [mm]	Loads	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Status
C-bfl 1	S 275	5.5	LE1	83.8	0.0	0.0	OK
C-tfl 1	S 275	5.5	LE1	42.5	0.0	0.0	OK
C-w 1	S 275	4.2	LE1	130.0	0.0	0.0	OK
B-bfl 1	S 275	13.5	LE1	75.7	0.0	0.0	OK
B-tfl 1	S 275	13.5	LE1	76.3	0.0	0.0	OK
B-w 1	S 275	8.6	LE1	277.3	1.1	38.6	OK
FP1	S 235	10.0	LE1	237.0	1.0	38.6	OK
STIFF1a	S 235	10.0	LE1	13.9	0.0	0.0	OK
STIFF1b	S 235	10.0	LE1	16.3	0.0	0.0	OK
STIFF1c	S 235	10.0	LE1	13.3	0.0	0.0	OK
STIFF1d	S 235	10.0	LE1	15.7	0.0	0.0	OK

Design data

Material	f_y [MPa]	ε_{lim} [%]
S 275	275.0	5.0
S 235	235.0	5.0

Symbol explanation

t_p	Plate thickness
σ_{Ed}	Equivalent stress
ε_{Pl}	Plastic strain
$\sigma_{c,Ed}$	Contact stress
f_y	Yield strength
ε_{lim}	Limit of plastic strain

Detailed result for B-w 1

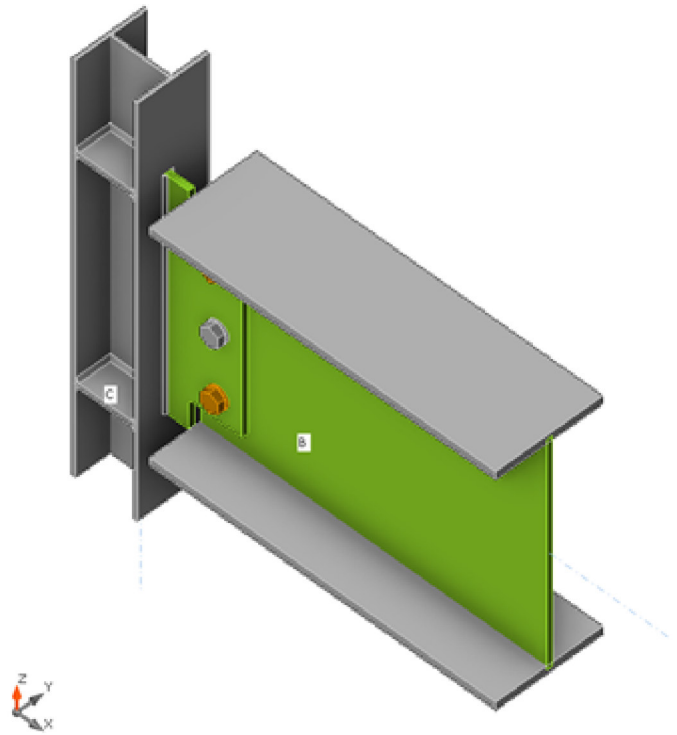
Design values used in the analysis

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} = \quad 275.0 \quad \text{MPa}$$

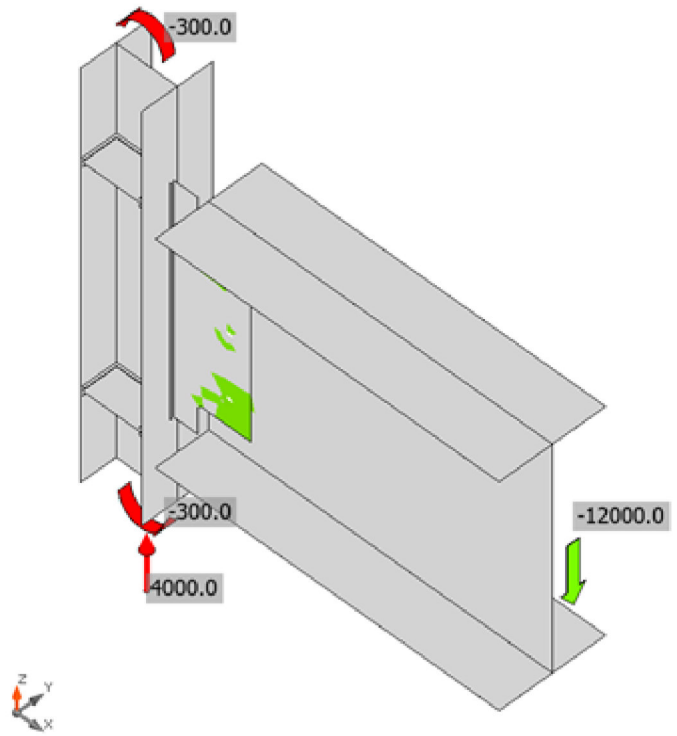
Where:

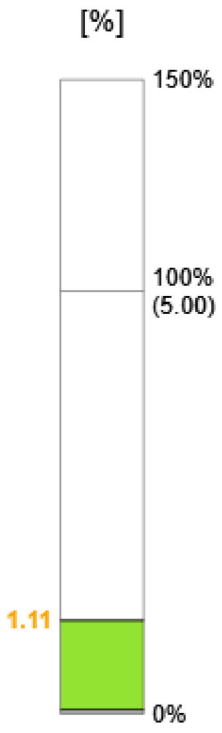
$f_{yk} = 275.0$ MPa – characteristic yield strength

$\gamma_{M0} = 1.00$ – partial safety factor for steel material EN 1993-1-1 – 6.1

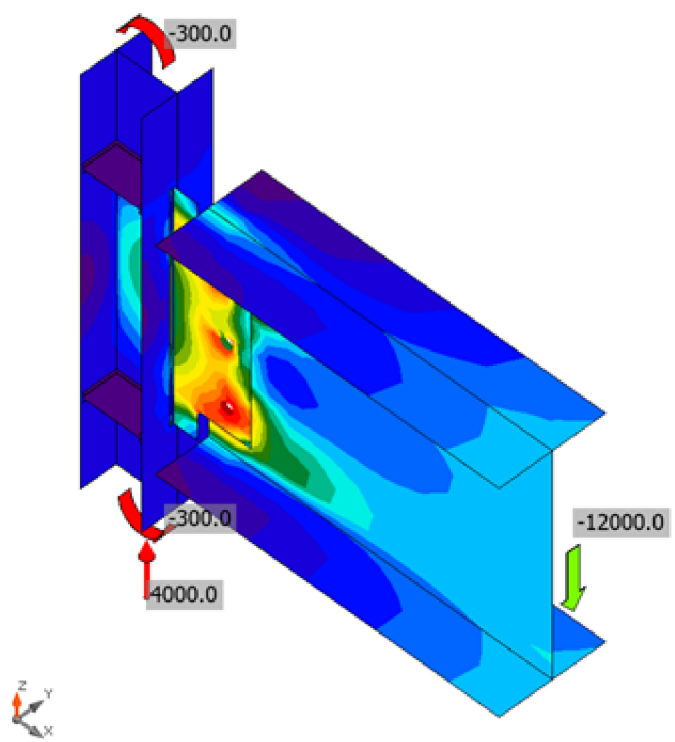


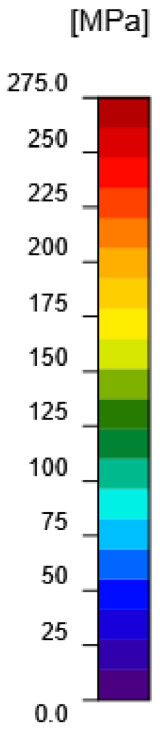
Overall check, LE1





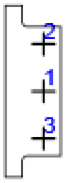
Strain check, LE1





Equivalent stress, LE1

Bolts

Shape	Item	Grade	Loads	$F_{t,Ed}$ [daN]	$F_{v,Ed}$ [daN]	$F_{b,Rd}$ [daN]	Ut_t [%]	Ut_s [%]	Ut_{ts} [%]	Detailing	Status
	B1	M20 8.8 - 1	LE1	337.6	5249.7	14400.0	2.4	55.8	57.5	OK	OK
	B2	M20 8.8 - 1	LE1	1595.3	8483.3	14400.0	11.3	90.2	98.2	OK	OK
	B3	M20 8.8 - 1	LE1	1266.8	8665.7	8727.3	9.0	99.3	98.5	OK	OK

Design data

Grade	$F_{t,Rd}$ [daN]	$B_{p,Rd}$ [daN]	$F_{v,Rd}$ [daN]
M20 8.8 - 1	14112.0	17244.2	9408.0

Symbol explanation

$F_{t,Ed}$	Tension force
$F_{v,Ed}$	Resultant of bolt shear forces Vy and Vz in shear planes
$F_{b,Rd}$	Plate bearing resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
Ut_t	Utilization in tension
Ut_s	Utilization in shear
Ut_{ts}	Interaction of tension and shear EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{t,Rd}$	Bolt tension resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$B_{p,Rd}$	Punching shear resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{v,Rd}$	Bolt shear resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4

Detailed result for B3

Tension resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 \, f_{ub} \, A_s}{\gamma_{M2}} = \quad 14112.0 \quad \text{daN} \quad \geq \quad F_{t,Ed} = \quad 1266.8 \quad \text{daN}$$

Where:

$k_2 = 0.90$ – Factor

$f_{ub} = 800.0$ MPa – Ultimate tensile strength of the bolt

$A_s = 245$ mm^2 – Tensile stress area of the bolt

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Punching resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$B_{p,Rd} = \frac{0{,}6 \, \pi \, d_m \, t_p \, f_u}{\gamma_{M2}} = \quad 17244.2 \quad \text{daN} \quad \geq \quad F_{t,Ed} = \quad 1266.8 \quad \text{daN}$$

Where:

$d_m = 32$ mm – The mean of the across points and across flats dimensions of the bolt head or the nut, whichever is smaller

$t_p = 10$ mm – Plate thickness

$f_u = 360.0$ MPa – Ultimate strength

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Shear resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$F_{v,Rd} = \frac{\beta_p \; \alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = \quad 9408.0 \quad \text{daN} \quad \geq \quad F_{v,Ed} = \quad 8665.7 \quad \text{daN}$$

Where:

$\beta_p = 1.00$ – Reduction factor for packing

$\alpha_v = 0.60$ – Reduction factor for shear stress

$f_{ub} = 800.0$ MPa – Ultimate tensile strength of the bolt

$A = 245$ mm^2 – Tensile stress area of the bolt

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Bearing resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \, \alpha_b \, f_u \, dt}{\gamma_{M2}} =$ 8727.3 daN ≥ $F_{b,Ed} =$ 8665.7 daN

Where:

$k_1 = \min(2.8\frac{e_2}{d_0} - 1.7, 1.4\frac{p_2}{d_0} - 1.7, 2.5) = 2.50$ – Factor for edge distance and bolt spacing perpendicular to the direction of load transfer

$\alpha_b = \min(\frac{e_1}{3d_0}, \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1) = 0.61$ – Factor for end distance and bolt spacing in direction of load transfer

$e_2 = 40$ mm – Distance to the plate edge perpendicular to the shear force

$p_2 = \infty$ mm – Distance between bolts perpendicular to the shear force

$d_0 = 22$ mm – Bolt hole diameter

$e_1 = 40$ mm – Distance to the plate edge in the direction of the shear force

$p_1 = \infty$ mm – Distance between bolts in the direction of the shear force

$f_{ub} = 800.0$ MPa – Ultimate tensile strength of the bolt

$f_u = 360.0$ MPa – Ultimate strength of the plate

$d = 20$ mm – Nominal diameter of the fastener

$t = 10$ mm – Thickness of the plate

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Utilization in tension

$\frac{F_{t,Ed}}{\min(F_{t,Rd}; B_{p,Rd})} =$ 0.09 ≤ 1,0

Where:

$F_{t,Ed} = 1266.8$ daN – Tensile force

$F_{t,Rd} = 14112.0$ daN – Tension resistance

$B_{p,Rd} = 17244.2$ daN – Punching resistance

Utilization in shear

$\max(\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}}; \frac{F_{b,Ed}}{F_{b,Rd}}) =$ 0.99 ≤ 1,0

Where:

$F_{v,Ed} = 8665.7$ daN – Shear force (in decisive shear plane)

$F_{v,Rd} = 9408.0$ daN – Shear resistance

$F_{b,Ed} = 8665.7$ daN – Bearing force (for decisive plate)

$F_{b,Rd} = 8727.3$ daN – Bearing resistance

Interaction of tension and shear (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4\,F_{t,Rd}} = 0.99 \leq 1{,}0$$

Where:

$F_{v,Ed} = 8665.7$ daN – Shear force (in decisive shear plane)

$F_{v,Rd} = 9408.0$ daN – Shear resistance

$F_{t,Ed} = 1266.8$ daN – Tensile force

$F_{t,Rd} = 14112.0$ daN – Tension resistance

Welds

Item	Edge	T_w [mm]	L [mm]	Loads	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	Ut [%]	Ut_c [%]	Detailing	Status
C-bfl 1	FP1	◢ 3.0 ◣	398	LE1	150.1	0.0	-4.7	-4.1	86.5	41.7	31.9	OK	OK
		◢ 3.0 ◣	396	LE1	173.8	0.0	62.7	-59.4	-72.3	48.3	24.3	OK	OK
C-bfl 1	STIFF1a	◢ 4.0 ◣	58	LE1	18.2	0.0	10.1	7.4	4.7	5.1	5.1	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	14.8	0.0	4.7	-7.3	-3.6	4.1	4.1	OK	OK
C-w 1	STIFF1a	◢ 4.0 ◣	98	LE1	13.9	0.0	4.8	3.7	-6.6	3.9	3.9	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	98	LE1	10.5	0.0	4.0	-3.8	-4.1	2.9	2.9	OK	OK
C-tfl 1	STIFF1a	◢ 4.0 ◣	58	LE1	9.5	0.0	3.1	3.1	-4.1	2.6	2.6	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	9.3	0.0	3.1	-3.0	4.1	2.6	2.6	OK	OK
C-bfl 1	STIFF1b	◢ 4.0 ◣	57	LE1	17.4	0.0	-4.6	-6.3	-7.4	4.8	4.8	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	18.8	0.0	-3.4	5.5	-9.2	5.2	5.2	OK	OK
C-w 1	STIFF1b	◢ 4.0 ◣	98	LE1	13.1	0.0	2.5	5.1	-5.4	3.7	3.7	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	98	LE1	19.6	0.0	7.3	-4.6	9.4	5.4	5.4	OK	OK
C-tfl 1	STIFF1b	◢ 4.0 ◣	58	LE1	9.4	0.0	-1.5	-1.7	5.1	2.6	0.0	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	9.6	0.0	-1.9	1.7	-5.2	2.7	2.7	OK	OK
C-bfl 1	STIFF1c	◢ 4.0 ◣	58	LE1	15.4	0.0	-5.4	-6.7	-5.0	4.3	4.3	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	17.9	0.0	-9.2	7.9	4.1	5.0	5.0	OK	OK
C-w 1	STIFF1c	◢ 4.0 ◣	98	LE1	11.1	0.0	-4.5	-3.7	-4.5	3.1	3.1	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	98	LE1	14.8	0.0	-4.9	4.2	-6.9	4.1	4.1	OK	OK
C-tfl 1	STIFF1c	◢ 4.0 ◣	58	LE1	10.2	0.0	-2.9	-3.1	4.7	2.8	2.8	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	10.0	0.0	-3.6	3.4	-4.1	2.8	2.8	OK	OK
C-bfl 1	STIFF1d	◢ 4.0 ◣	58	LE1	19.3	0.0	-10.1	-7.0	-6.4	5.3	5.3	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	57	LE1	16.4	0.0	-1.6	-1.7	-9.3	4.6	4.6	OK	OK
C-w 1	STIFF1d	◢ 4.0 ◣	98	LE1	17.8	0.0	-7.8	-4.7	7.9	4.9	4.9	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	98	LE1	12.8	0.0	-2.6	5.7	-4.4	3.6	3.6	OK	OK
C-tfl 1	STIFF1d	◢ 4.0 ◣	58	LE1	9.5	0.0	-3.8	-3.2	3.9	2.6	2.6	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	10.2	0.0	1.7	-2.0	5.5	2.8	2.8	OK	OK

Design data

Material	f_u [MPa]	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9 σ [MPa]
S 235	360.0	0.80	360.0	259.2

Symbol explanation

T_w	Throat thickness a
L	Length
$\sigma_{w,Ed}$	Equivalent stress
ε_{Pl}	Strain
$\sigma_{\perp}$	Perpendicular stress
$\tau_{\perp}$	Shear stress perpendicular to weld axis
$\tau_{\parallel}$	Shear stress parallel to weld axis
Ut	Utilization
Ut_c	Weld capacity estimation
◢	Fillet weld
f_u	Ultimate strength of weld
β_w	Correlation factor EN 1993-1-8 – Tab. 4.1
$\sigma_{w,Rd}$	Equivalent stress resistance
0.9 σ	Perpendicular stress resistance: 0.9*fu/γM2

Detailed result for C-bfl 1 / FP1

Weld resistance check (EN 1993-1-8 – Cl. 4.5.3.2)

$$\sigma_{w,Rd} = f_u/(\beta_w \gamma_{M2}) = \quad 360.0 \quad \text{MPa} \quad \geq \quad \sigma_{w,Ed} = [\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0.5} = \quad 173.8 \quad \text{MPa}$$

$$\sigma_{\perp,Rd} = 0,9\ f_u\ /\ \gamma_{M2} \ = \quad 259.2 \quad \text{MPa} \quad \geq \quad |\sigma_{\perp}| = \quad 83.4 \quad \text{MPa}$$

where:

$f_u = 360.0$ MPa – Ultimate strength

$\beta_w = 0.80$ – Correlation factor EN 1993-1-8 – Tab. 4.1

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Stress utilization

$$U_t = \max\left(\frac{\sigma_{w,Ed}}{\sigma_{w,Rd}}\ ;\ \frac{|\sigma_{\perp}|}{\sigma_{\perp,Rd}}\right) = \quad 0.48 \quad \leq \quad 1,0$$

Where:

$\sigma_{w,Ed} = 173.8$ MPa – Maximum normal stress transverse to the axis of the weld

$\sigma_{w,Rd} = 360.0$ MPa – Equivalent stress resistance

$\sigma_{\perp} = 83.4$ MPa – Normal stress perpendicular to the throat

$\sigma_{\perp,Rd} = 259.2$ MPa – Perpendicular stress resistance

Detailing check

- *Weld is too small. Throat thickness should be greater or equal to 3.3 mm where rupture of the weld is to be avoided for ductility purposes. (FprEN 1993-1-8:2023 – 6.9(4))*

Buckling

Buckling analysis was not calculated.

Code settings

Item	Value	Unit	Reference
Safety factor γ_{M0}	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Safety factor γ_{M1}	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Safety factor γ_{M2}	1.25	-	EN 1993-1-1: 6.1
Safety factor γ_{M3}	1.25	-	EN 1993-1-8: 2.2
Safety factor γ_{C}	1.50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
Safety factor γ_{Inst}	1.20	-	EN 1992-4: Table 4.1
Joint coefficient βj	0.67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Effective area - influence of mesh size	0.10	-	
Friction coefficient - concrete	0.25	-	EN 1993-1-8
Friction coefficient in slip-resistance	0.30	-	EN 1993-1-8 tab 3.7
Limit plastic strain	0.05	-	EN 1993-1-5
Detailing	Yes		
Distance between bolts [d]	2.20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Distance between bolts and edge [d]	1.20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Concrete breakout resistance check	None		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.5
Use calculated αb in bearing check.	Yes		EN 1993-1-8: tab 3.4
Cracked concrete	Yes		EN 1992-4
Local deformation check	Yes		CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Local deformation limit	0.03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Geometrical nonlinearity (GMNA)	Yes		Analysis with large deformations for hollow section joints
Braced system	No		EN 1993-1-8: 5.2.2.5

Project data

Project name	Verifica nodi in acciaio
Project number	2340-03
Author	Opera Mista
Description	Scuola Fornovo San Giovanni (BG)
Date	8/22/2024
Code	EN

Material

Steel	S 235, S 275
Concrete	C25/30

Project item CON7

Design

Name	CON7
Description	IPE400
Analysis	Stress, strain/ simplified loading

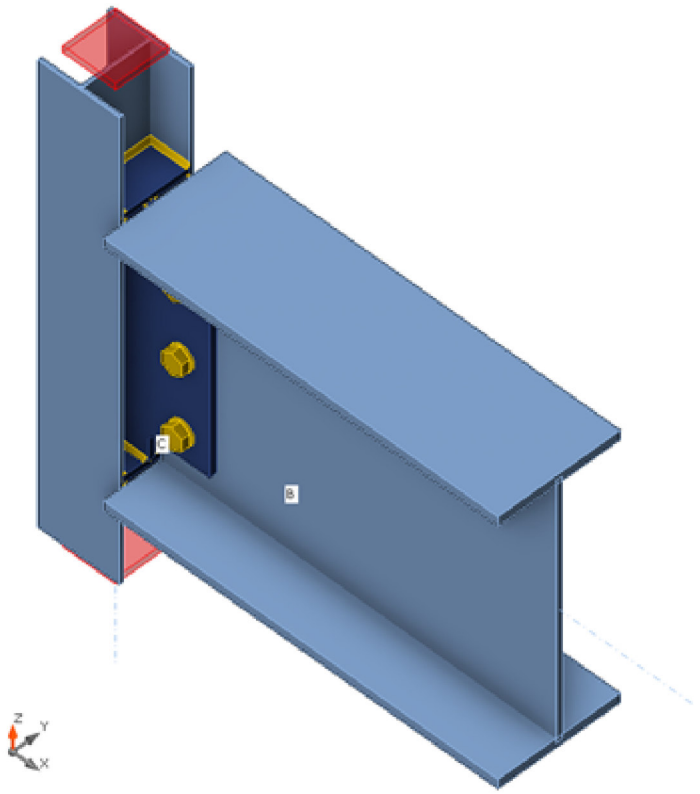
Members

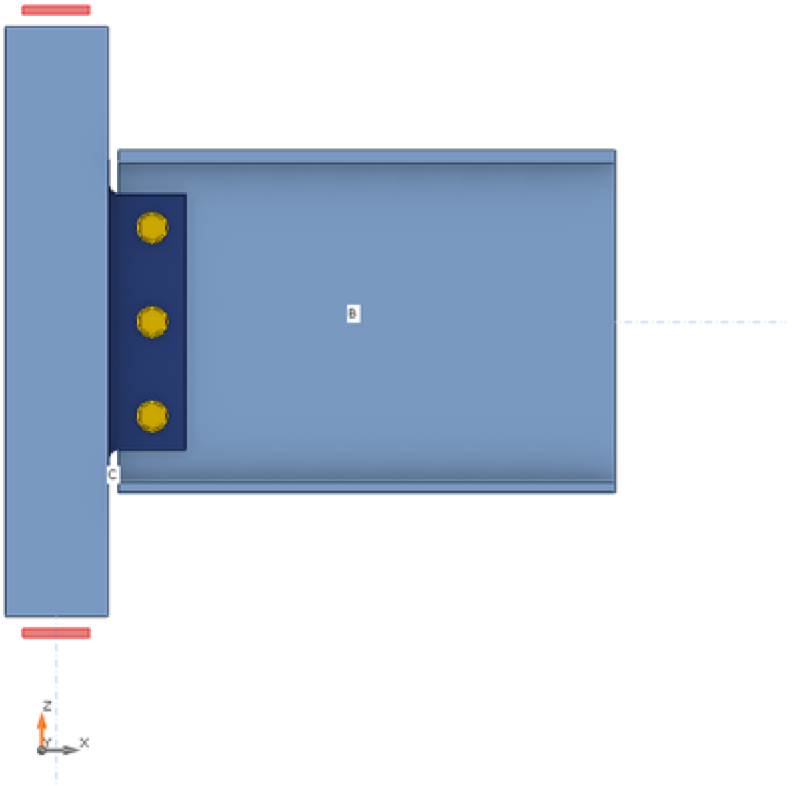
Geometry

Name	Cross-section	β – Direction [°]	γ - Pitch [°]	α - Rotation [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]
C	1 - CON1(HEA120A)	0.0	90.0	90.0	0	0	0
B	6 - IPE400	0.0	0.0	0.0	0	0	0

Supports and forces

Name	Support	Forces in	X [mm]
C / begin	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Node	0
C / end	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Node	0
B / end		Node	0





Cross-sections

Name	Material
1 - CON1(HEA120A)	S 275
6 - IPE400	S 275

Bolts

Name	Diameter [mm]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	Gross area [mm^2]
M20 8.8	20	640.0	800.0	314

Load effects (Equilibrium not required)

Name	Member	N [daN]	Vy [daN]	Vz [daN]	Mx [daNm]	My [daNm]	Mz [daNm]
LE1	B / End	0.0	0.0	-12000.0	0.0	0.0	0.0

Check

Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.5 < 5.0%	OK
Bolts	87.6 < 100%	OK
Welds	40.1 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

Plates

Name	Material	t_p [mm]	Loads	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Status
C-bfl 1	S 275	5.5	LE1	64.2	0.0	0.0	OK
C-tfl 1	S 275	5.5	LE1	87.3	0.0	0.0	OK
C-w 1	S 275	4.2	LE1	97.5	0.0	0.0	OK
B-bfl 1	S 275	13.5	LE1	71.8	0.0	0.0	OK
B-tfl 1	S 275	13.5	LE1	72.1	0.0	0.0	OK
B-w 1	S 275	8.6	LE1	276.0	0.5	42.5	OK
FP1	S 235	10.0	LE1	235.9	0.4	42.5	OK
STIFF1a	S 235	10.0	LE1	24.8	0.0	0.0	OK
STIFF1b	S 235	10.0	LE1	109.2	0.0	0.0	OK
STIFF1c	S 235	10.0	LE1	22.9	0.0	0.0	OK
STIFF1d	S 235	10.0	LE1	104.5	0.0	0.0	OK

Design data

Material	f_y [MPa]	ε_{lim} [%]
S 275	275.0	5.0
S 235	235.0	5.0

Symbol explanation

t_p	Plate thickness
σ_{Ed}	Equivalent stress
ε_{Pl}	Plastic strain
$\sigma_{c,Ed}$	Contact stress
f_y	Yield strength
ε_{lim}	Limit of plastic strain

Detailed result for B-w 1

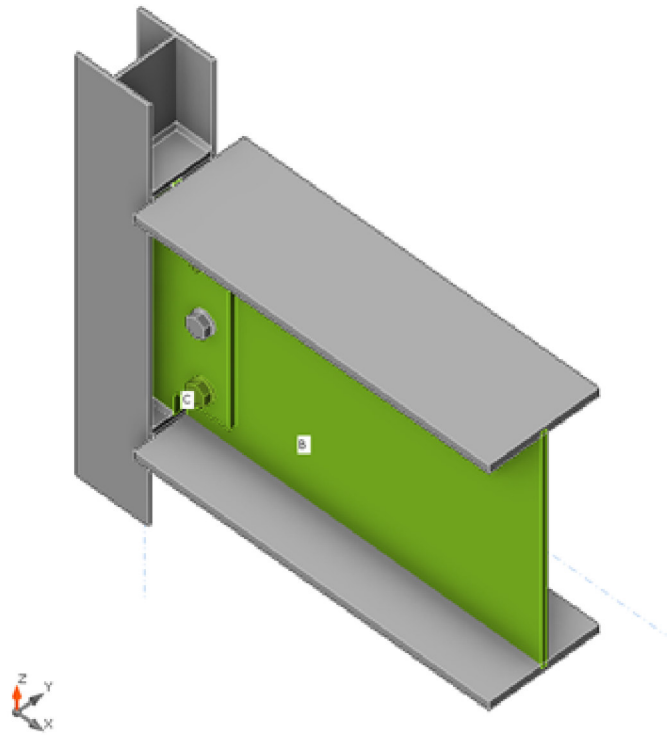
Design values used in the analysis

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} = \quad 275.0 \quad \text{MPa}$$

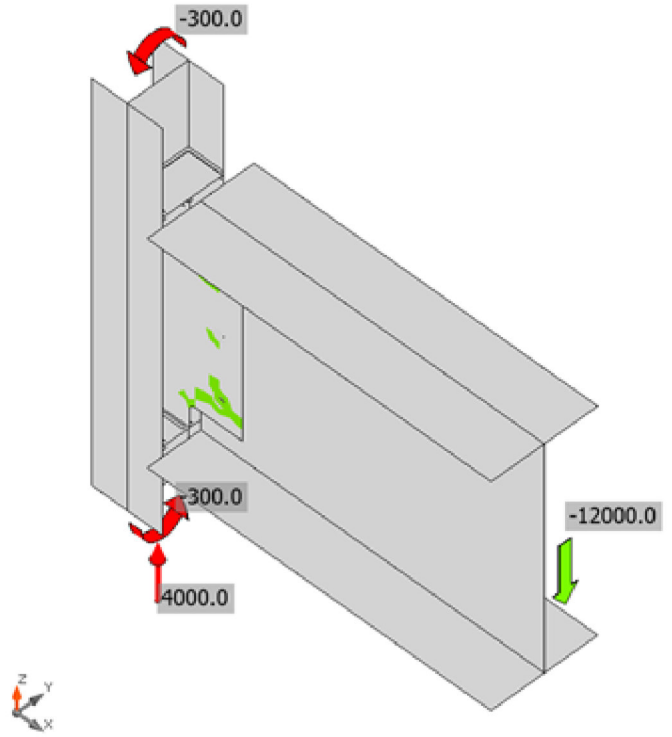
Where:

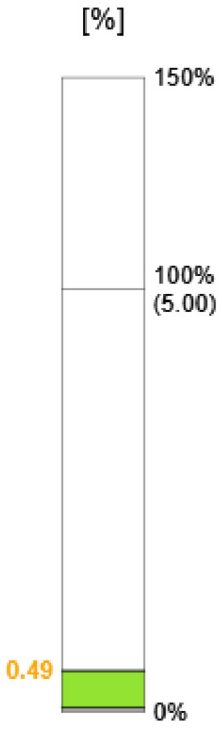
$f_{yk} = 275.0$ MPa – characteristic yield strength

$\gamma_{M0} = 1.00$ – partial safety factor for steel material EN 1993-1-1 – 6.1

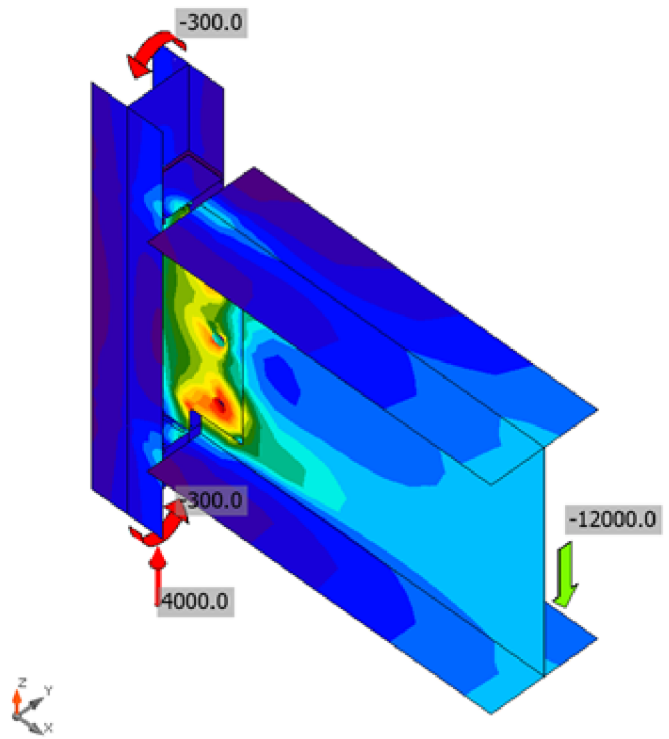


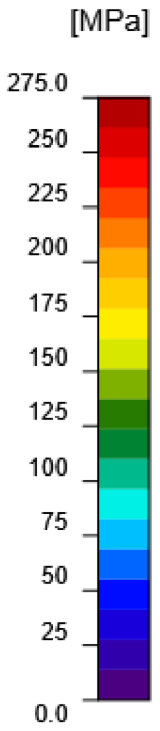
Overall check, LE1





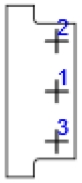
Strain check, LE1





Equivalent stress, LE1

Bolts

Shape	Item	Grade	Loads	$F_{t,Ed}$ [daN]	$F_{v,Ed}$ [daN]	$F_{b,Rd}$ [daN]	Ut_t [%]	Ut_s [%]	Ut_{ts} [%]	Detailing	Status
	B1	M20 8.8 - 1	LE1	240.7	4136.3	14400.0	1.7	44.0	45.2	OK	OK
	B2	M20 8.8 - 1	LE1	2004.5	7287.7	14400.0	14.2	77.5	87.6	OK	OK
	B3	M20 8.8 - 1	LE1	1167.2	7251.5	8737.4	8.3	83.0	83.0	OK	OK

Design data

Grade	$F_{t,Rd}$ [daN]	$B_{p,Rd}$ [daN]	$F_{v,Rd}$ [daN]
M20 8.8 - 1	14112.0	17244.2	9408.0

Symbol explanation

$F_{t,Ed}$	Tension force
$F_{v,Ed}$	Resultant of bolt shear forces Vy and Vz in shear planes
$F_{b,Rd}$	Plate bearing resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
Ut_t	Utilization in tension
Ut_s	Utilization in shear
Ut_{ts}	Interaction of tension and shear EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{t,Rd}$	Bolt tension resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$B_{p,Rd}$	Punching shear resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{v,Rd}$	Bolt shear resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4

Detailed result for B2

Tension resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 \, f_{ub} \, A_s}{\gamma_{M2}} = \quad 14112.0 \quad \text{daN} \quad \geq \quad F_{t,Ed} = \quad 2004.5 \quad \text{daN}$$

Where:

$k_2 = 0.90$ – Factor

$f_{ub} = 800.0$ MPa – Ultimate tensile strength of the bolt

$A_s = 245$ mm^2 – Tensile stress area of the bolt

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Punching resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$B_{p,Rd} = \frac{0{,}6 \, \pi \, d_m \, t_p \, f_u}{\gamma_{M2}} = \quad 17244.2 \quad \text{daN} \quad \geq \quad F_{t,Ed} = \quad 2004.5 \quad \text{daN}$$

Where:

$d_m = 32$ mm – The mean of the across points and across flats dimensions of the bolt head or the nut, whichever is smaller

$t_p = 10$ mm – Plate thickness

$f_u = 360.0$ MPa – Ultimate strength

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Shear resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$F_{v,Rd} = \frac{\beta_p \; \alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = \quad 9408.0 \quad \text{daN} \quad \geq \quad F_{v,Ed} = \quad 7287.7 \quad \text{daN}$$

Where:

$\beta_p = 1.00$ – Reduction factor for packing

$\alpha_v = 0.60$ – Reduction factor for shear stress

$f_{ub} = 800.0$ MPa – Ultimate tensile strength of the bolt

$A = 245$ mm^2 – Tensile stress area of the bolt

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Bearing resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1\ \alpha_b\ f_u\ dt}{\gamma_{M2}} = \quad 14400.0 \quad \text{daN} \quad \geq \quad F_{b,Ed} = \quad 7287.7 \quad \text{daN}$$

Where:

$k_1 = \min(2.8\frac{e_2}{d_0} - 1.7, 1.4\frac{p_2}{d_0} - 1.7, 2.5) = 2.50$ – Factor for edge distance and bolt spacing perpendicular to the direction of load transfer

$\alpha_b = \min(\frac{e_1}{3d_0}, \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1) = 1.00$ – Factor for end distance and bolt spacing in direction of load transfer

$e_2 = 44$ mm – Distance to the plate edge perpendicular to the shear force

$p_2 = \infty$ mm – Distance between bolts perpendicular to the shear force

$d_0 = 22$ mm – Bolt hole diameter

$e_1 = 110$ mm – Distance to the plate edge in the direction of the shear force

$p_1 = \infty$ mm – Distance between bolts in the direction of the shear force

$f_{ub} = 800.0$ MPa – Ultimate tensile strength of the bolt

$f_u = 360.0$ MPa – Ultimate strength of the plate

$d = 20$ mm – Nominal diameter of the fastener

$t = 10$ mm – Thickness of the plate

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Utilization in tension

$$\frac{F_{t,Ed}}{\min(F_{t,Rd};\ B_{p,Rd})} = \quad 0.14 \quad \leq \quad 1{,}0$$

Where:

$F_{t,Ed} = 2004.5$ daN – Tensile force

$F_{t,Rd} = 14112.0$ daN – Tension resistance

$B_{p,Rd} = 17244.2$ daN – Punching resistance

Utilization in shear

$$\max(\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}};\ \frac{F_{b,Ed}}{F_{b,Rd}}) = \quad 0.77 \quad \leq \quad 1{,}0$$

Where:

$F_{v,Ed} = 7287.7$ daN – Shear force (in decisive shear plane)

$F_{v,Rd} = 9408.0$ daN – Shear resistance

$F_{b,Ed} = 7287.7$ daN – Bearing force (for decisive plate)

$F_{b,Rd} = 14400.0$ daN – Bearing resistance

Interaction of tension and shear (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4\,F_{t,Rd}} = 0.88 \leq 1{,}0$$

Where:

$F_{v,Ed} = 7287.7$ daN – Shear force (in decisive shear plane)

$F_{v,Rd} = 9408.0$ daN – Shear resistance

$F_{t,Ed} = 2004.5$ daN – Tensile force

$F_{t,Rd} = 14112.0$ daN – Tension resistance

Welds

Item	Edge	T_w [mm]	L [mm]	Loads	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	Ut [%]	Ut_c [%]	Detailing	Status
C-w 1	FP1	◢ 3.0 ◣	374	LE1	109.0	0.0	2.1	2.1	62.9	30.3	15.5	OK	OK
		◢ 3.0 ◣	374	LE1	144.2	0.0	-2.5	2.5	-83.2	40.1	14.9	OK	OK
C-bfl 1	STIFF1a	◢ 4.0 ◣	58	LE1	16.4	0.0	-5.0	-3.6	-8.3	4.6	4.6	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	11.3	0.0	1.2	-2.9	-5.8	3.1	3.1	OK	OK
C-w 1	STIFF1a	◢ 4.0 ◣	97	LE1	13.1	0.0	5.6	4.0	5.6	3.6	3.6	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	97	LE1	15.0	0.0	-6.0	2.3	7.6	4.2	4.2	OK	OK
C-tfl 1	STIFF1a	◢ 4.0 ◣	58	LE1	8.5	0.0	3.5	4.3	-1.3	2.4	2.4	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	9.0	0.0	1.3	-0.5	5.1	2.5	2.5	OK	OK
C-bfl 1	STIFF1b	◢ 4.0 ◣	57	LE1	12.1	0.0	-2.6	4.7	5.0	3.4	3.4	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	25.1	0.0	10.8	-3.5	-12.6	7.0	7.0	OK	OK
C-w 1	STIFF1b	◢ 4.0 ◣	97	LE1	16.7	0.0	-10.7	1.1	-7.4	5.0	5.0	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	97	LE1	28.7	0.0	3.4	-2.7	16.2	8.0	8.0	OK	OK
C-tfl 1	STIFF1b	◢ 4.0 ◣	57	LE1	39.2	0.0	-7.0	2.3	22.1	10.9	9.8	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	19.2	0.0	9.6	0.1	9.6	5.3	5.3	OK	OK
C-bfl 1	STIFF1c	◢ 4.0 ◣	58	LE1	10.8	0.0	-1.1	-3.0	-5.4	3.0	3.0	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	16.1	0.0	5.0	-3.6	-8.1	4.5	4.5	OK	OK
C-w 1	STIFF1c	◢ 4.0 ◣	98	LE1	14.0	0.0	5.1	1.8	7.3	3.9	3.9	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	97	LE1	12.1	0.0	-5.2	3.8	5.1	3.4	3.4	OK	OK
C-tfl 1	STIFF1c	◢ 4.0 ◣	58	LE1	8.7	0.0	-1.0	-0.7	4.9	2.4	2.4	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	8.7	0.0	-4.0	4.3	-1.1	2.4	2.4	OK	OK
C-bfl 1	STIFF1d	◢ 4.0 ◣	58	LE1	23.5	0.0	-10.3	-3.5	-11.7	6.5	6.5	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	12.1	0.0	2.3	4.5	5.2	3.4	3.4	OK	OK
C-w 1	STIFF1d	◢ 4.0 ◣	97	LE1	26.8	0.0	-2.9	-2.5	15.2	7.4	7.4	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	97	LE1	14.5	0.0	9.6	1.7	-6.1	4.4	4.4	OK	OK
C-tfl 1	STIFF1d	◢ 4.0 ◣	58	LE1	20.2	0.0	-9.8	-0.1	10.2	5.6	5.6	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	57	LE1	36.7	0.0	6.3	2.4	20.8	10.2	9.3	OK	OK
STIFF1d	FP1	◢ 4.0 ◣	58	LE1	104.4	0.0	74.9	-38.5	16.7	29.0	22.8	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	93.7	0.0	-64.8	-28.3	27.0	26.0	19.8	OK	OK
STIFF1b	FP1	◢ 4.0 ◣	58	LE1	106.6	0.0	-77.9	37.6	18.7	30.1	24.3	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	92.6	0.0	65.6	25.2	28.1	25.7	20.0	OK	OK

Design data

Material	f_u [MPa]	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9 σ [MPa]
S 235	360.0	0.80	360.0	259.2

Symbol explanation

T_w	Throat thickness a
L	Length
$\sigma_{w,Ed}$	Equivalent stress
ε_{Pl}	Strain
$\sigma_{\perp}$	Perpendicular stress
$\tau_{\perp}$	Shear stress perpendicular to weld axis
$\tau_{\parallel}$	Shear stress parallel to weld axis
Ut	Utilization
Ut_c	Weld capacity estimation
◢	Fillet weld
f_u	Ultimate strength of weld
β_w	Correlation factor EN 1993-1-8 – Tab. 4.1
$\sigma_{w,Rd}$	Equivalent stress resistance
0.9 σ	Perpendicular stress resistance: 0.9*fu/γM2

Detailed result for C-w 1 / FP1

Weld resistance check (EN 1993-1-8 – Cl. 4.5.3.2)

$$\sigma_{w,Rd} = f_u/(\beta_w \gamma_{M2}) = \quad 360.0 \quad \text{MPa} \quad \geq \quad \sigma_{w,Ed} = [\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0.5} = \quad 144.2 \quad \text{MPa}$$

$$\sigma_{\perp,Rd} = 0,9\ f_u\ /\ \gamma_{M2} \ = \quad 259.2 \quad \text{MPa} \quad \geq \quad |\sigma_{\perp}| = \quad 12.7 \quad \text{MPa}$$

where:

$f_u = 360.0$ MPa – Ultimate strength

$\beta_w = 0.80$ – Correlation factor EN 1993-1-8 – Tab. 4.1

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Stress utilization

$$U_t = \max\left(\frac{\sigma_{w,Ed}}{\sigma_{w,Rd}}\ ;\ \frac{|\sigma_{\perp}|}{\sigma_{\perp,Rd}}\right) = \quad 0.40 \quad \leq \quad 1,0$$

Where:

$\sigma_{w,Ed} = 144.2$ MPa – Maximum normal stress transverse to the axis of the weld

$\sigma_{w,Rd} = 360.0$ MPa – Equivalent stress resistance

$\sigma_{\perp} =$ -12.7 MPa – Normal stress perpendicular to the throat

$\sigma_{\perp,Rd} = 259.2$ MPa – Perpendicular stress resistance

Detailing check

- *Weld is too small. Throat thickness should be greater or equal to 3.3 mm where rupture of the weld is to be avoided for ductility purposes. (FprEN 1993-1-8:2023 – 6.9(4))*

Buckling

Buckling analysis was not calculated.

Code settings

Item	Value	Unit	Reference
Safety factor γ_{M0}	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Safety factor γ_{M1}	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Safety factor γ_{M2}	1.25	-	EN 1993-1-1: 6.1
Safety factor γ_{M3}	1.25	-	EN 1993-1-8: 2.2
Safety factor γ_{C}	1.50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
Safety factor γ_{Inst}	1.20	-	EN 1992-4: Table 4.1
Joint coefficient βj	0.67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Effective area - influence of mesh size	0.10	-	
Friction coefficient - concrete	0.25	-	EN 1993-1-8
Friction coefficient in slip-resistance	0.30	-	EN 1993-1-8 tab 3.7
Limit plastic strain	0.05	-	EN 1993-1-5
Detailing	Yes		
Distance between bolts [d]	2.20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Distance between bolts and edge [d]	1.20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Concrete breakout resistance check	None		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.5
Use calculated αb in bearing check.	Yes		EN 1993-1-8: tab 3.4
Cracked concrete	Yes		EN 1992-4
Local deformation check	Yes		CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Local deformation limit	0.03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Geometrical nonlinearity (GMNA)	Yes		Analysis with large deformations for hollow section joints
Braced system	No		EN 1993-1-8: 5.2.2.5

Project data

Project name	Verifica nodi in acciaio
Project number	2340-03
Author	Opera Mista
Description	Scuola Fornovo San Giovanni (BG)
Date	8/22/2024
Code	EN

Material

Steel	S 235, S 275
Concrete	C25/30

Project item CON1

Design

Name	CON1
Description	IPE500
Analysis	Stress, strain/ simplified loading

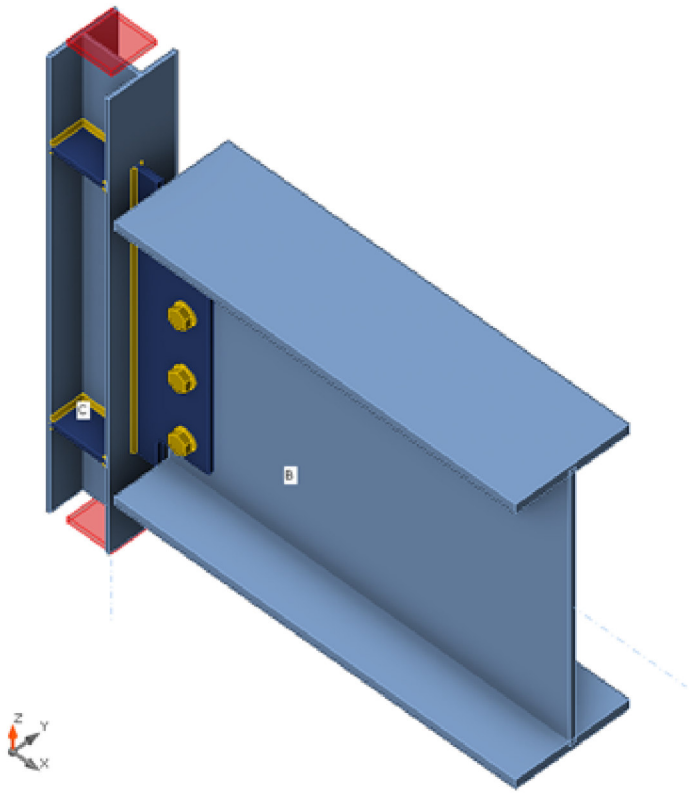
Members

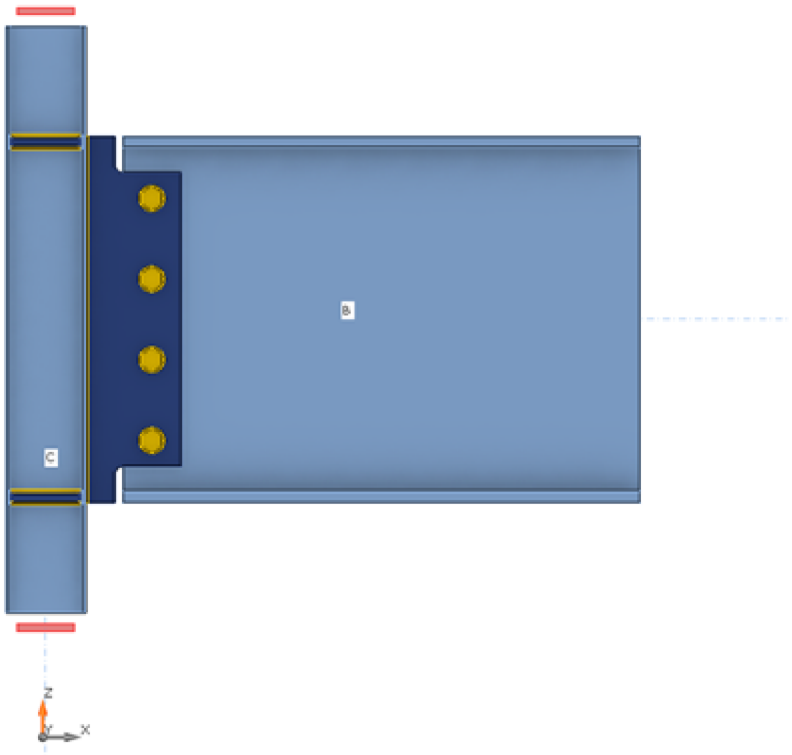
Geometry

Name	Cross-section	β – Direction [°]	γ - Pitch [°]	α - Rotation [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]
C	1 - CON1(HEA120A)	0.0	90.0	0.0	0	0	0
B	2 - CON1(IPE500)	0.0	0.0	0.0	0	0	0

Supports and forces

Name	Support	Forces in	X [mm]
C / begin	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Node	0
C / end	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Node	0
B / end		Node	0





Cross-sections

Name	Material
1 - CON1(HEA120A)	S 275
2 - CON1(IPE500)	S 275

Bolts

Name	Diameter [mm]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	Gross area [mm^2]
M20 8.8	20	640.0	800.0	314

Load effects (Equilibrium not required)

Name	Member	N [daN]	Vy [daN]	Vz [daN]	Mx [daNm]	My [daNm]	Mz [daNm]
LE1	B / End	0.0	0.0	-20000.0	0.0	0.0	0.0

Check

Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	1.0 < 5.0%	OK
Bolts	98.4 < 100%	OK
Welds	58.1 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

Plates

Name	Material	t_p [mm]	Loads	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Status
C-bfl 1	S 275	5.5	LE1	121.2	0.0	0.0	OK
C-tfl 1	S 275	5.5	LE1	69.5	0.0	0.0	OK
C-w 1	S 275	4.2	LE1	170.7	0.0	0.0	OK
B-bfl 1	S 275	16.0	LE1	87.9	0.0	0.0	OK
B-tfl 1	S 275	16.0	LE1	88.2	0.0	0.0	OK
B-w 1	S 275	10.2	LE1	276.1	0.5	39.1	OK
FP1	S 235	10.0	LE1	237.2	1.0	54.9	OK
STIFF1a	S 235	10.0	LE1	18.5	0.0	0.0	OK
STIFF1b	S 235	10.0	LE1	22.3	0.0	0.0	OK
STIFF1c	S 235	10.0	LE1	17.5	0.0	0.0	OK
STIFF1d	S 235	10.0	LE1	20.9	0.0	0.0	OK

Design data

Material	f_y [MPa]	ε_{lim} [%]
S 275	275.0	5.0
S 235	235.0	5.0

Symbol explanation

t_p	Plate thickness
σ_{Ed}	Equivalent stress
ε_{Pl}	Plastic strain
$\sigma_{c,Ed}$	Contact stress
f_y	Yield strength
ε_{lim}	Limit of plastic strain

Detailed result for FP1

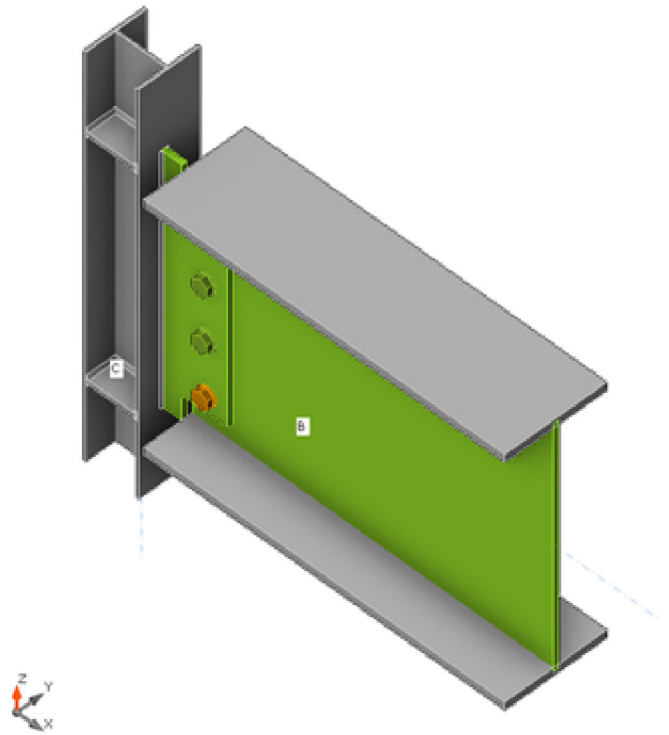
Design values used in the analysis

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} = \quad 235.0 \quad \text{MPa}$$

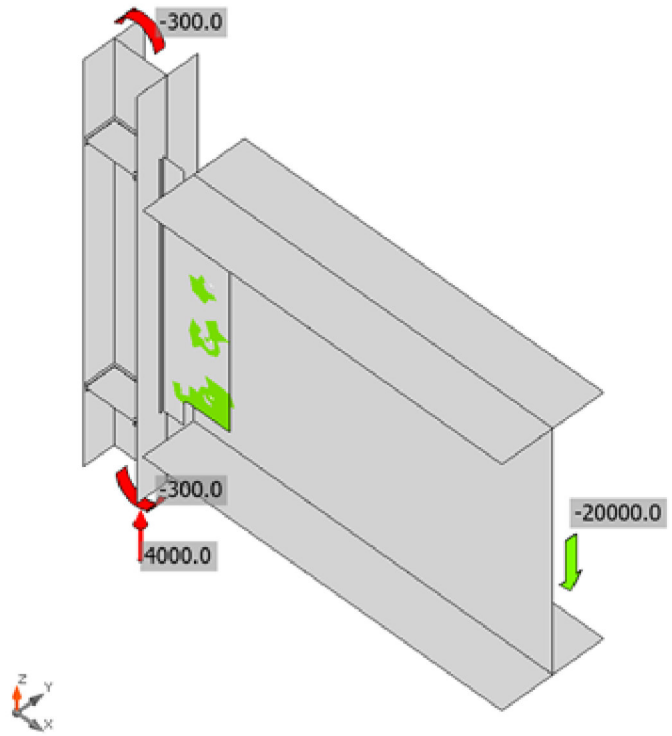
Where:

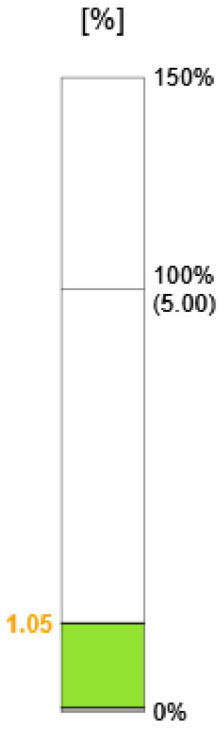
$f_{yk} = 235.0$ MPa – characteristic yield strength

$\gamma_{M0} = 1.00$ – partial safety factor for steel material EN 1993-1-1 – 6.1

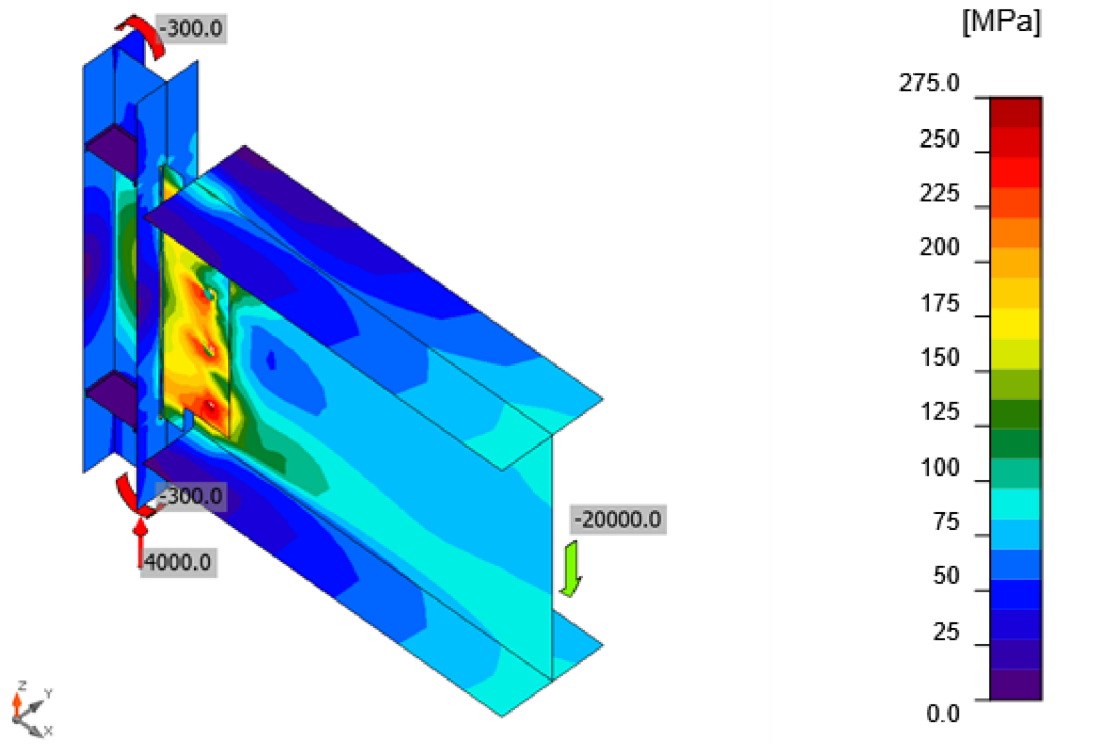


Overall check, LE1



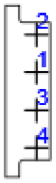


Strain check, LE1



Equivalent stress, LE1

Bolts

Shape	Item	Grade	Loads	$F_{t,Ed}$ [daN]	$F_{v,Ed}$ [daN]	$F_{b,Rd}$ [daN]	Ut_t [%]	Ut_s [%]	Ut_{ts} [%]	Detailing	Status
	B1	M20 8.8 - 1	LE1	336.6	7178.8	14400.0	2.4	76.3	78.0	OK	OK
	B2	M20 8.8 - 1	LE1	1801.6	8368.5	14400.0	12.8	89.0	98.1	OK	OK
	B3	M20 8.8 - 1	LE1	427.1	7110.0	10018.2	3.0	75.6	77.7	OK	OK
	B4	M20 8.8 - 1	LE1	1438.2	8571.1	8727.3	10.2	98.2	98.4	OK	OK

Design data

Grade	$F_{t,Rd}$ [daN]	$B_{p,Rd}$ [daN]	$F_{v,Rd}$ [daN]
M20 8.8 - 1	14112.0	17244.2	9408.0

Symbol explanation

$F_{t,Ed}$	Tension force
$F_{v,Ed}$	Resultant of bolt shear forces Vy and Vz in shear planes
$F_{b,Rd}$	Plate bearing resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
Ut_t	Utilization in tension
Ut_s	Utilization in shear
Ut_{ts}	Interaction of tension and shear EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{t,Rd}$	Bolt tension resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$B_{p,Rd}$	Punching shear resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{v,Rd}$	Bolt shear resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4

Detailed result for B4

Tension resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 \, f_{ub} \, A_s}{\gamma_{M2}} = \quad 14112.0 \quad \text{daN} \quad \geq \quad F_{t,Ed} = \quad 1438.2 \quad \text{daN}$$

Where:

$k_2 = 0.90$ – Factor

$f_{ub} = 800.0$ MPa – Ultimate tensile strength of the bolt

$A_s = 245$ mm^2 – Tensile stress area of the bolt

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Punching resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$B_{p,Rd} = \frac{0{,}6 \, \pi \, d_m \, t_p \, f_u}{\gamma_{M2}} = \quad 17244.2 \quad \text{daN} \quad \geq \quad F_{t,Ed} = \quad 1438.2 \quad \text{daN}$$

Where:

$d_m = 32$ mm – The mean of the across points and across flats dimensions of the bolt head or the nut, whichever is smaller

$t_p = 10$ mm – Plate thickness

$f_u = 360.0$ MPa – Ultimate strength

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Shear resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$F_{v,Rd} = \frac{\beta_p \; \alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = \quad 9408.0 \quad \text{daN} \quad \geq \quad F_{v,Ed} = \quad 8571.1 \quad \text{daN}$$

Where:

$\beta_p = 1.00$ – Reduction factor for packing

$\alpha_v = 0.60$ – Reduction factor for shear stress

$f_{ub} = 800.0$ MPa – Ultimate tensile strength of the bolt

$A = 245$ mm^2 – Tensile stress area of the bolt

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Bearing resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \, \alpha_b \, f_u \, dt}{\gamma_{M2}} =$ 8727.3 daN ≥ $F_{b,Ed} =$ 8571.1 daN

Where:

$k_1 = \min(2.8\frac{e_2}{d_0} - 1.7, 1.4\frac{p_2}{d_0} - 1.7, 2.5) = 2.50$ – Factor for edge distance and bolt spacing perpendicular to the direction of load transfer

$\alpha_b = \min(\frac{e_1}{3d_0}, \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1) = 0.61$ – Factor for end distance and bolt spacing in direction of load transfer

$e_2 = 35$ mm – Distance to the plate edge perpendicular to the shear force

$p_2 = \infty$ mm – Distance between bolts perpendicular to the shear force

$d_0 = 22$ mm – Bolt hole diameter

$e_1 = 40$ mm – Distance to the plate edge in the direction of the shear force

$p_1 = \infty$ mm – Distance between bolts in the direction of the shear force

$f_{ub} = 800.0$ MPa – Ultimate tensile strength of the bolt

$f_u = 360.0$ MPa – Ultimate strength of the plate

$d = 20$ mm – Nominal diameter of the fastener

$t = 10$ mm – Thickness of the plate

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Utilization in tension

$\frac{F_{t,Ed}}{\min(F_{t,Rd}; B_{p,Rd})} =$ 0.10 ≤ 1,0

Where:

$F_{t,Ed} = 1438.2$ daN – Tensile force

$F_{t,Rd} = 14112.0$ daN – Tension resistance

$B_{p,Rd} = 17244.2$ daN – Punching resistance

Utilization in shear

$\max(\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}}; \frac{F_{b,Ed}}{F_{b,Rd}}) =$ 0.98 ≤ 1,0

Where:

$F_{v,Ed} = 8571.1$ daN – Shear force (in decisive shear plane)

$F_{v,Rd} = 9408.0$ daN – Shear resistance

$F_{b,Ed} = 8571.1$ daN – Bearing force (for decisive plate)

$F_{b,Rd} = 8727.3$ daN – Bearing resistance

Interaction of tension and shear (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4\,F_{t,Rd}} = 0.98 \leq 1{,}0$$

Where:

$F_{v,Ed} = 8571.1$ daN – Shear force (in decisive shear plane)

$F_{v,Rd} = 9408.0$ daN – Shear resistance

$F_{t,Ed} = 1438.2$ daN – Tensile force

$F_{t,Rd} = 14112.0$ daN – Tension resistance

Welds

Item	Edge	T_w [mm]	L [mm]	Loads	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	Ut [%]	Ut_c [%]	Detailing	Status
C-bfl 1	FP1	◢ 3.0 ◣	498	LE1	209.2	0.0	-0.3	-0.4	120.8	58.1	49.0	OK	OK
		◢ 3.0 ◣	495	LE1	207.4	0.0	-84.9	78.2	-76.3	57.6	28.2	OK	OK
C-bfl 1	STIFF1a	◢ 4.0 ◣	58	LE1	24.9	0.0	13.1	9.2	8.0	6.9	6.9	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	20.4	0.0	6.2	-10.1	-4.9	5.7	5.7	OK	OK
C-w 1	STIFF1a	◢ 4.0 ◣	98	LE1	19.6	0.0	7.5	5.3	-9.0	5.5	5.5	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	98	LE1	15.0	0.0	5.6	-5.7	-5.6	4.2	4.2	OK	OK
C-tfl 1	STIFF1a	◢ 4.0 ◣	58	LE1	13.8	0.0	3.9	4.8	-6.0	3.8	3.8	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	14.6	0.0	5.5	-4.7	6.2	4.0	4.0	OK	OK
C-bfl 1	STIFF1b	◢ 4.0 ◣	57	LE1	26.8	0.0	-8.9	-9.3	-11.3	7.5	7.5	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	25.3	0.0	-4.2	9.1	-11.2	7.0	7.0	OK	OK
C-w 1	STIFF1b	◢ 4.0 ◣	98	LE1	18.7	0.0	4.4	6.8	-8.0	5.2	5.2	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	98	LE1	28.4	0.0	9.7	-7.3	13.6	7.9	7.9	OK	OK
C-tfl 1	STIFF1b	◢ 4.0 ◣	58	LE1	15.4	0.0	-2.4	-2.5	8.4	4.3	4.3	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	16.1	0.0	-3.0	2.9	-8.7	4.5	4.5	OK	OK
C-bfl 1	STIFF1c	◢ 4.0 ◣	58	LE1	20.1	0.0	-6.6	-9.2	-6.0	5.6	5.6	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	23.6	0.0	-11.9	9.3	7.2	6.6	6.6	OK	OK
C-w 1	STIFF1c	◢ 4.0 ◣	98	LE1	15.6	0.0	-6.1	-5.7	-6.0	4.3	4.3	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	98	LE1	19.9	0.0	-7.4	5.6	-9.1	5.5	5.5	OK	OK
C-tfl 1	STIFF1c	◢ 4.0 ◣	58	LE1	15.5	0.0	-5.5	-4.7	6.9	4.3	4.3	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	14.1	0.0	-4.3	5.1	-5.9	3.9	3.9	OK	OK
C-bfl 1	STIFF1d	◢ 4.0 ◣	58	LE1	24.3	0.0	-11.7	-8.3	-9.0	6.7	6.7	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	57	LE1	24.8	0.0	-0.9	-3.1	-14.0	6.9	6.9	OK	OK
C-w 1	STIFF1d	◢ 4.0 ◣	98	LE1	25.7	0.0	-10.0	-7.1	11.7	7.1	7.1	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	98	LE1	17.8	0.0	-4.4	7.3	-6.8	4.9	4.9	OK	OK
C-tfl 1	STIFF1d	◢ 4.0 ◣	58	LE1	14.9	0.0	2.9	2.6	-8.0	4.1	4.1	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	16.6	0.0	2.7	-2.9	9.0	4.6	4.6	OK	OK

Design data

Material	f_u [MPa]	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9 σ [MPa]
S 235	360.0	0.80	360.0	259.2

Symbol explanation

T_w	Throat thickness a
L	Length
$\sigma_{w,Ed}$	Equivalent stress
ε_{Pl}	Strain
$\sigma_{\perp}$	Perpendicular stress
$\tau_{\perp}$	Shear stress perpendicular to weld axis
$\tau_{\parallel}$	Shear stress parallel to weld axis
Ut	Utilization
Ut_c	Weld capacity estimation
◢	Fillet weld
f_u	Ultimate strength of weld
β_w	Correlation factor EN 1993-1-8 – Tab. 4.1
$\sigma_{w,Rd}$	Equivalent stress resistance
0.9 σ	Perpendicular stress resistance: 0.9*fu/γM2

Detailed result for C-bfl 1 / FP1

Weld resistance check (EN 1993-1-8 – Cl. 4.5.3.2)

$$\sigma_{w,Rd} = f_u/(\beta_w \gamma_{M2}) = \quad 360.0 \quad \text{MPa} \quad \geq \quad \sigma_{w,Ed} = [\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0.5} = \quad 209.2 \quad \text{MPa}$$

$$\sigma_{\perp,Rd} = 0,9\ f_u\ /\ \gamma_{M2} \ = \quad 259.2 \quad \text{MPa} \quad \geq \quad |\sigma_{\perp}| = \quad 68.4 \quad \text{MPa}$$

where:

$f_u = 360.0$ MPa – Ultimate strength

$\beta_w = 0.80$ – Correlation factor EN 1993-1-8 – Tab. 4.1

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Stress utilization

$$U_t = \max\left(\frac{\sigma_{w,Ed}}{\sigma_{w,Rd}}\ ;\ \frac{|\sigma_{\perp}|}{\sigma_{\perp,Rd}}\right) = \quad 0.58 \quad \leq \quad 1,0$$

Where:

$\sigma_{w,Ed} = 209.2$ MPa – Maximum normal stress transverse to the axis of the weld

$\sigma_{w,Rd} = 360.0$ MPa – Equivalent stress resistance

$\sigma_{\perp} = -68.4$ MPa – Normal stress perpendicular to the throat

$\sigma_{\perp,Rd} = 259.2$ MPa – Perpendicular stress resistance

Detailing check

- *Weld is too small. Throat thickness should be greater or equal to 3.3 mm where rupture of the weld is to be avoided for ductility purposes. (FprEN 1993-1-8:2023 – 6.9(4))*

Buckling

Buckling analysis was not calculated.

Code settings

Item	Value	Unit	Reference
Safety factor γ_{M0}	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Safety factor γ_{M1}	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Safety factor γ_{M2}	1.25	-	EN 1993-1-1: 6.1
Safety factor γ_{M3}	1.25	-	EN 1993-1-8: 2.2
Safety factor γ_{C}	1.50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
Safety factor γ_{Inst}	1.20	-	EN 1992-4: Table 4.1
Joint coefficient βj	0.67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Effective area - influence of mesh size	0.10	-	
Friction coefficient - concrete	0.25	-	EN 1993-1-8
Friction coefficient in slip-resistance	0.30	-	EN 1993-1-8 tab 3.7
Limit plastic strain	0.05	-	EN 1993-1-5
Detailing	Yes		
Distance between bolts [d]	2.20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Distance between bolts and edge [d]	1.20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Concrete breakout resistance check	None		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.5
Use calculated αb in bearing check.	Yes		EN 1993-1-8: tab 3.4
Cracked concrete	Yes		EN 1992-4
Local deformation check	Yes		CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Local deformation limit	0.03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Geometrical nonlinearity (GMNA)	Yes		Analysis with large deformations for hollow section joints
Braced system	No		EN 1993-1-8: 5.2.2.5

Project data

Project name	Verifica nodi in acciaio
Project number	2340-03
Author	Opera Mista
Description	Scuola Fornovo San Giovanni (BG)
Date	8/22/2024
Code	EN

Material

Steel	S 235, S 275
Concrete	C25/30

Project item CON2

Design

Name	CON2
Description	IPE500
Analysis	Stress, strain/ simplified loading

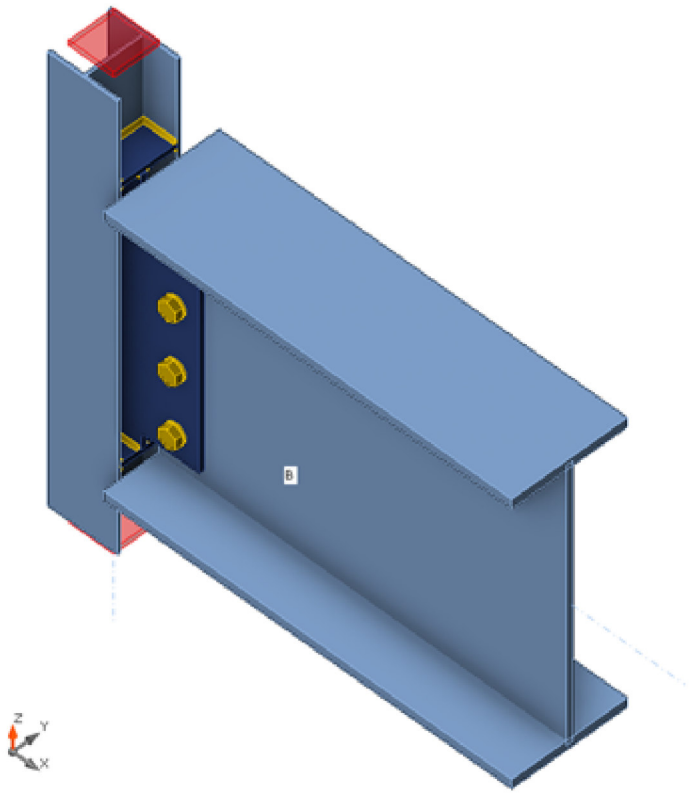
Members

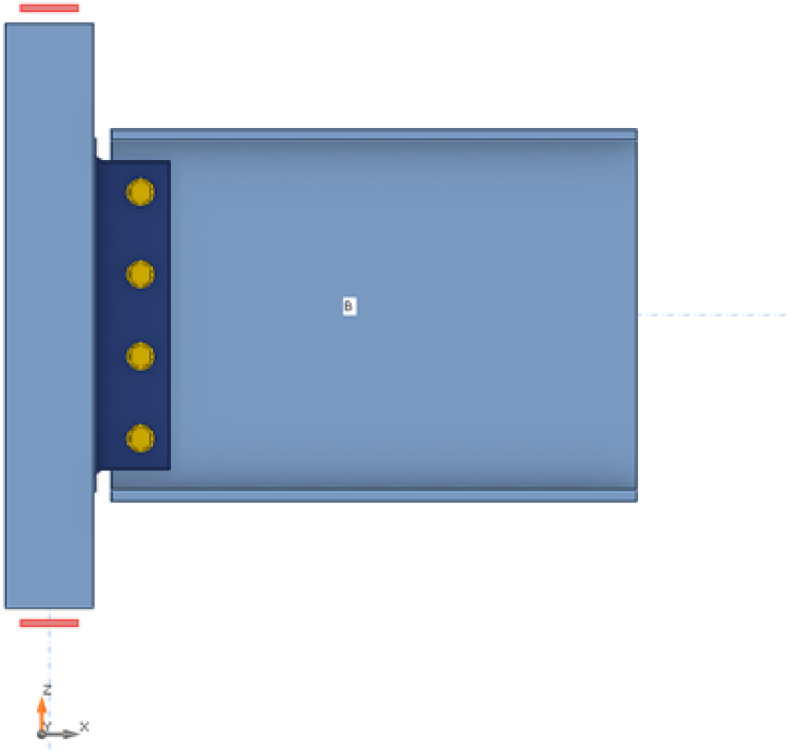
Geometry

Name	Cross-section	β – Direction [°]	γ - Pitch [°]	α - Rotation [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]
C	1 - CON1(HEA120A)	0.0	90.0	90.0	0	0	0
B	2 - CON1(IPE500)	0.0	0.0	0.0	0	0	0

Supports and forces

Name	Support	Forces in	X [mm]
C / begin	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Node	0
C / end	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Node	0
B / end		Node	0





Cross-sections

Name	Material
1 - CON1(HEA120A)	S 275
2 - CON1(IPE500)	S 275

Bolts

Name	Diameter [mm]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	Gross area [mm^2]
M20 8.8	20	640.0	800.0	314

Load effects (Equilibrium not required)

Name	Member	N [daN]	Vy [daN]	Vz [daN]	Mx [daNm]	My [daNm]	Mz [daNm]
LE1	B / End	0.0	0.0	-20000.0	0.0	0.0	0.0

Check

Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.8 < 5.0%	OK
Bolts	97.1 < 100%	OK
Welds	50.0 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

Plates

Name	Material	t_p [mm]	Loads	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Status
C-bfl 1	S 275	5.5	LE1	104.5	0.0	0.0	OK
C-tfl 1	S 275	5.5	LE1	137.6	0.0	0.0	OK
C-w 1	S 275	4.2	LE1	126.0	0.0	0.0	OK
B-bfl 1	S 275	16.0	LE1	85.3	0.0	0.0	OK
B-tfl 1	S 275	16.0	LE1	85.6	0.0	0.0	OK
B-w 1	S 275	10.2	LE1	275.7	0.3	43.1	OK
FP1	S 235	10.0	LE1	236.7	0.8	43.1	OK
STIFF1a	S 235	10.0	LE1	36.8	0.0	0.0	OK
STIFF1b	S 235	10.0	LE1	153.2	0.0	0.0	OK
STIFF1c	S 235	10.0	LE1	34.1	0.0	0.0	OK
STIFF1d	S 235	10.0	LE1	147.6	0.0	0.0	OK

Design data

Material	f_y [MPa]	ε_{lim} [%]
S 275	275.0	5.0
S 235	235.0	5.0

Symbol explanation

t_p	Plate thickness
σ_{Ed}	Equivalent stress
ε_{Pl}	Plastic strain
$\sigma_{c,Ed}$	Contact stress
f_y	Yield strength
ε_{lim}	Limit of plastic strain

Detailed result for FP1

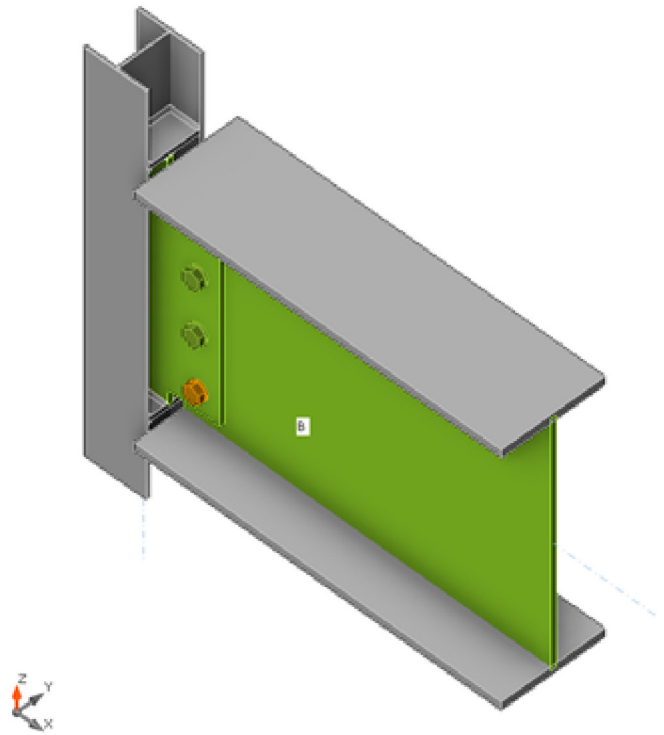
Design values used in the analysis

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} = \quad 235.0 \quad \text{MPa}$$

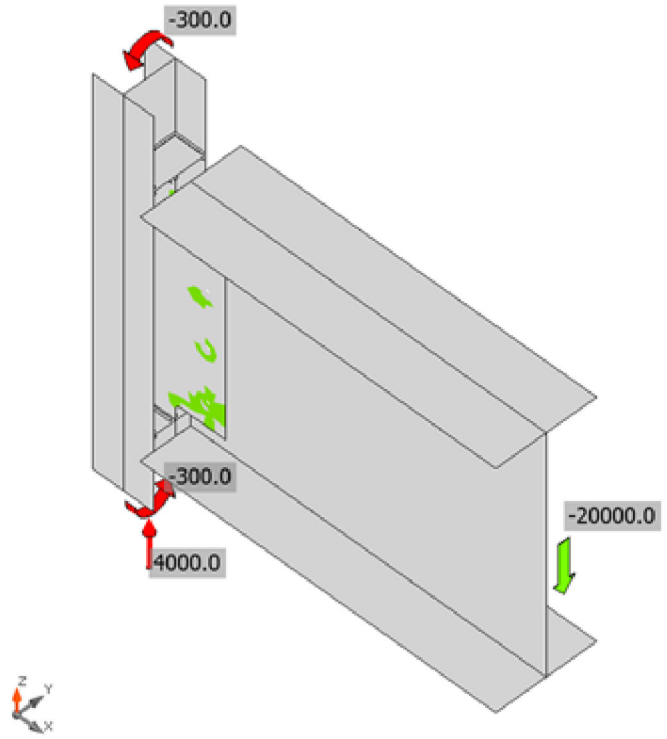
Where:

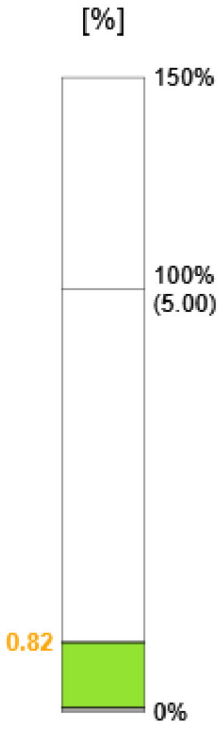
$f_{yk} = 235.0$ MPa – characteristic yield strength

$\gamma_{M0} = 1.00$ – partial safety factor for steel material EN 1993-1-1 – 6.1

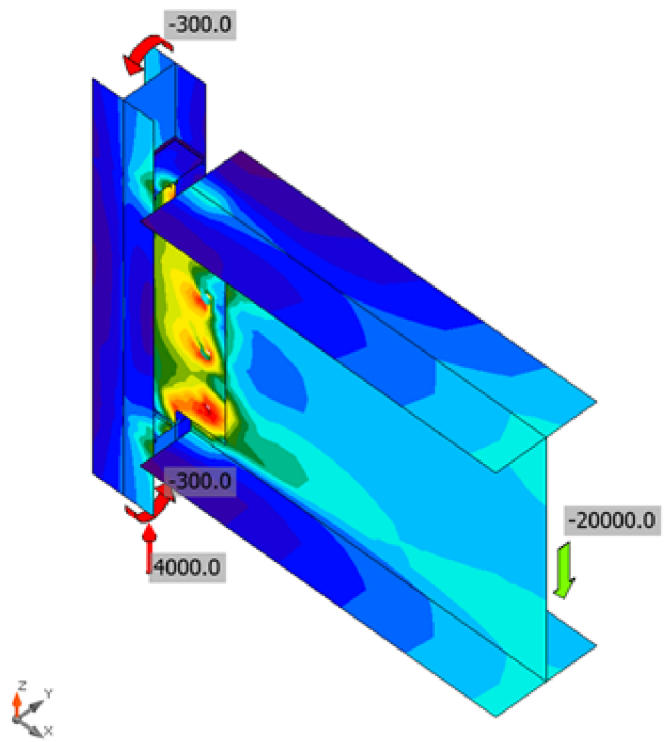


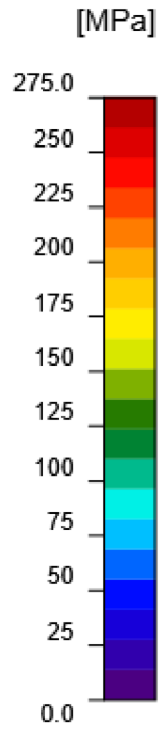
Overall check, LE1





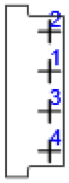
Strain check, LE1





Equivalent stress, LE1

Bolts

Shape	Item	Grade	Loads	$F_{t,Ed}$ [daN]	$F_{v,Ed}$ [daN]	$F_{b,Rd}$ [daN]	Ut_t [%]	Ut_s [%]	Ut_{ts} [%]	Detailing	Status
	B1	M20 8.8 - 1	LE1	181.6	5792.6	14400.0	1.3	61.6	62.5	OK	OK
	B2	M20 8.8 - 1	LE1	2388.0	7985.0	14400.0	16.9	84.9	97.0	OK	OK
	B3	M20 8.8 - 1	LE1	294.0	5714.6	10999.3	2.1	60.7	62.2	OK	OK
	B4	M20 8.8 - 1	LE1	1742.9	8306.1	8771.5	12.4	94.7	97.1	OK	OK

Design data

Grade	$F_{t,Rd}$ [daN]	$B_{p,Rd}$ [daN]	$F_{v,Rd}$ [daN]
M20 8.8 - 1	14112.0	17244.2	9408.0

Symbol explanation

$F_{t,Ed}$	Tension force
$F_{v,Ed}$	Resultant of bolt shear forces Vy and Vz in shear planes
$F_{b,Rd}$	Plate bearing resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
Ut_t	Utilization in tension
Ut_s	Utilization in shear
Ut_{ts}	Interaction of tension and shear EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{t,Rd}$	Bolt tension resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$B_{p,Rd}$	Punching shear resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{v,Rd}$	Bolt shear resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4

Detailed result for B4

Tension resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 \, f_{ub} \, A_s}{\gamma_{M2}} = \quad 14112.0 \quad \text{daN} \quad \geq \quad F_{t,Ed} = \quad 1742.9 \quad \text{daN}$$

Where:

$k_2 = 0.90$ – Factor

$f_{ub} = 800.0$ MPa – Ultimate tensile strength of the bolt

$A_s = 245$ mm^2 – Tensile stress area of the bolt

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Punching resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$B_{p,Rd} = \frac{0{,}6 \, \pi \, d_m \, t_p \, f_u}{\gamma_{M2}} = \quad 17244.2 \quad \text{daN} \quad \geq \quad F_{t,Ed} = \quad 1742.9 \quad \text{daN}$$

Where:

$d_m = 32$ mm – The mean of the across points and across flats dimensions of the bolt head or the nut, whichever is smaller

$t_p = 10$ mm – Plate thickness

$f_u = 360.0$ MPa – Ultimate strength

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Shear resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$F_{v,Rd} = \frac{\beta_p \; \alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = \quad 9408.0 \quad \text{daN} \quad \geq \quad F_{v,Ed} = \quad 8306.1 \quad \text{daN}$$

Where:

$\beta_p = 1.00$ – Reduction factor for packing

$\alpha_v = 0.60$ – Reduction factor for shear stress

$f_{ub} = 800.0$ MPa – Ultimate tensile strength of the bolt

$A = 245$ mm^2 – Tensile stress area of the bolt

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Bearing resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$F_{b,Rd} = \frac{k_1\ \alpha_b\ f_u\ dt}{\gamma_{M2}} =$ 8771.5 daN ≥ $F_{b,Ed} =$ 8306.1 daN

Where:

$k_1 = \min(2.8\frac{e_2}{d_0} - 1.7, 1.4\frac{p_2}{d_0} - 1.7, 2.5) = 2.50$ – Factor for edge distance and bolt spacing perpendicular to the direction of load transfer

$\alpha_b = \min(\frac{e_1}{3d_0}, \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1) = 0.61$ – Factor for end distance and bolt spacing in direction of load transfer

$e_2 = 40$ mm – Distance to the plate edge perpendicular to the shear force

$p_2 = \infty$ mm – Distance between bolts perpendicular to the shear force

$d_0 = 22$ mm – Bolt hole diameter

$e_1 = 40$ mm – Distance to the plate edge in the direction of the shear force

$p_1 = \infty$ mm – Distance between bolts in the direction of the shear force

$f_{ub} = 800.0$ MPa – Ultimate tensile strength of the bolt

$f_u = 360.0$ MPa – Ultimate strength of the plate

$d = 20$ mm – Nominal diameter of the fastener

$t = 10$ mm – Thickness of the plate

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Utilization in tension

$\frac{F_{t,Ed}}{\min(F_{t,Rd};\ B_{p,Rd})} =$ 0.12 ≤ 1,0

Where:

$F_{t,Ed} = 1742.9$ daN – Tensile force

$F_{t,Rd} = 14112.0$ daN – Tension resistance

$B_{p,Rd} = 17244.2$ daN – Punching resistance

Utilization in shear

$\max(\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}};\ \frac{F_{b,Ed}}{F_{b,Rd}}) =$ 0.95 ≤ 1,0

Where:

$F_{v,Ed} = 8306.1$ daN – Shear force (in decisive shear plane)

$F_{v,Rd} = 9408.0$ daN – Shear resistance

$F_{b,Ed} = 8306.1$ daN – Bearing force (for decisive plate)

$F_{b,Rd} = 8771.5$ daN – Bearing resistance

Interaction of tension and shear (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4\,F_{t,Rd}} = 0.97 \leq 1{,}0$$

Where:

$F_{v,Ed} = 8306.1$ daN – Shear force (in decisive shear plane)

$F_{v,Rd} = 9408.0$ daN – Shear resistance

$F_{t,Ed} = 1742.9$ daN – Tensile force

$F_{t,Rd} = 14112.0$ daN – Tension resistance

Welds

Item	Edge	T_w [mm]	L [mm]	Loads	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	Ut [%]	Ut_c [%]	Detailing	Status
C-w 1	FP1	◢ 3.0 ◣	469	LE1	145.3	0.0	0.7	0.3	83.9	40.4	20.7	OK	OK
		◢ 3.0 ◣	469	LE1	179.9	0.0	-0.6	0.2	-103.9	50.0	18.3	OK	OK
C-bfl 1	STIFF1a	◢ 4.0 ◣	58	LE1	25.5	0.0	-7.4	-5.4	-13.0	7.1	7.1	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	18.1	0.0	2.7	-4.7	-9.2	5.0	5.0	OK	OK
C-w 1	STIFF1a	◢ 4.0 ◣	97	LE1	18.3	0.0	3.8	10.3	-0.2	5.1	5.1	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	97	LE1	22.1	0.0	-8.3	5.4	-10.5	6.1	6.1	OK	OK
C-tfl 1	STIFF1a	◢ 4.0 ◣	58	LE1	13.3	0.0	5.0	6.7	-2.6	3.7	3.7	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	14.3	0.0	2.7	-1.1	8.0	4.0	4.0	OK	OK
C-bfl 1	STIFF1b	◢ 4.0 ◣	57	LE1	19.2	0.0	-7.1	-4.6	-9.2	5.3	5.3	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	37.2	0.0	15.7	-5.5	-18.7	10.3	9.8	OK	OK
C-w 1	STIFF1b	◢ 4.0 ◣	97	LE1	27.1	0.0	-16.3	2.6	-12.2	8.1	7.4	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	97	LE1	41.2	0.0	8.7	-1.8	23.2	11.5	10.4	OK	OK
C-tfl 1	STIFF1b	◢ 4.0 ◣	57	LE1	58.0	0.0	-10.5	3.2	32.7	16.1	13.1	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	28.8	0.0	14.4	-0.3	14.4	8.0	8.0	OK	OK
C-bfl 1	STIFF1c	◢ 4.0 ◣	58	LE1	17.2	0.0	-2.5	-4.7	-8.6	4.8	4.8	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	24.8	0.0	7.3	-5.4	-12.6	6.9	6.9	OK	OK
C-w 1	STIFF1c	◢ 4.0 ◣	98	LE1	20.2	0.0	6.8	4.6	-10.0	5.6	5.6	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	97	LE1	17.4	0.0	-3.9	9.8	-0.6	4.8	4.8	OK	OK
C-tfl 1	STIFF1c	◢ 4.0 ◣	58	LE1	14.0	0.0	-2.4	-1.4	7.8	3.9	3.9	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	13.6	0.0	-5.8	6.8	-2.2	3.8	3.8	OK	OK
C-bfl 1	STIFF1d	◢ 4.0 ◣	58	LE1	34.5	0.0	-14.8	-5.4	-17.2	9.6	9.3	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	57	LE1	17.5	0.0	2.5	6.8	7.3	4.9	4.9	OK	OK
C-w 1	STIFF1d	◢ 4.0 ◣	97	LE1	38.1	0.0	-7.6	-1.7	21.5	10.6	10.1	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	97	LE1	23.7	0.0	14.9	3.4	-10.1	7.2	7.2	OK	OK
C-tfl 1	STIFF1d	◢ 4.0 ◣	58	LE1	30.9	0.0	-14.9	-0.7	15.7	8.6	8.6	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	57	LE1	54.5	0.0	9.6	3.4	30.8	15.1	12.5	OK	OK
STIFF1d	FP1	◢ 4.0 ◣	58	LE1	124.5	0.0	92.4	-40.5	26.0	35.6	29.1	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	118.3	0.0	-79.2	-27.2	42.8	32.9	25.5	OK	OK
STIFF1b	FP1	◢ 4.0 ◣	58	LE1	125.7	0.0	-94.9	36.2	31.0	36.6	29.9	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	115.8	0.0	78.4	19.6	45.1	32.2	26.1	OK	OK

Design data

Material	f_u [MPa]	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9 σ [MPa]
S 235	360.0	0.80	360.0	259.2

Symbol explanation

T_w	Throat thickness a
L	Length
$\sigma_{w,Ed}$	Equivalent stress
ε_{Pl}	Strain
$\sigma_{\perp}$	Perpendicular stress
$\tau_{\perp}$	Shear stress perpendicular to weld axis
$\tau_{\parallel}$	Shear stress parallel to weld axis
Ut	Utilization
Ut_c	Weld capacity estimation
◢	Fillet weld
f_u	Ultimate strength of weld
β_w	Correlation factor EN 1993-1-8 – Tab. 4.1
$\sigma_{w,Rd}$	Equivalent stress resistance
0.9 σ	Perpendicular stress resistance: 0.9*fu/γM2

Detailed result for C-w 1 / FP1

Weld resistance check (EN 1993-1-8 – Cl. 4.5.3.2)

$$\sigma_{w,Rd} = f_u/(\beta_w \gamma_{M2}) = \quad 360.0 \quad \text{MPa} \quad \geq \quad \sigma_{w,Ed} = [\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0.5} = \quad 179.9 \quad \text{MPa}$$

$$\sigma_{\perp,Rd} = 0,9\ f_u\ /\ \gamma_{M2} \ = \quad 259.2 \quad \text{MPa} \quad \geq \quad |\sigma_{\perp}| = \quad 16.1 \quad \text{MPa}$$

where:

$f_u = 360.0$ MPa – Ultimate strength

$\beta_w = 0.80$ – Correlation factor EN 1993-1-8 – Tab. 4.1

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Stress utilization

$$U_t = \max\left(\frac{\sigma_{w,Ed}}{\sigma_{w,Rd}}\ ;\ \frac{|\sigma_{\perp}|}{\sigma_{\perp,Rd}}\right) = \quad 0.50 \quad \leq \quad 1,0$$

Where:

$\sigma_{w,Ed} = 179.9$ MPa – Maximum normal stress transverse to the axis of the weld

$\sigma_{w,Rd} = 360.0$ MPa – Equivalent stress resistance

$\sigma_{\perp} =$ -16.1 MPa – Normal stress perpendicular to the throat

$\sigma_{\perp,Rd} = 259.2$ MPa – Perpendicular stress resistance

Detailing check

- *Weld is too small. Throat thickness should be greater or equal to 3.3 mm where rupture of the weld is to be avoided for ductility purposes. (FprEN 1993-1-8:2023 – 6.9(4))*

Buckling

Buckling analysis was not calculated.

Code settings

Item	Value	Unit	Reference
Safety factor γ_{M0}	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Safety factor γ_{M1}	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Safety factor γ_{M2}	1.25	-	EN 1993-1-1: 6.1
Safety factor γ_{M3}	1.25	-	EN 1993-1-8: 2.2
Safety factor γ_{C}	1.50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
Safety factor γ_{Inst}	1.20	-	EN 1992-4: Table 4.1
Joint coefficient βj	0.67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Effective area - influence of mesh size	0.10	-	
Friction coefficient - concrete	0.25	-	EN 1993-1-8
Friction coefficient in slip-resistance	0.30	-	EN 1993-1-8 tab 3.7
Limit plastic strain	0.05	-	EN 1993-1-5
Detailing	Yes		
Distance between bolts [d]	2.20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Distance between bolts and edge [d]	1.20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Concrete breakout resistance check	None		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.5
Use calculated αb in bearing check.	Yes		EN 1993-1-8: tab 3.4
Cracked concrete	Yes		EN 1992-4
Local deformation check	Yes		CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Local deformation limit	0.03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Geometrical nonlinearity (GMNA)	Yes		Analysis with large deformations for hollow section joints
Braced system	No		EN 1993-1-8: 5.2.2.5

Project data

Project name	Verifica nodi in acciaio
Project number	2340-03
Author	Opera Mista
Description	Scuola Fornovo San Giovanni (BG)
Date	8/22/2024
Code	EN

Material

Steel	S 235, S 275
Concrete	C25/30

Project item CON4

Design

Name	CON4
Description	IPE500 - IPE500
Analysis	Stress, strain/ simplified loading

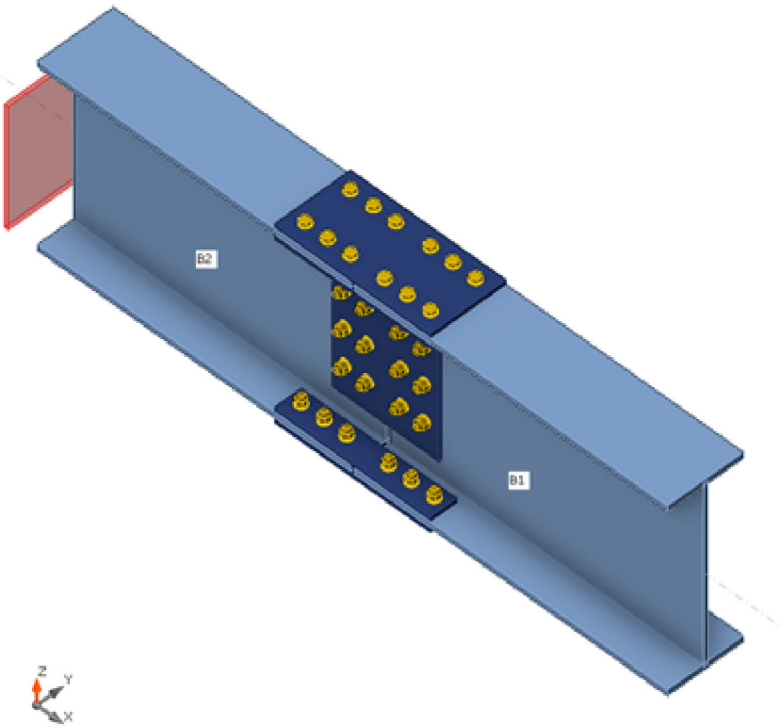
Members

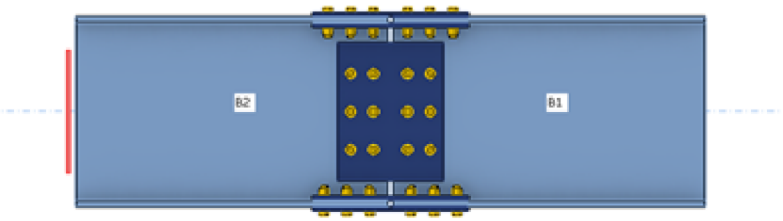
Geometry

Name	Cross-section	β – Direction [°]	γ - Pitch [°]	α - Rotation [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]
B1	4 - IPE500	0.0	0.0	0.0	0	0	0
B2	4 - IPE500	180.0	0.0	0.0	0	0	0

Supports and forces

Name	Support	Forces in	X [mm]
B1 / end		Node	0
B2 / end	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Node	0







Cross-sections

Name	Material
4 - IPE500	S 275

Bolts

Name	Diameter [mm]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	Gross area [mm^2]
M16 8.8	16	640.0	800.0	201

Load effects (Equilibrium not required)

Name	Member	N [daN]	Vy [daN]	Vz [daN]	Mx [daNm]	My [daNm]	Mz [daNm]
LE1	B1 / End	2000.0	0.0	-20000.0	0.0	16000.0	0.0
LE2	B1 / End	-2000.0	0.0	-20000.0	0.0	16000.0	0.0

Check

Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.1 < 5.0%	OK
Bolts	65.7 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

Plates

Name	Material	t_p [mm]	Loads	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Status
B1-bfl 1	S 275	16.0	LE2	212.3	0.0	25.0	OK
B1-tfl 1	S 275	16.0	LE1	223.1	0.0	20.2	OK
B1-w 1	S 275	10.2	LE1	141.4	0.0	25.1	OK
B2-bfl 1	S 275	16.0	LE2	234.8	0.0	39.9	OK
B2-tfl 1	S 275	16.0	LE1	240.2	0.0	48.5	OK
B2-w 1	S 275	10.2	LE2	259.7	0.0	48.5	OK
SPL1a	S 235	12.0	LE1	235.2	0.1	65.7	OK
SPL1b	S 235	12.0	LE1	235.3	0.1	22.1	OK
SPL1c	S 235	12.0	LE1	235.3	0.1	21.8	OK
SPL2a	S 235	12.0	LE2	235.2	0.1	19.2	OK
SPL2b	S 235	12.0	LE2	235.2	0.1	23.3	OK
SPL2c	S 235	12.0	LE2	235.2	0.1	21.8	OK
SPL3a	S 235	8.0	LE2	161.7	0.0	12.8	OK
SPL3b	S 235	8.0	LE2	161.5	0.0	12.8	OK

Design data

Material	f_y [MPa]	ε_{lim} [%]
S 275	275.0	5.0
S 235	235.0	5.0

Symbol explanation

t_p	Plate thickness
σ_{Ed}	Equivalent stress
ε_{Pl}	Plastic strain
$\sigma_{c,Ed}$	Contact stress
f_y	Yield strength
ε_{lim}	Limit of plastic strain

Detailed result for SPL1c

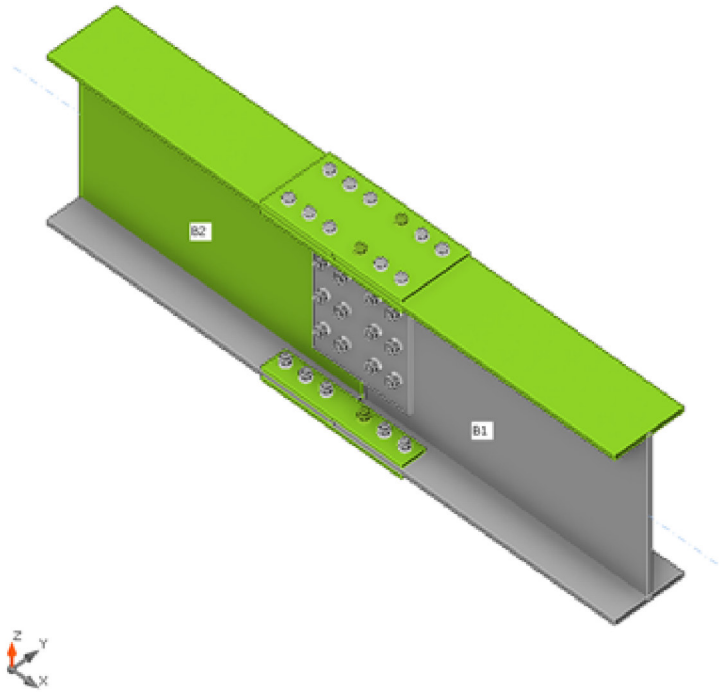
Design values used in the analysis

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} = \quad 235.0 \quad \text{MPa}$$

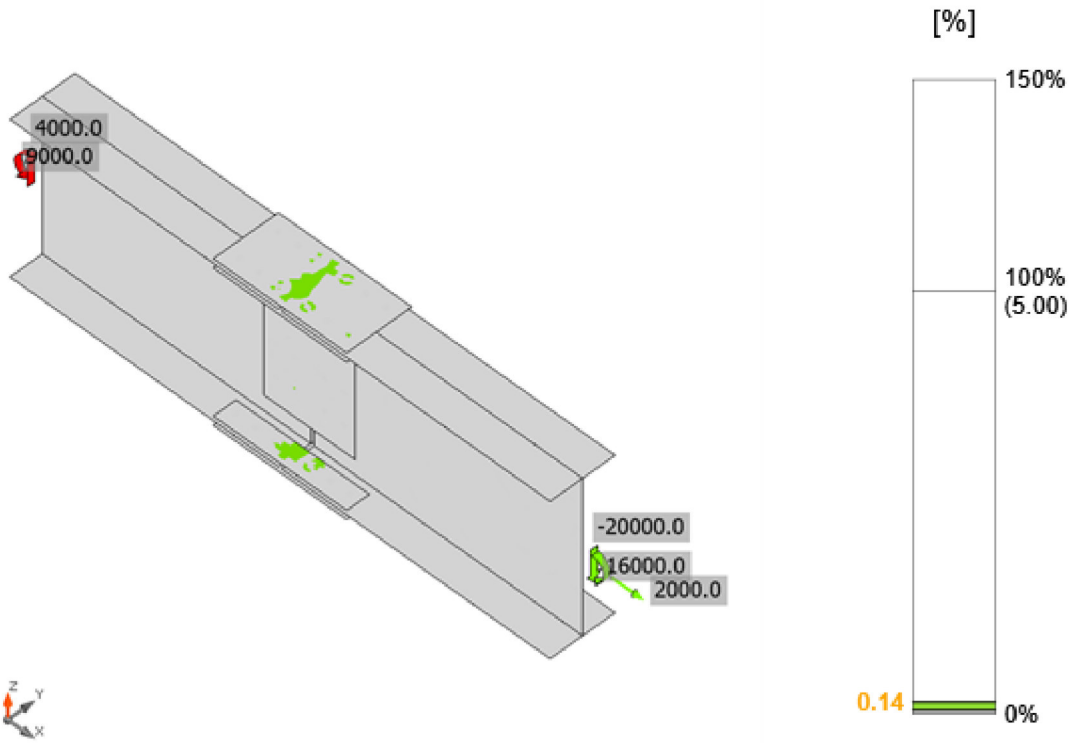
Where:

$f_{yk} = 235.0$ MPa – characteristic yield strength

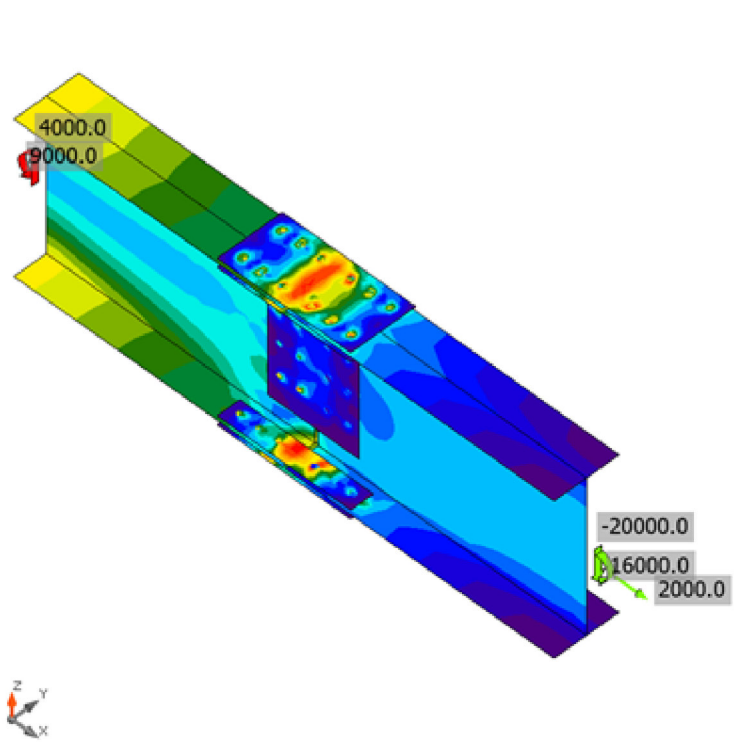
$\gamma_{M0} = 1.00$ – partial safety factor for steel material EN 1993-1-1 – 6.1



Overall check, LE1

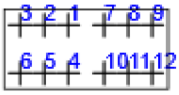
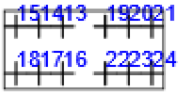
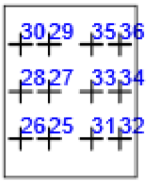


Strain check, LE1



Equivalent stress, LE1

Bolts

Shape	Item	Grade	Loads	$F_{t,Ed}$ [daN]	$F_{v,Ed}$ [daN]	$F_{b,Rd}$ [daN]	Ut_t [%]	Ut_s [%]	Ut_{ts} [%]	Detailing	Status
	B1	M16 8.8 - 1	LE1	2106.1	2940.2	16308.1	23.3	48.8	65.4	OK	OK
	B2	M16 8.8 - 1	LE1	333.9	2799.0	18958.2	3.7	46.4	49.1	OK	OK
	B3	M16 8.8 - 1	LE1	640.0	2757.9	18958.2	7.1	45.7	50.8	OK	OK
	B4	M16 8.8 - 1	LE1	2140.5	2941.9	16308.1	23.7	48.8	65.7	OK	OK
	B5	M16 8.8 - 1	LE1	325.5	2798.0	18958.2	3.6	46.4	49.0	OK	OK
	B6	M16 8.8 - 1	LE1	640.0	2757.0	18958.2	7.1	45.7	50.8	OK	OK
	B7	M16 8.8 - 1	LE1	1252.3	2716.9	16308.1	13.8	45.1	55.0	OK	OK
	B8	M16 8.8 - 1	LE1	151.4	2843.0	18958.2	1.7	47.2	48.4	OK	OK
	B9	M16 8.8 - 1	LE1	695.2	2938.5	10240.0	7.7	48.7	54.2	OK	OK
	B10	M16 8.8 - 1	LE1	1250.7	2717.8	16308.1	13.8	45.1	55.0	OK	OK
	B11	M16 8.8 - 1	LE1	157.7	2843.6	18958.2	1.7	47.2	48.4	OK	OK
	B12	M16 8.8 - 1	LE1	696.4	2938.9	10240.0	7.7	48.7	54.2	OK	OK
	B13	M16 8.8 - 1	LE2	1885.5	2857.1	18958.2	20.8	47.4	62.3	OK	OK
	B14	M16 8.8 - 1	LE2	89.2	2795.3	18958.2	1.0	46.4	47.1	OK	OK
	B15	M16 8.8 - 1	LE2	223.0	2793.8	22016.0	2.5	46.3	48.1	OK	OK
	B16	M16 8.8 - 1	LE2	1915.5	2858.8	18958.2	21.2	47.4	62.5	OK	OK
	B17	M16 8.8 - 1	LE2	95.7	2796.6	18958.2	1.1	46.4	47.1	OK	OK
	B18	M16 8.8 - 1	LE2	215.0	2794.0	22016.0	2.4	46.3	48.0	OK	OK
	B19	M16 8.8 - 1	LE2	2220.1	2644.2	18958.2	24.6	43.9	61.4	OK	OK
	B20	M16 8.8 - 1	LE2	183.7	2827.4	18958.2	2.0	46.9	48.3	OK	OK
	B21	M16 8.8 - 1	LE2	213.2	2970.0	11904.0	2.4	49.3	50.9	OK	OK
	B22	M16 8.8 - 1	LE2	2248.5	2651.6	18958.2	24.9	44.0	61.7	OK	OK
	B23	M16 8.8 - 1	LE2	174.2	2829.9	18958.2	1.9	46.9	48.3	OK	OK
	B24	M16 8.8 - 1	LE2	221.3	2972.0	11904.0	2.4	49.3	51.0	OK	OK
	B25	M16 8.8 - 2	LE2	208.3	844.0	14035.2	2.3	14.0	15.6	OK	OK
	B26	M16 8.8 - 2	LE2	214.5	879.3	14035.2	2.4	14.6	16.3	OK	OK
	B27	M16 8.8 - 2	LE2	142.5	845.7	14035.2	1.6	14.0	15.2	OK	OK
	B28	M16 8.8 - 2	LE1	149.0	880.4	14035.2	1.6	14.6	15.8	OK	OK
	B29	M16 8.8 - 2	LE1	135.5	830.0	14035.2	1.5	13.8	14.8	OK	OK
	B30	M16 8.8 - 2	LE1	159.8	874.2	14035.2	1.8	14.5	15.8	OK	OK
	B31	M16 8.8 - 2	LE2	370.4	2234.1	14035.2	4.1	37.1	40.0	OK	OK
	B32	M16 8.8 - 2	LE2	212.1	1820.1	14035.2	2.3	30.2	31.9	OK	OK
	B33	M16 8.8 - 2	LE2	202.9	1356.9	14035.2	2.2	22.5	24.1	OK	OK
	B34	M16 8.8 - 2	LE1	90.9	378.1	14035.2	1.0	6.3	7.0	OK	OK
	B35	M16 8.8 - 2	LE1	299.5	2234.7	10462.8	3.3	42.7	39.4	OK	OK
	B36	M16 8.8 - 2	LE1	434.5	1831.6	5973.3	4.8	30.7	33.8	OK	OK

Design data

Grade	$F_{t,Rd}$ [daN]	$B_{p,Rd}$ [daN]	$F_{v,Rd}$ [daN]
M16 8.8 - 1	9043.2	16530.3	6028.8
M16 8.8 - 2	9043.2	11020.2	6028.8

Symbol explanation

$F_{t,Ed}$	Tension force
$F_{v,Ed}$	Resultant of bolt shear forces Vy and Vz in shear planes
$F_{b,Rd}$	Plate bearing resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
Ut_t	Utilization in tension
Ut_s	Utilization in shear
Ut_{ts}	Interaction of tension and shear EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{t,Rd}$	Bolt tension resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$B_{p,Rd}$	Punching shear resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{v,Rd}$	Bolt shear resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4

Detailed result for B4

Tension resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 \, f_{ub} \, A_s}{\gamma_{M2}} = \quad 9043.2 \quad \text{daN} \quad \geq \quad F_{t,Ed} = \quad 2140.5 \quad \text{daN}$$

Where:

$k_2 = 0.90$	– Factor
$f_{ub} = 800.0$ MPa	– Ultimate tensile strength of the bolt
$A_s = 157$ mm^2	– Tensile stress area of the bolt
$\gamma_{M2} = 1.25$	– Safety factor

Punching resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$B_{p,Rd} = \frac{0{,}6 \, \pi \, d_m \, t_p \, f_u}{\gamma_{M2}} = \quad 16530.3 \quad \text{daN} \quad \geq \quad F_{t,Ed} = \quad 2140.5 \quad \text{daN}$$

Where:

$d_m = 25$ mm	– The mean of the across points and across flats dimensions of the bolt head or the nut, whichever is smaller
$t_p = 12$ mm	– Plate thickness
$f_u = 360.0$ MPa	– Ultimate strength
$\gamma_{M2} = 1.25$	– Safety factor

Shear resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$F_{v,Rd} = \frac{\beta_p \; \alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = \quad 6028.8 \quad \text{daN} \quad \geq \quad F_{v,Ed} = \quad 2941.9 \quad \text{daN}$$

Where:

$\beta_p = 1.00$	– Reduction factor for packing
$\alpha_v = 0.60$	– Reduction factor for shear stress
$f_{ub} = 800.0$ MPa	– Ultimate tensile strength of the bolt
$A = 157$ mm^2	– Tensile stress area of the bolt
$\gamma_{M2} = 1.25$	– Safety factor

Bearing resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \, \alpha_b \, f_u \, dt}{\gamma_{M2}} =$ 16308.1 daN ≥ $F_{b,Ed} =$ 5377.1 daN

Where:

$k_1 = \min(2.8\frac{e_2}{d_0} - 1.7, 1.4\frac{p_2}{d_0} - 1.7, 2.5) = 2.50$ – Factor for edge distance and bolt spacing perpendicular to the direction of load transfer

$\alpha_b = \min(\frac{e_1}{3d_0}, \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1) = 0.74$ – Factor for end distance and bolt spacing in direction of load transfer

$e_2 = 40$ mm – Distance to the plate edge perpendicular to the shear force

$p_2 = 120$ mm – Distance between bolts perpendicular to the shear force

$d_0 = 18$ mm – Bolt hole diameter

$e_1 = 40$ mm – Distance to the plate edge in the direction of the shear force

$p_1 = \infty$ mm – Distance between bolts in the direction of the shear force

$f_{ub} = 800.0$ MPa – Ultimate tensile strength of the bolt

$f_u = 430.0$ MPa – Ultimate strength of the plate

$d = 16$ mm – Nominal diameter of the fastener

$t = 16$ mm – Thickness of the plate

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Utilization in tension

$\frac{F_{t,Ed}}{\min(F_{t,Rd}; B_{p,Rd})} =$ 0.24 ≤ 1,0

Where:

$F_{t,Ed} = 2140.5$ daN – Tensile force

$F_{t,Rd} = 9043.2$ daN – Tension resistance

$B_{p,Rd} = 16530.3$ daN – Punching resistance

Utilization in shear

$\max(\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}}; \frac{F_{b,Ed}}{F_{b,Rd}}) =$ 0.49 ≤ 1,0

Where:

$F_{v,Ed} = 2941.9$ daN – Shear force (in decisive shear plane)

$F_{v,Rd} = 6028.8$ daN – Shear resistance

$F_{b,Ed} = 5377.1$ daN – Bearing force (for decisive plate)

$F_{b,Rd} = 16308.1$ daN – Bearing resistance

Interaction of tension and shear (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4\,F_{t,Rd}} = 0.66 \leq 1{,}0$$

Where:

$F_{v,Ed} = 2941.9$ daN – Shear force (in decisive shear plane)

$F_{v,Rd} = 6028.8$ daN – Shear resistance

$F_{t,Ed} = 2140.5$ daN – Tensile force

$F_{t,Rd} = 9043.2$ daN – Tension resistance

Buckling

Buckling analysis was not calculated.

Code settings

Item	Value	Unit	Reference
Safety factor γ_{M0}	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Safety factor γ_{M1}	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Safety factor γ_{M2}	1.25	-	EN 1993-1-1: 6.1
Safety factor γ_{M3}	1.25	-	EN 1993-1-8: 2.2
Safety factor γ_{C}	1.50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
Safety factor γ_{Inst}	1.20	-	EN 1992-4: Table 4.1
Joint coefficient βj	0.67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Effective area - influence of mesh size	0.10	-	
Friction coefficient - concrete	0.25	-	EN 1993-1-8
Friction coefficient in slip-resistance	0.30	-	EN 1993-1-8 tab 3.7
Limit plastic strain	0.05	-	EN 1993-1-5
Detailing	Yes		
Distance between bolts [d]	2.20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Distance between bolts and edge [d]	1.20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Concrete breakout resistance check	None		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.5
Use calculated αb in bearing check.	Yes		EN 1993-1-8: tab 3.4
Cracked concrete	Yes		EN 1992-4
Local deformation check	Yes		CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Local deformation limit	0.03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Geometrical nonlinearity (GMNA)	Yes		Analysis with large deformations for hollow section joints
Braced system	No		EN 1993-1-8: 5.2.2.5

Project data

Project name	Verifica nodi in acciaio
Project number	2340-03
Author	Opera Mista
Description	Scuola Fornovo San Giovanni (BG)
Date	8/22/2024
Code	EN

Material

Steel	S 235, S 275
Concrete	C25/30

Project item CON9

Design

Name	CON9
Description	piastra di base
Analysis	Stress, strain/ loads in equilibrium

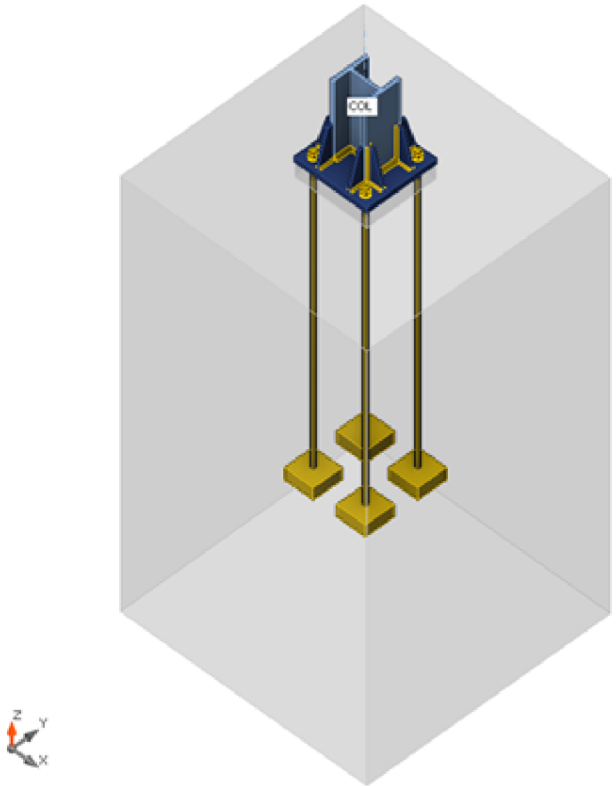
Members

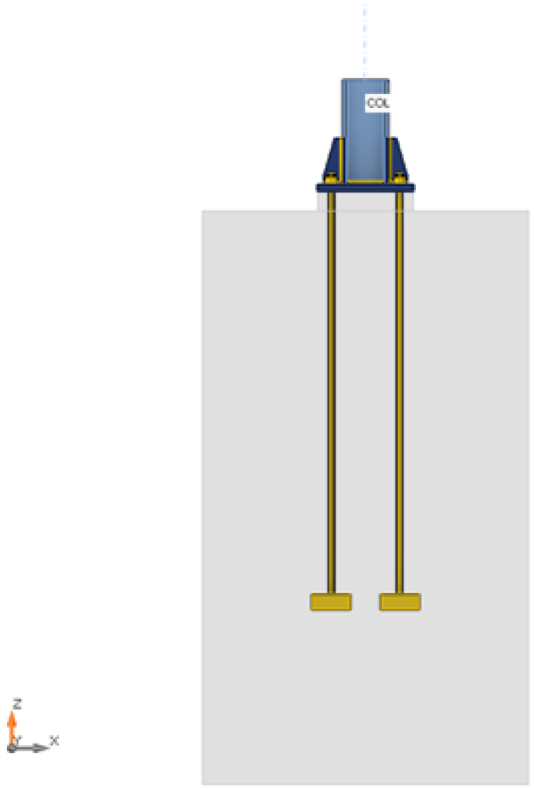
Geometry

Name	Cross-section	β – Direction [°]	γ - Pitch [°]	α - Rotation [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]
COL	9 - HEB120	0.0	90.0	0.0	0	0	0

Supports and forces

Name	Support	Forces in	X [mm]
COL / end		Node	0





Cross-sections

Name	Material
9 - HEB120	S 275

Anchors

Name	Diameter [mm]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	Gross area [mm^2]
M16 8.8	16	640.0	800.0	201

Load effects (forces in equilibrium)

Name	Member	N [daN]	Vy [daN]	Vz [daN]	Mx [daNm]	My [daNm]	Mz [daNm]
LE1	COL / End	-80000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LE2	COL / End	25000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Unbalanced forces

Name	X [daN]	Y [daN]	Z [daN]	Mx [daNm]	My [daNm]	Mz [daNm]
LE1	0.0	0.0	-80000.0	0.0	0.0	0.0
LE2	0.0	0.0	25000.0	0.0	0.0	0.0

Foundation block

Item	Value	Unit
CB 1		
Dimensions	840 x 850	mm
Depth	1500	mm
Anchor	M16 8.8	
Anchoring length	1000	mm
Shear force transfer	Friction	
Mortar joint	50	mm

Check

Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.4 < 5.0%	OK
Anchors	87.8 < 100%	OK
Welds	98.0 < 100%	OK
Concrete block	52.1 < 100%	OK
Shear	0.0 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

Plates

Name	Material	t_p [mm]	Loads	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Status
COL-bfl 1	S 275	11.0	LE1	275.9	0.4	0.0	OK
COL-tfl 1	S 275	11.0	LE1	275.9	0.4	0.0	OK
COL-w 1	S 275	6.5	LE1	239.2	0.0	0.0	OK
BP1	S 235	20.0	LE2	165.7	0.0	0.0	OK
WID1a	S 235	8.0	LE1	235.2	0.1	0.0	OK
WID1b	S 235	8.0	LE1	235.2	0.1	0.0	OK
WID1c	S 235	8.0	LE1	235.2	0.1	0.0	OK
WID1d	S 235	8.0	LE1	235.2	0.1	0.0	OK
RIB1a	S 275	8.0	LE2	261.6	0.0	0.0	OK
RIB1b	S 275	8.0	LE2	261.7	0.0	0.0	OK
RIB2a	S 275	8.0	LE2	260.8	0.0	0.0	OK
RIB2b	S 275	8.0	LE2	261.1	0.0	0.0	OK

Design data

Material	f_y [MPa]	ε_{lim} [%]
S 275	275.0	5.0
S 235	235.0	5.0

Symbol explanation

t_p	Plate thickness
σ_{Ed}	Equivalent stress
ε_{Pl}	Plastic strain
$\sigma_{c,Ed}$	Contact stress
f_y	Yield strength
ε_{lim}	Limit of plastic strain

Detailed result for COL-bfl 1

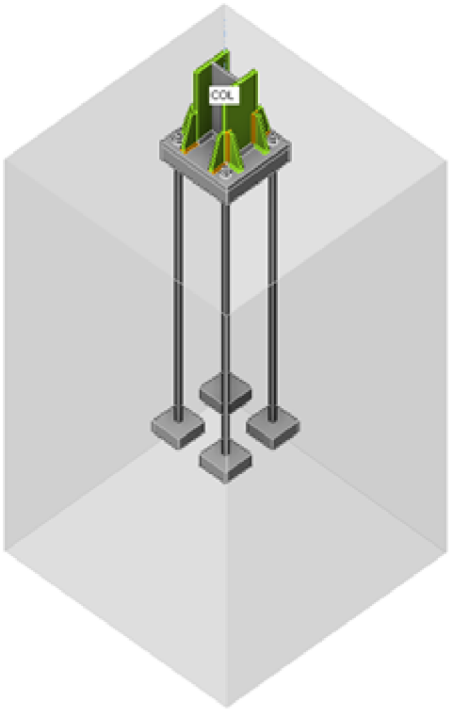
Design values used in the analysis

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} = \quad 275.0 \quad \text{MPa}$$

Where:

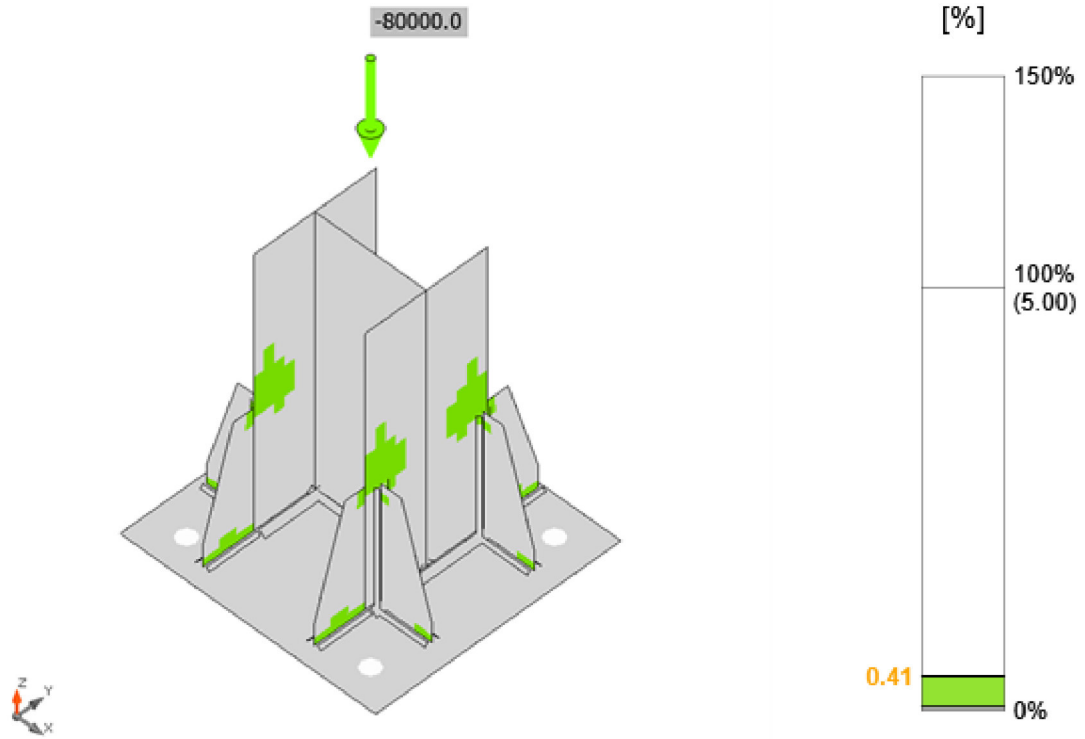
$f_{yk} = 275.0$ MPa – characteristic yield strength

$\gamma_{M0} = 1.00$ – partial safety factor for steel material EN 1993-1-1 – 6.1

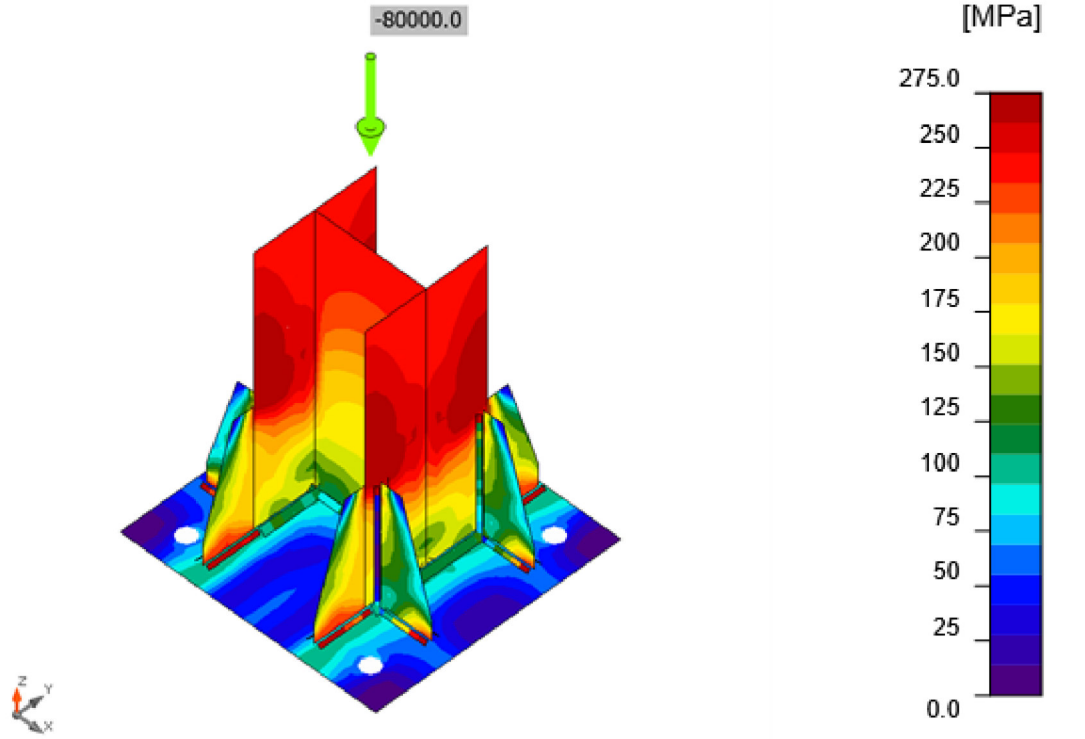




Overall check, LE1

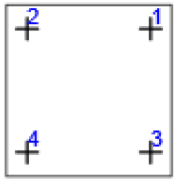


Strain check, LE1



Equivalent stress, LE1

Anchors

Shape	Item	Loads	N_{Ed} [daN]	V_{Ed} [daN]	$N_{Rd,p}$ [daN]	$N_{Rd,cb}$ [daN]	Ut_t [%]	Ut_s [%]	Ut_{ts} [%]	Detailing	Status
	A1	LE2	6249.8	0.1	102072.3	50519.9	87.8	0.0	77.1	OK	OK
	A2	LE2	6249.9	0.1	102072.3	50519.9	87.8	0.0	77.1	OK	OK
	A3	LE2	6249.9	0.1	102072.3	50520.0	87.8	0.0	77.1	OK	OK
	A4	LE2	6249.8	0.1	102072.3	50520.0	87.8	0.0	77.1	OK	OK

Design data

Grade	$N_{Rd,s}$ [daN]
M16 8.8 - 1	7117.3

Symbol explanation

N_{Ed}	Tension force
V_{Ed}	Resultant of bolt shear forces Vy and Vz in shear planes
$N_{Rd,p}$	Design resistance in case of pull-out failure - EN 1992-4 – 7.2.1.5
$N_{Rd,cb}$	Design resistance in case of concrete blow-out failure - EN 1992-4 – 7.2.1.8
Ut_t	Utilization in tension
Ut_s	Utilization in shear
Ut_{ts}	Utilization in tension and shear
$N_{Rd,s}$	Design tensile resistance of a fastener in case of steel failure - EN 1992-4 – 7.2.1.3

Detailed result for A2

Concrete splitting failure should be determined by EN 1992-4 – 7.2.1.7.

The information from relevant European Technical Product Specification is missing.

Anchor tensile resistance (EN 1992-4 – 7.2.1.3)

$$N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} = \quad 7117.3 \quad \text{daN} \quad \geq \quad N_{Ed} = \quad 6249.9 \quad \text{daN}$$

$$N_{Rk,s} = c \cdot A_s \cdot f_{uk} = \quad 10676.0 \quad \text{daN}$$

Where:

$c = 0.85$	– reduction factor for cut thread
$A_s = 157$ mm^2	– tensile stress area
$f_{uk} = 800.0$ MPa	– minimum tensile strength of the bolt
$\gamma_{Ms} = 1.50$	– safety factor for steel

- $\gamma_{Ms} = 1,2 \cdot \frac{f_{uk}}{f_{yk}} \geq 1,4$, where:
  - $f_{yk} =$ 640.0 MPa – minimum yield strength of the bolt

Concrete pullout resistance (EN 1992-4 – 7.2.1.5)

$N_{Rd,p} = \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mc}} =$ 102072.3 daN ≥ $N_{Ed} =$ 6249.9 daN

$N_{Rk,p} = k_2 \cdot A_h \cdot f_{ck} =$ 183730.1 daN

Where:

$k_2 =$ 7.50 – coefficient for cracked/uncracked concrete

$A_h =$ 9799 mm^2 – area of the load-bearing head of the fastener

- $A_h = a_{wp}^2 - \frac{\pi}{4} \cdot d^2$, where:
  - $a_{wp} =$ 100 mm – length of the edge of the rectangular washer plate
  - $d =$ 16 mm – diameter of the shank of the fastener

$f_{ck} =$ 25.0 MPa – concrete compressive strength

$\gamma_{Mc} =$ 1.80 – safety factor for concrete

Concrete blowout resistance (EN 1992-4 – 7.2.1.8)

The check is performed for group of anchors that form blow-out areas: A1, A2

$N_{Rd,cb} = \frac{N_{Rk,cb}}{\gamma_{Mc}} =$ 50519.9 daN ≥ $N_{Ed,g} =$ 12499.7 daN

$N_{Rk,cb} = N^0_{Rk,cb} \cdot \frac{A_{c,Nb}}{A^0_{c,Nb}} \cdot \psi_{s,Nb} \cdot \psi_{g,Nb} \cdot \psi_{ec,Nb} =$ 90935.9 daN

Where:

$N_{Ed,g} =$ 12499.7 daN – sum of tension forces of anchors with common concrete breakout cone area

$N^0_{Rk,cb} =$ 144252.7 daN – characteristic strength of a single fastener remote from the effects of adjacent fasteners and edges of the concrete member

- $N^0_{Rk,cb} = k_5 \cdot c_1 \cdot \sqrt{A_h} \cdot \sqrt{f'_c}$, where:
  - $k_5 =$ 8.70 – parameter related to the state of the concrete
  - $c_1 =$ 335 mm – edge distance of fastener in direction 1 towards the closest edge
  - $A_h = a^2_{wp} - \frac{\pi}{4} \cdot d^2 =$ 9799 mm^2 – area of the load-bearing head of the fastener
    - $a_{wp} =$ 100 mm – length of the edge of the rectangular washer plate
    - $d =$ 16 mm – diameter of the shank of the fastener
  - $f'_c =$ 25.0 MPa – concrete compressive strength

$A_{c,Nb} =$ 982800 mm^2 – actual projected area for the fastener that is limited by the edges of the concrete member ($c_2 \le 2c_1$), the presence of adjacent fasteners ($s \le 4c_1$) or the member thickness

$A^0_{c,Nb} =$ 1795602 mm^2 – reference projected area of a single fastener with an edge distance equal to c_1

- $A^0_{c,Nb} = (4 \cdot c_1)^2$, where:
  - $c_1 =$ 335 mm – edge distance of fastener in direction 1 towards the closest edge

$\psi_{s,Nb} =$ 0.85 – parameter related to the distribution of stresses in the concrete due to the proximity of the fastener to an edge of the concrete member:

- $\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_2}{2 \cdot c_1} \le 1$, where:
  - $c_1 =$ 335 mm – edge distance of fastener in direction 1 towards the closest edge
  - $c_2 =$ 330 mm – edge distance of fastener perpendicular to direction 1 that is the smallest edge distance in a narrow member with multiple edge distances

$\psi_{g,Nb} =$ 1.36 – parameter accounting for a group effect

- $\psi_{g,Nb} = \sqrt{n} + (1 - \sqrt{n}) \cdot \frac{s_2}{4 \cdot c_1} \ge 1$, where:
  - $n =$ 2 – number of fasteners in a row parallel to the edge of the concrete member
  - $s_2 =$ 180 mm – maximum spacing between anchors
  - $c_1 =$ 335 mm – edge distance of fastener in direction 1 towards the closest edge

$\psi_{ec,Nb} =$ 1.00 – modification factor for anchor groups loaded eccentrically in tension:

- $\psi_{ec,Nb} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot e_N}{4 \cdot c_1}} \le 1$, where:
  - $e_N =$ 0 mm – tension load eccentricity
  - $c_1 =$ 335 mm – edge distance of fastener in direction 1 towards the closest edge

$\gamma_{Mc} =$ 1.80 – safety factor for concrete

Interaction of tensile and shear forces in steel (EN 1992-4 – Table 7.3)

$$\left(\frac{N_{Ed}}{N_{Rd,s}}\right)^2 + \left(\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,s}}\right)^2 = \quad 0.77 \quad \leq \quad 1{,}0$$

Where:

$N_{Ed} = 6249.9$ daN – design tension force

$N_{Rd,s} = 7117.3$ daN – fastener tensile strength

$V_{Ed} = 0.1$ daN – design shear force

$V_{Rd,s} = 0.0$ daN – fastener shear strength

Interaction of tensile and shear forces in concrete (EN 1992-4 – Table 7.3)

$$\left(\frac{N_{Ed}}{N_{Rd,i}}\right)^{1,5} + \left(\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,i}}\right)^{1,5} = \quad 0.12 \quad \leq \quad 1{,}0$$

Where:

$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd,i}}$ – the largest utilization value for tension failure modes

$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,i}}$ – the largest utilization value for shear failure modes

$\frac{N_{Ed,g}}{N_{Rd,c}} = 0\%$ – concrete breakout failure of anchor in tension

$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd,p}} = 6\%$ – concrete pullout failure

$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd,cb}} = 24\%$ – concrete blowout failure

$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,c}} = 0\%$ – concrete edge failure

$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,cb}} = 0\%$ – concrete pryout failure

Supplementary reinforcement (EN 1992-4 – 7.2.1.9; EN 1992-4 – 7.2.2.6)

Supplementary reinforcement should resist force of 24999.4 daN in tension and 0.0 daN in shear.

Welds

Item	Edge	T_w [mm]	L [mm]	Loads	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	Ut [%]	Ut_c [%]	Detailing	Status
BP1	COL-bfl 1	◢ 8.0 ◣	119	LE1	125.0	0.0	-67.3	-50.2	-34.4	34.7	31.0	OK	OK
		◢ 8.0 ◣	119	LE1	129.7	0.0	-46.7	63.9	28.3	36.0	28.6	OK	OK
BP1	COL-tfl 1	◢ 8.0 ◣	119	LE1	131.7	0.0	-46.5	-64.3	30.5	36.6	28.5	OK	OK
		◢ 8.0 ◣	119	LE1	126.7	0.0	-67.9	50.2	-35.9	35.2	30.8	OK	OK
BP1	COL-w 1	◢ 6.0 ◣	108	LE1	130.5	0.0	-65.0	-65.1	5.8	36.3	27.9	OK	OK
		◢ 6.0 ◣	108	LE1	130.4	0.0	-65.0	65.0	-6.0	36.2	28.7	OK	OK
BP1	WID1a	◢ 4.0 ◣	49	LE1	342.6	0.0	-167.4	-165.1	50.4	95.2	87.5	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	49	LE1	328.4	0.0	-155.7	158.1	-53.5	91.2	78.0	OK	OK
COL-bfl 1	WID1a	-	120	-	-	-	-	-	-	-	-	OK	OK
BP1	WID1b	◢ 4.0 ◣	49	LE1	329.4	0.0	-155.9	-158.2	55.2	91.5	78.0	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	49	LE1	343.3	0.0	-167.4	165.1	-51.8	95.4	87.6	OK	OK
COL-bfl 1	WID1b	-	120	-	-	-	-	-	-	-	-	OK	OK
BP1	WID1c	◢ 4.0 ◣	49	LE1	332.8	0.0	-155.8	-157.7	63.0	92.5	77.5	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	49	LE1	347.1	0.0	-167.1	165.3	-59.3	96.4	87.6	OK	OK
COL-tfl 1	WID1c	-	120	-	-	-	-	-	-	-	-	OK	OK
BP1	WID1d	◢ 4.0 ◣	49	LE1	346.8	0.0	-167.0	-165.1	59.4	96.3	87.5	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	49	LE1	332.6	0.0	-155.5	157.6	-63.2	92.4	77.7	OK	OK
COL-tfl 1	WID1d	-	120	-	-	-	-	-	-	-	-	OK	OK
BP1	RIB1a	◢ 4.0 ◣	50	LE1	309.1	0.0	-133.4	-132.8	91.0	85.9	59.3	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	50	LE1	262.9	0.0	-107.4	108.0	-86.8	73.0	50.4	OK	OK
COL-tfl 1	RIB1a	◢ 4.0 ◣	119	LE1	282.5	0.0	-37.4	-65.5	-147.8	78.5	64.7	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	119	LE1	352.8	0.0	-78.5	51.0	191.9	98.0	72.9	OK	OK
BP1	RIB1b	◢ 4.0 ◣	50	LE1	262.9	0.0	-107.2	-107.8	87.1	73.0	50.3	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	50	LE1	309.0	0.0	-133.1	132.7	-91.2	85.8	59.1	OK	OK
COL-tfl 1	RIB1b	◢ 4.0 ◣	119	LE1	352.8	0.0	-78.6	-51.0	-191.9	98.0	72.8	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	119	LE1	282.3	0.0	-37.5	65.5	147.7	78.4	64.6	OK	OK
BP1	RIB2a	◢ 4.0 ◣	50	LE1	263.0	0.0	-106.7	-107.8	87.4	73.1	52.9	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	50	LE1	308.8	0.0	-133.1	131.9	-92.1	85.8	61.0	OK	OK
COL-bfl 1	RIB2a	◢ 4.0 ◣	119	LE1	352.8	0.0	-78.3	-50.9	-192.0	98.0	72.9	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	119	LE1	283.3	0.0	-37.4	65.5	148.3	78.7	64.8	OK	OK
BP1	RIB2b	◢ 4.0 ◣	50	LE1	308.7	0.0	-133.0	-132.0	91.9	85.8	61.4	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	50	LE1	263.0	0.0	-106.7	107.8	-87.4	73.1	52.3	OK	OK
COL-bfl 1	RIB2b	◢ 4.0 ◣	119	LE1	283.2	0.0	-37.4	-65.5	-148.3	78.7	64.8	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	119	LE1	352.8	0.0	-78.3	50.9	192.0	98.0	72.9	OK	OK

Design data

Material	f_u [MPa]	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9 σ [MPa]
S 235	360.0	0.80	360.0	259.2

Symbol explanation

T_w	Throat thickness a
L	Length
$\sigma_{w,Ed}$	Equivalent stress
ε_{Pl}	Strain
$\sigma_{\perp}$	Perpendicular stress
$\tau_{\perp}$	Shear stress perpendicular to weld axis
$\tau_{\parallel}$	Shear stress parallel to weld axis
Ut	Utilization
Ut_c	Weld capacity estimation
◢	Fillet weld
f_u	Ultimate strength of weld
β_w	Correlation factor EN 1993-1-8 – Tab. 4.1
$\sigma_{w,Rd}$	Equivalent stress resistance
0.9 σ	Perpendicular stress resistance: 0.9*fu/γM2

Detailed result for COL-bfl 1 / RIB2a

Weld resistance check (EN 1993-1-8 – Cl. 4.5.3.2)

$$\sigma_{w,Rd} = f_u/(\beta_w \gamma_{M2}) = \quad 360.0 \quad \text{MPa} \quad \geq \quad \sigma_{w,Ed} = [\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0.5} = \quad 352.8 \quad \text{MPa}$$

$$\sigma_{\perp,Rd} = 0,9\ f_u\ /\ \gamma_{M2} \ = \quad 259.2 \quad \text{MPa} \quad \geq \quad |\sigma_{\perp}| = \quad 78.3 \quad \text{MPa}$$

where:

$f_u = 360.0$ MPa – Ultimate strength

$\beta_w = 0.80$ – Correlation factor EN 1993-1-8 – Tab. 4.1

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Stress utilization

$$U_t = \max\left(\frac{\sigma_{w,Ed}}{\sigma_{w,Rd}}\ ;\ \frac{|\sigma_{\perp}|}{\sigma_{\perp,Rd}}\right) = \quad 0.98 \quad \leq \quad 1,0$$

Where:

$\sigma_{w,Ed} = 352.8$ MPa – Maximum normal stress transverse to the axis of the weld

$\sigma_{w,Rd} = 360.0$ MPa – Equivalent stress resistance

$\sigma_{\perp} = -78.3$ MPa – Normal stress perpendicular to the throat

$\sigma_{\perp,Rd} = 259.2$ MPa – Perpendicular stress resistance

Concrete block

Item	Loads	c [mm]	A_{eff} [mm^2]	σ [MPa]	k_j [-]	f_{jd} [MPa]	Ut [%]	Status
CB 1	LE1	31	45801	17.5	3.00	33.5	52.1	OK

Symbol explanation

c	Bearing width
A_{eff}	Effective area
σ	Average stress in concrete
k_j	Concentration factor
f_{jd}	The ultimate bearing strength of the concrete block
Ut	Utilization

Detailed result for CB 1

Concrete block compressive resistance check (EN 1993-1-8 – 6.2.5)

$f_{jd} =$ 33.5 MPa ≥ $\sigma =$ 17.5 MPa

Where:

f_{jd} – concrete block design bearing strength:

- $f_{jd} = \alpha_{cc}\beta_j k_j \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$, where:
  - $\alpha_{cc} =$ 1.00 – long term effects on compressive strength factor
  - $\beta_j =$ 0.67 – grout quality factor
  - $k_j =$ 3.00 – concentration factor
  - $f_{ck} =$ 25.0 MPa – characteristic resistance of concrete in compression
  - $\gamma_c =$ 1.50 – safety factor for concrete

σ – average compressive stress in concrete under base plate

- $\sigma = \frac{N}{A_{eff}}$, where:
  - $N =$ 79986.3 daN – compressive normal force acting on concrete block
  - $A_{eff} =$ 45801 mm^2 – effective area on which normal force is distributed

Shear in contact plane

Name	Loads	V_y [daN]	V_z [daN]	$V_{Rd,y}$ [daN]	$V_{Rd,z}$ [daN]	U_t [%]	Status
BP1	LE1	0.0	0.0	19996.6	19996.6	0.0	OK

Symbol explanation

V_y	Shear force in base plate Vy
V_z	Shear force in base plate Vz
$V_{Rd,y}$	Shear resistance
$V_{Rd,z}$	Shear resistance
U_t	Utilization

Detailed result for BP1

Base plate shear resistance check (EN 1993-1-8 – 6.2.2)

$V_{Rd,y} = NC_f =$ 19996.6 daN

$V_{Rd,z} = NC_f =$ 19996.6 daN

Where:

$N =$ 79986.3 daN – design normal force

$C_f =$ 0.25 – friction coefficient

Utilization in shear

$$U_t = \max\left(\frac{\sqrt[2]{Vy^2+Vz^2}}{V_{Rd,y}}, \frac{\sqrt[2]{Vy^2+Vz^2}}{V_{Rd,z}}\right) = 0.00 \leq 1$$

Buckling

Buckling analysis was not calculated.

Code settings

Item	Value	Unit	Reference
Safety factor γ_{M0}	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Safety factor γ_{M1}	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Safety factor γ_{M2}	1.25	-	EN 1993-1-1: 6.1
Safety factor γ_{M3}	1.25	-	EN 1993-1-8: 2.2
Safety factor γ_C	1.50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
Safety factor γ_{Inst}	1.20	-	EN 1992-4: Table 4.1
Joint coefficient βj	0.67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Effective area - influence of mesh size	0.10	-	
Friction coefficient - concrete	0.25	-	EN 1993-1-8
Friction coefficient in slip-resistance	0.30	-	EN 1993-1-8 tab 3.7
Limit plastic strain	0.05	-	EN 1993-1-5
Detailing	Yes		
Distance between bolts [d]	2.20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Distance between bolts and edge [d]	1.20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Concrete breakout resistance check	None		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.5
Use calculated αb in bearing check.	Yes		EN 1993-1-8: tab 3.4
Cracked concrete	Yes		EN 1992-4
Local deformation check	Yes		CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Local deformation limit	0.03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Geometrical nonlinearity (GMNA)	Yes		Analysis with large deformations for hollow section joints
Braced system	No		EN 1993-1-8: 5.2.2.5

Project data

Project name	Verifica nodi in acciaio
Project number	2340-03
Author	Opera Mista
Description	Scuola Fornovo San Giovanni (BG)
Date	8/22/2024
Code	EN

Material

Steel	S 235, S 275
Concrete	C25/30

Project item CON11

Design

Name	CON11
Description	HEA200
Analysis	Stress, strain/ simplified loading

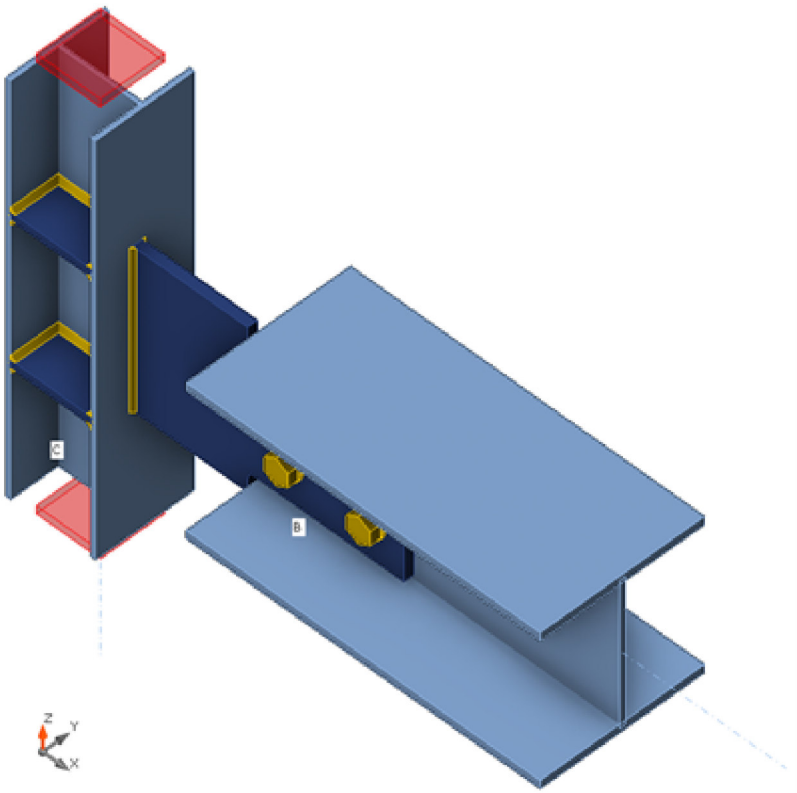
Members

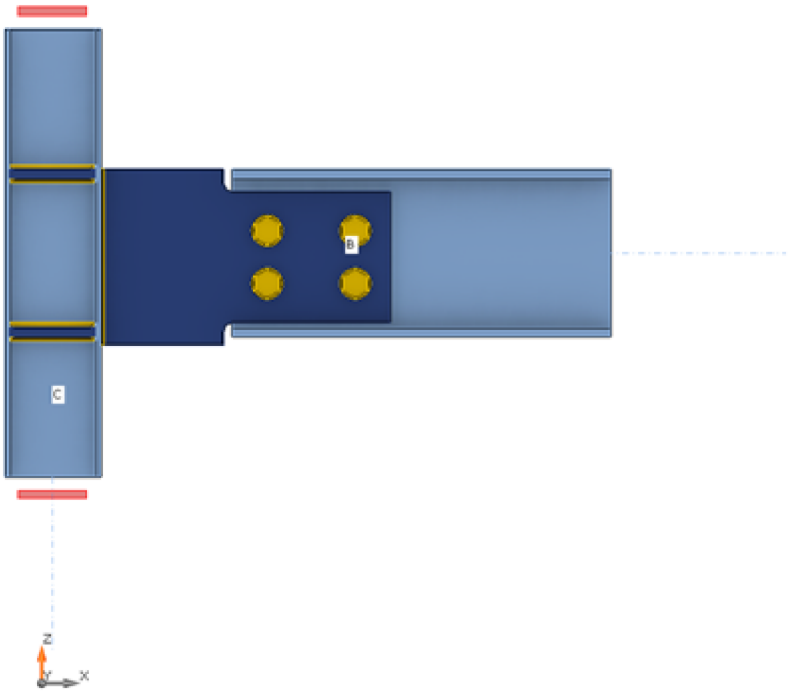
Geometry

Name	Cross-section	β – Direction [°]	γ - Pitch [°]	α - Rotation [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]
C	1 - CON1(HEA120A)	0.0	90.0	0.0	0	0	0
B	10 - HEA200	0.0	0.0	0.0	0	0	0

Supports and forces

Name	Support	Forces in	X [mm]
C / begin	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Node	0
C / end	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Node	0
B / end		Node	0





Cross-sections

Name	Material
1 - CON1(HEA120A)	S 275
10 - HEA200	S 275

Bolts

Name	Diameter [mm]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	Gross area [mm^2]
M20 8.8	20	640.0	800.0	314

Load effects (Equilibrium not required)

Name	Member	N [daN]	Vy [daN]	Vz [daN]	Mx [daNm]	My [daNm]	Mz [daNm]
LE1	B / End	0.0	0.0	-5500.0	0.0	0.0	0.0

Check

Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	2.9 < 5.0%	OK
Bolts	97.7 < 100%	OK
Welds	66.2 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

Plates

Name	Material	t_p [mm]	Loads	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Status
C-bfl 1	S 275	5.5	LE1	58.5	0.0	0.0	OK
C-tfl 1	S 275	5.5	LE1	34.3	0.0	0.0	OK
C-w 1	S 275	4.2	LE1	95.1	0.0	0.0	OK
B-bfl 1	S 275	10.0	LE1	118.4	0.0	0.0	OK
B-tfl 1	S 275	10.0	LE1	95.4	0.0	0.0	OK
B-w 1	S 275	6.5	LE1	281.0	2.9	48.0	OK
FP1	S 235	12.0	LE1	238.4	1.6	48.0	OK
STIFF1a	S 235	10.0	LE1	20.9	0.0	0.0	OK
STIFF1b	S 235	10.0	LE1	35.3	0.0	0.0	OK
STIFF1c	S 235	10.0	LE1	18.1	0.0	0.0	OK
STIFF1d	S 235	10.0	LE1	33.3	0.0	0.0	OK

Design data

Material	f_y [MPa]	ε_{lim} [%]
S 275	275.0	5.0
S 235	235.0	5.0

Symbol explanation

t_p	Plate thickness
σ_{Ed}	Equivalent stress
ε_{Pl}	Plastic strain
$\sigma_{c,Ed}$	Contact stress
f_y	Yield strength
ε_{lim}	Limit of plastic strain

Detailed result for B-w 1

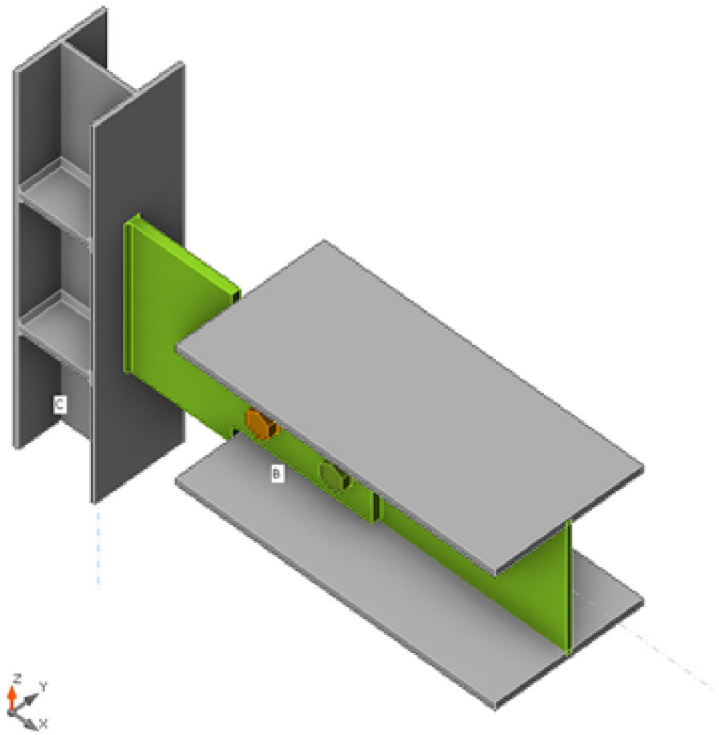
Design values used in the analysis

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} = \quad 275.0 \quad \text{MPa}$$

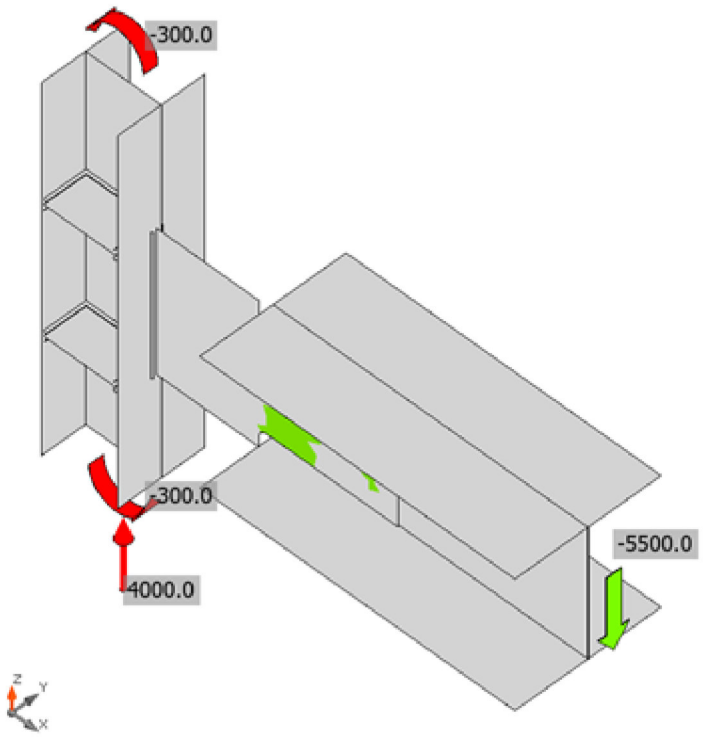
Where:

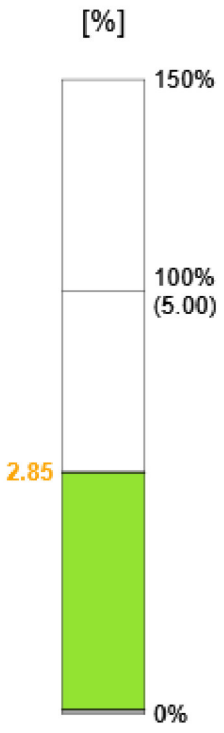
$f_{yk} = 275.0$ MPa – characteristic yield strength

$\gamma_{M0} = 1.00$ – partial safety factor for steel material EN 1993-1-1 – 6.1

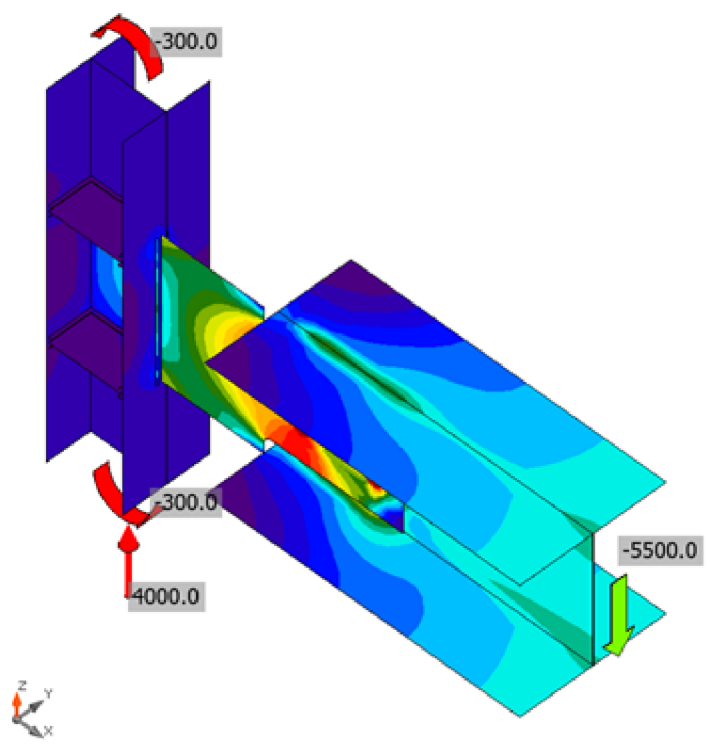


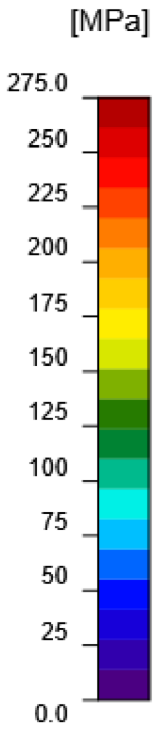
Overall check, LE1





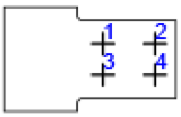
Strain check, LE1





Equivalent stress, LE1

Bolts

Shape	Item	Grade	Loads	$F_{t,Ed}$ [daN]	$F_{v,Ed}$ [daN]	$F_{b,Rd}$ [daN]	Ut_t [%]	Ut_s [%]	Ut_{ts} [%]	Detailing	Status
	B1	M20 8.8 - 1	LE1	1678.8	8290.8	11010.6	12.5	88.1	96.6	OK	OK
	B2	M20 8.8 - 1	LE1	895.6	5982.2	11180.0	6.7	63.6	68.1	OK	OK
	B3	M20 8.8 - 1	LE1	1456.8	7802.6	7986.3	10.9	97.7	90.3	OK	OK
	B4	M20 8.8 - 1	LE1	930.7	5991.7	9580.7	7.0	63.7	68.4	OK	OK

Design data

Grade	$F_{t,Rd}$ [daN]	$B_{p,Rd}$ [daN]	$F_{v,Rd}$ [daN]
M20 8.8 - 1	14112.0	13388.2	9408.0

Symbol explanation

$F_{t,Ed}$	Tension force
$F_{v,Ed}$	Resultant of bolt shear forces Vy and Vz in shear planes
$F_{b,Rd}$	Plate bearing resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
Ut_t	Utilization in tension
Ut_s	Utilization in shear
Ut_{ts}	Interaction of tension and shear EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{t,Rd}$	Bolt tension resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$B_{p,Rd}$	Punching shear resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{v,Rd}$	Bolt shear resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4

Detailed result for B3

Tension resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 \, f_{ub} \, A_s}{\gamma_{M2}} = \quad 14112.0 \quad \text{daN} \quad \geq \quad F_{t,Ed} = \quad 1456.8 \quad \text{daN}$$

Where:

$k_2 = 0.90$ – Factor

$f_{ub} = 800.0$ MPa – Ultimate tensile strength of the bolt

$A_s = 245$ mm^2 – Tensile stress area of the bolt

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Punching resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$B_{p,Rd} = \frac{0{,}6 \, \pi \, d_m \, t_p \, f_u}{\gamma_{M2}} = \quad 13388.2 \quad \text{daN} \quad \geq \quad F_{t,Ed} = \quad 1456.8 \quad \text{daN}$$

Where:

$d_m = 32$ mm – The mean of the across points and across flats dimensions of the bolt head or the nut, whichever is smaller

$t_p = 7$ mm – Plate thickness

$f_u = 430.0$ MPa – Ultimate strength

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Shear resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$F_{v,Rd} = \frac{\beta_p \; \alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = \quad 9408.0 \quad \text{daN} \quad \geq \quad F_{v,Ed} = \quad 7802.6 \quad \text{daN}$$

Where:

$\beta_p = 1.00$ – Reduction factor for packing

$\alpha_v = 0.60$ – Reduction factor for shear stress

$f_{ub} = 800.0$ MPa – Ultimate tensile strength of the bolt

$A = 245$ mm^2 – Tensile stress area of the bolt

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Bearing resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \, \alpha_b \, f_u \, dt}{\gamma_{M2}} =$ 7986.3 daN ≥ $F_{b,Ed} =$ 7802.6 daN

Where:

$k_1 = \min(2.8\frac{e_2}{d_0} - 1.7, 1.4\frac{p_2}{d_0} - 1.7, 2.5) = 2.50$ – Factor for edge distance and bolt spacing perpendicular to the direction of load transfer

$\alpha_b = \min(\frac{e_1}{3d_0}, \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1) = 0.71$ – Factor for end distance and bolt spacing in direction of load transfer

$e_2 = 40$ mm – Distance to the plate edge perpendicular to the shear force

$p_2 = 117$ mm – Distance between bolts perpendicular to the shear force

$d_0 = 22$ mm – Bolt hole diameter

$e_1 = 47$ mm – Distance to the plate edge in the direction of the shear force

$p_1 = \infty$ mm – Distance between bolts in the direction of the shear force

$f_{ub} = 800.0$ MPa – Ultimate tensile strength of the bolt

$f_u = 430.0$ MPa – Ultimate strength of the plate

$d = 20$ mm – Nominal diameter of the fastener

$t = 7$ mm – Thickness of the plate

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Utilization in tension

$\frac{F_{t,Ed}}{\min(F_{t,Rd}; B_{p,Rd})} =$ 0.11 ≤ 1,0

Where:

$F_{t,Ed} = 1456.8$ daN – Tensile force

$F_{t,Rd} = 14112.0$ daN – Tension resistance

$B_{p,Rd} = 13388.2$ daN – Punching resistance

Utilization in shear

$\max(\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}}; \frac{F_{b,Ed}}{F_{b,Rd}}) =$ 0.98 ≤ 1,0

Where:

$F_{v,Ed} = 7802.6$ daN – Shear force (in decisive shear plane)

$F_{v,Rd} = 9408.0$ daN – Shear resistance

$F_{b,Ed} = 7802.6$ daN – Bearing force (for decisive plate)

$F_{b,Rd} = 7986.3$ daN – Bearing resistance

Interaction of tension and shear (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4\,F_{t,Rd}} = 0.90 \leq 1{,}0$$

Where:

$F_{v,Ed} = 7802.6$ daN – Shear force (in decisive shear plane)

$F_{v,Rd} = 9408.0$ daN – Shear resistance

$F_{t,Ed} = 1456.8$ daN – Tensile force

$F_{t,Rd} = 14112.0$ daN – Tension resistance

Welds

Item	Edge	T_w [mm]	L [mm]	Loads	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	Ut [%]	Ut_c [%]	Detailing	Status
C-bfl 1	FP1	◢ 3.0 ◣	198	LE1	110.4	0.0	1.1	0.8	63.7	30.7	15.9	OK	OK
		◢ 3.0 ◣	199	LE1	238.2	0.0	-131.3	113.0	19.9	66.2	61.7	OK	OK
C-bfl 1	STIFF1a	◢ 4.0 ◣	58	LE1	25.8	0.0	8.4	12.1	7.3	7.2	7.2	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	30.4	0.0	17.0	-13.3	-6.0	8.5	8.5	OK	OK
C-w 1	STIFF1a	◢ 4.0 ◣	98	LE1	24.9	0.0	6.9	4.3	-13.1	6.9	6.7	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	98	LE1	24.1	0.0	4.6	-7.2	11.6	6.7	6.5	OK	OK
C-tfl 1	STIFF1a	◢ 4.0 ◣	58	LE1	11.9	0.0	7.4	2.9	-4.6	3.3	3.3	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	8.7	0.0	-1.5	-3.0	4.0	2.4	2.4	OK	OK
C-bfl 1	STIFF1b	◢ 4.0 ◣	58	LE1	61.1	0.0	35.5	27.4	-8.5	17.0	14.4	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	61.4	0.0	22.0	-30.2	13.5	17.1	13.9	OK	OK
C-w 1	STIFF1b	◢ 4.0 ◣	98	LE1	20.7	0.0	6.4	11.3	1.3	5.8	5.8	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	98	LE1	20.8	0.0	13.8	-9.0	-0.4	5.8	5.8	OK	OK
C-tfl 1	STIFF1b	◢ 4.0 ◣	58	LE1	6.8	0.0	-2.3	2.4	-2.8	1.9	0.0	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	10.5	0.0	6.9	-2.2	4.0	2.9	2.9	OK	OK
C-bfl 1	STIFF1c	◢ 4.0 ◣	58	LE1	22.6	0.0	-10.2	-10.5	-5.0	6.3	6.3	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	23.4	0.0	-10.5	10.2	6.5	6.5	6.5	OK	OK
C-w 1	STIFF1c	◢ 4.0 ◣	98	LE1	18.4	0.0	-3.5	-6.5	8.2	5.1	5.1	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	98	LE1	23.3	0.0	-6.9	3.9	-12.2	6.5	6.5	OK	OK
C-tfl 1	STIFF1c	◢ 4.0 ◣	58	LE1	8.1	0.0	0.6	-2.8	3.7	2.3	0.0	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	10.5	0.0	-6.1	2.7	-4.1	2.9	2.9	OK	OK
C-bfl 1	STIFF1d	◢ 4.0 ◣	58	LE1	54.8	0.0	-27.0	-25.4	10.6	15.2	13.2	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	45.2	0.0	-20.6	22.3	-6.6	12.6	11.0	OK	OK
C-w 1	STIFF1d	◢ 4.0 ◣	98	LE1	20.4	0.0	-11.0	-9.9	0.7	5.7	5.7	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	98	LE1	15.1	0.0	-6.5	7.6	2.0	4.2	4.2	OK	OK
C-tfl 1	STIFF1d	◢ 4.0 ◣	58	LE1	9.3	0.0	-5.7	-2.2	3.7	2.6	2.6	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	58	LE1	6.5	0.0	1.2	2.3	-2.8	1.8	0.0	OK	OK

Design data

Material	f_u [MPa]	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9 σ [MPa]
S 235	360.0	0.80	360.0	259.2

Symbol explanation

T_w	Throat thickness a
L	Length
$\sigma_{w,Ed}$	Equivalent stress
ε_{Pl}	Strain
$\sigma_{\perp}$	Perpendicular stress
$\tau_{\perp}$	Shear stress perpendicular to weld axis
$\tau_{\parallel}$	Shear stress parallel to weld axis
Ut	Utilization
Ut_c	Weld capacity estimation
◢	Fillet weld
f_u	Ultimate strength of weld
β_w	Correlation factor EN 1993-1-8 – Tab. 4.1
$\sigma_{w,Rd}$	Equivalent stress resistance
0.9 σ	Perpendicular stress resistance: 0.9*fu/γM2

Detailed result for C-bfl 1 / FP1

Weld resistance check (EN 1993-1-8 – Cl. 4.5.3.2)

$$\sigma_{w,Rd} = f_u/(\beta_w \gamma_{M2}) = \quad 360.0 \quad \text{MPa} \quad \geq \quad \sigma_{w,Ed} = [\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0.5} = \quad 238.2 \quad \text{MPa}$$

$$\sigma_{\perp,Rd} = 0,9\ f_u\ /\ \gamma_{M2} \ = \quad 259.2 \quad \text{MPa} \quad \geq \quad |\sigma_{\perp}| = \quad 131.3 \quad \text{MPa}$$

where:

$f_u = 360.0$ MPa – Ultimate strength

$\beta_w = 0.80$ – Correlation factor EN 1993-1-8 – Tab. 4.1

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Stress utilization

$$U_t = \max\left(\frac{\sigma_{w,Ed}}{\sigma_{w,Rd}}\ ;\ \frac{|\sigma_{\perp}|}{\sigma_{\perp,Rd}}\right) = \quad 0.66 \quad \leq \quad 1,0$$

Where:

$\sigma_{w,Ed} = 238.2$ MPa – Maximum normal stress transverse to the axis of the weld

$\sigma_{w,Rd} = 360.0$ MPa – Equivalent stress resistance

$\sigma_{\perp} = -131.3$ MPa – Normal stress perpendicular to the throat

$\sigma_{\perp,Rd} = 259.2$ MPa – Perpendicular stress resistance

Detailing check

- *Weld is too small. Throat thickness should be greater or equal to 4.0 mm where rupture of the weld is to be avoided for ductility purposes. (FprEN 1993-1-8:2023 – 6.9(4))*

Buckling

Buckling analysis was not calculated.

Code settings

Item	Value	Unit	Reference
Safety factor γ_{M0}	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Safety factor γ_{M1}	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Safety factor γ_{M2}	1.25	-	EN 1993-1-1: 6.1
Safety factor γ_{M3}	1.25	-	EN 1993-1-8: 2.2
Safety factor γ_{C}	1.50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
Safety factor γ_{Inst}	1.20	-	EN 1992-4: Table 4.1
Joint coefficient βj	0.67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Effective area - influence of mesh size	0.10	-	
Friction coefficient - concrete	0.25	-	EN 1993-1-8
Friction coefficient in slip-resistance	0.30	-	EN 1993-1-8 tab 3.7
Limit plastic strain	0.05	-	EN 1993-1-5
Detailing	Yes		
Distance between bolts [d]	2.20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Distance between bolts and edge [d]	1.20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Concrete breakout resistance check	None		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.5
Use calculated αb in bearing check.	Yes		EN 1993-1-8: tab 3.4
Cracked concrete	Yes		EN 1992-4
Local deformation check	Yes		CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Local deformation limit	0.03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Geometrical nonlinearity (GMNA)	Yes		Analysis with large deformations for hollow section joints
Braced system	No		EN 1993-1-8: 5.2.2.5

Project data

Project name	Verifica nodi in acciaio
Project number	2340-03
Author	Opera Mista
Description	Scuola Fornovo San Giovanni (BG)
Date	8/22/2024
Code	EN

Material

Steel	S 235, S 275
Concrete	C25/30

Project item CON13

Design

Name	CON13
Description	
Analysis	Stress, strain/ simplified loading

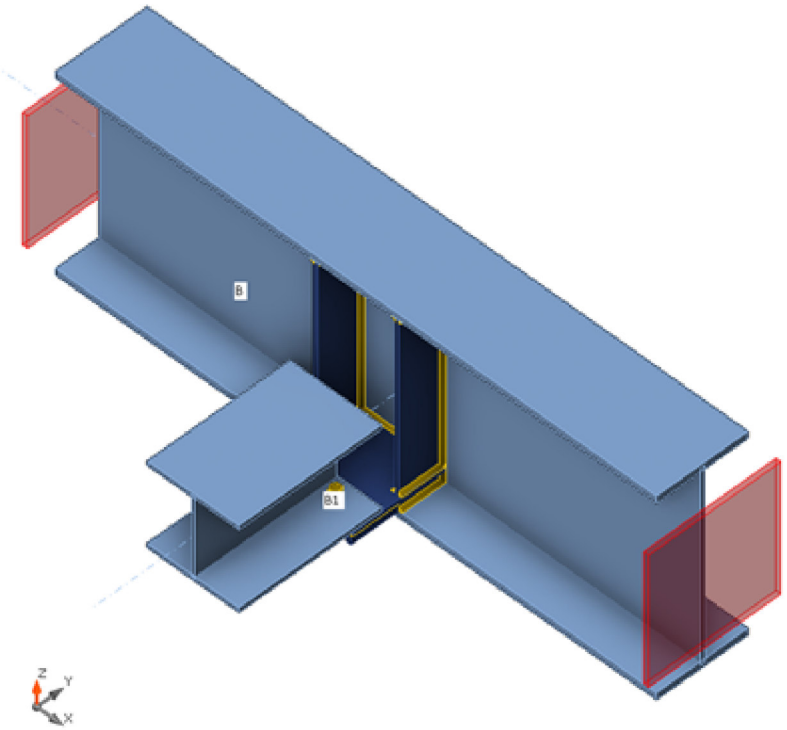
Members

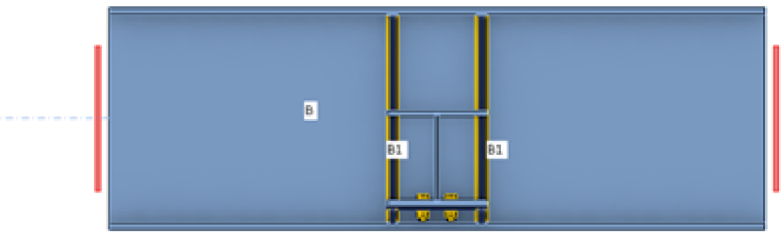
Geometry

Name	Cross-section	β – Direction [°]	γ - Pitch [°]	α - Rotation [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]
B	6 - IPE400	0.0	0.0	0.0	0	0	0
B1	14 - HEA180	-90.0	0.0	0.0	0	0	-70

Supports and forces

Name	Support	Forces in	X [mm]
B / begin	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Position	180
B / end	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Position	180
B1 / end		Position	180







Cross-sections

Name	Material
6 - IPE400	S 275
14 - HEA180	S 275

Bolts

Name	Diameter [mm]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	Gross area [mm^2]
M12 8.8	12	640.0	800.0	113

Load effects (Equilibrium not required)

Name	Member	N [daN]	Vy [daN]	Vz [daN]	Mx [daNm]	My [daNm]	Mz [daNm]
LE1	B1 / End	0.0	0.0	-2900.0	0.0	0.0	0.0

Check

Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	4.0 < 5.0%	OK
Bolts	9.1 < 100%	OK
Welds	99.6 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

Plates

Name	Material	t_p [mm]	Loads	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Status
B-bfl 1	S 275	13.5	LE1	83.1	0.0	0.0	OK
B-tfl 1	S 275	13.5	LE1	84.6	0.0	0.0	OK
B-w 1	S 275	8.6	LE1	58.3	0.0	0.0	OK
B1-bfl 1	S 275	9.5	LE1	275.1	0.1	13.9	OK
B1-tfl 1	S 275	9.5	LE1	26.5	0.0	0.0	OK
B1-w 1	S 275	6.0	LE1	75.2	0.0	0.0	OK
STIFF1a	S 235	8.0	LE1	243.4	4.0	0.0	OK
STIFF1b	S 235	8.0	LE1	243.3	3.9	0.0	OK
SP1	S 235	8.0	LE1	242.6	3.6	98.5	OK

Design data

Material	f_y [MPa]	ε_{lim} [%]
S 275	275.0	5.0
S 235	235.0	5.0

Symbol explanation

t_p	Plate thickness
σ_{Ed}	Equivalent stress
ε_{Pl}	Plastic strain
$\sigma_{c,Ed}$	Contact stress
f_y	Yield strength
ε_{lim}	Limit of plastic strain

Detailed result for STIFF1a

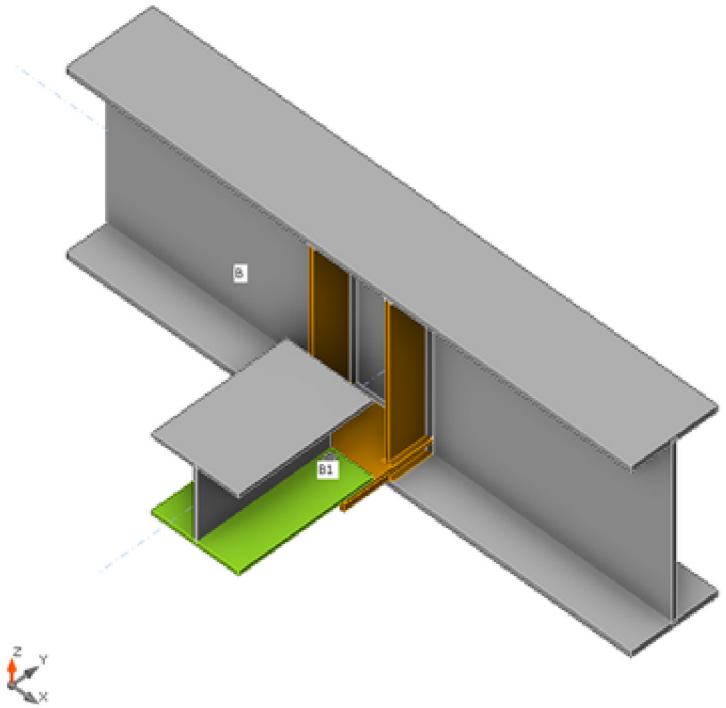
Design values used in the analysis

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} = \quad 235.0 \quad \text{MPa}$$

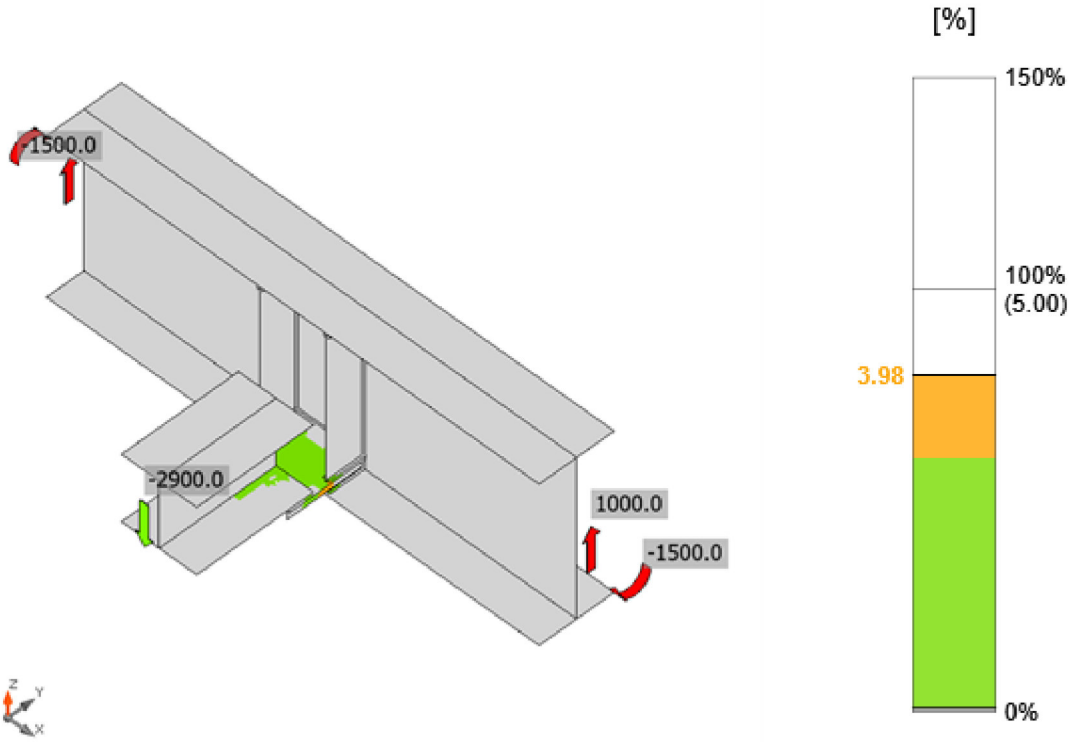
Where:

$f_{yk} = 235.0$ MPa – characteristic yield strength

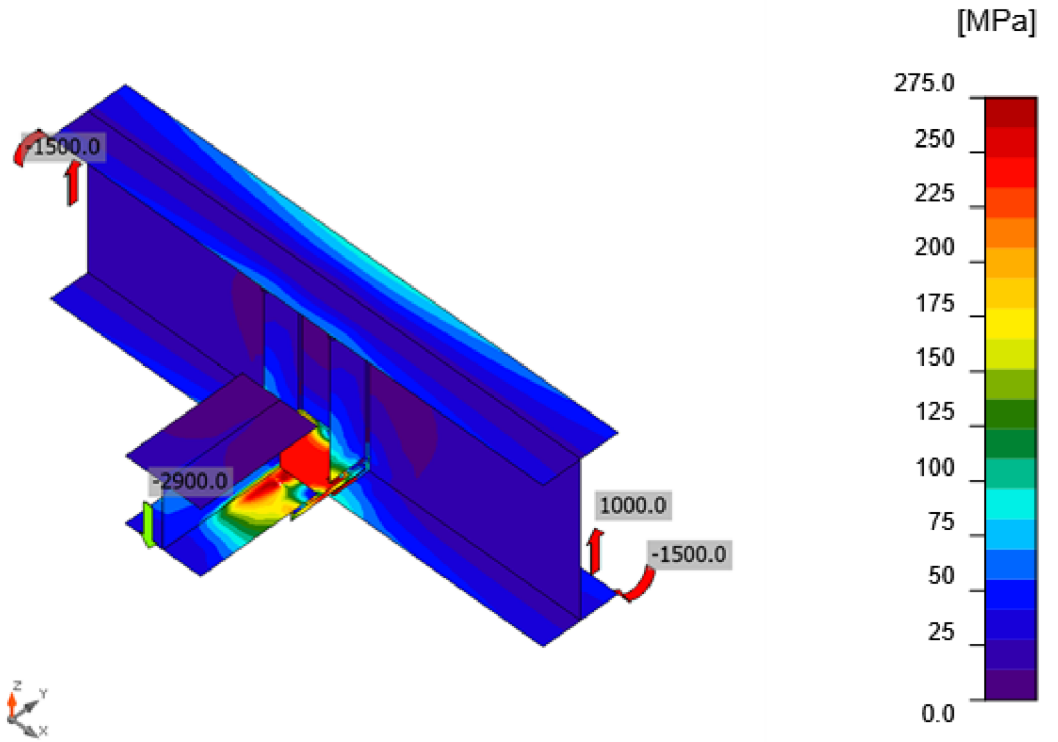
$\gamma_{M0} = 1.00$ – partial safety factor for steel material EN 1993-1-1 – 6.1



Overall check, LE1

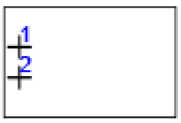


Strain check, LE1



Equivalent stress, LE1

Bolts

Shape	Item	Grade	Loads	$F_{t,Ed}$ [daN]	$F_{v,Ed}$ [daN]	$F_{b,Rd}$ [daN]	Ut_t [%]	Ut_s [%]	Ut_{ts} [%]	Detailing	Status
	B1	M12 8.8 - 1	LE1	182.9	208.1	6912.0	3.8	6.4	9.1	OK	OK
	B2	M12 8.8 - 1	LE1	167.9	208.1	6912.0	3.5	6.4	8.9	OK	OK

Design data

Grade	$F_{t,Rd}$ [daN]	$B_{p,Rd}$ [daN]	$F_{v,Rd}$ [daN]
M12 8.8 - 1	4855.7	8258.1	3237.1

Symbol explanation

$F_{t,Ed}$	Tension force
$F_{v,Ed}$	Resultant of bolt shear forces Vy and Vz in shear planes
$F_{b,Rd}$	Plate bearing resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
Ut_t	Utilization in tension
Ut_s	Utilization in shear
Ut_{ts}	Interaction of tension and shear EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{t,Rd}$	Bolt tension resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$B_{p,Rd}$	Punching shear resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{v,Rd}$	Bolt shear resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4

Detailed result for B1

Tension resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 \, f_{ub} \, A_s}{\gamma_{M2}} = \quad 4855.7 \quad \text{daN} \quad \geq \quad F_{t,Ed} = \quad 182.9 \quad \text{daN}$$

Where:

$k_2 = 0.90$ – Factor

$f_{ub} = 800.0$ MPa – Ultimate tensile strength of the bolt

$A_s = 84$ mm^2 – Tensile stress area of the bolt

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Punching resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$B_{p,Rd} = \frac{0{,}6 \, \pi \, d_m \, t_p \, f_u}{\gamma_{M2}} = \quad 8258.1 \quad \text{daN} \quad \geq \quad F_{t,Ed} = \quad 182.9 \quad \text{daN}$$

Where:

$d_m = 19$ mm – The mean of the across points and across flats dimensions of the bolt head or the nut, whichever is smaller

$t_p = 8$ mm – Plate thickness

$f_u = 360.0$ MPa – Ultimate strength

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Shear resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$F_{v,Rd} = \frac{\beta_p \; \alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = \quad 3237.1 \quad \text{daN} \quad \geq \quad F_{v,Ed} = \quad 208.1 \quad \text{daN}$$

Where:

$\beta_p = 1.00$ – Reduction factor for packing

$\alpha_v = 0.60$ – Reduction factor for shear stress

$f_{ub} = 800.0$ MPa – Ultimate tensile strength of the bolt

$A = 84$ mm^2 – Tensile stress area of the bolt

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Bearing resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$F_{b,Rd} = \frac{k_1\ \alpha_b\ f_u\ dt}{\gamma_{M2}} =$ 6912.0 daN ≥ $F_{b,Ed} =$ 208.1 daN

Where:

$k_1 = \min(2.8\frac{e_2}{d_0} - 1.7, 1.4\frac{p_2}{d_0} - 1.7, 2.5) = 2.50$ – Factor for edge distance and bolt spacing perpendicular to the direction of load transfer

$\alpha_b = \min(\frac{e_1}{3d_0}, \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1) = 1.00$ – Factor for end distance and bolt spacing in direction of load transfer

$e_2 = 30$ mm – Distance to the plate edge perpendicular to the shear force

$p_2 = \infty$ mm – Distance between bolts perpendicular to the shear force

$d_0 = 13$ mm – Bolt hole diameter

$e_1 = 65$ mm – Distance to the plate edge in the direction of the shear force

$p_1 = \infty$ mm – Distance between bolts in the direction of the shear force

$f_{ub} = 800.0$ MPa – Ultimate tensile strength of the bolt

$f_u = 360.0$ MPa – Ultimate strength of the plate

$d = 12$ mm – Nominal diameter of the fastener

$t = 8$ mm – Thickness of the plate

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Utilization in tension

$\frac{F_{t,Ed}}{\min(F_{t,Rd};\ B_{p,Rd})} =$ 0.04 ≤ 1,0

Where:

$F_{t,Ed} = 182.9$ daN – Tensile force

$F_{t,Rd} = 4855.7$ daN – Tension resistance

$B_{p,Rd} = 8258.1$ daN – Punching resistance

Utilization in shear

$\max(\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}}; \frac{F_{b,Ed}}{F_{b,Rd}}) =$ 0.06 ≤ 1,0

Where:

$F_{v,Ed} = 208.1$ daN – Shear force (in decisive shear plane)

$F_{v,Rd} = 3237.1$ daN – Shear resistance

$F_{b,Ed} = 208.1$ daN – Bearing force (for decisive plate)

$F_{b,Rd} = 6912.0$ daN – Bearing resistance

Interaction of tension and shear (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4\,F_{t,Rd}} = 0.09 \leq 1{,}0$$

Where:

$F_{v,Ed} = 208.1$ daN – Shear force (in decisive shear plane)

$F_{v,Rd} = 3237.1$ daN – Shear resistance

$F_{t,Ed} = 182.9$ daN – Tensile force

$F_{t,Rd} = 4855.7$ daN – Tension resistance

Welds

Item	Edge	T_w [mm]	L [mm]	Loads	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_\perp$ [MPa]	$\tau_\perp$ [MPa]	$\tau_\parallel$ [MPa]	Ut [%]	Ut_c [%]	Detailing	Status
B-bfl 1	STIFF1a	◢ 5.0 ◣	86	LE1	355.2	1.7	-98.0	-51.3	-190.3	98.7	89.1	OK	OK
		◢ 5.0 ◣	86	LE1	354.5	1.2	-43.9	107.4	172.4	98.5	87.0	OK	OK
B-w 1	STIFF1a	◢ 5.0 ◣	372	LE1	88.2	0.0	-3.4	-6.8	-50.4	24.5	19.1	OK	OK
		◢ 5.0 ◣	372	LE1	120.8	0.0	-7.0	3.5	69.5	33.5	22.2	OK	OK
B-tfl 1	STIFF1a	◢ 5.0 ◣	85	LE1	28.4	0.0	2.8	3.8	-15.9	7.9	7.6	OK	OK
		◢ 5.0 ◣	85	LE1	33.5	0.0	3.4	-2.4	19.1	9.3	8.4	OK	OK
B-bfl 1	STIFF1b	◢ 5.0 ◣	86	LE1	354.5	1.2	-42.9	-107.1	-172.6	98.5	86.8	OK	OK
		◢ 5.0 ◣	86	LE1	355.2	1.6	-98.3	51.3	190.3	98.7	89.1	OK	OK
B-w 1	STIFF1b	◢ 5.0 ◣	372	LE1	121.3	0.0	-7.0	-3.4	-69.9	33.7	22.2	OK	OK
		◢ 5.0 ◣	372	LE1	89.2	0.0	-2.8	6.3	51.1	24.8	19.3	OK	OK
B-tfl 1	STIFF1b	◢ 5.0 ◣	85	LE1	34.6	0.0	3.5	2.5	-19.7	9.6	8.6	OK	OK
		◢ 5.0 ◣	85	LE1	29.5	0.0	2.9	-3.9	16.5	8.2	7.7	OK	OK
STIFF1a	SP1	◢ 4.0	85	LE1	356.8	2.8	21.8	-70.1	-193.3	99.1	93.7	OK	OK
STIFF1a	SP1	◢ 4.0	86	LE1	358.6	4.0	123.9	-116.1	155.8	99.6	99.6	OK	OK
B-w 1	SP1	◢ 4.0	150	LE1	156.4	0.0	31.7	-32.0	82.5	43.5	40.3	OK	OK
B-w 1	SP1	◢ 4.0	6	LE1	108.2	0.0	39.8	56.3	-14.3	30.1	30.1	OK	OK
SP1	STIFF1a	◢ 4.0 ◣	86	LE1	353.1	0.2	-59.0	-201.0	-1.2	98.1	84.8	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	87	LE1	354.1	0.9	-202.4	150.9	-73.3	98.4	93.3	OK	OK
STIFF1b	SP1	◢ 5.0	85	LE1	355.3	1.7	26.8	-67.7	193.0	98.7	89.9	OK	OK
STIFF1b	SP1	◢ 5.0	86	LE1	356.8	2.7	126.3	-117.5	-152.6	99.1	94.5	OK	OK
SP1	STIFF1b	◢ 5.0 ◣	87	LE1	353.5	0.5	-188.0	-143.1	96.9	98.2	86.9	OK	OK
		◢ 5.0 ◣	86	LE1	352.8	0.0	59.4	-40.2	196.7	98.0	79.6	OK	OK
B-w 1	SP1	◢ 4.0	6	LE1	101.2	0.0	42.4	-52.4	-8.2	28.1	28.1	OK	OK

Design data

Material	f_u [MPa]	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9 σ [MPa]
S 235	360.0	0.80	360.0	259.2

Symbol explanation

T_w	Throat thickness a
L	Length
$\sigma_{w,Ed}$	Equivalent stress
ε_{Pl}	Strain
$\sigma_{\perp}$	Perpendicular stress
$\tau_{\perp}$	Shear stress perpendicular to weld axis
$\tau_{\parallel}$	Shear stress parallel to weld axis
Ut	Utilization
Ut_c	Weld capacity estimation
◢	Fillet weld
f_u	Ultimate strength of weld
β_w	Correlation factor EN 1993-1-8 – Tab. 4.1
$\sigma_{w,Rd}$	Equivalent stress resistance
0.9 σ	Perpendicular stress resistance: 0.9*fu/γM2

Detailed result for STIFF1a / SP1

Weld resistance check (EN 1993-1-8 – Cl. 4.5.3.2)

$$\sigma_{w,Rd} = f_u/(\beta_w \gamma_{M2}) = \quad 360.0 \quad \text{MPa} \quad \geq \quad \sigma_{w,Ed} = [\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0.5} = \quad 358.6 \quad \text{MPa}$$

$$\sigma_{\perp,Rd} = 0,9\ f_u\ /\ \gamma_{M2} \ = \quad 259.2 \quad \text{MPa} \quad \geq \quad |\sigma_{\perp}| = \quad 123.9 \quad \text{MPa}$$

where:

$f_u = 360.0$ MPa – Ultimate strength

$\beta_w = 0.80$ – Correlation factor EN 1993-1-8 – Tab. 4.1

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Stress utilization

$$U_t = \max\left(\frac{\sigma_{w,Ed}}{\sigma_{w,Rd}}\ ;\ \frac{|\sigma_{\perp}|}{\sigma_{\perp,Rd}}\right) = \quad 1.00 \quad \leq \quad 1,0$$

Where:

$\sigma_{w,Ed} = 358.6$ MPa – Maximum normal stress transverse to the axis of the weld

$\sigma_{w,Rd} = 360.0$ MPa – Equivalent stress resistance

$\sigma_{\perp} = 123.9$ MPa – Normal stress perpendicular to the throat

$\sigma_{\perp,Rd} = 259.2$ MPa – Perpendicular stress resistance

Detailing check

- *Weld is too small. Throat thickness should be greater or equal to 5.3 mm where rupture of the weld is to be avoided for ductility purposes. (FprEN 1993-1-8:2023 – 6.9(4))*

Buckling

Buckling analysis was not calculated.

Code settings

Item	Value	Unit	Reference
Safety factor γ_{M0}	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Safety factor γ_{M1}	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Safety factor γ_{M2}	1.25	-	EN 1993-1-1: 6.1
Safety factor γ_{M3}	1.25	-	EN 1993-1-8: 2.2
Safety factor γ_{C}	1.50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
Safety factor γ_{Inst}	1.20	-	EN 1992-4: Table 4.1
Joint coefficient βj	0.67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Effective area - influence of mesh size	0.10	-	
Friction coefficient - concrete	0.25	-	EN 1993-1-8
Friction coefficient in slip-resistance	0.30	-	EN 1993-1-8 tab 3.7
Limit plastic strain	0.05	-	EN 1993-1-5
Detailing	Yes		
Distance between bolts [d]	2.20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Distance between bolts and edge [d]	1.20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Concrete breakout resistance check	None		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.5
Use calculated αb in bearing check.	Yes		EN 1993-1-8: tab 3.4
Cracked concrete	Yes		EN 1992-4
Local deformation check	Yes		CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Local deformation limit	0.03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Geometrical nonlinearity (GMNA)	Yes		Analysis with large deformations for hollow section joints
Braced system	No		EN 1993-1-8: 5.2.2.5

Project data

Project name	Verifica nodi in acciaio
Project number	2340-03
Author	Opera Mista
Description	Scuola Fornovo San Giovanni (BG)
Date	8/22/2024
Code	EN

Material

Steel	S 235, S 275
Concrete	C25/30

Project item CON14

Design

Name	CON14
Description	
Analysis	Stress, strain/ simplified loading

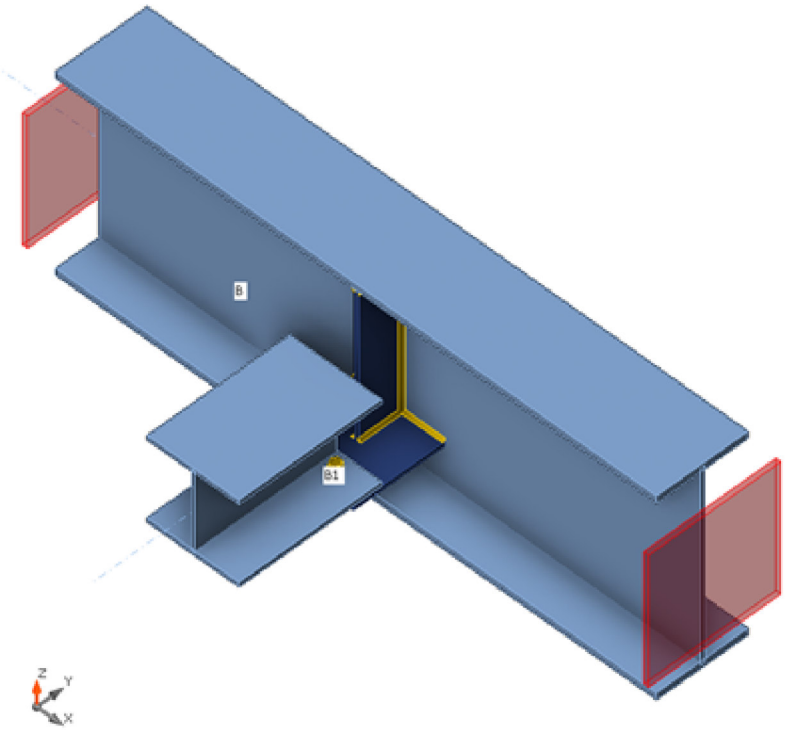
Members

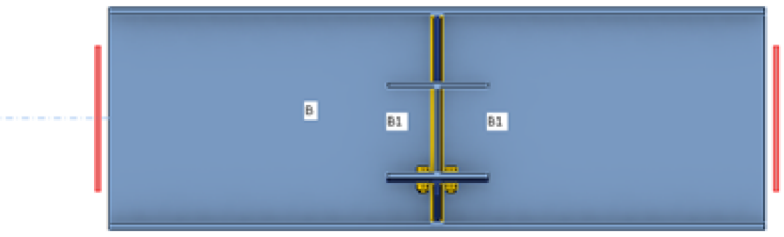
Geometry

Name	Cross-section	β – Direction [°]	γ - Pitch [°]	α - Rotation [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]
B	6 - IPE400	0.0	0.0	0.0	0	0	0
B1	14 - HEA180	-90.0	0.0	0.0	0	0	-20

Supports and forces

Name	Support	Forces in	X [mm]
B / begin	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Position	180
B / end	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Position	180
B1 / end		Position	180







Cross-sections

Name	Material
6 - IPE400	S 275
14 - HEA180	S 275

Bolts

Name	Diameter [mm]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	Gross area [mm^2]
M12 8.8	12	640.0	800.0	113

Load effects (Equilibrium not required)

Name	Member	N [daN]	Vy [daN]	Vz [daN]	Mx [daNm]	My [daNm]	Mz [daNm]
LE1	B1 / End	0.0	0.0	-3000.0	0.0	0.0	0.0

Check

Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.1 < 5.0%	OK
Bolts	5.3 < 100%	OK
Welds	98.0 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

Plates

Name	Material	t_p [mm]	Loads	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Status
B-bfl 1	S 275	13.5	LE1	95.3	0.0	0.0	OK
B-tfl 1	S 275	13.5	LE1	90.7	0.0	0.0	OK
B-w 1	S 275	8.6	LE1	46.9	0.0	0.0	OK
B1-bfl 1	S 275	9.5	LE1	57.6	0.0	56.1	OK
B1-tfl 1	S 275	9.5	LE1	27.3	0.0	0.0	OK
B1-w 1	S 275	6.0	LE1	118.3	0.0	0.0	OK
STIFF1	S 235	8.0	LE1	195.1	0.1	0.0	OK
SP1	S 235	8.0	LE1	173.6	0.0	75.6	OK

Design data

Material	f_y [MPa]	ε_{lim} [%]
S 275	275.0	5.0
S 235	235.0	5.0

Symbol explanation

t_p	Plate thickness
σ_{Ed}	Equivalent stress
ε_{Pl}	Plastic strain
$\sigma_{c,Ed}$	Contact stress
f_y	Yield strength
ε_{lim}	Limit of plastic strain

Detailed result for STIFF1

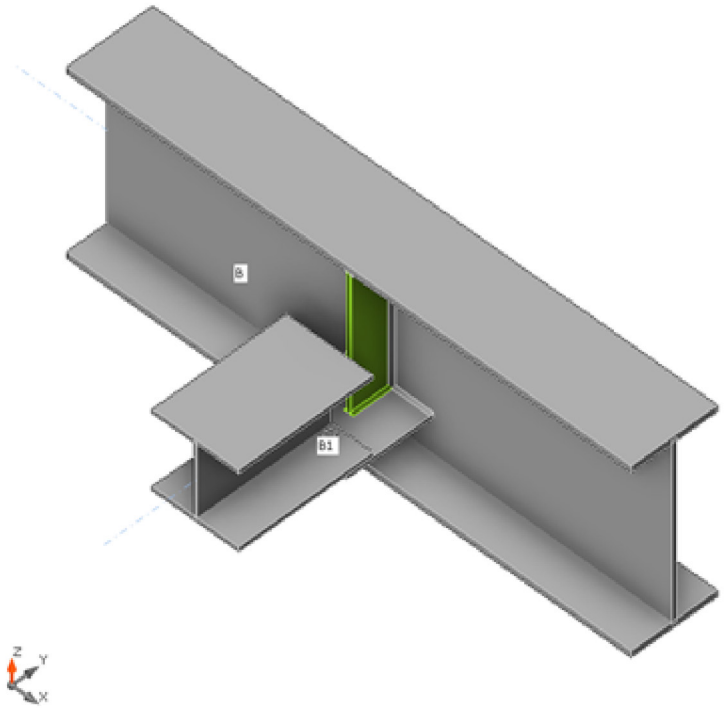
Design values used in the analysis

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} = \quad 235.0 \quad \text{MPa}$$

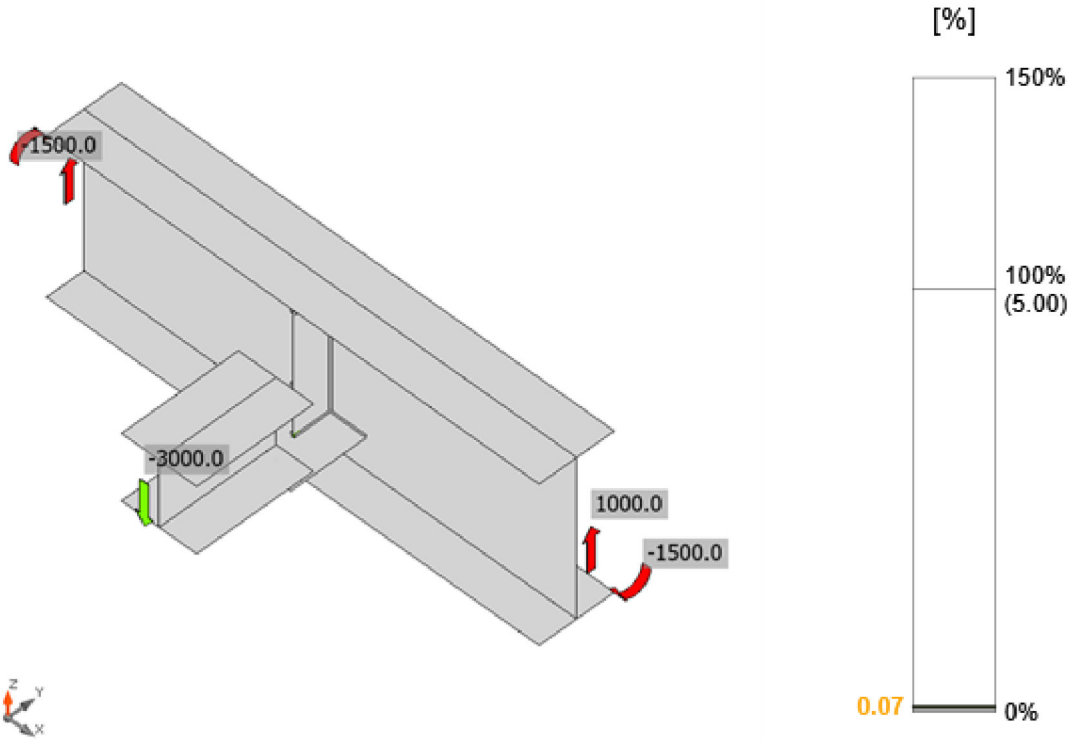
Where:

$f_{yk} = 235.0$ MPa – characteristic yield strength

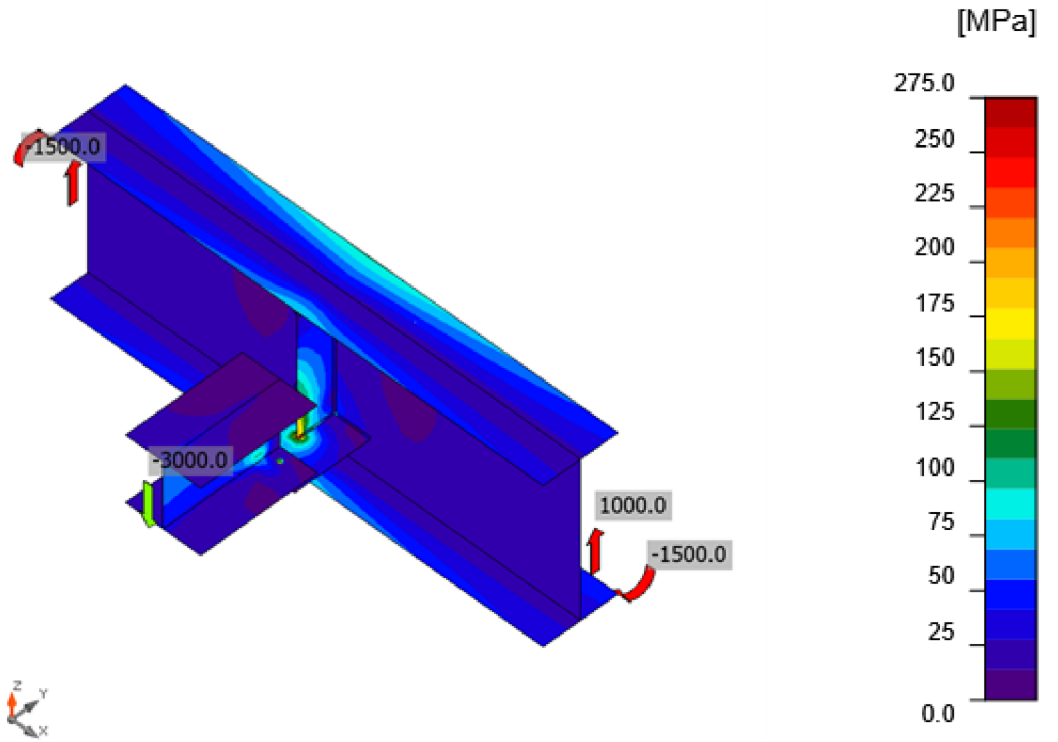
$\gamma_{M0} = 1.00$ – partial safety factor for steel material EN 1993-1-1 – 6.1



Overall check, LE1

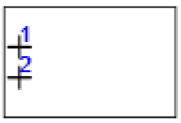


Strain check, LE1



Equivalent stress, LE1

Bolts

Shape	Item	Grade	Loads	$F_{t,Ed}$ [daN]	$F_{v,Ed}$ [daN]	$F_{b,Rd}$ [daN]	Ut_t [%]	Ut_s [%]	Ut_{ts} [%]	Detailing	Status
	B1	M12 8.8 - 1	LE1	257.2	5.7	6912.0	5.3	0.2	4.0	OK	OK
	B2	M12 8.8 - 1	LE1	258.0	5.7	6912.0	5.3	0.2	4.0	OK	OK

Design data

Grade	$F_{t,Rd}$ [daN]	$B_{p,Rd}$ [daN]	$F_{v,Rd}$ [daN]
M12 8.8 - 1	4855.7	8258.1	3237.1

Symbol explanation

$F_{t,Ed}$	Tension force
$F_{v,Ed}$	Resultant of bolt shear forces Vy and Vz in shear planes
$F_{b,Rd}$	Plate bearing resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
Ut_t	Utilization in tension
Ut_s	Utilization in shear
Ut_{ts}	Interaction of tension and shear EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{t,Rd}$	Bolt tension resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$B_{p,Rd}$	Punching shear resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{v,Rd}$	Bolt shear resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4

Detailed result for B2

Tension resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 \, f_{ub} \, A_s}{\gamma_{M2}} = \quad 4855.7 \quad \text{daN} \quad \geq \quad F_{t,Ed} = \quad 258.0 \quad \text{daN}$$

Where:

$k_2 = 0.90$ – Factor

$f_{ub} = 800.0$ MPa – Ultimate tensile strength of the bolt

$A_s = 84$ mm^2 – Tensile stress area of the bolt

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Punching resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$B_{p,Rd} = \frac{0{,}6 \, \pi \, d_m \, t_p \, f_u}{\gamma_{M2}} = \quad 8258.1 \quad \text{daN} \quad \geq \quad F_{t,Ed} = \quad 258.0 \quad \text{daN}$$

Where:

$d_m = 19$ mm – The mean of the across points and across flats dimensions of the bolt head or the nut, whichever is smaller

$t_p = 8$ mm – Plate thickness

$f_u = 360.0$ MPa – Ultimate strength

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Shear resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$F_{v,Rd} = \frac{\beta_p \; \alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = \quad 3237.1 \quad \text{daN} \quad \geq \quad F_{v,Ed} = \quad 5.7 \quad \text{daN}$$

Where:

$\beta_p = 1.00$ – Reduction factor for packing

$\alpha_v = 0.60$ – Reduction factor for shear stress

$f_{ub} = 800.0$ MPa – Ultimate tensile strength of the bolt

$A = 84$ mm^2 – Tensile stress area of the bolt

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Bearing resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1\, \alpha_b\, f_u\, dt}{\gamma_{M2}} = \quad 6912.0 \quad \text{daN} \quad \geq \quad F_{b,Ed} = \quad 5.7 \quad \text{daN}$$

Where:

$k_1 = \min(2.8\frac{e_2}{d_0} - 1.7, 1.4\frac{p_2}{d_0} - 1.7, 2.5) = 2.50$ – Factor for edge distance and bolt spacing perpendicular to the direction of load transfer

$\alpha_b = \min(\frac{e_1}{3d_0}, \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1) = 1.00$ – Factor for end distance and bolt spacing in direction of load transfer

$e_2 = 30$ mm – Distance to the plate edge perpendicular to the shear force

$p_2 = \infty$ mm – Distance between bolts perpendicular to the shear force

$d_0 = 13$ mm – Bolt hole diameter

$e_1 = 65$ mm – Distance to the plate edge in the direction of the shear force

$p_1 = \infty$ mm – Distance between bolts in the direction of the shear force

$f_{ub} = 800.0$ MPa – Ultimate tensile strength of the bolt

$f_u = 360.0$ MPa – Ultimate strength of the plate

$d = 12$ mm – Nominal diameter of the fastener

$t = 8$ mm – Thickness of the plate

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Utilization in tension

$$\frac{F_{t,Ed}}{\min(F_{t,Rd};\, B_{p,Rd})} = \quad 0.05 \quad \leq \quad 1{,}0$$

Where:

$F_{t,Ed} = 258.0$ daN – Tensile force

$F_{t,Rd} = 4855.7$ daN – Tension resistance

$B_{p,Rd} = 8258.1$ daN – Punching resistance

Utilization in shear

$$\max(\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}};\, \frac{F_{b,Ed}}{F_{b,Rd}}) = \quad 0.00 \quad \leq \quad 1{,}0$$

Where:

$F_{v,Ed} = 5.7$ daN – Shear force (in decisive shear plane)

$F_{v,Rd} = 3237.1$ daN – Shear resistance

$F_{b,Ed} = 5.7$ daN – Bearing force (for decisive plate)

$F_{b,Rd} = 6912.0$ daN – Bearing resistance

Interaction of tension and shear (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4\,F_{t,Rd}} = 0.04 \leq 1{,}0$$

Where:

$F_{v,Ed} = 5.7$ daN – Shear force (in decisive shear plane)

$F_{v,Rd} = 3237.1$ daN – Shear resistance

$F_{t,Ed} = 258.0$ daN – Tensile force

$F_{t,Rd} = 4855.7$ daN – Tension resistance

Detailing check

- *Ductility, rotation capacity: Plate SP1 is too thick. Thickness should be lesser or equal to 8.0 mm. (EN 1993-1-8 – Equation 6.32)*

Welds

Item	Edge	T_w [mm]	L [mm]	Loads	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	Ut [%]	Ut_c [%]	Detailing	Status
B-bfl 1	STIFF1	◢ 5.0 ◣	85	LE1	159.1	0.0	-21.6	-21.6	-88.4	44.2	28.7	OK	OK
		◢ 5.0 ◣	85	LE1	159.1	0.0	-21.6	21.6	88.4	44.2	28.7	OK	OK
B-w 1	STIFF1	◢ 5.0 ◣	372	LE1	53.6	0.0	-10.7	-10.7	-28.4	14.9	13.0	OK	OK
		◢ 5.0 ◣	372	LE1	53.6	0.0	-10.7	10.7	28.4	14.9	13.0	OK	OK
B-tfl 1	STIFF1	◢ 5.0 ◣	85	LE1	27.2	0.0	2.6	2.6	-15.4	7.6	7.6	OK	OK
		◢ 5.0 ◣	85	LE1	27.2	0.0	2.6	-2.6	15.4	7.6	7.6	OK	OK
STIFF1	SP1	◢ 4.0	86	LE1	280.3	0.0	41.0	-90.0	-132.4	77.9	56.8	OK	OK
STIFF1	SP1	◢ 4.0	86	LE1	282.0	0.0	41.3	-90.5	133.3	78.3	48.8	OK	OK
B-w 1	SP1	◢ 4.0	86	LE1	68.8	0.0	21.3	22.6	-30.3	19.1	17.3	OK	OK
B-w 1	SP1	◢ 4.0	85	LE1	68.6	0.0	21.2	22.5	30.2	19.1	17.0	OK	OK
SP1	STIFF1	◢ 4.0 ◣	86	LE1	352.8	0.0	-139.3	-138.4	-126.0	98.0	76.5	OK	OK
		◢ 4.0 ◣	86	LE1	352.8	0.0	-139.0	139.7	124.6	98.0	76.5	OK	OK

Design data

Material	f_u [MPa]	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9 σ [MPa]
S 235	360.0	0.80	360.0	259.2

Symbol explanation

T_w	Throat thickness a
L	Length
$\sigma_{w,Ed}$	Equivalent stress
ε_{Pl}	Strain
$\sigma_{\perp}$	Perpendicular stress
$\tau_{\perp}$	Shear stress perpendicular to weld axis
$\tau_{\parallel}$	Shear stress parallel to weld axis
Ut	Utilization
Ut_c	Weld capacity estimation
◢	Fillet weld
f_u	Ultimate strength of weld
β_w	Correlation factor EN 1993-1-8 – Tab. 4.1
$\sigma_{w,Rd}$	Equivalent stress resistance
0.9 σ	Perpendicular stress resistance: 0.9*fu/γM2

Detailed result for SP1 / STIFF1

Weld resistance check (EN 1993-1-8 – Cl. 4.5.3.2)

$$\sigma_{w,Rd} = f_u/(\beta_w \gamma_{M2}) = \quad 360.0 \quad \text{MPa} \quad \geq \quad \sigma_{w,Ed} = [\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0.5} = \quad 352.8 \quad \text{MPa}$$

$$\sigma_{\perp,Rd} = 0,9\ f_u\ /\ \gamma_{M2} \quad = \quad 259.2 \quad \text{MPa} \quad \geq \quad |\sigma_{\perp}| = \quad 139.0 \quad \text{MPa}$$

where:

$f_u = 360.0$ MPa – Ultimate strength

$\beta_w = 0.80$ – Correlation factor EN 1993-1-8 – Tab. 4.1

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Safety factor

Stress utilization

$$U_t = \max\left(\frac{\sigma_{w,Ed}}{\sigma_{w,Rd}}\ ;\ \frac{|\sigma_{\perp}|}{\sigma_{\perp,Rd}}\right) = \quad 0.98 \quad \leq \quad 1,0$$

Where:

$\sigma_{w,Ed} = 352.8$ MPa – Maximum normal stress transverse to the axis of the weld

$\sigma_{w,Rd} = 360.0$ MPa – Equivalent stress resistance

$\sigma_{\perp} = -139.0$ MPa – Normal stress perpendicular to the throat

$\sigma_{\perp,Rd} = 259.2$ MPa – Perpendicular stress resistance

Buckling

Buckling analysis was not calculated.

Code settings

Item	Value	Unit	Reference
Safety factor γ_{M0}	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Safety factor γ_{M1}	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Safety factor γ_{M2}	1.25	-	EN 1993-1-1: 6.1
Safety factor γ_{M3}	1.25	-	EN 1993-1-8: 2.2
Safety factor γ_{C}	1.50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
Safety factor γ_{Inst}	1.20	-	EN 1992-4: Table 4.1
Joint coefficient βj	0.67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Effective area - influence of mesh size	0.10	-	
Friction coefficient - concrete	0.25	-	EN 1993-1-8
Friction coefficient in slip-resistance	0.30	-	EN 1993-1-8 tab 3.7
Limit plastic strain	0.05	-	EN 1993-1-5
Detailing	Yes		
Distance between bolts [d]	2.20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Distance between bolts and edge [d]	1.20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Concrete breakout resistance check	None		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.5
Use calculated αb in bearing check.	Yes		EN 1993-1-8: tab 3.4
Cracked concrete	Yes		EN 1992-4
Local deformation check	Yes		CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Local deformation limit	0.03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Geometrical nonlinearity (GMNA)	Yes		Analysis with large deformations for hollow section joints
Braced system	No		EN 1993-1-8: 5.2.2.5

Impresa:		Pagina:	1
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	Copia - calcestruzzo - 2 set 2024	Data:	03/09/2024
Contratto N°:			

Commenti del progettista:

1 Dati da inserire



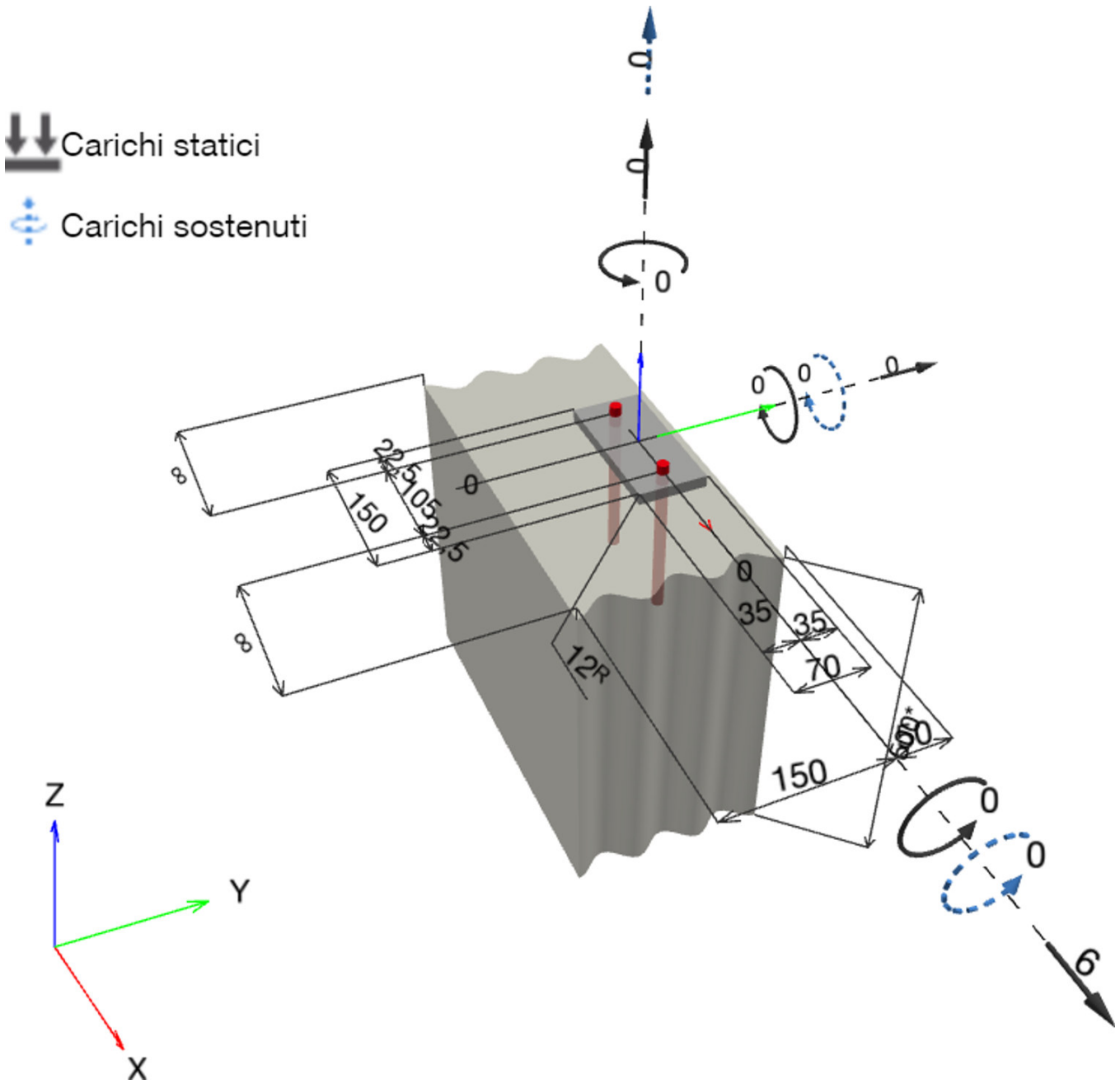
Tipo e dimensione dell'ancorante:	**HIT-RE 500 V4 + HAS-U 8.8 M12**
Vita utile (durata in anni):	50
Codice articolo:	2237087 HAS-U 8.8 M12x200 (inserire) / 2287552 HIT-RE 500 V4 (resina)
Insert item # alternative:	2390235 HAS 8.8 M12x200
Specification text:	Hilti HAS-U or HAS barra filettata with HIT-RE 500 V4 Resina ad iniezione with 150 mm embedment hef, M12, Acciaio zincato, Foro eseguito con roto-percussione installation per ETA 20/0541
Profondità di posa effettiva:	$h_{ef,act}$ = 150,0 mm ($h_{ef,limit}$ = - mm)
Materiale:	8.8
Certificazione No.:	ETA 20/0541
Emesso I Valido:	09/06/2023 | -
Prova:	metodo di calcolo EN 1992-4, chimica+ Sismica (sezione 9, allegato C)
Categoria di performance sismica:	C2
Tipologia di verifica sismica:	9.2 (3) a2) progettazione elastica
Percentuale di carico sismico <= 20%:	no
Spostamenti massimi richiesti per l'SLD:	Carico di trazione $\delta_{N,req(DLS)}$ = 0,200 mm, Carico di taglio $\delta_{V,req(DLS)}$ = 1,900 mm
Fissaggio distanziato:	e_b = 0,0 mm (Senza distanziamento); t = 12,0 mm
Piastra d'ancoraggio[R] :	l_x x l_y x t = 150,0 mm x 70,0 mm x 12,0 mm; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato)
Profilo:	nessun profilo
Materiale base:	fessurato calcestruzzo, C25/30, $f_{c,cyl}$ = 25,00 N/mm^2; h =500,0 mm, Temp. Breve/Lunga: 0/0 °C, Coefficiente parziale di sicurezza materiale definito dall'utente γ_c = 1,500
Installazione:	**Foro eseguito con perforatore, Condizioni di installazione: asciutto**
Armatura:	nessuna armatura o interasse tra le armature >= 150 mm (qualunque Ø) o >= 100 mm (Ø <= 10 mm) senza armatura di bordo longitudinale

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

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo “Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

Impresa:		Pagina:	2
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	Copia - calcestruzzo - 2 set 2024	Data:	03/09/2024
Contratto N°:			

Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

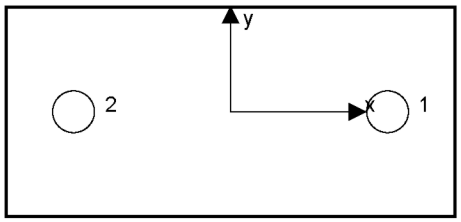
1.1 Combinazione carichi

Caso	Descrizione	Forze [kN] / Momenti [kNm]	Sismico	Fuoco	Util. max. Tassello [%]
1	Combinazione 1	N = 0,000; V_x = 6,000; V_y = 0,000; M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000; N_{sus} = 0,000; $M_{x,sus}$ = 0,000; $M_{y,sus}$ = 0,000;	C2	no	94

2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante

Carichi sull'ancorante [kN]
Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	0,000	3,000	3,000	0,000
2	0,000	3,000	3,000	0,000



Compressione max. nel calcestruzzo: - [‰]
Max. sforzo di compressione nel calcestruzzo: - [N/mm^2]
risultante delle forze di trazione nel (x/y)=(-/-): 0,000 [kN]
risultante delle forze di compressione (x/y)=(-/-): 0,000 [kN]

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

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

Impresa:		Pagina:	4
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	Copia - calcestruzzo - 2 set 2024	Data:	03/09/2024
Contratto N°:			

3 Carico di trazione (EN 1992-4, sezione 7.2.1, Allegato C, sezione C.5)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_N [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	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)

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo “Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

4 Carico di taglio (EN 1992-4, sezione 7.2.2, Allegato C, sezione C.5)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_V [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	3,000	8,160	37	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout**	6,000	14,862	41	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione y+**	6,000	6,413	94	OK

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

4.1 Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)

$V_{Ed,eq} \leq V_{Rd,s,eq} = \frac{V_{Rk,s,eq}}{\gamma_{Ms,V,eq}}$ EN 1992-4, Tabella 7.2, Allegato C, sezione C.5

$V_{Rk,s,eq} = \alpha_{gap} \cdot \alpha_{eq} \cdot k_7 \cdot V^0_{Rk,s,eq}$ EN 1992-4, Eq. (7.35), Eq. (C.8)

$V_{Rd,s,eq,reduced} = V_{Rd,s,eq} \cdot \frac{\delta_{V,req(DLS)}}{\delta_{V,eq(DLS)}}$ EN 1992-4, Eq. (C.11b)

$V^0_{Rk,s,eq}$ [kN]	k_7	α_{gap}	α_{eq}	$V_{Rk,s,eq}$ [kN]
24,000	1,000	0,500	0,850	10,200

$\gamma_{M,s,eq}$	$V_{Rd,s,eq}$ [kN]	$V_{Ed,eq}$ [kN]	$\delta_{V,req(DLS)}$ [mm]	$\delta_{V,eq(DLS)}$ [mm]	$V_{Rd,s,eq,reduced}$ [kN]
1,250	8,160	3,000	1,900	1,900	8,160

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo “Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

4.2 Rottura per pryout (cono del calcestruzzo)

$V_{Ed,eq} \le V_{Rd,cp,eq}$	$= \frac{V_{Rk,cp,eq}}{\gamma_{Mc,p,eq}}$	EN 1992-4, Tabella 7.2, Allegato C, sezione C.5
$V_{Rk,cp,eq}$	$= \alpha_{gap} \cdot \alpha_{eq} \cdot k_8 \cdot \min\{N_{Rk,c}; N_{Rk,p}\}$	EN 1992-4, Eq. (7.39c), Eq. (C.8)
$V_{Rd,cp,eq,reduced}$	$= V_{Rd,cp,eq} \cdot \frac{\delta_{V,req(DLS)}}{\delta_{V,eq(DLS)}}$	EN 1992-4, Eq. (C.11b)
$N_{Rk,c}$	$= N^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N}$	EN 1992-4, Eq. (7.1)
$N^0_{Rk,c}$	$= k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5}$	EN 1992-4, Eq. (7.2)
$A^0_{c,N}$	$= s_{cr,N} \cdot s_{cr,N}$	EN 1992-4, Eq. (7.3)
$\psi_{s,N}$	$= 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \le 1,00$	EN 1992-4, Eq. (7.4)
$\psi_{ec1,N}$	$= \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{V,1}}{s_{cr,N}}\right)} \le 1,00$	EN 1992-4, Eq. (7.6)
$\psi_{ec2,N}$	$= \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{V,2}}{s_{cr,N}}\right)} \le 1,00$	EN 1992-4, Eq. (7.6)
$\psi_{M,N}$	$= 1$	EN 1992-4, Eq. (7.7)

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_8	$f_{c,cyl}$ [N/mm²]
111.000	202.500	225,0	450,0	2,000	25,00

$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$\psi_{M,N}$
0,0	1,000	0,0	1,000	0,767	1,000	1,000

k_1	$N^0_{Rk,c}$ [kN]	α_{gap}	α_{eq}	$V^0_{Rk,cp,eq}$ [kN]	$V_{Rk,cp,eq}$ [kN]
7,700	70,729	0,500	0,750	59,447	22,293

$\gamma_{M,c,p,eq}$	$V_{Rd,cp,eq}$ [kN]	$V_{Ed,eq}$ [kN]	$\delta_{V,req(DLS)}$ [mm]	$\delta_{V,eq(DLS)}$ [mm]	$V_{Rd,cp,eq,reduced}$ [kN]
1,500	14,862	6,000	1,900	1,900	14,862

ID gruppo ancoranti
1, 2

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

Impresa:		Pagina:	7
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	Copia - calcestruzzo - 2 set 2024	Data:	03/09/2024
Contratto N°:			

4.3 Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione y+

$$V_{Ed,eq} \le V_{Rd,c,eq} = \frac{V_{Rk,c,eq}}{\gamma_{M,c,eq}}$$ EN 1992-4, Tabella 7.2, Allegato C, sezione C.5

$$V_{Rk,c,eq} = k_T \cdot \alpha_{gap} \cdot \alpha_{eq} \cdot V^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,V}}{A^0_{c,V}} \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{re,V}$$ EN 1992-4, Eq. (7.40), Eq. (C.8)

$$V_{Rd,c,eq,reduced} = V_{Rd,c,eq} \cdot \frac{\delta_{V,req(DLS)}}{\delta_{V,eq(DLS)}}$$ EN 1992-4, Eq. (C.11b)

$$V^0_{Rk,c} = k_9 \cdot d_{nom}^{\alpha} \cdot l_f^{\beta} \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot c_1^{1,5}$$ EN 1992-4, Eq. (7.41)

$$\alpha = 0,1 \cdot \left(\frac{l_f}{c_1}\right)^{0,5}$$ EN 1992-4, Eq. (7.42)

$$\beta = 0,1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{c_1}\right)^{0,2}$$ EN 1992-4, Eq. (7.43)

$$A^0_{c,V} = 4,5 \cdot c_1^2$$ EN 1992-4, Eq. (7.44)

$$\psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_2}{1,5 \cdot c_1} \le 1,00$$ EN 1992-4, Eq. (7.45)

$$\psi_{h,V} = \left(\frac{1,5 \cdot c_1}{h}\right)^{0,5} \ge 1,00$$ EN 1992-4, Eq. (7.46)

$$\psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_V}{3 \cdot c_1}\right)} \le 1,00$$ EN 1992-4, Eq. (7.47)

$$\psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_V)^2 + (0,5 \cdot \sin \alpha_V)^2}} \ge 1,00$$ EN 1992-4, Eq. (7.48)

l_f [mm]	d_{nom} [mm]	k_9	α	β	$f_{c,cyl}$ [N/mm²]
144,0	12,00	1,700	0,170	0,075	25,00

c_1 [mm]	$A_{c,V}$ [mm²]	$A^0_{c,V}$ [mm²]
50,0	19.125	11.250

$\psi_{s,V}$	$\psi_{h,V}$	α_V [°]	$\psi_{\alpha,V}$	$e_{c,V}$ [mm]	$\psi_{ec,V}$	$\psi_{re,V}$
1,000	1,000	90,00	2,000	0,0	1,000	1,000

$V^0_{Rk,c}$ [kN]	k_T	α_{gap}	α_{eq}	$V_{Rk,c,eq}$ [kN]
6,657	1,0	0,500	0,850	9,619

$\gamma_{M,c,eq}$	$V_{Rd,c,eq}$ [kN]	$V_{Ed,eq}$ [kN]	$\delta_{V,req(DLS)}$ [mm]	$\delta_{V,eq(DLS)}$ [mm]	$V_{Rd,c,eq,reduced}$ [kN]
1,500	6,413	6,000	1,900	1,900	6,413

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

5 Attenzione

- Fenomeni di ridistribuzione 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!
- Per la corretta scelta della categoria di performance sismica si controlli la normativa nazionale di riferimento.
- La verifica del trasferimento dei carichi nel materiale base è necessaria conformemente a EN 1992-A, allegato A!
- La progettazione è valida solamente se il foro passante non è più largo rispetto al valore riportato nella tabella 6.1 of EN 1992-4! Per diametri maggiori del foro passante vedere paragrafo 6.2.2 di EN 1992-4!
- 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.
- Per la determinazione del $\psi_{re,v}$ (rottura del bordo di calcestruzzo) è utilizzato il minimo copriferro definito nei parametri di calcolo come copriferro del rinforzo del bordo.
- L’adesione chimica caratteristica dipende dalle temperature di breve e di lungo periodo.
- 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!

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo “Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

6 Dati relativi all'installazione

Piastra d'ancoraggio, acciaio: S 235; E = 210.000,00 N/mm^2; f_{yk} = 235,00 N/mm^2

Profilo: nessun profilo

Diametro del foro nella piastra: d_f = 14,0 mm

Spessore della piastra (input): 12,0 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 V4 + HAS-U 8.8 M12

Codice articolo: 2237087 HAS-U 8.8 M12x200 (inserire) / 2287552 HIT-RE 500 V4 (resina)

Insert item # alternative: 2390235 HAS 8.8 M12x200

Coppia di serraggio massima: 40 Nm

Diametro del foro nel materiale base: 14,0 mm

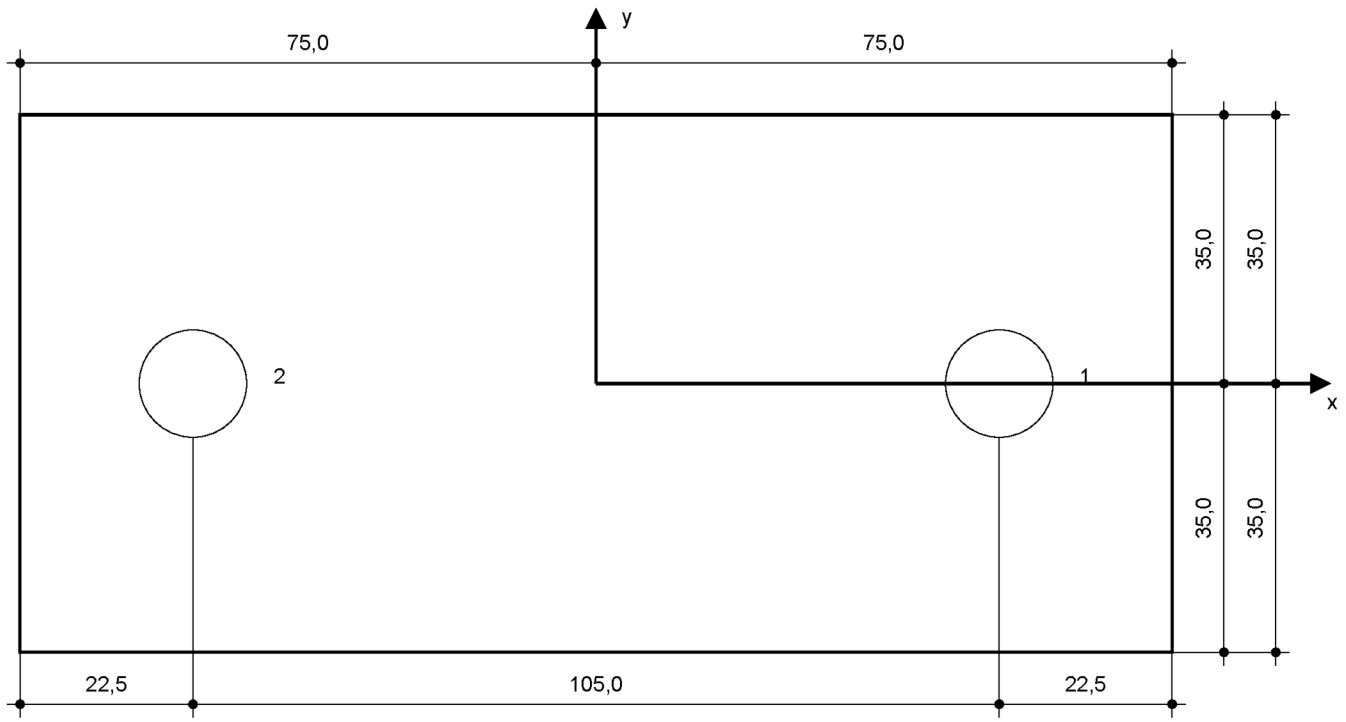
Profondità del foro nel materiale base: 150,0 mm

Spessore minimo del materiale base: 180,0 mm

Hilti HAS-U or HAS barra filettata with HIT-RE 500 V4 Resina ad iniezione with 150 mm embedment hef, M12, Acciaio zincato, Foro eseguito con roto-percussione installation per ETA 20/0541

6.1 Accessori richiesti

Perforazione	Pulizia	Posa
• Idoneo per rotopercussione • Dimensione appropriata della punta del trapano	• Aria compressa con i relativi accessori necessari per soffiare a partire dal fondo del foro. • Diametro appropriato dello scovolino	• 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	52,5	0,0	-	-	150,0	50,0
2	-52,5	0,0	-	-	150,0	50,0

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

7 Osservazioni; doveri del cliente

- Tutte le informazioni e i dati contenuti nel Software riguardano solamente l'uso di prodotti Hilti e si basano su principi, formule e norme di sicurezza in conformità con le indicazioni tecniche, di funzionamento, montaggio e assemblaggio, ecc. della Hilti che devono essere rigorosamente rispettate da parte dell'utente. Tutt i valori in esso contenuti sono valori medi, quindi vanno effettuati test specifici prima di utilizzare il prodotto Hilti in questione. I risultati dei calcoli effettuati mediante il software si basano essenzialmente sui dati che l'utente ha inserito. Di conseguenza l'utente è l'unico responsabile per l'assenza di errori, la completezza e la pertinenza dei dati che vanno immessi. Inoltre, l'utente ha la responsabilità di far controllare e correggere i risultati dei calcoli da parte di un esperto, con particolare riguardo al rispetto di norme e autorizzazioni, prima di utilizzarli per uno scopo specifico. Il software serve solo come un compendio per interpretare le norme e i permessi, senza alcuna garanzia circa l'assenza di errori, la correttezza e la pertinenza dei risultati o di idoneità per una specifica applicazione.
- L'utente deve applicare tutti gli accorgimenti necessari e ragionevoli per prevenire o limitare i danni causati dal software. In particolare, l'utente deve organizzare un backup periodico dei programmi e dei dati e, se necessario, effettuare gli aggiornamenti del software offerti da Hilti in maniera regolare. Se non si utilizza la funzione di aggiornamento automatico del software, l'utente deve assicurarsi di utilizzare l'ultima versione e quindi di mantenere aggiornato il Software effettuando aggiornamenti manuali dal sito web Hilti. Hilti non è responsabile per le conseguenze derivanti da una violazione colposa di responsabilità da parte dell'utente, come il recupero di dati o programmi persi o danneggiati.

Impresa:		Pagina:	1
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	Copia - Copia - calcestruzzo - 2 set 2024	Data:	03/09/2024
Contratto N°:			

Commenti del progettista:

1 Dati da inserire



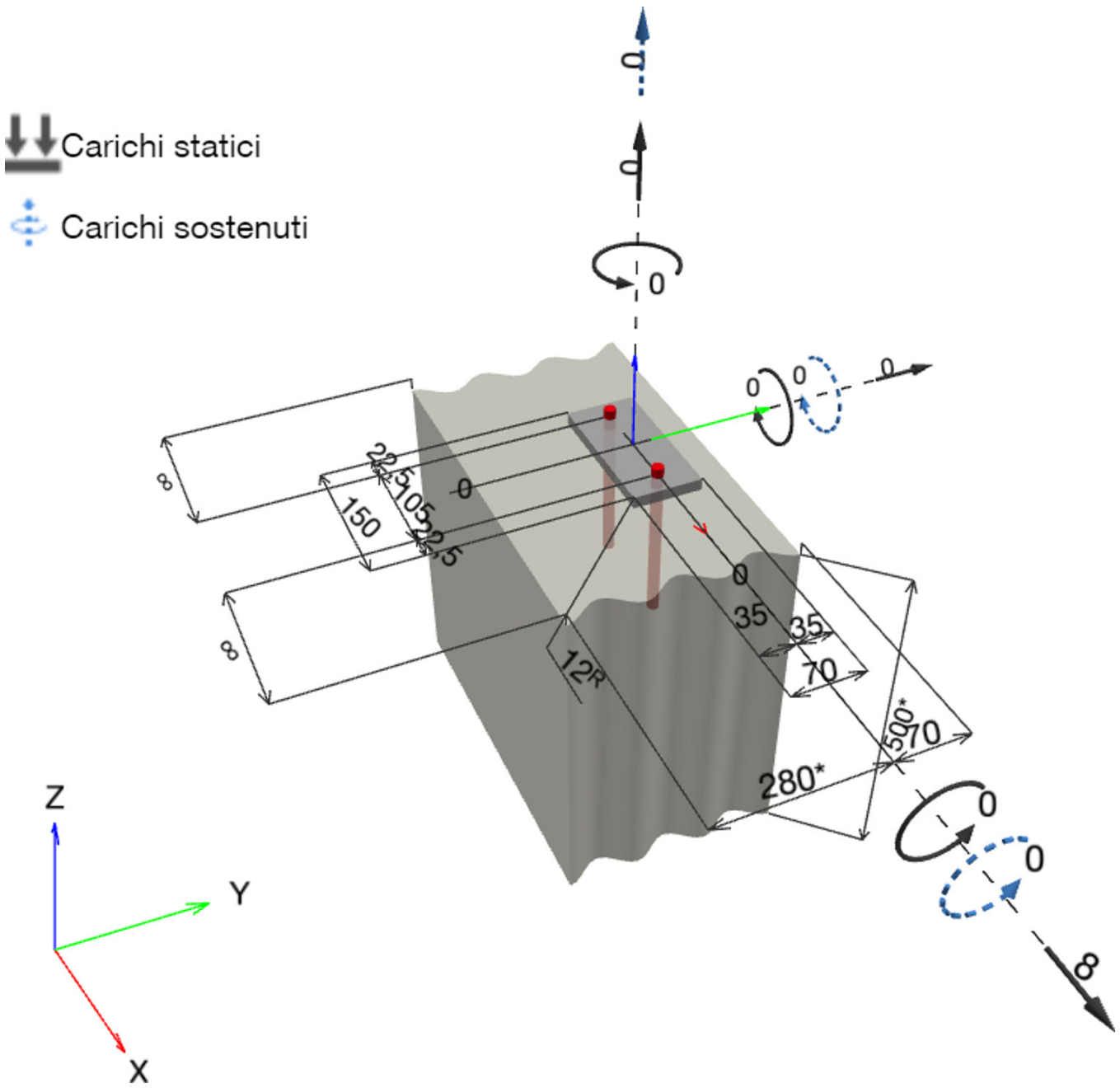
Tipo e dimensione dell'ancorante:	**HIT-RE 500 V4 + HAS-U 8.8 M12**
Vita utile (durata in anni):	50
Codice articolo:	2237087 HAS-U 8.8 M12x200 (inserire) / 2287552 HIT-RE 500 V4 (resina)
Insert item # alternative:	2390235 HAS 8.8 M12x200
Specification text:	Hilti HAS-U or HAS barra filettata with HIT-RE 500 V4 Resina ad iniezione with 150 mm embedment hef, M12, Acciaio zincato, Foro eseguito con roto-percussione installation per ETA 20/0541
Profondità di posa effettiva:	$h_{ef,act}$ = 150,0 mm ($h_{ef,limit}$ = - mm)
Materiale:	8.8
Certificazione No.:	ETA 20/0541
Emesso I Valido:	09/06/2023 | -
Prova:	metodo di calcolo EN 1992-4, chimica+ Sismica (sezione 9, allegato C)
Categoria di performance sismica:	C2
Tipologia di verifica sismica:	9.2 (3) a2) progettazione elastica
Percentuale di carico sismico <= 20%:	no
Spostamenti massimi richiesti per l'SLD:	Carico di trazione $\delta_{N,req(DLS)}$ = 0,200 mm, Carico di taglio $\delta_{V,req(DLS)}$ = 1,900 mm
Fissaggio distanziato:	e_b = 0,0 mm (Senza distanziamento); t = 12,0 mm
Piastra d'ancoraggio[R] :	l_x x l_y x t = 150,0 mm x 70,0 mm x 12,0 mm; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato)
Profilo:	nessun profilo
Materiale base:	fessurato calcestruzzo, C25/30, $f_{c,cyl}$ = 25,00 N/mm^2; h =500,0 mm, Temp. Breve/Lunga: 0/0 °C, Coefficiente parziale di sicurezza materiale definito dall'utente γ_c = 1,500
Installazione:	**Foro eseguito con perforatore, Condizioni di installazione: asciutto**
Armatura:	nessuna armatura o interasse tra le armature >= 150 mm (qualunque Ø) o >= 100 mm (Ø <= 10 mm) senza armatura di bordo longitudinale

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

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo “Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

Impresa:		Pagina:	2
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	Copia - Copia - calcestruzzo - 2 set 2024	Data:	03/09/2024
Contratto N°:			

Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

Impresa:		Pagina:	3
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	Copia - Copia - calcestruzzo - 2 set 2024	Data:	03/09/2024
Contratto N°:			

1.1 Combinazione carichi

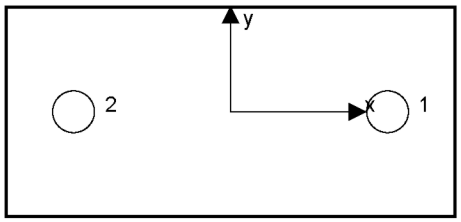
Caso	Descrizione	Forze [kN] / Momenti [kNm]	Sismico	Fuoco	Util. max. Tassello [%]
1	Combinazione 1	N = 0,000; V_x = 8,000; V_y = 0,000; M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000; N_{sus} = 0,000; $M_{x,sus}$ = 0,000; $M_{y,sus}$ = 0,000;	C2	no	94

2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante

Carichi sull'ancorante [kN]

Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	0,000	4,000	4,000	0,000
2	0,000	4,000	4,000	0,000



Compressione max. nel calcestruzzo: - [‰]

Max. sforzo di compressione nel calcestruzzo: - [N/mm²]

risultante delle forze di trazione nel (x/y)=(-/-): 0,000 [kN]

risultante delle forze di compressione (x/y)=(-/-): 0,000 [kN]

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

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

Impresa:		Pagina:	4
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	Copia - Copia - calcestruzzo - 2 set 2024	Data:	03/09/2024
Contratto N°:			

3 Carico di trazione (EN 1992-4, sezione 7.2.1, Allegato C, sezione C.5)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_N [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	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)

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo “Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

Impresa:		Pagina:	5
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	Copia - Copia - calcestruzzo - 2 set 2024	Data:	03/09/2024
Contratto N°:			

4 Carico di taglio (EN 1992-4, sezione 7.2.2, Allegato C, sezione C.5)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_V [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	4,000	8,160	50	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout**	8,000	22,684	36	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione y+**	8,000	8,569	94	OK

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

4.1 Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)

$$V_{Ed,eq} \leq V_{Rd,s,eq} = \frac{V_{Rk,s,eq}}{\gamma_{Ms,V,eq}}$$ EN 1992-4, Tabella 7.2, Allegato C, sezione C.5

$$V_{Rk,s,eq} = \alpha_{gap} \cdot \alpha_{eq} \cdot k_7 \cdot V^0_{Rk,s,eq}$$ EN 1992-4, Eq. (7.35), Eq. (C.8)

$$V_{Rd,s,eq,reduced} = V_{Rd,s,eq} \cdot \frac{\delta_{V,req(DLS)}}{\delta_{V,eq(DLS)}}$$ EN 1992-4, Eq. (C.11b)

$V^0_{Rk,s,eq}$ [kN]	k_7	α_{gap}	α_{eq}	$V_{Rk,s,eq}$ [kN]
24,000	1,000	0,500	0,850	10,200

$\gamma_{M,s,eq}$	$V_{Rd,s,eq}$ [kN]	$V_{Ed,eq}$ [kN]	$\delta_{V,req(DLS)}$ [mm]	$\delta_{V,eq(DLS)}$ [mm]	$V_{Rd,s,eq,reduced}$ [kN]
1,250	8,160	4,000	1,900	1,900	8,160

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

4.2 Rottura per pryout (cono del calcestruzzo)

$V_{Ed,eq} \le V_{Rd,cp,eq}$	$= \frac{V_{Rk,cp,eq}}{\gamma_{Mc,p,eq}}$	EN 1992-4, Tabella 7.2, Allegato C, sezione C.5
$V_{Rk,cp,eq}$	$= \alpha_{gap} \cdot \alpha_{eq} \cdot k_8 \cdot \min \{N_{Rk,c}; N_{Rk,p}\}$	EN 1992-4, Eq. (7.39c), Eq. (C.8)
$V_{Rd,cp,eq,reduced}$	$= V_{Rd,cp,eq} \cdot \frac{\delta_{V,req(DLS)}}{\delta_{V,eq(DLS)}}$	EN 1992-4, Eq. (C.11b)
$N_{Rk,c}$	$= N^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N}$	EN 1992-4, Eq. (7.1)
$N^0_{Rk,c}$	$= k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5}$	EN 1992-4, Eq. (7.2)
$A^0_{c,N}$	$= s_{cr,N} \cdot s_{cr,N}$	EN 1992-4, Eq. (7.3)
$\psi_{s,N}$	$= 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \le 1,00$	EN 1992-4, Eq. (7.4)
$\psi_{ec1,N}$	$= \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{V,1}}{s_{cr,N}}\right)} \le 1,00$	EN 1992-4, Eq. (7.6)
$\psi_{ec2,N}$	$= \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{V,2}}{s_{cr,N}}\right)} \le 1,00$	EN 1992-4, Eq. (7.6)
$\psi_{M,N}$	$= 1$	EN 1992-4, Eq. (7.7)

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_8	$f_{c,cyl}$ [N/mm²]
163.725	202.500	225,0	450,0	2,000	25,00

$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$\psi_{M,N}$
0,0	1,000	0,0	1,000	0,793	1,000	1,000

k_1	$N^0_{Rk,c}$ [kN]	α_{gap}	α_{eq}	$V^0_{Rk,cp,eq}$ [kN]	$V_{Rk,cp,eq}$ [kN]
7,700	70,729	0,500	0,750	90,735	34,026

$\gamma_{M,c,p,eq}$	$V_{Rd,cp,eq}$ [kN]	$V_{Ed,eq}$ [kN]	$\delta_{V,req(DLS)}$ [mm]	$\delta_{V,eq(DLS)}$ [mm]	$V_{Rd,cp,eq,reduced}$ [kN]
1,500	22,684	8,000	1,900	1,900	22,684

ID gruppo ancoranti
1, 2

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

Impresa:		Pagina:	7
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	Copia - Copia - calcestruzzo - 2 set 2024	Data:	03/09/2024
Contratto N°:			

4.3 Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione y+

$V_{Ed,eq} \le V_{Rd,c,eq} = \frac{V_{Rk,c,eq}}{\gamma_{M,c,eq}}$		EN 1992-4, Tabella 7.2, Allegato C, sezione C.5
$V_{Rk,c,eq}$	$= k_T \cdot \alpha_{gap} \cdot \alpha_{eq} \cdot V^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,V}}{A^0_{c,V}} \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{re,V}$	EN 1992-4, Eq. (7.40), Eq. (C.8)
$V_{Rd,c,eq,reduced}$	$= V_{Rd,c,eq} \cdot \frac{\delta_{V,req(DLS)}}{\delta_{V,eq(DLS)}}$	EN 1992-4, Eq. (C.11b)
$V^0_{Rk,c}$	$= k_9 \cdot d_{nom}^{\alpha} \cdot l_f^{\beta} \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot c_1^{1,5}$	EN 1992-4, Eq. (7.41)
α	$= 0,1 \cdot \left(\frac{l_f}{c_1}\right)^{0,5}$	EN 1992-4, Eq. (7.42)
β	$= 0,1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{c_1}\right)^{0,2}$	EN 1992-4, Eq. (7.43)
$A^0_{c,V}$	$= 4,5 \cdot c_1^2$	EN 1992-4, Eq. (7.44)
$\psi_{s,V}$	$= 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_2}{1,5 \cdot c_1} \le 1,00$	EN 1992-4, Eq. (7.45)
$\psi_{h,V}$	$= \left(\frac{1,5 \cdot c_1}{h}\right)^{0,5} \ge 1,00$	EN 1992-4, Eq. (7.46)
$\psi_{ec,V}$	$= \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_V}{3 \cdot c_1}\right)} \le 1,00$	EN 1992-4, Eq. (7.47)
$\psi_{\alpha,V}$	$= \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_V)^2 + (0,5 \cdot \sin \alpha_V)^2}} \ge 1,00$	EN 1992-4, Eq. (7.48)

l_f [mm]	d_{nom} [mm]	k_9	α	β	$f_{c,cyl}$ [N/mm²]
144,0	12,00	1,700	0,143	0,070	25,00

c_1 [mm]	$A_{c,V}$ [mm²]	$A^0_{c,V}$ [mm²]
70,0	33.075	22.050

$\psi_{s,V}$	$\psi_{h,V}$	α_V [°]	$\psi_{\alpha,V}$	$e_{c,V}$ [mm]	$\psi_{ec,V}$	$\psi_{re,V}$
1,000	1,000	90,00	2,000	0,0	1,000	1,000

$V^0_{Rk,c}$ [kN]	k_T	α_{gap}	α_{eq}	$V_{Rk,c,eq}$ [kN]
10,082	1,0	0,500	0,850	12,854

$\gamma_{M,c,eq}$	$V_{Rd,c,eq}$ [kN]	$V_{Ed,eq}$ [kN]	$\delta_{V,req(DLS)}$ [mm]	$\delta_{V,eq(DLS)}$ [mm]	$V_{Rd,c,eq,reduced}$ [kN]
1,500	8,569	8,000	1,900	1,900	8,569

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

5 Attenzione

- Fenomeni di ridistribuzione 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!
- Per la corretta scelta della categoria di performance sismica si controlli la normativa nazionale di riferimento.
- La verifica del trasferimento dei carichi nel materiale base è necessaria conformemente a EN 1992-A, allegato A!
- La progettazione è valida solamente se il foro passante non è più largo rispetto al valore riportato nella tabella 6.1 of EN 1992-4! Per diametri maggiori del foro passante vedere paragrafo 6.2.2 di EN 1992-4!
- 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.
- Per la determinazione del $\psi_{re,v}$ (rottura del bordo di calcestruzzo) è utilizzato il minimo copriferro definito nei parametri di calcolo come copriferro del rinforzo del bordo.
- L’adesione chimica caratteristica dipende dalle temperature di breve e di lungo periodo.
- 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!

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo “Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

6 Dati relativi all'installazione

Piastra d'ancoraggio, acciaio: S 235; E = 210.000,00 N/mm^2; f_{yk} = 235,00 N/mm^2

Profilo: nessun profilo

Diametro del foro nella piastra: d_f = 14,0 mm

Spessore della piastra (input): 12,0 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 V4 + HAS-U 8.8 M12

Codice articolo: 2237087 HAS-U 8.8 M12x200 (inserire) / 2287552 HIT-RE 500 V4 (resina)

Insert item # alternative: 2390235 HAS 8.8 M12x200

Coppia di serraggio massima: 40 Nm

Diametro del foro nel materiale base: 14,0 mm

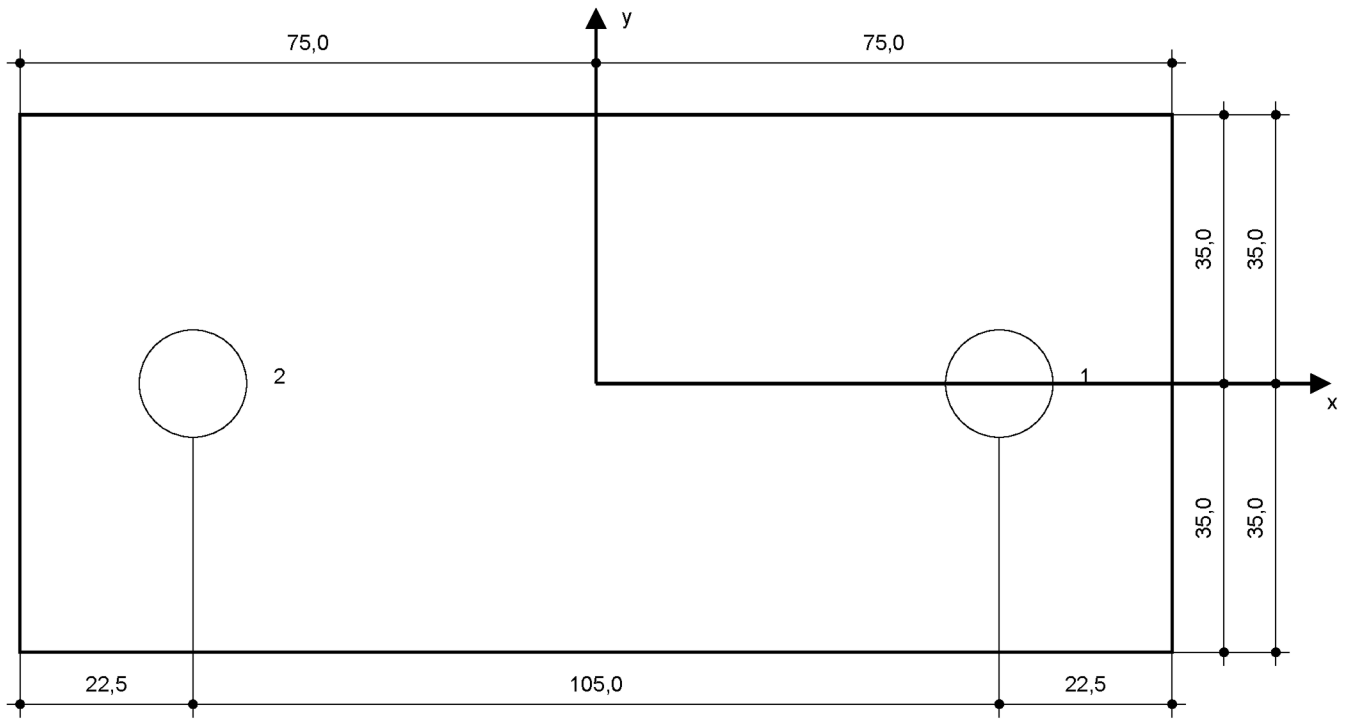
Profondità del foro nel materiale base: 150,0 mm

Spessore minimo del materiale base: 180,0 mm

Hilti HAS-U or HAS barra filettata with HIT-RE 500 V4 Resina ad iniezione with 150 mm embedment hef, M12, Acciaio zincato, Foro eseguito con roto-percussione installation per ETA 20/0541

6.1 Accessori richiesti

Perforazione	Pulizia	Posa
• Idoneo per rotopercussione • Dimensione appropriata della punta del trapano	• Aria compressa con i relativi accessori necessari per soffiare a partire dal fondo del foro. • Diametro appropriato dello scovolino	• 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	52,5	0,0	-	-	280,0	70,0
2	-52,5	0,0	-	-	280,0	70,0

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

7 Osservazioni; doveri del cliente

- Tutte le informazioni e i dati contenuti nel Software riguardano solamente l'uso di prodotti Hilti e si basano su principi, formule e norme di sicurezza in conformità con le indicazioni tecniche, di funzionamento, montaggio e assemblaggio, ecc. della Hilti che devono essere rigorosamente rispettate da parte dell'utente. Tutt i valori in esso contenuti sono valori medi, quindi vanno effettuati test specifici prima di utilizzare il prodotto Hilti in questione. I risultati dei calcoli effettuati mediante il software si basano essenzialmente sui dati che l'utente ha inserito. Di conseguenza l'utente è l'unico responsabile per l'assenza di errori, la completezza e la pertinenza dei dati che vanno immessi. Inoltre, l'utente ha la responsabilità di far controllare e correggere i risultati dei calcoli da parte di un esperto, con particolare riguardo al rispetto di norme e autorizzazioni, prima di utilizzarli per uno scopo specifico. Il software serve solo come un compendio per interpretare le norme e i permessi, senza alcuna garanzia circa l'assenza di errori, la correttezza e la pertinenza dei risultati o di idoneità per una specifica applicazione.
- L'utente deve applicare tutti gli accorgimenti necessari e ragionevoli per prevenire o limitare i danni causati dal software. In particolare, l'utente deve organizzare un backup periodico dei programmi e dei dati e, se necessario, effettuare gli aggiornamenti del software offerti da Hilti in maniera regolare. Se non si utilizza la funzione di aggiornamento automatico del software, l'utente deve assicurarsi di utilizzare l'ultima versione e quindi di mantenere aggiornato il Software effettuando aggiornamenti manuali dal sito web Hilti. Hilti non è responsabile per le conseguenze derivanti da una violazione colposa di responsabilità da parte dell'utente, come il recupero di dati o programmi persi o danneggiati.

PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

Impresa:		Pagina:	1
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	calcestruzzo - 2 set 2024	Data:	03/09/2024
Contratto N°:			

Commenti del progettista:

1 Dati da inserire



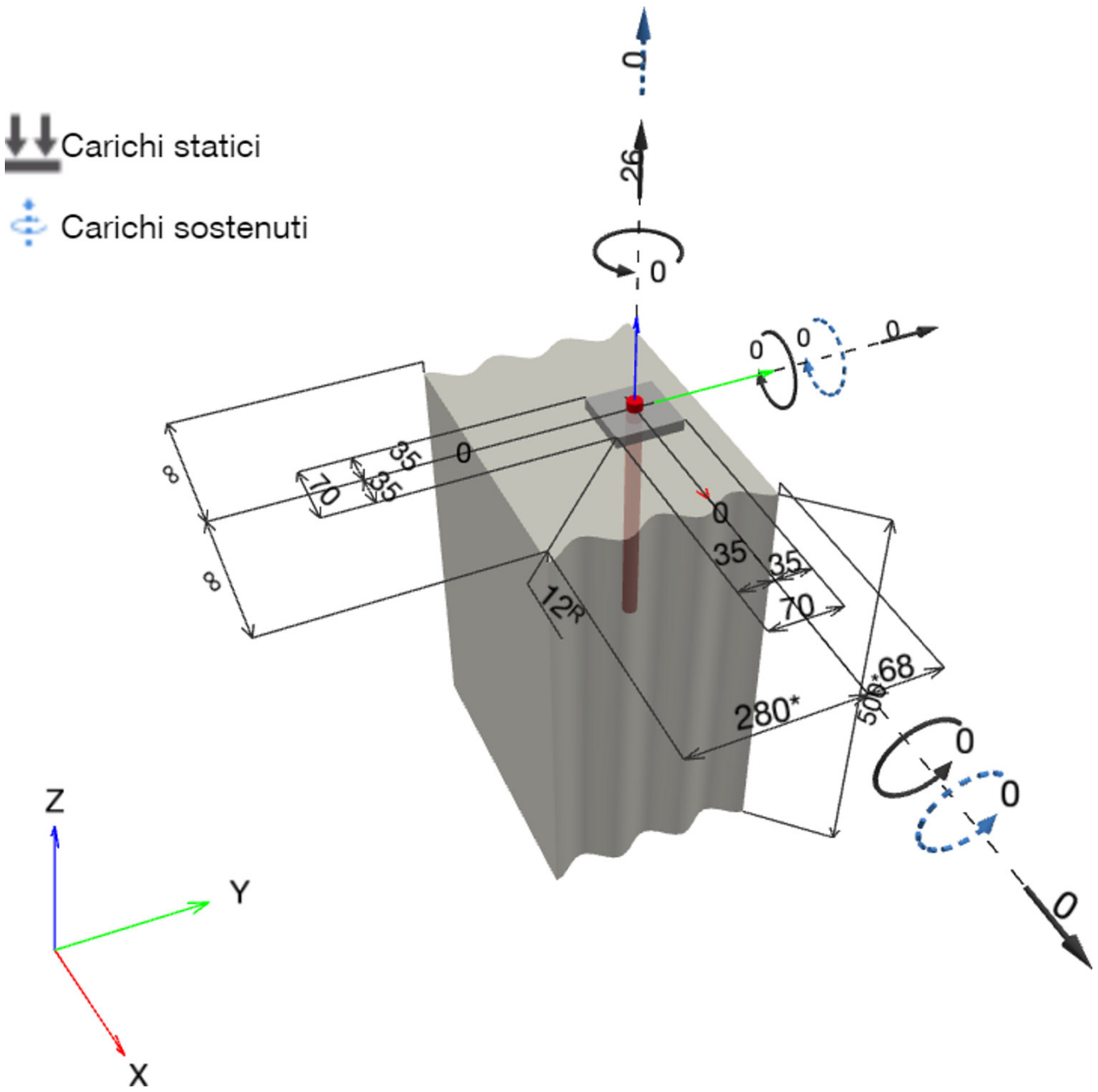
Tipo e dimensione dell'ancorante:	**HIT-RE 500 V4 + HAS-U 8.8 M16**
Vita utile (durata in anni):	50
Codice articolo:	2223884 HAS-U 8.8 M16x300 (inserire) / 2287552 HIT-RE 500 V4 (resina)
Specification text:	Hilti HAS-U barra filettata with HIT-RE 500 V4 Resina ad iniezione with 245 mm embedment hef, M16, Acciaio zincato, Foro eseguito con roto-percussione installation per ETA 20/0541
Profondità di posa effettiva:	$h_{ef,act}$ = 245,0 mm ($h_{ef,limit}$ = - mm)
Materiale:	8.8
Certificazione No.:	ETA 20/0541
Emesso I Valido:	09/06/2023 | -
Prova:	metodo di calcolo EN 1992-4, chimica+ Sismica (sezione 9, allegato C)
Categoria di performance sismica:	C2
Tipologia di verifica sismica:	9.2 (3) a2) progettazione elastica
Percentuale di carico sismico <= 20%:	no
Spostamenti massimi richiesti per l'SLD:	Carico di trazione $\delta_{N,req(DLS)}$ = 0,500 mm, Carico di taglio $\delta_{V,req(DLS)}$ = 3,200 mm
Fissaggio distanziato:	e_b = 0,0 mm (Senza distanziamento); t = 12,0 mm
Piastra d'ancoraggio[R] :	l_x x l_y x t = 70,0 mm x 70,0 mm x 12,0 mm; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato)
Profilo:	nessun profilo
Materiale base:	fessurato calcestruzzo, C25/30, $f_{c,cyl}$ = 25,00 N/mm^2; h =500,0 mm, Temp. Breve/Lunga: 0/0 °C, Coefficiente parziale di sicurezza materiale definito dall'utente γ_c = 1,500
Installazione:	**Foro eseguito con perforatore, Condizioni di installazione: asciutto**
Armatura:	nessuna armatura o interasse tra le armature >= 150 mm (qualunque Ø) o >= 100 mm (Ø <= 10 mm) senza armatura di bordo longitudinale

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

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo “Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

Impresa:		Pagina:	2
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	calcestruzzo - 2 set 2024	Data:	03/09/2024
Contratto N°:			

Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



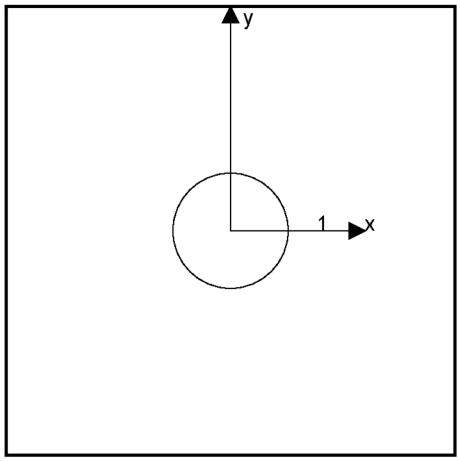
Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

Impresa:		Pagina:	3
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	calcestruzzo - 2 set 2024	Data:	03/09/2024
Contratto N°:			

1.1 Combinazione carichi

Caso	Descrizione	Forze [kN] / Momenti [kNm]	Sismico	Fuoco	Util. max. Tassello [%]
1	Combinazione 1	N = 26,000; V_x = 0,000; V_y = 0,000; M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000; N_{sus} = 0,000; $M_{x,sus}$ = 0,000; $M_{y,sus}$ = 0,000;	C2	no	97

2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante



Carichi sull'ancorante [kN]
Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	26,000	0,000	0,000	0,000

Compressione max. nel calcestruzzo: - [‰]
Max. sforzo di compressione nel calcestruzzo: - [N/mm^2]
risultante delle forze di trazione nel (x/y)=(0,0/0,0): 26,000 [kN]
risultante delle forze di compressione (x/y)=(-/-): 0,000 [kN]

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

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

3 Carico di trazione (EN 1992-4, sezione 7.2.1, Allegato C, sezione C.5)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_N [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	26,000	83,733	32	OK
Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento**	26,000	26,851	97	OK
Rottura conica del calcestruzzo**	26,000	29,927	87	OK
Fessurazione**	26,000	30,732	85	OK

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

3.1 Rottura dell'acciaio

$$N_{Ed,eq} \leq N_{Rd,s,eq} = \frac{N_{Rk,s,eq}}{\gamma_{M,s,eq}}$$ EN 1992-4, Tabella 7.1, Allegato C, sezione C.5

$$N_{Rk,s,eq} = \alpha_{gap} \cdot \alpha_{eq} \cdot N^{0}_{Rk,s,eq}$$ EN 1992-4, Eq. (C.8)

$$N_{Rd,s,eq,reduced} = N_{Rd,s,eq} \cdot \frac{\delta_{N,req(DLS)}}{\delta_{N,eq(DLS)}}$$ EN 1992-4, Eq. (C.11a)

$N^{0}_{Rk,s,eq}$ [kN]	α_{gap}	α_{eq}	$N_{Rk,s,eq}$ [kN]
125,600	1,000	1,000	125,600

$\gamma_{M,s,eq}$	$N_{Rd,s,eq}$ [kN]	$N_{Ed,eq}$ [kN]	$\delta_{N,req(DLS)}$ [mm]	$\delta_{N,eq(DLS)}$ [mm]	$N_{Rd,s,eq,reduced}$ [kN]
1,500	83,733	26,000	0,500	0,500	83,733

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo “Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

3.2 Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento

$N_{Ed,eq} \le N_{Rd,p,eq}$	$= \frac{N_{Rk,p,eq}}{\gamma_{M,p,eq}}$	EN 1992-4, Tabella 7.1, Allegato C, sezione C.5
$N_{Rk,p,eq}$	$= \alpha_{gap} \cdot \alpha_{eq} \cdot N^0_{Rk,p} \cdot \frac{A_{p,N}}{A^0_{p,N}} \cdot \psi_{g,Np} \cdot \psi_{s,Np} \cdot \psi_{re,Np} \cdot \psi_{ec1,Np} \cdot \psi_{ec2,Np}$	EN 1992-4, Eq. (7.13), Eq. (C.8)
$N_{Rd,p,eq,reduced}$	$= N_{Rd,p,eq} \cdot \frac{\delta_{N,req(DLS)}}{\delta_{N,eq(DLS)}}$	EN 1992-4, Eq. (C.11a)
$N^0_{Rk,p}$	$= \psi_{sus} \cdot \tau_{Rk,eq} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef}$	EN 1992-4, Eq. (7.14)
ψ_{sus}	$= 1$	EN 1992-4, Eq. (7.14a)
$s_{cr,Np}$	$= 7{,}3 \cdot d \cdot \sqrt{\psi_{sus} \cdot \tau_{Rk}} \le 3 \cdot h_{ef}$	EN 1992-4, Eq. (7.15)
$\psi_{g,Np}$	$= \psi^0_{g,Np} - \left(\frac{s}{s_{cr,Np}}\right)^{0,5} \cdot \left(\psi^0_{g,Np} - 1\right) \ge 1{,}00$	EN 1992-4, Eq. (7.17)
$\psi^0_{g,Np}$	$= \sqrt{n} - (\sqrt{n} - 1) \cdot \left(\frac{\tau_{Rk,eq}}{\tau_{Rk,c}}\right)^{1,5} \ge 1{,}00$	EN 1992-4, Eq. (7.18)
$\tau_{Rk,c}$	$= \frac{k_3}{\pi \cdot d} \cdot \sqrt{h_{ef} \cdot f_{ck}}$	EN 1992-4, Eq. (7.19)
$\psi_{s,Np}$	$= 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}} \le 1{,}00$	EN 1992-4, Eq. (7.20)
$\psi_{ec1,Np}$	$= \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c1,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \le 1{,}00$	EN 1992-4, Eq. (7.21)
$\psi_{ec2,Np}$	$= \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \le 1{,}00$	EN 1992-4, Eq. (7.21)

$A_{p,N}$ [mm²]	$A^0_{p,N}$ [mm²]	$\tau_{Rk,ucr,20}$ [N/mm²]	$s_{cr,Np}$ [mm]	$c_{cr,Np}$ [mm]	c_{min} [mm]	$f_{c,cyl}$ [N/mm²]
148.706	231.918	17,00	481,6	240,8	68,0	25,00

$\psi_{c,eq}$	$\tau_{Rk,eq}$ [N/mm²]	k_3	$\tau_{Rk,c}$ [N/mm²]	$\psi^0_{g,Np}$	$\psi_{g,Np}$
1,000	6,50	7,700	11,99	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	0,0	1,000	0,785	1,000

ψ^0_{sus}	α_{sus}	ψ_{sus}
0,880	0,000	1,000

$N^0_{Rk,p}$ [kN]	α_{gap}	α_{eq}	$N_{Rk,p,eq}$ [kN]
80,048	1,000	1,000	40,277

$\gamma_{M,p,eq}$	$N_{Rd,p,eq}$ [kN]	$N_{Ed,eq}$ [kN]	$\delta_{N,req(DLS)}$ [mm]	$\delta_{N,eq(DLS)}$ [mm]	$N_{Rd,p,eq,reduced}$ [kN]
1,500	26,851	26,000	0,500	0,500	26,851

ID gruppo ancoranti
1

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

Impresa:		Pagina:	6
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	calcestruzzo - 2 set 2024	Data:	03/09/2024
Contratto N°:			

3.3 Rottura conica del calcestruzzo

$N_{Ed,eq} \le N_{Rd,c,eq} = \frac{N_{Rk,c,eq}}{\gamma_{M,c,eq}}$		EN 1992-4, Tabella 7.1, Allegato C, sezione C.5
$N_{Rk,c,eq}$	$= \alpha_{gap} \cdot \alpha_{eq} \cdot N^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N}$	EN 1992-4, Eq. (7.1), Eq. (C.8)
$N_{Rd,c,eq,reduced}$	$= N_{Rd,c,eq} \cdot \frac{\delta_{N,req(DLS)}}{\delta_{N,eq(DLS)}}$	EN 1992-4, Eq. (C.11a)
$N^0_{Rk,c}$	$= k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5}$	EN 1992-4, Eq. (7.2)
$A^0_{c,N}$	$= s_{cr,N} \cdot s_{cr,N}$	EN 1992-4, Eq. (7.3)
$\psi_{s,N}$	$= 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \le 1,00$	EN 1992-4, Eq. (7.4)
$\psi_{ec1,N}$	$= \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,1}}{s_{cr,N}}\right)} \le 1,00$	EN 1992-4, Eq. (7.6)
$\psi_{ec2,N}$	$= \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,2}}{s_{cr,N}}\right)} \le 1,00$	EN 1992-4, Eq. (7.6)
$\psi_{M,N}$	$= 1$	EN 1992-4, Eq. (7.7)

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	$f_{c,cyl}$ [N/mm²]
255.780	540.225	367,5	735,0	25,00

$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
0,0	1,000	0,0	1,000	0,756	1,000

z [mm]	$\psi_{M,N}$	k_1	$N^0_{Rk,c}$ [kN]	α_{gap}	α_{eq}	$N_{Rk,c,eq}$ [kN]
0,0	1,000	7,700	147,642	1,000	0,850	44,891

$\gamma_{M,c,eq}$	$N_{Rd,c,eq}$ [kN]	$N_{Ed,eq}$ [kN]	$\delta_{N,req(DLS)}$ [mm]	$\delta_{N,eq(DLS)}$ [mm]	$N_{Rd,c,eq,reduced}$ [kN]
1,500	29,927	26,000	0,500	0,500	29,927

ID gruppo ancoranti
1

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

Impresa:		Pagina:	7
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	calcestruzzo - 2 set 2024	Data:	03/09/2024
Contratto N°:			

3.4 Fessurazione

$N_{Ed,eq} \le N_{Rd,sp,eq}$	$= \frac{N_{Rk,sp,eq}}{\gamma_{Msp,eq}}$	EN 1992-4, Tabella 7.1, Allegato C, sezione C.5
$N_{Rk,sp,eq}$	$= \alpha_{gap} \cdot \alpha_{eq} \cdot N^0_{Rk,sp} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{h,sp}$	EN 1992-4, Eq. (7.23), Eq. (C.8)
$N_{Rd,sp,eq,reduced}$	$= N_{Rd,sp,eq} \cdot \frac{\delta_{N,req(DLS)}}{\delta_{N,eq(DLS)}}$	EN 1992-4, Eq. (C.11a)
$N^0_{Rk,sp}$	$= \min\left(N^0_{Rk,p}, N^0_{Rk,c}\right)$	
$A^0_{c,N}$	$= s_{cr,sp} \cdot s_{cr,sp}$	EN 1992-4, Eq. (7.3)
$\psi_{s,N}$	$= 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,sp}} \le 1,00$	EN 1992-4, Eq. (7.4)
$\psi_{ec1,N}$	$= \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,1}}{s_{cr,sp}}\right)} \le 1,00$	EN 1992-4, Eq. (7.6)
$\psi_{ec2,N}$	$= \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,2}}{s_{cr,sp}}\right)} \le 1,00$	EN 1992-4, Eq. (7.6)
$\psi_{h,sp}$	$= \left(\frac{h}{h_{min}}\right)^{2/3} \le \max\left\{1; \left(\frac{h_{ef} + 1,5 \cdot c_1}{h_{min}}\right)^{2/3}\right\} \le 2,00$	EN 1992-4, Eq. (7.24)

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,sp}$ [mm]	$s_{cr,sp}$ [mm]	h_{min} [mm]	$\psi_{h,sp}$	$f_{c,cyl}$ [N/mm²]
153.370	240.100	245,0	490,0	281,0	1,151	25,00

$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	k_1
0,0	1,000	0,0	1,000	0,783	1,000	7,700

$N^0_{Rk,sp}$ [kN]	α_{gap}	α_{eq}	$\gamma_{M,sp,eq}$	$N_{Rd,sp,eq}$ [kN]	$N_{Ed,eq}$ [kN]
80,048	1,000	1,000	1,500	30,732	26,000

$\delta_{N,req(DLS)}$ [mm]	$\delta_{N,eq(DLS)}$ [mm]	$N_{Rd,sp,eq,reduced}$ [kN]
0,500	0,500	30,732

ID gruppo ancoranti
1

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

Impresa:		Pagina:	8
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	calcestruzzo - 2 set 2024	Data:	03/09/2024
Contratto N°:			

4 Carico di taglio (EN 1992-4, sezione 7.2.2, Allegato C, sezione C.5)

	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)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione **	N/A	N/A	N/A	N/A

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

5 Attenzione

- Fenomeni di ridistribuzione 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!
- Per la corretta scelta della categoria di performance sismica si controlli la normativa nazionale di riferimento.
- La verifica del trasferimento dei carichi nel materiale base è necessaria conformemente a EN 1992-A, allegato A!
- La progettazione è valida solamente se il foro passante non è più largo rispetto al valore riportato nella tabella 6.1 of EN 1992-4! Per diametri maggiori del foro passante vedere paragrafo 6.2.2 di EN 1992-4!
- 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.
- Per la determinazione del $\psi_{re,v}$ (rottura del bordo di calcestruzzo) è utilizzato il minimo copriferro definito nei parametri di calcolo come copriferro del rinforzo del bordo.
- L'adesione chimica caratteristica dipende dalle temperature di breve e di lungo periodo.
- 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!

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

6 Dati relativi all'installazione

Piastra d'ancoraggio, acciaio: S 235; E = 210.000,00 N/mm^2; f_{yk} = 235,00 N/mm^2

Profilo: nessun profilo

Diametro del foro nella piastra: d_f = 18,0 mm

Spessore della piastra (input): 12,0 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 V4 + HAS-U 8.8 M16

Codice articolo: 2223884 HAS-U 8.8 M16x300 (inserire) / 2287552 HIT-RE 500 V4 (resina)

Coppia di serraggio massima: 80 Nm

Diametro del foro nel materiale base: 18,0 mm

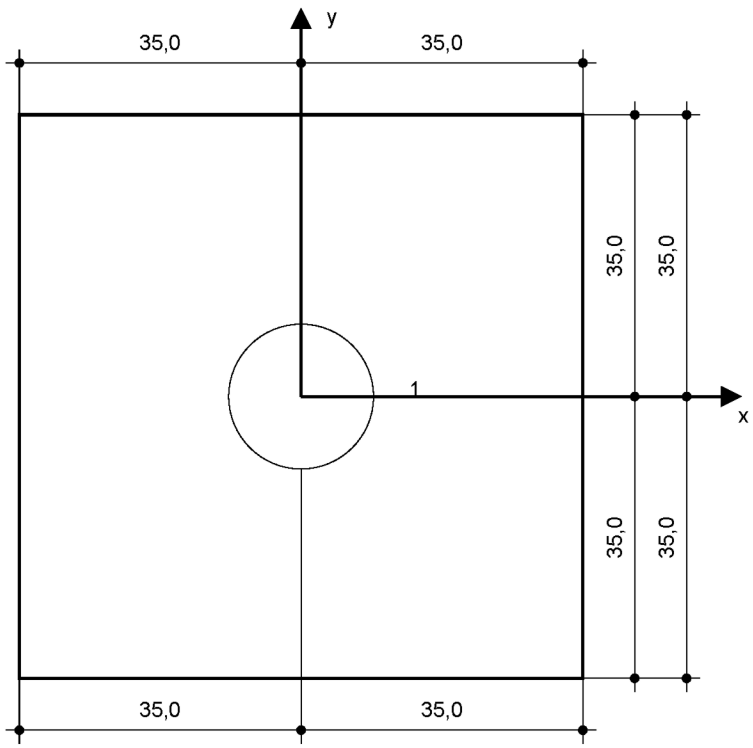
Profondità del foro nel materiale base: 245,0 mm

Spessore minimo del materiale base: 281,0 mm

Hilti HAS-U barra filettata with HIT-RE 500 V4 Resina ad iniezione with 245 mm embedment hef, M16, Acciaio zincato, Foro eseguito con roto-percussione installation per ETA 20/0541

6.1 Accessori richiesti

Perforazione	Pulizia	Posa
• Idoneo per rotopercussione • Dimensione appropriata della punta del trapano	• Aria compressa con i relativi accessori necessari per soffiare a partire dal fondo del foro. • Diametro appropriato dello scovolino	• 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	0,0	-	-	280,0	68,0

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

7 Osservazioni; doveri del cliente

- Tutte le informazioni e i dati contenuti nel Software riguardano solamente l'uso di prodotti Hilti e si basano su principi, formule e norme di sicurezza in conformità con le indicazioni tecniche, di funzionamento, montaggio e assemblaggio, ecc. della Hilti che devono essere rigorosamente rispettate da parte dell'utente. Tutt i valori in esso contenuti sono valori medi, quindi vanno effettuati test specifici prima di utilizzare il prodotto Hilti in questione. I risultati dei calcoli effettuati mediante il software si basano essenzialmente sui dati che l'utente ha inserito. Di conseguenza l'utente è l'unico responsabile per l'assenza di errori, la completezza e la pertinenza dei dati che vanno immessi. Inoltre, l'utente ha la responsabilità di far controllare e correggere i risultati dei calcoli da parte di un esperto, con particolare riguardo al rispetto di norme e autorizzazioni, prima di utilizzarli per uno scopo specifico. Il software serve solo come un compendio per interpretare le norme e i permessi, senza alcuna garanzia circa l'assenza di errori, la correttezza e la pertinenza dei risultati o di idoneità per una specifica applicazione.
- L'utente deve applicare tutti gli accorgimenti necessari e ragionevoli per prevenire o limitare i danni causati dal software. In particolare, l'utente deve organizzare un backup periodico dei programmi e dei dati e, se necessario, effettuare gli aggiornamenti del software offerti da Hilti in maniera regolare. Se non si utilizza la funzione di aggiornamento automatico del software, l'utente deve assicurarsi di utilizzare l'ultima versione e quindi di mantenere aggiornato il Software effettuando aggiornamenti manuali dal sito web Hilti. Hilti non è responsabile per le conseguenze derivanti da una violazione colposa di responsabilità da parte dell'utente, come il recupero di dati o programmi persi o danneggiati.

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan