



Comune di CASTELLANETA

PROVINCIA DI TARANTO

PROGETTO DEFINITIVO

Interventi antisfondellamento del solaio di copertura della sede comunale di Castellaneta

COMMITTENTE: COMUNE DI CASTELLANETA

Piazza Principe di Napoli

74011 Castellaneta (TA)

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO: Arch. De Finis Pantaleo

Piazza Principe di Napoli 74011 Castellaneta (TA)

PROGETTISTA: Ing. Rocco CAPUTO

via Beato Egidio n.6

74019 Palagianò (TA)

email: rocco_caputo@libero.it/ pec: rocco.caputo@ingpec.eu

P.IVA: 02519360735

ELABORATO:

Cps_ CALCOLO PRELIMINARE DELLE STRUTTURE

DATA: Dicembre 2016

**RELAZIONE DESCRITTIVA SUGLI
INTERVENTI DI RINFORZO STRUTTURALE
DEI PORTALI IN ACCIAIO
DELLA SEDE COMUNALE DI CASTELLANETA**

Dicembre 2016

Il Progettista
Ing. Caputo Rocco

Premessa

Oggetto della presente relazione è il progetto degli interventi di rinforzo strutturale delle travi in acciaio poste al piano terra e primo del Municipio di Castellaneta. Tali interventi si rendono necessari in seguito al manifestarsi di importanti dissesti che hanno comportato anche il crollo parziale dei plafoni di laterizio del solaio dell'aula consiliare.

Quadro Normativo

L'analisi della struttura e le verifiche sugli elementi sono state condotte in accordo alle vigenti disposizioni legislative ed in particolare delle seguenti norme:

• **Legge 5 novembre 1971 n. 1086**

"Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica."

• **Legge 02/02/74, n.64,**

"Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche."

• **Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008**

(G. U. n. 29 del 4.2.2008 supplemento ordinario n. 30) "Norme tecniche per le costruzioni"

• **Circolare 2 febbraio 2009, n. 617**

Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008

• **C.N.R. n. 10024/1986**

"Analisi di strutture mediante elaboratore. Impostazione e Redazione delle relazioni di calcolo"

Descrizione dell'opera

La struttura oggetto di intervento è in muratura portante con solai in latero-cemento. Negli anni, in seguito a mutate esigenze funzionali, due muri portanti furono demoliti e sostituiti con travi in acciaio. In particolare:

- Muro portante al piano terra presso i locali ora adibiti a Banca il cui solaio rappresenta il piano di calpestio dell'aula Consiliare. Il muro è stato sostituito con un doppio IPE160;
- Muro portante al piano primo presso il locale adibito ad Aula Consiliare. Il muro è stato sostituito con un doppio NP200.

Le travi risultano essere direttamente appoggiate sulle murature perimetrali senza l'impiego di particolari supporti e/o realizzazione di rinforzi locali.

Descrizione degli interventi da realizzare

Al fine di garantire un idoneo grado di sicurezza, non ritenendo gli interventi realizzati idonei, si è ritenuto opportuno realizzare nuovi rinforzi mediante la realizzazione di nuovi portali in acciaio trascurando del tutto il contributo, in termini di resistenza, di quanto già realizzato.

I telai sono stati progettati impiegando acciaio S275 e le verifiche sono state condotte considerando i soli carichi verticali: tali interventi pertanto non si configurano come miglioria sismica ma come semplici rinforzi strutturali.

I carichi adottati sono stati i seguenti:

- 700 daN/mq come carico permanente (pesi propri, massetti, pavimenti etc.)
- 200 daN/mq come sovraccarico accidentale per le coperture
- 400 daN/mq come sovraccarico accidentale per il piano di calpestio della sala consiliare.

Ne deriva che i carichi applicati sulle travi sono i seguenti:

Piano terra:

• $700 \times 7,80 / 2 = 2730$ daN/m, arrotondato a 3000 daN/m

• $400 \times 7,80 / 2 = 1560$ daN/m, arrotondato a 1500 daN/m

Piano primo:

• $700 \times 4,00 / 2 = 1400$ daN/m, arrotondato a 1500 daN/m

$400 \times 2,00 / 2 = 400$ daN/m, arrotondato a 500 daN/m

Non potendo predisporre idonei ancoraggi sulla struttura preesistente i portali sono stati ipotizzati incernierati alla base.

Le verifiche sono state effettuate garantendo un freccia inferiore a 1/500 della luce.

VERIFICA PORTALE LOCALE BANCA ZONA SPORTELLI –

DOPPIA IPE 300



Software e Servizi
per l'Ingegneria s.r.l.

PRO_SAP
PROfessional **S**tructural **A**nalysis **P**rogram

Relazione di calcolo strutturale impostata e redatta secondo le modalità previste nel D.M. 14 Gennaio 2008 cap. 10 “Redazione dei progetti strutturali esecutivi e delle relazioni di calcolo”.

2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria S.r.l.
Via Garibaldi, 90
44121 Ferrara FE (Italy)

Tel. +39 0532 200091
Fax +39 0532 200086

www.2si.it
info@2si.it

D.M. 14/01/08 cap. 10.2 Affidabilità dei codici utilizzati
<http://www.2si.it/software/Affidabilit .htm>

CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI

LEGENDA TABELLA DATI MATERIALI

Il programma consente l'uso di materiali diversi. Sono previsti i seguenti tipi di materiale:

1	materiale tipo cemento armato
2	materiale tipo acciaio
3	materiale tipo muratura
4	materiale tipo legno
5	materiale tipo generico

I materiali utilizzati nella modellazione sono individuati da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni materiale vengono riportati in tabella i seguenti dati:

Young	modulo di elasticità normale
Poisson	coefficiente di contrazione trasversale
G	modulo di elasticità tangenziale
Gamma	peso specifico
Alfa	coefficiente di dilatazione termica

I dati soprariportati vengono utilizzati per la modellazione dello schema statico e per la determinazione dei carichi inerziali e termici. In relazione al tipo di materiale vengono riportati inoltre:

1	cemento armato		
		Rck	resistenza caratteristica cubica
		Fctm	resistenza media a trazione semplice
2	acciaio		
		Ft	tensione di rottura a trazione
		Fy	tensione di snervamento
		Fd	resistenza di calcolo
		Fdt	resistenza di calcolo per spess. t>40 mm
		Sadm	tensione ammissibile
		Sadmt	tensione ammissibile per spess. t>40 mm
3	muratura		
		Resist. Fk	resistenza caratteristica a compressione
		Resist. Fvko	resistenza caratteristica a taglio
4	legno		
		Resist. fc0k	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per compressione
		Resist. ft0k	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per trazione
		Resist. fmk	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per flessione
		Resist. fvk	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per taglio
		Modulo E0,05	Modulo elastico parallelo caratteristico
		Lamellare	lamellare o massiccio

Vengono inoltre riportate le tabelle contenenti il riassunto delle informazioni assegnate nei criteri di progetto in uso.

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** "Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST" - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito www.2si.it, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Modellazione di strutture in c.a.

Test N°	Titolo
41	GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER TRAVI IN C.A.
42	GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER PILASTRI IN C.A.
43	VERIFICA ALLE T.A. DI STRUTTURE IN C.A.
44	VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE IN C.A.
45	VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI PIASTRE IN C.A.
46	VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI TRAVI IN C.A.
47	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 9/1/96
48	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 14/1/2008
49	VERIFICA ALLO SLE (TENSIONI E FESSURAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
50	VERIFICA ALLO SLE (DEFORMAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
51	FATTORE DI STRUTTURA
52	SOVRARESISTENZE
53	DETTAGLI COSTRUTTIVI C.A.: LIMITI D'ARMATURA PILASTRI E NODI TRAVE-PILASTRO
54	PARETI IN C.A. SNELLE IN ZONA SISMICA
80	ANALISI PUSHOVER DI UN EDIFICIO IN C.A.
120	PROGETTO E VERIFICA DI TRAVI PREM

Modellazione di strutture in acciaio

Test N°	Titolo
55	VERIFICA DI STABILITA' DI ASTE COMPRESSE IN ACCIAIO – METODO OMEGA
56	LUCE LIBERA DI TRAVI E ASTE IN ACCIAIO
57	LUCE LIBERA DI COLONNE IN ACCIAIO
58	SVERGOLAMENTO DI TRAVI IN ACCIAIO
59	FATTORE DI STRUTTURA
60	ACCIAIO D.M.2008
61	ACCIAIO EC3
62	GERARCHIA RESISTENZE STRUTTURE IN ACCIAIO
63	STABILITA' DI ASTE COMPOSTE IN ACCIAIO
73	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA IRRIGIDIMENTI TRASVERSALI
74	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA DI UN PIATTO DI RINFORZO SALDATO ALL'ANIMA DELLA COLONNA
75	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA DI DUE PIATTI DI RINFORZO SALDATI ALL'ANIMA DELLA COLONNA
76	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO A DUE VIE SU ALI COLONNA
77	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO A UNA VIA CON DUE COMBINAZIONI DI CARICO
78	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO SU ANIMA SENZA RINFORZI A QUATTRO FILE DI BULLONI DI CUI UNA SU PIASTRA INFERIORE E UNA SU PIASTRA SUPERIORE
79	VERIFICA DELLA PIASTRA NODO TRAVE COLONNA
85	TELAIO ACCIAIO: CONTROVENTI CONCENTRICI

Modellazione di strutture in muratura

Test N°	Titolo
81	ANALISI PUSHOVER DI UNA STRUTTURA IN MURATURA
84	ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE, PARETE IN MURATURA
86	VERIFICA NON SISMICA DELLE MURATURE (D.M. 87 TA)
87	VERIFICA NON SISMICA DELLE MURATURE (D.M. 2005 SL)
88	FATTORE DI STRUTTURA

Modellazione di strutture in legno

Test N°	Titolo
17	SOLAIO: MISTO LEGNO-CALCESTRUZZO
89	VERIFICA ALLO SLU DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
90	VERIFICA ALLO SLE DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
91	FATTORE DI STRUTTURA
92	VERIFICHE EC5
93	SNELLEZZE EC5
94	VERIFICA AL FUOCO DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
117	PROGETTO E VERIFICA DI GUSCI IN MATERIALE XLAM
118	PROGETTO E VERIFICA DI PARETI IN MATERIALE XLAM E RELATIVI COLLEGAMENTI
119	PROGETTO E VERIFICA DI SOLAI IN MATERIALE XLAM

Id	Tipo / Note		Young	Poisson	G	Gamma	Alfa
		daN/cm2	daN/cm2		daN/cm2	daN/cm3	
11	acciaio Fe430 - S275		2.100e+06	0.30	8.077e+05	7.80e-03	1.20e-05
	ft	4300.0					
	fy	2750.0					
	fd	2750.0					
	fdt	2500.0					
	sadm	1900.0					
	sadmt	1700.0					

Aste acc.	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
Generalità						
Beta assegnato	0.80					
Verifica come controvento	No					
Usa condizioni I e II	Si					

Coefficiente gamma M0	1.05					
Coefficiente gamma M1	1.05					
Coefficiente gamma M2	1.25					

Pilastr. acc.	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
Lunghezze libere						
Metodo di calcolo 2-2	Assegnato					
2-2 Beta assegnato	2.00					
2-2 Beta * L assegnato [cm]	0.0					
Metodo di calcolo 3-3	Assegnato					
3-3 Beta assegnato	2.00					
3-3 Beta * L assegnato [cm]	0.0					
1-1 Beta assegnato	1.00					
1-1 Beta * L assegnato [cm]	0.0					
Generalità						
Coefficiente gamma M0	1.05					
Coefficiente gamma M1	1.05					
Coefficiente gamma M2	1.25					
Effetti del 2 ordine	Si					
Momenti equivalenti	Si					
Usa condizioni I e II	Si					

Travi acc.	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
Lunghezze libere						
3-3 Beta * L automatico	Si					
3-3 Beta assegnato	1.00					
3-3 Beta assegnato [cm]	0.0					
2-2 Beta * L automatico	Si					
2-2 Beta assegnato	1.00					
2-2 Beta * L assegnato [cm]	0.0					
1-1 Beta * L automatico	Si					
1-1 Beta assegnato	1.00					

1-1 Beta * L assegnato [cm]	0.0					
Generalità						
Coefficiente gamma M0	1.05					
Coefficiente gamma M1	1.05					
Coefficiente gamma M2	1.25					
Luce di taglio per GR [cm]	1.00					
Usa condizioni I e II	Si					
Momenti equivalenti	Si					

MODELLAZIONE DELLE SEZIONI

LEGENDA TABELLA DATI SEZIONI

Il programma consente l'uso di sezioni diverse. Sono previsti i seguenti tipi di sezione:

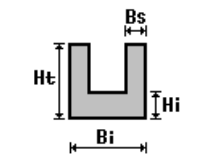
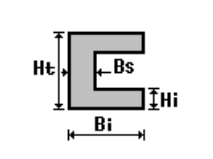
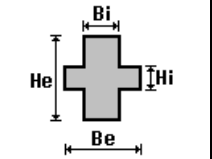
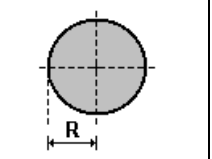
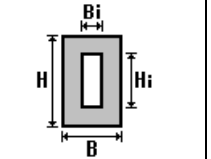
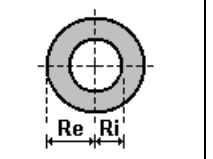
- 1 sezione di tipo generico
- 2 profilati semplici
- 3 profilati accoppiati e speciali

Le sezioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni sezione vengono riportati in tabella i seguenti dati:

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

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

rettangolare	a T	a T rovescia	a T di colmo	a L	a L specchiata
a L specchiata rovescia	a L rovescia	a L di colmo	a doppio T	a quattro specchiata	a quattro

					
a U	a C	a croce	circolare	rettangolare cava	circolare cava

Per quanto concerne i profilati semplici ed accoppiati l'asse 2 del riferimento coincide con l'asse x riportato nei più diffusi profilati.

Per quanto concerne le sezioni di tipo generico (tipo 1.):

i valori dimensionali con prefisso B sono riferiti all'asse 2

i valori dimensionali con prefisso H sono riferiti all'asse 3

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** "Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST" - versione Settembre 2014, disponibile per il download sul sito www.2si.it, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Test N°	Titolo
1	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI
45	VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE IN C.A.
48	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 9/1/96
49	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 14/1/2008
50	VERIFICA ALLO SLE (TENSIONI E FESSURAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
51	VERIFICA ALLO SLE (DEFORMAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
104	ANALISI DI RESISTENZA AL FUOCO

Id	Tipo	Area	A V2	A V3	Jt	J 2-2	J 3-3	W 2-2	W 3-3	Wp 2-2	Wp 3-3
		cm2	cm2	cm2	cm4	cm4	cm4	cm3	cm3	cm3	cm3
1	2 IPE 300 affiancati	107.60	0.0	0.0	40.20	7260.50	1.671e+04	484.03	1114.20	807.00	1256.80

MODELLAZIONE STRUTTURA: NODI

LEGENDA TABELLA DATI NODI

Il programma utilizza per la modellazione nodi strutturali.

Ogni nodo è individuato dalle coordinate cartesiane nel sistema di riferimento globale (X Y Z).

Ad ogni nodo è eventualmente associato un codice di vincolamento rigido, un codice di fondazione speciale, ed un set di sei molle (tre per le traslazioni, tre per le rotazioni). Le tabelle sottoriportate riflettono le succitate possibilità. In particolare per ogni nodo viene indicato in tabella:

Nodo	numero del nodo.
X	valore della coordinata X
Y	valore della coordinata Y
Z	valore della coordinata Z

Per i nodi ai quali sia associato un codice di vincolamento rigido, un codice di fondazione speciale o un set di molle viene indicato in tabella:

Nodo	numero del nodo.
X	valore della coordinata X
Y	valore della coordinata Y
Z	valore della coordinata Z
Note	eventuale codice di vincolo (es. v=110010 sei valori relativi ai sei gradi di libertà previsti per il nodo TxTyTzRxRyRz, il valore 1 indica che lo spostamento o rotazione relativo è impedito, il valore 0 indica che lo spostamento o rotazione relativo è libero).
Note	(FS = 1, 2,...) eventuale codice del tipo di fondazione speciale (1, 2,... fanno riferimento alle tipologie: plinto, palo, plinto su pali,...) che è collegato al nodo. (ISO = "id SIGLA") indice e sigla identificativa dell' eventuale isolatore sismico assegnato al nodo
Rig. TX	valore della rigidezza dei vincoli elastici eventualmente applicati al nodo, nello specifico TX (idem per TY, TZ, RX, RY, RZ).

Per strutture sismicamente isolate viene inoltre inserita la tabella delle caratteristiche per gli isolatori utilizzati; le caratteristiche sono indicate in conformità al cap. 7.10 del D.M. 14/01/08

TABELLA DATI NODI

Nodo	X	Y	Z	Nodo	X	Y	Z	Nodo	X	Y	Z
	cm	cm	cm		cm	cm	cm		cm	cm	cm
3	0.0	0.0	430.0	4	580.0	0.0	430.0				

Nodo	X	Y	Z	Note	Rig. TX	Rig. TY	Rig. TZ	Rig. RX	Rig. RY	Rig. RZ
	cm	cm	cm		daN/cm	daN/cm	daN/cm	daN cm/rad	daN cm/rad	daN cm/rad
1	0.0	0.0	0.0	v=111101						
2	580.0	0.0	0.0	v=111101						

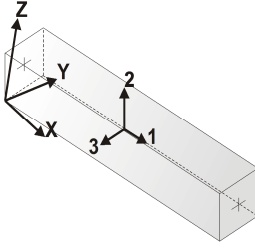
MODELLAZIONE STRUTTURA: ELEMENTI TRAVE

TABELLA DATI TRAVI

Il programma utilizza per la modellazione elementi a due nodi denominati in generale travi.

Ogni elemento trave è individuato dal nodo iniziale e dal nodo finale.

Ogni elemento è caratterizzato da un insieme di proprietà riportate in tabella che ne completano la modellazione.

	orientamento elementi 2D non verticali		orientamento elementi 2D verticali
---	--	--	------------------------------------

In particolare per ogni elemento viene indicato in tabella:

Elem.	numero dell'elemento
Note	codice di comportamento: trave, trave di fondazione, pilastro, asta, asta tesa, asta compressa,
Nodo I (J)	numero del nodo iniziale (finale)
Mat.	codice del materiale assegnato all'elemento
Sez.	codice della sezione assegnata all'elemento
Rotaz.	valore della rotazione dell'elemento, attorno al proprio asse, nel caso in cui l'orientamento di default non sia adottabile; l'orientamento di default prevede per gli elementi non verticali l'asse 2 contenuto nel piano verticale e l'asse 3 orizzontale, per gli elementi verticali l'asse 2

	diretto secondo X negativo e l'asse 3 diretto secondo Y negativo
Svincolo I (J)	codici di svincolo per le azioni interne; i primi sei codici si riferiscono al nodo iniziale, i restanti sei al nodo finale (il valore 1 indica che la relativa azione interna non è attiva)
Wink V	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione della trave su suolo elastico
Wink O	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione del suolo elastico orizzontale

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** "Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST" - versione Settembre 2014, disponibile per il download sul sito www.2si.it, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Test N°	Titolo
2	TRAVI A UNA CAMPATA
3	TRAVE A PIU' CAMPATE
4	TRAVE A UNA CAMPATA SU TERRENO ALLA WINKLER
5	TRAVI SU TERRENO ALLA WINKLER CON CARICO TRASVERSALE
6	TELAI PIANI CON CERNIERE ALLA BASE
7	TELAI PIANI CON INCASTRI ALLA BASE
11	STRUTTURE SOGGETTE A VARIAZIONI TERMICHE
12	STRUTTURE SU TERRENO ALLA WINKLER SOTTOPOSTE A CARICHI DISTRIBUITI TRIANGOLARI
21	DRILLING
24	TENSIONI E ROTAZIONI RISPETTO ALLA CORDA DI ELEMENTI TRAVE
27	FRECCIA DI ELEMENTI TRAVE
42	GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER TRAVI IN C.A.
43	GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER PILASTRI IN C.A.
44	VERIFICA ALLE TA DI STRUTTURE IN C.A.
45	VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE IN C.A.
47	VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI TRAVI IN C.A.
48	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 9/1/96
49	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 14/1/2008
50	VERIFICA ALLO SLE (TENSIONI E FESSURAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
51	VERIFICA ALLO SLE (DEFORMAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
52	FATTORE DI STRUTTURA
53	SOVRARESISTENZE
54	DETTAGLI COSTRUTTIVI C.A.: LIMITI D'ARMATURA PILASTRI E NODI TRAVE-PILASTRO
56	VERIFICA DI STABILITA' DI ASTE COMPRESSE IN ACCIAIO – METODO OMEGA
57	LUCE LIBERA DI TRAVI E ASTE IN ACCIAIO
58	LUCE LIBERA DI COLONNE IN ACCIAIO
59	SVERGOLAMENTO DI TRAVI IN ACCIAIO
64	STABILITA' DI ASTE COMPOSTE IN ACCIAIO
73	VALUTAZIONE EFFETTO P- δ SU PILASTRATA
74	VALUTAZIONE EFFETTO P- δ SU TELAIO 3D
85	ANALISI PUSHOVER DI UN EDIFICIO IN C.A.
87	ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE
88	ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE
98	VERIFICA ALLO SLU DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
99	VERIFICA ALLO SLE DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
102	SNELLEZZE EC5

130	PROGETTO E VERIFICA DI TRAVI PREM
-----	-----------------------------------

Elem.	Note	Nodo I	Nodo J	Mat.	Sez.	Rotaz. gradi	Svincolo I	Svincolo J	Wink V daN/cm3	Wink O daN/cm3
1	Pilas.	1	3	11	1					
2	Trave	3	4	11	1					
3	Pilas.	2	4	11	1					

MODELLAZIONE DELLE AZIONI

LEGENDA TABELLA DATI AZIONI

Il programma consente l'uso di diverse tipologie di carico (azioni). Le azioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni azione applicata alla struttura viene di riportato il codice, il tipo e la sigla identificativa. Le tabelle successive dettagliano i valori caratteristici di ogni azione in relazione al tipo. Le tabelle riportano infatti i seguenti dati in relazione al tipo:

1	carico concentrato nodale
	6 dati (forza Fx, Fy, Fz, momento Mx, My, Mz)
2	spostamento nodale impresso
	6 dati (spostamento Tx, Ty, Tz, rotazione Rx, Ry, Rz)
3	carico distribuito globale su elemento tipo trave
	7 dati (fx, fy, fz, mx, my, mz, ascissa di inizio carico)
	7 dati (fx, fy, fz, mx, my, mz, ascissa di fine carico)
4	carico distribuito locale su elemento tipo trave
	7 dati (f1, f2, f3, m1, m2, m3, ascissa di inizio carico)
	7 dati (f1, f2, f3, m1, m2, m3, ascissa di fine carico)
5	carico concentrato globale su elemento tipo trave
	7 dati (Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz, ascissa di carico)
6	carico concentrato locale su elemento tipo trave
	7 dati (F1, F2, F3, M1, M2, M3, ascissa di carico)
7	variazione termica applicata ad elemento tipo trave
	7 dati (variazioni termiche: uniforme, media e differenza in altezza e larghezza al nodo iniziale e finale)
8	carico di pressione uniforme su elemento tipo piastra
	1 dato (pressione)
9	carico di pressione variabile su elemento tipo piastra
	4 dati (pressione, quota, pressione, quota)
10	variazione termica applicata ad elemento tipo piastra
	2 dati (variazioni termiche: media e differenza nello spessore)
11	carico variabile generale su elementi tipo trave e piastra
	1 dato descrizione della tipologia
	4 dati per segmento (posizione, valore, posizione, valore)
	la tipologia precisa l'ascissa di definizione, la direzione del carico, la modalità di carico e la larghezza d'influenza per gli elementi tipo trave
12	gruppo di carichi con impronta su piastra
	9 dati (numero di ripetizioni in direzione X e Y, valore di ciascun carico, posizione centrale del primo, dimensioni dell'impronta, interasse tra i carichi)

	Carico concentrato nodale		Spostamento impresso
	Carico distribuito globale		Carico distribuito locale
	Carico concentrato globale		Carico concentrato locale
	Carico termico 2D		Carico termico 3D
	Carico pressione uniforme		Carico pressione variabile

Tipo	carico distribuito globale su trave
------	-------------------------------------

Id	Tipo	Pos.	fx	fy	fz	mx	my	mz
		m	daN/ m	daN/ m	daN/ m	daN	daN	daN
1	DG:Fzi=-30.00 Fzf=-30.00	0.0	0.0	0.0	-3000.00	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-3000.00	0.0	0.0	0.0
2	DG:Fzi=-15.00 Fzf=-15.00	0.0	0.0	0.0	-1500.00	0.0	0.0	0.0

		0.0	0.0	0.0	-1500.00	0.0	0.0	0.0
--	--	-----	-----	-----	----------	-----	-----	-----

SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO

LEGENDA TABELLA CASI DI CARICO

Il programma consente l'applicazione di diverse tipologie di casi di carico.

Sono previsti i seguenti 11 tipi di casi di carico:

	Sigla	Tipo	Descrizione
1	Ggk	A	caso di carico comprensivo del peso proprio struttura
2	Gk	NA	caso di carico con azioni permanenti
3	Qk	NA	caso di carico con azioni variabili
4	Gsk	A	caso di carico comprensivo dei carichi permanenti sui solai e sulle coperture
5	Qsk	A	caso di carico comprensivo dei carichi variabili sui solai
6	Qnk	A	caso di carico comprensivo dei carichi di neve sulle coperture
7	Qtk	SA	caso di carico comprensivo di una variazione termica agente sulla struttura
8	Qvk	NA	caso di carico comprensivo di azioni da vento sulla struttura
9	Esk	SA	caso di carico sismico con analisi statica equivalente
10	Edk	SA	caso di carico sismico con analisi dinamica
11	Etk	NA	caso di carico comprensivo di azioni derivanti dall' incremento di spinta delle terre in condizione sismica
12	PK	NA	caso di carico comprensivo di azioni derivanti da coazioni, cedimenti e precompressioni

Sono di tipo automatico A (ossia non prevedono introduzione dati da parte dell'utente) i seguenti casi di carico: 1-Ggk; 4-Gsk; 5-Qsk; 6-Qnk.

Sono di tipo semi-automatico SA (ossia prevedono una minima introduzione dati da parte dell'utente) i seguenti casi di carico:

7-Qtk, in quanto richiede solo il valore della variazione termica;

9-Esk e 10-Edk, in quanto richiedono il valore dell'angolo di ingresso del sisma e l'individuazione dei casi di carico partecipanti alla definizione delle masse.

Sono di tipo non automatico NA ossia prevedono la diretta applicazione di carichi generici agli elementi strutturali (si veda il precedente punto Modellazione delle Azioni) i restanti casi di carico.

Nella tabella successiva vengono riportati i casi di carico agenti sulla struttura, con l'indicazione dei dati relativi al caso di carico stesso:

Numero Tipo e Sigla identificativa, Valore di riferimento del caso di carico (se previsto).

In successione, per i casi di carico non automatici, viene riportato l'elenco di nodi ed elementi direttamente caricati con la sigla identificativa del carico.

Per i casi di carico di tipo sismico (9-Esk e 10-Edk), viene riportata la tabella di definizione delle masse: per ogni caso di carico partecipante alla definizione delle masse viene indicata la relativa aliquota (partecipazione) considerata. Si precisa che per i caso di carico 5-Qsk e 6-Qnk la partecipazione è prevista localmente per ogni elemento solaio o copertura presente nel modello (si confronti il valore Sksol nel capitolo relativo agli elementi solaio) e pertanto la loro partecipazione è di norma pari a uno.

CDC	Tip o	Sigla Id	Note
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)	
2	Gk	CDC=G1k (permanente generico)	D2 : 2 Azione : DG:Fzi=-30.00 Fzf=-30.00
3	Qk	CDC=Qk (variabile generico)	D2 : 2 Azione : DG:Fzi=-15.00 Fzf=-15.00

DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI

LEGENDA TABELLA COMBINAZIONI DI CARICO

Il programma combina i diversi tipi di casi di carico (CDC) secondo le regole previste dalla normativa vigente.

Le combinazioni previste sono destinate al controllo di sicurezza della struttura ed alla verifica degli spostamenti e delle sollecitazioni.

La prima tabella delle combinazioni riportata di seguito comprende le seguenti informazioni: *Numero, Tipo, Sigla identificativa*. Una seconda tabella riporta il *peso nella combinazione* assunto per ogni caso di carico.

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

Combinazione fondamentale SLU

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

Combinazione caratteristica (rara) SLE

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

Combinazione frequente SLE

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

Combinazione quasi permanente SLE

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

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

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

Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite connessi alle azioni eccezionali

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

Dove:

NTC 2008 Tabella 2.5.I

Destinazione d'uso/azione	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Categoria A residenziali	0,70	0,50	0,30
Categoria B uffici	0,70	0,50	0,30
Categoria C ambienti suscettibili di affollamento	0,70	0,70	0,60
Categoria D ambienti ad uso commerciale	0,70	0,70	0,60
Categoria E biblioteche, archivi, magazzini,...	1,00	0,90	0,80
Categoria F Rimesse e parcheggi (autoveicoli ≤ 30 kN)	0,70	0,70	0,60
Categoria G Rimesse e parcheggi (autoveicoli >30 kN)	0,70	0,50	0,30
Categoria H Coperture	0,00	0,00	0,00
Vento	0,60	0,20	0,00
Neve a quota ≤ 1000 m	0,50	0,20	0,00
Neve a quota >1000 m	0,70	0,50	0,20
Variazioni Termiche	0,60	0,50	0,00

Nelle verifiche possono essere adottati in alternativa due diversi approcci progettuali:

- per l'approccio 1 si considerano due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti di sicurezza parziali per le azioni, per i materiali e per la resistenza globale (combinazione 1 con coefficienti A1 e combinazione 2 con coefficienti A2),
- per l'approccio 2 si definisce un'unica combinazione per le azioni, per la resistenza dei materiali e per la resistenza globale (con coefficienti A1).

NTC 2008 Tabella 2.6.I

		Coefficiente γ_f	EQU	A1	A2
Carichi permanenti	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali (Non compiutamente definiti)	Favorevoli	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	Favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
1	SLU	Comb. SLU A1 1	

2	SLU	Comb. SLU A1 2	
3	SLU	Comb. SLU A1 3	
4	SLU	Comb. SLU A1 4	
5	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 5	
6	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 6	
7	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 7	
8	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 8	
9	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 9	
10	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 10	

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
1	1.30	1.30	0.0											
2	1.30	1.30	1.50											
3	1.00	1.00	0.0											
4	1.00	1.00	1.50											
5	1.00	1.00	0.0											
6	1.00	1.00	1.00											
7	1.00	1.00	0.0											
8	1.00	1.00	0.90											
9	1.00	1.00	0.0											
10	1.00	1.00	0.80											

RISULTATI NODALI

LEGENDA RISULTATI NODALI

Il controllo dei risultati delle analisi condotte, per quanto concerne i nodi strutturali, è possibile in relazione alle tabelle sottoriportate.

Una prima tabella riporta infatti per ogni nodo e per ogni combinazione (o caso di carico) gli spostamenti nodali.

Una seconda tabella riporta per ogni nodo a cui sia associato un vincolo rigido e/o elastico o una fondazione speciale e per ogni combinazione (o caso di carico) i valori delle azioni esercitate dalla struttura sui vincoli (reazioni vincolari cambiate di segno).

Una terza tabella, infine riassume per ogni nodo le sei combinazioni in cui si attingono i valori minimi e massimi della reazione Fz, della reazione Mx e della reazione My.

Nodo	Cmb	Traslazione X	Traslazione Y	Traslazione Z	Rotazione X	Rotazione Y	Rotazione Z
		cm	cm	cm			
1	1	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.53e-03	0.0
1	2	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.39e-03	0.0
1	3	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.18e-03	0.0
1	4	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.04e-03	0.0

1	5	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.18e-03	0.0
1	6	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.75e-03	0.0
1	7	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.18e-03	0.0
1	8	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.69e-03	0.0
1	9	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.18e-03	0.0
1	10	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.63e-03	0.0
2	1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.53e-03	0.0
2	2	0.0	0.0	0.0	0.0	2.39e-03	0.0
2	3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.18e-03	0.0
2	4	0.0	0.0	0.0	0.0	2.04e-03	0.0
2	5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.18e-03	0.0
2	6	0.0	0.0	0.0	0.0	1.75e-03	0.0
2	7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.18e-03	0.0
2	8	0.0	0.0	0.0	0.0	1.69e-03	0.0
2	9	0.0	0.0	0.0	0.0	1.18e-03	0.0
2	10	0.0	0.0	0.0	0.0	1.63e-03	0.0
3	1	2.24e-03	0.0	-0.02	0.0	3.08e-03	0.0
3	2	3.50e-03	0.0	-0.03	0.0	4.80e-03	0.0
3	3	1.73e-03	0.0	-0.02	0.0	2.37e-03	0.0
3	4	2.99e-03	0.0	-0.03	0.0	4.09e-03	0.0
3	5	1.73e-03	0.0	-0.02	0.0	2.37e-03	0.0
3	6	2.57e-03	0.0	-0.03	0.0	3.52e-03	0.0
3	7	1.73e-03	0.0	-0.02	0.0	2.37e-03	0.0
3	8	2.48e-03	0.0	-0.02	0.0	3.40e-03	0.0
3	9	1.73e-03	0.0	-0.02	0.0	2.37e-03	0.0
3	10	2.40e-03	0.0	-0.02	0.0	3.29e-03	0.0
4	1	-2.24e-03	0.0	-0.02	0.0	-3.08e-03	0.0
4	2	-3.50e-03	0.0	-0.03	0.0	-4.80e-03	0.0
4	3	-1.73e-03	0.0	-0.02	0.0	-2.37e-03	0.0
4	4	-2.99e-03	0.0	-0.03	0.0	-4.09e-03	0.0
4	5	-1.73e-03	0.0	-0.02	0.0	-2.37e-03	0.0
4	6	-2.57e-03	0.0	-0.03	0.0	-3.52e-03	0.0
4	7	-1.73e-03	0.0	-0.02	0.0	-2.37e-03	0.0
4	8	-2.48e-03	0.0	-0.02	0.0	-3.40e-03	0.0
4	9	-1.73e-03	0.0	-0.02	0.0	-2.37e-03	0.0
4	10	-2.40e-03	0.0	-0.02	0.0	-3.29e-03	0.0
Nodo		Traslazione X	Traslazione Y	Traslazione Z	Rotazione X	Rotazione Y	Rotazione Z
		-3.50e-03	0.0	-0.03	0.0	-4.80e-03	0.0
		3.50e-03	0.0	0.0	0.0	4.80e-03	0.0
Nodo		Cmb	Azione X	Azione Y	Azione Z	Azione RX	Azione RY
			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
1	1	-1748.18	0.0	-1.210e+04	0.0	0.0	0.0
1	2	-2729.29	0.0	-1.862e+04	0.0	0.0	0.0
1	3	-1344.75	0.0	-9304.28	0.0	0.0	0.0
1	4	-2325.87	0.0	-1.583e+04	0.0	0.0	0.0
1	5	-1344.75	0.0	-9304.28	0.0	0.0	0.0
1	6	-1998.83	0.0	-1.365e+04	0.0	0.0	0.0
1	7	-1344.75	0.0	-9304.28	0.0	0.0	0.0
1	8	-1933.42	0.0	-1.322e+04	0.0	0.0	0.0
1	9	-1344.75	0.0	-9304.28	0.0	0.0	0.0
1	10	-1868.01	0.0	-1.278e+04	0.0	0.0	0.0
2	1	1748.18	0.0	-1.210e+04	0.0	0.0	0.0
2	2	2729.29	0.0	-1.862e+04	0.0	0.0	0.0
2	3	1344.75	0.0	-9304.28	0.0	0.0	0.0
2	4	2325.87	0.0	-1.583e+04	0.0	0.0	0.0
2	5	1344.75	0.0	-9304.28	0.0	0.0	0.0
2	6	1998.83	0.0	-1.365e+04	0.0	0.0	0.0
2	7	1344.75	0.0	-9304.28	0.0	0.0	0.0
2	8	1933.42	0.0	-1.322e+04	0.0	0.0	0.0
2	9	1344.75	0.0	-9304.28	0.0	0.0	0.0
2	10	1868.01	0.0	-1.278e+04	0.0	0.0	0.0
Nodo		Azione X	Azione Y	Azione Z	Azione RX	Azione RY	Azione RZ
		-2729.29	0.0	-1.862e+04	0.0	0.0	0.0
		2729.29	0.0	-9304.28	0.0	0.0	0.0
Nodo		Cmb	Azione X	Azione Y	Azione Z	Azione RX	Azione RY
			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
1	2	-2729.29	0.0	-1.862e+04	0.0	0.0	0.0

	3	-1344.75	0.0	-9304.28	0.0	0.0	0.0
	1	-1748.18	0.0	-1.210e+04	0.0	0.0	0.0
	1	-1748.18	0.0	-1.210e+04	0.0	0.0	0.0
	1	-1748.18	0.0	-1.210e+04	0.0	0.0	0.0
	1	-1748.18	0.0	-1.210e+04	0.0	0.0	0.0
2	2	2729.29	0.0	-1.862e+04	0.0	0.0	0.0
	3	1344.75	0.0	-9304.28	0.0	0.0	0.0
	1	1748.18	0.0	-1.210e+04	0.0	0.0	0.0
	1	1748.18	0.0	-1.210e+04	0.0	0.0	0.0
	1	1748.18	0.0	-1.210e+04	0.0	0.0	0.0
	1	1748.18	0.0	-1.210e+04	0.0	0.0	0.0

RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE

LEGENDA RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE

Il controllo dei risultati delle analisi condotte, per quanto concerne gli elementi tipo trave, è possibile in relazione alle tabelle sotto riportate.

Gli elementi vengono suddivisi in relazione alle proprietà in elementi:

- tipo **pilastro**
- tipo **trave in elevazione**
- tipo **trave in fondazione**

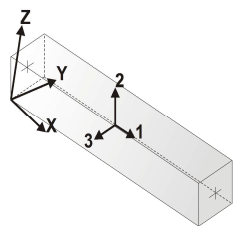
Per ogni elemento e per ogni combinazione (o caso di carico) vengono riportati i risultati più significativi.

Per gli elementi tipo *pilastro* sono riportati in tabella i seguenti valori:

Pilas.	numero dell'elemento pilastro
Cmb	combinazione in cui si verificano i valori riportati
M3 mx/mn	momento flettente in campata M3 max (prima riga) / min (seconda riga)
M2 mx/mn	momento flettente in campata M2 max (prima riga) / min (seconda riga)
D2/D3	freccia massima in direzione 2 (prima riga) / direzione 3 (seconda riga)
Q2/Q3	carico totale in direzione 2 (prima riga) / direzione 3 (seconda riga)
Pos.	ascissa del punto iniziale e finale dell'elemento
N, V2, ecc..	sei componenti di sollecitazione al piede ed in sommità dell'elemento

Per gli elementi tipo *trave in elevazione* sono riportati, oltre al numero dell'elemento, i medesimi risultati visti per i pilastri.

Per gli elementi tipo *trave in fondazione* (trave f.) sono riportati, oltre al numero dell'elemento, i medesimi risultati visti per i pilastri e la massima pressione sul terreno.

	orientamento elementi 2D non verticali		orientamento elementi 2D verticali
---	--	---	------------------------------------

Pilas.	Cmb	M3 mx/mn daN cm	M2 mx/mn daN cm	D 2 / D 3 cm	Q 2 / Q 3 daN	Pos. cm	N daN	V 2 daN	V 3 daN	T daN cm	M 2 daN cm	M 3 daN cm
1	1	0.0	0.0	0.25	0.0	0.0	-1.210e+04	-1748.18	0.0	0.0	0.0	0.0
		-7.517e+05	0.0	0.0	0.0	430.0	-1.163e+04	-1748.18	0.0	0.0	0.0	-7.517e+05
1	2	0.0	0.0	0.39	0.0	0.0	-1.862e+04	-2729.30	0.0	0.0	0.0	0.0

		-1.174e+06	0.0	0.0	0.0	430.0	-1.815e+04	-2729.30	0.0	0.0	0.0	-1.174e+06
1	3	0.0	0.0	0.19	0.0	0.0	-9304.28	-1344.75	0.0	0.0	0.0	0.0
		-5.782e+05	0.0	0.0	0.0	430.0	-8943.39	-1344.75	0.0	0.0	0.0	-5.782e+05
1	4	0.0	0.0	0.33	0.0	0.0	-1.583e+04	-2325.87	0.0	0.0	0.0	0.0
		-1.000e+06	0.0	0.0	0.0	430.0	-1.547e+04	-2325.87	0.0	0.0	0.0	-1.000e+06
1	5	0.0	0.0	0.19	0.0	0.0	-9304.28	-1344.75	0.0	0.0	0.0	0.0
		-5.782e+05	0.0	0.0	0.0	430.0	-8943.39	-1344.75	0.0	0.0	0.0	-5.782e+05
1	6	0.0	0.0	0.29	0.0	0.0	-1.365e+04	-1998.83	0.0	0.0	0.0	0.0
		-8.595e+05	0.0	0.0	0.0	430.0	-1.329e+04	-1998.83	0.0	0.0	0.0	-8.595e+05
1	7	0.0	0.0	0.19	0.0	0.0	-9304.28	-1344.75	0.0	0.0	0.0	0.0
		-5.782e+05	0.0	0.0	0.0	430.0	-8943.39	-1344.75	0.0	0.0	0.0	-5.782e+05
1	8	0.0	0.0	0.28	0.0	0.0	-1.322e+04	-1933.42	0.0	0.0	0.0	0.0
		-8.314e+05	0.0	0.0	0.0	430.0	-1.286e+04	-1933.42	0.0	0.0	0.0	-8.314e+05
1	9	0.0	0.0	0.19	0.0	0.0	-9304.28	-1344.75	0.0	0.0	0.0	0.0
		-5.782e+05	0.0	0.0	0.0	430.0	-8943.39	-1344.75	0.0	0.0	0.0	-5.782e+05
1	10	0.0	0.0	0.27	0.0	0.0	-1.278e+04	-1868.01	0.0	0.0	0.0	0.0
		-8.032e+05	0.0	0.0	0.0	430.0	-1.242e+04	-1868.01	0.0	0.0	0.0	-8.032e+05
3	1	7.517e+05	0.0	-0.25	0.0	0.0	-1.210e+04	1748.18	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	430.0	-1.163e+04	1748.18	0.0	0.0	0.0	7.517e+05
3	2	1.174e+06	0.0	-0.39	0.0	0.0	-1.862e+04	2729.30	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	430.0	-1.815e+04	2729.30	0.0	0.0	0.0	1.174e+06
3	3	5.782e+05	0.0	-0.19	0.0	0.0	-9304.28	1344.75	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	430.0	-8943.39	1344.75	0.0	0.0	0.0	5.782e+05
3	4	1.000e+06	0.0	-0.33	0.0	0.0	-1.583e+04	2325.87	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	430.0	-1.547e+04	2325.87	0.0	0.0	0.0	1.000e+06
3	5	5.782e+05	0.0	-0.19	0.0	0.0	-9304.28	1344.75	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	430.0	-8943.39	1344.75	0.0	0.0	0.0	5.782e+05
3	6	8.595e+05	0.0	-0.29	0.0	0.0	-1.365e+04	1998.83	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	430.0	-1.329e+04	1998.83	0.0	0.0	0.0	8.595e+05
3	7	5.782e+05	0.0	-0.19	0.0	0.0	-9304.28	1344.75	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	430.0	-8943.39	1344.75	0.0	0.0	0.0	5.782e+05
3	8	8.314e+05	0.0	-0.28	0.0	0.0	-1.322e+04	1933.42	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	430.0	-1.286e+04	1933.42	0.0	0.0	0.0	8.314e+05
3	9	5.782e+05	0.0	-0.19	0.0	0.0	-9304.28	1344.75	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	430.0	-8943.39	1344.75	0.0	0.0	0.0	5.782e+05
3	10	8.032e+05	0.0	-0.27	0.0	0.0	-1.278e+04	1868.01	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	430.0	-1.242e+04	1868.01	0.0	0.0	0.0	8.032e+05
Pilas.												
	M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Q 2 / Q 3		N	V 2	V 3	T			
	-1.174e+06	0.0	-0.39	0.0		-1.862e+04	-2729.30	0.0	0.0			
	1.174e+06	0.0	0.39	0.0		-8943.39	2729.30	0.0	0.0			
Trave												
	Cmb	M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Q 2 / Q 3	Pos.	N	V 2	V 3	T	M 2	M 3
		daN cm	daN cm	cm	daN	cm	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
2	1	9.341e+05	0.0	-0.77	-2.325e+04	0.0	-1748.18	1.163e+04	0.0	0.0	0.0	-7.517e+05
		-7.517e+05	0.0	0.0	0.0	580.0	-1748.18	-1.163e+04	0.0	0.0	0.0	-7.517e+05
2	2	1.458e+06	0.0	-1.21	-3.630e+04	0.0	-2729.30	1.815e+04	0.0	0.0	0.0	-1.174e+06
		-1.174e+06	0.0	0.0	0.0	580.0	-2729.30	-1.815e+04	0.0	0.0	0.0	-1.174e+06
2	3	7.185e+05	0.0	-0.59	-1.789e+04	0.0	-1344.75	8943.39	0.0	0.0	0.0	-5.782e+05
		-5.782e+05	0.0	0.0	0.0	580.0	-1344.75	-8943.39	0.0	0.0	0.0	-5.782e+05
2	4	1.243e+06	0.0	-1.03	-3.094e+04	0.0	-2325.87	1.547e+04	0.0	0.0	0.0	-1.000e+06
		-1.000e+06	0.0	0.0	0.0	580.0	-2325.87	-1.547e+04	0.0	0.0	0.0	-1.000e+06
2	5	7.185e+05	0.0	-0.59	-1.789e+04	0.0	-1344.75	8943.39	0.0	0.0	0.0	-5.782e+05
		-5.782e+05	0.0	0.0	0.0	580.0	-1344.75	-8943.39	0.0	0.0	0.0	-5.782e+05
2	6	1.068e+06	0.0	-0.88	-2.659e+04	0.0	-1998.83	1.329e+04	0.0	0.0	0.0	-8.595e+05
		-8.595e+05	0.0	0.0	0.0	580.0	-1998.83	-1.329e+04	0.0	0.0	0.0	-8.595e+05
2	7	7.185e+05	0.0	-0.59	-1.789e+04	0.0	-1344.75	8943.39	0.0	0.0	0.0	-5.782e+05
		-5.782e+05	0.0	0.0	0.0	580.0	-1344.75	-8943.39	0.0	0.0	0.0	-5.782e+05
2	8	1.033e+06	0.0	-0.85	-2.572e+04	0.0	-1933.42	1.286e+04	0.0	0.0	0.0	-8.314e+05
		-8.314e+05	0.0	0.0	0.0	580.0	-1933.42	-1.286e+04	0.0	0.0	0.0	-8.314e+05
2	9	7.185e+05	0.0	-0.59	-1.789e+04	0.0	-1344.75	8943.39	0.0	0.0	0.0	-5.782e+05
		-5.782e+05	0.0	0.0	0.0	580.0	-1344.75	-8943.39	0.0	0.0	0.0	-5.782e+05
2	10	9.981e+05	0.0	-0.82	-2.485e+04	0.0	-1868.01	1.242e+04	0.0	0.0	0.0	-8.032e+05
		-8.032e+05	0.0	0.0	0.0	580.0	-1868.01	-1.242e+04	0.0	0.0	0.0	-8.032e+05
Trave												
	M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Q 2 / Q 3		N	V 2	V 3	T			
	-1.174e+06	0.0	-1.21	-3.630e+04		-2729.30	-1.815e+04	0.0	0.0			
	1.458e+06	0.0	0.0	0.0		-1344.75	1.815e+04	0.0	0.0			

VERIFICHE PER ELEMENTI IN ACCIAIO

LEGENDA TABELLA VERIFICHE PER ELEMENTI IN ACCIAIO

Il programma consente la verifica dei seguenti tipi di elementi:

1. **aste** 2. **travi** 3. **pilastr**

L'esito delle verifiche è espresso con un codice come di seguito indicato

Ok: verifica con esito positivo

NV: verifica con esito negativo

Nr: verifica non richiesta.

Per comodità gli elementi vengono raggruppati in tabelle in relazione al tipo.

Ai fini delle verifiche (come da D.M. 14 Gennaio 2008 e circ. 2 Febbraio 2009 n.617) i tipi elementi differiscono per i seguenti aspetti:

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

Ai fini delle verifiche per strutture dissipative (come da D.M. 14 Gennaio 2008 e circ. 2 Febbraio 2009 n.617 per strutture intelaiate e a controventi concentrici) si considerano le verifiche del capitolo 4 con azioni amplificate e le verifiche del capitolo 7:

Verifica		Travi	Pilastr
4.2.4.1.2	Trazione, Compressione	X	X
	Taglio, Torsione		X
	Flessione, taglio e forza assiale	X	X
4.2.4.1.3.1	Aste compresse	X	X
4.2.4.1.3.2	Instabilità flessio-torsionale		X
7.5.3	Sfruttamento per momento	X	
7.5.4	Sfruttamento per sforzo normale	X	
7.5.5	Sfruttamento per taglio da capacità flessionale	X	
7.5.9	Sfruttamento per taglio amplificato		X

Viene inoltre riportata la verifica del par. 7.5.4.3 Gerarchia delle resistenze trave-colonna per ogni colonna, considerando piede e testa in entrambe le direzioni globali X e Y.

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

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

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

Asta	Trave	Pilastro	numero dell'elemento			
Stato			codice di verifica per resistenza, stabilità, svergolamento			
Note			sezione e materiali adottati per l'elemento			
V N			(ASTE) verifica come da par. 4.2.4.1.2 per punto (4.2.6) e (4.2.10)			
V V/T			(TRAVI E PILASTRI) verifica di resistenza come da par. 4.2.4.1.2 per azioni taglio-torsione (4.2.17 e 4.2.29)			
V N/M			(TRAVI E PILASTRI) verifica di resistenza come da par. 4.2.4.1.2 per azioni composte (4.2.34) con riduzione per taglio (4.2.41) ove richiesto			
N	M3	M2	V2	V3	T	sollecitazioni di interesse per la verifica
V stab			(ASTE) verifica come da par. 4.2.4.1.3 per punto (4.2.42)			
V stab			(TRAVI E PILASTRI) verifica come da par. 4.2.4.1.3 per punti (C4.2.32) o (C4.2.36) (membrature inflesse e compresse senza/con presenza di instabilità flessione-torsionale)			
BetaxL		B22xL	B33xL		lunghezze libere di inflessione (se indicato riferiti al piano di normale 22 o 33 rispettivamente)	
Snellezza			snellezza massima			
Classe			classe del profilo			
Chi mn			coefficiente di riduzione (della capacità) per la modalità di instabilità pertinente			
Rif. cmb			combinazioni in cui si sono rispettivamente attinti i valori di verifica più elevati			
V flst			(TRAVI E PILASTRI) verifica di stabilità come da par. 4.2.4.1.3.2 per punto (4.2.49)			
B1-1 x L			Beta1-1 x L: interasse tra i ritegni torsionali			
Chi LT			coefficiente di riduzione (della capacità) per la modalità di instabilità flessione-torsionale			
Snell adim			Valore della snellezza adimensionale, utilizzato per il controllo previsto al par. 7.5.5			
v.Omeg			Valore del rapporto capacità/domanda per l'azione di interesse (momento per travi e azione assiale per aste) utilizzato per l'amplificazione delle azioni			
f.Om. N			Fattore di amplificazione delle azioni assiali per travi e colonne (prodotto di 1.1 x Omega x gamma rd materiale); utilizzato come specificato al par. 7.5.5			
f.Om. T			Fattore di amplificazione delle azioni (assiali, flettenti e taglianti) per colonne (prodotto di 1.1 x Omega x gamma rd materiale); utilizzato come specificato al par. 7.5.4			
V.7.5.3 M Ed			Verifica come prevista al punto 7.5.3 e valore dell'azione flettente			
V.7.5.4 N Ed			Verifica come prevista al punto 7.5.4 e valore dell'azione assiale			
V.7.5.5 V Ed,G			V Ed,M		Verifica come prevista al punto 7.5.5 e valore dei tagli dovuti ai carichi e alla capacità	
V.7.5.9 V Ed			Verifica come prevista al punto 7.5.9 e valore dell'azione di taglio			
sovr. Xi (Xf, Yi, Yf)			Valore della sovraresistenza come prevista al par. 7.5.4.3 (i valori non sono normalizzati pertanto saranno maggiori uguali a gamma rd classe di duttilità)			

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** "Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST" - versione Settembre 2014, disponibile per il download sul sito www.2si.it, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Test N°	Titolo
56	VERIFICA DI STABILITA' DI ASTE COMPRESSE IN ACCIAIO – METODO OMEGA
57	LUCE LIBERA DI TRAVI E ASTE IN ACCIAIO
58	LUCE LIBERA DI COLONNE IN ACCIAIO
59	SVERGOLAMENTO DI TRAVI IN ACCIAIO
61	ACCIAIO D.M. 2008
63	GERARCHIA RESISTENZE STRUTTURE IN ACCIAIO
64	STABILITA' DI ASTE COMPOSTE IN ACCIAIO
73	VALUTAZIONE EFFETTO P-δSU PILASTRATA
74	VALUTAZIONE EFFETTO P-δSU TELAIO 3D

Trave	Stato	Note	V V/T	V N/M	V stab	Cl.LamS 22LamS 33	Snell.	Chi mn	V flstLamS LT	Chi LT	Rif. cmb
2	ok	s=1,m=11	0.08	0.44		1					2,2,0,0
Trave			V V/T 0.08	V N/M 0.44	V stab	LamS 22LamS 33	Snell.	Chi mn	V flstLamS LT	Chi LT	

Trave	v.Omeg	f.Om. N	Stato	V N/M	V stab	Rif. cmb	V.7.5.3		M Ed daN cm	V.7.5.4	N Ed daN	V.7.5.5	V Ed,G daN	V Ed,M daN
2							0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Trave	v.Omeg			V N/M	V stab		V.7.5.3		M Ed 0.0	V.7.5.4	N Ed 0.0	V.7.5.5	V Ed,G 0.0	V Ed,M 0.0
							0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Pilas.	Stato	Note	V V/T	V N/M	V stab	Cl.LamS 22	LamS 33	Snell.	Chi mn	V flstLamS LT	Chi LT	Rif. cmb		
1	ok	s=1,m=11	0.01	0.36	0.40	1	1.2	0.8	104.7	0.47		2,2,2,0		
3	ok	s=1,m=11	0.01	0.36	0.40	1	1.2	0.8	104.7	0.47		2,2,2,0		
Pilas.			V V/T	V N/M	V stab	LamS 22	LamS 33	Snell.	Chi mn	V flstLamS LT	Chi LT			
			0.01	0.36	0.40	1.21	0.79	104.69	0.47					
Pilas.	f.Om. N	f.Om. T	Stato	V V/T	V N/M	V stab	V flst	Rif. cmb	V.7.5.9	V Ed sovr. daN	Xi sovr.	Xf sovr.	Yi sovr.	Yf
1	0.0	0.0	ok	0.0	0.0			0,0,0,0						
3	0.0	0.0	ok	0.0	0.0			0,0,0,0						
Pilas.				V V/T	V N/M	V stab	V flst		V.7.5.9	V Ed sovr.	Xi sovr.	Xf sovr.	Yi sovr.	Yf
0.00.0														

Verifica secondo il D.M. 14/01/2008 del nodo: 1

Coefficienti di sicurezza utilizzati

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$\gamma_{M1} = 1,10$$

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

Colonna

Tipo di profilo: IPE 300

Materiale: Acciaio S275 $f_y = 275$ N/mm² Sollecitazioni:

Nodo.CMB	V2 [N]	V3 [N]	N [N]	M2 [N mm]	M3 [N mm]	T [N mm]
1.1	-17481,8	0,0	-121000,0	0,0	0,0	0,0
1.2	-27293,0	0,0	-186200,0	0,0	0,0	0,0

Calcolo resistenze

$$\text{Resistenza a trazione dei bulloni} \quad F_{tb,Rd} = 0,9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 90333.1 \text{ N}$$

$$\text{Resistenza a punzonamento flangia} \quad B_{pf,Rd} = 0,6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_f \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} = 155621.9 \text{ N}$$

Bull.	$F_{f,Rd}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]
1	13309.5	13309.5
2	13309.5	13309.5
3	13309.5	13309.5
4	13309.5	13309.5

Legenda

$F_{f,Rd} = M_{res,m} / (B_m \cdot R_m)$ resistenza a flessione flangia

$F_{t,Rd} = \min [F_{tb,Rd}, B_{pf,Rd}, F_{f,Rd}]$ resistenza a trazione di progetto

$$\text{Resistenza a taglio dei bulloni} \quad F_{vb,Rd} = 0,6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 60222.1 \text{ N}$$

Bull.	$F_{bf,x,Rd}$ [N]	$F_{v,x,Rd}$ [N]	$F_{bf,y,Rd}$ [N]	$F_{v,y,Rd}$ [N]
1	40308.7	40308.7	44161.5	44161.5

2	40308.7	40308.7	44161.5	44161.5
3	40308.7	40308.7	44161.5	44161.5
4	40308.7	40308.7	44161.5	44161.5

Legenda

$F_{bf,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot t_f / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione x
 $F_{v,x,Rd} = \min [F_{vb,Rd} , F_{bf,x,Rd}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione x
 $F_{bf,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot t_f / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione y
 $F_{v,y,Rd} = \min [F_{vb,Rd} , F_{bf,y,Rd}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione y

Verifiche sui bulloni

1-Taglio e trazione (Nodo n. 1, CMB n. 2)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{v,Ed}$ [N]	$F_{v,Rd}$ [N]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	FV_1	VER
1	112.50	-189.60	6823.3	44161.5	0.0	13309.5	0.154507	Ok
2	112.50	189.60	6823.3	44161.5	0.0	13309.5	0.154507	Ok
3	-112.50	-189.60	6823.3	44161.5	0.0	13309.5	0.154507	Ok
4	-112.50	189.60	6823.3	44161.5	0.0	13309.5	0.154507	Ok

2-Trazione (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	FV_2	VER
1	112.50	-189.60	0.0	13309.5	0.000000	Ok
2	112.50	189.60	0.0	13309.5	0.000000	Ok
3	-112.50	-189.60	0.0	13309.5	0.000000	Ok
4	-112.50	189.60	0.0	13309.5	0.000000	Ok

Legenda

$F_{v,Ed}$ forza di taglio agente sul bullone
 $F_{v,Rd}$ resistenza a taglio di progetto del bullone
 $F_{t,Ed}$ forza di trazione agente sul bullone
 $F_{t,Rd}$ resistenza a trazione di progetto del bullone
 $FV_1 = F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / (1.4 \cdot F_{t,Rd})$
 $FV_2 = F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$
 $VER \rightarrow FV_i \leq 1$

Verifiche sulle saldature profilo-flangia (versione beta)

Si considera la sezione di gola (avente altezza $a = s_c / 2$)

Nerv. verticale lato destro esterno	-20.10	0.00	-3.69	20.43	Ok
Nerv. vert. lato destro interno zona inferiore	-20.10	0.00	-3.69	20.43	Ok
Nerv. vert. lato sinistro interno zona inferiore	-20.10	0.00	-3.69	20.43	Ok
Nerv. verticale lato sinistro esterno	-20.10	0.00	-3.69	20.43	Ok
Ala inferiore esterno	-20.10	0.00	0.00	20.10	Ok
Ala inferiore interno lato destro	-20.10	0.00	0.00	20.10	Ok
Ala inferiore interno lato sinistro	-20.10	0.00	0.00	20.10	Ok
Nerv. vert. lato destro interno zona centrale	-20.10	0.00	-3.69	20.43	Ok
Anima lato destro	-20.10	0.00	-3.69	20.43	Ok
Anima lato sinistro	-20.10	0.00	-3.69	20.43	Ok
Nerv. vert. lato sinistro interno zona centrale	-20.10	0.00	-3.69	20.43	Ok
Ala superiore interno lato destro	-20.10	0.00	0.00	20.10	Ok
Ala superiore interno lato sinistro	-20.10	0.00	0.00	20.10	Ok
Ala superiore esterno	-20.10	0.00	0.00	20.10	Ok
Nerv. vert. lato destro interno zona superiore	-20.10	0.00	-3.69	20.43	Ok
Nerv. vert. lato sinistro interno zona superiore	-20.10	0.00	-3.69	20.43	Ok

Verifica formula (4.2.79) (Nodo n. 1, CMB n. 2)

Cordoni	$n_{\perp}$	$t_{\perp}$	$\tau_{\parallel}$	FV_2	VER_2
Nerv. verticale lato destro esterno	-20.10	0.00	-3.69	23.79	Ok
Nerv. vert. lato destro interno zona inferiore	-20.10	0.00	-3.69	23.79	Ok
Nerv. vert. lato sinistro interno zona inferiore	-20.10	0.00	-3.69	23.79	Ok
Nerv. verticale lato sinistro esterno	-20.10	0.00	-3.69	23.79	Ok

Ala inferiore esterno	-20.10	0.00	0.00	20.10	Ok
Ala inferiore interno lato destro	-20.10	0.00	0.00	20.10	Ok
Ala inferiore interno lato sinistro	-20.10	0.00	0.00	20.10	Ok
Nerv. vert. lato destro interno zona centrale	-20.10	0.00	-3.69	23.79	Ok
Anima lato destro	-20.10	0.00	-3.69	23.79	Ok
Anima lato sinistro	-20.10	0.00	-3.69	23.79	Ok
Nerv. vert. lato sinistro interno zona centrale	-20.10	0.00	-3.69	23.79	Ok
Ala superiore interno lato destro	-20.10	0.00	0.00	20.10	Ok
Ala superiore interno lato sinistro	-20.10	0.00	0.00	20.10	Ok
Ala superiore esterno	-20.10	0.00	0.00	20.10	Ok
Nerv. vert. lato destro interno zona superiore	-20.10	0.00	-3.69	23.79	Ok
Nerv. vert. lato sinistro interno zona superiore	-20.10	0.00	-3.69	23.79	Ok

Legenda

$n_{\perp}$ tensione normale perpendicolare all'asse del cordone

$t_{\perp}$ tensione tangenziale perpendicolare all'asse del cordone

$\tau_{\parallel}$ tensione tangenziale parallela all'asse del cordone

$FV_1 = (n_{\perp}$

Verifiche a flessione piastra in zona compressa

Sezione parallela a X a filo della colonna (Nodo n. 1, CMB n. 2)

Pressione media a bordo piastra $p_{med} = 1,65 \text{ N/mm}$

Ancoraggio

Tirafondi ad aderenza

Lunghezza tirafondi $L_t = 600 \text{ mm}$

Lunghezza minima tirafondi: 40 diametri (640 mm)

Calcestruzzo

Resistenza cubica caratteristica a compressione $R_{ck} = 20.00 \text{ N/mm}$

Compressione massima calcestruzzo (Nodo n. 1, CMB n. 2)

$p_{max} = 1.65 \text{ N/mm}$

Verifica ancoraggio

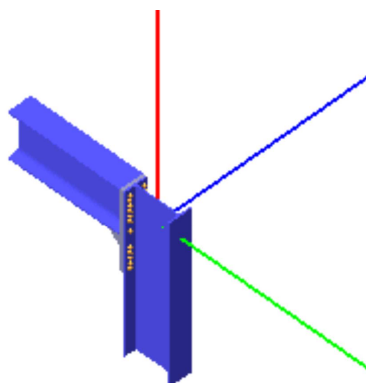
Si considera la massima resistenza a trazione di progetto dei tirafondi

Trazione di progetto dell'ancoraggio $F_{t,an,Ed} = \max [F_{t,Rd}] = 13309.5 \text{ N}$

Resistenza a trazione per aderenza $F_{t,ad,Rd} = L_t \cdot \pi \cdot \varnothing \cdot f_{bd} = 61821.1 \text{ N}$

$F_{t,ad,Rd} > F_{t,an,Ed}$ Ok

Verifica secondo il D.M. 14/01/2008 del nodo: 3



Coefficienti di sicurezza utilizzati

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$\gamma_{M1} = 1,10$$

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

Trave lato 2-

Tipo di profilo: IPE 300

Materiale: Acciaio S275 $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$

Solicitazioni nella sezione d'attacco dell'elemento:						
Nodo.CMB	V2 [N]	V3 [N]	N [N]	M2 [N mm]	M3 [N mm]	T [N mm]
3.2	181500,0	0,0	-27293,0	0,0	-90175000,0	0,0

Calcolo resistenze

Resistenza a trazione dei bulloni

$$F_{tb,Rd} = 0,9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 66501.2 \text{ N}$$

Resistenza a punzonamento flangia

$$B_{pf,Rd} = 0,6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_f \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} = 285306.9 \text{ N}$$

Resistenza a punzonamento ala passante

$$B_{pa,Rd} = 0,6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_a \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} = 152639.2 \text{ N}$$

Bull.	$F_{f,Rd}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]
1	21616.5	21616.5
2	20676.7	20676.7
3	20676.7	20676.7
4	20676.7	20676.7
5	50253.8	50253.8
6	76000.5	66501.2
7	30459.7	30459.7
8	19983.5	19983.5
9	19983.5	19983.5
10	19983.5	19983.5
11	19983.5	19983.5
12	73037.8	66501.2
13	21642.4	21642.4
14	20701.5	20701.5
15	20701.5	20701.5
16	20701.5	20701.5
17	50249.1	50249.1
18	76091.3	66501.2
19	30494.9	30494.9
20	20006.6	20006.6
21	20006.6	20006.6
22	20006.6	20006.6
23	20006.6	20006.6
24	73118.3	66501.2

Legenda

$$F_{f,Rd} = M_{res,m} / (B_m \cdot R_m) \text{ resistenza a flessione flangia}$$

$$F_{t,Rd} = \min [F_{tb,Rd} , B_{pf,Rd} , B_{pa,Rd} , F_{f,Rd}] \text{ resistenza a trazione di progetto}$$

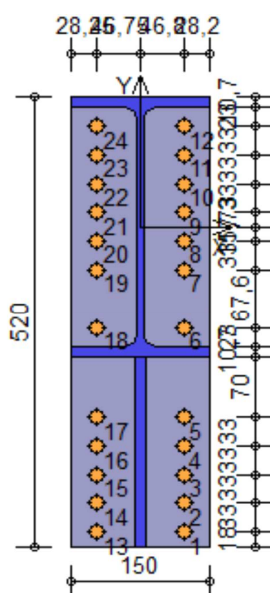
Resistenza a taglio dei bulloni

$$F_{vb,Rd} = 0,6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} =$$

44334.2 N

Bull.	$F_{bf,x,Rd} [N]$	$F_{ba,x,Rd} [N]$	$F_{v,x,Rd} [N]$	$F_{bf,y,Rd} [N]$	$F_{ba,y,Rd} [N]$	$F_{v,y,Rd} [N]$
1	100198.5	80732.2	44334.2	96320.0	128828.0	44334.2
2	83297.5	44564.2	44334.2	116386.7	62266.9	44334.2
3	83297.5	44564.2	44334.2	116386.7	62266.9	44334.2
4	83297.5	44564.2	44334.2	116386.7	62266.9	44334.2
5	83297.5	44564.2	44334.2	116386.7	62266.9	44334.2
6	150901.3	80732.2	44334.2	240800.0	128828.0	44334.2
7	83297.5	44564.2	44334.2	116386.7	62266.9	44334.2
8	83297.5	44564.2	44334.2	116386.7	62266.9	44334.2
9	83297.5	44564.2	44334.2	116386.7	62266.9	44334.2
10	83297.5	44564.2	44334.2	116386.7	62266.9	44334.2
11	83297.5	44564.2	44334.2	116386.7	62266.9	44334.2
12	150901.3	80732.2	44334.2	180332.4	96477.9	44334.2
13	100376.1	80875.4	44334.2	96320.0	128828.0	44334.2
14	83445.2	44643.2	44334.2	116386.7	62266.9	44334.2
15	83445.2	44643.2	44334.2	116386.7	62266.9	44334.2
16	83445.2	44643.2	44334.2	116386.7	62266.9	44334.2
17	83445.2	44643.2	44334.2	116386.7	62266.9	44334.2
18	151168.9	80875.4	44334.2	240800.0	128828.0	44334.2
19	83445.2	44643.2	44334.2	116386.7	62266.9	44334.2
20	83445.2	44643.2	44334.2	116386.7	62266.9	44334.2
21	83445.2	44643.2	44334.2	116386.7	62266.9	44334.2
22	83445.2	44643.2	44334.2	116386.7	62266.9	44334.2
23	83445.2	44643.2	44334.2	116386.7	62266.9	44334.2
24	151168.9	80875.4	44334.2	180332.4	96477.9	44334.2

Legenda

$$F_{bf,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot t_f / \gamma_{M2}$$
 resistenza a rifollamento flangia in direzione x
$$F_{ba,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot t_a / \gamma_{M2}$$
 resistenza a rifollamento alla passante in direzione x
$$F_{v,x,Rd} = \min [F_{vb,Rd}, F_{bf,x,Rd}, F_{ba,x,Rd}]$$
 resistenza a taglio di progetto in direzione x
$$F_{bf,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot t_f / \gamma_{M2}$$
 resistenza a rifollamento flangia in direzione y
$$F_{ba,v,Rd} = k \cdot \alpha'' \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot t_a / \gamma_{M2}$$
 resistenza a rifollamento alla passante in direzione y
$$F_{v,y,Rd} = \min [F_{vb,Rd}, F_{bf,y,Rd}, F_{ba,y,Rd}]$$
 resistenza a taglio di progetto in direzione y

Verifiche sui bulloni

1-Taglio e trazione (Nodo n. 3, CMB n. 2)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{v,Ed}$ [N]	$F_{v,Rd}$ [N]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	FV_1	VER
1	46.80	-352.00	7562.5	44334.2	0.0	21616.5	0.170580	Ok
2	46.80	-319.00	7562.5	44334.2	0.0	20676.7	0.170580	Ok
3	46.80	-286.00	7562.5	44334.2	0.0	20676.7	0.170580	Ok
4	46.80	-253.00	7562.5	44334.2	1503.6	20676.7	0.222523	Ok
5	46.80	-220.00	7562.5	44334.2	3224.3	50253.8	0.216409	Ok
6	46.80	-116.30	7562.5	44334.2	8631.5	66501.2	0.263290	Ok
7	46.80	-48.70	7562.5	44334.2	12156.4	30459.7	0.455649	Ok
8	46.80	-15.70	7562.5	44334.2	13877.1	19983.5	0.666599	Ok
9	46.80	17.30	7562.5	44334.2	15597.8	19983.5	0.728104	Ok
10	46.80	50.30	7562.5	44334.2	17318.5	19983.5	0.789609	Ok
11	46.80	83.30	7562.5	44334.2	19039.2	19983.5	0.851113	Ok
12	46.80	116.30	7562.5	44334.2	20759.9	66501.2	0.393561	Ok
13	-46.75	-352.00	7562.5	44334.2	0.0	21642.4	0.170580	Ok
14	-46.75	-319.00	7562.5	44334.2	0.0	20701.5	0.170580	Ok
15	-46.75	-286.00	7562.5	44334.2	0.0	20701.5	0.170580	Ok
16	-46.75	-253.00	7562.5	44334.2	1505.9	20701.5	0.222540	Ok
17	-46.75	-220.00	7562.5	44334.2	3226.6	50249.1	0.216446	Ok
18	-46.75	-116.30	7562.5	44334.2	8633.8	66501.2	0.263315	Ok
19	-46.75	-48.70	7562.5	44334.2	12158.7	30494.9	0.455373	Ok
20	-46.75	-15.70	7562.5	44334.2	13879.4	20006.6	0.666108	Ok
21	-46.75	17.30	7562.5	44334.2	15600.1	20006.6	0.727541	Ok
22	-46.75	50.30	7562.5	44334.2	17320.8	20006.6	0.788975	Ok
23	-46.75	83.30	7562.5	44334.2	19041.5	20006.6	0.850408	Ok
24	-46.75	116.30	7562.5	44334.2	20762.2	66501.2	0.393585	Ok

2-Trazione (Nodo n. 3, CMB n. 2)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	FV_2	VER
1	46.80	-352.00	0.0	21616.5	0.000000	Ok
2	46.80	-319.00	0.0	20676.7	0.000000	Ok
3	46.80	-286.00	0.0	20676.7	0.000000	Ok
4	46.80	-253.00	1503.6	20676.7	0.072721	Ok
5	46.80	-220.00	3224.3	50253.8	0.064161	Ok
6	46.80	-116.30	8631.5	66501.2	0.129795	Ok
7	46.80	-48.70	12156.4	30459.7	0.399098	Ok
8	46.80	-15.70	13877.1	19983.5	0.694428	Ok
9	46.80	17.30	15597.8	19983.5	0.780534	Ok
10	46.80	50.30	17318.5	19983.5	0.866641	Ok
11	46.80	83.30	19039.2	19983.5	0.952747	Ok
12	46.80	116.30	20759.9	66501.2	0.312173	Ok
13	-46.75	-352.00	0.0	21642.4	0.000000	Ok
14	-46.75	-319.00	0.0	20701.5	0.000000	Ok
15	-46.75	-286.00	0.0	20701.5	0.000000	Ok
16	-46.75	-253.00	1505.9	20701.5	0.072745	Ok
17	-46.75	-220.00	3226.6	50249.1	0.064213	Ok
18	-46.75	-116.30	8633.8	66501.2	0.129830	Ok
19	-46.75	-48.70	12158.7	30494.9	0.398711	Ok
20	-46.75	-15.70	13879.4	20006.6	0.693739	Ok
21	-46.75	17.30	15600.1	20006.6	0.779746	Ok
22	-46.75	50.30	17320.8	20006.6	0.865753	Ok
23	-46.75	83.30	19041.5	20006.6	0.951760	Ok
24	-46.75	116.30	20762.2	66501.2	0.312208	Ok

Legenda

$F_{v,Ed}$ forza di taglio agente sul bullone
 $F_{v,Rd}$ resistenza a taglio di progetto del bullone
 $F_{t,Ed}$ forza di trazione agente sul bullone
 $F_{t,Rd}$ resistenza a trazione di progetto del bullone

$$FV_1 = F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / (1.4 \cdot F_{t,Rd})$$

$$FV_2 = F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$$

$$VER \rightarrow FV_i \leq 1$$

Verifiche sulle saldature profilo-flangia (versione beta)

Si considera la sezione di gola (avente altezza $a = s_c / 2$)

	$n_{\perp}$	$t_{\perp}$	$\tau_{\parallel}$	FV_1
Nervatura inferiore lato destro	-146.15	0.00	34.83	150.25
Nervatura inferiore lato sinistro	-146.15	0.00	34.83	150.25
Ala inferiore esterno	-62.55	0.00	0.00	62.55
Ala inferiore interno lato destro	-56.26	0.00	0.00	56.26
Ala inferiore interno lato sinistro	-56.26	0.00	0.00	56.26
Anima lato destro	-51.57	0.00	34.83	62.23
Anima lato sinistro	-51.57	0.00	34.83	62.23
Ala superiore interno lato destro	48.82	0.00	0.00	48.82
Ala superiore interno lato sinistro	48.82	0.00	0.00	48.82

Verifica formula (4.2.79) (Nodo n. 3, CMB n. 2)

	$n_{\perp}$	$t_{\perp}$	$\tau_{\parallel}$	FV_2	VER_2
Cordoni					
Nervatura inferiore lato destro	-146.15	0.00	34.83	180.98	Ok
Nervatura inferiore lato sinistro	-146.15	0.00	34.83	180.98	Ok
Ala inferiore esterno	-62.55	0.00	0.00	62.55	Ok
Ala inferiore interno lato destro	-56.26	0.00	0.00	56.26	Ok
Ala inferiore interno lato sinistro	-56.26	0.00	0.00	56.26	Ok
Anima lato destro	-51.57	0.00	34.83	86.40	Ok
Anima lato sinistro	-51.57	0.00	34.83	86.40	Ok
Ala superiore interno lato destro	48.82	0.00	0.00	48.82	Ok
Ala superiore interno lato sinistro	48.82	0.00	0.00	48.82	Ok

Legenda

$n_{\perp}$ tensione normale perpendicolare all'asse del cordone

$t_{\perp}$ tensione tangenziale perpendicolare all'asse del cordone

$\tau_{\parallel}$ tensione tangenziale parallela all'asse del cordone

$$FV_1 = (n_{\perp}$$

Verifica del momento di progetto del giunto (Nodo n. 3, CMB n. 2)

Momento resistente del giunto	$M_{j,Rd} =$	174803600,0 N mm
Momento di progetto	$M_{j,Ed} =$	90175000,0 N mm

VERIFICA PORTALE AULA CONSILIARE – DOPPIA IPE 330**CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI**
LEGENDA TABELLA DATI MATERIALI

Il programma consente l'uso di materiali diversi. Sono previsti i seguenti tipi di materiale:

1	materiale tipo cemento armato
2	materiale tipo acciaio
3	materiale tipo muratura
4	materiale tipo legno
5	materiale tipo generico

I materiali utilizzati nella modellazione sono individuati da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni materiale vengono riportati in tabella i seguenti dati:

<i>Young</i>	modulo di elasticità normale
<i>Poisson</i>	coefficiente di contrazione trasversale
<i>G</i>	modulo di elasticità tangenziale
<i>Gamma</i>	peso specifico
<i>Alfa</i>	coefficiente di dilatazione termica

I dati soprariportati vengono utilizzati per la modellazione dello schema statico e per la determinazione dei carichi inerziali e termici. In relazione al tipo di materiale vengono riportati inoltre:

1	cemento armato		
		Rck	resistenza caratteristica cubica
		Fctm	resistenza media a trazione semplice
2	acciaio		
		Ft	tensione di rottura a trazione
		Fy	tensione di snervamento
		Fd	resistenza di calcolo
		Fdt	resistenza di calcolo per spess. t>40 mm
		Sadm	tensione ammissibile
		Sadmt	tensione ammissibile per spess. t>40 mm
3	muratura		
		Resist. Fk	resistenza caratteristica a compressione
		Resist. Fvko	resistenza caratteristica a taglio
4	legno		
		Resist. fc0k	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per compressione
		Resist. ft0k	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per trazione
		Resist. fmk	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per flessione
		Resist. fvk	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per taglio
		Modulo E0,05	Modulo elastico parallelo caratteristico
		Lamellare	lamellare o massiccio

Vengono inoltre riportate le tabelle contenenti il riassunto delle informazioni assegnate nei criteri di progetto in uso.

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** "Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST" - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito www.2si.it, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Modellazione di strutture in c.a.

Test N°	Titolo
41	GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER TRAVI IN C.A.
42	GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER PILASTRI IN C.A.
43	VERIFICA ALLE TA DI STRUTTURE IN C.A.
44	VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE IN C.A.
45	VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI PIASTRE IN C.A.
46	VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI TRAVI IN C.A.
47	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 9/1/96
48	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 14/1/2008
49	VERIFICA ALLO SLE (TENSIONI E FESSURAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
50	VERIFICA ALLO SLE (DEFORMAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
51	FATTORE DI STRUTTURA
52	SOVRARESISTENZE
53	DETTAGLI COSTRUTTIVI C.A.: LIMITI D'ARMATURA PILASTRI E NODI TRAVE-PILASTRO
54	PARETI IN C.A. SNELLE IN ZONA SISMICA
80	ANALISI PUSHOVER DI UN EDIFICIO IN C.A.
120	PROGETTO E VERIFICA DI TRAVI PREM

Modellazione di strutture in acciaio

Test N°	Titolo
55	VERIFICA DI STABILITA' DI ASTE COMPRESSE IN ACCIAIO – METODO OMEGA
56	LUCE LIBERA DI TRAVI E ASTE IN ACCIAIO
57	LUCE LIBERA DI COLONNE IN ACCIAIO
58	SVERGOLAMENTO DI TRAVI IN ACCIAIO
59	FATTORE DI STRUTTURA
60	ACCIAIO D.M.2008
61	ACCIAIO EC3
62	GERARCHIA RESISTENZE STRUTTURE IN ACCIAIO
63	STABILITA' DI ASTE COMPOSTE IN ACCIAIO
73	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA IRRIGIDIMENTI TRASVERSALI
74	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA DI UN PIATTO DI RINFORZO SALDATO ALL'ANIMA DELLA COLONNA
75	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA DI DUE PIATTI DI RINFORZO SALDATI ALL'ANIMA DELLA COLONNA
76	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO A DUE VIE SU ALI COLONNA
77	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO A UNA VIA CON DUE COMBINAZIONI DI CARICO
78	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO SU ANIMA SENZA RINFORZI A QUATTRO FILE DI BULLONI DI CUI UNA SU PIASTRA INFERIORE E UNA SU PIASTRA SUPERIORE
79	VERIFICA DELLA PIASTRA NODO TRAVE COLONNA
85	TELAIO ACCIAIO: CONTROVENTI CONCENTRICI

Modellazione di strutture in muratura

Test N°	Titolo
81	ANALISI PUSHOVER DI UNA STRUTTURA IN MURATURA
84	ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE, PARETE IN MURATURA
86	VERIFICA NON SISMICA DELLE MURATURE (D.M. 87 TA)
87	VERIFICA NON SISMICA DELLE MURATURE (D.M. 2005 SL)
88	FATTORE DI STRUTTURA

Modellazione di strutture in legno

Test N°	Titolo
17	SOLAIO: MISTO LEGNO-CALCESTRUZZO
89	VERIFICA ALLO SLU DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
90	VERIFICA ALLO SLE DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
91	FATTORE DI STRUTTURA
92	VERIFICHE EC5
93	SNELLEZZE EC5
94	VERIFICA AL FUOCO DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
117	PROGETTO E VERIFICA DI GUSCI IN MATERIALE XLAM
118	PROGETTO E VERIFICA DI PARETI IN MATERIALE XLAM E RELATIVI COLLEGAMENTI
119	PROGETTO E VERIFICA DI SOLAI IN MATERIALE XLAM

Id	Tipo / Note		Young	Poisson	G	Gamma	Alfa
		daN/cm2	daN/cm2		daN/cm2	daN/cm3	
11	acciaio Fe430 - S275		2.100e+06	0.30	8.077e+05	7.80e-03	1.20e-05
	ft	4300.0					
	fy	2750.0					
	fd	2750.0					
	fdt	2500.0					
	sadm	1900.0					
	sadmt	1700.0					

Aste acc.	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
Generalità						
Beta assegnato	0.80					
Verifica come controvento	No					
Usa condizioni I e II	Si					

Coefficiente gamma M0	1.05					
Coefficiente gamma M1	1.05					
Coefficiente gamma M2	1.25					

Pilastr. acc.	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
Lunghezze libere						
Metodo di calcolo 2-2	Assegnato					
2-2 Beta assegnato	2.00					
2-2 Beta * L assegnato [cm]	0.0					
Metodo di calcolo 3-3	Assegnato					
3-3 Beta assegnato	2.00					
3-3 Beta * L assegnato [cm]	0.0					
1-1 Beta assegnato	1.00					
1-1 Beta * L assegnato [cm]	0.0					
Generalità						
Coefficiente gamma M0	1.05					
Coefficiente gamma M1	1.05					
Coefficiente gamma M2	1.25					
Effetti del 2 ordine	Si					
Momenti equivalenti	Si					
Usa condizioni I e II	Si					

Travi acc.	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
Lunghezze libere						
3-3 Beta * L automatico	Si					
3-3 Beta assegnato	1.00					
3-3 Beta assegnato [cm]	0.0					
2-2 Beta * L automatico	Si					
2-2 Beta assegnato	1.00					
2-2 Beta * L assegnato [cm]	0.0					
1-1 Beta * L automatico	Si					
1-1 Beta assegnato	1.00					

1-1 Beta * L assegnato [cm]	0.0					
Generalità						
Coefficiente gamma M0	1.05					
Coefficiente gamma M1	1.05					
Coefficiente gamma M2	1.25					
Luce di taglio per GR [cm]	1.00					
Usa condizioni I e II	Si					
Momenti equivalenti	Si					

MODELLAZIONE DELLE SEZIONI

LEGENDA TABELLA DATI SEZIONI

Il programma consente l'uso di sezioni diverse. Sono previsti i seguenti tipi di sezione:

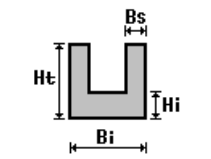
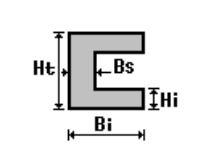
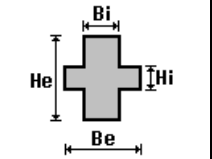
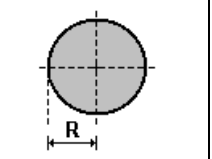
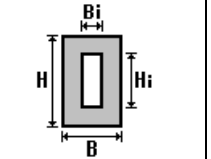
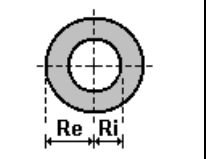
- | | |
|---|---------------------------------|
| 1 | sezione di tipo generico |
| 2 | profilati semplici |
| 3 | profilati accoppiati e speciali |

Le sezioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni sezione vengono riportati in tabella i seguenti dati:

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

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

rettangolare	a T	a T rovescia	a T di colmo	a L	a L specchiata
a L specchiata rovescia	a L rovescia	a L di colmo	a doppio T	a quattro specchiata	a quattro

					
a U	a C	a croce	circolare	rettangolare cava	circolare cava

Per quanto concerne i profilati semplici ed accoppiati l'asse 2 del riferimento coincide con l'asse x riportato nei più diffusi profilati.

Per quanto concerne le sezioni di tipo generico (tipo 1.):

i valori dimensionali con prefisso B sono riferiti all'asse 2

i valori dimensionali con prefisso H sono riferiti all'asse 3

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** "Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST" - versione Settembre 2014, disponibile per il download sul sito www.2si.it, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Test N°	Titolo
1	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI
45	VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE IN C.A.
48	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 9/1/96
49	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 14/1/2008
50	VERIFICA ALLO SLE (TENSIONI E FESSURAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
51	VERIFICA ALLO SLE (DEFORMAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
104	ANALISI DI RESISTENZA AL FUOCO

Id	Tipo	Area	A V2	A V3	Jt	J 2-2	J 3-3	W 2-2	W 3-3	Wp 2-2	Wp 3-3
		cm2	cm2	cm2	cm4	cm4	cm4	cm3	cm3	cm3	cm3
1	IPE 330	62.60	0.0	0.0	28.10	788.00	1.177e+04	98.50	713.10	153.70	804.30

MODELLAZIONE STRUTTURA: NODI

LEGENDA TABELLA DATI NODI

Il programma utilizza per la modellazione nodi strutturali.

Ogni nodo è individuato dalle coordinate cartesiane nel sistema di riferimento globale (X Y Z).

Ad ogni nodo è eventualmente associato un codice di vincolamento rigido, un codice di fondazione speciale, ed un set di sei molle (tre per le traslazioni, tre per le rotazioni). Le tabelle sottoriportate riflettono le succitate possibilità. In particolare per ogni nodo viene indicato in tabella:

Nodo	numero del nodo.
X	valore della coordinata X
Y	valore della coordinata Y
Z	valore della coordinata Z

Per i nodi ai quali sia associato un codice di vincolamento rigido, un codice di fondazione speciale o un set di molle viene indicato in tabella:

Nodo	numero del nodo.
X	valore della coordinata X
Y	valore della coordinata Y
Z	valore della coordinata Z
Note	eventuale codice di vincolo (es. v=110010 sei valori relativi ai sei gradi di libertà previsti per il nodo TxTyTzRxRyRz, il valore 1 indica che lo spostamento o rotazione relativo è impedito, il valore 0 indica che lo spostamento o rotazione relativo è libero).
Note	(FS = 1, 2,...) eventuale codice del tipo di fondazione speciale (1, 2,... fanno riferimento alle tipologie: plinto, palo, plinto su pali,...) che è collegato al nodo. (ISO = "id SIGLA") indice e sigla identificativa dell' eventuale isolatore sismico assegnato al nodo
Rig. TX	valore della rigidezza dei vincoli elastici eventualmente applicati al nodo, nello specifico TX (idem per TY, TZ, RX, RY, RZ).

Per strutture sismicamente isolate viene inoltre inserita la tabella delle caratteristiche per gli isolatori utilizzati; le caratteristiche sono indicate in conformità al cap. 7.10 del D.M. 14/01/08

TABELLA DATI NODI

Nodo	X	Y	Z	Nodo	X	Y	Z	Nodo	X	Y	Z
	cm	cm	cm		cm	cm	cm		cm	cm	cm
3	0.0	0.0	430.0	4	660.0	0.0	430.0				
Nodo	X	Y	Z	Note	Rig. TX	Rig. TY	Rig. TZ	Rig. RX	Rig. RY	Rig. RZ	
	cm	cm	cm		daN/cm	daN/cm	daN/cm	daN cm/rad	daN cm/rad	daN cm/rad	
1	0.0	0.0	0.0	v=111101							
2	660.0	0.0	0.0	v=111101							

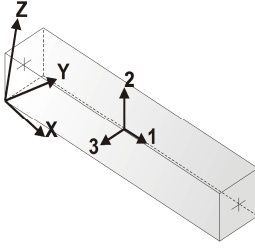
MODELLAZIONE STRUTTURA: ELEMENTI TRAVE

TABELLA DATI TRAVI

Il programma utilizza per la modellazione elementi a due nodi denominati in generale travi.

Ogni elemento trave è individuato dal nodo iniziale e dal nodo finale.

Ogni elemento è caratterizzato da un insieme di proprietà riportate in tabella che ne completano la modellazione.

	orientamento elementi 2D non verticali		orientamento elementi 2D verticali
---	--	--	------------------------------------

In particolare per ogni elemento viene indicato in tabella:

Elem.	numero dell'elemento
Note	codice di comportamento: trave, trave di fondazione, pilastro, asta, asta tesa, asta compressa,
Nodo I (J)	numero del nodo iniziale (finale)
Mat.	codice del materiale assegnato all'elemento
Sez.	codice della sezione assegnata all'elemento
Rotaz.	valore della rotazione dell'elemento, attorno al proprio asse, nel caso in cui l'orientamento di default non sia adottabile; l'orientamento di default prevede per gli elementi non verticali l'asse 2 contenuto nel piano verticale e l'asse 3 orizzontale, per gli elementi verticali l'asse 2

	diretto secondo X negativo e l'asse 3 diretto secondo Y negativo
Svincolo I (J)	codici di svincolo per le azioni interne; i primi sei codici si riferiscono al nodo iniziale, i restanti sei al nodo finale (il valore 1 indica che la relativa azione interna non è attiva)
Wink V	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione della trave su suolo elastico
Wink O	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione del suolo elastico orizzontale

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** "Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST" - versione Settembre 2014, disponibile per il download sul sito www.2si.it, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Test N°	Titolo
2	TRAVI A UNA CAMPATA
3	TRAVE A PIU' CAMPATE
4	TRAVE A UNA CAMPATA SU TERRENO ALLA WINKLER
5	TRAVI SU TERRENO ALLA WINKLER CON CARICO TRASVERSALE
6	TELAI PIANI CON CERNIERE ALLA BASE
7	TELAI PIANI CON INCASTRI ALLA BASE
11	STRUTTURE SOGGETTE A VARIAZIONI TERMICHE
12	STRUTTURE SU TERRENO ALLA WINKLER SOTTOPOSTE A CARICHI DISTRIBUITI TRIANGOLARI
21	DRILLING
24	TENSIONI E ROTAZIONI RISPETTO ALLA CORDA DI ELEMENTI TRAVE
27	FRECCIA DI ELEMENTI TRAVE
42	GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER TRAVI IN C.A.
43	GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER PILASTRI IN C.A.
44	VERIFICA ALLE TA DI STRUTTURE IN C.A.
45	VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE IN C.A.
47	VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI TRAVI IN C.A.
48	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 9/1/96
49	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 14/1/2008
50	VERIFICA ALLO SLE (TENSIONI E FESSURAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
51	VERIFICA ALLO SLE (DEFORMAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
52	FATTORE DI STRUTTURA
53	SOVRARESISTENZE
54	DETTAGLI COSTRUTTIVI C.A.: LIMITI D'ARMATURA PILASTRI E NODI TRAVE-PILASTRO
56	VERIFICA DI STABILITA' DI ASTE COMPRESSE IN ACCIAIO – METODO OMEGA
57	LUCE LIBERA DI TRAVI E ASTE IN ACCIAIO
58	LUCE LIBERA DI COLONNE IN ACCIAIO
59	SVERGOLAMENTO DI TRAVI IN ACCIAIO
64	STABILITA' DI ASTE COMPOSTE IN ACCIAIO
73	VALUTAZIONE EFFETTO P- δ SU PILASTRATA
74	VALUTAZIONE EFFETTO P- δ SU TELAIO 3D
85	ANALISI PUSHOVER DI UN EDIFICIO IN C.A.
87	ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE
88	ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE
98	VERIFICA ALLO SLU DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
99	VERIFICA ALLO SLE DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
102	SNELLEZZE EC5

130	PROGETTO E VERIFICA DI TRAVI PREM
-----	-----------------------------------

Elem.	Note	Nodo I	Nodo J	Mat.	Sez.	Rotaz. gradi	Svincolo I	Svincolo J	Wink V daN/cm3	Wink O daN/cm3
1	Pilas.	1	3	11	1					
2	Trave	3	4	11	1					
3	Pilas.	2	4	11	1					

MODELLAZIONE DELLE AZIONI

LEGENDA TABELLA DATI AZIONI

Il programma consente l'uso di diverse tipologie di carico (azioni). Le azioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni azione applicata alla struttura viene di riportato il codice, il tipo e la sigla identificativa. Le tabelle successive dettagliano i valori caratteristici di ogni azione in relazione al tipo. Le tabelle riportano infatti i seguenti dati in relazione al tipo:

1	carico concentrato nodale
	6 dati (forza Fx, Fy, Fz, momento Mx, My, Mz)
2	spostamento nodale impresso
	6 dati (spostamento Tx, Ty, Tz, rotazione Rx, Ry, Rz)
3	carico distribuito globale su elemento tipo trave
	7 dati (fx, fy, fz, mx, my, mz, ascissa di inizio carico)
	7 dati (fx, fy, fz, mx, my, mz, ascissa di fine carico)
4	carico distribuito locale su elemento tipo trave
	7 dati (f1, f2, f3, m1, m2, m3, ascissa di inizio carico)
	7 dati (f1, f2, f3, m1, m2, m3, ascissa di fine carico)
5	carico concentrato globale su elemento tipo trave
	7 dati (Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz, ascissa di carico)
6	carico concentrato locale su elemento tipo trave
	7 dati (F1, F2, F3, M1, M2, M3, ascissa di carico)
7	variazione termica applicata ad elemento tipo trave
	7 dati (variazioni termiche: uniforme, media e differenza in altezza e larghezza al nodo iniziale e finale)
8	carico di pressione uniforme su elemento tipo piastra
	1 dato (pressione)
9	carico di pressione variabile su elemento tipo piastra
	4 dati (pressione, quota, pressione, quota)
10	variazione termica applicata ad elemento tipo piastra
	2 dati (variazioni termiche: media e differenza nello spessore)
11	carico variabile generale su elementi tipo trave e piastra
	1 dato descrizione della tipologia
	4 dati per segmento (posizione, valore, posizione, valore)
	la tipologia precisa l'ascissa di definizione, la direzione del carico, la modalità di carico e la larghezza d'influenza per gli elementi tipo trave
12	gruppo di carichi con impronta su piastra
	9 dati (numero di ripetizioni in direzione X e Y, valore di ciascun carico, posizione centrale del primo, dimensioni dell'impronta, interasse tra i carichi)

	Carico concentrato nodale		Spostamento impresso
	Carico distribuito globale		Carico distribuito locale
	Carico concentrato globale		Carico concentrato locale
	Carico termico 2D		Carico termico 3D
	Carico pressione uniforme		Carico pressione variabile

Tipo	carico distribuito globale su trave
------	-------------------------------------

Id	Tipo	Pos.	fx	fy	fz	mx	my	mz
		m	daN/ m	daN/ m	daN/ m	daN	daN	daN
1	DG:Fzi=-15.00 Fzf=-15.00	0.0	0.0	0.0	-1500.00	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-1500.00	0.0	0.0	0.0
2	DG:Fzi=-5.00 Fzf=-5.00	0.0	0.0	0.0	-500.00	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-500.00	0.0	0.0	0.0

SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO

LEGENDA TABELLA CASI DI CARICO

Il programma consente l'applicazione di diverse tipologie di casi di carico.

Sono previsti i seguenti 11 tipi di casi di carico:

	Sigla	Tipo	Descrizione
1	Ggk	A	caso di carico comprensivo del peso proprio struttura
2	Gk	NA	caso di carico con azioni permanenti
3	Qk	NA	caso di carico con azioni variabili
4	Gsk	A	caso di carico comprensivo dei carichi permanenti sui solai e sulle coperture
5	Qsk	A	caso di carico comprensivo dei carichi variabili sui solai
6	Qnk	A	caso di carico comprensivo dei carichi di neve sulle coperture
7	Qtk	SA	caso di carico comprensivo di una variazione termica agente sulla struttura
8	Qvk	NA	caso di carico comprensivo di azioni da vento sulla struttura
9	Esk	SA	caso di carico sismico con analisi statica equivalente
10	Edk	SA	caso di carico sismico con analisi dinamica
11	Etk	NA	caso di carico comprensivo di azioni derivanti dall' incremento di spinta delle terre in condizione sismica
12	PK	NA	caso di carico comprensivo di azioni derivanti da coazioni, cedimenti e precompressioni

Sono di tipo automatico A (ossia non prevedono introduzione dati da parte dell'utente) i seguenti casi di carico: 1-Ggk; 4-Gsk; 5-Qsk; 6-Qnk.

Sono di tipo semi-automatico SA (ossia prevedono una minima introduzione dati da parte dell'utente) i seguenti casi di carico:

7-Qtk, in quanto richiede solo il valore della variazione termica;

9-Esk e 10-Edk, in quanto richiedono il valore dell'angolo di ingresso del sisma e l'individuazione dei casi di carico partecipanti alla definizione delle masse.

Sono di tipo non automatico NA ossia prevedono la diretta applicazione di carichi generici agli elementi strutturali (si veda il precedente punto Modellazione delle Azioni) i restanti casi di carico.

Nella tabella successiva vengono riportati i casi di carico agenti sulla struttura, con l'indicazione dei dati relativi al caso di carico stesso:

Numero Tipo e Sigla identificativa, Valore di riferimento del caso di carico (se previsto).

In successione, per i casi di carico non automatici, viene riportato l'elenco di nodi ed elementi direttamente caricati con la sigla identificativa del carico.

Per i casi di carico di tipo sismico (9-Esk e 10-Edk), viene riportata la tabella di definizione delle masse: per ogni caso di carico partecipante alla definizione delle masse viene indicata la relativa aliquota (partecipazione) considerata. Si precisa che per i caso di carico 5-Qsk e 6-Qnk la partecipazione è prevista localmente per ogni elemento solaio o copertura presente nel modello (si confronti il valore Sksol nel capitolo relativo agli elementi solaio) e pertanto la loro partecipazione è di norma pari a uno.

CDC	Tip o	Sigla Id	Note
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)	
2	Gk	CDC=G1k (permanente generico)	D2 : 2 Azione : DG:Fzi=-15.00 Fzf=-15.00
3	Qk	CDC=Qk (variabile generico)	D2 : 2 Azione : DG:Fzi=-5.00 Fzf=-5.00

DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI

LEGENDA TABELLA COMBINAZIONI DI CARICO

Il programma combina i diversi tipi di casi di carico (CDC) secondo le regole previste dalla normativa vigente.

Le combinazioni previste sono destinate al controllo di sicurezza della struttura ed alla verifica degli spostamenti e delle sollecitazioni.

La prima tabella delle combinazioni riportata di seguito comprende le seguenti informazioni: *Numero, Tipo, Sigla identificativa*. Una seconda tabella riporta il *peso nella combinazione* assunto per ogni caso di carico.

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

Combinazione fondamentale SLU

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

Combinazione caratteristica (rara) SLE

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

Combinazione frequente SLE

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

Combinazione quasi permanente SLE

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

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

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

Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite connessi alle azioni eccezionali

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

Dove:

NTC 2008 Tabella 2.5.I

Destinazione d'uso/azione	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Categoria A residenziali	0,70	0,50	0,30
Categoria B uffici	0,70	0,50	0,30
Categoria C ambienti suscettibili di affollamento	0,70	0,70	0,60
Categoria D ambienti ad uso commerciale	0,70	0,70	0,60
Categoria E biblioteche, archivi, magazzini,...	1,00	0,90	0,80
Categoria F Rimesse e parcheggi (autoveicoli <= 30kN)	0,70	0,70	0,60
Categoria G Rimesse e parcheggi (autoveicoli >30kN)	0,70	0,50	0,30
Categoria H Coperture	0,00	0,00	0,00
Vento	0,60	0,20	0,00
Neve a quota <= 1000 m	0,50	0,20	0,00
Neve a quota >1000 m	0,70	0,50	0,20
Variazioni Termiche	0,60	0,50	0,00

Nelle verifiche possono essere adottati in alternativa due diversi approcci progettuali:

- per l'approccio 1 si considerano due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti di sicurezza parziali per le azioni, per i materiali e per la resistenza globale (combinazione 1 con coefficienti A1 e combinazione 2 con coefficienti A2),
- per l'approccio 2 si definisce un'unica combinazione per le azioni, per la resistenza dei materiali e per la resistenza globale (con coefficienti A1).

NTC 2008 Tabella 2.6.I

		Coefficiente γ_f	EQU	A1	A2
Carichi permanenti	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali (Non compiutamente definiti)	Favorevoli	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	Favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
1	SLU	Comb. SLU A1 1	
2	SLU	Comb. SLU A1 2	
3	SLU	Comb. SLU A1 3	
4	SLU	Comb. SLU A1 4	
5	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 5	

6	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 6	
7	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 7	
8	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 8	
9	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 9	
10	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 10	

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
1	1.30	1.30	0.0											
2	1.30	1.30	1.50											
3	1.00	1.00	0.0											
4	1.00	1.00	1.50											
5	1.00	1.00	0.0											
6	1.00	1.00	1.00											
7	1.00	1.00	0.0											
8	1.00	1.00	0.90											
9	1.00	1.00	0.0											
10	1.00	1.00	0.80											

RISULTATI NODALI

LEGENDA RISULTATI NODALI

Il controllo dei risultati delle analisi condotte, per quanto concerne i nodi strutturali, è possibile in relazione alle tabelle sottoriportate.

Una prima tabella riporta infatti per ogni nodo e per ogni combinazione (o caso di carico) gli spostamenti nodali.

Una seconda tabella riporta per ogni nodo a cui sia associato un vincolo rigido e/o elastico o una fondazione speciale e per ogni combinazione (o caso di carico) i valori delle azioni esercitate dalla struttura sui vincoli (reazioni vincolari cambiate di segno).

Una terza tabella, infine riassume per ogni nodo le sei combinazioni in cui si attingono i valori minimi e massimi della reazione Fz, della reazione Mx e della reazione My.

Nodo	Cmb	Traslazione X	Traslazione Y	Traslazione Z	Rotazione X	Rotazione Y	Rotazione Z
		cm	cm	cm			
1	1	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.47e-03	0.0
1	2	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.02e-03	0.0
1	3	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.13e-03	0.0
1	4	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.68e-03	0.0
1	5	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.13e-03	0.0
1	6	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.50e-03	0.0
1	7	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.13e-03	0.0
1	8	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.46e-03	0.0
1	9	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.13e-03	0.0
1	10	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.42e-03	0.0
2	1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.47e-03	0.0
2	2	0.0	0.0	0.0	0.0	2.02e-03	0.0

2	3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.13e-03	0.0
2	4	0.0	0.0	0.0	0.0	1.68e-03	0.0
2	5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.13e-03	0.0
2	6	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50e-03	0.0
2	7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.13e-03	0.0
2	8	0.0	0.0	0.0	0.0	1.46e-03	0.0
2	9	0.0	0.0	0.0	0.0	1.13e-03	0.0
2	10	0.0	0.0	0.0	0.0	1.42e-03	0.0
3	1	2.97e-03	0.0	-0.02	0.0	2.96e-03	0.0
3	2	4.08e-03	0.0	-0.03	0.0	4.06e-03	0.0
3	3	2.29e-03	0.0	-0.02	0.0	2.28e-03	0.0
3	4	3.39e-03	0.0	-0.03	0.0	3.38e-03	0.0
3	5	2.29e-03	0.0	-0.02	0.0	2.28e-03	0.0
3	6	3.02e-03	0.0	-0.02	0.0	3.01e-03	0.0
3	7	2.29e-03	0.0	-0.02	0.0	2.28e-03	0.0
3	8	2.95e-03	0.0	-0.02	0.0	2.94e-03	0.0
3	9	2.29e-03	0.0	-0.02	0.0	2.28e-03	0.0
3	10	2.88e-03	0.0	-0.02	0.0	2.86e-03	0.0
4	1	-2.97e-03	0.0	-0.02	0.0	-2.96e-03	0.0
4	2	-4.08e-03	0.0	-0.03	0.0	-4.06e-03	0.0
4	3	-2.29e-03	0.0	-0.02	0.0	-2.28e-03	0.0
4	4	-3.39e-03	0.0	-0.03	0.0	-3.38e-03	0.0
4	5	-2.29e-03	0.0	-0.02	0.0	-2.28e-03	0.0
4	6	-3.02e-03	0.0	-0.02	0.0	-3.01e-03	0.0
4	7	-2.29e-03	0.0	-0.02	0.0	-2.28e-03	0.0
4	8	-2.95e-03	0.0	-0.02	0.0	-2.94e-03	0.0
4	9	-2.29e-03	0.0	-0.02	0.0	-2.28e-03	0.0
4	10	-2.88e-03	0.0	-0.02	0.0	-2.86e-03	0.0
Nodo		Traslazione X	Traslazione Y	Traslazione Z	Rotazione X	Rotazione Y	Rotazione Z
		-4.08e-03	0.0	-0.03	0.0	-4.06e-03	0.0
		4.08e-03	0.0	0.0	0.0	4.06e-03	0.0

Nodo	Cmb	Azione X daN	Azione Y daN	Azione Z daN	Azione RX daN cm	Azione RY daN cm	Azione RZ daN cm
1	1	-1184.20	0.0	-6917.42	0.0	0.0	0.0
1	2	-1625.30	0.0	-9392.42	0.0	0.0	0.0
1	3	-910.92	0.0	-5321.09	0.0	0.0	0.0
1	4	-1352.02	0.0	-7796.09	0.0	0.0	0.0
1	5	-910.92	0.0	-5321.09	0.0	0.0	0.0
1	6	-1204.99	0.0	-6971.09	0.0	0.0	0.0
1	7	-910.92	0.0	-5321.09	0.0	0.0	0.0
1	8	-1175.58	0.0	-6806.09	0.0	0.0	0.0
1	9	-910.92	0.0	-5321.09	0.0	0.0	0.0
1	10	-1146.17	0.0	-6641.09	0.0	0.0	0.0
2	1	1184.20	0.0	-6917.42	0.0	0.0	0.0
2	2	1625.30	0.0	-9392.42	0.0	0.0	0.0
2	3	910.92	0.0	-5321.09	0.0	0.0	0.0
2	4	1352.02	0.0	-7796.09	0.0	0.0	0.0
2	5	910.92	0.0	-5321.09	0.0	0.0	0.0
2	6	1204.99	0.0	-6971.09	0.0	0.0	0.0
2	7	910.92	0.0	-5321.09	0.0	0.0	0.0
2	8	1175.58	0.0	-6806.09	0.0	0.0	0.0
2	9	910.92	0.0	-5321.09	0.0	0.0	0.0
2	10	1146.17	0.0	-6641.09	0.0	0.0	0.0
Nodo		Azione X	Azione Y	Azione Z	Azione RX	Azione RY	Azione RZ
		-1625.30	0.0	-9392.42	0.0	0.0	0.0
		1625.30	0.0	-5321.09	0.0	0.0	0.0

Nodo	Cmb	Azione X daN	Azione Y daN	Azione Z daN	Azione RX daN cm	Azione RY daN cm	Azione RZ daN cm
1	2	-1625.30	0.0	-9392.42	0.0	0.0	0.0
	3	-910.92	0.0	-5321.09	0.0	0.0	0.0
	1	-1184.20	0.0	-6917.42	0.0	0.0	0.0
	1	-1184.20	0.0	-6917.42	0.0	0.0	0.0
	1	-1184.20	0.0	-6917.42	0.0	0.0	0.0
	1	-1184.20	0.0	-6917.42	0.0	0.0	0.0
2	2	1625.30	0.0	-9392.42	0.0	0.0	0.0
	3	910.92	0.0	-5321.09	0.0	0.0	0.0
	1	1184.20	0.0	-6917.42	0.0	0.0	0.0

1	1184.20	0.0	-6917.42	0.0	0.0	0.0
1	1184.20	0.0	-6917.42	0.0	0.0	0.0
1	1184.20	0.0	-6917.42	0.0	0.0	0.0

RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE

LEGENDA RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE

Il controllo dei risultati delle analisi condotte, per quanto concerne gli elementi tipo trave, è possibile in relazione alle tabelle sotto riportate.

Gli elementi vengono suddivisi in relazione alle proprietà in elementi:

- tipo **pilastro**
- tipo **trave in elevazione**
- tipo **trave in fondazione**

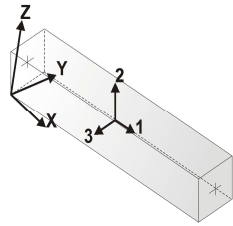
Per ogni elemento e per ogni combinazione (o caso di carico) vengono riportati i risultati più significativi.

Per gli elementi tipo *pilastro* sono riportati in tabella i seguenti valori:

Pilas.	numero dell'elemento pilastro
Cmb	combinazione in cui si verificano i valori riportati
M3 mx/mn	momento flettente in campata M3 max (prima riga) / min (seconda riga)
M2 mx/mn	momento flettente in campata M2 max (prima riga) / min (seconda riga)
D2/D3	freccia massima in direzione 2 (prima riga) / direzione 3 (seconda riga)
Q2/Q3	carico totale in direzione 2 (prima riga) / direzione 3 (seconda riga)
Pos.	ascissa del punto iniziale e finale dell'elemento
N, V2, ecc..	sei componenti di sollecitazione al piede ed in sommità dell'elemento

Per gli elementi tipo *trave in elevazione* sono riportati, oltre al numero dell'elemento, i medesimi risultati visti per i pilastri.

Per gli elementi tipo *trave in fondazione* (trave f.) sono riportati, oltre al numero dell'elemento, i medesimi risultati visti per i pilastri e la massima pressione sul terreno.

	orientamento elementi 2D non verticali		orientamento elementi 2D verticali
---	--	---	------------------------------------

Pilas.	Cmb	M3 mx/mn daN cm	M2 mx/mn daN cm	D 2 / D 3 cm	Q 2 / Q 3 daN	Pos. cm	N daN	V 2 daN	V 3 daN	T daN cm	M 2 daN cm	M 3 daN cm
1	1	0.0	0.0	0.24	0.0	0.0	-6917.42	-1184.20	0.0	0.0	0.0	0.0
		-5.092e+05	0.0	0.0	0.0	430.0	-6644.47	-1184.20	0.0	0.0	0.0	-5.092e+05
1	2	0.0	0.0	0.33	0.0	0.0	-9392.42	-1625.30	0.0	0.0	0.0	0.0
		-6.989e+05	0.0	0.0	0.0	430.0	-9119.47	-1625.30	0.0	0.0	0.0	-6.989e+05
1	3	0.0	0.0	0.18	0.0	0.0	-5321.09	-910.92	0.0	0.0	0.0	0.0
		-3.917e+05	0.0	0.0	0.0	430.0	-5111.13	-910.92	0.0	0.0	0.0	-3.917e+05
1	4	0.0	0.0	0.27	0.0	0.0	-7796.09	-1352.02	0.0	0.0	0.0	0.0
		-5.814e+05	0.0	0.0	0.0	430.0	-7586.13	-1352.02	0.0	0.0	0.0	-5.814e+05
1	5	0.0	0.0	0.18	0.0	0.0	-5321.09	-910.92	0.0	0.0	0.0	0.0
		-3.917e+05	0.0	0.0	0.0	430.0	-5111.13	-910.92	0.0	0.0	0.0	-3.917e+05
1	6	0.0	0.0	0.24	0.0	0.0	-6971.09	-1204.99	0.0	0.0	0.0	0.0

		-5.181e+05	0.0	0.0	0.0	430.0	-6761.13	-1204.99	0.0	0.0	0.0	-5.181e+05
1	7	0.0	0.0	0.18	0.0	0.0	-5321.09	-910.92	0.0	0.0	0.0	0.0
		-3.917e+05	0.0	0.0	0.0	430.0	-5111.13	-910.92	0.0	0.0	0.0	-3.917e+05
1	8	0.0	0.0	0.24	0.0	0.0	-6806.09	-1175.58	0.0	0.0	0.0	0.0
		-5.055e+05	0.0	0.0	0.0	430.0	-6596.13	-1175.58	0.0	0.0	0.0	-5.055e+05
1	9	0.0	0.0	0.18	0.0	0.0	-5321.09	-910.92	0.0	0.0	0.0	0.0
		-3.917e+05	0.0	0.0	0.0	430.0	-5111.13	-910.92	0.0	0.0	0.0	-3.917e+05
1	10	0.0	0.0	0.23	0.0	0.0	-6641.09	-1146.17	0.0	0.0	0.0	0.0
		-4.929e+05	0.0	0.0	0.0	430.0	-6431.13	-1146.17	0.0	0.0	0.0	-4.929e+05
3	1	5.092e+05	0.0	-0.24	0.0	0.0	-6917.42	1184.20	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	430.0	-6644.47	1184.20	0.0	0.0	0.0	5.092e+05
3	2	6.989e+05	0.0	-0.33	0.0	0.0	-9392.42	1625.30	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	430.0	-9119.47	1625.30	0.0	0.0	0.0	6.989e+05
3	3	3.917e+05	0.0	-0.18	0.0	0.0	-5321.09	910.92	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	430.0	-5111.13	910.92	0.0	0.0	0.0	3.917e+05
3	4	5.814e+05	0.0	-0.27	0.0	0.0	-7796.09	1352.02	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	430.0	-7586.13	1352.02	0.0	0.0	0.0	5.814e+05
3	5	3.917e+05	0.0	-0.18	0.0	0.0	-5321.09	910.92	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	430.0	-5111.13	910.92	0.0	0.0	0.0	3.917e+05
3	6	5.181e+05	0.0	-0.24	0.0	0.0	-6971.09	1204.99	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	430.0	-6761.13	1204.99	0.0	0.0	0.0	5.181e+05
3	7	3.917e+05	0.0	-0.18	0.0	0.0	-5321.09	910.92	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	430.0	-5111.13	910.92	0.0	0.0	0.0	3.917e+05
3	8	5.055e+05	0.0	-0.24	0.0	0.0	-6806.09	1175.58	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	430.0	-6596.13	1175.58	0.0	0.0	0.0	5.055e+05
3	9	3.917e+05	0.0	-0.18	0.0	0.0	-5321.09	910.92	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	430.0	-5111.13	910.92	0.0	0.0	0.0	3.917e+05
3	10	4.929e+05	0.0	-0.23	0.0	0.0	-6641.09	1146.17	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	430.0	-6431.13	1146.17	0.0	0.0	0.0	4.929e+05
Pilas.												
		M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Q 2 / Q 3		N	V 2	V 3	T		
		-6.989e+05	0.0	-0.33	0.0		-9392.42	-1625.30	0.0	0.0		
		6.989e+05	0.0	0.33	0.0		-5111.13	1625.30	0.0	0.0		
Trave												
	Cmb	M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Q 2 / Q 3	Pos.	N	V 2	V 3	T	M 2	M 3
		daN cm	daN cm	cm	daN	cm	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
2	1	5.871e+05	0.0	-0.88	-1.329e+04	0.0	-1184.20	6644.47	0.0	0.0	0.0	-5.092e+05
		-5.092e+05	0.0	0.0	0.0	660.0	-1184.20	-6644.47	0.0	0.0	0.0	-5.092e+05
2	2	8.058e+05	0.0	-1.21	-1.824e+04	0.0	-1625.30	9119.47	0.0	0.0	0.0	-6.989e+05
		-6.989e+05	0.0	0.0	0.0	660.0	-1625.30	-9119.47	0.0	0.0	0.0	-6.989e+05
2	3	4.516e+05	0.0	-0.68	-1.022e+04	0.0	-910.92	5111.13	0.0	0.0	0.0	-3.917e+05
		-3.917e+05	0.0	0.0	0.0	660.0	-910.92	-5111.13	0.0	0.0	0.0	-3.917e+05
2	4	6.703e+05	0.0	-1.00	-1.517e+04	0.0	-1352.02	7586.13	0.0	0.0	0.0	-5.814e+05
		-5.814e+05	0.0	0.0	0.0	660.0	-1352.02	-7586.13	0.0	0.0	0.0	-5.814e+05
2	5	4.516e+05	0.0	-0.68	-1.022e+04	0.0	-910.92	5111.13	0.0	0.0	0.0	-3.917e+05
		-3.917e+05	0.0	0.0	0.0	660.0	-910.92	-5111.13	0.0	0.0	0.0	-3.917e+05
2	6	5.974e+05	0.0	-0.89	-1.352e+04	0.0	-1204.99	6761.13	0.0	0.0	0.0	-5.181e+05
		-5.181e+05	0.0	0.0	0.0	660.0	-1204.99	-6761.13	0.0	0.0	0.0	-5.181e+05
2	7	4.516e+05	0.0	-0.68	-1.022e+04	0.0	-910.92	5111.13	0.0	0.0	0.0	-3.917e+05
		-3.917e+05	0.0	0.0	0.0	660.0	-910.92	-5111.13	0.0	0.0	0.0	-3.917e+05
2	8	5.829e+05	0.0	-0.87	-1.319e+04	0.0	-1175.58	6596.13	0.0	0.0	0.0	-5.055e+05
		-5.055e+05	0.0	0.0	0.0	660.0	-1175.58	-6596.13	0.0	0.0	0.0	-5.055e+05
2	9	4.516e+05	0.0	-0.68	-1.022e+04	0.0	-910.92	5111.13	0.0	0.0	0.0	-3.917e+05
		-3.917e+05	0.0	0.0	0.0	660.0	-910.92	-5111.13	0.0	0.0	0.0	-3.917e+05
2	10	5.683e+05	0.0	-0.85	-1.286e+04	0.0	-1146.17	6431.13	0.0	0.0	0.0	-4.929e+05
		-4.929e+05	0.0	0.0	0.0	660.0	-1146.17	-6431.13	0.0	0.0	0.0	-4.929e+05
Trave												
		M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Q 2 / Q 3		N	V 2	V 3	T		
		-6.989e+05	0.0	-1.21	-1.824e+04		-1625.30	-9119.47	0.0	0.0		
		8.058e+05	0.0	0.0	0.0		-910.92	9119.47	0.0	0.0		

VERIFICHE PER ELEMENTI IN ACCIAIO

LEGENDA TABELLA VERIFICHE PER ELEMENTI IN ACCIAIO

Il programma consente la verifica dei seguenti tipi di elementi:

1. **aste** 2. **travi** 3. **pilastri**

L'esito delle verifiche è espresso con un codice come di seguito indicato

OK: verifica con esito positivo

NV: verifica con esito negativo

Nr: verifica non richiesta.

Per comodità gli elementi vengono raggruppati in tabelle in relazione al tipo.

Ai fini delle verifiche (come da D.M. 14 Gennaio 2008 e circ. 2 Febbraio 2009 n.617) i tipi elementi differiscono per i seguenti aspetti:

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

Ai fini delle verifiche per strutture dissipative (come da D.M. 14 Gennaio 2008 e circ. 2 Febbraio 2009 n.617 per strutture intelaiate e a controventi concentrici) si considerano le verifiche del capitolo 4 con azioni amplificate e le verifiche del capitolo 7:

Verifica		Travi	Pilastr
4.2.4.1.2	Trazione, Compressione	X	X
	Taglio, Torsione		X
	Flessione, taglio e forza assiale	X	X
4.2.4.1.3.1	Aste compresse	X	X
4.2.4.1.3.2	Instabilità flessione-torsionale		X
7.5.3	Sfruttamento per momento	X	
7.5.4	Sfruttamento per sforzo normale	X	
7.5.5	Sfruttamento per taglio da capacità flessionale	X	
7.5.9	Sfruttamento per taglio amplificato		X

Viene inoltre riportata la verifica del par. 7.5.4.3 Gerarchia delle resistenze trave-colonna per ogni colonna, considerando piede e testa in entrambe le direzioni globali X e Y.

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

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

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

Asta	Trave	Pilastr	numero dell'elemento
	Stato		codice di verifica per resistenza, stabilità, svergolamento
	Note		sezione e materiali adottati per l'elemento
	V N		(ASTE) verifica come da par. 4.2.4.1.2 per punto (4.2.6) e (4.2.10)
	V V/T		(TRAVI E PILASTRI) verifica di resistenza come da par. 4.2.4.1.2 per azioni taglio-torsione

						(4.2.17 e 4.2.29)
V N/M						(TRAVI E PILASTRI) verifica di resistenza come da par. 4.2.4.1.2 per azioni composte (4.2.34) con riduzione per taglio (4.2.41) ove richiesto
N	M3	M2	V2	V3	T	sollecitazioni di interesse per la verifica
V stab						(ASTE) verifica come da par. 4.2.4.1.3 per punto (4.2.42)
V stab						(TRAVI E PILASTRI) verifica come da par. 4.2.4.1.3 per punti (C4.2.32) o (C4.2.36) (membrature inflesse e compresse senza/con presenza di instabilità flessio-torsionale
BetaxL		B22xL		B33xL		lunghezze libere di inflessione (se indicato riferiti al piano di normale 22 o 33 rispettivamente)
Snellezza						snellezza massima
Classe						classe del profilo
Chi mn						coefficiente di riduzione (della capacità) per la modalità di instabilità pertinente
Rif. cmb						combinazioni in cui si sono rispettivamente attinti i valori di verifica più elevati
V flst						(TRAVI E PILASTRI) verifica di stabilità come da par. 4.2.4.1.3.2 per punto (4.2.49)
B1-1 x L						Beta1-1 x L: interasse tra i ritegni torsionali
Chi LT						coefficiente di riduzione (della capacità) per la modalità di instabilità flessio-torsionale
Snell adim						Valore della snellezza adimensionale, utilizzato per il controllo previsto al par. 7.5.5
v.Omeg						Valore del rapporto capacità/domanda per l'azione di interesse (momento per travi e azione assiale per aste) utilizzato per l'amplificazione delle azioni
f.Om. N						Fattore di amplificazione delle azioni assiali per travi e colonne (prodotto di 1.1 x Omega x gamma rd materiale); utilizzato come specificato al par. 7.5.5
f.Om. T						Fattore di amplificazione delle azioni (assiali, flettenti e taglianti) per colonne (prodotto di 1.1 x Omega x gamma rd materiale); utilizzato come specificato al par. 7.5.4
V.7.5.3 M Ed						Verifica come prevista al punto 7.5.3 e valore dell'azione flettente
V.7.5.4 N Ed						Verifica come prevista al punto 7.5.4 e valore dell'azione assiale
V.7.5.5 V Ed,G V Ed,M						Verifica come prevista al punto 7.5.5 e valore dei tagli dovuti ai carichi e alla capacità
V.7.5.9 V Ed						Verifica come prevista al punto 7.5.9 e valore dell'azione di taglio
sovr. Xi (Xf, Yi, Yf)						Valore della sovrarresistenza come prevista al par. 7.5.4.3 (i valori non sono normalizzati pertanto saranno maggiori uguali a gamma rd classe di duttilità)

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** "Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST" - versione Settembre 2014, disponibile per il download sul sito www.2si.it, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Test N°	Titolo
56	VERIFICA DI STABILITA' DI ASTE COMPRESSE IN ACCIAIO – METODO OMEGA
57	LUCE LIBERA DI TRAVI E ASTE IN ACCIAIO
58	LUCE LIBERA DI COLONNE IN ACCIAIO
59	SVERGOLAMENTO DI TRAVI IN ACCIAIO
61	ACCIAIO D.M. 2008
63	GERARCHIA RESISTENZE STRUTTURE IN ACCIAIO
64	STABILITA' DI ASTE COMPOSTE IN ACCIAIO
73	VALUTAZIONE EFFETTO P-δSU PILASTRATA
74	VALUTAZIONE EFFETTO P-δSU TELAIO 3D

Trave	Stato	Note	V V/T	V N/M	V stab	Cl.LamS 22	LamS 33	Snell.	Chi mn	V flstLamS LT	Chi LT	Rif. cmb		
2	ok	s=1,m=11	0.20	0.38	0.73	1	2.1	0.6	186.0	0.19	0.90	1.4	0.43	2,2,2,2
Trave			V V/T	V N/M	V stab	LamS 22LamS 33		Snell.	Chi mn	V flstLamS LT	Chi LT			
			0.20	0.38	0.73	2.140.55		186.02	0.19	0.90	1.42	0.43		
Trave	v.Omeg	f.Om. N	Stato	V N/M	V stab	Rif. cmb	V.7.5.3	M Ed	V.7.5.4	N Ed	V.7.5.5	V Ed,G	V Ed,M	
2							0.0	daN cm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Trave			v.Omeg	V N/M	V stab		V.7.5.3	M Ed	V.7.5.4	N Ed	V.7.5.5	V Ed,G	V Ed,M	
							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Pilas.	Stato	Note	V V/T	V N/M	V stab	Cl.LamS 22	LamS 33	Snell.	Chi mn	V flstLamS LT	Chi LT	Rif. cmb		
1	ok	s=1,m=11	0.03	0.33	0.74	1	2.8	0.7	242.4	0.11	0.38	0.8	0.87	2,2,2,2
3	ok	s=1,m=11	0.03	0.33	0.74	1	2.8	0.7	242.4	0.11	0.38	0.8	0.87	2,2,2,2
Pilas.			V V/T	V N/M	V stab	LamS 22	LamS 33	Snell.	Chi mn	V flstLamS LT	Chi LT			
									0.11			0.87		
			0.03	0.33	0.74		2.79	0.72	242.39		0.38	0.80		
Pilas.	f.Om. N	f.Om. T	Stato	V V/T	V N/M	V stab	V flst	Rif. cmb	V.7.5.9	V Ed sovr. daN	Xi sovr.	Xf sovr.	Yi sovr.	Yf
1	0.0	0.0	ok	0.0	0.0			0,0,0,0						
3	0.0	0.0	ok	0.0	0.0			0,0,0,0						
Pilas.				V V/T	V N/M	V stab	V flst		V.7.5.9	V Ed sovr.	Xi sovr.	Xf sovr.	Yi sovr.	Yf
				0.0	0.0									

Verifica secondo il D.M. 14/01/2008 del nodo: 1

Coefficienti di sicurezza utilizzati

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$\gamma_{M1} = 1,10$$

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

Colonna

Tipo di profilo: IPE 330

Materiale: Acciaio S275 $f_y = 275$ N/mm

Nodo.CMB	V2 [N]	V3 [N]	N [N]	M2 [N mm]	M3 [N mm]	T [N mm]
1.1	-11842,0	0,0	-69174,2	0,0	0,0	0,0
1.2	-16253,0	0,0	-93924,2	0,0	0,0	0,0

Calcolo resistenze

Resistenza a trazione dei bulloni

$$F_{tb,Rd} = 0,9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 90333.1 \text{ N}$$

Resistenza a punzonamento flangia

$$B_{pf,Rd} = 0,6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_f \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} = 171184.1 \text{ N}$$

Bull.	$F_{f,Rd}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]
1	17456.6	17456.6
2	17456.6	17456.6
3	17456.6	17456.6
4	17456.6	17456.6

Legenda

$F_{f,Rd} = M_{res,m} / (B_m \cdot R_m)$ resistenza a flessione flangia

$F_{t,Rd} = \min [F_{tb,Rd}, B_{pf,Rd}, F_{f,Rd}]$ resistenza a trazione di progetto

Resistenza a taglio dei bulloni

$$F_{vb,Rd} = 0,6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 60222.1 \text{ N}$$

Bull.	$F_{bf,x,Rd}$ [N]	$F_{v,x,Rd}$ [N]	$F_{bf,y,Rd}$ [N]	$F_{v,y,Rd}$ [N]
1	40201.2	40201.2	40201.2	40201.2
2	40201.2	40201.2	40201.2	40201.2
3	40201.2	40201.2	40201.2	40201.2
4	40201.2	40201.2	40201.2	40201.2

Legenda

$F_{bf,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot t_f / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione x

$F_{v,x,Rd} = \min [F_{vb,Rd}, F_{bf,x,Rd}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione x

$F_{bf,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot t_f / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione y

$F_{v,y,Rd} = \min [F_{vb,Rd}, F_{bf,y,Rd}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione y

Verifiche sui bulloni

1-Taglio e trazione (Nodo n. 1, CMB n. 2)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{v,Ed}$ [N]	$F_{v,Rd}$ [N]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	FV_1	VER
1	114.60	-189.60	4063.3	40201.2	0.0	17456.6	0.101073	Ok
2	114.60	189.60	4063.3	40201.2	0.0	17456.6	0.101073	Ok
3	-114.60	-189.60	4063.3	40201.2	0.0	17456.6	0.101073	Ok
4	-114.60	189.60	4063.3	40201.2	0.0	17456.6	0.101073	Ok

2-Trazione (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	FV_2	VER
1	114.60	-189.60	0.0	17456.6	0.000000	Ok
2	114.60	189.60	0.0	17456.6	0.000000	Ok
3	-114.60	-189.60	0.0	17456.6	0.000000	Ok
4	-114.60	189.60	0.0	17456.6	0.000000	Ok

Legenda

$F_{v,Ed}$ forza di taglio agente sul bullone
 $F_{v,Rd}$ resistenza a taglio di progetto del bullone
 $F_{t,Ed}$ forza di trazione agente sul bullone
 $F_{t,Rd}$ resistenza a trazione di progetto del bullone
 $FV_1 = F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / (1.4 \cdot F_{t,Rd})$
 $FV_2 = F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$
 $VER \rightarrow FV_i \leq 1$

Verifiche sulle saldature profilo-flangia (versione beta)

Si considera la sezione di gola (avente altezza $a = s_c / 2$)

Si considera la sezione di gola (avente altezza $a = s_c / 2$)		Cordoni	$n_{\perp}$	$t_{\perp}$	$\tau_{\parallel}$	FV_1
Nerv. verticale lato destro esterno	-8.26	0.00	-1.80	8.45	Ok	
Nerv. vert. lato destro interno zona inferiore	-8.26	0.00	-1.80	8.45	Ok	
Nerv. vert. lato sinistro interno zona inferiore	-8.26	0.00	-1.80	8.45	Ok	
Nerv. verticale lato sinistro esterno	-8.26	0.00	-1.80	8.45	Ok	
Ala inferiore esterno	-8.26	0.00	0.00	8.26	Ok	
Ala inferiore interno lato destro	-8.26	0.00	0.00	8.26	Ok	
Ala inferiore interno lato sinistro	-8.26	0.00	0.00	8.26	Ok	
Nerv. vert. lato destro interno zona centrale	-8.26	0.00	-1.80	8.45	Ok	
Anima lato destro	-8.26	0.00	-1.80	8.45	Ok	
Anima lato sinistro	-8.26	0.00	-1.80	8.45	Ok	
Nerv. vert. lato sinistro interno zona centrale	-8.26	0.00	-1.80	8.45	Ok	
Ala superiore interno lato destro	-8.26	0.00	0.00	8.26	Ok	
Ala superiore interno lato sinistro	-8.26	0.00	0.00	8.26	Ok	
Ala superiore esterno	-8.26	0.00	0.00	8.26	Ok	
Nerv. vert. lato destro interno zona superiore	-8.26	0.00	-1.80	8.45	Ok	
Nerv. vert. lato sinistro interno zona superiore	-8.26	0.00	-1.80	8.45	Ok	

Verifica formula (4.2.79) (Nodo n. 1, CMB n. 2)

Cordoni	$n_{\perp}$	$t_{\perp}$	$\tau_{\parallel}$	FV_2	VER_2
Nerv. verticale lato destro esterno	-8.26	0.00	-1.80	10.06	Ok
Nerv. vert. lato destro interno zona inferiore	-8.26	0.00	-1.80	10.06	Ok
Nerv. vert. lato sinistro interno zona inferiore	-8.26	0.00	-1.80	10.06	Ok
Nerv. verticale lato sinistro esterno	-8.26	0.00	-1.80	10.06	Ok
Ala inferiore esterno	-8.26	0.00	0.00	8.26	Ok
Ala inferiore interno lato destro	-8.26	0.00	0.00	8.26	Ok
Ala inferiore interno lato sinistro	-8.26	0.00	0.00	8.26	Ok
Nerv. vert. lato destro interno zona centrale	-8.26	0.00	-1.80	10.06	Ok
Anima lato destro	-8.26	0.00	-1.80	10.06	Ok
Anima lato sinistro	-8.26	0.00	-1.80	10.06	Ok
Nerv. vert. lato sinistro interno zona centrale	-8.26	0.00	-1.80	10.06	Ok
Ala superiore interno lato destro	-8.26	0.00	0.00	8.26	Ok
Ala superiore interno lato sinistro	-8.26	0.00	0.00	8.26	Ok
Ala superiore esterno	-8.26	0.00	0.00	8.26	Ok
Nerv. vert. lato destro interno zona superiore	-8.26	0.00	-1.80	10.06	Ok

Nerv. vert. lato sinistro interno zona superiore	-8.26	0.00	-1.80	10.06	Ok
--	-------	------	-------	-------	----

Legenda

$n_{\perp}$ tensione normale perpendicolare all'asse del cordone
 $t_{\perp}$ tensione tangenziale perpendicolare all'asse del cordone
 $\tau_{\parallel}$ tensione tangenziale parallela all'asse del cordone
 $FV_1 = (n_{\perp}$

Verifiche a flessione piastra in zona compressa

Sezione parallela a X a filo della colonna (Nodo n. 1, CMB n. 2)

Pressione media a bordo piastra $p_{med} = 0,83 \text{ N/mm}$

Ancoraggio

Tirafondi ad aderenza

Lunghezza tirafondi $L_t = 400 \text{ mm}$

Lunghezza minima tirafondi: 40 diametri (640 mm)

Calcestruzzo

Resistenza cubica caratteristica a compressione $R_{ck} = 20.00 \text{ N/mm}$

Compressione massima calcestruzzo (Nodo n. 1, CMB n. 2)

$p_{max} = 0.83 \text{ N/mm}$

Verifica ancoraggio

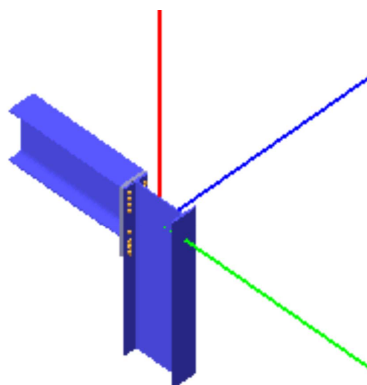
Si considera la massima resistenza a trazione di progetto dei tirafondi

Trazione di progetto dell'ancoraggio $F_{t,an,Ed} = \max [F_{t,Rd}] = 17456.6 \text{ N}$

Resistenza a trazione per aderenza $F_{t,ad,Rd} = L_t \cdot \pi \cdot \varnothing \cdot f_{bd} = 41214.1 \text{ N}$

$F_{t,ad,Rd} > F_{t,an,Ed}$ Ok

Verifica secondo il D.M. 14/01/2008 del nodo: 3



Coefficienti di sicurezza utilizzati

$\gamma_{M0} = 1,05$

$\gamma_{M1} = 1,10$

$\gamma_{M2} = 1,25$

Trave lato 2-

Tipo di profilo: IPE 330

Materiale: Acciaio S275 $f_y = 275 \text{ N/mm}$ Sollecitazioni nella sezione d'attacco dell'elemento:

Nodo.CMB	V2 [N]	V3 [N]	N [N]	M2 [N mm]	M3 [N mm]	T [N mm]
----------	--------	--------	-------	-----------	-----------	----------

3.2 91194,7 0,0 -16253,0 0,0 -54842880,0 0,0

Calcolo resistenze

Resistenza a trazione dei bulloni $F_{tb,Rd} = 0,9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 90333.1 \text{ N}$

Resistenza a punzonamento flangia $B_{pf,Rd} = 0,6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_f \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} = 311243.9 \text{ N}$

Resistenza a punzonamento ala passante $B_{pa,Rd} = 0,6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_a \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} = 178965.2 \text{ N}$

Bull.	$F_{f,Rd} \text{ [N]}$	$F_{t,Rd} \text{ [N]}$
1	22310.4	22310.4
2	21340.4	21340.4
3	72454.3	72454.3
4	77573.6	77573.6
5	41021.6	41021.6
6	20774.6	20774.6
7	20774.6	20774.6
8	71881.5	71881.5
9	22334.8	22334.8
10	21363.7	21363.7
11	72531.0	72531.0
12	77658.1	77658.1
13	41037.3	41037.3
14	20796.7	20796.7
15	20796.7	20796.7
16	71955.6	71955.6

Legenda

$F_{f,Rd} = M_{res,m} / (B_m \cdot R_m)$ resistenza a flessione flangia

$F_{t,Rd} = \min [F_{tb,Rd} , B_{pf,Rd} , B_{pa,Rd} , F_{f,Rd}]$ resistenza a trazione di progetto

Resistenza a taglio dei bulloni $F_{vb,Rd} = 0,6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 60222.1 \text{ N}$

Bull.	$F_{bf,x,Rd} \text{ [N]}$	$F_{ba,x,Rd} \text{ [N]}$	$F_{v,x,Rd} \text{ [N]}$	$F_{bf,y,Rd} \text{ [N]}$	$F_{ba,y,Rd} \text{ [N]}$	$F_{v,y,Rd} \text{ [N]}$
1	104265.3	90289.9	60222.1	110080.1	158240.0	60222.1
2	86678.3	49840.0	49840.0	133013.3	76482.7	60222.1
3	86678.3	49840.0	49840.0	133013.3	76482.7	60222.1
4	157025.9	90289.9	60222.1	263058.8	151258.8	60222.1
5	86678.3	49840.0	49840.0	133013.3	76482.7	60222.1
6	86678.3	49840.0	49840.0	133013.3	76482.7	60222.1
7	86678.3	49840.0	49840.0	133013.3	76482.7	60222.1
8	157025.9	90289.9	60222.1	196956.9	113250.2	60222.1
9	104444.4	90445.0	60222.1	110080.1	158240.0	60222.1
10	86827.2	49925.6	49925.6	133013.3	76482.7	60222.1
11	86827.2	49925.6	49925.6	133013.3	76482.7	60222.1
12	157295.7	90445.0	60222.1	263058.8	151258.8	60222.1
13	86827.2	49925.7	49925.7	133013.3	76482.7	60222.1
14	86827.2	49925.6	49925.6	133013.3	76482.7	60222.1
15	86827.2	49925.6	49925.6	133013.3	76482.7	60222.1
16	157295.7	90445.0	60222.1	196956.9	113250.2	60222.1

Legenda

$F_{bf,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot t_f / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione x

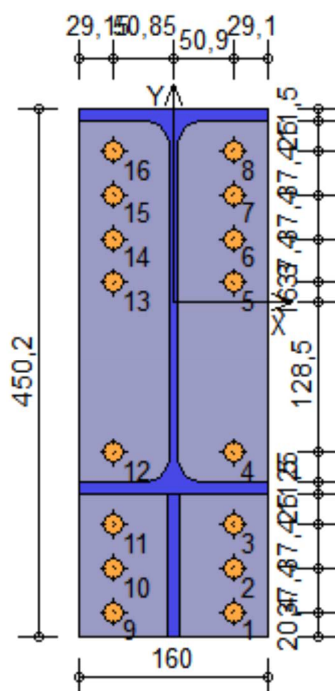
$F_{ba,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot t_a / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento ala passante in direzione x

$F_{v,x,Rd} = \min [F_{vb,Rd} , F_{bf,x,Rd} , F_{ba,x,Rd}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione x

$F_{bf,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot t_f / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione y

$F_{ba,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot t_a / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento ala passante in direzione y

$F_{v,y,Rd} = \min [F_{vb,Rd} , F_{bf,y,Rd} , F_{ba,y,Rd}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione y



Verifiche sui bulloni

1-Taglio e trazione (Nodo n. 3, CMB n. 2)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{v,Ed}$ [N]	$F_{v,Rd}$ [N]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	FV_1	VER
1	50.90	-264.80	5699.7	60222.1	0.0	22310.4	0.094644	Ok
2	50.90	-227.40	5699.7	60222.1	0.0	21340.4	0.094644	Ok
3	50.90	-190.00	5699.7	60222.1	1296.4	72454.3	0.107424	Ok
4	50.90	-128.50	5699.7	60222.1	5230.4	77573.6	0.142805	Ok
5	50.90	16.30	5699.7	60222.1	14492.8	41021.6	0.347000	Ok
6	50.90	53.70	5699.7	60222.1	16885.2	20774.6	0.675202	Ok
7	50.90	91.10	5699.7	60222.1	19277.6	20774.6	0.757458	Ok
8	50.90	128.50	5699.7	60222.1	21670.0	71881.5	0.309979	Ok
9	-50.85	-264.80	5699.7	60222.1	0.0	22334.8	0.094644	Ok
10	-50.85	-227.40	5699.7	60222.1	0.0	21363.7	0.094644	Ok
11	-50.85	-190.00	5699.7	60222.1	1298.7	72531.0	0.107434	Ok
12	-50.85	-128.50	5699.7	60222.1	5232.7	77658.1	0.142773	Ok
13	-50.85	16.30	5699.7	60222.1	14495.1	41037.3	0.346943	Ok
14	-50.85	53.70	5699.7	60222.1	16887.5	20796.7	0.674665	Ok
15	-50.85	91.10	5699.7	60222.1	19279.9	20796.7	0.756834	Ok
16	-50.85	128.50	5699.7	60222.1	21672.3	71955.6	0.309780	Ok

2-Trazione (Nodo n. 3, CMB n. 2)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	FV_2	VER
1	50.90	-264.80	0.0	22310.4	0.000000	Ok
2	50.90	-227.40	0.0	21340.4	0.000000	Ok
3	50.90	-190.00	1296.4	72454.3	0.017892	Ok
4	50.90	-128.50	5230.4	77573.6	0.067424	Ok
5	50.90	16.30	14492.8	41021.6	0.353298	Ok
6	50.90	53.70	16885.2	20774.6	0.812781	Ok
7	50.90	91.10	19277.6	20774.6	0.927939	Ok
8	50.90	128.50	21670.0	71881.5	0.301468	Ok
9	-50.85	-264.80	0.0	22334.8	0.000000	Ok
10	-50.85	-227.40	0.0	21363.7	0.000000	Ok
11	-50.85	-190.00	1298.7	72531.0	0.017905	Ok
12	-50.85	-128.50	5232.7	77658.1	0.067381	Ok
13	-50.85	16.30	14495.1	41037.3	0.353219	Ok

14	-50.85	53.70	16887.5	20796.7	0.812030	Ok
15	-50.85	91.10	19279.9	20796.7	0.927066	Ok
16	-50.85	128.50	21672.3	71955.6	0.301190	Ok

Legenda

$F_{v,Ed}$ forza di taglio agente sul bullone
 $F_{v,Rd}$ resistenza a taglio di progetto del bullone
 $F_{t,Ed}$ forza di trazione agente sul bullone
 $F_{t,Rd}$ resistenza a trazione di progetto del bullone
 $FV_1 = F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / (1.4 \cdot F_{t,Rd})$
 $FV_2 = F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$
 $VER \rightarrow FV_i \leq 1$

Verifiche sulle saldature profilo-flangia (versione beta)

Si considera la sezione di gola (avente altezza $a = s_c / 2$)

	$n_{\perp}$	$t_{\perp}$	$\tau_{\parallel}$	FV_1
Nervatura inferiore lato destro	-112.52	0.00	21.03	114.47
Nervatura inferiore lato sinistro	-112.52	0.00	21.03	114.47
Ala inferiore esterno	-67.23	0.00	0.00	67.23
Ala inferiore interno lato destro	-60.61	0.00	0.00	60.61
Ala inferiore interno lato sinistro	-60.61	0.00	0.00	60.61
Anima lato destro	-54.76	0.00	21.03	58.66
Anima lato sinistro	-54.76	0.00	21.03	58.66
Ala superiore interno lato destro	55.65	0.00	0.00	55.65
Ala superiore interno lato sinistro	55.65	0.00	0.00	55.65

Verifica formula (4.2.79) (Nodo n. 3, CMB n. 2)

	$n_{\perp}$	$t_{\perp}$	$\tau_{\parallel}$	FV_2	VER_2
Cordoni					
Nervatura inferiore lato destro	-112.52	0.00	21.03	133.55	Ok
Nervatura inferiore lato sinistro	-112.52	0.00	21.03	133.55	Ok
Ala inferiore esterno	-67.23	0.00	0.00	67.23	Ok
Ala inferiore interno lato destro	-60.61	0.00	0.00	60.61	Ok
Ala inferiore interno lato sinistro	-60.61	0.00	0.00	60.61	Ok
Anima lato destro	-54.76	0.00	21.03	75.79	Ok
Anima lato sinistro	-54.76	0.00	21.03	75.79	Ok
Ala superiore interno lato destro	55.65	0.00	0.00	55.65	Ok
Ala superiore interno lato sinistro	55.65	0.00	0.00	55.65	Ok

Legenda

$n_{\perp}$ tensione normale perpendicolare all'asse del cordone
 $t_{\perp}$ tensione tangenziale perpendicolare all'asse del cordone
 $\tau_{\parallel}$ tensione tangenziale parallela all'asse del cordone
 $FV_1 = (n_{\perp} / F_{t,Rd} + \tau_{\parallel} / F_{v,Rd})$

Verifica del momento di progetto del giunto (Nodo n. 3, CMB n. 2)

Momento resistente del giunto	$M_{j,Rd} =$	129283900,0 N mm
Momento di progetto	$M_{j,Ed} =$	54842880,0 N mm
$M_{j,Ed} / M_{j,Rd} = 0,424205 \quad Ok$		