



COMUNE DI
VILLACIDRO



COMUNE DI
SAN GAVINO MONREALE



PROVINCIA DEL
MEDIO CAMPIDANO



MINISTERO DELLA
TRANSIZIONE ECOLOGICA



REGIONE AUTONOMA
DELLA SARDEGNA



COMUNE DI
SANLURI



COMUNE DI
SERRAMANNA

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO "VILLACIDRO 3" E OPERE CONNESSE

COMUNI DI VILLACIDRO E SAN GAVINO MONREALE (VS)

POTENZA MASSIMA DI IMMISSIONE IN RETE 50.000 kW
POTENZA MASSIMA INSTALLATA PANNELLI 51.300 kWp

A

PROGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO

DATA
21/02/2022

REVISIONE
1

SCALA
1:1

CODICE

F.R04a

TITOLO

RELAZIONE E CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE

IL PROPONENTE

GREEN ENERGY SARDEGNA 2 S.r.l.
Piazza del Grano, 3
39100 Bolzano (BZ)

IL PROGETTISTA

MARE S.r.l.s.
Dott. Ing. Enrico Gadaleta
via Galluzzi, 5 - 70044 Polignano a Mare (BA)
mob +39 338 2263891



GREENENERGYSARDEGNA2

GREEN ENERGY SARDEGNA 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 39100 Bolzano (BZ)



Sommario

1	PREMESSA	3
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	3
3	DESCRIZIONE DELLE OPERE DA REALIZZARE	5
4	DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE DI SOSTEGNO DEI PANNELLI	6
5	CALCOLO PRELIMINARE DEI CARICHI AGENTI SULLE STRUTTURE	15
6	Dati Geotecnici	16
7	Calcolo Strutturale Preliminare delle strutture tracker	17
8	DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE CABINATE	18
9	PRESTAZIONI DI PROGETTO, CLASSE DELLA STRUTTURA, VITA UTILE E PROCEDURE DI QUALITA'	24
10	TIPO E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI	25
10.1	CALCESTRUZZI E DOSATURA DEI MATERIALI	25
10.2	QUALITÀ DEI COMPONENTI	25
10.3	PRESCRIZIONE PER INERTI	25
10.4	PRESCRIZIONE PER IL DISARMO	26
10.5	PROVINI DA PRELEVARSI IN CANTIERE	26
10.6	VALORI INDICATIVI DI ALCUNE CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI CALCESTRUZZI IMPIEGATI	26
10.7	CONTROLLI IN CANTIERE DELLE BARRE D'ARMATURA	27
	Allegato A	28

1 PREMESSA

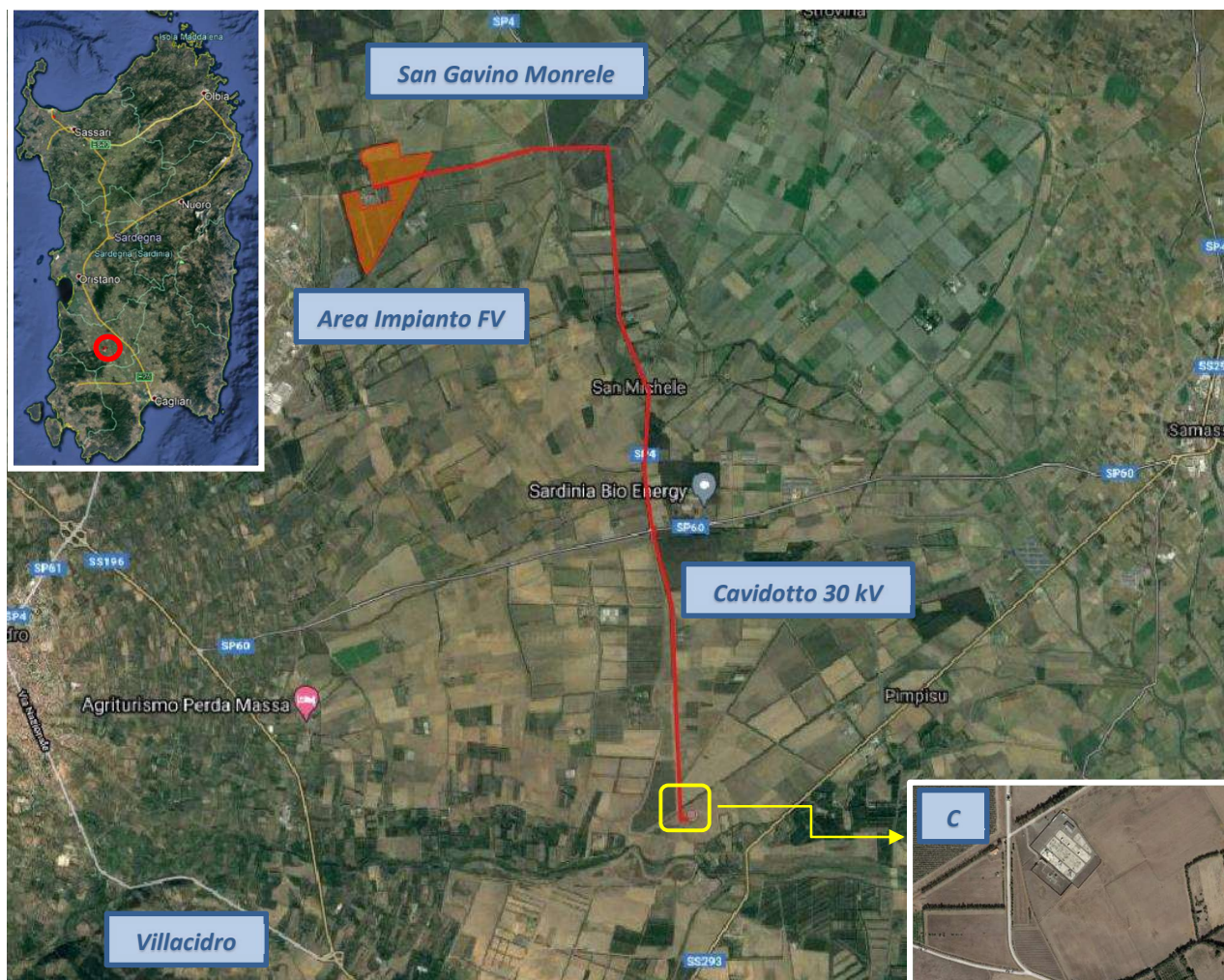
*Il progetto di cui la presente relazione è parte integrante, ha come scopo la realizzazione di un impianto per la produzione di Energia Elettrica da fonte Solare Fotovoltaica e delle relative opere di connessione alla Rete Nazionale (cavidotto MT a 30 kV, Sottostazione Elettrica Utente, sistema di sbarre a 150 kV per condivisione in "condominio" dello stallo Terna S.p.A. con altri produttori). L'impianto sarà denominato "**Villacidro 3**" ed avrà una potenza di picco di **51,3 MWp** e in immissione pari a 50 MWn.*

*L'impianto sarà connesso alla **RTN (Rete di Trasmissione Nazionale)** tramite la esistente **Cabina Primaria "Serramanna"** e prevede la totale cessione dell'energia prodotta alla Società **TERNA S.p.A.** La società Proponente il progetto è la **Green Energy Sardegna 2 S.r.l.***

Le modalità descritte sono conformi a quanto previsto dal DPR n.120 del 13/06/2017 (pubblicato sulla G.U. del 7 agosto 2017).

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'impianto agrivoltaico e le opere di connessione ad esso annesse, ricadono nei Comuni di Villacidro (Medio Campidano) e San Gavino Monreale anch'esso nella Provincia di Medio Campidano. In particolare, l'impianto in progetto è ubicato a circa 5,6 km a Nord del Comune di Villacidro (Sud Sardegna) ed avrà una estensione totale di 100 ha circa.

*Inquadramento territoriale generale*

Latitudine	Longitudine	Comuni interessati
39°30'25.36"N	8°47'24.82"E	Villacidro (Medio Campidano) San Gavino Monreale (Medio Campidano)

Ubicazione geografica delle opere

3 DESCRIZIONE DELLE OPERE DA REALIZZARE

I principali componenti dell'impianto sono:

- *il generatore fotovoltaico (moduli fotovoltaici) installati su strutture di sostegno in acciaio di tipo mobile (inseguitori) con relativi motori elettrici per la movimentazione, ancorate al suolo tramite paletti in acciaio direttamente infissi nel terreno;*
- *le linee elettriche interrate di bassa tensione in c.c. dai moduli (raggruppati suddivisi da un punto di vista elettrico in stringhe), ai Quadri di Stringa posizionati in prossimità degli inseguitori;*
- *le linee elettriche interrate in bassa tensione in c.a. dagli inverter di campo alle Cabine di Campo (locali tecnici);*
- *le linee elettriche MT interrate e relative apparecchiature di sezionamento all'interno delle aree in cui sono installati i moduli fotovoltaici, che collegano elettricamente tra loro le Cabine di Campo;*
- *le Cabine Elettriche di Campo, contenenti gli Inverter e i trasformatori MT/BT e le relative apparecchiature elettriche di comando e protezione sia in BT che in MT;*
- *le Cabine di Raccolta, in cui viene raccolta tutta l'energia prodotta dall'impianto agrivoltaico (proveniente dalle Cabine di Campo);*
- *la Cabina di Controllo;*
- *il cavidotto interrato MT (di lunghezza pari a circa 10 km), per il trasferimento dell'energia prodotta dall'impianto agrivoltaico verso la SSE 30/150 kV;*
- *la Sottostazione Elettrica Utente 30/150 kV, in cui avviene la raccolta dell'energia prodotta (in MT a 30 kV), la trasformazione di tensione (30/150 kV) e la consegna (in AT a 150 kV) alla Cabina Primaria 150/380 kV "Serramanna";*

L'impianto sarà quindi composto da:

- a. 73.814 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino (collettori solari) di potenza massima unitaria pari a 695 Wp, installati su inseguitori monoassiali da 52 e 26 moduli;**
- b. 2.839 stringhe, ciascuna costituita da 26 moduli da 695 Wp ciascuno, collegati in serie;**
- c. 20 Cabine di Campo (CdC);**
- d. Una Cabina di Raccolta, in cui viene raccolta tutta l'energia prodotta dall'impianto agrivoltaico proveniente dalle 20 Cabine di Campo MT/BT;**
- e. Una Cabina di Controllo;**
- f. linea MT in cavo interrato, per il trasporto dell'energia dalla Cabina di Raccolta sino ad una Sottostazione Elettrica Utente (SSE) 30/150 kV, che sarà realizzata nei pressi della Stazione Elettrica (CP) Cabina Primaria "Serramanna" 150/380 kV, di Terna;**

- g. Una Sottostazione Elettrica Utente** in cui avviene la raccolta dell'energia prodotta (in MT a 30 kV), la trasformazione di tensione (30/150 kV) e la consegna (in AT a 150 kV). Nella SSE è installato un trasformatore elevatore 30/150 kV, potenza 50-75 MVA;

In linea generale, tutta l'energia prodotta dall'impianto, verrà raccolta dalle Cabine di Campo, prefabbricate, all'interno di ciascuna delle quali troveranno alloggiamento: l'Inverter, il trasformatore BT/MT e i Quadri di Media Tensione con i sistemi di protezione delle linee elettriche. Ciò consentirà di minimizzare le opere e quindi i movimenti di materia poiché gli stessi si ridurranno agli scavi per la realizzazione delle platee di fondazione degli stessi manufatti.

4 DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE DI SOSTEGNO DEI PANNELLI

Le uniche strutture presenti nell'impianto sono: le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici, le cabine prefabbricate di campo e di parallelo, nonché i sostegni per la recinzione e i plinti per telecamere e antintrusione, tralasciando le ultime rientranti nelle opere minori, analizziamo le strutture di montaggio e le cabine prefabbricate, per le quali si farà ricorso a forniture da assemblare in loco o preassemblate.

Come detto le strutture di sostegno dei pannelli sono ad inseguimento, ovvero tracker monoassiali, ad infissione diretta nel terreno con macchina operatrice battipalo, e sono realizzate per allocare 2x26 moduli (2 stringhe) oppure 2x52 moduli (4 stringhe) in verticale su una fila come da foto esemplificativa:



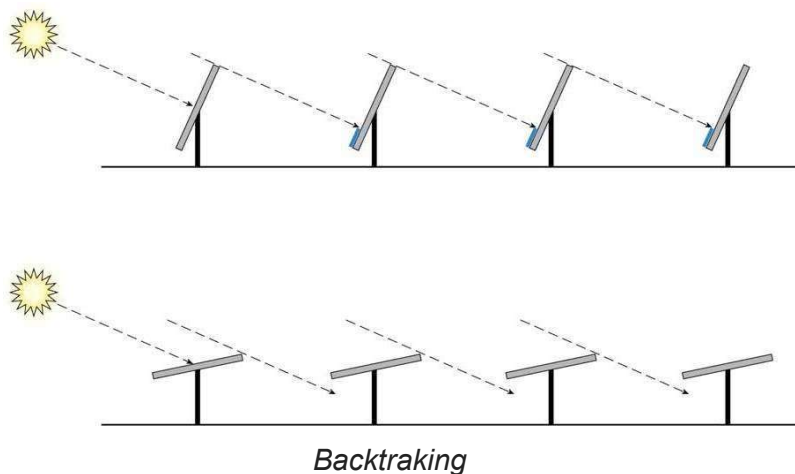
Il tracker monoassiale è di tipo orizzontale ad asse singolo ed utilizza dispositivi elettromeccanici per inseguire il sole durante tutto il giorno da est a ovest sull'asse di rotazione orizzontale nord-sud (inclinazione 0°).

Trattasi quindi di inseguimento giornaliero e non di inseguimento stagionale, cioè il tracker non modifica l'angolo di tilt.

I layout di campo con inseguitori monoasse orizzontali sono molto flessibili, grazie alla geometria semplice, mantenere tutti gli assi di rotazione paralleli l'uno all'altro è tutto ciò che è richiesto per posizionare appropriatamente i tracker l'uno rispetto all'altro.

Il sistema di backtracking controlla e assicura che una stringa di pannelli non oscuri altri pannelli adiacenti; infatti, quando l'angolo di elevazione del sole è basso nel cielo, la mattina presto o la sera, l'auto-ombreggiamento tra le righe del tracker potrebbe ridurre l'output del sistema.

Il backtracking ruota l'apertura dell'array lontano dal Sole, eliminando deleteri effetti di auto-ombreggiamento e massimizzazione del rapporto di copertura del terreno. Grazie a questa funzione, la distanza centrale tra le varie stringhe può essere ridotta.



Pertanto, l'intero impianto agrivoltaico con i tracker occupa meno terreno degli impianti a struttura fissa.

L'assenza di movimento di inclinazione, (cioè il tracciamento "stagionale") ha scarso effetto sull'energia prodotta, cioè non introduce una maggiore produzione rispetto a quanto faccia il tracker monoassiale rispetto ad una struttura fissa, di contro comporta un aumento di costi e complessità del sistema.

Una struttura meccanica molto più semplice rende il sistema intrinsecamente affidabile.

Questo sistema nella sua semplificazione produce un incremento di produzione di energia dal 15% al 35%.

Questa soluzione offre i seguenti vantaggi principali:

- ☞ *Il sistema è completamente equilibrato e modulare, la struttura non richiede personale specializzato all'installazione e all'assemblaggio o lavori di manutenzione.*
- ☞ *La scheda di controllo è facile da installare e autoconfigurante.*
- ☞ *Il GPS integrato garantisce sempre la giusta posizione geografica nel sistema per il tracciamento solare automatico.*
- ☞ *L'uso di cuscinetti a strisciamento sferico autolubrificato compensa eventuali imprecisioni e errori nell'installazione della struttura meccanica.*
- ☞ *L'uso di Motore a corrente alternata consente un basso consumo elettrico.*

Nella struttura ad inseguitore solare i moduli fotovoltaici sono fissati ad un telaio in acciaio, che ne forma il piano d'appoggio, a sua volta opportunamente incernierato ad un palo, anch'esso in acciaio, da infiggere direttamente nel terreno. L'infissione sarà eseguita a mezzo di battipalo.

La profondità standard di infissione è di 2 m. Tuttavia, in fase esecutiva in base alle caratteristiche del terreno ed ai calcoli strutturali tale valore potrebbe subire modifiche che tuttavia si prevede siano non eccessive (come l'utilizzo di pali più profondi o cemento su alcuni pali). Questa tipologia di struttura faciliterà enormemente sia la costruzione che la dismissione dell'impianto a fine vita, riducendo drasticamente le modifiche subite dal suolo. E' importante evidenziare che le altezze minime e massime della struttura di supporto dei moduli fotovoltaici potranno essere rispettivamente 400 mm e 5.000 mm (con variazioni di 100 mm a seconda della caratteristica del terreno).

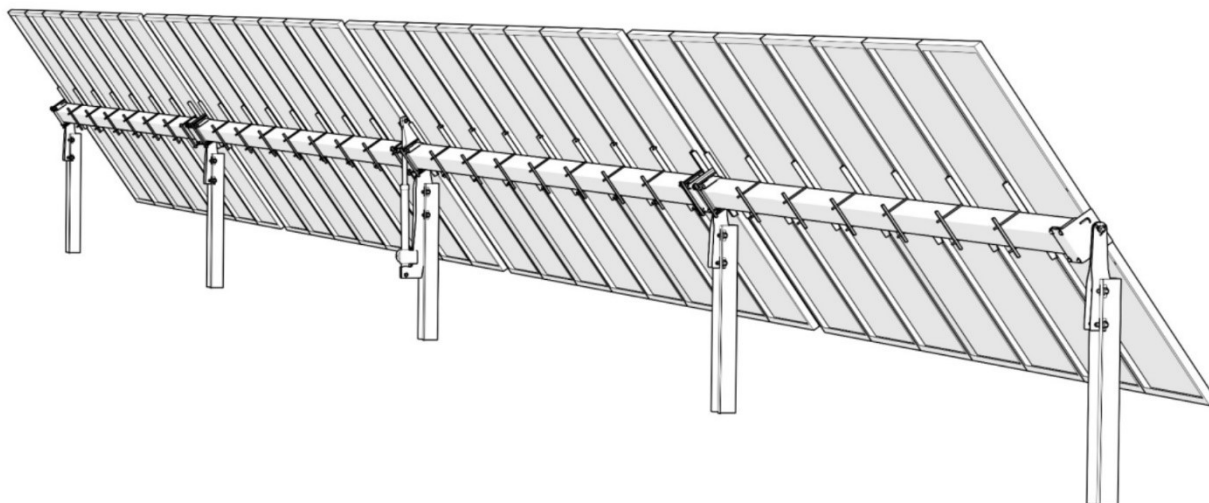
I moduli saranno montati in posizione orizzontale su due file, in numero tale da formare tre tipologie di strutture:

- ⑤ *Tracker da 52 moduli, 2 stringhe;*
- ⑤ *Tracker da 26 moduli, 1 stringa.*

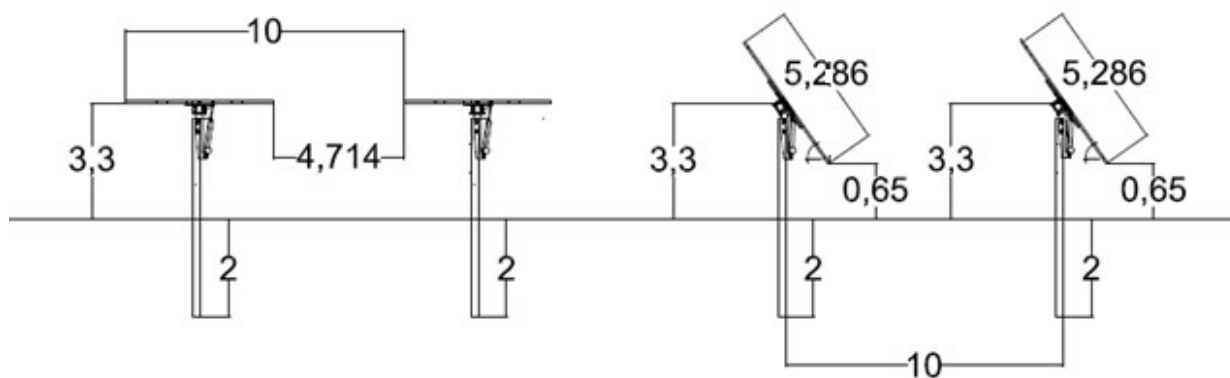
Di seguito vengono mostrate alcune immagini e degli schemi di tracker monoassiali.

Rendering tracker monoassiali.





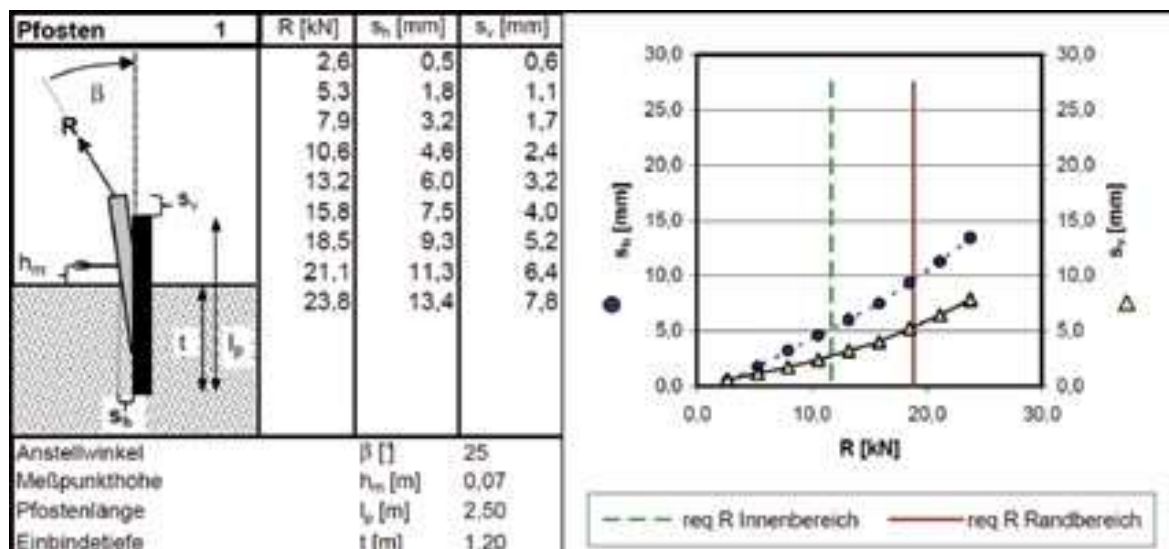
Esempio quotato di tracker monoassiale a 2 pannelli.



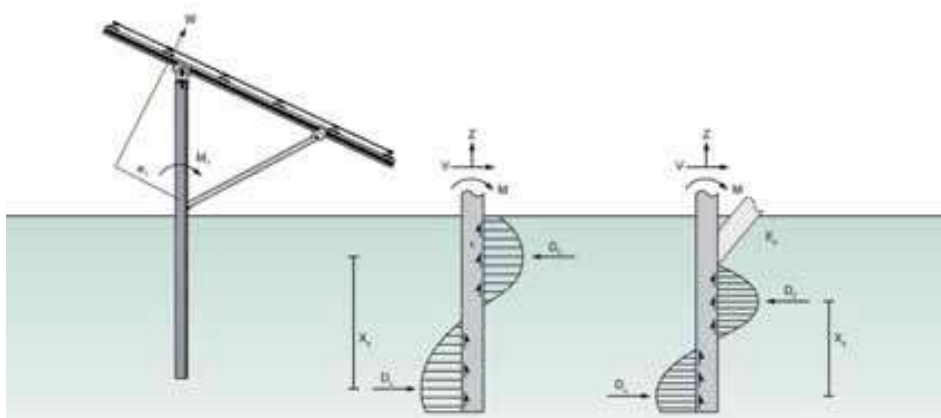
La prima fase della progettazione dell'impianto è costituita da un'analisi del suolo sul sito con la quale si determina, nell'ambito di numerosi test e prelievi di terreno, il profilo e la struttura del suolo e con ciò la capacità portante quantitativa:

- ☉ Prove di trazione oblique
- ☉ Prove di pressione orizzontali
- ☉ Compilazione di profili di suolo
- ☉ Analisi chimica in laboratorio

Il concetto fondamentale delle prove di trazione oblique si basa sul fatto che il vento non agisce isolatamente in direzione orizzontale o verticale, ma quasi verticalmente in confronto alla superficie del modulo. Con ciò sorge una pressione di contatto dall'applicazione del momento flettente a forma di una coppia di forza. La resistenza di attrito tra il palo ed il terreno, con inclinazioni maggiori di 15° , è di regola nettamente maggiore che l'attrito laterale da cui risulta una resistenza alla trazione elevata.



Per la fondazione si utilizzano profili di infissione zincati a caldo in diverse classi dimensionali. La forma di palificazione appositamente sviluppata garantisce un'infissione ottimale nel terreno con simultanea rigidità a flessione massimale. In questo modo si ottiene che le forze di infissione possono anche essere trasmesse fino al punto di collegamento superiore conferendo all'impianto la stabilità ottimale nei confronti dei carichi di vento e di neve.



L'infissione dei profili di palificazione nel terreno viene eseguito con battipali idraulici con riguardo al terreno. Questo procedimento di palificazione è particolarmente indicato soprattutto in caso di impianti di grandi dimensioni; con una macchina si può realizzare, a seconda del terreno, una potenza di circa

250 pali al giorno. Sono possibili anche forme di terreno più difficili (pietre ecc.); in caso di sottosuoli in roccia, la macchina può essere attrezzata aggiuntivamente con un gruppo di foratura. Il montaggio è possibile anche su pendii.



In base alla natura del terreno e del sito (p.e. vicinanza al mare ecc..) è possibile scegliere tra diversi livelli di resistenza agli agenti atmosferici, per ottenere una vita utile di minima di progetto di almeno 25 anni, considerando però che in accordo alla EN ISO 1461: 2009 i pilastri di fondazione saranno sempre zincati a caldo, mentre altre parti potranno essere zincati a caldo o pre-galvanizzato (procedimento Senzidimir) in base a caratteristiche del progetto e del sito, secondo il livello di resistenza alla corrosione richiesta, come da tabella seguente :

Environmental Categories	Possibility of Corrosion	Type of Environment	Loss off coating µm/year
C ₁	Very Low	Internal: dry	0.1
C ₂	Low	Internal: occasional condensation Outdoor: rural areas	0.7
C ₃	Medium	Internal: humidity Outdoor: urban areas	2.1
C ₄	High	Internal: pools, chemical plants Outdoor: industrial or marine atmosphere	3.0
C ₅	Very High	Outdoor: Highly saline marine atmosphere or industrial area with damp climates	6.0

Tabella 1: Categoria anticorrosione

Il montaggio dei moduli viene eseguito in modo rapido ed economico, a seconda della dotazione desiderata dei moduli da terra o con ausili adeguati.

I moduli incorniciati vengono montati il più delle volte in orientazione verticale uno sopra l'altro, mentre i moduli a film sottile senza cornice vengono montati per lo più in orientazione orizzontale uno sopra l'altro, in quanto in questo modo si possono sfruttare al massimo le caratteristiche statiche dei moduli.

Analizziamo adesso le caratteristiche tecniche ed i vantaggi correlati alla struttura:

Da un punto di vista dei materiali gli elementi di fissaggio e le viti sono in Acciaio inox 1.4301, i profili in Alluminio MgSi05 /EN AW 6063, EN AW 6005, le fondazioni a palo sono in acciaio, zincato a caldo, quindi da un punto di vista dei materiali si hanno i seguenti vantaggi:

- ☛ Lunga durata, valore residuo elevato
- ☛ Nessun costo di smaltimento
- ☛ Repowering semplice dell'impianto grazie al concetto modulare

Da un punto di vista della logistica abbiamo un montaggio rapido, un elevato grado di prefabbricazione, ed un trasferimento organizzato in cantiere, ciò impatta positivamente sui tempi di realizzazione dell'impianto, quindi con una minore durata del cantiere e del relativo impatto sull'ecosistema.

Da un punto di vista della costruzione la struttura permette la possibilità di regolazione per compensare irregolarità del terreno, un montaggio ottimizzato per quanto riguarda i costi in base all'ottimizzazione statica.

5 CALCOLO PRELIMINARE DEI CARICHI AGENTI SULLE STRUTTURE

Di seguito viene presentato il calcolo preliminare per la determinazione dei carichi che agiranno sulla struttura. Per convenzione si considerano i carichi verticali in direzione verso terra positivi e negativi quelli di direzione opposta.

I carichi sono:

- ☞ *Carico verticale dovuto al peso proprio della struttura e dei pannelli, con direzione positiva;*
- ☞ *Carico verticale dovuto alla neve, con direzione positiva*
- ☞ *Carico orizzontale dovuto al vento;*
- ☞ *Carico verticale dovuto al vento, con direzione positiva;*
- ☞ *Carico Verticale dovuto al vento con direzione negativa.*

Per la tipologia di applicazione, considerando che la struttura ha la possibilità di porsi in condizioni di bassa resistenza al vento, in caso di fenomeni a forte ventosità, la condizione peggiorativa, che si considera in questa fase preliminare è quella dovuta alla pressione negativa del vento sulla struttura che tende ad “estrarre” il palo.

In allegato è presentato il calcolo in via preliminare con tutte le combinazioni di carico e considerando gli stati limite, determinando i valori di forze da applicare per le prove di pull out test.

6 Dati Geotecnici

Dalla Relazione Geotecnica sono stati desunti i dati della Tabella 3 con i parametri geotecnici necessari al calcolo preliminare.

Strato	Prof.	Angolo d'Attrito	Coesione	P. di volume naturale	P. di volume saturo	P. di volume secco	Modulo E/ME
		φ	c	γ	γ_{sat}	γ_d	E
	m	(gradi)	kg/cmq	g/cm ³	g/cm ³	g/cm ³	kg/cm ²
1	0,00 - 7,50	32,00	0,10	1,80	2,00	1,60	100
2	7,50 - 25,00	18,00	0,30	2,00	2,00	1,90	100

Tabella 2 Parametri geotecnici dei terreni di sedime

Tali dati, in fase esecutiva, dovranno essere completati dalle prove di "pull out" da effettuarsi in campo in diversi punti dello stesso.

7 Calcolo Strutturale Preliminare delle strutture tracker

I risultati del calcolo preliminare sono mostrati in dettaglio nell'allegato A.

8 DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE CABINATE

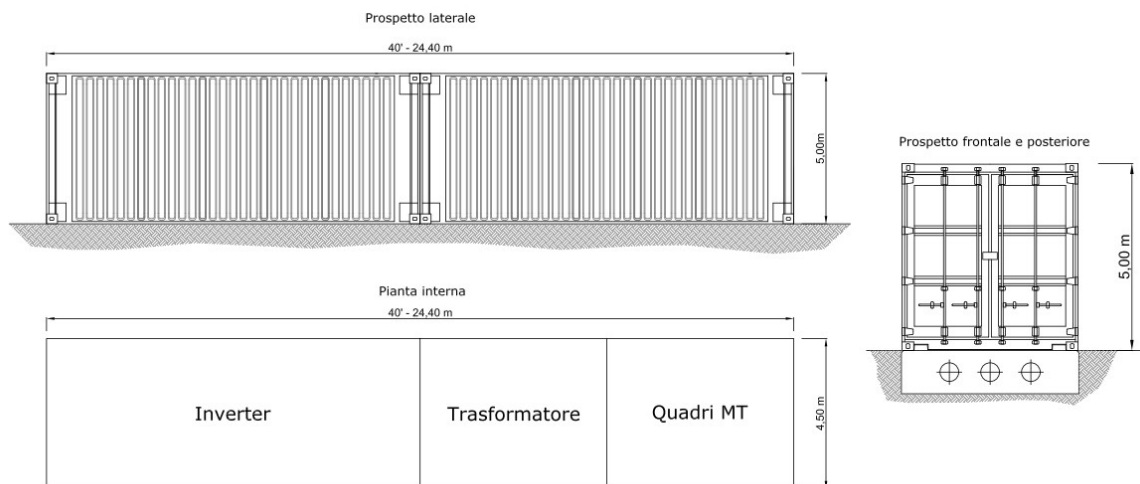
Analizziamo adesso le cabine di smistamento e di campo che contengono gli inverter, i trasformatori e gli interruttori di media tensione.

Le cabine di campo saranno in container metallici, o in c.a.v. mentre quelle di smistamento e parallelo saranno realizzate come monoblocco prefabbricato in c.a.v. a struttura monolitica autoportante senza giunti di unione tra le pareti e tra queste ed il fondo, le dimensioni di ciascuna cabina di campo sono pari a 24,4x4,5x5 m (LXPXH).

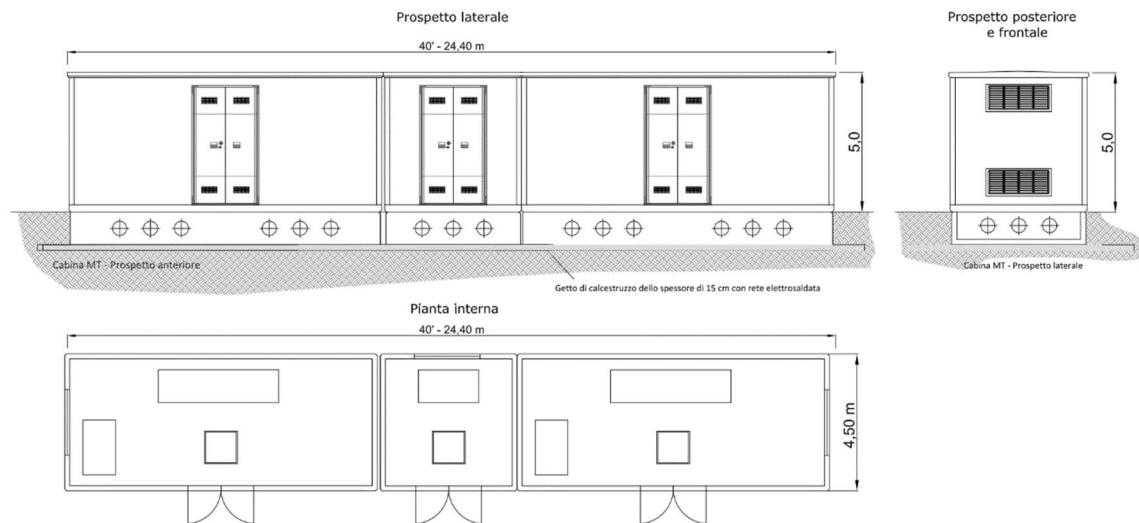
Le cabine prefabbricate sono certificate dal costruttore per l'alloggio il trasporto e la movimentazione completa di inverter, trasformatore, interruttore MT e accessori.

Quindi le cabine possono essere prefabbricate e trasportate in sito per il collegamento plug and play.

Di seguito le immagini di dettaglio riportanti le dimensioni e le caratteristiche delle cabine:



Dimensioni cabina smistamento e parallelo



Per la realizzazione della cabina il calcestruzzo sarà costituito da cemento ad alta resistenza ed argilla espansa armato con doppia gabbia di rete elettrosaldata e ferro di tipo ad adherenza migliorata Feb 44K. L'armatura sarà continua sulle quattro pareti, sul fondo e sul tetto, tale da considerarsi, ai fini elettrostatici, una naturale superficie equipotenziale (gabbia di Faraday) rispondente alla normativa CEI vigente. Le aperture delle porte e delle finestre di areazione dovranno essere realizzate in fase di getto, così pure, i fori a pavimento per il passaggio dei cavi.

La copertura della cabina (tetto) sarà realizzata separatamente ed appoggiata sulle pareti verticali, libera pertanto di muoversi, consentendo in tal modo gli scorrimenti conseguenti alle escursioni termiche dovute all'irraggiamento solare ed alle dissipazioni di calore delle apparecchiature elettriche ospitate realizzando la ventilazione del sottotetto.

In grado di protezione adottato per le aperture di cui sopra sarà IP 33. A tale proposito verranno eseguite le verifiche sulla base di quanto raccomandato dalle Norme CEI 70-1.

Le pareti ed il tetto delle cabine dovranno avere uno spessore minimo di cm 8 (Normel n° 5 del Maggio 1989) mentre per il pavimento è prescritto di cm. 10.

I monoblocchi (secondo specifiche ENEL) saranno REI 120.

Il trattamento sulle pareti esterne dovrà essere realizzato esclusivamente con vernici al quarzo e polvere di marmo in conformità alle specifiche tecniche, in tal modo la cabina sarà immune dall'assalto degli agenti atmosferici, dalle infiltrazioni d'acqua e dagli agenti corrosivi anche in ambienti di alto tasso di salinità e corrosione.

Il tetto dovrà essere impermeabilizzato con guaine bituminose ardesiate.

La conformazione del tetto sarà tale da assicurare il normale deflusso delle acque meteoriche lungo tutto il perimetro della cabina creando una opportuna superficie di gronda.

La cabina dovrà essere rispondente, al minimo, alle seguenti prescrizioni normative vigenti:

- ☞ *Legge 5/11/1971 n° 1086 e D.M. 1/4/1983*
- ☞ *Legge 2/2/1974 n° 64 e D.M. 19/6/1984 per installazione in zona sismica di 1° categoria e conseguente D.M. 3/3/1975 pubblicato sulla G.U. n° 93 dell'8/4/1975 sulle Norme Tecniche di Applicazione*
- ☞ *Prospetto 3.3.II del D.M. 3/10/1978 per installazione in zona 4*
- ☞ *D.M. del 26/3/1980 pubblicato sulla G.U. n° 176 del 28/6/1980.*
- ☞ *C.M.LL.PP. parte C n° 20244 del 30.6.1980*
- ☞ *C.CON.SUP.LL.PP. parte C n° 6090*
- ☞ *D.M.LL.PP. (norme per le costruzioni prefabbricate) del 3.12.987*
- ☞ *D.M.LL.PP. del 14.2.1992*
- ☞ *D.M.LL.PP. (norme carichi e sovraccarichi) del 16.1.1996*
- ☞ *D.M.LL.PP. del 14.9.2995*
- ☞ *TABELLA ENEL DG 10061*

L'azienda costruttrice dovrà presentare prima della installazione delle cabine la seguente certificazione:

- ☞ *Certificato del sistema di qualità a norma ISO 9001 Ed. 2001. e ISO 14001 Ed. 2004 riguardo il sistema di gestione ambientale.*

Le cabine destinate ad uffici saranno costituite da strutture prefabbricate in metallo con pareti in sandwich coibentate delle dimensioni standard di 675x250x285 cm (LXPXH).

Per i locali adibiti a magazzino, invece, si utilizzeranno container marittimi da 40" dalle dimensioni standard di 1219x250x243 cm (LXPXH).

Per l'alloggio delle cabine e della relativa vasca di fondazione, anch'essa in CAV, è sufficiente un sottofondo, avente le seguenti caratteristiche:

- ☛ Il fondo deve essere un terreno stabile, ad es. in ghiaia.
- ☛ In aree con forti precipitazioni o livelli delle acque sotterranee elevati è necessario prevedere un drenaggio.
- ☛ Non installare le cabine in avvallamenti per evitare la penetrazione di acqua.
- ☛ La base sotto le cabine deve essere pulita e resistente per evitare la circolazione di polvere.
- ☛ Non superare l'altezza massima del basamento per consentire l'accesso per gli interventi di manutenzione. L'altezza massima del basamento è: 500 mm.



Sottofondo di pietrisco

Posizione	Denominazione
A	Sottofondo di pietrisco
B	Terreno stabile, ad es. ghiaia

Il sottofondo deve soddisfare i seguenti requisiti minimi:

- ☛ Il basamento deve presentare un grado di compattamento del 98%.
- ☛ Il compattamento del terreno deve essere pari a 150 kN/m².
- ☛ Il dislivello deve essere inferiore all'1,5%.
- ☛ Vie di accesso e superfici devono essere adatte a veicoli di servizio (ad es. carrello elevatore a forche frontali) senza ostacoli.
- ☛ Le vie e i mezzi di trasporto devono possedere i requisiti descritti nella norma.
- ☛ La pendenza massima della via di accesso non deve superare il 15%.
- ☛ Per le operazioni di scarico mantenere una distanza di 2 m dagli ostacoli vicini.
- ☛ Le vie d'accesso e il luogo di scarico devono essere predisposte in base a lunghezza, larghezza, un'altezza, peso complessivo e raggio di curvatura del camion.
- ☛ Eseguire le operazioni di trasporto usando un camion con telaio a sospensione pneumatica.

- ☞ *Il luogo di scarico, su cui poggiano la gru e il camion, deve essere stabile, asciutto e in piano.*
- ☞ *Sul luogo di scarico non devono trovarsi ostacoli, ad es. linee aeree sotto tensione.*
- ☞ *I vantaggi di utilizzare una cabina prefabbricata sono molteplici:*
 - ☞ *Facilità e velocità di installazione*
 - ☞ *Certificazioni e garanzia del fornitore*
 - ☞ *Trattandosi di strutture prefabbricate amovibili, certificate, l'iter burocratico amministrativo è notevolmente semplificato,*
 - ☞ *Sostituzione plug and play in caso di avaria o di danneggiamenti distruttivi.*
 - ☞ *Ciascuna cabina è costituita da box prefabbricato in c.a.v. con struttura monolitica autoportante senza giunti di unione tra le pareti e tra queste ed il fondo e costruiti come da specifica Enel DG 2081.*
 - ☞ *Il calcestruzzo utilizzato dovrà garantire una $R_{c,k} = 400 \text{ daN/cm}^2$ ed armato con doppia rete metallica e tondini di ferro ad aderenza migliorata.*

Detta armatura costituirà di fatto, ai fini elettrostatici, una naturale superficie equipotenziale (Gabbia di Faraday), risultando una valida protezione contro gli effetti delle scariche atmosferiche. Le tensioni di passo e contatto sono in tal modo nei limiti delle norme C.E.I. 11.8 art. 2.1.04.

Le pareti dovranno avere uno spessore di 10 cm, il pavimento uno spessore di 10 cm. ed il tetto del monoblocco uno spessore di 9 cm.

Le aperture per l'inserimento delle finestre di aereazione e le porte (in acciaio), nonché i fori nel pavimento per il passaggio dei cavi, la predisposizione di tutti gli inserti metallici, cromati, per consentire il sollevamento del monoblocco e il montaggio delle apparecchiature dovranno essere realizzate in fase di getto.

La cromatura degli inserti è indispensabile per garantire una durabilità del box conforme alle Norme Tecniche vigenti.

La conformazione del tetto dovrà assicurare un normale deflusso delle acque meteoriche.

Il monoblocco dovrà essere protetto esternamente dagli agenti atmosferici, con vernici al quarzo e polvere di marmo, conformi alle specifiche Enel.

La pittura all'interno del box sarà realizzata con pitture a base di resine sintetiche di colore bianco.

Le caratteristiche di cui sopra, dovranno consentire la recuperabilità integrale del manufatto, con possibilità di riutilizzo in altro luogo.

La costruzione del monoblocco dovrà essere in tipo serie dichiarata così come previsto nel punto

1.4.1 del D.M. LL. PP. 3/12/1987; rispettando le modalità e le prescrizioni di cui alla Legge n.°1086 del 05/11/1971 (Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio), DM LL.PP. del 14/2/1992 (Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato) ed alla Circolare LL.PP. n.°37406 del 24/06/1993 (Istruzioni relative alle norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato) e le verifiche strutturali sono state effettuate secondo il metodo degli stati limite ai sensi del D.M. del 14/01/2008.

La struttura della sola cabina dovrà essere progettata considerando le coordinate geografiche (latitudine e longitudine), categoria del suolo (A,B,C,D e E), Coefficiente Topografico (T1, T2, T3 e T4) del luogo di installazione.

9 PRESTAZIONI DI PROGETTO, CLASSE DELLA STRUTTURA, VITA UTILE E PROCEDURE DI QUALITA'

Le prestazioni delle strutture e le condizioni per la loro sicurezza sono state individuate comunemente dal progettista e dal committente. A tal fine è stata posta attenzione al tipo della struttura, al suo uso e alle possibili conseguenze di azioni anche accidentali; particolare rilievo è stato dato alla sicurezza delle persone. La classe della struttura è di tipo 1. Risulta così definito

l'insieme degli stati limite riscontrabili nella vita della struttura ed è stato accertato, in fase di dimensionamento, che essi non siano superati.

Altrettanta cura è stata posta per garantire la durabilità della struttura, con la consapevolezza che tutte le prestazioni attese potranno essere adeguatamente realizzate solo mediante opportune procedure da seguire non solo in fase di progettazione, ma anche di costruzione, manutenzione e gestione dell'opera. Per quanto riguarda la durabilità si sono presi tutti gli accorgimenti utili alla conservazione delle caratteristiche fisiche e dinamiche dei materiali e delle strutture, in considerazione dell'ambiente in cui l'opera dovrà vivere e dei cicli di carico a cui sarà sottoposta. La qualità dei materiali e le dimensioni degli elementi sono coerenti con tali obiettivi.

In fase di costruzione saranno attuate severe procedure di controllo sulla qualità, in particolare per quanto riguarda materiali, componenti, lavorazione, metodi costruttivi.

Saranno seguiti tutti gli inderogabili suggerimenti previsti nelle "Norme Tecniche per le Costruzioni".

10 TIPO E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI

10.1 CALCESTRUZZI E DOSATURA DEI MATERIALI

La dosatura dei materiali per ottenere Rck 300 (30) è orientativamente la seguente (per m³ d'impasto).

sabbia	0.4 m ³
ghiaia	0.8 m ³
acqua	150 litri
cemento tipo 325	350 kg/m ³

10.2 QUALITÀ DEI COMPONENTI

La sabbia deve essere viva, con grani assortiti in grossezza da 0 a 3 mm, non proveniente da rocce in decomposizione, scricchiolante alla mano, pulita, priva di materie organiche, melmose, terrose e di salsedine.

La ghiaia deve contenere elementi assortiti, di dimensioni fino a 16 mm, resistenti e non gelivi, non friabili, scevri di sostanze estranee, terra e salsedine. Le ghiaie sporche vanno accuratamente lavate. Anche il pietrisco proveniente da rocce compatte, non gessose né gelive, dovrà essere privo di impurità od elementi in decomposizione.

In definitiva gli inerti dovranno essere lavati ed esenti da corpi terrosi ed organici. Non sarà consentito assolutamente il misto di fiume. L'acqua da utilizzare per gli impasti dovrà essere potabile, priva di sali (cloruri e solfuri). Potranno essere impiegati additivi fluidificanti o superfluidificanti per contenere il rapporto acqua/cemento mantenendo la lavorabilità necessaria.

10.3 PRESCRIZIONE PER INERTI

Sabbia viva 0-7 mm, pulita, priva di materie organiche e terrose; sabbia fino a 30 mm (70mm per fondazioni), non geliva, lavata; pietrisco di roccia compatta.

Assortimento granulometrico in composizione compresa tra le curve granulometriche sperimentali:

passante al vaglio di mm 16 = 100%
passante al vaglio di mm 8 = 88-60%
passante al vaglio di mm 4 = 78-36%

passante al vaglio di mm 2 = 62-21%

passante al vaglio di mm 1 = 49-12%

passante al vaglio di mm 0.25 = 18-3%

10.4 PRESCRIZIONE PER IL DISARMO

Indicativamente: pilastri 3-4 giorni; solette modeste 10-12 giorni; travi, archi 24-25 giorni, mensole 28 giorni. Per ogni porzione di struttura, il disarmo non può essere eseguito se non previa autorizzazione della Direzione Lavori.

10.5 PROVINI DA PRELEVARSI IN CANTIERE

n° 2 cubi di lato 15 cm; un prelievo ogni 100 mc

- $c_{28} \geq 3 \cdot c_{adm}$
- $R_{ck\ 28} = R_m - 35\text{ kg/cm}^2$
- $R_{min} > R_{ck} - 35\text{ kg/cm}^2$

10.6 VALORI INDICATIVI DI ALCUNE CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI CALCESTRUZZI IMPIEGATI

Ritiro (valori stimati): 0.25 mm/m (dopo 5 anni, strutture non armate); 0.10mm/m (strutture armate).

Rigonfiamento in acqua (valori stimati): 0.20 mm/m (dopo 5 anni in strutture armate). Dilatazione termica: $10 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. Viscosità = 1.70.

Acciaio per C.A.

Acciaio per C.A. Fe B 44 k	
METODO AGLI STATI LIMITE	
f_{yk} tensione caratteristica di snervamento	$\geq 4400\text{ kg/cm}^2 (\geq 431\text{ N/mm}^2)$
f_{tk} tensione caratteristica di rottura	$\geq 5500\text{ kg/cm}^2 (\geq 540\text{ N/mm}^2)$
f_{td} tensione di progetto a rottura	$f_{yk} / \gamma_S = f_{yk} / 1.15 = 3826\text{ kg/cm}^2 (= 375\text{ N/mm}^2)$

L'acciaio dovrà rispettare i seguenti rapporti:

$$f_y / f_{yk} \leq 1.35 \quad f_t / f_y \leq 1.13$$

10.7 CONTROLLI IN CANTIERE DELLE BARRE D'ARMATURA*(3 spezzoni dello stesso diametro)*

$$f_y = f_m - 100 \text{ daN/cm}^2$$

Allegato A

ALLEGATO A "F.R04a - RELAZIONE E CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE"

Relazione di Calcolo Strutturale Preliminare

TRJ

Villacidro (Italia)

INDICE

1. DESCRIZIONE GENERALE.....	5
1.1. INTRODUZIONE	5
1.2. SCHEMA GEOMETRICO	6
2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....	8
2.1. NORME EUROPEE	8
2.2. NORME ITALIANE	8
3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI	9
3.1. STANDARD	9
3.2. BULLONERIA	10
3.3. SALDATURE	10
4. ANALISI DEI CARICHI	11
4.1. CARICHI PERMANENTI PORTATI DEFINITI – G_1	11
4.2. CARICHI PERMANENTI PORTATI PIENAMENTE DEFINITI – G_2	11
4.3. CARICHI ACCIDENTALI – AZIONE DEL VENTO	12
4.3.1. INTRODUZIONE	12
4.3.2. VELOCITÀ DI BASE DEL VENTO	12
4.3.3. VELOCITÀ DI BASE DI RIFERIMENTO DEL VENTO	13
4.3.4. VELOCITÀ DI RIFERIMENTO DEL VENTO	14
4.3.5. PRESSIONE CINETICA DI RIFERIMENTO	15
4.3.6. COEFFICIENTE DI ESPOSIZIONE	17
4.3.7. COEFFICIENTE DINAMICO	18
4.3.8. COEFFICIENTI DI PRESSIONE	19
4.3.9. PRESSIONE DEL VENTO	32
4.4. CARICHI ACCIDENTALI – AZIONE DELLA NEVE	35
4.4.1. VALORE DI RIFERIMENTO DEL CARICO DA NEVE AL SUOLO	35
4.4.2. COEFFICIENTE DI FORMA DELLE COPERTURE “ M_i ”	37
4.4.3. COEFFICIENTE DI ESPOSIZIONE	38
4.4.4. COEFFICIENTE TERMICO	38
4.4.5. PRESSIONE DELLA NEVE	39
4.5. SPETTRI DI RISPOSTA PER L’ANALISI SISMICA	40
4.5.1. FATTORI DI PARTECIPAZIONE PER IL CALCOLO DELLE MASSE:	43
4.5.2. DIREZIONI D’INGRESSO DEL SISMA	43
4.6. ANALISI MODALE	44
4.6.1. SINTESI DEI RISULTATI PER DIREZIONE D’INGRESSO DEL SISMA.	44
4.6.2. AUTOVALORI E PERIODI	45
4.6.3. RISULTATI ANGOLO DI INGRESSO DEL SISMA: 0.000 [°] SLV	47
4.6.4. RISULTATI ANGOLO DI INGRESSO DEL SISMA: 180.00 [°] SLV	49

4.6.5.	RISULTATI ANGOLO DI INGRESSO DEL SISMA: 90.00 [°] SLV	51
4.6.6.	RISULTATI ANGOLO DI INGRESSO DEL SISMA: 270.00 [°] SLV	52
4.6.7.	RISULTATI ANGOLO DI INGRESSO DEL SISMA: 0.000 [°] SLD	54
4.6.8.	RISULTATI ANGOLO DI INGRESSO DEL SISMA: 180.00 [°] SLD	55
4.6.9.	RISULTATI ANGOLO DI INGRESSO DEL SISMA: 90.00 [°] SLD	57
4.6.10.	RISULTATI ANGOLO DI INGRESSO DEL SISMA: 270.00 [°] SLD	59
4.7.	CARICO TERMICO	61

5. COMBINAZIONI DEI CARICHI E CRITERI DI VERIFICA..... 62

COMBINAZIONE PER LE VERIFICHE ALLO SLU DI RESISTENZA	62
COMBINAZIONE PER LE VERIFICHE PER AZIONI DOVUTE DA SISMA (SLV E SLD)	62
COMBINAZIONE PER LE VERIFICHE ALLO SLS - RARE	62
COMBINAZIONE PER LE VERIFICHE ALLO SLS - FREQUENTI	63
COMBINAZIONE PER LE VERIFICHE ALLO SLS – QUASI PERM.	63
5.1. COMBINAZIONI DI CARICO	65
5.1.1. COMBINAZIONI AGLI STATI LIMITE ULTIMI	66
5.1.2. COMBINAZIONI AGLI STATI LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA	68
5.1.3. COMBINAZIONI RARE STATI LIMITE DI ESERCIZIO	69
5.1.4. COMBINAZIONI FREQUENTI STATI LIMITE DI ESERCIZIO	70
5.1.5. COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI STATI LIMITE DI ESERCIZIO	72
5.1.6. COMBINAZIONI AGLI STATI LIMITE DI DANNO	74

6. CARATTERISTICHE DEI PROFILI E CLASSIFICAZIONE DELLE SEZIONI..... 75

6.1. DRIVE POST 200x111x53x5 MM	77
6.2. LATERAL POST 155x110x53x4.5 MM	79
6.3. MAIN BEAM 150 x 150 x 2.5 MM	81
6.4. MAIN BEAM 150 x 150 x 3.5 MM	83
6.5. CANTILEVER 150 x 40 x 4.5 MM	85
6.6. MODULE SUPPORT TYPE S 100 x 22 x 33x10 x 2 MM	87
6.7. MODULE SUPPORT TYPE LS 85 x 23.5 x 35 x 10 x 3 MM	89
6.8. MODULE SUPPORT TYPE E 70 x 26 x 13.5 x 3 MM	91
6.9. MODULE SUPPORT TYPE P 70.5 x 36 x 14 x 4 MM	93

7. VERIFICA DI RESISTENZA STRUTTURALE – ULS..... 95

7.1. DRIVE POST 200x111x53x5 MM	95
7.1.1. MODELLO A – STOW POSITION (A=0°)	95
7.1.2. MODELLO B – WORKING POSITION (A=55°)	101
7.1.3. VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO- MODELLO B – WORKING POSITION (A=55°)	108
7.2. LATERAL POST 155x110x53x4.5 MM	113
7.2.1. MODELLO A – STOW POSITION (A=0°)	113
7.2.2. MODELLO B – WORKING POSITION (A=55°)	121
7.2.3. VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO- MODELLO B – WORKING POSITION (A=55°)	129
7.3. MAIN BEAM 150 x 150 x 2.5 MM	133
7.3.1. MODELLO A – STOW POSITION (A=0°)	133
7.3.2. MODELLO B – WORKING POSITION (A=55°)	139

7.3.3.	VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO- MODELLO A – STOW POSITION ($A=0^\circ$)	143
7.4.	MAIN BEAM 150 x 150 x 3.5 MM	148
7.4.1.	MODELLO A – STOW POSITION ($A=0^\circ$)	148
7.4.2.	MODELLO B – WORKING POSITION ($A=55^\circ$)	154
7.4.3.	VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO- MODELLO A – STOW POSITION ($A=0^\circ$)	158
7.5.	CANTILEVER 150 x 40 x 4.5 MM	163
7.5.1.	MODELLO A – STOW POSITION ($A=0^\circ$)	163
7.5.2.	MODELLO B – WORKING POSITION ($A=55^\circ$)	170
7.5.3.	VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO- MODELLO A – STOW POSITION ($A=0^\circ$)	176
7.6.	MODULE SUPPORT TYPE S 100 x 22 x 33 x 10 x 2 MM	180
7.6.1.	MODELLO A – STOW POSITION ($A=0^\circ$)	180
7.7.	MODULE SUPPORT TYPE LS 85 x 23.5 x 35 x 10 x 3 MM	184
7.7.1.	MODELLO A – STOW POSITION ($A=0^\circ$)	184
7.8.	MODULE SUPPORT TYPE E 70 x 26 x 13.5 x 3 MM	188
7.8.1.	MODELLO A – STOW POSITION ($A=0^\circ$)	188
7.9.	MODULE SUPPORT TYPE P 70.5 x 36 x 14 x 4 MM	192
7.9.1.	MODELLO A – STOW POSITION ($A=0^\circ$)	192

1. Descrizione Generale

VILLACIDRO PV Plant	
Nome Progetto	Villacidro 3 (VL3)
Paese	Italia
Potenza (MWp)	≈ 50
Coordinate GPS	39°30'18.43"N-8°47'27.51"E
Altezza	75 m s.l.m.
Tipologia di tracking system	Sistema di inseguimento orizzontale ad asse singolo con backtracking
Angolo di tracking	± 55°
Tipo di tracker	TRJ BF56 moduli in configurazione verticale
Altezza da terra al massimo angolo di inclinazione	650 mm
Modulo fotovoltaico	Jolywood JW-HD 132N da 695Wp dim: 2384 mm x 1303mm x 30 mm
Interasse fori per il montaggio	1600 mm

1.1. Introduzione

Il presente fascicolo riguarda il calcolo e la verifica degli elementi che costituiscono la struttura di un inseguitore meccanico mono-assiale denominato TRJ. L'architettura è caratterizzata da due stringhe da 26 moduli tenute assieme da un palo gergalmente definito come "condiviso". Ai fini strutturali è sufficiente analizzare la stringa da 26 moduli per garantire la verifica dell'intera struttura.

La struttura meccanica è costituita da elementi verticali infissi mediante battitura direttamente nel terreno. Detti elementi rappresentano al contempo sia i montanti verticali fuori terra che le fondazioni profonde. Gli elementi orizzontali principali sono costituiti da profili a sezione tubolare cava, denominati *beam*. I supporti moduli, sono posizionati sulla trave in maniera ortogonale alla stessa, ed hanno la funzione di sorreggere i pannelli fotovoltaici.

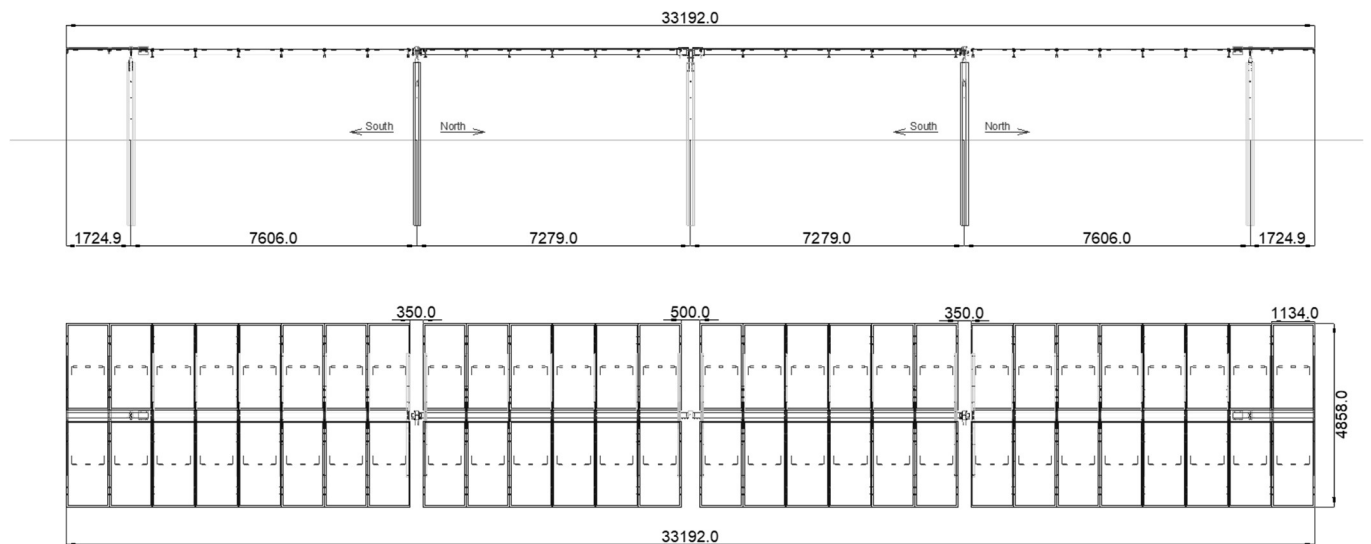
1.2. Schema Geometrico

Di seguito viene riportato lo schema geometrico della struttura.

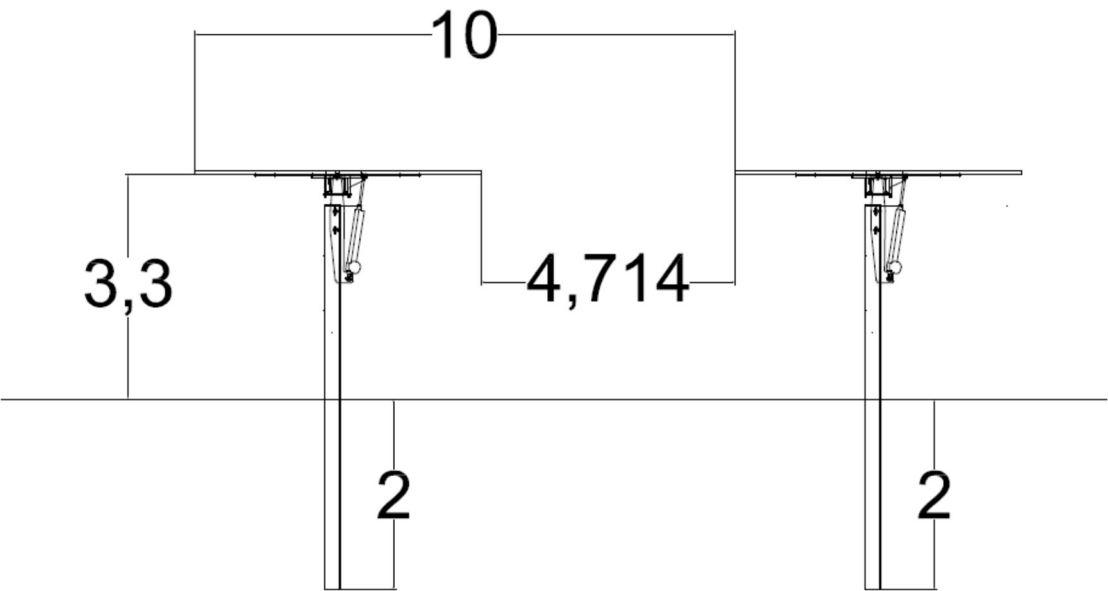
Per il calcolo strutturale sono state considerate le due configurazioni generanti le massime tensioni:

- MODELLO A $\alpha = 0^\circ$
- MODELLO B $\alpha = 55^\circ$

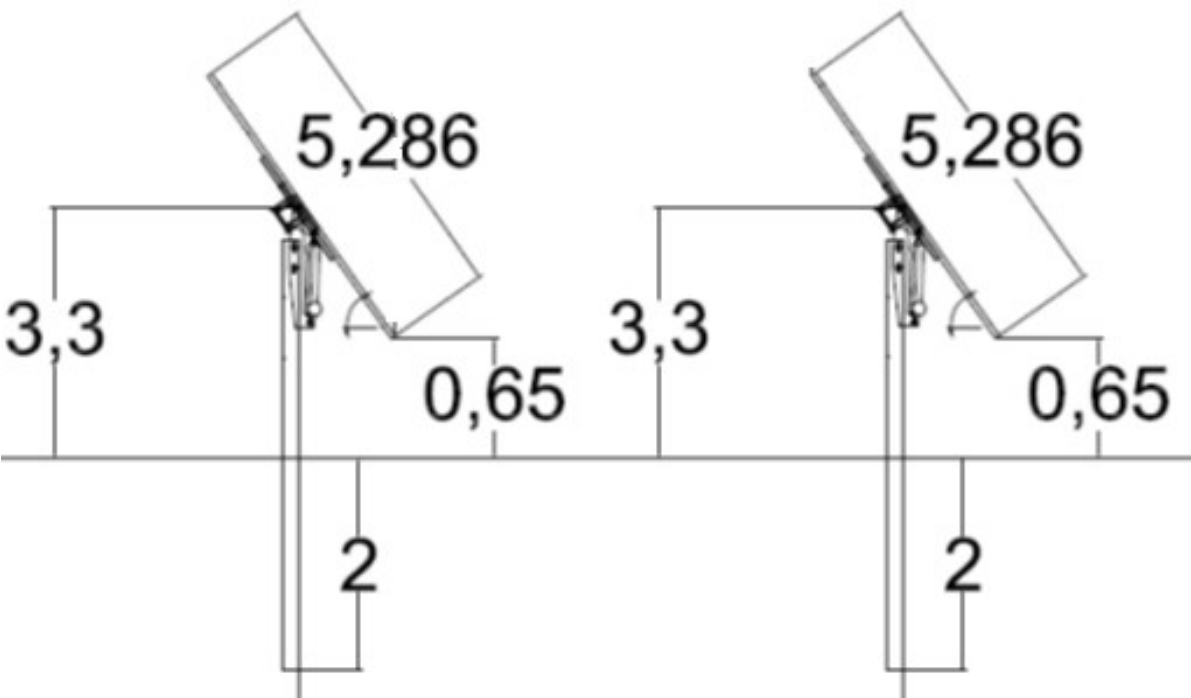
Configurazione per TRI



Configurazione per TRJ - Vista Laterale con $\alpha = 0^\circ$ - MODELLO A



Configurazione per TRJ- Vista Laterale con $\alpha = 55^\circ$ - MODELLO B



2. Normative di Riferimento

2.1. Norme Europee

- EUROCODICE 1 – Azioni sulle strutture – Parte 1-4: Azioni in generale – azioni del vento (UNI EN 1991-1-4:2005);
- EUROCODICE 3 – Progettazione delle Strutture in acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici (UNI EN 1993-1-1:2005);
- EUROCODICE 3 – Progettazione delle Strutture in acciaio – Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti (UNI EN 1993-1-8:2005);

2.2. Norme Italiane

- D.M. 17 gennaio 2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni;
- Circolare Esplicativa n°7 del 21 gennaio 2019 – Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018;
- Legge 2/2/74 n. 64 e DDMM 3/3/1975 – Norme tecniche per la costruzione in zone sismiche.
- Costruzioni in acciaio: Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione. (C.N.R. 10011/85);
- Istruzioni per la valutazione delle Azioni sulle Costruzioni. (C.N.R. 10012/85);

3. Caratteristiche dei materiali impiegati

3.1. Standard

S420

Limite di Snervamento	$f_y \geq 420 \text{ N/mm}^2$
Limite di rottura	$f_t \geq 480 \text{ N/mm}^2$
Resilienza a 20°C	$R \leq 27 \text{ J}$
Modulo Elastico	$E = 210000 \text{ N/mm}^2$
Modulo Tangenziale	$G = E/[2(1+\nu)] = 80769 \text{ N/mm}^2$
Coefficiente di espansione lineare termica	$\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}^{-1}$

I profili realizzati con il seguente materiale sono:

- Drive Post 200 x 111 x 53 x 5 mm
- Lateral Post 155 x 110 x 53 x 4.5 mm
- Main beam 150x150x2.5 mm
- Main beam 150 x 150 x 3.5 mm
- Cantilever 150 x 40 x 4.5 mm

S345

Limite di Snervamento	$f_y \geq 345 \text{ N/mm}^2$
Limite di rottura	$f_t \geq 490 \text{ N/mm}^2$
Resilienza a 20°C	$R \leq 27 \text{ J}$
Modulo Elastico	$E = 210000 \text{ N/mm}^2$
Modulo Tangenziale	$G = E/[2(1+\nu)] = 80769 \text{ N/mm}^2$
Coefficiente di espansione lineare termica	$\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}^{-1}$

I profili realizzati con il seguente materiale sono:

- Module Support Type S 100 x 22 x 33 x 10 x 2 mm
- Module support Type LS 85 x 23.5 x 35 x 10 x 3 mm
- Module support type E 70 x 26 x 13.5 x 3 mm
- Module support type P 70.5 x 36 x 14 x 4 m

3.2. Bulloneria

I bulloni - conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI EN ISO 4016:2002 e UNI 5592:1968 devono appartenere alle sotto indicate classi della norma UNI EN ISO 898-1:2001.

Vite 8.8 – Dado 8

Limite di Snervamento	$f_{yb} \geq 649 \text{ N/mm}^2$
Limite di rottura	$f_{tb} \geq 800 \text{ N/mm}^2$

3.3. Saldature

Eventuali saldature dell'acciaio dovranno avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063:2001. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

4. Analisi dei Carichi

4.1. Carichi permanenti portati definiti – G_1

I pesi propri strutturali vengono generati in automatico dal software di calcolo.

Profilo	Sezione [mm]	Peso [N/m]
Drive Post	200 x 111 x 53 x 5	222
Lateral Post	155 x 110x 53 x 4.5	169
Main Beam	150 x 150 x 2.5	110
Main Beam	150 x 150 x 3.5	154
Cantilever	150 x 40 x 4.5	121
Module Support Type S	100 x 22 x 33 x 10 x 2	45
Module Support Type LS	85 x 23.5 x 35 x 10 x 3	56
Module support type E	70 x 26 x 13.5 x 3	40
Module support type P	70.5 x 36 x 14 x 4	55

4.2. Carichi permanenti portati pienamente definiti – G_2

Sezione [mm]	Peso [N]	Peso [N/m ²]
2279 x 1134	281	109

Nel modello di calcolo i carichi sono stati applicati con carichi distribuiti linearmente coerentemente con il modello reale:

- cond.2 → G_2 - pannelli fotovoltaici - elemento interno $\Omega \dots P_z = 281/2 = 140 \text{ N}$
- cond.2 → G_2 - pannelli fotovoltaici - elemento esterno $\Omega \dots P_z = 281/4 = 70 \text{ N}$

4.3. Carichi accidentali – Azione del Vento

4.3.1. Introduzione

L'azione del vento viene determinata in accordo con il D.M. 17 gennaio 2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni. In accordo al funzionamento del tracker, durante tutta la sua attività quotidiana la velocità del vento limite che garantisce il continuo funzionamento è pari a $v_{b,0} = 15.6 \text{ m/s}$, velocità misurata da anemometri all'altezza del tracker. Superata tale soglia la struttura si riporterà in una posizione di sicurezza chiamata "stow position", pari a $\alpha = 0^\circ$. In questa configurazione viene progettata la struttura per resistere alla velocità del vento indicata dalla normativa, pari per il seguente sito a $v_{b,0} = 28 \text{ m/s}$.

- In *stow position* ($\alpha = 0^\circ$), la principale velocità del vento $v_{b,0} = 28 \text{ m/s}$ in accordo con le NTC2018;
- In *working position* ($\alpha \neq 0^\circ$), la principale velocità del vento $v_{b,0} = 15.6 \text{ m/s}$ misurata in 3s ad altezza del tracker.

In tutte le condizioni di carico saranno impiegati i coefficienti di pressione flessionali GC_n e torsionali GC_m , derivanti dallo studio in galleria del vento effettuato dal Politecnico di Milano - GVPM.

4.3.2. Velocità di base del vento

La velocità di base del vento viene determinata in funzione della tabella 3.3.I del D.M. 17 gennaio 2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni.

La velocità base di riferimento v_b è il valore medio su 10 minuti, a 10 m di altezza sul suolo su un terreno pianeggiante e omogeneo di categoria di esposizione II (vedi Tab. 3.3.II), riferito ad un periodo di ritorno $T_R=50$ anni.

L'impianto fotovoltaico si trova nel comune di Villacidro. Tale comune è in provincia di Sud Sardegna, riscontrabile nella zona 6, come evidenziato nella tabella seguente.

Tab. 3.3.I - Valori dei parametri $v_{b,0}$, a_0 , k_s

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,40
2	Emilia Romagna	25	750	0,45
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,37
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,36
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,40
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,36
7	Liguria	28	1000	0,54
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,50
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,32

Pertanto la velocità di base del vento è $v_{b,0} = 28 \text{ m/s}$.

4.3.3. Velocità di base di riferimento del vento

La velocità base di riferimento viene determinata dal capitolo 3.3.1 del D.M. 17 gennaio 2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni, con la seguente espressione:

$$v_b = c_a \cdot v_{b,0}$$

Dove:

$v_{b,0}$ è la velocità di base del vento. I valori del vento sono i seguenti:

$v_{b,0} = 28 \text{ m/s}$ per angoli di inclinazione $\alpha = +0^\circ$;

$v_{b,0} = 15.6 \text{ m/s}$ per angoli di inclinazione $\alpha \neq 0^\circ$;

c_a è il coefficiente di altitudine $c_a=1$

$$\begin{aligned}
 c_a &= 1 && \text{per } a_s \leq a_0 \\
 c_a &= 1 + k_s \left(\frac{a_s}{a_0} - 1 \right) && \text{per } a_0 < a_s \leq 1500 \text{ m}
 \end{aligned}
 \quad [3.3.1.b]$$

Pertanto, i valori della velocità base di riferimento del vento basate sulle diverse inclinazioni del tracker sono:

$$v_b = c_a \cdot v_{b,0} = 1 \cdot 28 = 28 \text{ m/s} \quad (\alpha=0^\circ)$$

$$v_b = c_a \cdot v_{b,0} = 1 \cdot 15 = 15.6 \text{ m/s} \quad (\alpha \neq 0^\circ)$$

4.3.4. Velocità di riferimento del vento

La velocità di riferimento viene determinate secondo il capitolo 3.3.2 del D.M. 17 gennaio 2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni, con la seguente espressione:

$$v_{b,r} = c_r \cdot v_b$$

Dove:

- v_b è la velocità base di riferimento del vento. I valori sono I seguenti:
- $v_b = 28 \text{ m/s}$ per angoli di inclinazione $\alpha=+0^\circ$;
- $v_b = 15.6 \text{ m/s}$ per angoli di inclinazione $\alpha \neq 0^\circ$;
- c_r è il coefficiente di ritorno. Questo dipende dal periodo di ritorno del progetto T_R pari 25 anni, avente la seguente espressione:

$$c_r = \frac{1}{0.75\sqrt{1 - 0.20 \cdot \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T_R} \right) \right]}} = \frac{1}{0.75\sqrt{1 - 0.20 \cdot \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{25} \right) \right]}} = 0.960$$

Pertanto I valori della velocità di riferimento basate sulle inclinazioni del tracker sono:

- $v_{b,r} = c_r \cdot v_b = 0.960 \cdot 28 = 26.9 \text{ m/s} \quad (\alpha=0^\circ)$
- $v_{b,r} = c_r \cdot v_b = 1 \cdot 15.6 = 15.6 \text{ m/s} \quad (\alpha \neq 0^\circ)$

4.3.5. Pressione cinetica di riferimento

La pressione cinetica di riferimento vien determinate dalla seguente espressione definite del capitolo 3.3.6 del D.M. 17 gennaio 2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni:

$$q_r = \frac{1}{2} \cdot \rho_{b,r} \cdot v^2$$

Dove:

- ρ la densità dell'aria viene determinata secondo gli International Standard ISO 2533-1975 - "Standard atmosphere". Questo è un modello atmosferico di come pressione, temperatura, densità e viscosità dell'atmosfera terrestre cambiano con l'altitudine. Di seguito la tabella con i valori della pressione:

ISO 2533:1975/Add.2:1997(E/F/R)

© ISO

Table 1 (continued)
Tableau 1 (suite)
Таблица 1 (продолжение)
Tabla 1 (continuación)

Values in terms of geometrical altitude. Valeurs en fonction de l'altitude géométrique.
 Значения величин в функции геометрической высоты. Valores en función de la altitud geométrica.

<i>h</i> m M	<i>H</i> m M	<i>T</i> K	<i>t</i> °C	<i>p</i> hPa mPa	ρ kg·m ⁻³ kg·m ⁻³	<i>g</i> m·s ⁻² m·s ⁻²
0	0	288.150	15.000	1.01325 +3	1.22500 +0	9.8067
50	50	287.825	14.675	1.00726	1.21913	9.8065
100	100	287.500	14.350	1.00129	1.21328	9.8063
150	150	287.175	14.025	9.95359 +2	1.20746	9.8062
200	200	286.850	13.700	9.89453	1.20165	9.8060
250	250	286.525	13.375	9.83576	1.19587	9.8059
300	300	286.200	13.050	9.77727	1.19011	9.8057
350	350	285.875	12.725	9.71906	1.18437	9.8056
400	400	285.550	12.400	9.66113	1.17865	9.8054
450	450	285.225	12.075	9.60349	1.17295	9.8053
500	500	284.900	11.750	9.54612 +2	1.16727 +0	9.8051
550	550	284.575	11.425	9.48904	1.16162	9.8050
600	600	284.250	11.100	9.43223	1.15598	9.8048
650	650	283.925	10.775	9.37569	1.15037	9.8046
700	700	283.601	10.451	9.31944	1.14478	9.8045
750	750	283.276	10.126	9.26345	1.13921	9.8043
800	800	282.951	9.801	9.20775	1.13365	9.8042
850	850	282.626	9.476	9.15231	1.12812	9.8040
900	900	282.301	9.151	9.09714	1.12262	9.8039
950	950	281.976	8.826	9.04225	1.11713	9.8037

L'altitudine del sito è di $a = 70$ m sul livello del mare, quindi si assume una densità dell'aria pari alla seguente:

- $\rho = 1,225 \frac{kg}{m^3}$

$v_{b,r}$ è la velocità di riferimento del vento. I valori sono i seguenti:

- $v_{b,r} = 26,9 \text{ m/s}$ ($\alpha=0^\circ$)
- $v_{b,r} = 15.6 \text{ m/s}$ ($\alpha \neq 0^\circ$)

Pertanto, i valori della pressione cinetica di riferimento basate sui diversi angoli di inclinazione α sono:

- $q_r = \left(\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_{b,r}^2 \right) = \left(\frac{1}{2} \cdot 1,225 \cdot 26,9^2 \right) = 443 \text{ N/m}^2$ per $\alpha=0^\circ$
- $q_r = \left(\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_{b,r}^2 \right) = \left(\frac{1}{2} \cdot 1,225 \cdot 15.6^2 \right) = 149 \text{ N/m}^2$ per $\alpha \neq 0^\circ$

4.3.6. Coefficiente di esposizione

Il coefficiente di esposizione dipende dall'altezza della struttura dal suolo e dalla topografia del terreno dove l'impianto verrà installato.

$$c_e(z) = k_r^2 c_t \ln(z/z_0) [7 + c_t \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

Il sito dista circa 13 Km dalla costa, pertanto si può assumere come classe di rugosità del terreno la C.

Tab. 3.3.III - Classi di rugosità del terreno

Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15 m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	a) Mare e relativa fascia costiera (entro 2 km dalla costa); b) Lago (con larghezza massima pari ad almeno 1 km) e relativa fascia costiera (entro 1 km dalla costa) c) Aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate,)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Si può assumere che il sito appartenga alla Classe A o B, purché la costruzione si trovi nell'area relativa per non meno di 1 km e comunque per non meno di 20 volte l'altezza della costruzione, per tutti i settori di provenienza del vento ampi almeno 30°. Si deve assumere che il sito appartenga alla Classe D, qualora la costruzione sorga nelle aree indicate con le lettere a) o b), oppure entro un raggio di 1 km da essa vi sia un settore ampio 30°, dove il 90% del terreno sia del tipo indicato con la lettera c). Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, si deve assegnare la classe più sfavorevole (l'azione del vento è in genere minima in Classe A e massima in Classe D).

ZONA 6					
	costa		500m		
	mare				
	2 km	10 km	30 km		
A	--	III	IV	V	V
B	--	II	III	IV	IV
C	--	II	III	III	IV
D	I	I	II	II	III

I parametri per calcolare c_e , per un sito con categoria di esposizione II e avente fattore topografico uguale a $c_t = 1$, sono dati dalla tabella seguente.

Tab. 3.3.II - Parametri per la definizione del coefficiente di esposizione

Categoria di esposizione del sito	K_r	z_0 [m]	z_{min} [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

E' bene tenere in conto che le verifiche in galleria del vento sono state effettuate considerando un'altezza dal suolo pari a 4.6 m, quindi si assumerà il valore z_{min} da normativa solo nel caso in cui essa risulterà superiore all'altezza assunta per i test in galleria. Pertanto il valore del coefficiente di esposizione è il seguente:

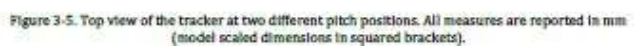
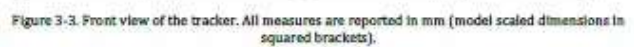
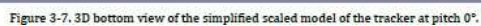
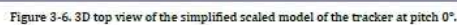
$$c_e = k_r^2 c_t \ln \left(\frac{z}{z_0} \right) [7 + c_t \ln \left(\frac{z}{z_0} \right)] = 0,19^2 \ln \left(\frac{4.6}{0.05} \right) [7 + \ln \left(\frac{4.6}{0.05} \right)] = 1,881$$

Nel $p_{w,\alpha}$ sarà utilizzato $c_e(z) = 1$ poiché $v_{b,0} = 15.6 \text{ m/s}$ è una velocità di base misurata, e contempla già diversi fattori correlate al terreno

4.3.7. Coefficiente dinamico

Il coefficiente dinamico c_d viene assunto pari ad 1.

I test sono stati eseguiti su un modello rigido in scala 1:15. Prima è stata testata una sola fila di tre tracker al fine di valutare il numero necessario di prese di pressione per descrivere accuratamente il fenomeno della distribuzione di pressione sui pannelli. Dopo sono stati condotti i test su un array di quaranta inseguitori disposti simmetricamente in 5 file e 8 colonne. I risultati sono riportati nel documento intitolato *“Prove in galleria del vento su pannelli fotovoltaici-Parte1 096/19PC”* emesso ad aprile 2020 e il relativo addendum intitolato *“Prove in galleria del vento su pannelli fotovoltaici Parte 1 - addendum 2020”* emesso a febbraio 2021.



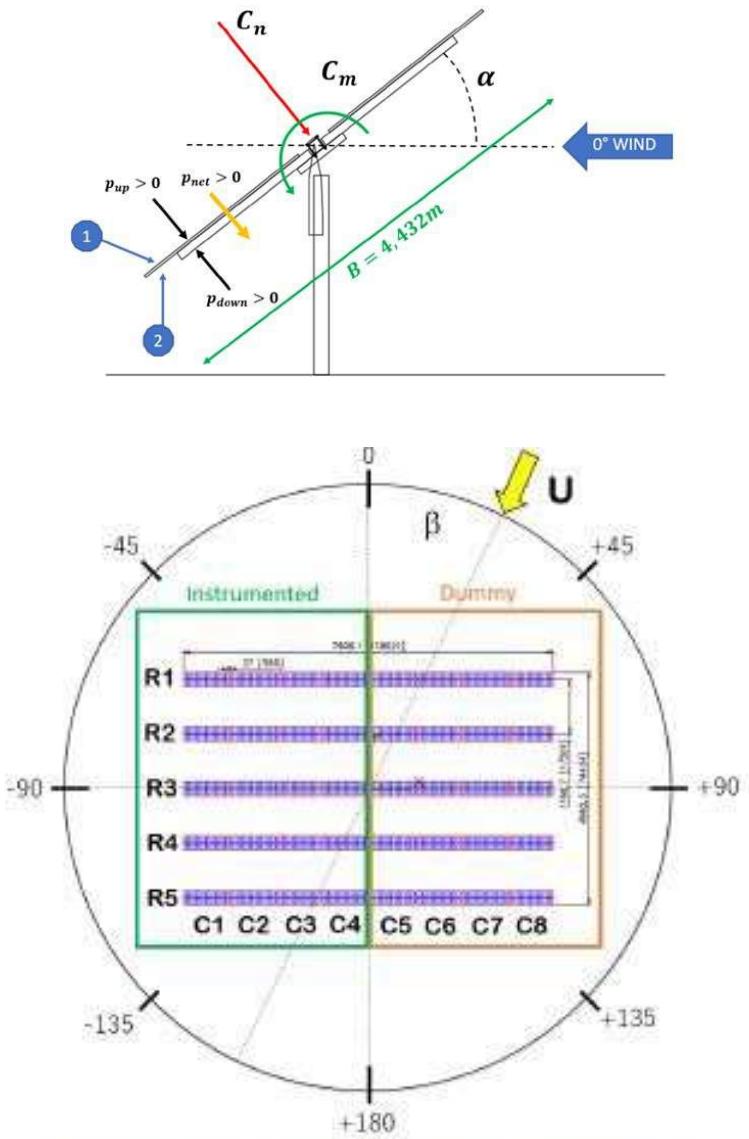


Figure 6-3. Wind incoming angle reference and complete array setup on turntable.

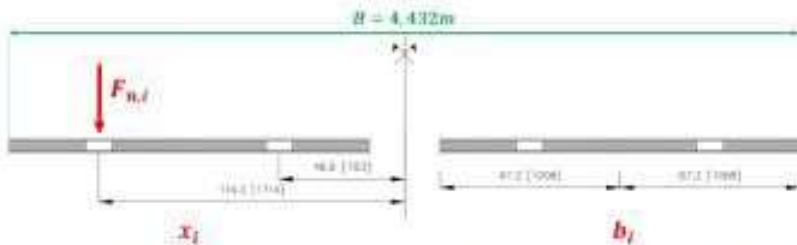
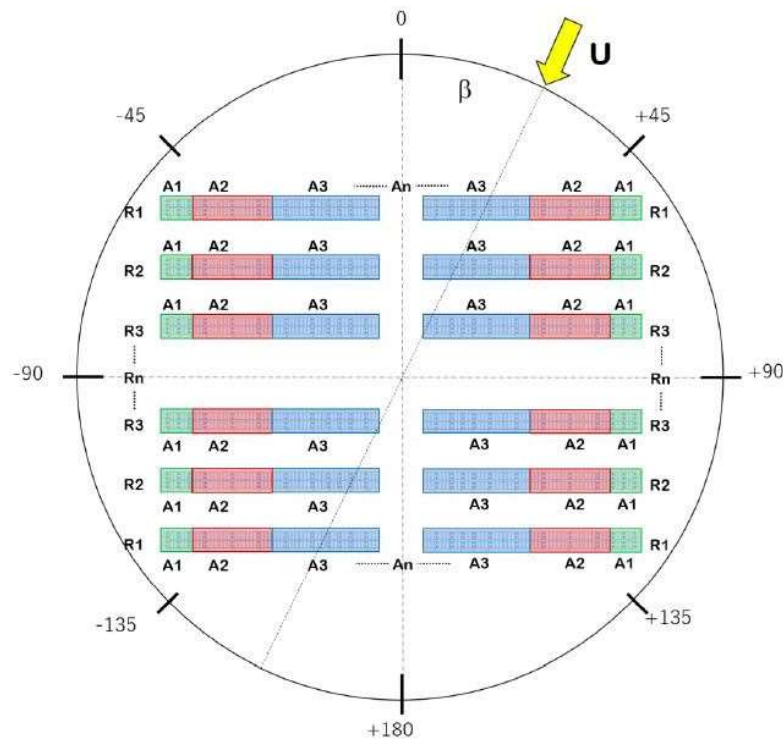


Figure 6-4. View of the tracker model j -th section. Tributary lengths and distances from the pitch axis are highlighted for the 8 pressure taps.

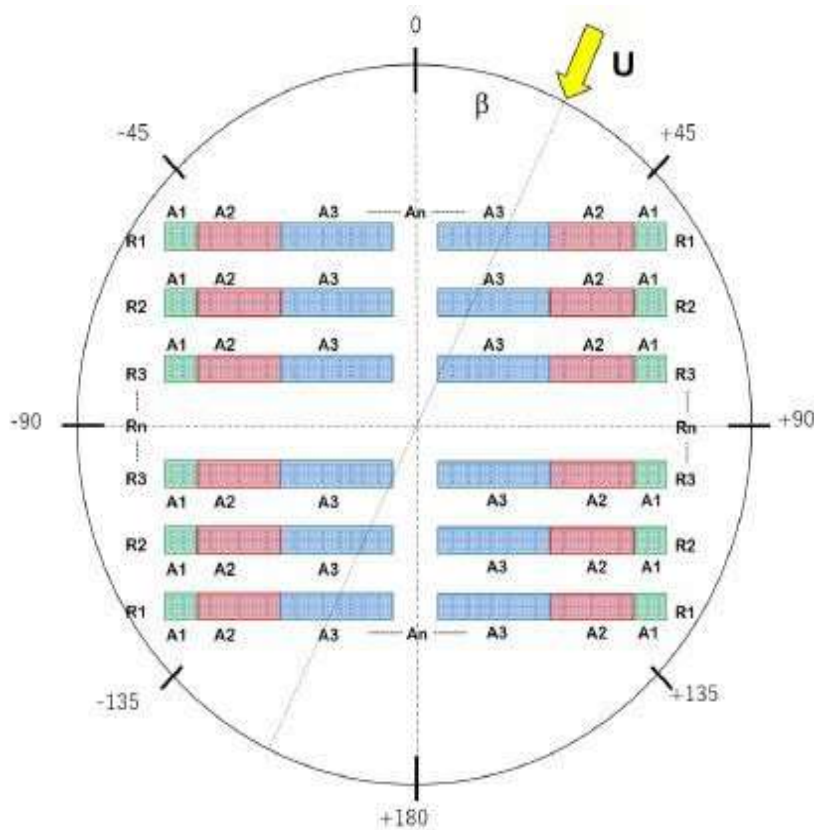


Tale figura mostra come il modello sia stato scomposto in diverse aree, a seconda della posizione e della direzionalità del vento. La prima fila esposta all'azione del vento è definita "R1", la seconda "R2", la terza "R3". Ogni fila è ulteriormente divisa in aree denominate con la lettera "A".

A seconda della dimensione delle aree identificate per mezzo della lettera A è possibile suddividere i risultati in tre macro aree denominate come di seguito:

- Strip
- Semi-tracker
- Full tracker

WIND LOAD SCHEMA W1 - STRIP



Con tale modello saranno dimensionati i seguenti componenti:

- Supporti moduli
- Cantilever

I coefficienti di pressione Flessionali sono riportati di seguito:

Direction 0° - GCn										
Pitch		R1A1	R1A2	R1A3	R2A1	R2A2	R2A3	R3A1	R3A2	R3A3
0°	Max	0.47	0.31	0.21	0.43	0.25	0.23	0.39	0.22	0.19
	Min	-0.36	-0.26	-0.28	-0.4	-0.2	-0.19	-0.42	-0.24	-0.17
7.5°	Max	0.37	0.06	0.06	0.33	0.07	0.07	0.32	0.05	0.05
	Min	-0.47	-0.57	-0.48	-0.55	-0.44	-0.4	-0.51	-0.43	-0.42
30°	Max	0.25	0.04	0.04	0.23	0.03	0.04	0.25	0.03	0.04
	Min	-1.21	-0.94	-0.88	-1.14	-0.84	-0.65	-1.18	-0.89	-0.64
55°	Max	0.16	0.04	0.04	0.17	0.26	0.21	0.15	0.16	0.17
	Min	-1.45	-1.14	-1.03	-1.53	-0.79	-0.36	-1.6	-0.88	-0.73
60°	Max	0.21	0.04	0.03	0.23	0.33	0.29	0.17	0.22	0.2
	Min	-1.63	-1.21	-1.05	-1.63	-0.81	-0.32	-1.69	-0.91	-0.77

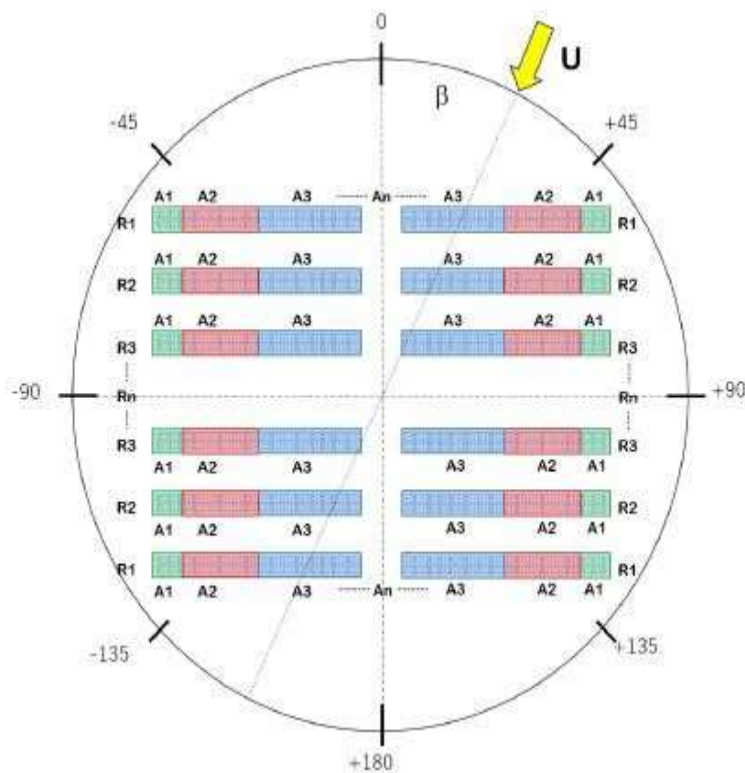
Direction 180° - GCn										
Pitch		R1A1	R1A2	R1A3	R2A1	R2A2	R2A3	R3A1	R3A2	R3A3
0°	Max	0.47	0.31	0.21	0.43	0.25	0.23	0.39	0.22	0.19
	Min	-0.36	-0.26	-0.28	-0.4	-0.2	-0.19	-0.42	-0.24	-0.17
7.5°	Max	0.53	0.61	0.53	0.51	0.38	0.36	0.53	0.39	0.4
	Min	-0.34	-0.11	-0.14	-0.35	-0.1	-0.1	-0.41	-0.09	-0.08
30°	Max	1.25	0.9	0.89	1.41	0.66	0.49	1.4	0.73	0.48
	Min	-0.47	-0.11	-0.11	-0.48	-0.11	-0.11	-0.49	-0.12	-0.12
55°	Max	1.45	1.04	1.01	1.49	0.8	0.36	1.5	0.9	0.68
	Min	-0.64	-0.14	-0.13	-0.54	-0.24	-0.24	-0.66	-0.17	-0.18
60°	Max	1.51	1.1	1	1.5	0.75	0.35	1.57	0.93	0.65
	Min	-0.66	-0.13	-0.13	-0.57	-0.31	-0.29	-0.76	-0.22	-0.2

I coefficienti di pressione Torsionali sono riportati di seguito:

Direction 0° - GC _M										
Pitch		R1A1	R1A2	R1A3	R2A1	R2A2	R2A3	R3A1	R3A2	R3A3
0°	Max	0.08	0.07	0.07	0.08	0.05	0.04	0.08	0.05	0.04
	Min	-0.09	-0.07	-0.07	-0.08	-0.06	-0.05	-0.09	-0.06	-0.05
7.5°	Max	0.1	0.13	0.11	0.11	0.1	0.1	0.11	0.1	0.1
	Min	-0.07	-0.02	-0.02	-0.06	-0.01	-0.01	-0.06	-0.01	-0.01
30°	Max	0.15	0.11	0.12	0.16	0.16	0.12	0.16	0.15	0.12
	Min	-0.08	-0.01	-0.01	-0.09	-0.03	-0.02	-0.07	-0.03	-0.03
55°	Max	0.18	0.08	0.07	0.16	0.08	0.07	0.17	0.09	0.09
	Min	-0.09	-0.03	-0.02	-0.09	-0.06	-0.04	-0.08	-0.06	-0.05
60°	Max	0.16	0.07	0.07	0.15	0.09	0.07	0.16	0.09	0.09
	Min	-0.1	-0.03	-0.03	-0.1	-0.08	-0.05	-0.08	-0.06	-0.05

Direction 180° - GC _M										
Pitch		R1A1	R1A2	R1A3	R2A1	R2A2	R2A3	R3A1	R3A2	R3A3
0°	Max	0.08	0.07	0.07	0.08	0.05	0.04	0.08	0.05	0.04
	Min	-0.09	-0.07	-0.07	-0.08	-0.06	-0.05	-0.09	-0.06	-0.05
7.5°	Max	0.1	0.12	0.11	0.09	0.08	0.08	0.1	0.08	0.09
	Min	-0.08	-0.04	-0.03	-0.07	-0.03	-0.02	-0.09	-0.02	-0.02
30°	Max	0.11	0.09	0.1	0.12	0.07	0.05	0.13	0.07	0.05
	Min	-0.09	-0.01	-0.02	-0.08	-0.04	-0.05	-0.1	-0.05	-0.05
55°	Max	0.09	0.07	0.07	0.11	0.04	0.03	0.1	0.06	0.04
	Min	-0.11	-0.01	-0.01	-0.11	-0.08	-0.08	-0.12	-0.07	-0.08
60°	Max	0.1	0.07	0.07	0.1	0.04	0.03	0.1	0.06	0.05
	Min	-0.1	-0.02	-0.02	-0.11	-0.1	-0.08	-0.12	-0.07	-0.08

WIND LOAD SCHEMA W2 - SEMI-TRACKER



Con tale modello saranno dimensionati i seguenti componenti:

- Main beam
- Lateral Post
- Drive Post (per le sole azioni di tipo flessionali)

I coefficienti di pressione Flessionali sono riportati di seguito:

Direction 0° - GCn										
Pitch		R1A1	R1A2	R1A3	R2A1	R2A2	R2A3	R3A1	R3A2	R3A3
0°	Max	0.23	0.17	0.16	0.17	0.15	0.15	0.19	0.14	0.12
	Min	-0.25	-0.29	-0.31	-0.21	-0.17	-0.16	-0.26	-0.18	-0.15
7.5°	Max	0.13	0.06	0.03	0.12	0.07	0.04	0.1	0.07	0.05
	Min	-0.35	-0.41	-0.44	-0.4	-0.35	-0.32	-0.37	-0.36	-0.36
30°	Max	0.08	0.04	0.02	0.07	0.03	0.02	0.08	0.04	0.02
	Min	-1.01	-0.9	-0.85	-0.89	-0.67	-0.56	-0.98	-0.67	-0.52
55°	Max	0.05	0.03	0.02	0.06	0.13	0.16	0.05	0.08	0.1
	Min	-1.22	-1.07	-0.99	-1.14	-0.59	-0.31	-1.25	-0.74	-0.48
60°	Max	0.07	0.03	0.01	0.15	0.2	0.23	0.04	0.1	0.13
	Min	-1.28	-1.06	-0.94	-1.21	-0.59	-0.28	-1.26	-0.77	-0.52

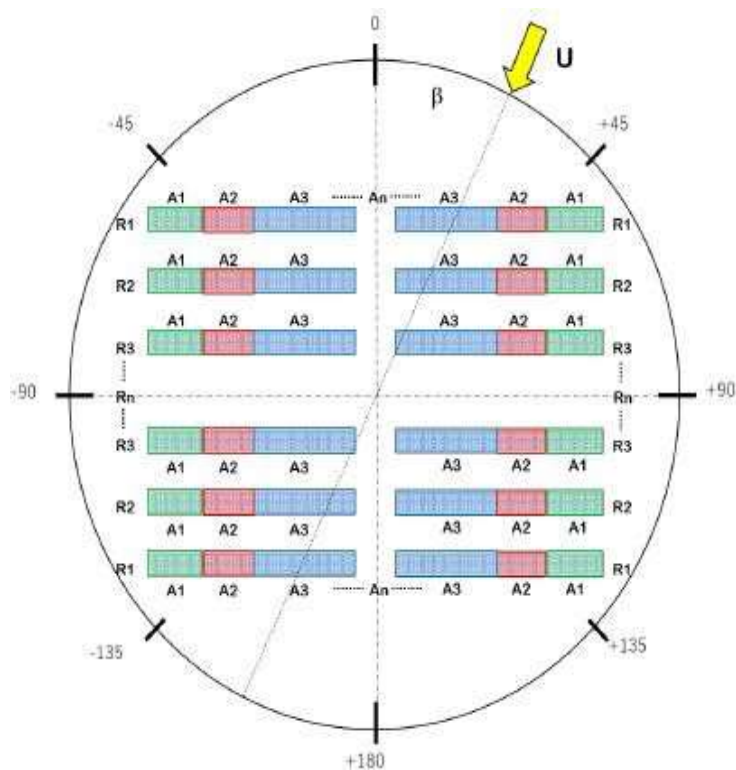
Direction 180° - GCn										
Pitch		R1A1	R1A2	R1A3	R2A1	R2A2	R2A3	R3A1	R3A2	R3A3
0°	Max	0.23	0.17	0.16	0.17	0.15	0.15	0.19	0.14	0.12
	Min	-0.25	-0.29	-0.31	-0.21	-0.17	-0.16	-0.26	-0.18	-0.15
7.5°	Max	0.59	0.46	0.41	0.35	0.31	0.3	0.38	0.37	0.37
	Min	-0.11	-0.14	-0.16	-0.19	-0.11	-0.07	-0.2	-0.11	-0.06
30°	Max	0.88	0.79	0.76	1.04	0.59	0.37	1.06	0.59	0.36
	Min	-0.11	-0.11	-0.1	-0.24	-0.14	-0.08	-0.25	-0.14	-0.08
55°	Max	1.01	0.9	0.86	1.12	0.5	0.19	1.13	0.66	0.43
	Min	-0.14	-0.12	-0.11	-0.28	-0.23	-0.2	-0.34	-0.2	-0.13
60°	Max	1.04	0.95	0.91	1.14	0.51	0.19	1.14	0.7	0.48
	Min	-0.13	-0.13	-0.12	-0.31	-0.27	-0.24	-0.39	-0.22	-0.13

I coefficienti di pressione Torsionali sono riportati di seguito:

Direction 0° - GC _M										
Pitch		R1A1	R1A2	R1A3	R2A1	R2A2	R2A3	R3A1	R3A2	R3A3
0°	Max	0.05	0.05	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02
	Min	-0.07	-0.07	-0.07	-0.04	-0.04	-0.04	-0.05	-0.04	-0.03
7.5°	Max	0.08	0.09	0.09	0.09	0.08	0.07	0.08	0.07	0.07
	Min	-0.02	-0.01	-0.01	-0.03	-0.01	-0.01	-0.02	-0.01	-0.01
30°	Max	0.1	0.1	0.1	0.1	0.09	0.09	0.11	0.09	0.07
	Min	-0.04	-0.02	-0.01	-0.03	-0.02	-0.01	-0.03	-0.02	-0.01
55°	Max	0.11	0.07	0.05	0.1	0.06	0.04	0.11	0.06	0.04
	Min	-0.04	-0.02	-0.01	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03
60°	Max	0.1	0.07	0.05	0.09	0.05	0.03	0.1	0.06	0.04
	Min	-0.04	-0.02	-0.02	-0.04	-0.03	-0.03	-0.03	-0.04	-0.04

Direction 180° - GC _M										
Pitch		R1A1	R1A2	R1A3	R2A1	R2A2	R2A3	R3A1	R3A2	R3A3
0°	Max	0.05	0.05	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02
	Min	-0.07	-0.07	-0.07	-0.04	-0.04	-0.04	-0.05	-0.04	-0.03
7.5°	Max	0.12	0.11	0.11	0.05	0.05	0.05	0.06	0.07	0.07
	Min	-0.03	-0.03	-0.04	-0.03	-0.02	-0.02	-0.03	-0.02	-0.01
30°	Max	0.09	0.09	0.09	0.09	0.05	0.02	0.1	0.05	0.03
	Min	-0.01	-0.01	-0.02	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.02
55°	Max	0.06	0.06	0.06	0.06	0.03	0.01	0.06	0.03	0.02
	Min	-0.01	-0.01	-0.01	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.05	-0.05
60°	Max	0.07	0.06	0.06	0.05	0.03	0.02	0.06	0.04	0.02
	Min	-0.01	-0.02	-0.02	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.05	-0.05

WIND LOAD SCHEMA W3 - FULL-TRACKER



Con tale modello sarà dimensionato il seguente componente:

- Drive Post (per le sole azioni di tipo torsionali)

I coefficienti di pressione Flessionali sono riportati di seguito:

Direction 0° - GCn										
Pitch		R1A1	R1A2	R1A3	R2A1	R2A2	R2A3	R3A1	R3A2	R3A3
0°	Max	0.19	0.16	0.07	0.15	0.17	0.12	0.15	0.1	0.1
	Min	-0.16	-0.18	-0.21	-0.15	-0.15	-0.15	-0.21	-0.13	-0.13
7.5°	Max	0.06	0.02	0.02	0.06	0.02	0.03	0.05	0.02	0.02
	Min	-0.4	-0.4	-0.4	-0.37	-0.37	-0.3	-0.36	-0.36	-0.34
30°	Max	0.03	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.04	0.01	0.01
	Min	-0.91	-0.91	-0.76	-0.73	-0.73	-0.49	-0.8	-0.8	-0.48
55°	Max	0.03	0.02	0.02	0.1	0.21	0.13	0.03	0.08	0.09
	Min	-1.12	-1.12	-0.93	-0.93	-0.93	-0.24	-1.02	-1.02	-0.36
60°	Max	0.03	0.02	0	0.19	0.28	0.2	0.01	0.12	0.11
	Min	-1.16	-1.16	-0.88	-0.97	-0.97	-0.21	-1.02	-1.02	-0.39

Direction 180° - GCn										
Pitch		R1A1	R1A2	R1A3	R2A1	R2A2	R2A3	R3A1	R3A2	R3A3
0°	Max	0.19	0.16	0.07	0.15	0.17	0.12	0.15	0.1	0.1
	Min	-0.16	-0.18	-0.21	-0.15	-0.15	-0.15	-0.21	-0.13	-0.13
7.5°	Max	0.46	0.32	0.36	0.3	0.32	0.28	0.32	0.31	0.32
	Min	-0.07	-0.06	-0.06	-0.12	-0.07	-0.06	-0.12	-0.07	-0.05
30°	Max	0.77	0.69	0.74	0.81	0.4	0.29	0.84	0.43	0.33
	Min	-0.08	-0.06	-0.07	-0.14	-0.08	-0.07	-0.16	-0.1	-0.08
55°	Max	0.89	0.81	0.85	0.94	0.46	0.15	0.95	0.64	0.3
	Min	-0.1	-0.07	-0.07	-0.18	-0.18	-0.14	-0.23	-0.12	-0.09
60°	Max	0.9	0.82	0.83	0.94	0.46	0.16	0.98	0.63	0.35
	Min	-0.08	-0.07	-0.07	-0.21	-0.24	-0.19	-0.25	-0.12	-0.11

I coefficienti di pressione Torsionali sono riportati di seguito:

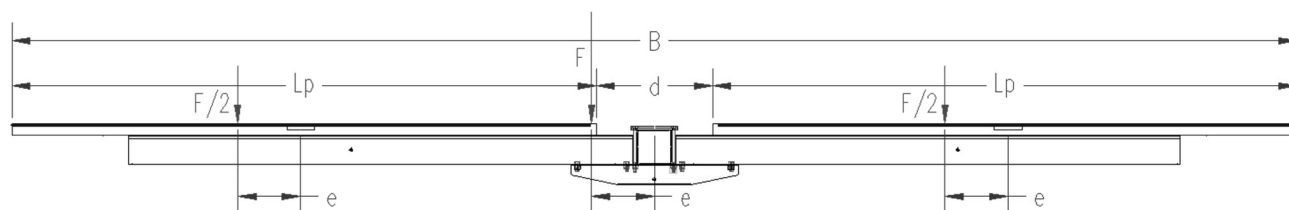
Direction 0° - GC _M										
Pitch		R1A1	R1A2	R1A3	R2A1	R2A2	R2A3	R3A1	R3A2	R3A3
0°	Max	0.04	0.05	0.05	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02
	Min	-0.04	-0.03	-0.05	-0.04	-0.03	-0.03	-0.05	-0.04	-0.03
7.5°	Max	0.09	0.11	0.09	0.08	0.08	0.07	0.08	0.09	0.07
	Min	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
30°	Max	0.09	0.08	0.07	0.09	0.1	0.07	0.09	0.11	0.06
	Min	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
55°	Max	0.08	0.06	0.05	0.07	0.04	0.03	0.07	0.05	0.04
	Min	-0.02	-0.02	-0.01	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
60°	Max	0.07	0.05	0.04	0.06	0.05	0.03	0.07	0.05	0.03
	Min	-0.02	-0.02	-0.01	-0.03	-0.03	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02

Direction 180° - GC _M										
Pitch		R1A1	R1A2	R1A3	R2A1	R2A2	R2A3	R3A1	R3A2	R3A3
0°	Max	0.04	0.05	0.05	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02
	Min	-0.04	-0.03	-0.05	-0.04	-0.03	-0.03	-0.05	-0.04	-0.03
7.5°	Max	0.1	0.07	0.07	0.05	0.07	0.05	0.05	0.05	0.06
	Min	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02	-0.01	-0.01	-0.02	-0.01	-0.01
30°	Max	0.08	0.07	0.08	0.07	0.04	0.02	0.07	0.04	0.02
	Min	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.03	-0.02
55°	Max	0.06	0.05	0.05	0.05	0.03	0.01	0.05	0.04	0.01
	Min	-0.01	-0.01	-0.01	-0.03	-0.04	-0.03	-0.04	-0.05	-0.03
60°	Max	0.05	0.05	0.05	0.04	0.03	0.01	0.04	0.04	0.01
	Min	-0.01	0	-0.01	-0.04	-0.05	-0.03	-0.04	-0.05	-0.04

Tutte le azioni del vento saranno applicate con un'eccentricità derivabile da tale espressione:

$$GC_m = \frac{m}{q_{HG}} B^2 = \frac{f \cdot e}{q_{HG}} B^2 \Rightarrow e = \frac{GC}{m \cdot B}$$

$$\{ \quad GC = \frac{f}{q_{HG} \cdot B} \quad GC_n$$



4.3.9. Pressione del vento

La pressione del vento viene determinata in accordo con il paragrafo 3.3.4 del D.M. 17 gennaio 2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni, ed è pari alla seguente espressione:

$$P_{w,\alpha} = q_{r,\alpha} \cdot c_e \cdot c_d \cdot c_{pn,\alpha}$$

Pertanto, le condizioni di carico sono le seguenti:

Model A, $\alpha=0^\circ$ - STRIP LOAD

- $P_{w,+0^\circ} = q_{r,+0^\circ} \cdot c_e \cdot c_d \cdot c_{pn,+0^\circ} = 443 \cdot 1,881 \cdot 1 \cdot 0,47 = 392 \text{ N/m}^2$ (downwind_R1 A1);
 $e_{w+0^\circ} = \frac{GC_m}{GC_n} \cdot B = \frac{0,08}{0,47} \cdot 4858 = 827 \text{ mm}$
- $P_{w,-0^\circ} = q_{r,-0^\circ} \cdot c_e \cdot c_d \cdot c_{pn,-0^\circ} = -443 \cdot 1,881 \cdot 1 \cdot 0,42 = -350 \text{ N/m}^2$ (upwind_R3 A1);
 $e_{w+0^\circ} = \frac{GC_m}{GC_n} \cdot B = \frac{-0,09}{-0,42} \cdot 4858 = 1041 \text{ mm}$

Model A, $\alpha=0^\circ$ - HALF-TRACKER LOAD

- $P_{w,+0^\circ} = q_{r,+0^\circ} \cdot c_e \cdot c_d \cdot c_{pn,+0^\circ} = 443 \cdot 1,881 \cdot 1 \cdot 0,23 = 192 \text{ N/m}^2$ (downwind_R1 A1);
 $e_{w+0^\circ} = \frac{GC_m}{GC_n} \cdot B = \frac{0,05}{0,23} \cdot 4858 = 1056 \text{ mm}$
- $P_{w,+0^\circ} = q_{r,+0^\circ} \cdot c_e \cdot c_d \cdot c_{pn,+0^\circ} = 443 \cdot 1,881 \cdot 1 \cdot 0,17 = 142 \text{ N/m}^2$ (downwind_R1 A2);
 $e_{w+0^\circ} = \frac{GC_m}{GC_n} \cdot B = \frac{0,05}{0,17} \cdot 4858 = 1429 \text{ mm}$
- $P_{w,-0^\circ} = q_{r,-0^\circ} \cdot c_e \cdot c_d \cdot c_{pn,-0^\circ} = -443 \cdot 1,881 \cdot 1 \cdot 0,31 = -258 \text{ N/m}^2$ (upwind_R1 A3);
 $e_{w-0^\circ} = \frac{GC_m}{GC_n} \cdot B = \frac{-0,07}{-0,31} \cdot 4858 = 1097 \text{ mm}$

- $$P_{w,-0^\circ} = q_{r,-0^\circ} \cdot c_e \cdot c_d \cdot c_{pn,-0^\circ} = -443 \cdot 1,881 \cdot 1 \cdot 0,29 = -242 \text{ N/m}^2 \quad (\text{upwind_R1 A2});$$

$$e_{w-0^\circ} = \frac{GC_m}{GC_n} \cdot B = \frac{-0,07}{-0,29} \cdot 4858 = 1173 \text{ mm}$$

Model A, $\alpha=0^\circ$ - FULL-TRACKER LOAD

- $$P_{w,+0^\circ} = q_{r,+0^\circ} \cdot c_e \cdot c_d \cdot c_{pn,+0^\circ} = 443 \cdot 1,881 \cdot 1 \cdot 0,23 = 192 \text{ N/m}^2 \quad (\text{downwind_R1 A1});$$

$$e_{w+0^\circ} = \frac{GC_m}{GC_n} \cdot B = \frac{0,05}{0,23} \cdot 4858 = 1056 \text{ mm}$$

- $$P_{w,+0^\circ} = q_{r,+0^\circ} \cdot c_e \cdot c_d \cdot c_{pn,+0^\circ} = 443 \cdot 1,881 \cdot 1 \cdot 0,17 = 142 \text{ N/m}^2 \quad (\text{downwind_R1 A2});$$

$$e_{w+0^\circ} = \frac{GC_m}{GC_n} \cdot B = \frac{0,05}{0,17} \cdot 4858 = 1429 \text{ mm}$$

- $$P_{w,-0^\circ} = q_{r,-0^\circ} \cdot c_e \cdot c_d \cdot c_{pn,-0^\circ} = -443 \cdot 1,881 \cdot 1 \cdot 0,31 = -258 \text{ N/m}^2 \quad (\text{upwind_R1 A3});$$

$$e_{w-0^\circ} = \frac{GC_m}{GC_n} \cdot B = \frac{-0,05}{-0,31} \cdot 4858 = 784 \text{ mm}$$

- $$P_{w,-0^\circ} = q_{r,-0^\circ} \cdot c_e \cdot c_d \cdot c_{pn,-0^\circ} = -408 \cdot 1,881 \cdot 1 \cdot 0,29 = -242 \text{ N/m}^2 \quad (\text{upwind_R1 A2});$$

$$e_{w-0^\circ} = \frac{GC_m}{GC_n} \cdot B = \frac{-0,05}{-0,29} \cdot 4858 = 838 \text{ mm}$$

Model B, $\alpha=55^\circ$ - STRIP LOAD

- $$P_{w,+55^\circ} = q_{r,+55^\circ} \cdot c_e \cdot c_d \cdot c_{pn,+55^\circ} = 149 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,26 = 39 \text{ N/m}^2 \quad (\text{downwind_R1 A1});$$

$$e_{w+55^\circ} = \frac{GC_m}{GC_n} \cdot B = \frac{0,18}{0,26} \cdot 4858 = 3363 \text{ mm}$$

- $$P_{w,-55^\circ} = q_{r,-55^\circ} \cdot c_e \cdot c_d \cdot c_{pn,-55^\circ} = -149 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,60 = -238 \text{ N/m}^2 \quad (\text{upwind_R3 A1});$$

$$e_{w-55^\circ} = \frac{GC_m}{GC_n} \cdot B = \frac{-0,08}{-1,60} \cdot 4858 = 243 \text{ mm}$$

Model B, $\alpha=55^\circ$ - HALF TRACKER LOAD

- $$P_{w,+55^\circ} = q_{r,+55^\circ} \cdot c_e \cdot c_d \cdot c_{pn,+55^\circ} = 149 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.16 = 24 \text{ N/m}^2 \quad (\text{downwind_R1 A1});$$

$$e_{w+55^\circ} = \frac{GC_m}{GC_n} \cdot B = \frac{0.11}{0.16} \cdot 4858 = 3340 \text{ mm}$$
- $$P_{w,+55^\circ} = q_{r,+55^\circ} \cdot c_e \cdot c_d \cdot c_{pn,+55^\circ} = 149 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.03 = 4 \text{ N/m}^2 \quad (\text{downwind_R1 A2});$$

$$e_{w+55^\circ} = \frac{GC_m}{GC_n} \cdot B = \frac{0.07}{0.03} \cdot 4858 = 11335 \text{ mm}$$
- $$P_{w,-55^\circ} = q_{r,-55^\circ} \cdot c_e \cdot c_d \cdot c_{pn,-55^\circ} = -149 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,25 = -186 \text{ N/m}^2 \quad (\text{upwind_R1 A3});$$

$$e_{w-55^\circ} = \frac{GC_m}{GC_n} \cdot B = \frac{-0.01}{-1.25} \cdot 4858 = 39 \text{ mm}$$
- $$P_{w,-55^\circ} = q_{r,-55^\circ} \cdot c_e \cdot c_d \cdot c_{pn,-55^\circ} = -149 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,07 = -159 \text{ N/m}^2 \quad (\text{upwind_R1 A2});$$

$$e_{w-55^\circ} = \frac{GC_m}{GC_n} \cdot B = \frac{-0.02}{-1.07} \cdot 4858 = 91 \text{ mm}$$

Model B, $\alpha=55^\circ$ - FULL TRACKER LOAD

- $$P_{w,+55^\circ} = q_{r,+55^\circ} \cdot c_e \cdot c_d \cdot c_{pn,+55^\circ} = 149 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.16 = 24 \text{ N/m}^2 \quad (\text{downwind_R1 A1});$$

$$e_{w+55^\circ} = \frac{GC_m}{GC_n} \cdot B = \frac{0.08}{0.16} \cdot 4858 = 2429 \text{ mm}$$
- $$P_{w,+55^\circ} = q_{r,+55^\circ} \cdot c_e \cdot c_d \cdot c_{pn,+55^\circ} = 149 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.03 = 4 \text{ N/m}^2 \quad (\text{downwind_R1 A2});$$

$$e_{w+55^\circ} = \frac{GC_m}{GC_n} \cdot B = \frac{0.08}{0.03} \cdot 4858 = 12955 \text{ mm}$$
- $$P_{w,-55^\circ} = q_{r,-55^\circ} \cdot c_e \cdot c_d \cdot c_{pn,-55^\circ} = -149 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,25 = -186 \text{ N/m}^2 \quad (\text{upwind_R1 A3});$$

$$e_{w-55^\circ} = \frac{GC_m}{GC_n} \cdot B = \frac{-0.02}{-1.25} \cdot 4858 = 78 \text{ mm}$$
- $$P_{w,-55^\circ} = q_{r,-55^\circ} \cdot c_e \cdot c_d \cdot c_{pn,-55^\circ} = -149 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,06 = -159 \text{ N/m}^2 \quad (\text{upwind_R1 A2});$$

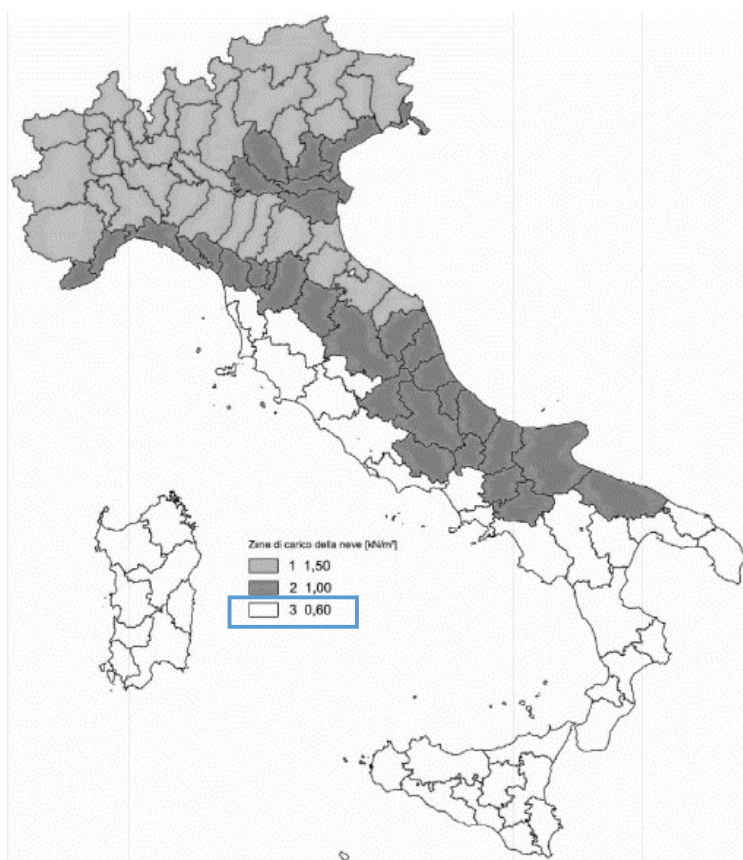
$$e_{w-55^\circ} = \frac{GC_m}{GC_n} \cdot B = \frac{-0.02}{-1.07} \cdot 4858 = 91 \text{ mm}$$

4.4. Carichi accidentali – Azione della Neve

Il carico da neve viene determinato in accordo con il paragrafo D.M. 17 gennaio 2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni. Per il presente impianto si adotta la “snow strategy”, una procedura che prevede l’impiego di un sensore che misura lo spessore della neve al suolo. Superata la soglia stabilita di [*trigger accumulation* = 20 mm], il tracker si posiziona in una configurazione di sicurezza per la neve, pari all’angolo di massima inclinazione, 55°.

4.4.1. Valore di riferimento del carico da neve al suolo

Il carico da neve al suolo viene determinato in accordo con il *D.M. 17 gennaio 2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni*:



L'impianto si trova in provincia di Oristano (zona III) con $a_s=70$ m.

Zona III

Agrigento, Brindisi, Cagliari, Caltanissetta, Carbonia-Iglesias, Caserta, Catania, Catanzaro, Cosenza, Crotone, Enna, Grosseto, Latina, Lecce, Livorno, Matera, Medio Campidano, Messina, Napoli, Nuoro, Ogliastra, Olbia-Tempio, Oristano, Palermo, Pisa, Potenza, Ragusa, Reggio Calabria, Roma, Salerno, Sassari, Siena, Siracusa, Taranto, Terni, Trapani, Vibo Valentia, Viterbo:

$$\begin{aligned} q_{sk} &= 0,60 \text{ kN/m}^2 & a_s &\leq 200 \text{ m} \\ q_{sk} &= 0,51 [1 + (a_s/481)^2] \text{ kN/m}^2 & a_s &> 200 \text{ m} \end{aligned} \quad [3.4.5]$$

Essendo $a_s < 200$ m, il carico da neve risulta pari a 600 N/m^2 .

Prendendo in riferimento l'Annex D del EN 1991-1-3:2003 è possibile impiegare un coefficiente che consente di tenere in conto di un ipotetico periodo di ritorno differente dai 50 anni. Per un periodo di ritorno pari a 25 anni, il valore caratteristico della neve diviene:

$$q_{sn} = q_{sk} \cdot \left\{ \frac{1 - V^{\frac{\sqrt{6}}{\pi}} [\ln(-\ln(1 - P)) + 0,57722]}{(1 + 2,5923V)^{\frac{n}{\pi}}} \right\} = 523 \text{ N/m}^2$$

4.4.2. Coefficiente di forma delle coperture “ μ_i ”

Il coefficiente di forma μ_i è calcolato seguendo le indicazioni fornite nel paragrafo 3.4.3 del *D.M. 17 gennaio 2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni*.

Tab. 3.4.II – Valori del coefficiente di forma

Coefficiente di forma	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_i	0,8	$0,8 \cdot \frac{(60 - \alpha)}{30}$	0,0

- Modello (A) – $\alpha = 0^\circ$
- Modello (B) – $\alpha = 55^\circ$

$$\mu = 0,8;$$

$$\mu = \frac{0,8 \cdot (60 - \alpha)}{30} = \frac{0,8 \cdot (60 - 55)}{30} = 0.13;$$

4.4.3. Coefficiente di esposizione

Il coefficiente di esposizione c_e è utilizzato per modificare il valore del carico neve in copertura in funzione delle caratteristiche specifiche dell'area in cui sorge l'opera. Viene determinato dalla tabella 3.4.I del D.M. 17 gennaio 2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni. Il valore è:

$$c_e = 0,9$$

Tab. 3.4.I – Valori di C_e per diverse classi di esposizione

Topografia	Descrizione	C_e
Battuta dai venti	Aree pianeggianti non ostruite esposte su tutti i lati, senza costruzioni o alberi più alti	0,9
Normale	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi	1,0
Riparata	Aree in cui la costruzione considerata è sensibilmente più bassa del circostante terreno o circondata da costruzioni o alberi più alti	1,1

4.4.4. Coefficiente termico

Il coefficiente termico c_t tiene conto della riduzione del carico da neve, a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla Perdita di calore della stessa. In accordo con il paragrafo 3.4.5 del D.M. 17 gennaio 2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni, il valore è:

$$c_t = 1$$

4.4.5. Pressione della neve

Il calcolo della pressione del carico da neve viene determinato in accordo con il paragrafo 3.4.1 del D.M.

17 gennaio 2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni

$$q_{s,\alpha} = \mu_{i,\alpha} \cdot c_e \cdot c_t \cdot q_{sk}$$

Pertanto, le due differenti condizioni di carico sono le seguenti:

Model A, $\alpha = 0^\circ$

Trigger Accumulation $\rightarrow h = 20 \text{ mm}$

$$s_k = h \cdot \gamma$$

$$(7.7-1.\text{si})$$

$$\gamma = 0.426 s_k + 2.2, \text{ but not more than } 4.7 \text{ kN/m}^3$$

$$s_k = \frac{2.2 \cdot h}{(1 - 0.426 \cdot h)}$$

- $q_{s,0^\circ} = s_k = \frac{2.2 \cdot h}{(1 - 0.426 \cdot h)} = \frac{2.2 \cdot 20}{(1 - 0.426 \cdot 20)} = 44 \text{ N/m}^2$

Model B, $\alpha = 55^\circ$

- $q_{s,55^\circ} = \mu_i \cdot c_e \cdot c_t \cdot s_k = 0.13 \cdot 0.9 \cdot 523 = 61.19 \text{ N/m}^2$

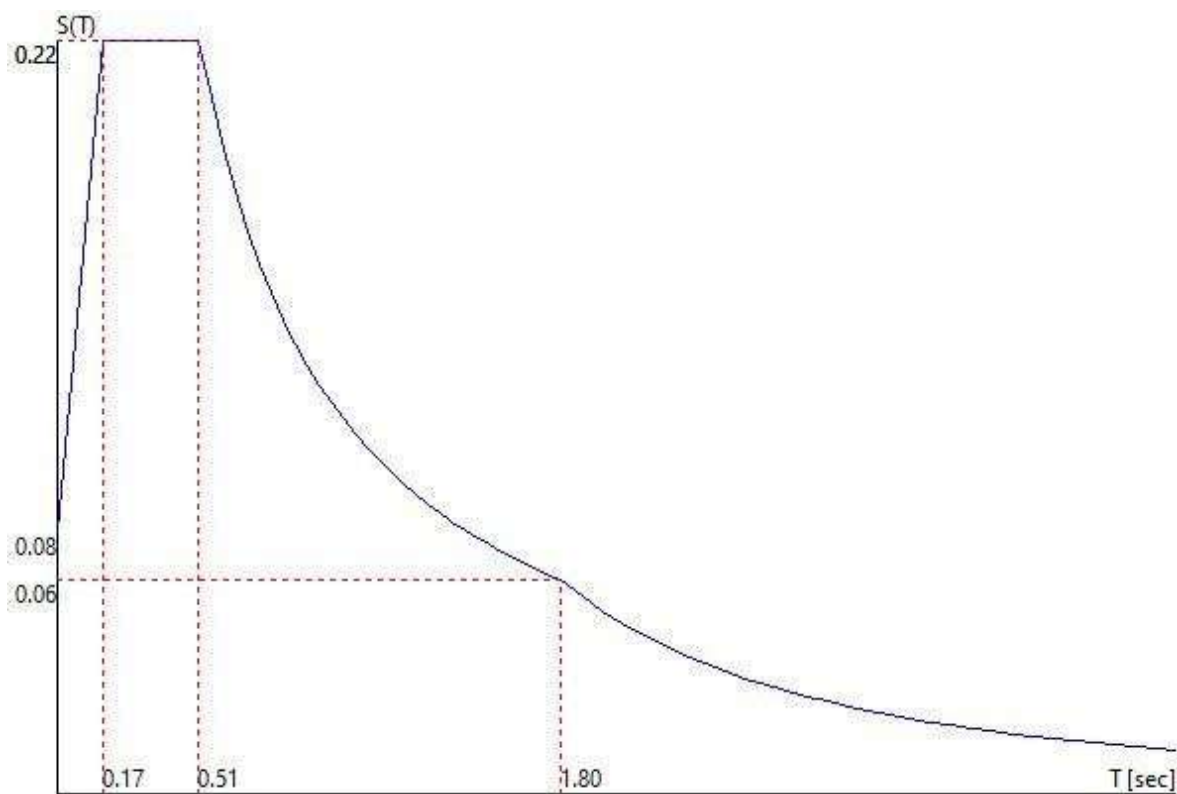
4.5. Spettri di risposta per l'analisi sismica

Spettro in accordo con TU 2008

- VILLACIDRO Longitudine 8.7090 Latitudine 39.7010
- **I valori di a_g/g sono ottenuti con una interpolazione Bilineare sul reticolo di riferimento.**
- Tipo di Terreno C
- Coefficiente di amplificazione topografica (S_T) 1.0000
- Vita nominale della costruzione (V_N) 50.0 anni
- Classe d'uso II coefficiente C_U 1.0
- Classe di duttilità impostata Bassa
- Fattore di struttura massimo q_0 per sisma orizzontale 1.00
- Fattore di duttilità α_u/α_1 per sisma orizzontale 1.00
- Fattore riduttivo regolarità in altezza K_R 1.00
- Fattore riduttivo per la presenza di setti K_W 1.00
- Fattore di struttura q per sisma orizzontale 1.00
- Fattore di struttura q per sisma verticale 1.50
- Smorzamento Viscoso ($0.05 = 5\%$) 0.05

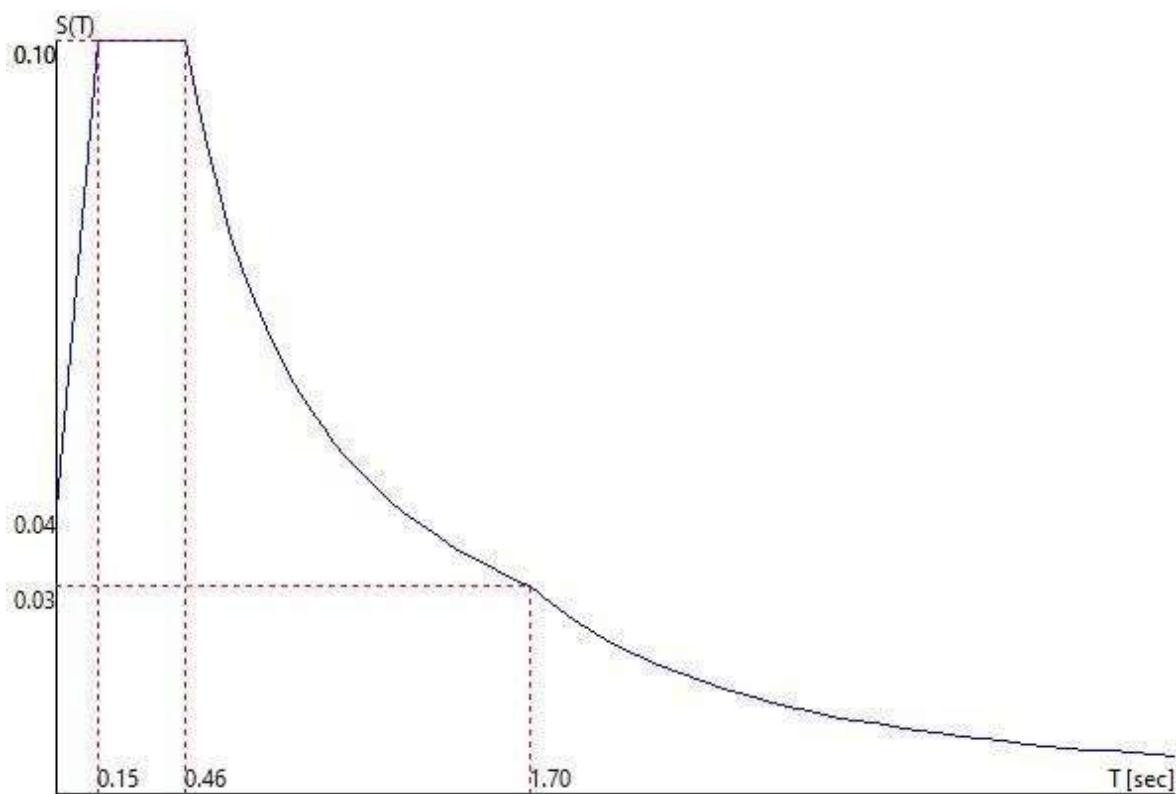
TU 2008 SLV H

- Probabilità di superamento (P_{VR}) 10.0 e periodo di ritorno (T_R) 475 (anni)
- S_s 1.500
- T_B 0.17 [sec]
- T_C 0.51 [sec]
- T_D 1.80 [sec]
- a_g/g 0.0510
- F_o 2.8799
- T_c^* 0.3400



TU 2008 SLD H

- Probabilità di superamento (P_{VR}) 63.0 e periodo di ritorno (T_R) 50 (anni)
- S_s 1.500
- T_B 0.15 [sec]
- T_C 0.46 [sec]
- T_D 1.70 [sec]
- a_g/g 0.0240
- F_o 2.6705
- T_c^* 0.2961



4.5.1. Fattori di partecipazione per il calcolo delle masse:

Condizione	Commento	Fattore di Partecipazione
1	Dead load	1.000000
2	PV pannels	1.000000
3	snow	0.000000
4	W2,down,half row	0.000000
5	W2,up,half row	0.000000
6	W3,up,full,row	0.000000
7	dT=30°	0.000000
8	W1.1,down,strip	0.000000
9	W1.1,up,strip	0.000000
10	W1.2,down,strip	0.000000
11	W1.2,up,strip	0.000000

4.5.2. Direzioni d'ingresso del Sisma

- SLV Direzione 1 Angolo in pianta 0.00 [°]
- SLV Direzione 2 Angolo in pianta 180.00 [°]
- SLV Direzione 3 Angolo in pianta 90.00 [°]
- SLV Direzione 4 Angolo in pianta 270.00 [°]
- SLD Direzione 5 Angolo in pianta 0.00 [°]
- SLD Direzione 6 Angolo in pianta 180.00 [°]
- SLD Direzione 7 Angolo in pianta 90.00 [°]
- SLD Direzione 8 Angolo in pianta 270.00 [°]

4.6. Analisi modale

I_s	raggio d'inerzia polare di piano $I_s = \sqrt{J_p / m}$
X_g, Y_g, Z_g	coordinate centro di massaModale
D_x, D_y	eccentricità centro di massa-centro delle rigidezze
$K_{rzz}, K_{tmin}, K_{tmax}$	rigidezze traslanti e torcenti
r_1, r_2	raggi giratori d'inerzia ($r_1 = (K_{rzz}/K_{tmin})^{1/2}$, $r_2 = (K_{rzz}/K_{tmax})^{1/2}$)
$\Delta K_x, \Delta K_y, \Delta K_{\theta z}$	incrementi percentuali di rigidezze ($\Delta K = (K_i - K_{i-1}) / K_{i-1}$)
$K_{yji}, K_{yji}, K_{\theta zi}$	rigidezze traslanti e torsionali del piano i-esimo rispetto agli assi globali
R	ordinata dello spettro
Coeff.di Part.	coefficienti di partecipazione (in letteratura g_{ij})
$ L_i / L_1 $	rapporto percentuale fra i fattori di partecipazione del modo i-esimo e del primo modo
Mmi/Mmtot	percentuale massa modale efficace dell'i-esimo modo
Sum Mmi/Mmtot	percentuale cumulativa delle masse modali efficaci
$\varphi_{i,ux}, \varphi_{i,uy}, \varphi_{i,\theta z}$	spostamenti modali del nodo master

4.6.1. Sintesi dei risultati per direzione d'ingresso del sisma.

SLV

Direzione d'ingresso	Modo Principale	Periodo [sec]	% Massa ModaleModo Principale	% Massa Modale Totale
0.00 [°]	9	0.37	56	87
180.00 [°]	9	0.37	56	87
90.00 [°]	8	0.39	27	84
270.00 [°]	8	0.39	27	84

SLD

Direzione d'ingresso	Modo Principale	Periodo [sec]	% Massa ModaleModo Principale	% Massa Modale Totale
0.00 [°]	9	0.37	56	87
180.00 [°]	9	0.37	56	87
90.00 [°]	8	0.39	27	84
270.00 [°]	8	0.39	27	84

4.6.2. Autovalori e PeriodiNumero di modi di vibrare trovati: **52**Numero di modi considerati per ogni direzione del sisma: **36**

Modo	Autovalore [rad/sec]^2	Pulsazione [rad/sec]	Periodo [sec]	R
1	70.2474	8.381	0.75	0.1496
2	70.2546	8.382	0.75	0.1497
3	119.0266	10.910	0.58	0.1948
4	119.0520	10.911	0.58	0.1948
5	208.3703	14.435	0.44	0.2201
6	208.4397	14.437	0.44	0.2201
7	238.0522	15.429	0.41	0.2201
8	257.8209	16.057	0.39	0.2201
9	290.9951	17.059	0.37	0.2201
10	312.0274	17.664	0.36	0.2201
11	312.2919	17.672	0.36	0.2201
12	313.8729	17.716	0.35	0.2201

13	316.4625	17.789	0.35	0.2201
14	323.4547	17.985	0.35	0.2201
15	331.8357	18.216	0.34	0.2201
16	332.5671	18.236	0.34	0.2201
17	346.8171	18.623	0.34	0.2201
18	468.4579	21.644	0.29	0.2201
19	468.7371	21.650	0.29	0.2201
20	482.4168	21.964	0.29	0.2201
21	499.7017	22.354	0.28	0.2201
22	504.7011	22.466	0.28	0.2201
23	509.0366	22.562	0.28	0.2201
24	541.7294	23.275	0.27	0.2201
25	542.1221	23.284	0.27	0.2201
26	566.6289	23.804	0.26	0.2201
27	567.6436	23.825	0.26	0.2201
28	579.1307	24.065	0.26	0.2201
29	579.1486	24.066	0.26	0.2201
30	584.4974	24.176	0.26	0.2201
31	584.9817	24.186	0.26	0.2201
32	588.2283	24.253	0.26	0.2201
33	588.4807	24.259	0.26	0.2201
34	592.9268	24.350	0.26	0.2201
35	594.9662	24.392	0.26	0.2201
36	596.2649	24.419	0.26	0.2201
37	597.7042	24.448	0.26	0.2201

38	601.5803	24.527	0.26	0.2201
39	607.4832	24.647	0.25	0.2201
40	607.6090	24.650	0.25	0.2201
41	608.0135	24.658	0.25	0.2201
42	608.0224	24.658	0.25	0.2201
43	608.1039	24.660	0.25	0.2201
44	608.1065	24.660	0.25	0.2201
45	608.1408	24.661	0.25	0.2201
46	608.1420	24.661	0.25	0.2201
47	608.1555	24.661	0.25	0.2201
48	608.1639	24.661	0.25	0.2201
49	608.1668	24.661	0.25	0.2201
50	608.1698	24.661	0.25	0.2201
51	608.1718	24.661	0.25	0.2201
52	608.1742	24.661	0.25	0.2201

4.6.3. Risultati angolo di ingresso del sisma: 0.000 [°] SLV

Modo	Periodo [sec]	Coeff.di Part.	Li / L1	MassaModale	Mmi/Mmtot	Sum Mmi/Mmtot	R
9	0.37	-1.20496e+01	100	1.5e+02	56	56	0.2201
17	0.34	8.72728e+00	72	7.6e+01	29	85	0.2201
13	0.35	2.00638e+00	17	4.0e+00	2	87	0.2201
15	0.34	-4.52809e-01	4	2.1e-01	0	87	0.2201
37	0.26	4.45081e-01	4	2.0e-01	0	87	0.2201
39	0.25	9.25498e-02	1	8.6e-03	0	87	0.2201

3	0.58	6.07312e-02	1	3.7e-03	0	87	0.1948
19	0.29	3.61178e-02	0	1.3e-03	0	87	0.2201
43	0.25	3.08850e-02	0	9.5e-04	0	87	0.2201
34	0.26	2.31405e-02	0	5.4e-04	0	87	0.2201
5	0.44	2.27248e-02	0	5.2e-04	0	87	0.2201
1	0.75	-2.22230e-02	0	4.9e-04	0	87	0.1496
30	0.26	-1.76359e-02	0	3.1e-04	0	87	0.2201
49	0.25	-1.56297e-02	0	2.4e-04	0	87	0.2201
41	0.25	-1.47636e-02	0	2.2e-04	0	87	0.2201
32	0.26	1.39701e-02	0	2.0e-04	0	87	0.2201
20	0.29	1.09609e-02	0	1.2e-04	0	87	0.2201
47	0.25	1.08923e-02	0	1.2e-04	0	87	0.2201
45	0.25	9.42524e-03	0	8.9e-05	0	87	0.2201
48	0.25	9.11413e-03	0	8.3e-05	0	87	0.2201
8	0.39	-7.52780e-03	0	5.7e-05	0	87	0.2201
51	0.25	7.45368e-03	0	5.6e-05	0	87	0.2201
10	0.36	6.21873e-03	0	3.9e-05	0	87	0.2201
7	0.41	-6.14059e-03	0	3.8e-05	0	87	0.2201
24	0.27	-6.09689e-03	0	3.7e-05	0	87	0.2201
4	0.58	6.08075e-03	0	3.7e-05	0	87	0.1948
46	0.25	-5.59204e-03	0	3.1e-05	0	87	0.2201
50	0.25	-3.78018e-03	0	1.4e-05	0	87	0.2201
52	0.25	-3.30348e-03	0	1.1e-05	0	87	0.2201
11	0.36	3.19789e-03	0	1.0e-05	0	87	0.2201
44	0.25	2.84651e-03	0	8.1e-06	0	87	0.2201

21	0.28	2.49788e-03	0	6.2e-06	0	87	0.2201
28	0.26	2.22261e-03	0	4.9e-06	0	87	0.2201
26	0.26	1.78018e-03	0	3.2e-06	0	87	0.2201
6	0.44	1.53157e-03	0	2.3e-06	0	87	0.2201
23	0.28	1.38666e-03	0	1.9e-06	0	87	0.2201

4.6.4. Risultati angolo di ingresso del sisma: 180.00 [°] SLV

Modo	Periodo [sec]	Coeff.di Part.	Li / L1	MassaModale	Mmi/Mmtot	Sum Mmi/Mmtot	R
9	0.37	1.20496e+01	100	1.5e+02	56	56	0.2201
17	0.34	-8.72728e+00	72	7.6e+01	29	85	0.2201
13	0.35	-2.00638e+00	17	4.0e+00	2	87	0.2201
15	0.34	4.52809e-01	4	2.1e-01	0	87	0.2201
37	0.26	-4.45081e-01	4	2.0e-01	0	87	0.2201
39	0.25	-9.25498e-02	1	8.6e-03	0	87	0.2201
3	0.58	-6.07313e-02	1	3.7e-03	0	87	0.1948
19	0.29	-3.61178e-02	0	1.3e-03	0	87	0.2201
43	0.25	-3.08850e-02	0	9.5e-04	0	87	0.2201
34	0.26	-2.31405e-02	0	5.4e-04	0	87	0.2201
5	0.44	-2.27248e-02	0	5.2e-04	0	87	0.2201
1	0.75	2.22231e-02	0	4.9e-04	0	87	0.1496
30	0.26	1.76359e-02	0	3.1e-04	0	87	0.2201
49	0.25	1.56297e-02	0	2.4e-04	0	87	0.2201
41	0.25	1.47636e-02	0	2.2e-04	0	87	0.2201
32	0.26	-1.39701e-02	0	2.0e-04	0	87	0.2201

20	0.29	-1.09609e-02	0	1.2e-04	0	87	0.2201
47	0.25	-1.08923e-02	0	1.2e-04	0	87	0.2201
45	0.25	-9.42524e-03	0	8.9e-05	0	87	0.2201
48	0.25	-9.11413e-03	0	8.3e-05	0	87	0.2201
8	0.39	7.53160e-03	0	5.7e-05	0	87	0.2201
51	0.25	-7.45368e-03	0	5.6e-05	0	87	0.2201
10	0.36	-6.21873e-03	0	3.9e-05	0	87	0.2201
7	0.41	6.14059e-03	0	3.8e-05	0	87	0.2201
24	0.27	6.09689e-03	0	3.7e-05	0	87	0.2201
4	0.58	-6.07975e-03	0	3.7e-05	0	87	0.1948
46	0.25	5.59204e-03	0	3.1e-05	0	87	0.2201
50	0.25	3.78018e-03	0	1.4e-05	0	87	0.2201
52	0.25	3.30348e-03	0	1.1e-05	0	87	0.2201
11	0.36	-3.19581e-03	0	1.0e-05	0	87	0.2201
44	0.25	-2.84652e-03	0	8.1e-06	0	87	0.2201
21	0.28	-2.49616e-03	0	6.2e-06	0	87	0.2201
28	0.26	-2.22262e-03	0	4.9e-06	0	87	0.2201
26	0.26	-1.78018e-03	0	3.2e-06	0	87	0.2201
6	0.44	-1.53428e-03	0	2.4e-06	0	87	0.2201
23	0.28	-1.38524e-03	0	1.9e-06	0	87	0.2201

4.6.5. Risultati angolo di ingresso del sisma: 90.00 [°] SLV

Modo	Periodo [sec]	Coeff.di Part.	Li / L1	MassaModale	Mmi/Mmtot	Sum Mmi/Mmtot	R
8	0.39	8.36853e+00	100	7.0e+01	27	27	0.2201
6	0.44	-5.97644e+00	71	3.6e+01	14	41	0.2201
35	0.26	5.31763e+00	64	2.8e+01	11	52	0.2201
11	0.36	4.58457e+00	55	2.1e+01	8	60	0.2201
36	0.26	3.93976e+00	47	1.6e+01	6	66	0.2201
21	0.28	3.79959e+00	45	1.4e+01	6	71	0.2201
23	0.28	3.13348e+00	37	9.8e+00	4	75	0.2201
31	0.26	-2.69017e+00	32	7.2e+00	3	78	0.2201
4	0.58	2.19746e+00	26	4.8e+00	2	80	0.1948
25	0.27	1.61953e+00	19	2.6e+00	1	81	0.2201
33	0.26	1.61048e+00	19	2.6e+00	1	82	0.2201
2	0.75	1.46547e+00	18	2.1e+00	1	83	0.1497
16	0.34	1.39491e+00	17	1.9e+00	1	83	0.2201
29	0.26	8.70089e-01	10	7.6e-01	0	84	0.2201
27	0.26	5.80603e-01	7	3.4e-01	0	84	0.2201
38	0.26	-4.02147e-01	5	1.6e-01	0	84	0.2201
3	0.58	-2.45127e-01	3	6.0e-02	0	84	0.1948
34	0.26	1.38787e-01	2	1.9e-02	0	84	0.2201
14	0.35	1.08599e-01	1	1.2e-02	0	84	0.2201
1	0.75	1.05319e-01	1	1.1e-02	0	84	0.1496
12	0.35	7.83044e-02	1	6.1e-03	0	84	0.2201
40	0.25	4.30175e-02	1	1.9e-03	0	84	0.2201

5	0.44	-1.65452e-02	0	2.7e-04	0	84	0.2201
44	0.25	-1.49143e-02	0	2.2e-04	0	84	0.2201
28	0.26	-1.06327e-02	0	1.1e-04	0	84	0.2201
42	0.25	-8.63900e-03	0	7.5e-05	0	84	0.2201
37	0.26	7.02838e-03	0	4.9e-05	0	84	0.2201
46	0.25	6.00783e-03	0	3.6e-05	0	84	0.2201
51	0.25	4.66755e-03	0	2.2e-05	0	84	0.2201
47	0.25	4.61365e-03	0	2.1e-05	0	84	0.2201
49	0.25	4.48128e-03	0	2.0e-05	0	84	0.2201
48	0.25	4.00768e-03	0	1.6e-05	0	84	0.2201
18	0.29	3.91423e-03	0	1.5e-05	0	84	0.2201
45	0.25	3.67798e-03	0	1.4e-05	0	84	0.2201
13	0.35	2.87727e-03	0	8.3e-06	0	84	0.2201
50	0.25	-2.34493e-03	0	5.5e-06	0	84	0.2201

4.6.6. Risultati angolo di ingresso del sisma: 270.00 [°] SLV

Modo	Periodo [sec]	Coeff.di Part.	Li / L1	MassaModale	Mmi/Mmtot	Sum Mmi/Mmtot	R
8	0.39	-8.36853e+00	100	7.0e+01	27	27	0.2201
6	0.44	5.97644e+00	71	3.6e+01	14	41	0.2201
35	0.26	-5.31763e+00	64	2.8e+01	11	52	0.2201
11	0.36	-4.58457e+00	55	2.1e+01	8	60	0.2201
36	0.26	-3.93976e+00	47	1.6e+01	6	66	0.2201
21	0.28	-3.79959e+00	45	1.4e+01	6	71	0.2201
23	0.28	-3.13348e+00	37	9.8e+00	4	75	0.2201

31	0.26	2.69017e+00	32	7.2e+00	3	78	0.2201
4	0.58	-2.19746e+00	26	4.8e+00	2	80	0.1948
25	0.27	-1.61953e+00	19	2.6e+00	1	81	0.2201
33	0.26	-1.61048e+00	19	2.6e+00	1	82	0.2201
2	0.75	-1.46547e+00	18	2.1e+00	1	83	0.1497
16	0.34	-1.39491e+00	17	1.9e+00	1	83	0.2201
29	0.26	-8.70089e-01	10	7.6e-01	0	84	0.2201
27	0.26	-5.80603e-01	7	3.4e-01	0	84	0.2201
38	0.26	4.02147e-01	5	1.6e-01	0	84	0.2201
3	0.58	2.45127e-01	3	6.0e-02	0	84	0.1948
34	0.26	-1.38787e-01	2	1.9e-02	0	84	0.2201
14	0.35	-1.08599e-01	1	1.2e-02	0	84	0.2201
1	0.75	-1.05319e-01	1	1.1e-02	0	84	0.1496
12	0.35	-7.83044e-02	1	6.1e-03	0	84	0.2201
40	0.25	-4.30175e-02	1	1.9e-03	0	84	0.2201
5	0.44	1.65452e-02	0	2.7e-04	0	84	0.2201
44	0.25	1.49143e-02	0	2.2e-04	0	84	0.2201
28	0.26	1.06327e-02	0	1.1e-04	0	84	0.2201
42	0.25	8.63900e-03	0	7.5e-05	0	84	0.2201
37	0.26	-7.02858e-03	0	4.9e-05	0	84	0.2201
46	0.25	-6.00783e-03	0	3.6e-05	0	84	0.2201
51	0.25	-4.66755e-03	0	2.2e-05	0	84	0.2201
47	0.25	-4.61366e-03	0	2.1e-05	0	84	0.2201
49	0.25	-4.48128e-03	0	2.0e-05	0	84	0.2201
48	0.25	-4.00768e-03	0	1.6e-05	0	84	0.2201

18	0.29	-3.91423e-03	0	1.5e-05	0	84	0.2201
45	0.25	-3.67798e-03	0	1.4e-05	0	84	0.2201
13	0.35	-2.87818e-03	0	8.3e-06	0	84	0.2201
50	0.25	2.34493e-03	0	5.5e-06	0	84	0.2201

4.6.7. Risultati angolo di ingresso del sisma: 0.000 [°] SLD

Modo	Periodo [sec]	Coeff.di Part.	Li / L1	MassaModale	Mmi/Mmtot	Sum Mmi/Mmtot	R
9	0.37	-1.20496e+01	100	1.5e+02	56	56	0.0962
17	0.34	8.72728e+00	72	7.6e+01	29	85	0.0962
13	0.35	2.00638e+00	17	4.0e+00	2	87	0.0962
15	0.34	-4.52809e-01	4	2.1e-01	0	87	0.0962
37	0.26	4.45081e-01	4	2.0e-01	0	87	0.0962
39	0.25	9.25498e-02	1	8.6e-03	0	87	0.0962
3	0.58	6.07312e-02	1	3.7e-03	0	87	0.0776
19	0.29	3.61178e-02	0	1.3e-03	0	87	0.0962
43	0.25	3.08850e-02	0	9.5e-04	0	87	0.0962
34	0.26	2.31405e-02	0	5.4e-04	0	87	0.0962
5	0.44	2.27248e-02	0	5.2e-04	0	87	0.0962
1	0.75	-2.22230e-02	0	4.9e-04	0	87	0.0596
30	0.26	-1.76359e-02	0	3.1e-04	0	87	0.0962
49	0.25	-1.56297e-02	0	2.4e-04	0	87	0.0962
41	0.25	-1.47636e-02	0	2.2e-04	0	87	0.0962
32	0.26	1.39701e-02	0	2.0e-04	0	87	0.0962
20	0.29	1.09609e-02	0	1.2e-04	0	87	0.0962

47	0.25	1.08923e-02	0	1.2e-04	0	87	0.0962
45	0.25	9.42524e-03	0	8.9e-05	0	87	0.0962
48	0.25	9.11413e-03	0	8.3e-05	0	87	0.0962
8	0.39	-7.52780e-03	0	5.7e-05	0	87	0.0962
51	0.25	7.45368e-03	0	5.6e-05	0	87	0.0962
10	0.36	6.21873e-03	0	3.9e-05	0	87	0.0962
7	0.41	-6.14059e-03	0	3.8e-05	0	87	0.0962
24	0.27	-6.09689e-03	0	3.7e-05	0	87	0.0962
4	0.58	6.08075e-03	0	3.7e-05	0	87	0.0776
46	0.25	-5.59204e-03	0	3.1e-05	0	87	0.0962
50	0.25	-3.78018e-03	0	1.4e-05	0	87	0.0962
52	0.25	-3.30348e-03	0	1.1e-05	0	87	0.0962
11	0.36	3.19789e-03	0	1.0e-05	0	87	0.0962
44	0.25	2.84651e-03	0	8.1e-06	0	87	0.0962
21	0.28	2.49788e-03	0	6.2e-06	0	87	0.0962
28	0.26	2.22261e-03	0	4.9e-06	0	87	0.0962
26	0.26	1.78018e-03	0	3.2e-06	0	87	0.0962
6	0.44	1.53157e-03	0	2.3e-06	0	87	0.0962
23	0.28	1.38666e-03	0	1.9e-06	0	87	0.0962

4.6.8. Risultati angolo di ingresso del sisma: 180.00 [°] SLD

Modo	Periodo [sec]	Coeff.di Part.	Li / L1	MassaModale	Mmi/Mmtot	Sum Mmi/Mmtot	R
9	0.37	1.20496e+01	100	1.5e+02	56	56	0.0962
17	0.34	-8.72728e+00	72	7.6e+01	29	85	0.0962

13	0.35	-2.00638e+00	17	4.0e+00	2	87	0.0962
15	0.34	4.52809e-01	4	2.1e-01	0	87	0.0962
37	0.26	-4.45081e-01	4	2.0e-01	0	87	0.0962
39	0.25	-9.25498e-02	1	8.6e-03	0	87	0.0962
3	0.58	-6.07313e-02	1	3.7e-03	0	87	0.0776
19	0.29	-3.61178e-02	0	1.3e-03	0	87	0.0962
43	0.25	-3.08850e-02	0	9.5e-04	0	87	0.0962
34	0.26	-2.31405e-02	0	5.4e-04	0	87	0.0962
5	0.44	-2.27248e-02	0	5.2e-04	0	87	0.0962
1	0.75	2.22231e-02	0	4.9e-04	0	87	0.0596
30	0.26	1.76359e-02	0	3.1e-04	0	87	0.0962
49	0.25	1.56297e-02	0	2.4e-04	0	87	0.0962
41	0.25	1.47636e-02	0	2.2e-04	0	87	0.0962
32	0.26	-1.39701e-02	0	2.0e-04	0	87	0.0962
20	0.29	-1.09609e-02	0	1.2e-04	0	87	0.0962
47	0.25	-1.08923e-02	0	1.2e-04	0	87	0.0962
45	0.25	-9.42524e-03	0	8.9e-05	0	87	0.0962
48	0.25	-9.11413e-03	0	8.3e-05	0	87	0.0962
8	0.39	7.53160e-03	0	5.7e-05	0	87	0.0962
51	0.25	-7.45368e-03	0	5.6e-05	0	87	0.0962
10	0.36	-6.21873e-03	0	3.9e-05	0	87	0.0962
7	0.41	6.14059e-03	0	3.8e-05	0	87	0.0962
24	0.27	6.09689e-03	0	3.7e-05	0	87	0.0962
4	0.58	-6.07975e-03	0	3.7e-05	0	87	0.0776
46	0.25	5.59204e-03	0	3.1e-05	0	87	0.0962

50	0.25	3.78018e-03	0	1.4e-05	0	87	0.0962
52	0.25	3.30348e-03	0	1.1e-05	0	87	0.0962
11	0.36	-3.19581e-03	0	1.0e-05	0	87	0.0962
44	0.25	-2.84652e-03	0	8.1e-06	0	87	0.0962
21	0.28	-2.49616e-03	0	6.2e-06	0	87	0.0962
28	0.26	-2.22262e-03	0	4.9e-06	0	87	0.0962
26	0.26	-1.78018e-03	0	3.2e-06	0	87	0.0962
6	0.44	-1.53428e-03	0	2.4e-06	0	87	0.0962
23	0.28	-1.38524e-03	0	1.9e-06	0	87	0.0962

4.6.9. Risultati angolo di ingresso del sisma: 90.00 [°] SLD

Modo	Periodo [sec]	Coeff.di Part.	Li / L1	MassaModale	Mmi/Mmtot	Sum Mmi/Mmtot	R
8	0.39	8.36853e+00	100	7.0e+01	27	27	0.0962
6	0.44	-5.97644e+00	71	3.6e+01	14	41	0.0962
35	0.26	5.31763e+00	64	2.8e+01	11	52	0.0962
11	0.36	4.58457e+00	55	2.1e+01	8	60	0.0962
36	0.26	3.93976e+00	47	1.6e+01	6	66	0.0962
21	0.28	3.79959e+00	45	1.4e+01	6	71	0.0962
23	0.28	3.13348e+00	37	9.8e+00	4	75	0.0962
31	0.26	-2.69017e+00	32	7.2e+00	3	78	0.0962
4	0.58	2.19746e+00	26	4.8e+00	2	80	0.0776
25	0.27	1.61953e+00	19	2.6e+00	1	81	0.0962
33	0.26	1.61048e+00	19	2.6e+00	1	82	0.0962

2	0.75	1.46547e+00	18	2.1e+00	1	83	0.0596
16	0.34	1.39491e+00	17	1.9e+00	1	83	0.0962
29	0.26	8.70089e-01	10	7.6e-01	0	84	0.0962
27	0.26	5.80603e-01	7	3.4e-01	0	84	0.0962
38	0.26	-4.02147e-01	5	1.6e-01	0	84	0.0962
3	0.58	-2.45127e-01	3	6.0e-02	0	84	0.0776
34	0.26	1.38787e-01	2	1.9e-02	0	84	0.0962
14	0.35	1.08599e-01	1	1.2e-02	0	84	0.0962
1	0.75	1.05319e-01	1	1.1e-02	0	84	0.0596
12	0.35	7.83044e-02	1	6.1e-03	0	84	0.0962
40	0.25	4.30175e-02	1	1.9e-03	0	84	0.0962
5	0.44	-1.65452e-02	0	2.7e-04	0	84	0.0962
44	0.25	-1.49143e-02	0	2.2e-04	0	84	0.0962
28	0.26	-1.06327e-02	0	1.1e-04	0	84	0.0962
42	0.25	-8.63900e-03	0	7.5e-05	0	84	0.0962
37	0.26	7.02838e-03	0	4.9e-05	0	84	0.0962
46	0.25	6.00783e-03	0	3.6e-05	0	84	0.0962
51	0.25	4.66755e-03	0	2.2e-05	0	84	0.0962
47	0.25	4.61365e-03	0	2.1e-05	0	84	0.0962
49	0.25	4.48128e-03	0	2.0e-05	0	84	0.0962
48	0.25	4.00768e-03	0	1.6e-05	0	84	0.0962
18	0.29	3.91423e-03	0	1.5e-05	0	84	0.0962
45	0.25	3.67798e-03	0	1.4e-05	0	84	0.0962
13	0.35	2.87727e-03	0	8.3e-06	0	84	0.0962
50	0.25	-2.34493e-03	0	5.5e-06	0	84	0.0962

4.6.10. Risultati angolo di ingresso del sisma: 270.00 [°] SLD

Modo	Periodo [sec]	Coeff.di Part.	Li / L1	MassaModale	Mmi/Mmtot	Sum Mmi/Mmtot	R
8	0.39	-8.36853e+00	100	7.0e+01	27	27	0.0962
6	0.44	5.97644e+00	71	3.6e+01	14	41	0.0962
35	0.26	-5.31763e+00	64	2.8e+01	11	52	0.0962
11	0.36	-4.58457e+00	55	2.1e+01	8	60	0.0962
36	0.26	-3.93976e+00	47	1.6e+01	6	66	0.0962
21	0.28	-3.79959e+00	45	1.4e+01	6	71	0.0962
23	0.28	-3.13348e+00	37	9.8e+00	4	75	0.0962
31	0.26	2.69017e+00	32	7.2e+00	3	78	0.0962
4	0.58	-2.19746e+00	26	4.8e+00	2	80	0.0776
25	0.27	-1.61953e+00	19	2.6e+00	1	81	0.0962
33	0.26	-1.61048e+00	19	2.6e+00	1	82	0.0962
2	0.75	-1.46547e+00	18	2.1e+00	1	83	0.0596
16	0.34	-1.39491e+00	17	1.9e+00	1	83	0.0962
29	0.26	-8.70089e-01	10	7.6e-01	0	84	0.0962
27	0.26	-5.80603e-01	7	3.4e-01	0	84	0.0962
38	0.26	4.02147e-01	5	1.6e-01	0	84	0.0962
3	0.58	2.45127e-01	3	6.0e-02	0	84	0.0776
34	0.26	-1.38787e-01	2	1.9e-02	0	84	0.0962
14	0.35	-1.08599e-01	1	1.2e-02	0	84	0.0962
1	0.75	-1.05319e-01	1	1.1e-02	0	84	0.0596
12	0.35	-7.83044e-02	1	6.1e-03	0	84	0.0962

40	0.25	-4.30175e-02	1	1.9e-03	0	84	0.0962
5	0.44	1.65452e-02	0	2.7e-04	0	84	0.0962
44	0.25	1.49143e-02	0	2.2e-04	0	84	0.0962
28	0.26	1.06327e-02	0	1.1e-04	0	84	0.0962
42	0.25	8.63900e-03	0	7.5e-05	0	84	0.0962
37	0.26	-7.02858e-03	0	4.9e-05	0	84	0.0962
46	0.25	-6.00783e-03	0	3.6e-05	0	84	0.0962
51	0.25	-4.66755e-03	0	2.2e-05	0	84	0.0962
47	0.25	-4.61366e-03	0	2.1e-05	0	84	0.0962
49	0.25	-4.48128e-03	0	2.0e-05	0	84	0.0962
48	0.25	-4.00768e-03	0	1.6e-05	0	84	0.0962
18	0.29	-3.91423e-03	0	1.5e-05	0	84	0.0962
45	0.25	-3.67798e-03	0	1.4e-05	0	84	0.0962
13	0.35	-2.87818e-03	0	8.3e-06	0	84	0.0962
50	0.25	2.34493e-03	0	5.5e-06	0	84	0.0962

4.7. Carico Termico

Il carico termico viene calcolato in modo automatico dal software strutturale attraverso la seguente espressione lineare:

$$\Delta L = \alpha \cdot \Delta T \cdot L = 12 \cdot 10^{-6} \cdot \Delta T \cdot L$$

Nel modello strutturale gli spostamenti vengono generati in relazione alle forze. A favore della sicurezza i carichi termici considerati nel calcolo sono i seguenti:

$$+\Delta T = +30^{\circ}C$$

$$-\Delta T = -30^{\circ}C$$

5. Combinazioni dei carichi e criteri di verifica

La combinazione dei carichi agenti sulla struttura e la conseguente verifica strutturale viene fatta in accordo con quanto prescritto dal DM 17/01/18. La relazione fondamentale per la verifica è data dalla seguente espressione

$$E_d \leq R_d = R_k / \gamma_{m0}$$

In accordo con il DM 17/01/18 per le verifiche è stato considerato:

$R_k \rightarrow$ Valore caratteristico di Resistenza;

$\gamma_{m0}=1,05 \rightarrow$ Coefficiente parziale di resistenza di Resistenza per acciaio;

Il criterio utilizzato per la progettazione è l'Approccio 1 in accordo al cap. 02 del DM 17/01/18 che considera per le verifiche strutturali i valori dei coefficienti parziali riportati in Tabella 2.6.I colonna A1 STR, come pure per le verifiche geotecniche sono considerati i coefficienti parziali riportati in Tabella A1.2(C).

Combinazione per le verifiche allo SLU di resistenza

$$E_d = \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_Q \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Combinazione per le verifiche per azioni dovute da SISMA (SLV e SLD)

$$E_d = \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + E + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Combinazione per le verifiche allo SLS - rare

$$E_d = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{1,i} \cdot Q_{k,i}$$

Combinazione per le verifiche allo SLS - frequenti

$$E_d = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{1,i} \cdot Q_{k,i} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Combinazione per le verifiche allo SLS – quasi perm.

$$E_d = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

In cui i parametri sono indicati nelle tabelle sottostanti:

Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente γ_F	EQU	A1	A2
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
Categoria G – Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I – Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K – Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)			
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

5.1. Combinazioni di carico

Tipo di analisi Statica + Dinamica senza condensazione

Numero di condizioni di carico ... : 11

Numero di combinazioni di carico . : 86

Condizione	
1	Dead load
2	PV pannels
3	snow
4	W2,down,half row
5	W2,up,half row
6	W3,up,full,row
7	dT=30°
8	W1.1,down,strip
9	W1.1,up,strip
10	W1.2,down,strip
11	W1.2,up,strip
12	Sisma 0SLV
13	Sisma 180SLV
14	Sisma 90SLV
15	Sisma 270SLV
16	Sisma 0SLD
17	Sisma 180SLD
18	Sisma 90SLD
19	Sisma 270SLD

5.1.1. Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

Combinazione di carico numero	
1	ULS - D+P
2	ULS - snow
3	ULS - snow + (downW2 +dT)
4	ULS - snow + (downW2 -dT)
5	ULS - snow + (downW2)
6	ULS - downW2
7	ULS - downW2 + (snow +dT)
8	ULS - downW2 + (snow -dT)
9	ULS - downW2 + (snow)
10	ULS - upW2
11	ULS - upW2 + (+dT)
12	ULS - upW2 + (-dT)
13	ULS - upW3
14	ULS - upW3 + (+dT)
15	ULS - upW3 + (-dT)
16	ULS - +dT (downW2 + snow)
17	ULS - +dT (upW2)
18	ULS - +dT (upW3)
19	ULS - -dT (downW2 + snow)
20	ULS - -dT (upW2)
21	ULS - -dT (upW3)

Comb.\Cond	1	2	3	4	5	6	7
1	1.3	1.3					
2	1.3	1.3	1.5				
3	1.3	1.3	1.5	0.9			0.9
4	1.3	1.3	1.5	0.9			-0.9
5	1.3	1.3	1.5	0.9			
6	1.3	1.3		1.5			
7	1.3	1.3	0.75	1.5			0.9
8	1.3	1.3	0.75	1.5			-0.9
9	1.3	1.3	0.75	1.5			
10	1	1			1.5		
11	1	1			1.5		0.9
12	1	1			1.5		-0.9
13	1	1				1.5	
14	1	1				1.5	0.9
15	1	1				1.5	-0.9
16	1.3	1.3	0.75	0.9			1.5
17	1	1			0.9		1.5
18	1	1				0.9	1.5
19	1.3	1.3	0.75	0.9			-1.5
20	1	1			0.9		-1.5
21	1	1				0.9	-1.5

5.1.2. Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

Combinazione di carico numero	
22	Sisma 0 / 90
23	Sisma 0 / 270
24	Sisma 180 / 90
25	Sisma 180 / 270
26	Sisma 90 / 0
27	Sisma 90 / 180
28	Sisma 270 / 0
29	Sisma 270 / 180

Comb.\Cond	1	2	12	13	14	15
22	1	1	1		0.3	
23	1	1	1			0.3
24	1	1		1	0.3	
25	1	1		1		0.3
26	1	1	0.3		1	
27	1	1		0.3	1	
28	1	1	0.3			1
29	1	1		0.3		1

5.1.3. Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

Combinazione di carico numero	
30	ULS - downW1.1
31	ULS - downW1.1 + (snow)
32	ULS - upW1.1
33	ULS - downW1.2
34	ULS - downW1.2 + (snow)
35	ULS - upW1.2
36	ULS - snow
37	ULS - snow + (downW1.1)
38	ULS - snow + (downW1.2)

Comb.\Cond	1	2	3	8	9	10	11
30	1.3	1.3		1.5			
31	1.3	1.3	0.75	1.5			
32	1	1			1.5		
33	1.3	1.3				1.5	
34	1.3	1.3	0.75			1.5	
35	1	1					1.5
36	1.3	1.3	1.5				
37	1.3	1.3	1.5	0.9			
38	1.3	1.3	1.5			0.9	

5.1.4. Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

Combinazione di carico numero	
39	SLS - D+P
40	SLS - snow
41	SLS - snow + (downW2 +dT)
42	SLS - snow + (downW2 -dT)
43	SLS - snow + (downW2)
44	SLS - downW2
45	SLS - downW2 + (snow +dT)
46	SLS - downW2 + (snow -dT)
47	SLS - downW2 + (snow)
48	SLS - upW2
49	SLS - upW2 + (+dT)
50	SLS - upW2 + (-dT)
51	SLS - upW3
52	SLS - upW3 + (+dT)
53	SLS - upW3 + (-dT)
54	SLS - +dT (downW2 + snow)
55	SLS - +dT (upW2)
56	SLS - +dT (upW3)
57	SLS - -dT (downW2 + snow)
58	SLS - -dT (upW2)
59	SLS - -dT (upW3)
60	SLS - downW1.1

Combinazione di carico numero	
61	SLS - downW1.1 + (snow)
62	SLS - upW1.1
63	SLS - downW1.2
64	SLS - downW1.2 + (snow)
65	SLS - upW1.2
66	SLS - snow
67	SLS - snow + (downW1.1)
68	SLS - snow + (downW1.2)

Comb.\Cond	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
39	1	1									
40	1	1	1								
41	1	1	1	0.6			0.6				
42	1	1	1	0.6			-0.6				
43	1	1	1	0.6							
44	1	1		1							
45	1	1	0.5	1			0.6				
46	1	1	0.5	1			-0.6				
47	1	1	0.5	1							
48	1	1			1						
49	1	1			1		0.6				
50	1	1			1		-0.6				
51	1	1				1					

52	1	1				1	0.6				
53	1	1				1	-0.6				
54	1	1	0.5	0.6			1				
55	1	1			0.6		1				
56	1	1				0.6	1				
57	1	1	0.5	0.6			-1				
58	1	1			0.6		-1				
59	1	1				0.6	-1				
60	1	1						1			
61	1	1	0.5					1			
62	1	1							1		
63	1	1								1	
64	1	1	0.5							1	
65	1	1									1
66	1	1	1								
67	1	1	1					0.6			
68	1	1	1							0.6	

5.1.5. Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

Combinazione di carico numero	
69	Dead load
70	PV pannells
71	snow

Combinazione di carico numero	
72	W1.1down
73	W1.1up
74	W1.2down
75	W1.2up
76	W2down
77	W2up
78	W3up

Comb.\Cond	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11
69	1									
70		1								
71			1							
72							1			
73								1		
74									1	
75										1
76				1						
77					1					
78						1				

5.1.6. Combinazioni agli Stati Limite di Danno

Combinazione di carico numero	
79	Sisma 0 / 90
80	Sisma 0 / 270
81	Sisma 180 / 90
82	Sisma 180 / 270
83	Sisma 90 / 0
84	Sisma 90 / 180
85	Sisma 270 / 0
86	Sisma 270 / 180

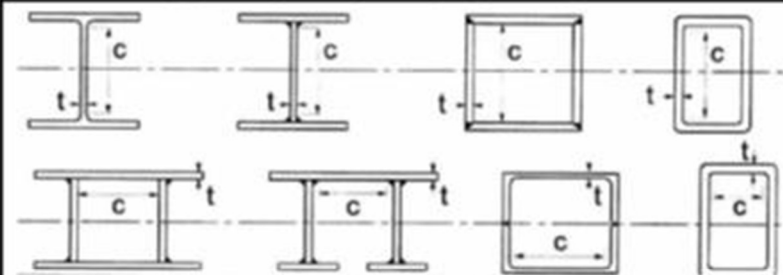
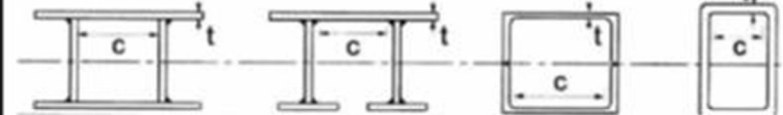
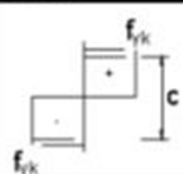
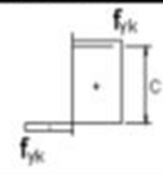
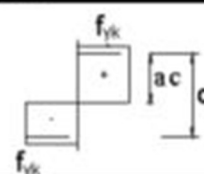
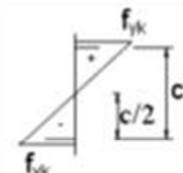
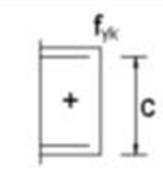
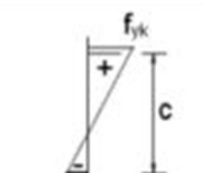
Comb.\Cond	1	2	16	17	18	19
79	1	1	1		0.3	
80	1	1	1			0.3
81	1	1		1	0.3	
82	1	1		1		0.3
83	1	1	0.3		1	
84	1	1		0.3	1	
85	1	1	0.3			1
86	1	1		0.3		1

6. Caratteristiche dei profili e classificazione delle sezioni

Di seguito si riportano sia le caratteristiche geometriche che inerziali degli elementi, che la classificazione delle sezioni di tutte le parti che compongono la struttura.

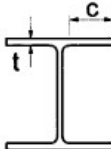
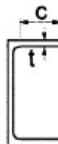
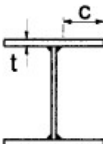
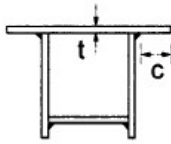
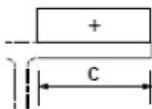
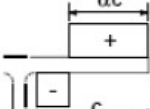
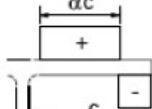
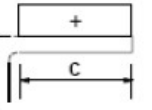
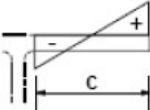
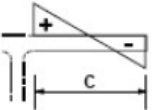
Per il calcolo delle caratteristiche geometriche e inerziali ci siamo avvalsi di Autocad, mentre per la classificazione delle sezioni abbiamo realizzato un semplice foglio excel in base alle prescrizioni riportate in tabella 5.2 dell'Eurocodice 3 UNI EN 1993-1-1 aggiornata al 2005.

Tabella 4.2.I - Massimi rapporti larghezza spessore per parti compresse

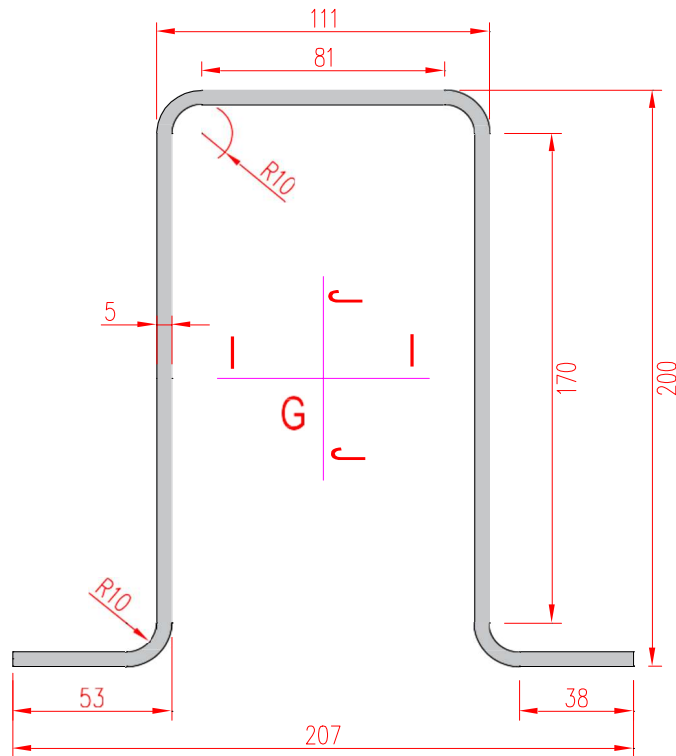
				Inflessione intorno all'asse		
				Inflessione intorno all'asse		
Parti interne compresse						
Classe	Parte soggetta a flessione	Parte soggetta a compressione	Parte soggetta a flessione e a compressione			
Distribuzione delle tensioni nelle parti (compressione positiva)						
1	$c/t \leq 72\epsilon$	$c/t \leq 33\epsilon$	quando $\alpha > 0,5: c/t \leq \frac{396\epsilon}{13\alpha - 1}$ quando $\alpha \leq 0,5: c/t \leq \frac{36\epsilon}{\alpha}$			
2	$c/t \leq 83\epsilon$	$c/t \leq 38\epsilon$	quando $\alpha > 0,5: c/t \leq \frac{456\epsilon}{13\alpha - 1}$ quando $\alpha \leq 0,5: c/t \leq \frac{41,5\epsilon}{\alpha}$			
Distribuzione delle tensioni nelle parti (compressione positiva)						
3	$c/t \leq 124\epsilon$	$c/t \leq 42\epsilon$	quando $\psi > -1: c/t \leq \frac{42\epsilon}{0,67 + 0,33\psi}$ quando $\psi \leq -1: c/t \leq 62\alpha(1 - \psi)\sqrt{(-\psi)}$			
$\epsilon = \sqrt{235 / f_{yk}}$	f_{yk}	235	275	355	420	460
	e	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

^{*)} $\psi \leq -1$ si applica se la tensione di compressione $\sigma \leq f_{yk}$ o la deformazione a trazione $\epsilon_y > f_{yk}/E$

Tabella 4.2.II- *Massimi rapporti larghezza spessore per parti compresse*

Piattabande esterne						
						
						
Profilati laminati a caldo			Sezioni saldate			
Classe	Piattabande esterne soggette a compressione	Piattabande esterne soggette a flessione e a compressione				
		Con estremità in compressione		Con estremità in trazione		
Distribuzione delle tensioni nelle parti (compressione positiva)						
1	$c/t \leq 9\epsilon$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$			
2	$c/t \leq 10\epsilon$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$			
Distribuzione delle tensioni nelle parti (compressione positiva)						
3	$c/t \leq 14\epsilon$	$c/t \leq 21\epsilon\sqrt{k_e}$ Per k_e vedere EN 1993-1-5				
$\epsilon = \sqrt{235/f_{yk}}$	f_{yk}	235	275	355	420	460
	ϵ	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

6.1. Drive Post 200x111x53x5 mm



Inertia Characteristics (dimensions in mm)

- Area: 2877.6991
Perimeter: 1161.0796
- Barycenter: X:0.0000 Y: 0.0000
- Moments of inertia: X: 14963634.6953 / Y: 8876488.1719
- Products of inertia: Y: 0.0000
- Main moments and direction X-Y compared to the barycenter:
I: 14963634.6953 lungo [1.0000 0.0000]
J: 8876488.1719 lungo [0.0000 1.0000]

- Parte interna soggetta a compressione – (classe 1):

$$c/t = 81/5 = 16.2 < 24.68 = 33 \cdot 0.748 = 33 \cdot \varepsilon = 33 \cdot \sqrt{(235/f_{yk})} \quad S420$$

- Parte interna soggetta a compressione e flessione – (classe 1):

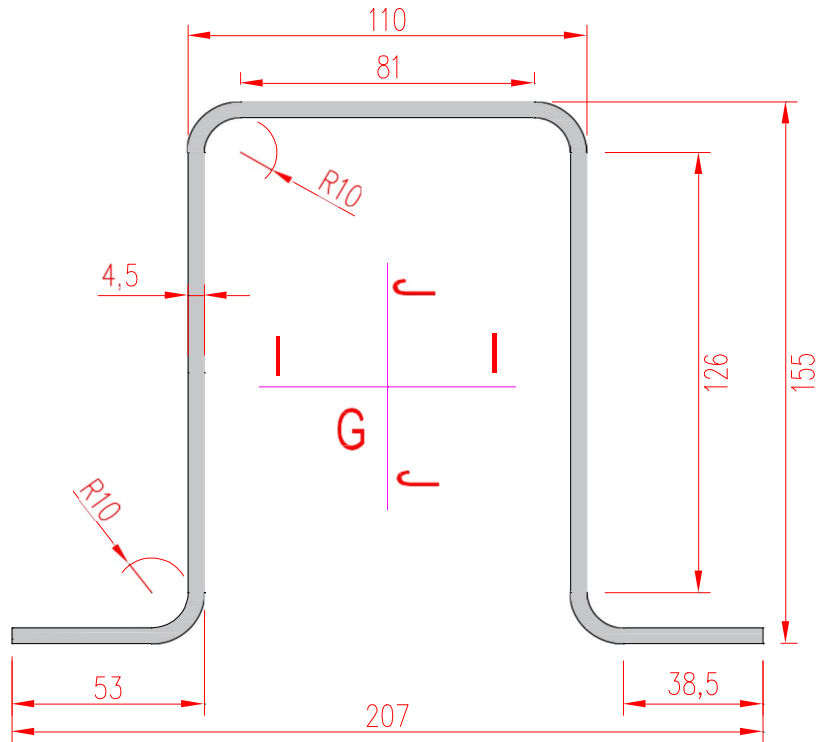
$$c/t = 170/5 = 34.00 < 58.86 = 72 \cdot 0.748 = 72 \cdot \varepsilon = 72 \cdot \sqrt{(235/f_{yk})} \quad S420$$

- Parte esterna soggetta a compressione – (classe 3):

$$c/t = 38/5 = 7.6 \leq 10.47 = 14 \cdot 0.748 = 14 \cdot \varepsilon = 14 \cdot \sqrt{(235/f_{yk})} \quad S420$$

La classificazione del profilo viene effettuata considerando la condizione più sfavorevole, pertanto il profilo è in classe 3. Di conseguenza le verifiche strutturali saranno effettuate in campo elastico.

6.2. Lateral Post 155x110x53x4.5 mm



Inertia Characteristics (dimensions in mm)

- Area:.....2191.3606
- Perimeter: 982.9380
- Barycenter:..... X:0.0000 Y: 0.0000
- Moments of inertia: X: 7272465.2964 / Y: 6834597.0687
- Products of inertia: Y: 0.0000
- Main moments and direction X-Y compared to the barycenter:
 - I: 7272465.2964 lungo [1.0000 0.0000]
 - J: 6834597.0687 lungo [0.0000 1.0000]

- Parte interna soggetta a compressione – (classe 1):

$$c/t = 81/4.5 = 18.00 < 24.68 = 33 \cdot 0.748 = 33 \cdot \varepsilon = 33 \cdot \sqrt{(235/f_{yk})} \quad S420$$

- Parte interna soggetta a compressione e flessione – (classe 1):

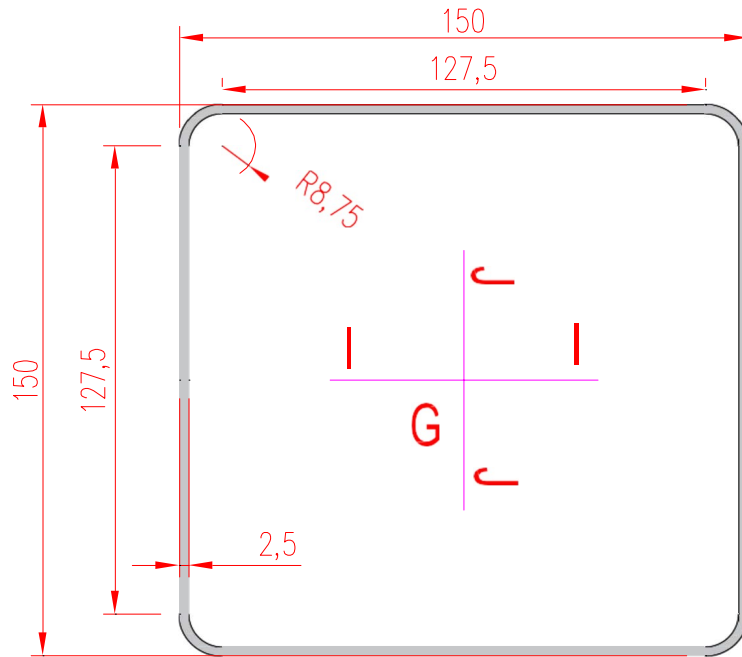
$$c/t = 126/4.5 = 28.00 < 53.87 = 72 \cdot 0.748 = 72 \cdot \varepsilon = 72 \cdot \sqrt{(235/f_{yk})} \quad S420$$

- Parte esterna soggetta a compressione – (classe 3):

$$c/t = 38.5/4.5 = 8.55 \leq 10.47 = 14 \cdot 0.748 = 14 \cdot \varepsilon = 14 \cdot \sqrt{(235/f_{yk})} \quad S420$$

La classificazione del profilo viene effettuata considerando la condizione più sfavorevole, pertanto il profilo è in classe 3. Di conseguenza le verifiche strutturali saranno effettuate in campo elastico.

6.3. Main Beam 150 x 150 x 2.5 mm



Inertia Characteristics (dimensions in mm)

- Area: 1432.0796
- Perimeter: 1145.6637
- Barycenter: X:0.0000 Y: 0.0000
- Moments of inertia: X: 5105869.8635/ Y: 5105869.8635
- Products of inertia: Y: 0.0000
- Main moments and direction X-Y compared to the barycenter:
 - I: 5105869.8635 lungo [1.0000 0.0000]
 - J: 5105869.8635 lungo [0.0000 1.0000]

- Parte interna soggetta a compressione – (classe 4):

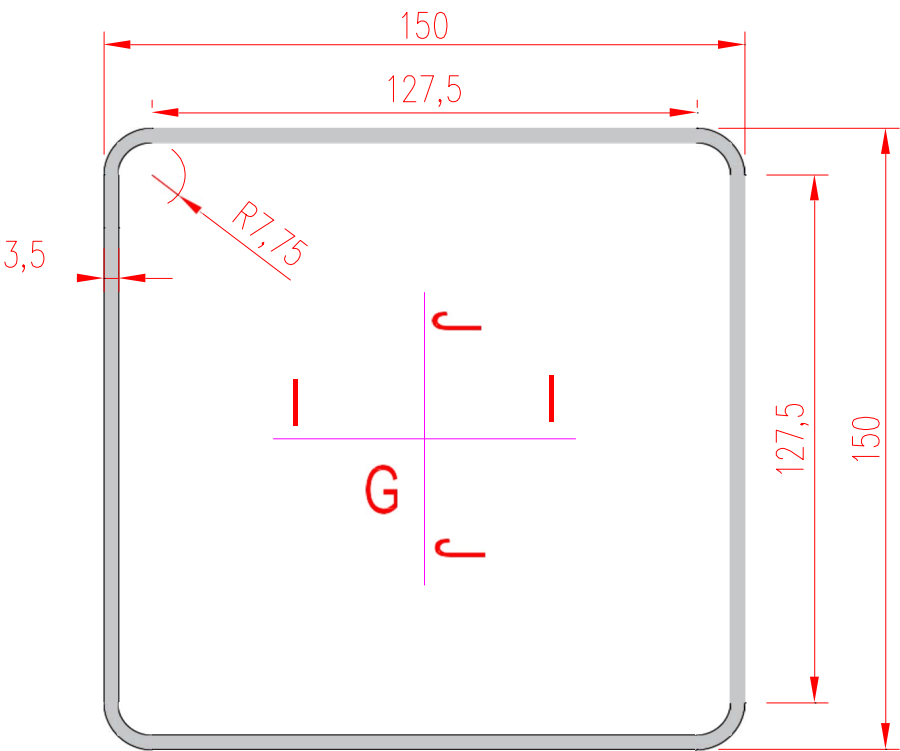
$$c/t = 127.5/2.5 = 51.00 > 31.42 = 42 \cdot 0.748 = 42 \cdot \varepsilon = 42 \cdot \sqrt{(235/f_{yk})} \quad S420$$

- Parte interna soggetta a compressione e flessione – (classe 1):

$$c/t = 127.5/2.5 = 51.00 < 53.86 = 72 \cdot 0.748 = 72 \cdot \varepsilon = 72 \cdot \sqrt{(235/f_{yk})} \quad S420$$

La classificazione del profilo viene effettuata considerando la condizione più sfavorevole, pertanto il profilo è in classe 4. Di conseguenza le verifiche strutturali saranno effettuate in campo elastico.

6.4. Main Beam 150 x 150 x 3.5 mm



Inertia Characteristics (dimensions in mm)

- Area:..... 1993.9159
- Perimeter: 1139.3805
- Barycenter:..... X:0.0000 Y: 0.0000
- Moments of inertia: X: 7020447.2107/ Y: 7020447.2107
- Products of inertia: Y: 0.0000
- Main moments and direction X-Y compared to the barycenter:
I: 7020447.2107 lungo [1.0000 0.0000]
J: 7020447.2107 lungo [0.0000 1.0000]

- Parte interna soggetta a compressione – (classe 4):

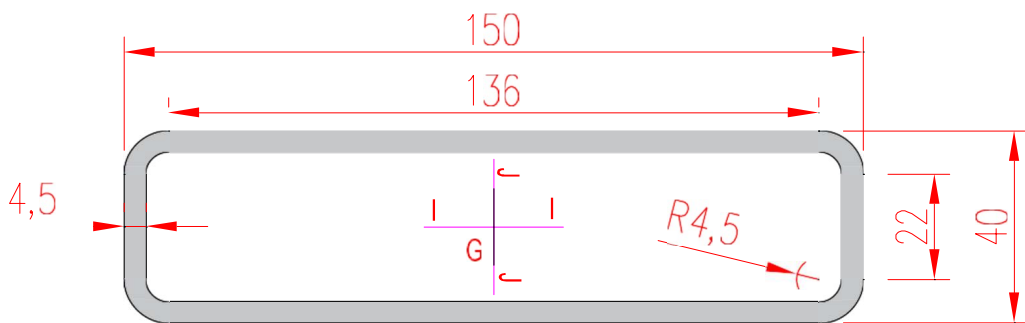
$$c/t = 127.5/3.5 = 36.43 > 31.42 = 42 \cdot 0.748 = 42 \cdot \varepsilon = 42 \cdot \sqrt{(235/f_{yk})} \quad S420$$

- Parte interna soggetta a compressione e flessione – (classe 1):

$$c/t = 127.5/3.5 = 36.43 < 53.86 = 72 \cdot 0.748 = 72 \cdot \varepsilon = 72 \cdot \sqrt{(235/f_{yk})} \quad S420$$

La classificazione del profilo viene effettuata considerando la condizione più sfavorevole, pertanto il profilo è in classe 4. Di conseguenza le verifiche strutturali saranno effettuate in campo elastico.

6.5. Cantilever 150 x 40 x 4.5 mm



Inertia Characteristics (dimensions in mm)

- Area:..... 1576.8518
- Perimeter: 713.9734
- Barycenter:..... X:0.0000 Y: 0.0000
- Moments of inertia: X: 430919.99721/ Y: 3721684.67416
- Products of inertia: Y: 0.0000
- Main moments and direction X-Y compared to the barycenter:
 - I: 430919.99721 lungo [1.0000 0.0000]
 - J: 3721684.67416 lungo [0.0000 1.0000]

- Parte interna soggetta a compressione – (classe 3):

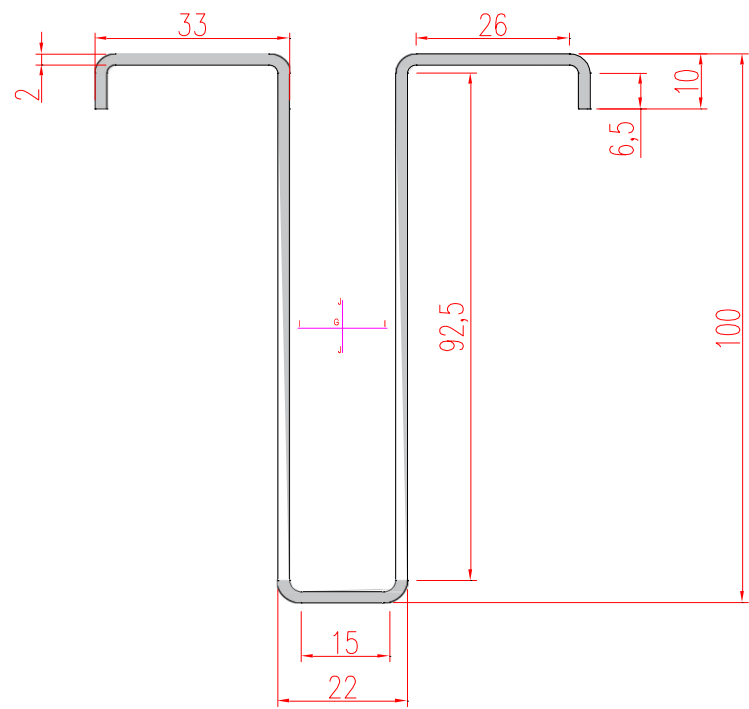
$$c/t = 136/4.5 = 30.22 < 31.42 = 42 \cdot 0.748 = 42 \cdot \varepsilon = 42 \cdot \sqrt{(235/f_{yk})} \quad S420$$

- Parte interna soggetta a compressione e flessione – (classe 1):

$$c/t = 22/4.5 = 4.88 < 53.86 = 72 \cdot 0.748 = 72 \cdot \varepsilon = 72 \cdot \sqrt{(235/f_{yk})} \quad S420$$

La classificazione del profilo viene effettuata considerando la condizione più sfavorevole, pertanto il profilo è in classe 4. Di conseguenza le verifiche strutturali saranno effettuate in campo elastico.

6.6. Module Support Type S 100 x 22 x 33 x10 x 2 mm



Inertia Characteristics (dimensions in mm)

- Area:..... 578.2656
- Perimeter: 582.2656
- Barycenter:..... X: 0.0000 Y: 0.0000
- Moments of inertia: X: 692629.8618 / Y: 183541.5322
- Products of inertia: Y: 0.0000
- Main moments and direction X-Y compared to the barycenter:
I: 692629.8618 lungo [1.0000 0.0000]
J: 183541.5322 lungo [0.0000 1.0000]

- Parte interna soggetta a compressione – (classe 1):

$$\frac{c}{t} = \frac{15}{2} = 7,5 < 27.24 = 33 \cdot 0.825 = 33 \cdot \varepsilon = 33 \cdot \sqrt{\frac{235}{f_{yk}}} \quad \text{S345}$$

- Parte interna soggetta a compressione – (classe 1):

$$\frac{c}{t} = \frac{26}{2} = 13.00 < 27.24 = 33 \cdot 0.825 = 33 \cdot \varepsilon = 33 \cdot \sqrt{\frac{235}{f_{yk}}} \quad \text{S345}$$

- Parte interna soggetta a compressione e flessione – (classe 1):

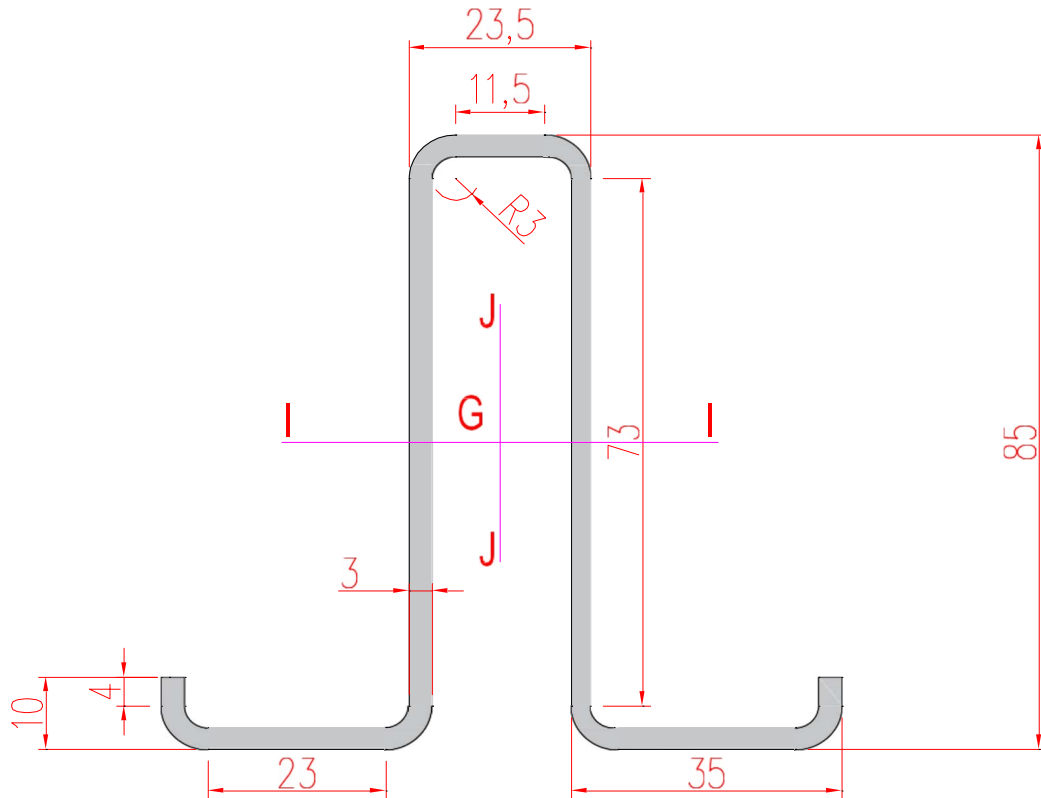
$$\frac{c}{t} = \frac{92.5}{2} = 46.25 < 59.42 = 72 \cdot 0.825 = 72 \cdot \varepsilon = 72 \cdot \sqrt{\frac{235}{f_{yk}}} \quad \text{S345}$$

- Part esterna soggetta a compressione – (classe 1):

$$\frac{c}{t} = \frac{6.5}{2} = 3,25 < 7.43 = 9 \cdot 0.825 = 9 \cdot \varepsilon = 9 \cdot \sqrt{\frac{235}{f_{yk}}} \quad \text{S345}$$

La classificazione del profilo viene determinate in base alla classificazione più alta dei vari elementi, pertanto il profilo è in classe 1. Le verifiche saranno effettuate in campo plastico.

6.7. Module Support Type LS 85 x 23.5 x 35 x 10 x 3 mm



Inertia Characteristics (dimensions in mm)

- Area:..... 722.2345
- Perimeter: 514.8230
- Barycenter:..... X: 0.0000 Y: 0.0000
- Moments of inertia: X: 628266.7324 / Y: 270470.6819
- Products of inertia: Y: 0.0000
- Main moments and direction X-Y compared to the barycenter:
 - I: 628266.7324 lungo [1.0000 0.0000]
 - J: 270470.6819 lungo [0.0000 1.0000]

- Parte interna soggetta a compressione – (classe 1):

$$\frac{c}{t} = \frac{11.5}{3} = 3,8 < 27.24 = 33 \cdot 0.825 = 33 \cdot \varepsilon = 33 \cdot \frac{235}{\sqrt{f_{yk}}} \quad \text{S345}$$

- Parte interna soggetta a compressione – (classe 1):

$$\frac{c}{t} = \frac{23}{3} = 7,66 < 27.24 = 33 \cdot 0.825 = 33 \cdot \varepsilon = 33 \cdot \frac{235}{\sqrt{f_{yk}}} \quad \text{S345}$$

- Parte interna soggetta a compressione e flessione – (classe 1):

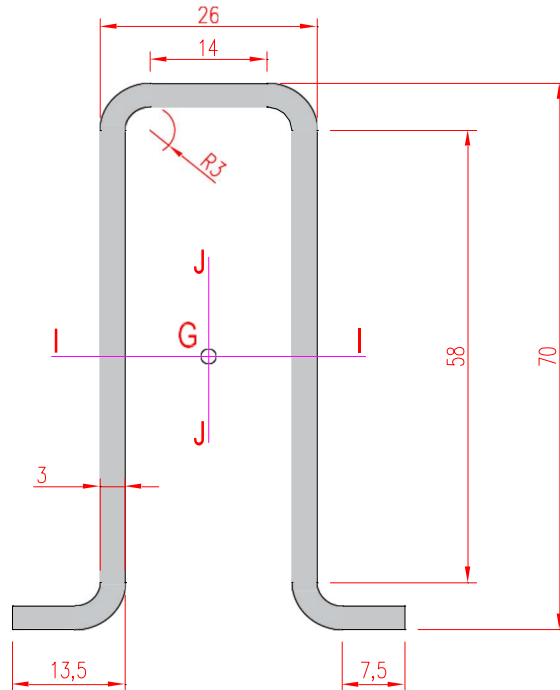
$$\frac{c}{t} = \frac{73}{3} = 24.33 < 59.42 = 72 \cdot 0.825 = 72 \cdot \varepsilon = 72 \cdot \frac{235}{\sqrt{f_{yk}}} \quad \text{S345}$$

- Part esterna soggetta a compressione – (classe 1):

$$\frac{c}{t} = \frac{4}{3} = 1,33 < 7.43 = 9 \cdot 0.825 = 9 \cdot \varepsilon = 9 \cdot \frac{235}{\sqrt{f_{yk}}} \quad \text{S345}$$

La classificazione del profilo viene determinate in base alla classificazione più alta dei vari elementi, pertanto il profilo è in classe 1. Le verifiche saranno effettuate in campo plastico.

6.8. Module Support Type E 70 x 26 x 13.5 x 3 mm



Inertia Characteristics (dimensions in mm)

- Area:..... 519.8230
- Perimeter: 352.5487
- Barycenter:..... X: 0.0000 Y: 0.0000
- Moments of inertia: X: 282143.9731 / Y: 76355.5166
- Products of inertia: Y: 0.0000
- Main moments and direction X-Y compared to the barycenter:
 - I: 282143.9731 lungo [1.0000 0.0000]
 - J: 76355.5166 lungo [0.0000 1.0000]

- Parte interna soggetta a compressione – (classe 1):

$$\frac{c}{t} = \frac{14}{3} = 4.66 < 27.24 = 33 \cdot 0.825 = 33 \cdot \varepsilon = 33 \cdot \frac{235}{\sqrt{f_{yk}}} \quad \text{S345}$$

- Parte interna soggetta a compressione e flessione – (classe 1):

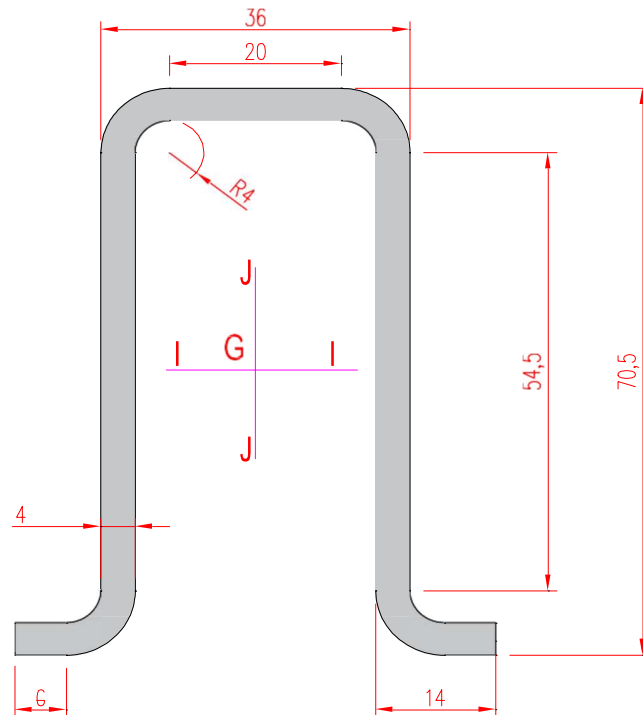
$$\frac{c}{t} = \frac{58}{3} = 19.33 < 59.42 = 72 \cdot 0.825 = 72 \cdot \varepsilon = 72 \cdot \frac{235}{\sqrt{f_{yk}}} \quad \text{S345}$$

- Part esterna soggetta a compressione – (classe 1):

$$\frac{c}{t} = \frac{7.5}{3} = 2.5 < 7.43 = 9 \cdot 0.825 = 9 \cdot \varepsilon = 9 \cdot \frac{235}{\sqrt{f_{yk}}} \quad \text{S345}$$

La classificazione del profilo viene determinate in base alla classificazione più alta dei vari elementi, pertanto il profilo è in classe 1. Le verifiche saranno effettuate in campo plastico.

6.9. Module Support Type P 70.5 x 36 x 14 x 4 mm



Inertia Characteristics (dimensions in mm)

- Area: 714.7966
- Perimeter: 365.3983
- Barycenter: X: 0.0000 Y: 0.0000
- Moments of inertia: X: 395564.4956 / Y: 184888.5986
- Products of inertia: Y: 0.0000
- Main moments and direction X-Y compared to the barycenter:
 - I: 395564.4956 lungo [1.0000 0.0000]
 - J: 184888.5986 lungo [0.0000 1.0000]

- Parte interna soggetta a compressione – (classe 1):

$$\frac{c}{t} = \frac{20}{4} = 5.00 < 27.24 = 33 \cdot 0.825 = 33 \cdot \varepsilon = 33 \cdot \frac{235}{\sqrt{f_{yk}}} \quad S345$$

- Parte interna soggetta a compressione e flessione – (classe 1):

$$\frac{c}{t} = \frac{54.5}{4} = 13.62 < 59.42 = 72 \cdot 0.825 = 72 \cdot \varepsilon = 72 \cdot \frac{235}{\sqrt{f_{yk}}} \quad S345$$

- Part esterna soggetta a compressione – (classe 1):

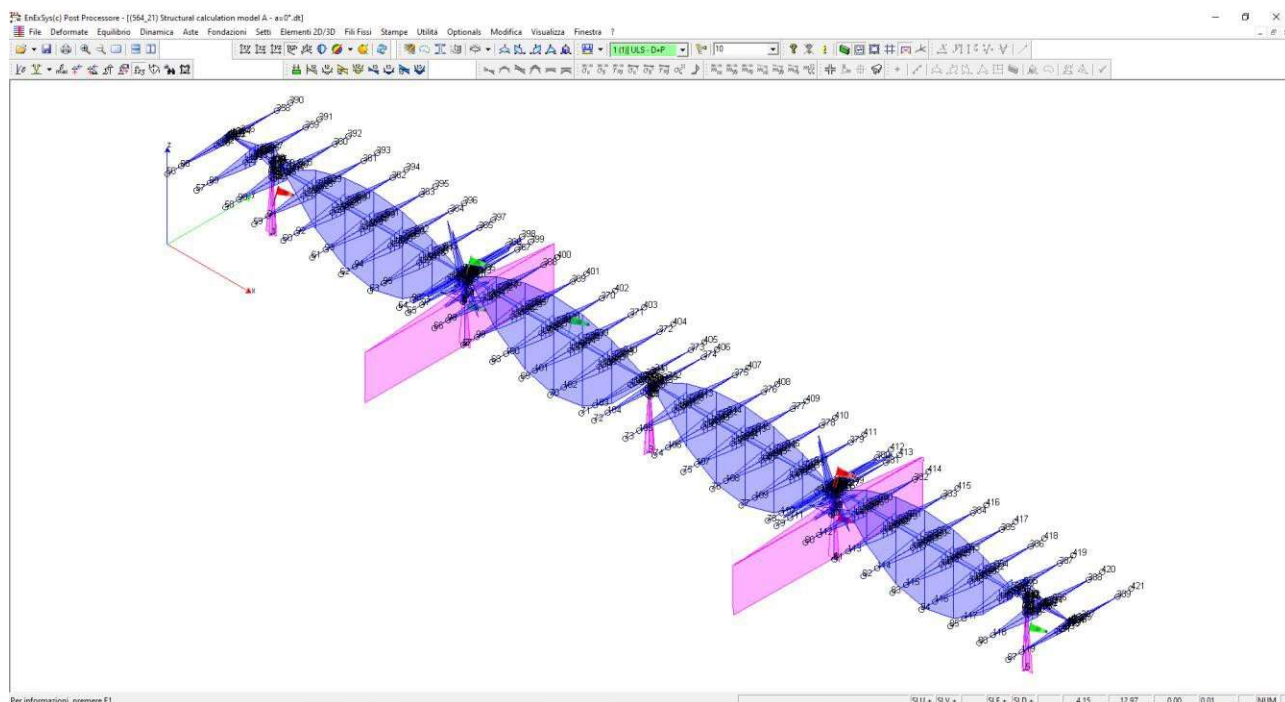
$$\frac{c}{t} = \frac{6}{4} = 1.5 < 7.43 = 9 \cdot 0.825 = 9 \cdot \varepsilon = 9 \cdot \frac{235}{\sqrt{f_{yk}}} \quad S345$$

La classificazione del profilo viene determinate in base alla classificazione più alta dei vari elementi, pertanto il profilo è in classe 1. Le verifiche saranno effettuate in campo plastico.

7. Verifica di Resistenza strutturale – ULS

7.1. Drive Post 200x111x53x5 mm

7.1.1. Modello A – Stow position ($\alpha=0^\circ$)



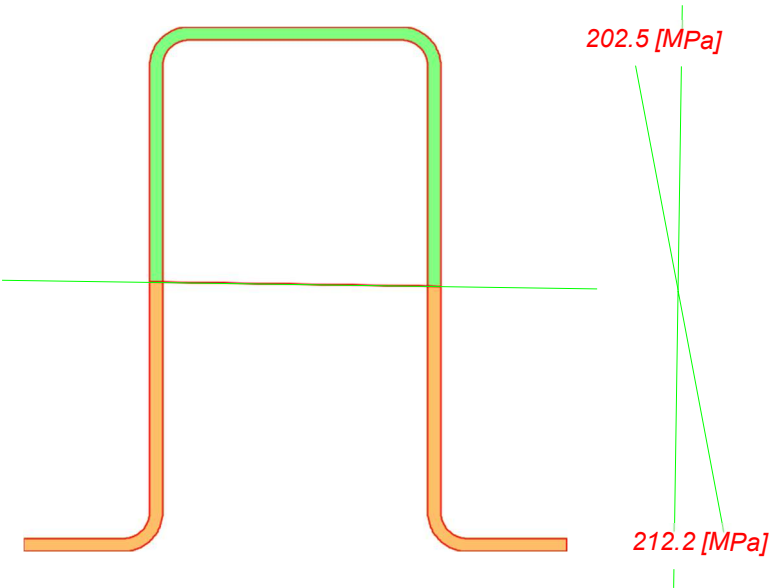
Modalità di verifica – metodo elastico

La sezione viene individuata tramite:

- poligonali, caratterizzanti aree che descrivono sezioni piene o vuoti all'interno di esse;
- barre, caratterizzanti aree di materiali considerate concentrate in un punto.

Le leggi costitutive dei materiali sono determinate dall'utente.

Nella definizione delle azioni agenti sulla sezione è possibile definire se le azioni sono assegnate rispetto al sistema di riferimento baricentrico della sezione in esame o se sono riferite al Sistema di Riferimento Globale dell'area di lavoro.



Condizione di carico	N [N]	Mx [Nm]	My [Nm]	Azione Baricentrica	S420	
					σ_{MIN} [MPa]	σ_{MAX} [MPa]
0001 Nodo 13	-7224.6	-17.1	45.7	Baricentrica	-3.2	
0001 Nodo 16	-7224.6	-17.7	-45.5	Baricentrica	-3.2	
0001 Nodo 2	-7651.2	-15.4	164.3	Baricentrica	-4.7	
0001 Nodo 4	-7651.2	-17.4	-164.1	Baricentrica	-4.7	
0002 Nodo 13	-9337.4	-16.9	60.1	Baricentrica	-4.1	
0002 Nodo 16	-9337.4	-17.6	-59.9	Baricentrica	-4.1	
0002 Nodo 2	-9764.0	-14.7	216.7	Baricentrica	-6.0	
0002 Nodo 4	-9764.0	-17.3	-216.5	Baricentrica	-6.0	
0003 Nodo 13	-14912.2	-13164.7	85.8	Baricentrica	-94.9	82.4
0003 Nodo 16	-13477.3	-13166.8	53.2	Baricentrica	-94.0	82.8
0003 Nodo 2	-15338.8	-13101.5	164.6	Baricentrica	-95.6	82.2
0003 Nodo 4	-13903.9	-13105.2	-75.8	Baricentrica	-94.0	82.4
0004 Nodo 13	-14913.4	-13164.5	143.0	Baricentrica	-95.6	82.7

0004 Nodo 16	-13478.8	-13167.2	9.9	Baricentrica	-93.5	82.6
0004 Nodo 2	-15340.0	-13100.8	371.5	Baricentrica	-98.0	83.2
0004 Nodo 4	-13905.4	-13106.6	-232.4	Baricentrica	-95.9	83.1
0005 Nodo 13	-14912.8	-13164.6	114.4	Baricentrica	-95.2	82.6
0005 Nodo 16	-13478.1	-13167.0	31.5	Baricentrica	-93.8	82.7
0005 Nodo 2	-15339.4	-13101.1	268.0	Baricentrica	-96.8	82.7
0005 Nodo 4	-13904.7	-13105.9	-154.1	Baricentrica	-95.0	82.7
0006 Nodo 13	-16517.0	-21929.9	136.2	Baricentrica	-155.1	140.2
0006 Nodo 16	-14125.8	-21933.2	106.8	Baricentrica	-154.0	140.9
0006 Nodo 2	-16943.6	-21826.1	249.9	Baricentrica	-155.9	139.9
0006 Nodo 4	-14552.4	-21831.7	-60.1	Baricentrica	-152.9	139.9
0007 Nodo 13	-17572.7	-21929.9	114.8	Baricentrica	-155.3	139.7
0007 Nodo 16	-15181.4	-21933.0	121.3	Baricentrica	-154.5	140.6
0007 Nodo 2	-17999.4	-21826.1	172.7	Baricentrica	-155.4	139.2
0007 Nodo 4	-15608.0	-21831.0	-8.0	Baricentrica	-152.7	139.3
0008 Nodo 13	-17574.0	-21929.7	172.0	Baricentrica	-155.9	140.0
0008 Nodo 16	-15182.9	-21933.4	78.0	Baricentrica	-154.0	140.4
0008 Nodo 2	-18000.6	-21825.5	379.5	Baricentrica	-157.8	140.1
0008 Nodo 4	-15609.5	-21832.4	-164.6	Baricentrica	-154.5	140.0
0009 Nodo 13	-17573.4	-21929.8	143.4	Baricentrica	-155.6	139.9
0009 Nodo 16	-15182.1	-21933.2	99.6	Baricentrica	-154.3	140.5
0009 Nodo 2	-18000.0	-21825.8	276.1	Baricentrica	-156.6	139.6
0009 Nodo 4	-15608.8	-21831.7	-86.3	Baricentrica	-153.6	139.6
0010 Nodo 13	6970.3	30683.5	-106.7	Baricentrica	-201.4	210.5
0010 Nodo 16	6181.1	30688.5	-252.7	Baricentrica	-202.4	211.9
0010 Nodo 2	6642.1	30541.7	-48.1	Baricentrica	-200.3	208.7
0010 Nodo 4	5853.0	30546.4	-287.2	Baricentrica	-201.7	211.3
0011 Nodo 13	6970.9	30683.4	-135.3	Baricentrica	-201.5	210.8
0011 Nodo 16	6181.9	30688.7	-231.0	Baricentrica	-202.3	211.7

0011 Nodo 2	6642.7	30541.4	-151.6	Baricentrica	-200.8	209.9
0011 Nodo 4	5853.7	30547.1	-208.9	Baricentrica	-201.3	210.4
0012 Nodo 13	6969.7	30683.5	-78.1	Baricentrica	-201.3	210.1
0012 Nodo 16	6180.4	30688.3	-274.3	Baricentrica	-202.5	212.2
0012 Nodo 2	6641.5	30542.1	55.3	Baricentrica	-200.3	208.8
0012 Nodo 4	5852.2	30545.7	-365.5	Baricentrica	-202.1	212.2
0013 Nodo 13	6940.1	21899.2	-88.6	Baricentrica	-143.1	151.0
0013 Nodo 16	6129.8	21898.9	-166.1	Baricentrica	-143.7	151.7
0013 Nodo 2	6611.9	21797.6	-80.2	Baricentrica	-142.5	150.1
0013 Nodo 4	5801.6	21797.5	-153.0	Baricentrica	-143.1	150.7
0014 Nodo 13	6940.7	21899.2	-117.2	Baricentrica	-143.2	151.4
0014 Nodo 16	6130.6	21899.1	-144.4	Baricentrica	-143.6	151.4
0014 Nodo 2	6612.6	21797.3	-183.6	Baricentrica	-143.0	151.4
0014 Nodo 4	5802.4	21798.2	-74.7	Baricentrica	-142.8	149.8
0015 Nodo 13	6939.5	21899.3	-60.0	Baricentrica	-143.0	150.7
0015 Nodo 16	6129.1	21898.7	-187.8	Baricentrica	-143.8	151.9
0015 Nodo 2	6611.3	21797.9	23.3	Baricentrica	-142.3	149.5
0015 Nodo 4	5800.9	21796.8	-231.3	Baricentrica	-143.5	151.6
0016 Nodo 13	-13855.4	-13164.8	59.5	Baricentrica	-94.2	82.7
0016 Nodo 16	-12420.5	-13166.7	74.8	Baricentrica	-93.9	83.3
0016 Nodo 2	-14282.0	-13102.0	69.4	Baricentrica	-94.1	82.2
0016 Nodo 4	-12847.1	-13104.8	2.7	Baricentrica	-92.8	82.4
0017 Nodo 13	1960.2	18404.7	-97.7	Baricentrica	-121.7	125.9
0017 Nodo 16	1487.0	18408.0	-129.5	Baricentrica	-122.1	126.1
0017 Nodo 2	1632.1	18319.8	-150.7	Baricentrica	-121.5	125.8
0017 Nodo 4	1158.8	18323.7	-92.3	Baricentrica	-121.4	125.0
0018 Nodo 13	1942.1	13134.1	-86.8	Baricentrica	-86.8	90.2
0018 Nodo 16	1456.2	13134.2	-77.6	Baricentrica	-86.9	89.9
0018 Nodo 2	1614.0	13073.3	-170.0	Baricentrica	-86.9	90.7

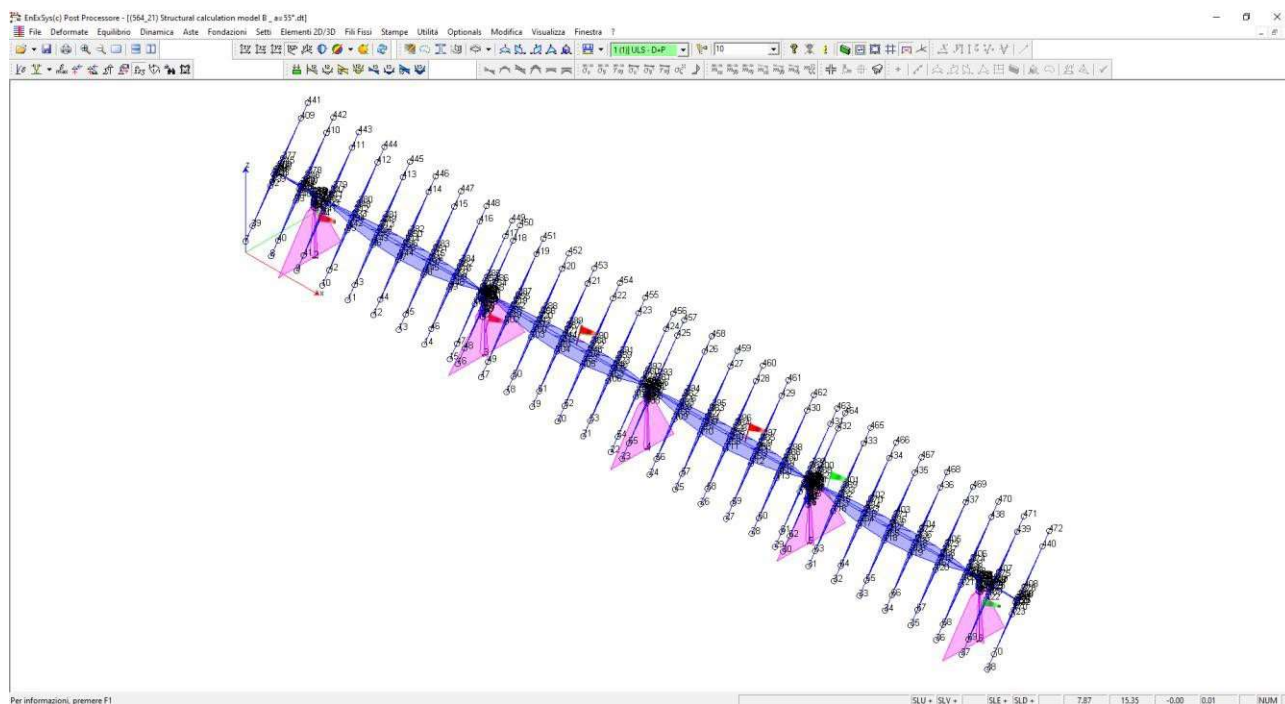
0018 Nodo 4	1128.0	13074.3	-11.7	Baricentrica	-86.3	88.6
0019 Nodo 13	-13857.4	-13164.5	154.9	Baricentrica	-95.3	83.1
0019 Nodo 16	-12422.9	-13167.3	2.6	Baricentrica	-93.1	83.0
0019 Nodo 2	-14284.1	-13101.0	414.3	Baricentrica	-98.1	83.8
0019 Nodo 4	-12849.5	-13107.1	-258.4	Baricentrica	-95.8	83.6
0020 Nodo 13	1958.2	18404.9	-2.3	Baricentrica	-121.3	124.8
0020 Nodo 16	1484.5	18407.4	-201.7	Baricentrica	-122.4	126.9
0020 Nodo 2	1630.0	18320.8	194.1	Baricentrica	-121.7	126.3
0020 Nodo 4	1156.3	18321.3	-353.4	Baricentrica	-122.6	128.0
0021 Nodo 13	1940.1	13134.4	8.6	Baricentrica	-86.4	89.3
0021 Nodo 16	1453.7	13133.6	-149.8	Baricentrica	-87.2	90.8
0021 Nodo 2	1611.9	13074.3	174.8	Baricentrica	-86.9	90.7
0021 Nodo 4	1125.6	13072.0	-272.8	Baricentrica	-87.5	91.7
0022 Nodo 13	-5606.5	113.8	640.4	Baricentrica	-8.7	6.3
0022 Nodo 16	-5503.4	116.7	569.5	Baricentrica	-7.8	5.5
0022 Nodo 2	-5934.7	421.1	2342.0	Baricentrica	-26.7	28.1
0022 Nodo 4	-5831.6	432.2	2087.3	Baricentrica	-23.6	25.2
0023 Nodo 13	-5611.4	-119.8	641.3	Baricentrica	-10.2	4.8
0023 Nodo 16	-5508.2	-117.1	571.8	Baricentrica	-9.4	4.0
0023 Nodo 2	-5939.6	-416.5	2345.9	Baricentrica	-32.2	22.6
0023 Nodo 4	-5836.4	-407.4	2095.3	Baricentrica	-29.2	19.8
0024 Nodo 13	-5503.4	93.4	-571.0	Baricentrica	-8.0	5.4
0024 Nodo 16	-5606.6	89.9	-641.8	Baricentrica	-8.9	6.1
0024 Nodo 2	-5831.6	392.8	-2093.2	Baricentrica	-23.9	25.0
0024 Nodo 4	-5934.7	380.7	-2347.7	Baricentrica	-27.0	27.9
0025 Nodo 13	-5508.2	-140.1	-570.1	Baricentrica	-9.5	3.8
0025 Nodo 16	-5611.4	-143.9	-639.4	Baricentrica	-10.4	4.6
0025 Nodo 2	-5836.4	-444.8	-2089.3	Baricentrica	-29.4	19.5
0025 Nodo 4	-5939.6	-459.0	-2339.7	Baricentrica	-32.4	22.3

0026 Nodo 13	-5564.8	379.2	215.3	Baricentrica	-5.6	3.1
0026 Nodo 16	-5533.8	380.2	142.8	Baricentrica	-5.2	2.3
0026 Nodo 2	-5892.9	1388.4	785.2	Baricentrica	-15.4	16.5
0026 Nodo 4	-5862.0	1393.8	525.7	Baricentrica	-13.9	13.5
0027 Nodo 13	-5533.8	373.1	-148.2	Baricentrica	-5.1	2.3
0027 Nodo 16	-5564.8	372.2	-220.6	Baricentrica	-5.6	3.1
0027 Nodo 2	-5862.0	1379.9	-545.4	Baricentrica	-13.9	13.6
0027 Nodo 4	-5892.9	1378.4	-804.8	Baricentrica	-15.4	16.6
0028 Nodo 13	-5581.0	-399.4	218.4	Baricentrica	-7.2	1.8
0028 Nodo 16	-5550.0	-399.4	150.6	Baricentrica	-6.4	1.5
0028 Nodo 2	-5909.1	-1403.6	798.1	Baricentrica	-20.8	11.4
0028 Nodo 4	-5878.2	-1405.1	552.4	Baricentrica	-18.0	10.1
0029 Nodo 13	-5550.0	-405.5	-145.0	Baricentrica	-6.4	1.5
0029 Nodo 16	-5580.9	-407.4	-212.8	Baricentrica	-7.2	1.9
0029 Nodo 2	-5878.2	-1412.1	-532.4	Baricentrica	-17.8	10.0
0029 Nodo 4	-5909.1	-1420.6	-778.1	Baricentrica	-20.7	11.4

La verifica è pienamente soddisfatta in quanto risulta:

$$\sigma_{max} = 212,2 \text{ N/mm}^2 < \left(\frac{f_{y,k}}{\gamma_{m0}} \right) = \left(\frac{420}{1,05} \right) = 400 \text{ N/mm}^2$$

7.1.2. Modello B – Working position ($\alpha=55^\circ$)



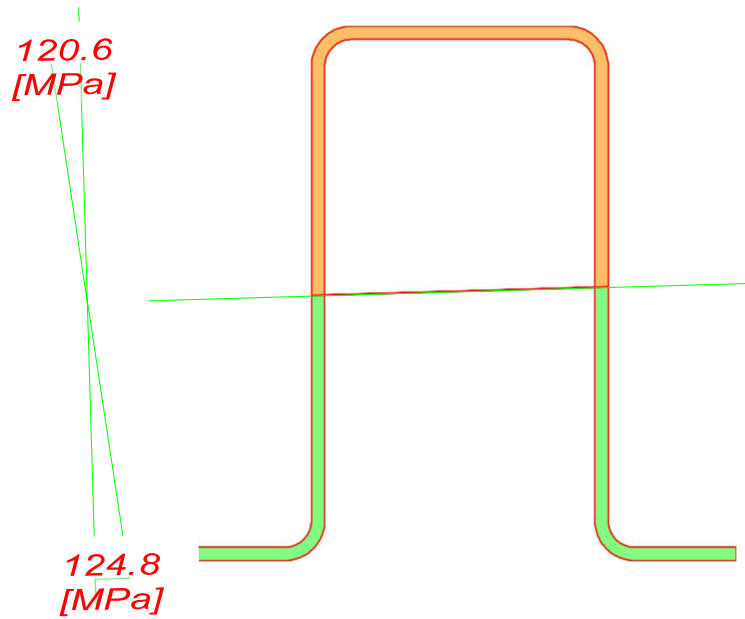
Modalità di verifica – metodo elastico

La sezione viene individuata tramite:

- poligonali, caratterizzanti aree che descrivono sezioni piene o vuoti all'interno di esse;
- barre, caratterizzanti aree di materiali considerate concentrate in un punto.

Le leggi costitutive dei materiali sono determinate dall'utente.

Nella definizione delle azioni agenti sulla sezione è possibile definire se le azioni sono assegnate rispetto al sistema di riferimento baricentrico della sezione in esame o se sono riferite al Sistema di Riferimento Globale dell'area di lavoro.



Condizione di carico	N [N]	Mx [Nm]	My [Nm]	Azione Baricentrica	S420	
					σ_{MIN} [MPa]	σ_{MAX} [MPa]
0001 Nodo 3	-6333.3	4436.1	123.4	Baricentrica	-32.2	29.1
0001 Nodo 5	-6333.3	4432.5	-218.5	Baricentrica	-32.6	30.2
0001 Nodo 78	-6088.6	1610.7	29.6	Baricentrica	-12.9	9.1
0001 Nodo 81	-6088.6	1609.7	-64.1	Baricentrica	-13.1	9.5
0002 Nodo 3	-8439.7	4542.2	156.2	Baricentrica	-33.8	29.5
0002 Nodo 5	-8439.7	4537.9	-253.5	Baricentrica	-34.2	30.6
0002 Nodo 78	-8194.9	1715.7	38.0	Baricentrica	-14.4	9.2
0002 Nodo 81	-8195.0	1714.5	-74.7	Baricentrica	-14.6	9.6
0003 Nodo 3	-11253.1	11424.7	261.9	Baricentrica	-80.8	76.1
0003 Nodo 5	-10078.1	8792.1	-194.4	Baricentrica	-62.7	58.0
0003 Nodo 78	-11008.4	1758.8	81.3	Baricentrica	-15.9	9.0
0003 Nodo 81	-9833.4	1975.2	-45.6	Baricentrica	-16.7	10.4
0004 Nodo 3	-11254.2	11426.8	468.0	Baricentrica	-81.8	78.6

0004 Nodo 5	-10079.4	8790.5	-346.1	Baricentrica	-63.4	59.8
0004 Nodo 78	-11009.5	1759.4	138.2	Baricentrica	-16.1	9.6
0004 Nodo 81	-9834.7	1974.8	-87.4	Baricentrica	-16.9	10.9
0005 Nodo 3	-11253.6	11425.8	365.0	Baricentrica	-81.3	77.4
0005 Nodo 5	-10078.8	8791.3	-270.2	Baricentrica	-63.0	58.9
0005 Nodo 78	-11008.9	1759.1	109.8	Baricentrica	-16.0	9.3
0005 Nodo 81	-9834.1	1975.0	-66.5	Baricentrica	-16.8	10.7
0006 Nodo 3	-11023.2	15908.7	471.3	Baricentrica	-111.4	108.9
0006 Nodo 5	-9065.1	11521.6	-246.3	Baricentrica	-80.6	77.4
0006 Nodo 78	-10778.5	1683.0	149.3	Baricentrica	-15.6	9.3
0006 Nodo 81	-8820.4	2043.8	-50.4	Baricentrica	-16.8	11.3
0007 Nodo 3	-12075.9	15960.7	384.7	Baricentrica	-111.7	107.9
0007 Nodo 5	-10117.7	11575.0	-188.0	Baricentrica	-81.1	76.7
0007 Nodo 78	-11831.2	1735.3	125.0	Baricentrica	-16.2	9.0
0007 Nodo 81	-9873.0	2096.4	-34.8	Baricentrica	-17.5	11.1
0008 Nodo 3	-12077.0	15962.8	590.8	Baricentrica	-112.7	110.3
0008 Nodo 5	-10119.0	11573.4	-339.7	Baricentrica	-81.8	78.4
0008 Nodo 78	-11832.3	1735.8	181.9	Baricentrica	-16.5	9.7
0008 Nodo 81	-9874.3	2096.0	-76.6	Baricentrica	-17.7	11.6
0009 Nodo 3	-12076.4	15961.8	487.7	Baricentrica	-112.2	109.1
0009 Nodo 5	-10118.3	11574.2	-263.9	Baricentrica	-81.4	77.6
0009 Nodo 78	-11831.7	1735.5	153.4	Baricentrica	-16.3	9.4
0009 Nodo 81	-9873.6	2096.2	-55.7	Baricentrica	-17.6	11.3
0010 Nodo 3	213.3	-16829.5	-348.9	Baricentrica	-117.4	113.2
0010 Nodo 5	-1875.1	-9531.4	44.5	Baricentrica	-65.4	62.7
0010 Nodo 78	401.5	-6387.2	-75.6	Baricentrica	-43.8	42.8
0010 Nodo 81	-1686.8	-4235.5	29.2	Baricentrica	-29.5	27.6
0011 Nodo 3	213.8	-16830.6	-451.9	Baricentrica	-118.6	113.7
0011 Nodo 5	-1874.4	-9530.6	120.4	Baricentrica	-66.3	63.1

0011 Nodo 78	402.0	-6387.4	-104.0	Baricentrica	-44.1	42.9
0011 Nodo 81	-1686.2	-4235.2	50.1	Baricentrica	-29.7	27.7
0012 Nodo 3	212.8	-16828.5	-245.8	Baricentrica	-116.2	112.7
0012 Nodo 5	-1875.7	-9532.2	-31.3	Baricentrica	-65.3	62.7
0012 Nodo 78	401.0	-6386.9	-47.2	Baricentrica	-43.5	42.7
0012 Nodo 81	-1687.5	-4235.7	8.3	Baricentrica	-29.2	27.5
0013 Nodo 3	73.7	-17980.3	-210.4	Baricentrica	-123.6	120.1
0013 Nodo 5	-543.3	-15818.5	397.5	Baricentrica	-111.4	106.5
0013 Nodo 78	262.0	-7827.9	-27.2	Baricentrica	-53.0	52.1
0013 Nodo 81	-355.1	-7190.7	140.0	Baricentrica	-50.2	48.2
0014 Nodo 3	74.2	-17981.3	-313.5	Baricentrica	-124.8	120.6
0014 Nodo 5	-542.7	-15817.7	473.3	Baricentrica	-112.3	106.8
0014 Nodo 78	262.5	-7828.2	-55.6	Baricentrica	-53.3	52.2
0014 Nodo 81	-354.5	-7190.5	160.9	Baricentrica	-50.5	48.3
0015 Nodo 3	73.2	-17979.2	-107.3	Baricentrica	-122.4	119.7
0015 Nodo 5	-544.0	-15819.3	321.6	Baricentrica	-110.6	106.1
0015 Nodo 78	261.4	-7827.7	1.3	Baricentrica	-52.7	52.0
0015 Nodo 81	-355.7	-7190.9	119.1	Baricentrica	-50.0	48.1
0016 Nodo 3	-10199.6	11371.0	176.8	Baricentrica	-79.7	75.2
0016 Nodo 5	-9024.5	8739.9	-126.3	Baricentrica	-61.6	57.2
0016 Nodo 78	-9954.9	1706.1	58.2	Baricentrica	-15.0	8.7
0016 Nodo 81	-8779.8	1922.9	-26.3	Baricentrica	-15.9	10.2
0017 Nodo 3	-1819.9	-8734.5	-343.1	Baricentrica	-63.5	58.8
0017 Nodo 5	-3072.7	-4353.7	85.9	Baricentrica	-31.4	28.2
0017 Nodo 78	-1631.6	-3337.2	-83.6	Baricentrica	-24.0	21.9
0017 Nodo 81	-2884.5	-2045.6	32.7	Baricentrica	-15.2	12.7
0018 Nodo 3	-1903.6	-9424.9	-260.0	Baricentrica	-67.2	63.0
0018 Nodo 5	-2273.6	-8125.9	297.7	Baricentrica	-59.0	54.4
0018 Nodo 78	-1715.4	-4201.7	-54.6	Baricentrica	-29.6	27.5

0018 Nodo 81	-2085.4	-3818.8	99.1	Baricentrica	-27.6	25.0
0019 Nodo 3	-10201.3	11374.4	520.3	Baricentrica	-81.3	79.2
0019 Nodo 5	-9026.6	8737.3	-379.1	Baricentrica	-62.8	60.2
0019 Nodo 78	-9956.6	1707.1	153.0	Baricentrica	-15.5	9.8
0019 Nodo 81	-8782.0	1922.2	-96.0	Baricentrica	-16.2	11.0
0020 Nodo 3	-1821.6	-8731.0	0.4	Baricentrica	-59.5	57.2
0020 Nodo 5	-3074.8	-4356.3	-166.9	Baricentrica	-32.4	28.6
0020 Nodo 78	-1633.4	-3336.2	11.1	Baricentrica	-23.2	21.6
0020 Nodo 81	-2886.6	-2046.3	-37.0	Baricentrica	-15.2	12.7
0021 Nodo 3	-1905.3	-9421.5	83.5	Baricentrica	-65.1	62.2
0021 Nodo 5	-2275.8	-8128.6	44.8	Baricentrica	-56.1	53.3
0021 Nodo 78	-1717.1	-4200.7	40.2	Baricentrica	-29.4	27.4
0021 Nodo 81	-2087.5	-3819.5	29.4	Baricentrica	-26.8	24.7
0022 Nodo 3	-10168.1	7618.5	-119.4	Baricentrica	-54.6	49.2
0022 Nodo 5	-12099.9	14350.6	-690.7	Baricentrica	-102.5	100.6
0022 Nodo 78	-9923.4	-1849.7	-0.3	Baricentrica	-15.9	8.8
0022 Nodo 81	-11855.2	129.3	-138.4	Baricentrica	-5.7	
0023 Nodo 3	-10169.1	7620.5	86.7	Baricentrica	-54.4	48.8
0023 Nodo 5	-12101.2	14349.0	-842.4	Baricentrica	-103.2	102.3
0023 Nodo 78	-9924.4	-1849.2	56.6	Baricentrica	-16.6	9.1
0023 Nodo 81	-11856.5	128.9	-180.2	Baricentrica	-6.0	
0024 Nodo 3	-10168.6	7619.5	-16.3	Baricentrica	-54.1	48.0
0024 Nodo 5	-12100.5	14349.8	-766.5	Baricentrica	-102.9	101.5
0024 Nodo 78	-9923.9	-1849.5	28.2	Baricentrica	-16.2	8.9
0024 Nodo 81	-11855.8	129.1	-159.3	Baricentrica	-5.9	
0025 Nodo 3	-4849.3	3435.1	1958.8	Baricentrica	-34.7	44.3
0025 Nodo 5	-5014.8	4282.5	1666.2	Baricentrica	-38.6	46.5
0025 Nodo 78	-4661.1	1254.1	533.0	Baricentrica	-12.7	13.0
0025 Nodo 81	-4826.5	1436.8	455.8	Baricentrica	-13.5	13.3

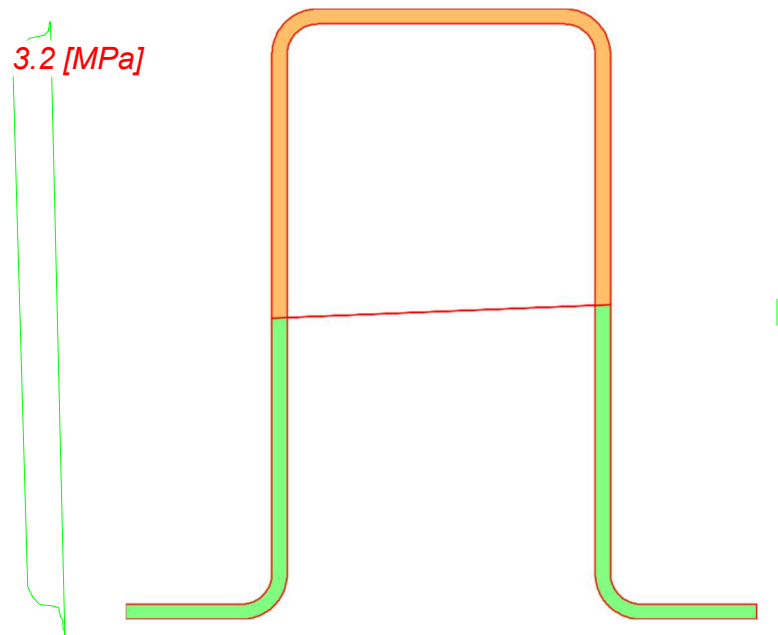
0026 Nodo 3	-4729.0	2545.8	1939.1	Baricentrica	-29.0	38.1
0026 Nodo 5	-4894.4	3393.9	1703.9	Baricentrica	-33.0	41.0
0026 Nodo 78	-4540.7	1043.3	530.2	Baricentrica	-11.2	11.6
0026 Nodo 81	-4706.2	1226.1	462.4	Baricentrica	-12.1	12.0
0027 Nodo 3	-5014.5	4279.0	-1749.3	Baricentrica	-39.0	47.5
0027 Nodo 5	-4849.0	3425.3	-2040.1	Baricentrica	-35.1	45.2
0027 Nodo 78	-4826.3	1434.7	-484.7	Baricentrica	-13.6	13.6
0027 Nodo 81	-4660.8	1250.4	-561.0	Baricentrica	-12.8	13.3
0028 Nodo 3	-4894.1	3389.7	-1769.0	Baricentrica	-33.4	41.8
0028 Nodo 5	-4728.7	2536.7	-2002.4	Baricentrica	-29.3	38.8
0028 Nodo 78	-4705.9	1223.8	-487.4	Baricentrica	-12.2	12.3
0028 Nodo 81	-4540.5	1039.6	-554.4	Baricentrica	-11.4	11.9
0029 Nodo 3	-5047.6	4768.0	683.9	Baricentrica	-36.6	38.4
0029 Nodo 5	-5097.2	5019.2	324.9	Baricentrica	-36.5	35.8
0029 Nodo 78	-4859.3	1563.3	180.1	Baricentrica	-12.9	10.9
0029 Nodo 81	-4909.0	1617.4	92.2	Baricentrica	-12.9	10.3
0030 Nodo 3	-5097.1	5021.1	-428.5	Baricentrica	-37.1	37.1
0030 Nodo 5	-5047.5	4762.1	-787.0	Baricentrica	-37.1	39.5
0030 Nodo 78	-4908.9	1617.5	-125.2	Baricentrica	-13.0	10.7
0030 Nodo 81	-4859.2	1561.5	-212.8	Baricentrica	-13.0	11.3
0031 Nodo 3	-4646.4	1803.7	618.3	Baricentrica	-16.7	17.8
0031 Nodo 5	-4696.0	2057.2	450.8	Baricentrica	-17.5	17.5
0031 Nodo 78	-4458.1	860.5	170.8	Baricentrica	-8.1	6.2
0031 Nodo 81	-4507.8	915.0	114.2	Baricentrica	-8.2	5.9
0032 Nodo 3	-4695.9	2056.9	-494.1	Baricentrica	-17.7	18.0
0032 Nodo 5	-4646.3	1800.0	-661.1	Baricentrica	-16.9	18.2
0032 Nodo 78	-4507.7	914.7	-134.5	Baricentrica	-8.3	6.2
0032 Nodo 81	-4458.1	859.0	-190.8	Baricentrica	-8.2	6.5

La verifica è pienamente soddisfatta in quanto risulta:

$$\sigma_{max} = 124,8 \text{ N/mm}^2 < \left(\frac{f_{y,k}}{\gamma_{m0}} \right) = \left(\frac{420}{1,05} \right) = 400 \text{ N/mm}^2$$

7.1.3. Verifica di Resistenza a Taglio- Modello B – Working position ($\alpha=55^\circ$)

- V_x 188.0 [N]
- V_y -8086.4 [N]



Momento d'inerzia rispetto all'asse neutro della flessione correlata $J=31414433545641$ [mm⁴]

N.B. Le caratteristiche inerziali riportate sono moltiplicate per i moduli elastici delle aree cui afferiscono.

Es. $J=\sum_{i=1,n}A_{ree}J_iE_i$

x [mm]	y [mm]	B [mm]	S [mm ³]	τ [MPa]
3405.35	1647.20	Errore		
3405.33	1648.08	38.01	3618055079	0.0
3405.33	1648.10	38.48	3769004602	0.0
3405.33	1648.13	38.95	4044163639	0.0
3405.33	1648.18	39.42	4446997785	0.0
3405.33	1648.24	39.89	4979617923	0.0
3405.32	1648.32	40.36	5645283264	0.0
3405.32	1648.41	40.82	6443996779	0.0
3405.32	1648.52	41.28	7376098057	0.0

3405.32	1648.64	41.74	8447266074	0.1
3405.31	1648.92	42.65	11003952193	0.1
3405.31	1649.09	43.09	12492815486	0.1
3405.30	1649.26	43.53	14119737031	0.1
3405.23	1652.20	91.97	48289514174	0.1
3405.21	1653.08	56.67	61785405788	0.3
3405.21	1653.10	56.32	61980561427	0.3
3405.21	1653.13	56.01	62352754877	0.3
3405.21	1653.18	55.75	62893629381	0.3
3405.21	1653.24	55.52	63605745116	0.3
3405.21	1653.32	55.33	64486541299	0.3
3405.21	1653.41	55.18	65536094739	0.3
3405.20	1653.52	55.05	66748715793	0.3
3405.20	1653.64	54.96	68120299226	0.3
3405.20	1653.78	54.90	69649671295	0.3
3405.19	1653.93	54.87	71338509001	0.3
3405.19	1654.10	54.87	73179576642	0.3
3405.19	1654.27	54.88	75170826997	0.4
3405.18	1654.47	54.92	77307399694	0.4
3405.18	1654.67	54.97	79592655145	0.4
3405.17	1654.89	55.04	82013080696	0.4
3405.17	1655.13	55.12	84572938799	0.4
3405.16	1655.37	55.21	87265350511	0.4
3405.16	1655.63	55.31	90088534842	0.4
3405.15	1655.89	55.42	93031368530	0.4
3405.14	1656.17	52.25	96079559825	0.5
3405.14	1656.46	38.34	98662777539	0.7
3405.13	1656.76	24.66	100519418315	1.0
3405.12	1657.07	13.46	101611816725	1.9
3405.11	1657.39	12.98	102435079633	2.0
3405.11	1657.71	12.57	103251622587	2.1
3405.10	1658.05	12.22	104059052341	2.2

3405.09	1658.39	11.92	104862463979	2.3
3405.08	1658.74	11.66	105656909035	2.3
3405.07	1659.10	11.42	106449989725	2.4
3405.07	1659.46	11.21	107235522230	2.5
3405.06	1659.83	11.02	108018093889	2.5
3405.05	1660.21	10.86	108793509505	2.6
3405.04	1660.59	10.71	109566408944	2.6
3405.03	1660.97	10.59	110331409652	2.7
3405.02	1661.35	10.48	111093769038	2.7
3405.01	1661.74	10.38	111849472969	2.8
3405.00	1662.13	10.30	112598438673	2.8
3404.99	1662.52	10.24	113342016829	2.9
3404.99	1662.91	10.18	114080608937	2.9
3404.98	1663.31	10.14	114808919171	2.9
3401.03	1833.21	10.00	122459642789	3.2
3401.02	1833.69	10.00	121638630671	3.1
3401.00	1834.16	10.01	120811657825	3.1
3400.99	1834.63	10.02	119980731778	3.1
3400.98	1835.10	10.04	119144073705	3.1
3400.97	1835.56	10.07	118304939413	3.0
3400.95	1836.49	10.17	116616394927	3.0
3400.93	1837.41	10.34	114906511047	2.9
3400.92	1837.86	10.44	114042968541	2.8
3400.91	1838.31	10.57	113174171142	2.8
3400.90	1838.76	10.72	112299695919	2.7
3400.89	1839.20	10.89	111415277107	2.6
3400.88	1839.63	11.09	110523706917	2.6
3400.87	1840.06	11.32	109623159632	2.5
3400.86	1840.48	11.58	108712310544	2.4
3400.84	1841.30	12.23	106855567419	2.3
3400.83	1841.70	12.63	105904496960	2.2
3400.82	1842.09	13.10	104937887150	2.1

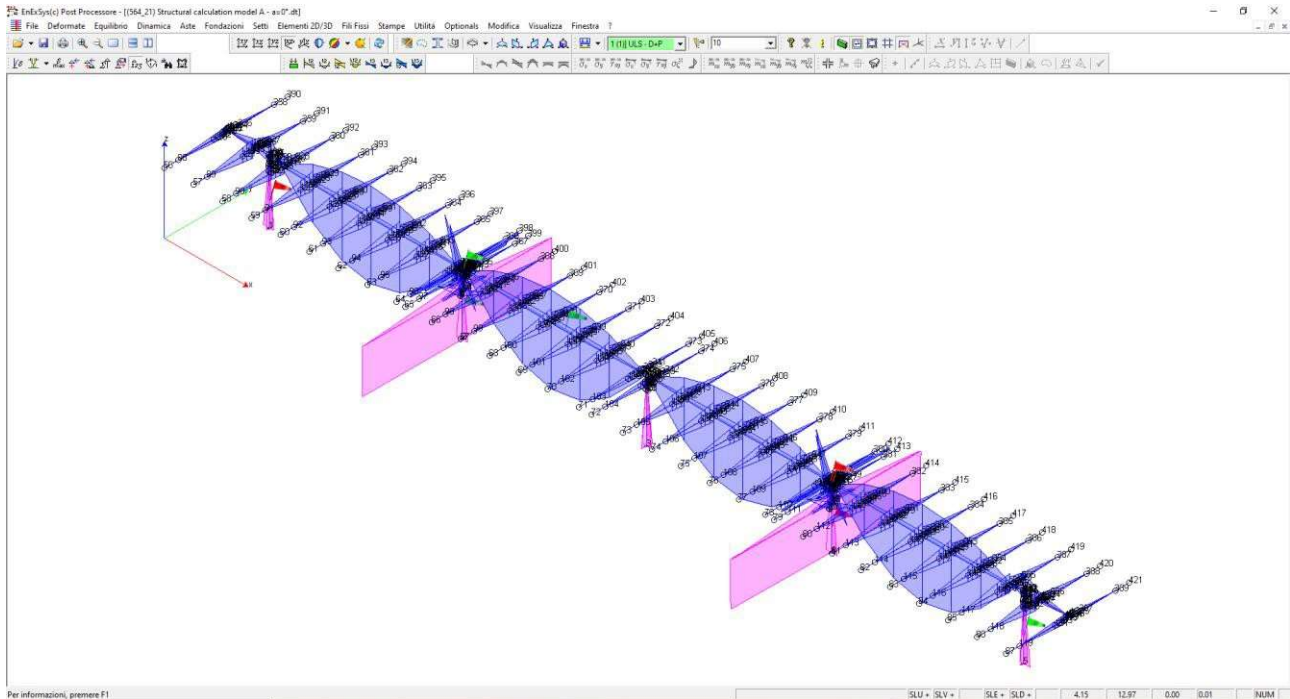
3400.81	1842.48	13.68	103948221085	2.0
3400.79	1843.22	15.41	101873423024	1.7
3400.79	1843.57	18.32	100741570757	1.4
3400.78	1843.92	33.17	98995841540	0.8
3400.77	1844.25	47.62	96324775794	0.5
3400.76	1844.58	61.69	92816245029	0.4
3400.76	1844.89	75.40	88547230416	0.3
3400.75	1845.20	88.88	83601015164	0.2
3400.74	1845.49	101.21	78035618656	0.2
3400.73	1845.77	100.57	72386110210	0.2
3400.73	1846.03	99.93	67001180834	0.2
3400.72	1846.29	99.27	61880941268	0.2
3400.72	1846.53	98.61	57034546394	0.1
3400.71	1846.76	97.93	52462733797	0.1
3400.71	1846.98	97.26	48170031611	0.1
3400.70	1847.37	95.91	40427718453	0.1
3400.69	1847.55	95.24	36985440563	0.1
3400.69	1847.71	94.57	33824782197	0.1
3400.68	1848.00	93.25	28369581420	0.1
3400.68	1848.12	92.61	26067094363	0.1
3400.68	1848.22	91.98	24053539986	0.1
3400.68	1848.32	91.36	22323915832	0.1
3400.67	1848.39	90.77	20877460331	0.1
3400.67	1848.46	90.19	19710511810	0.1
3400.67	1848.50	89.64	18822881416	0.1
3400.67	1848.54	89.11	18215873720	0.1
3400.67	1848.56	88.61	17878173063	0.1
τ_{Max}				3.2

La verifica risulta essere soddisfatta in quanto risulta:

$$\tau_{max} = 3,2 \text{ MPa} < \frac{f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_m} = \frac{420}{\sqrt{3} \cdot 1,05} = 230,9 \text{ MPa}$$

7.2. Lateral Post 155x110x53x4.5 mm

7.2.1. Modello A – Stow position ($\alpha=0^\circ$)



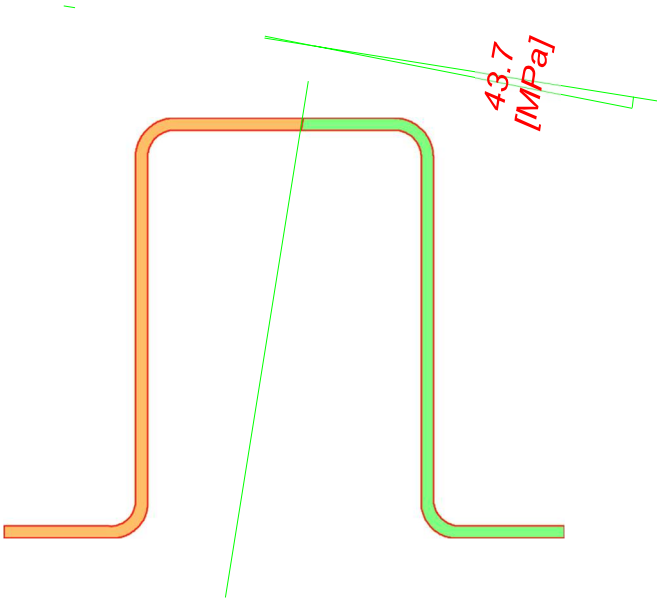
Modalità di verifica – metodo elastico

La sezione viene individuata tramite:

- poligonali, caratterizzanti aree che descrivono sezioni piene o vuoti all'interno di esse;
- barre, caratterizzanti aree di materiali considerate concentrate in un punto.

Le leggi costitutive dei materiali sono determinate dall'utente.

Nella definizione delle azioni agenti sulla sezione è possibile definire se le azioni sono assegnate rispetto al sistema di riferimento baricentrico della sezione in esame o se sono riferite al Sistema di Riferimento Globale dell'area di lavoro.



Condizione di carico	N [N]	Mx [Nm]	My [Nm]	Azione Baricentrica	S420	
					σ_{MIN} [MPa]	σ_{MAX} [MPa]
0001 Nodo 1	-5923.6	-0.9	552.8	Baricentrica	-11.0	5.6
0001 Nodo 19	-5541.8	-0.2	186.9	Baricentrica	-5.3	0.3
0001 Nodo 22	-6514.6	-0.4	0.0	Baricentrica	-3.0	
0001 Nodo 25	-5541.8	-2.4	-186.8	Baricentrica	-5.3	0.3
0001 Nodo 3	-6896.4	-1.9	0.0	Baricentrica	-3.1	
0001 Nodo 5	-5923.6	-7.5	-552.8	Baricentrica	-11.1	5.6
0002 Nodo 1	-7617.5	-1.2	724.1	Baricentrica	-14.4	7.4
0002 Nodo 19	-7235.7	-0.3	247.0	Baricentrica	-7.0	0.4
0002 Nodo 22	-8473.1	-0.5	0.0	Baricentrica	-3.8	
0002 Nodo 25	-7235.7	-3.2	-246.9	Baricentrica	-7.0	0.4
0002 Nodo 3	-8854.9	-2.5	0.0	Baricentrica	-4.0	
0002 Nodo 5	-7617.5	-9.9	-724.0	Baricentrica	-14.4	7.4
0003 Nodo 1	-12000.2	-44.2	882.2	Baricentrica	-19.2	7.4

0003 Nodo 19	-11618.4	-9.6	341.5	Baricentrica	-10.5	
0003 Nodo 22	-12840.9	-18.4	-29.9	Baricentrica	-6.5	
0003 Nodo 25	-10467.6	-13.2	-305.6	Baricentrica	-9.5	
0003 Nodo 3	-13222.7	-88.9	-29.6	Baricentrica	-7.4	
0003 Nodo 5	-10849.4	-53.6	-790.8	Baricentrica	-17.4	6.5
0004 Nodo 1	-11999.2	-44.2	1155.2	Baricentrica	-23.3	11.5
0004 Nodo 19	-11617.5	-9.6	395.7	Baricentrica	-11.3	0.6
0004 Nodo 22	-12840.2	-18.3	-23.5	Baricentrica	-6.4	
0004 Nodo 25	-10466.6	-14.0	-375.9	Baricentrica	-10.5	0.8
0004 Nodo 3	-13222.0	-88.7	1.2	Baricentrica	-7.0	
0004 Nodo 5	-10848.4	-57.8	-1144.9	Baricentrica	-22.7	11.8
0005 Nodo 1	-11999.7	-44.2	1018.7	Baricentrica	-21.3	9.4
0005 Nodo 19	-11617.9	-9.6	368.6	Baricentrica	-10.9	0.2
0005 Nodo 22	-12840.6	-18.4	-26.7	Baricentrica	-6.4	
0005 Nodo 25	-10467.1	-13.6	-340.8	Baricentrica	-10.0	0.3
0005 Nodo 3	-13222.3	-88.8	-14.2	Baricentrica	-7.1	
0005 Nodo 5	-10848.9	-55.7	-967.8	Baricentrica	-20.0	9.1
0006 Nodo 1	-13227.3	-72.6	1043.9	Baricentrica	-22.5	9.0
0006 Nodo 19	-12845.5	-15.7	389.6	Baricentrica	-11.9	
0006 Nodo 22	-13793.7	-30.1	-44.5	Baricentrica	-7.2	
0006 Nodo 25	-10927.5	-19.8	-343.2	Baricentrica	-10.3	0.0
0006 Nodo 3	-14175.5	-145.8	-23.7	Baricentrica	-8.3	
0006 Nodo 5	-11309.3	-84.0	-959.2	Baricentrica	-20.4	8.5
0007 Nodo 1	-14074.7	-72.7	993.0	Baricentrica	-22.1	7.8
0007 Nodo 19	-13692.9	-15.7	392.5	Baricentrica	-12.3	
0007 Nodo 22	-14773.3	-30.2	-47.7	Baricentrica	-7.7	
0007 Nodo 25	-11774.9	-19.7	-338.1	Baricentrica	-10.6	
0007 Nodo 3	-15155.1	-146.2	-39.1	Baricentrica	-9.0	
0007 Nodo 5	-12156.7	-83.0	-867.7	Baricentrica	-19.4	6.8

0008 Nodo 1	-14073.8	-72.7	1266.0	Baricentrica	-26.3	11.9
0008 Nodo 19	-13692.0	-15.7	446.8	Baricentrica	-13.1	0.3
0008 Nodo 22	-14772.6	-30.2	-41.4	Baricentrica	-7.6	
0008 Nodo 25	-11773.9	-20.6	-408.4	Baricentrica	-11.7	0.6
0008 Nodo 3	-15154.3	-146.0	-8.3	Baricentrica	-8.5	
0008 Nodo 5	-12155.7	-87.2	-1221.8	Baricentrica	-24.8	12.1
0009 Nodo 1	-14074.2	-72.7	1129.5	Baricentrica	-24.2	9.9
0009 Nodo 19	-13692.4	-15.7	419.7	Baricentrica	-12.7	
0009 Nodo 22	-14772.9	-30.2	-44.5	Baricentrica	-7.7	
0009 Nodo 25	-11774.4	-20.2	-373.2	Baricentrica	-11.2	0.1
0009 Nodo 3	-15154.7	-146.1	-23.7	Baricentrica	-8.8	
0009 Nodo 5	-12156.2	-85.1	-1044.8	Baricentrica	-22.1	9.4
0010 Nodo 1	5281.8	99.6	-284.3	Baricentrica	-0.9	7.7
0010 Nodo 19	5575.5	21.5	-138.5	Baricentrica		4.8
0010 Nodo 22	5918.6	41.1	14.1	Baricentrica		3.3
0010 Nodo 25	4942.7	23.0	122.1	Baricentrica		4.3
0010 Nodo 3	5624.9	200.2	4.7	Baricentrica		4.7
0010 Nodo 5	4649.0	102.8	250.5	Baricentrica	-0.8	7.0
0011 Nodo 1	5281.3	99.6	-420.8	Baricentrica	-2.9	9.8
0011 Nodo 19	5575.0	21.5	-165.6	Baricentrica		5.3
0011 Nodo 22	5918.2	41.1	10.9	Baricentrica		3.3
0011 Nodo 25	4942.1	23.5	157.3	Baricentrica		4.8
0011 Nodo 3	5624.6	200.2	-10.7	Baricentrica		4.8
0011 Nodo 5	4648.5	104.9	427.5	Baricentrica	-3.3	9.6
0012 Nodo 1	5282.3	99.6	-147.8	Baricentrica		5.7
0012 Nodo 19	5575.9	21.5	-111.4	Baricentrica		4.4
0012 Nodo 22	5919.0	41.2	17.2	Baricentrica		3.4
0012 Nodo 25	4943.2	22.6	86.9	Baricentrica		3.8
0012 Nodo 3	5625.3	200.3	20.2	Baricentrica		5.0

0012 Nodo 5	4649.5	100.7	73.5	Baricentrica		4.3
0013 Nodo 1	5316.8	71.4	-363.4	Baricentrica	-2.3	8.7
0013 Nodo 19	5610.5	15.4	-157.9	Baricentrica		5.1
0013 Nodo 22	5971.8	29.5	14.6	Baricentrica		3.2
0013 Nodo 25	4959.9	17.1	141.1	Baricentrica		4.5
0013 Nodo 3	5678.1	143.4	6.0	Baricentrica		4.2
0013 Nodo 5	4666.3	75.4	331.3	Baricentrica	-2.1	7.9
0014 Nodo 1	5316.3	71.4	-499.9	Baricentrica	-4.4	10.7
0014 Nodo 19	5610.0	15.4	-185.0	Baricentrica	-0.1	5.5
0014 Nodo 22	5971.4	29.5	11.5	Baricentrica		3.2
0014 Nodo 25	4959.4	17.6	176.3	Baricentrica	-0.2	5.1
0014 Nodo 3	5677.8	143.4	-9.5	Baricentrica		4.2
0014 Nodo 5	4665.8	77.5	508.3	Baricentrica	-4.8	10.6
0015 Nodo 1	5317.2	71.4	-226.9	Baricentrica	-0.3	6.6
0015 Nodo 19	5610.9	15.4	-130.7	Baricentrica		4.7
0015 Nodo 22	5972.2	29.5	17.8	Baricentrica		3.3
0015 Nodo 25	4960.5	16.7	105.9	Baricentrica		4.0
0015 Nodo 3	5678.5	143.5	21.4	Baricentrica		4.4
0015 Nodo 5	4666.8	73.3	154.3	Baricentrica		5.2
0016 Nodo 1	-11153.5	-44.1	705.6	Baricentrica	-16.2	5.1
0016 Nodo 19	-10771.7	-9.5	293.3	Baricentrica	-9.4	
0016 Nodo 22	-11861.9	-18.3	-32.0	Baricentrica	-6.1	
0016 Nodo 25	-9621.0	-12.5	-252.1	Baricentrica	-8.3	
0016 Nodo 3	-12243.7	-88.7	-39.9	Baricentrica	-7.1	
0016 Nodo 5	-10002.8	-51.0	-587.2	Baricentrica	-13.9	3.8
0017 Nodo 1	1345.7	59.5	-228.0	Baricentrica	-2.2	4.7
0017 Nodo 19	1639.3	12.9	-70.8	Baricentrica	-0.2	1.9
0017 Nodo 22	1546.0	24.5	3.2	Baricentrica		1.0
0017 Nodo 25	1259.6	13.8	74.4	Baricentrica	-0.4	1.8

0017 Nodo 3	1252.4	119.4	-22.9	Baricentrica	-0.8	2.2
0017 Nodo 5	965.9	62.9	275.2	Baricentrica	-3.1	5.2
0018 Nodo 1	1366.7	42.5	-275.5	Baricentrica	-3.1	5.2
0018 Nodo 19	1660.3	9.2	-82.4	Baricentrica	-0.4	2.1
0018 Nodo 22	1578.0	17.5	3.5	Baricentrica		1.0
0018 Nodo 25	1269.9	10.2	85.8	Baricentrica	-0.6	2.0
0018 Nodo 3	1284.3	85.3	-22.1	Baricentrica	-0.5	1.8
0018 Nodo 5	976.3	46.5	323.8	Baricentrica	-4.0	5.8
0019 Nodo 1	-11152.0	-44.1	1160.6	Baricentrica	-23.0	11.9
0019 Nodo 19	-10770.2	-9.5	383.8	Baricentrica	-10.8	0.8
0019 Nodo 22	-11860.7	-18.3	-21.4	Baricentrica	-5.9	
0019 Nodo 25	-9619.3	-13.9	-369.4	Baricentrica	-10.1	1.1
0019 Nodo 3	-12242.5	-88.4	11.5	Baricentrica	-6.7	
0019 Nodo 5	-10001.1	-58.1	-1177.2	Baricentrica	-22.8	12.6
0020 Nodo 1	1347.2	59.5	227.0	Baricentrica	-2.2	4.6
0020 Nodo 19	1640.9	12.9	19.6	Baricentrica		1.2
0020 Nodo 22	1547.3	24.6	13.7	Baricentrica		1.2
0020 Nodo 25	1261.3	12.4	-42.9	Baricentrica		1.3
0020 Nodo 3	1253.6	119.7	28.6	Baricentrica	-0.9	2.3
0020 Nodo 5	967.6	55.8	-314.8	Baricentrica	-3.7	5.8
0021 Nodo 1	1368.2	42.6	179.5	Baricentrica	-1.7	3.8
0021 Nodo 19	1661.9	9.2	8.0	Baricentrica		1.0
0021 Nodo 22	1579.2	17.6	14.1	Baricentrica		1.1
0021 Nodo 25	1271.7	8.8	-31.5	Baricentrica		1.1
0021 Nodo 3	1285.5	85.6	29.3	Baricentrica	-0.5	1.9
0021 Nodo 5	978.0	39.4	-266.3	Baricentrica	-3.2	4.9
0022 Nodo 1	-4511.1	400.1	2474.2	Baricentrica	-35.4	39.3
0022 Nodo 19	-4217.4	84.8	546.6	Baricentrica	-9.3	7.2
0022 Nodo 22	-5008.4	129.9	377.4	Baricentrica	-6.7	4.8

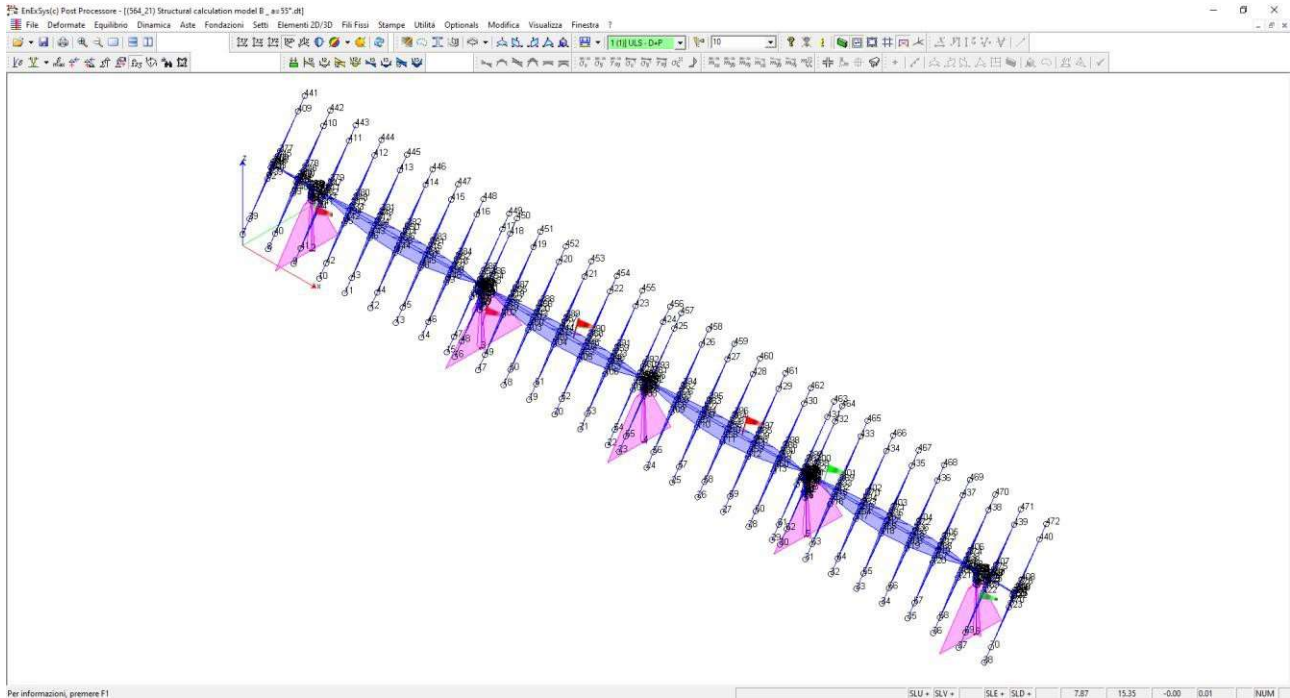
0022 Nodo 25	-4304.9	87.1	258.6	Baricentrica	-5.0	2.8
0022 Nodo 3	-5302.1	640.4	1864.5	Baricentrica	-24.1	32.3
0022 Nodo 5	-4598.6	415.7	1620.8	Baricentrica	-22.4	26.6
0023 Nodo 1	-4514.5	-393.7	2476.7	Baricentrica	-43.6	31.2
0023 Nodo 19	-4220.8	-83.5	547.4	Baricentrica	-11.1	5.5
0023 Nodo 22	-5014.0	-125.8	378.9	Baricentrica	-9.3	2.2
0023 Nodo 25	-4308.5	-81.6	260.4	Baricentrica	-6.7	1.1
0023 Nodo 3	-5307.7	-620.2	1872.1	Baricentrica	-37.2	19.6
0023 Nodo 5	-4602.2	-380.1	1629.0	Baricentrica	-30.7	18.6
0024 Nodo 1	-4598.7	392.3	-1626.2	Baricentrica	-22.6	26.6
0024 Nodo 19	-4305.0	83.2	-259.9	Baricentrica	-5.0	2.9
0024 Nodo 22	-5008.4	125.2	-378.9	Baricentrica	-6.7	4.8
0024 Nodo 25	-4217.3	77.9	-547.9	Baricentrica	-9.4	7.2
0024 Nodo 3	-5302.1	617.3	-1872.1	Baricentrica	-24.4	32.4
0024 Nodo 5	-4511.0	368.5	-2479.4	Baricentrica	-35.6	39.3
0025 Nodo 1	-4602.1	-401.5	-1623.7	Baricentrica	-30.7	18.4
0025 Nodo 19	-4308.4	-85.1	-259.1	Baricentrica	-6.7	1.1
0025 Nodo 22	-5014.0	-130.5	-377.4	Baricentrica	-9.3	2.1
0025 Nodo 25	-4220.9	-90.9	-546.0	Baricentrica	-11.1	5.4
0025 Nodo 3	-5307.7	-643.3	-1864.4	Baricentrica	-37.2	19.3
0025 Nodo 5	-4514.6	-427.3	-2471.2	Baricentrica	-43.7	31.0
0026 Nodo 1	-4537.8	1323.5	1036.1	Baricentrica	-22.9	27.4
0026 Nodo 19	-4244.1	280.7	263.4	Baricentrica	-6.7	5.0
0026 Nodo 22	-5001.8	426.6	110.9	Baricentrica	-7.4	3.9
0026 Nodo 25	-4270.0	280.8	-25.8	Baricentrica	-5.1	1.4
0026 Nodo 3	-5295.4	2102.9	547.8	Baricentrica	-27.9	28.0
0026 Nodo 5	-4563.7	1327.6	176.1	Baricentrica	-17.1	14.6
0027 Nodo 1	-4564.1	1321.2	-194.0	Baricentrica	-17.2	14.9
0027 Nodo 19	-4270.4	280.2	21.5	Baricentrica	-5.0	1.3

0027 Nodo 22	-5001.8	425.1	-116.0	Baricentrica	-7.5	4.0
0027 Nodo 25	-4243.7	278.0	-267.7	Baricentrica	-6.7	5.1
0027 Nodo 3	-5295.4	2096.0	-573.2	Baricentrica	-28.0	28.5
0027 Nodo 5	-4537.4	1313.4	-1053.9	Baricentrica	-22.9	27.8
0028 Nodo 1	-4549.1	-1322.6	1044.5	Baricentrica	-31.8	18.8
0028 Nodo 19	-4255.4	-280.5	266.0	Baricentrica	-8.9	2.8
0028 Nodo 22	-5020.7	-425.7	116.0	Baricentrica	-8.5	2.9
0028 Nodo 25	-4282.1	-281.7	-19.8	Baricentrica	-5.2	1.1
0028 Nodo 3	-5314.3	-2098.9	573.2	Baricentrica	-33.3	23.3
0028 Nodo 5	-4575.8	-1325.1	203.6	Baricentrica	-19.2	13.1
0029 Nodo 1	-4575.4	-1324.9	-185.6	Baricentrica	-18.8	13.0
0029 Nodo 19	-4281.7	-281.0	24.1	Baricentrica	-5.3	1.2
0029 Nodo 22	-5020.7	-427.1	-110.9	Baricentrica	-8.4	2.9
0029 Nodo 25	-4255.8	-284.5	-261.7	Baricentrica	-8.9	2.8
0029 Nodo 3	-5314.3	-2105.9	-547.8	Baricentrica	-32.8	23.1
0029 Nodo 5	-4549.5	-1339.2	-1026.5	Baricentrica	-31.6	18.8

La verifica è pienamente soddisfatta in quanto risulta:

$$\sigma_{max} = 43,7 \text{ N/mm}^2 < \left(\frac{f_{y,k}}{\gamma_{m0}} \right) = \left(\frac{420}{1,05} \right) = 400 \text{ N/mm}^2$$

7.2.2. Modello B – Working position ($\alpha=55^\circ$)



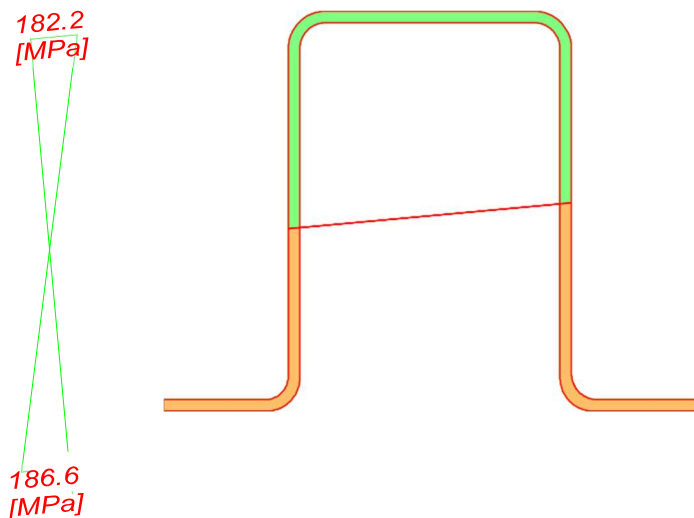
Modalità di verifica – metodo elastico

La sezione viene individuata tramite:

- poligoni, caratterizzanti aree che descrivono sezioni piene o vuoti all'interno di esse;
- barre, caratterizzanti aree di materiali considerate concentrate in un punto.

Le leggi costitutive dei materiali sono determinate dall'utente.

Nella definizione delle azioni agenti sulla sezione è possibile definire se le azioni sono assegnate rispetto al sistema di riferimento baricentrico della sezione in esame o se sono riferite al Sistema di Riferimento Globale dell'area di lavoro.



Condizione di carico	N [N]	Mx [Nm]	My [Nm]	Azione Baricentrica	S420	
					σ_{MIN} [MPa]	σ_{MAX} [MPa]
0001 Nodo 2	-4955.2	3200.8	355.6	Baricentrica	-38.0	36.8
0001 Nodo 4	-5728.4	4109.2	-43.3	Baricentrica	-46.2	41.6
0001 Nodo 6	-4955.2	3192.5	-423.3	Baricentrica	-38.5	38.0
0001 Nodo 84	-4736.3	772.7	158.6	Baricentrica	-11.2	8.4
0001 Nodo 87	-5509.4	1061.0	-11.2	Baricentrica	-13.7	8.9
0001 Nodo 90	-4736.3	769.2	-174.9	Baricentrica	-11.3	8.6
0002 Nodo 2	-6665.5	3198.9	429.3	Baricentrica	-39.2	37.1
0002 Nodo 4	-7689.5	4160.7	-43.8	Baricentrica	-47.6	41.3
0002 Nodo 6	-6665.5	3189.0	-497.0	Baricentrica	-39.7	38.3
0002 Nodo 84	-6446.5	771.2	207.1	Baricentrica	-12.3	8.3
0002 Nodo 87	-7470.5	1113.6	-11.8	Baricentrica	-15.2	8.6
0002 Nodo 90	-6446.5	766.6	-223.4	Baricentrica	-12.4	8.6
0003 Nodo 2	-8875.3	10951.3	818.2	Baricentrica	-124.0	123.6
0003 Nodo 4	-9700.2	11267.6	-841.1	Baricentrica	-128.3	127.7
0003 Nodo 6	-7958.0	7714.1	-541.8	Baricentrica	-88.2	86.3
0003 Nodo 84	-8656.3	2444.2	323.2	Baricentrica	-31.6	26.7
0003 Nodo 87	-9481.2	2646.6	-198.1	Baricentrica	-33.4	26.7
0003 Nodo 90	-7739.0	1742.7	-256.5	Baricentrica	-23.4	18.8
0004 Nodo 2	-8874.3	10951.7	1090.4	Baricentrica	-125.7	127.7
0004 Nodo 4	-9700.1	11265.2	-817.7	Baricentrica	-128.1	127.3
0004 Nodo 6	-7956.8	7707.2	-891.6	Baricentrica	-90.3	91.5
0004 Nodo 84	-8655.3	2444.3	377.1	Baricentrica	-31.9	27.5
0004 Nodo 87	-9481.1	2646.1	-193.2	Baricentrica	-33.4	26.7
0004 Nodo 90	-7737.9	1741.3	-325.9	Baricentrica	-23.9	19.9
0005 Nodo 2	-8874.8	10951.5	954.3	Baricentrica	-124.9	125.7

0005 Nodo 4	-9700.2	11266.4	-829.4	Baricentrica	-128.2	127.5
0005 Nodo 6	-7957.4	7710.6	-716.7	Baricentrica	-89.2	88.9
0005 Nodo 84	-8655.8	2444.3	350.2	Baricentrica	-31.7	27.1
0005 Nodo 87	-9481.2	2646.3	-195.6	Baricentrica	-33.4	26.7
0005 Nodo 90	-7738.4	1742.0	-291.2	Baricentrica	-23.6	19.3
0006 Nodo 2	-8637.4	16121.9	1230.7	Baricentrica	-180.7	184.4
0006 Nodo 4	-9079.6	15952.0	-1352.6	Baricentrica	-180.5	185.3
0006 Nodo 6	-7108.5	10728.6	-789.5	Baricentrica	-121.1	122.4
0006 Nodo 84	-8418.5	3561.2	397.0	Baricentrica	-43.6	39.7
0006 Nodo 87	-8860.6	3615.4	-317.7	Baricentrica	-44.1	39.1
0006 Nodo 90	-6889.5	2394.8	-288.0	Baricentrica	-30.1	26.6
0007 Nodo 2	-9493.1	16120.7	1131.4	Baricentrica	-180.5	182.5
0007 Nodo 4	-10060.1	15979.0	-1364.6	Baricentrica	-181.3	185.3
0007 Nodo 6	-7964.2	10730.3	-651.4	Baricentrica	-120.7	119.9
0007 Nodo 84	-9274.1	3560.4	394.3	Baricentrica	-44.0	39.2
0007 Nodo 87	-9841.2	3642.0	-320.4	Baricentrica	-44.8	39.0
0007 Nodo 90	-7745.2	2394.2	-277.5	Baricentrica	-30.4	26.0
0008 Nodo 2	-9492.0	16121.1	1403.6	Baricentrica	-182.2	186.6
0008 Nodo 4	-10060.0	15976.5	-1341.2	Baricentrica	-181.1	185.0
0008 Nodo 6	-7963.0	10723.4	-1001.3	Baricentrica	-122.7	125.1
0008 Nodo 84	-9273.0	3560.5	448.2	Baricentrica	-44.3	40.0
0008 Nodo 87	-9841.0	3641.5	-315.5	Baricentrica	-44.8	38.9
0008 Nodo 90	-7744.1	2392.8	-346.8	Baricentrica	-30.8	27.1
0009 Nodo 2	-9492.6	16120.9	1267.5	Baricentrica	-181.3	184.6
0009 Nodo 4	-10060.1	15977.8	-1352.9	Baricentrica	-181.2	185.1
0009 Nodo 6	-7963.6	10726.8	-826.4	Baricentrica	-121.7	122.5
0009 Nodo 84	-9273.6	3560.4	421.3	Baricentrica	-44.2	39.6
0009 Nodo 87	-9841.1	3641.7	-318.0	Baricentrica	-44.8	38.9
0009 Nodo 90	-7744.6	2393.5	-312.2	Baricentrica	-30.6	26.6

0010 Nodo 2	304.2	-11809.5	-738.4	Baricentrica	-135.4	128.7
0010 Nodo 4	-595.2	-9982.2	1399.8	Baricentrica	-127.2	113.5
0010 Nodo 6	-1367.5	-5984.6	151.5	Baricentrica	-66.3	63.4
0010 Nodo 84	472.6	-2485.5	-149.7	Baricentrica	-28.2	27.2
0010 Nodo 87	-426.7	-2020.8	327.2	Baricentrica	-26.5	23.1
0010 Nodo 90	-1199.0	-1229.0	5.4	Baricentrica	-13.6	12.4
0011 Nodo 2	303.6	-11809.7	-874.5	Baricentrica	-137.4	129.5
0011 Nodo 4	-595.2	-9980.9	1388.1	Baricentrica	-127.0	113.4
0011 Nodo 6	-1368.1	-5981.2	326.4	Baricentrica	-68.9	64.4
0011 Nodo 84	472.1	-2485.5	-176.7	Baricentrica	-28.6	27.4
0011 Nodo 87	-426.8	-2020.5	324.7	Baricentrica	-26.5	23.1
0011 Nodo 90	-1199.6	-1228.3	40.0	Baricentrica	-14.2	12.6
0012 Nodo 2	304.7	-11809.3	-602.3	Baricentrica	-133.3	127.9
0012 Nodo 4	-595.1	-9983.4	1411.5	Baricentrica	-127.3	113.6
0012 Nodo 6	-1366.9	-5988.1	-23.5	Baricentrica	-64.1	62.5
0012 Nodo 84	473.1	-2485.4	-122.7	Baricentrica	-27.8	27.1
0012 Nodo 87	-426.7	-2021.1	329.7	Baricentrica	-26.6	23.1
0012 Nodo 90	-1198.5	-1229.7	-29.3	Baricentrica	-13.9	12.6
0013 Nodo 2	219.5	-11477.3	-594.8	Baricentrica	-129.7	124.3
0013 Nodo 4	-1.1	-11981.3	509.3	Baricentrica	-134.6	129.4
0013 Nodo 6	-274.6	-9746.0	591.5	Baricentrica	-112.3	106.2
0013 Nodo 84	387.9	-2413.8	-119.7	Baricentrica	-27.0	26.3
0013 Nodo 87	167.4	-2452.9	116.3	Baricentrica	-27.7	26.6
0013 Nodo 90	-106.1	-2040.5	112.6	Baricentrica	-23.4	22.1
0014 Nodo 2	218.9	-11477.5	-730.9	Baricentrica	-131.8	125.1
0014 Nodo 4	-1.1	-11980.1	497.6	Baricentrica	-134.4	129.3
0014 Nodo 6	-275.2	-9742.6	766.4	Baricentrica	-114.9	107.2
0014 Nodo 84	387.4	-2413.8	-146.6	Baricentrica	-27.5	26.4
0014 Nodo 87	167.3	-2452.7	113.9	Baricentrica	-27.6	26.6

0014 Nodo 90	-106.7	-2039.8	147.3	Baricentrica	-23.9	22.3
0015 Nodo 2	220.0	-11477.1	-458.7	Baricentrica	-127.7	123.5
0015 Nodo 4	-1.0	-11982.5	521.0	Baricentrica	-134.8	129.5
0015 Nodo 6	-274.0	-9749.5	416.6	Baricentrica	-109.7	105.2
0015 Nodo 84	388.4	-2413.8	-92.7	Baricentrica	-26.6	26.1
0015 Nodo 87	167.4	-2453.2	118.8	Baricentrica	-27.7	26.7
0015 Nodo 90	-105.6	-2041.2	77.9	Baricentrica	-22.9	21.9
0016 Nodo 2	-8020.5	10952.1	690.6	Baricentrica	-122.9	122.1
0016 Nodo 4	-8719.7	11242.7	-848.7	Baricentrica	-127.6	128.0
0016 Nodo 6	-7103.3	7718.2	-388.3	Baricentrica	-86.9	84.4
0016 Nodo 84	-7801.6	2445.0	281.0	Baricentrica	-30.9	26.4
0016 Nodo 87	-8500.7	2620.4	-199.5	Baricentrica	-32.7	26.9
0016 Nodo 90	-6884.3	1744.4	-209.2	Baricentrica	-22.8	18.5
0017 Nodo 2	-1343.1	-6101.2	-560.5	Baricentrica	-73.3	66.9
0017 Nodo 4	-2119.8	-4722.9	807.1	Baricentrica	-63.2	53.7
0017 Nodo 6	-2346.2	-2602.7	252.2	Baricentrica	-32.4	27.9
0017 Nodo 84	-1174.6	-1253.6	-85.9	Baricentrica	-15.0	13.2
0017 Nodo 87	-1951.3	-885.6	188.8	Baricentrica	-13.1	9.6
0017 Nodo 90	-2177.7	-499.6	7.2	Baricentrica	-6.4	4.3
0018 Nodo 2	-1393.9	-5901.9	-474.3	Baricentrica	-69.9	64.2
0018 Nodo 4	-1763.3	-5922.3	272.7	Baricentrica	-67.7	63.3
0018 Nodo 6	-1690.4	-4859.5	516.2	Baricentrica	-60.0	53.6
0018 Nodo 84	-1225.4	-1210.6	-67.9	Baricentrica	-14.3	12.6
0018 Nodo 87	-1594.9	-1144.9	62.3	Baricentrica	-13.8	11.7
0018 Nodo 90	-1522.0	-986.5	71.5	Baricentrica	-12.2	10.1
0019 Nodo 2	-8018.8	10952.9	1144.3	Baricentrica	-125.6	128.9
0019 Nodo 4	-8719.5	11238.6	-809.6	Baricentrica	-127.3	127.3
0019 Nodo 6	-7101.3	7706.6	-971.4	Baricentrica	-90.4	93.1
0019 Nodo 84	-7799.8	2445.1	370.8	Baricentrica	-31.5	27.8

0019 Nodo 87	-8500.5	2619.5	-191.3	Baricentrica	-32.6	26.8
0019 Nodo 90	-6882.4	1742.1	-324.7	Baricentrica	-23.5	20.2
0020 Nodo 2	-1341.3	-6100.5	-106.8	Baricentrica	-66.5	64.2
0020 Nodo 4	-2119.6	-4727.0	846.1	Baricentrica	-63.8	54.0
0020 Nodo 6	-2344.2	-2614.2	-330.9	Baricentrica	-33.6	28.4
0020 Nodo 84	-1172.9	-1253.5	3.9	Baricentrica	-13.9	12.7
0020 Nodo 87	-1951.1	-886.5	197.0	Baricentrica	-13.2	9.7
0020 Nodo 90	-2175.8	-501.9	-108.4	Baricentrica	-7.9	5.0
0021 Nodo 2	-1392.1	-5901.1	-20.6	Baricentrica	-63.1	61.5
0021 Nodo 4	-1763.1	-5926.5	311.8	Baricentrica	-68.3	63.6
0021 Nodo 6	-1688.5	-4871.1	-66.9	Baricentrica	-53.1	50.8
0021 Nodo 84	-1223.7	-1210.4	22.0	Baricentrica	-13.7	12.3
0021 Nodo 87	-1594.7	-1145.7	70.4	Baricentrica	-13.9	11.8
0021 Nodo 90	-1520.0	-988.8	-44.0	Baricentrica	-11.8	10.0
0022 Nodo 2	-7939.0	10742.9	442.0	Baricentrica	-119.2	116.2
0022 Nodo 4	-10022.1	16014.3	1017.3	Baricentrica	-179.0	179.4
0022 Nodo 6	-9485.4	16103.9	-1401.5	Baricentrica	-182.6	187.5
0022 Nodo 84	-7720.0	2399.8	230.7	Baricentrica	-30.1	25.2
0022 Nodo 87	-9803.1	3649.3	242.1	Baricentrica	-44.3	37.6
0022 Nodo 90	-9266.5	3553.5	-455.2	Baricentrica	-44.4	40.3
0023 Nodo 2	-7937.9	10743.4	714.2	Baricentrica	-120.8	120.3
0023 Nodo 4	-10022.0	16011.8	1040.7	Baricentrica	-179.1	179.8
0023 Nodo 6	-9484.3	16097.0	-1751.4	Baricentrica	-184.6	192.7
0023 Nodo 84	-7718.9	2399.9	284.6	Baricentrica	-30.4	26.1
0023 Nodo 87	-9803.0	3648.7	247.0	Baricentrica	-44.3	37.7
0023 Nodo 90	-9265.3	3552.2	-524.5	Baricentrica	-44.8	41.4
0024 Nodo 2	-7938.4	10743.1	578.1	Baricentrica	-120.0	118.3
0024 Nodo 4	-10022.1	16013.0	1029.0	Baricentrica	-179.0	179.6
0024 Nodo 6	-9484.8	16100.4	-1576.5	Baricentrica	-183.6	190.1

0024 Nodo 84	-7719.5	2399.9	257.7	Baricentrica	-30.3	25.7
0024 Nodo 87	-9803.1	3649.0	244.5	Baricentrica	-44.3	37.7
0024 Nodo 90	-9265.9	3552.9	-489.9	Baricentrica	-44.6	40.8
0025 Nodo 2	-3828.3	3038.2	2009.6	Baricentrica	-46.8	60.4
0025 Nodo 4	-4483.1	3721.4	1051.5	Baricentrica	-47.7	53.0
0025 Nodo 6	-3876.8	3043.2	1358.4	Baricentrica	-42.4	50.7
0025 Nodo 84	-3659.9	717.6	463.6	Baricentrica	-12.2	12.9
0025 Nodo 87	-4314.6	932.6	215.5	Baricentrica	-13.1	11.1
0025 Nodo 90	-3708.4	717.0	194.5	Baricentrica	-10.4	8.8
0026 Nodo 2	-3746.5	2202.9	1967.1	Baricentrica	-38.1	51.0
0026 Nodo 4	-4330.3	2624.6	1063.3	Baricentrica	-36.3	41.7
0026 Nodo 6	-3795.0	2208.8	1417.7	Baricentrica	-34.2	42.8
0026 Nodo 84	-3578.0	539.0	452.9	Baricentrica	-10.3	10.9
0026 Nodo 87	-4161.9	704.6	218.0	Baricentrica	-10.6	8.8
0026 Nodo 90	-3626.5	538.5	208.3	Baricentrica	-8.6	7.2
0027 Nodo 2	-3877.0	2721.5	-1420.0	Baricentrica	-39.6	48.5
0027 Nodo 4	-4482.6	3697.4	-1129.9	Baricentrica	-48.0	54.2
0027 Nodo 6	-3828.5	2702.7	-2068.9	Baricentrica	-44.0	58.1
0027 Nodo 84	-3708.5	649.8	-208.9	Baricentrica	-9.8	8.4
0027 Nodo 87	-4314.2	927.6	-235.2	Baricentrica	-13.2	11.4
0027 Nodo 90	-3660.0	644.8	-477.4	Baricentrica	-11.6	12.4
0028 Nodo 2	-3795.1	1886.1	-1462.6	Baricentrica	-31.3	40.3
0028 Nodo 4	-4329.8	2600.5	-1118.0	Baricentrica	-36.5	42.5
0028 Nodo 6	-3746.6	1868.4	-2009.6	Baricentrica	-35.2	48.4
0028 Nodo 84	-3626.7	471.2	-219.6	Baricentrica	-8.0	6.7
0028 Nodo 87	-4161.4	699.6	-232.7	Baricentrica	-10.7	9.0
0028 Nodo 90	-3578.2	466.4	-463.7	Baricentrica	-9.7	10.3
0029 Nodo 2	-3940.8	3901.9	858.9	Baricentrica	-48.1	52.2
0029 Nodo 4	-4661.1	4992.6	274.2	Baricentrica	-56.2	54.6

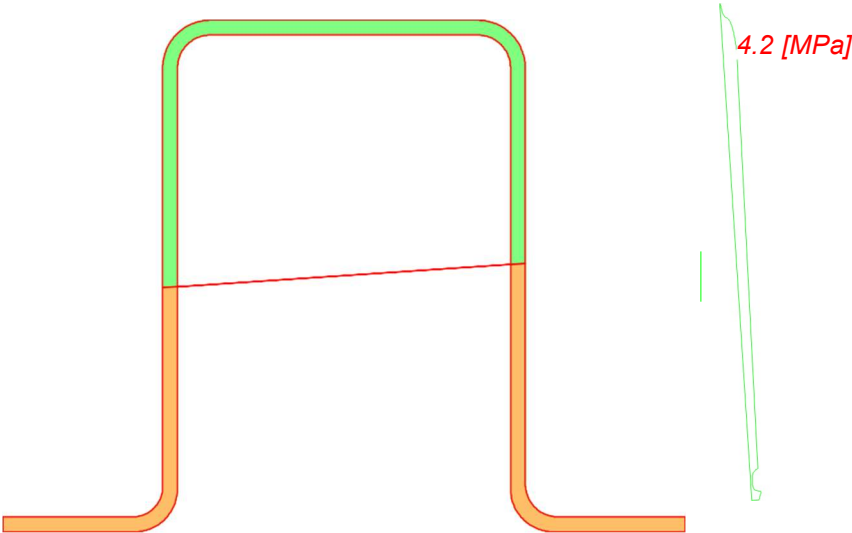
0029 Nodo 6	-3955.4	3897.4	89.7	Baricentrica	-43.3	40.6
0029 Nodo 84	-3772.4	902.3	240.8	Baricentrica	-12.7	11.4
0029 Nodo 87	-4492.7	1196.9	54.9	Baricentrica	-14.9	11.4
0029 Nodo 90	-3786.9	899.9	-56.7	Baricentrica	-11.5	8.7
0030 Nodo 2	-3955.4	3806.9	-170.0	Baricentrica	-42.9	41.1
0030 Nodo 4	-4661.0	4985.4	-380.2	Baricentrica	-57.0	56.4
0030 Nodo 6	-3940.9	3795.3	-938.5	Baricentrica	-47.6	52.6
0030 Nodo 84	-3787.0	882.0	39.0	Baricentrica	-11.2	8.2
0030 Nodo 87	-4492.5	1195.4	-80.3	Baricentrica	-15.1	11.8
0030 Nodo 90	-3772.4	878.3	-258.3	Baricentrica	-12.6	11.5
0031 Nodo 2	-3668.0	1117.4	717.1	Baricentrica	-18.1	20.9
0031 Nodo 4	-4151.9	1336.5	313.6	Baricentrica	-17.9	16.9
0031 Nodo 6	-3682.6	1116.3	287.3	Baricentrica	-15.2	14.4
0031 Nodo 84	-3499.6	306.8	205.1	Baricentrica	-6.2	4.7
0031 Nodo 87	-3983.5	436.8	63.1	Baricentrica	-6.8	3.7
0031 Nodo 90	-3514.1	305.1	-10.8	Baricentrica	-4.9	1.8
0032 Nodo 2	-3682.6	1022.4	-311.8	Baricentrica	-14.4	13.9
0032 Nodo 4	-4151.8	1329.3	-340.8	Baricentrica	-18.0	17.3
0032 Nodo 6	-3668.1	1014.1	-740.9	Baricentrica	-17.3	20.3
0032 Nodo 84	-3514.2	286.5	3.3	Baricentrica	-4.6	1.5
0032 Nodo 87	-3983.3	435.3	-72.1	Baricentrica	-6.8	3.9
0032 Nodo 90	-3499.6	283.4	-212.4	Baricentrica	-6.0	4.6

La verifica è pienamente soddisfatta in quanto risulta:

$$\sigma_{max} = 186,6 \text{ N/mm}^2 < \left(\frac{f_{y,k}}{\gamma_{m0}} \right) = \left(\frac{420}{1,05} \right) = 400 \text{ N/mm}^2$$

7.2.3. Verifica di Resistenza a Taglio- Modello B – Working position ($\alpha=55^\circ$)

- Vx -435.3 [N]
- Vy 6715.5 [N]



Momento d'inerzia rispetto all'asse neutro della flessione correlata $J=15433742335049$ [mm⁴]

N.B. Le caratteristiche inerziali riportate sono moltiplicate per i moduli elastici delle aree cui afferiscono.

Es. $J=\sum_{i=1}^n A_i J_i E_i$

x [mm]	y [mm]	B [mm]	S [mm ³]	τ [MPa]
2720.61	2147.60	76.90	40272580103	0.2
2720.61	2147.57	Errore		
2720.61	2147.53	Errore		
2720.61	2147.50	Errore		
2720.61	2147.48	76.04	41686463926	0.2
2720.62	2147.42	75.42	42386895958	0.2
2720.62	2147.35	74.64	43193502844	0.3
2720.63	2147.27	73.70	44103798513	0.3
2720.63	2147.18	72.61	45110572947	0.3
2720.64	2147.09	71.36	46207775060	0.3
2720.65	2146.98	69.96	47390522929	0.3

2720.65	2146.86	68.41	48644932194	0.3
2720.66	2146.74	66.71	49969782606	0.3
2720.67	2146.60	64.86	51350042329	0.3
2720.68	2146.46	62.87	52779993423	0.4
2720.69	2146.30	60.73	54247428226	0.4
2720.70	2146.14	58.45	55743892359	0.4
2720.71	2145.97	56.04	57253472310	0.4
2720.72	2145.79	53.49	58769428471	0.5
2720.74	2145.60	50.80	60277542199	0.5
2720.75	2145.40	47.97	61767282402	0.6
2720.76	2145.19	45.02	63225146486	0.6
2720.78	2144.98	41.94	64638415075	0.7
2720.79	2144.76	38.73	65993369029	0.7
2720.81	2144.53	35.39	67280941114	0.8
2720.82	2144.29	31.94	68484840202	0.9
2720.84	2144.04	28.36	69594408051	1.1
2720.85	2143.79	24.66	70595917341	1.2
2720.87	2143.53	20.84	71477715484	1.5
2720.89	2143.26	16.92	72225944391	1.9
2720.91	2142.99	13.81	72838546834	2.3
2720.92	2142.71	12.83	73385113641	2.5
2720.94	2142.42	12.20	73911396262	2.6
2720.96	2142.12	11.73	74423912363	2.8
2720.98	2141.82	11.36	74926730627	2.9
2721.00	2141.52	11.05	75421893195	3.0
2721.02	2141.20	10.77	75910985538	3.1
2721.04	2140.89	10.54	76395163101	3.2
2721.06	2140.56	10.33	76874995287	3.2
2721.08	2140.24	10.15	77350739775	3.3
2721.10	2139.90	10.00	77823683566	3.4
2721.13	2139.57	9.86	78293924037	3.5
2721.15	2139.22	9.74	78761271863	3.5

2721.17	2138.88	9.64	79226667561	3.6
2721.19	2138.53	9.55	79690432419	3.6
2721.22	2138.17	9.47	80152485802	3.7
2721.24	2137.82	9.39	80612360635	3.7
2721.26	2137.46	9.33	81070829826	3.8
2721.29	2137.09	9.27	81527453906	3.8
2721.31	2136.73	9.22	81981997954	3.9
2721.33	2136.36	9.18	82434903275	3.9
2721.36	2135.99	9.14	82886032820	4.0
2721.38	2135.62	9.12	83335717544	4.0
2721.41	2135.24	9.08	83781535323	4.0
2721.43	2134.87	9.06	84225874040	4.1
2721.46	2134.49	9.05	84669112082	4.1
2721.48	2134.11	9.02	85108001091	4.1
2721.50	2133.74	9.02	85544970092	4.1
2721.53	2133.36	9.01	85979706863	4.2
2721.55	2132.98	9.01	86411239246	4.2
2721.58	2132.60	9.02	86840476629	4.2
2721.60	2132.22	9.02	87266656108	4.2
2729.74	2006.75	14.73	77962885657	2.3
2729.76	2006.44	19.79	77204732546	1.7
2729.78	2006.12	24.90	76216688734	1.3
2729.80	2005.81	30.07	74994853598	1.1
2729.82	2005.50	35.30	73538134978	0.9
2729.84	2005.18	40.63	71840601673	0.8
2729.86	2004.87	46.09	69899340788	0.7
2729.88	2004.56	52.00	67704248843	0.6
2729.90	2004.25	55.09	65268078455	0.5
2729.92	2003.94	54.87	62808733420	0.5
2729.94	2003.64	54.64	60364550435	0.5
2729.96	2003.34	54.39	57940915371	0.5
2729.98	2003.04	54.13	55540533481	0.4

2730.00	2002.74	53.85	53164639459	0.4
2730.02	2002.45	52.09	50829475115	0.4
2730.03	2002.16	47.26	48678804487	0.4
2730.05	2001.87	42.47	46752492086	0.5
2730.07	2001.59	37.70	45051069376	0.5
2730.09	2001.31	32.97	43568077579	0.6
2730.11	2001.04	28.25	42301667223	0.7
2730.12	2000.77	23.54	41244815613	0.8
2730.14	2000.51	18.80	40394837549	0.9
2730.16	2000.25	13.97	39747759816	1.2
2730.17	2000.00	8.64	39306818140	2.0
2730.19	1999.76	5.89	39065637948	2.9
2730.20	1999.52	5.99	38845808815	2.8
2730.22	1999.29	6.10	38627363811	2.8
2730.23	1999.06	6.21	38410675727	2.7
2730.25	1998.84	6.32	38196229417	2.6
2730.26	1998.63	6.45	37984245821	2.6
2730.28	1998.43	6.58	37774965823	2.5
2730.29	1998.23	6.71	37568989173	2.4
2730.30	1998.04	6.85	37366774158	2.4
2730.31	1997.86	7.00	37168311173	2.3
2730.32	1997.69	7.15	36974079541	2.3
2730.33	1997.52	7.31	36784864892	2.2
2730.34	1997.37	7.48	36600557138	2.1
2730.35	1997.22	7.65	36422363065	2.1
τ_{Max}				4.2

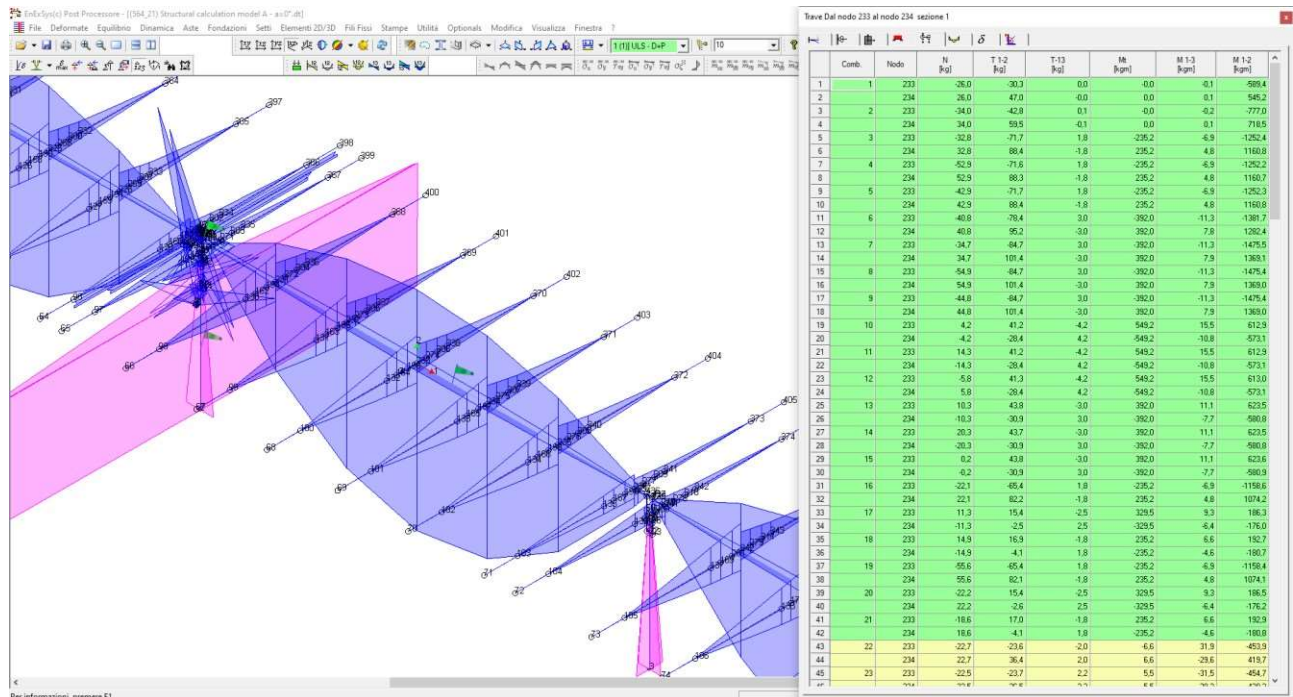
La verifica risulta essere soddisfatta in quanto risulta:

$$f_{yk} \quad 420$$

$$\tau_{max} = 4,2 \text{ MPa} < \frac{f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_m} = \frac{420}{\sqrt{3} \cdot 1,05} = 230,9 \text{ MPa}$$

7.3. Main Beam 150 x 150 x 2.5 mm

7.3.1. Modello A – Stow position ($\alpha=0^\circ$)



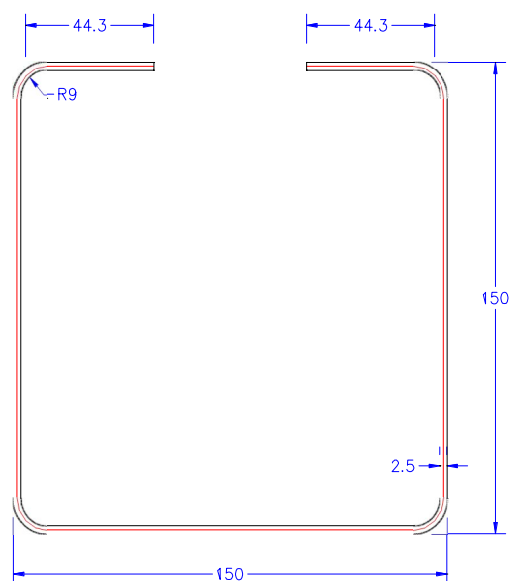
Per il calcolo delle sezioni in classe 4 abbiamo utilizzato la EN 1995-1-5 per calcolare l'Area efficace e stimato il valore di resistenza mediante un procedimento iterativo come previsto dalla stessa EN 1995-1-5.

Di seguito si riporta il calcolo per la sezione efficace con il calcolo della lunghezza efficace calcolato per il tratto compresso. Nel Modello A la sezione è retta pertanto risulta interamente compressa la parte superiore del tubolare e pertanto $\psi=1$

$f_y =$	420	N/mm ²
$E =$	0,75	
$\psi_{M0} =$	1,05	safety factor
$E =$	210000	N/mm ²
$f_y / \psi_{M0} =$	400,0	N/mm ²
lato tubolare $b =$	150	mm - main beam dimension
spessore tubolare $t =$	2,5	mm - thickness main beam
raggio di curvatura $r =$	9	mm - internal corner radius
$b' =$	141,5	mm
$b'/t =$	56,6	
Class of corss section	4	

$\psi = \alpha_2 / \alpha_1 =$	1	(stress ratio)
bickling factor $k_\alpha =$	4,00	
$\bar{\lambda}_p = \sqrt{\frac{f_y}{\sigma_{cr}}} = \frac{\bar{b}/t}{28,4 \varepsilon \sqrt{k_\sigma}}$	1,332	plate slenderness
$\rho = \frac{\bar{\lambda}_p - 0,055 (3 + \psi)}{\bar{\lambda}_p^2}$	0,627	reduction factor
$b_{eff} = b' \cdot \rho =$	88,7	mm
$b_{eff}/2 =$	44,3	mm

Pertanto la sezione efficace su cui saranno effettuate le verifiche è



Area: 1299.7040
Perimetro: 1044.8641
Baricentro: X: 0.0000
Y: -7.5037
Momenti di inerzia: X: 4385847.7649
Y: 5074292.9226
Prodotti di inerzia: XY: 0.0000
Raggi di girazione: X: 58.0904
Y: 62.4835
Momenti principali e direzione X-Y rispetto al baricentro:
I: 4312666.4586 lungo [1.0000 0.0000]
J: 5074292.9226 lungo [0.0000 1.0000]

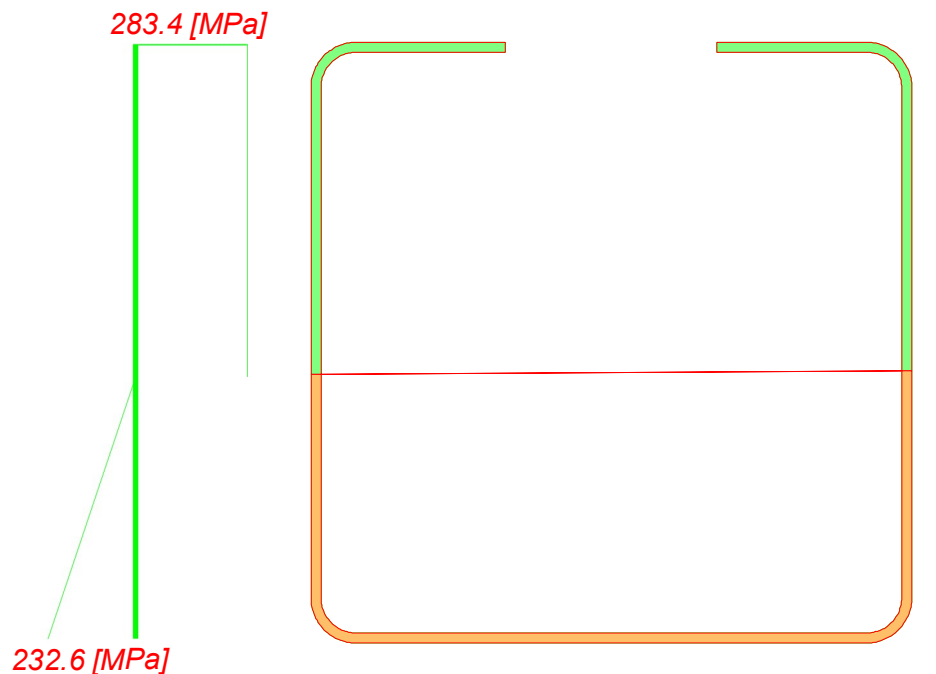
Modalità di verifica – metodo elastico

La sezione viene individuata tramite:

- poligonali, caratterizzanti aree che descrivono sezioni piene o vuoti all'interno di esse;
- barre, caratterizzanti aree di materiali considerate concentrate in un punto.

Le leggi costitutive dei materiali sono determinate dall'utente.

Nella definizione delle azioni agenti sulla sezione è possibile definire se le azioni sono assegnate rispetto al sistema di riferimento baricentrico della sezione in esame o se sono riferite al Sistema di Riferimento Globale dell'area di lavoro.



Condizione di carico	N [N]	Mx [Nm]	My [Nm]	Azione Baricentrica	S420	
					σ_{MIN} [MPa]	σ_{MAX} [MPa]
0001 Nodo 232	260.0	5110.8	1.9	Baricentrica	-97.6	80.2
0001 Nodo 233	260.0	5894.2	1.5	Baricentrica	-112.6	92.5
0002 Nodo 232	340.1	6737.6	2.5	Baricentrica	-128.7	105.7
0002 Nodo 233	340.1	7769.5	1.9	Baricentrica	-148.4	121.9
0003 Nodo 232	328.3	10803.1	90.0	Baricentrica	-207.5	170.5
0003 Nodo 233	328.3	12523.7	68.9	Baricentrica	-240.2	197.1
0004 Nodo 232	529.4	10801.6	90.0	Baricentrica	-207.4	170.6
0004 Nodo 233	529.4	12522.5	68.9	Baricentrica	-240.0	197.3
0005 Nodo 232	428.8	10802.3	90.0	Baricentrica	-207.5	170.5
0005 Nodo 233	428.8	12523.1	68.9	Baricentrica	-240.1	197.2
0006 Nodo 232	407.9	11885.3	147.8	Baricentrica	-228.9	188.2
0006 Nodo 233	407.9	13816.8	113.1	Baricentrica	-265.4	218.0
0007 Nodo 232	347.4	12699.5	148.1	Baricentrica	-244.5	200.9
0007 Nodo 233	347.4	14755.1	113.3	Baricentrica	-283.4	232.6
0008 Nodo 232	548.5	12698.0	148.1	Baricentrica	-244.4	201.0
0008 Nodo 233	548.5	14753.9	113.3	Baricentrica	-283.3	232.8
0009 Nodo 232	448.0	12698.7	148.1	Baricentrica	-244.4	200.9
0009 Nodo 233	448.0	14754.5	113.3	Baricentrica	-283.3	232.7
0010 Nodo 232	-42.4	-5181.1	-202.8	Baricentrica	-83.7	101.6
0010 Nodo 233	-42.4	-6129.3	-155.2	Baricentrica	-97.9	119.2
0011 Nodo 232	-143.0	-5180.3	-202.8	Baricentrica	-83.7	101.5
0011 Nodo 233	-143.0	-6128.7	-155.1	Baricentrica	-98.0	119.1
0012 Nodo 232	58.2	-5181.9	-202.8	Baricentrica	-83.6	101.7
0012 Nodo 233	58.2	-6129.9	-155.2	Baricentrica	-97.8	119.3
0013 Nodo 232	-102.6	-5312.4	-145.3	Baricentrica	-85.0	103.4

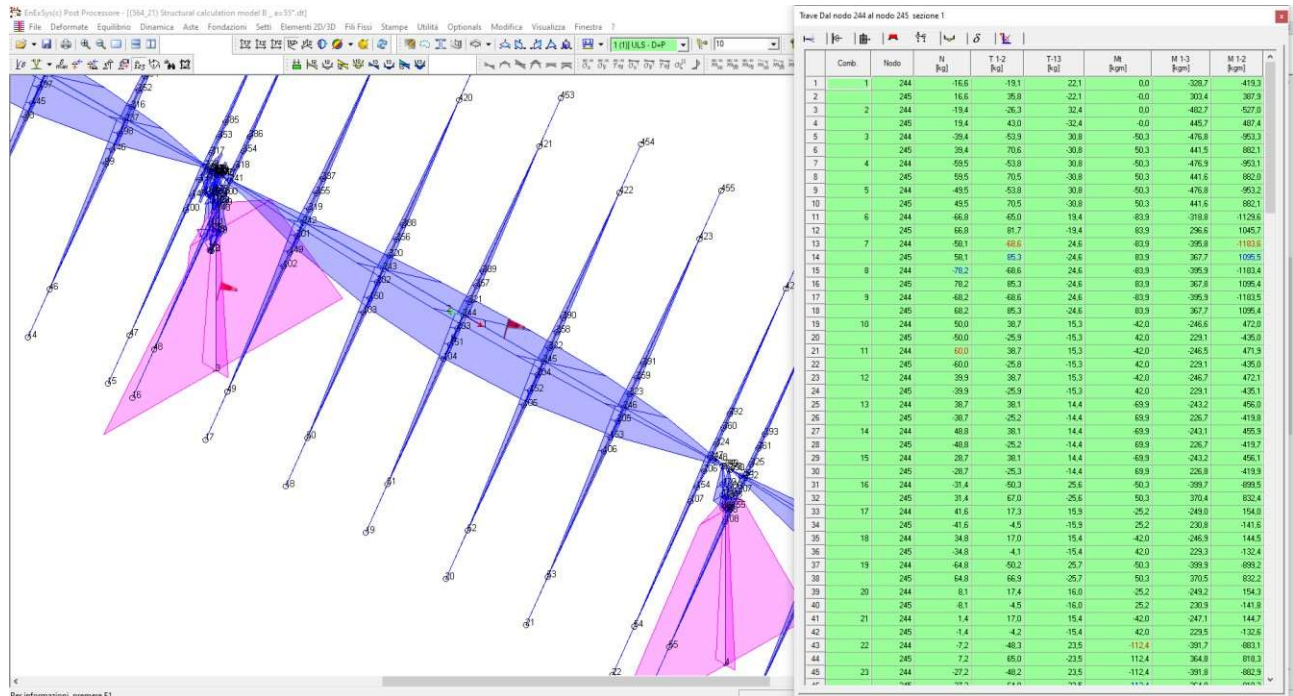
0013 Nodo 233	-102.6	-6235.2	-111.2	Baricentrica	-99.1	120.6
0014 Nodo 232	-203.2	-5311.7	-145.3	Baricentrica	-85.1	103.3
0014 Nodo 233	-203.2	-6234.6	-111.2	Baricentrica	-99.1	120.5
0015 Nodo 232	-2.1	-5313.2	-145.3	Baricentrica	-85.0	103.5
0015 Nodo 233	-2.1	-6235.8	-111.2	Baricentrica	-99.0	120.7
0016 Nodo 232	221.2	9990.2	89.7	Baricentrica	-192.1	157.7
0016 Nodo 233	221.2	11586.4	68.7	Baricentrica	-222.3	182.4
0017 Nodo 232	-113.1	-1534.8	-121.1	Baricentrica	-25.6	30.8
0017 Nodo 233	-113.1	-1863.0	-92.6	Baricentrica	-30.4	36.7
0018 Nodo 232	-149.2	-1613.6	-86.6	Baricentrica	-26.5	31.8
0018 Nodo 233	-149.2	-1926.5	-66.2	Baricentrica	-31.1	37.6
0019 Nodo 232	556.4	9987.6	89.7	Baricentrica	-191.8	157.9
0019 Nodo 233	556.4	11584.5	68.7	Baricentrica	-222.1	182.6
0020 Nodo 232	222.2	-1537.4	-121.1	Baricentrica	-25.4	31.1
0020 Nodo 233	222.2	-1864.9	-92.6	Baricentrica	-30.2	37.0
0021 Nodo 232	186.0	-1616.2	-86.6	Baricentrica	-26.2	32.2
0021 Nodo 233	186.0	-1928.5	-66.3	Baricentrica	-30.9	37.9
0022 Nodo 232	358.9	3938.9	-276.8	Baricentrica	-78.6	65.4
0022 Nodo 233	358.9	4539.2	-309.2	Baricentrica	-90.5	75.2
0023 Nodo 232	357.1	3945.8	274.6	Baricentrica	-78.7	65.5
0023 Nodo 233	357.1	4546.5	306.0	Baricentrica	-90.6	75.3
0024 Nodo 232	42.9	3917.1	-271.7	Baricentrica	-78.3	64.8
0024 Nodo 233	42.9	4521.5	-303.7	Baricentrica	-90.3	74.6
0025 Nodo 232	41.0	3923.9	279.8	Baricentrica	-78.6	65.0
0025 Nodo 233	41.0	4528.8	311.4	Baricentrica	-90.5	74.8
0026 Nodo 232	250.5	3923.2	-918.4	Baricentrica	-86.6	73.3
0026 Nodo 233	250.5	4524.5	-1024.9	Baricentrica	-99.5	84.1
0027 Nodo 232	155.6	3916.7	-916.8	Baricentrica	-86.5	73.1
0027 Nodo 233	155.6	4519.2	-1023.3	Baricentrica	-99.4	83.9

0028 Nodo 232	244.3	3946.2	919.8	Baricentrica	-87.1	73.7
0028 Nodo 233	244.3	4548.9	1025.6	Baricentrica	-99.9	84.5
0029 Nodo 232	149.5	3939.6	921.3	Baricentrica	-87.0	73.5
0029 Nodo 233	149.5	4543.5	1027.2	Baricentrica	-99.9	84.3

La verifica è pienamente soddisfatta in quanto risulta:

$$\sigma_{max} = 283,4 \text{ N/mm}^2 < \left(\frac{f_{y,k}}{\gamma_{m0}} \right) = \left(\frac{420}{1,05} \right) = 400 \text{ N/mm}^2$$

7.3.2. Modello B – Working position ($\alpha=55^\circ$)



A favore di sicurezza si considera il calcolo della sezione efficace eseguito per il Modello A anche se in questo caso essendo una flessione deviata la riduzione del tratto compresso efficace sarebbe minore.

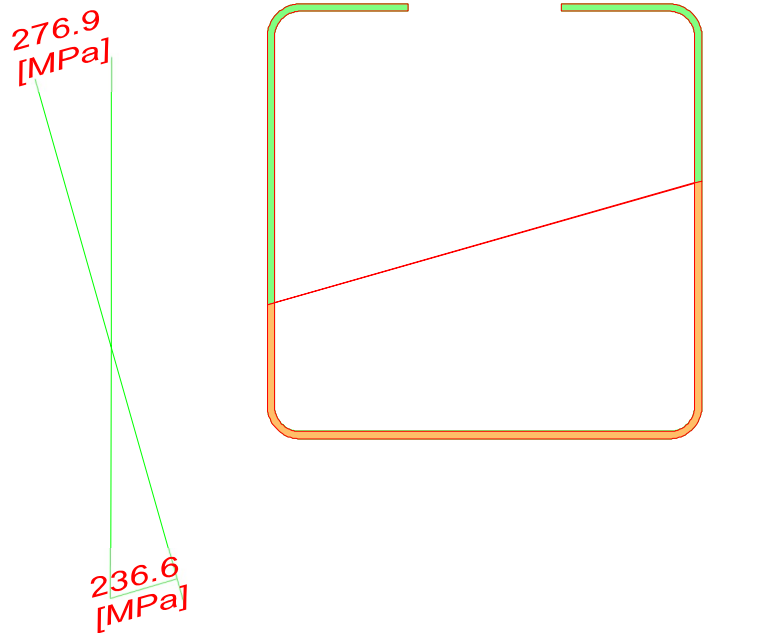
Modalità di verifica – metodo elastico

La sezione viene individuata tramite:

- poligonali, caratterizzanti aree che descrivono sezioni piene o vuoti all'interno di esse;
- barre, caratterizzanti aree di materiali considerate concentrate in un punto.

Le leggi costitutive dei materiali sono determinate dall'utente.

Nella definizione delle azioni agenti sulla sezione è possibile definire se le azioni sono assegnate rispetto al sistema di riferimento baricentrico della sezione in esame o se sono riferite al Sistema di Riferimento Globale dell'area di lavoro.



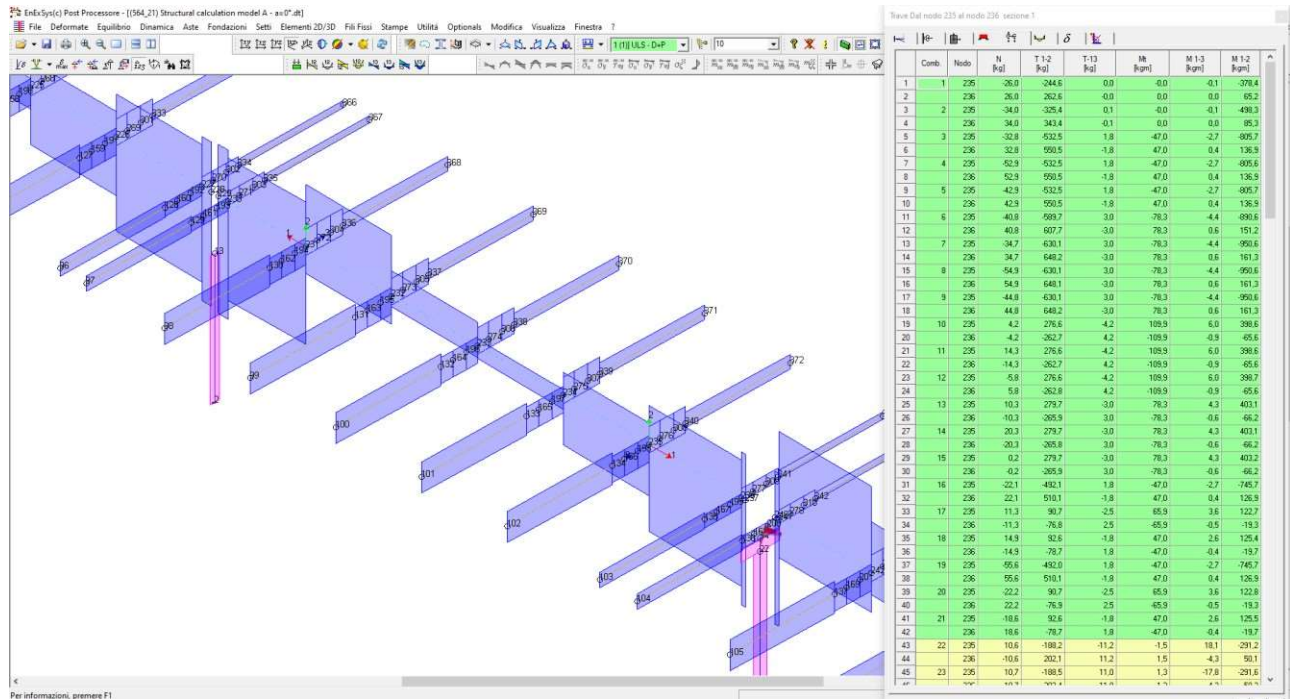
Condizione di carico	N [N]	Mx [Nm]	My [Nm]	Azione Baricentrica	S420	
					σ_{MIN} [MPa]	σ_{MAX} [MPa]
0001 Nodo 243	166.4	3636.7	2856.1	Baricentrica	-107.2	94.8
0001 Nodo 244	166.4	4193.0	3286.6	Baricentrica	-123.6	109.2
0002 Nodo 243	193.8	4572.1	4194.6	Baricentrica	-143.2	127.6
0002 Nodo 244	193.8	5270.4	4827.3	Baricentrica	-165.0	147.0
0003 Nodo 243	394.4	8253.5	4116.7	Baricentrica	-211.2	183.0
0003 Nodo 244	394.4	9533.0	4767.7	Baricentrica	-244.1	211.6
0004 Nodo 243	595.1	8251.2	4118.2	Baricentrica	-211.0	183.2
0004 Nodo 244	595.1	9531.3	4768.9	Baricentrica	-243.9	211.7
0005 Nodo 243	494.8	8252.3	4117.5	Baricentrica	-211.1	183.1
0005 Nodo 244	494.8	9532.2	4768.3	Baricentrica	-244.0	211.6
0006 Nodo 243	668.1	9770.4	2727.5	Baricentrica	-221.4	188.4
0006 Nodo 244	668.1	11296.0	3188.2	Baricentrica	-256.5	218.2
0007 Nodo 243	581.4	10239.3	3396.0	Baricentrica	-239.1	204.4

0007 Nodo 244	581.4	11835.5	3958.0	Baricentrica	-276.9	236.6
0008 Nodo 243	782.1	10237.0	3397.5	Baricentrica	-239.0	204.5
0008 Nodo 244	782.1	11833.8	3959.2	Baricentrica	-276.7	236.8
0009 Nodo 243	681.8	10238.1	3396.7	Baricentrica	-239.1	204.5
0009 Nodo 244	681.8	11834.6	3958.6	Baricentrica	-276.8	236.7
0010 Nodo 243	-499.7	-4107.9	2115.8	Baricentrica	-92.2	105.8
0010 Nodo 244	-499.7	-4719.9	2466.1	Baricentrica	-106.4	122.1
0011 Nodo 243	-600.0	-4106.7	2115.0	Baricentrica	-92.3	105.7
0011 Nodo 244	-600.0	-4719.0	2465.5	Baricentrica	-106.5	122.0
0012 Nodo 243	-399.4	-4109.0	2116.6	Baricentrica	-92.2	105.9
0012 Nodo 244	-399.4	-4720.8	2466.7	Baricentrica	-106.3	122.2
0013 Nodo 243	-387.2	-3978.9	2070.9	Baricentrica	-89.6	102.8
0013 Nodo 244	-387.2	-4560.3	2431.7	Baricentrica	-103.4	118.7
0014 Nodo 243	-487.5	-3977.8	2070.1	Baricentrica	-89.6	102.7
0014 Nodo 244	-487.5	-4559.5	2431.1	Baricentrica	-103.4	118.6
0015 Nodo 243	-286.8	-3980.1	2071.7	Baricentrica	-89.5	102.9
0015 Nodo 244	-286.8	-4561.2	2432.3	Baricentrica	-103.3	118.8
0016 Nodo 243	313.9	7786.5	3446.9	Baricentrica	-193.4	166.8
0016 Nodo 244	313.9	8994.9	3997.0	Baricentrica	-223.7	192.9
0017 Nodo 243	-415.8	-1343.8	2147.0	Baricentrica	-50.7	54.8
0017 Nodo 244	-415.8	-1540.3	2489.9	Baricentrica	-58.5	63.2
0018 Nodo 243	-348.3	-1266.5	2120.1	Baricentrica	-49.2	53.0
0018 Nodo 244	-348.3	-1444.6	2469.3	Baricentrica	-56.8	61.3
0019 Nodo 243	648.3	7782.8	3449.5	Baricentrica	-193.1	167.0
0019 Nodo 244	648.3	8992.0	3998.9	Baricentrica	-223.4	193.1
0020 Nodo 243	-81.4	-1347.6	2149.6	Baricentrica	-50.6	55.1
0020 Nodo 244	-81.4	-1543.2	2491.9	Baricentrica	-58.3	63.6
0021 Nodo 243	-13.9	-1270.2	2122.6	Baricentrica	-49.0	53.4
0021 Nodo 244	-13.9	-1447.5	2471.3	Baricentrica	-56.6	61.6

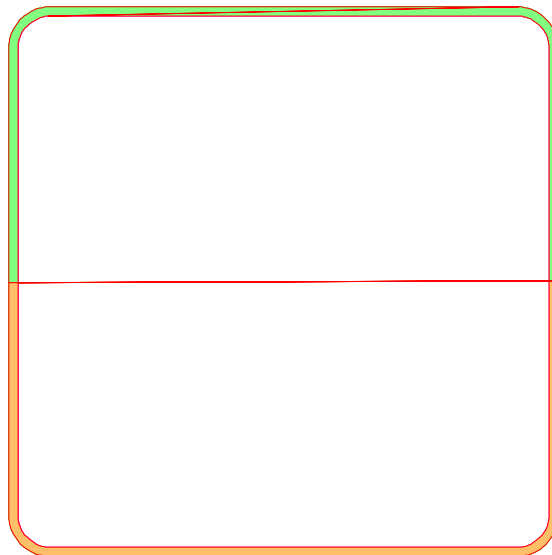
0022 Nodo 243	71.6	7624.9	3341.7	Baricentrica	-189.1	162.7
0022 Nodo 244	71.6	8830.9	3916.5	Baricentrica	-219.7	189.1
0023 Nodo 243	272.3	7622.7	3343.3	Baricentrica	-189.0	162.8
0023 Nodo 244	272.3	8829.2	3917.7	Baricentrica	-219.5	189.2
0024 Nodo 243	171.9	7623.8	3342.5	Baricentrica	-189.0	162.8
0024 Nodo 244	171.9	8830.1	3917.1	Baricentrica	-219.6	189.1
0025 Nodo 243	357.4	2669.2	2385.9	Baricentrica	-82.5	73.8
0025 Nodo 244	357.4	3070.1	2733.7	Baricentrica	-94.8	84.7
0026 Nodo 243	339.7	2348.8	2767.1	Baricentrica	-82.0	74.3
0026 Nodo 244	339.7	2688.5	3155.0	Baricentrica	-93.7	84.9
0027 Nodo 243	-83.8	3246.2	1626.8	Baricentrica	-83.3	71.9
0027 Nodo 244	-83.8	3762.3	1901.3	Baricentrica	-96.8	83.6
0028 Nodo 243	-101.4	2925.8	2008.0	Baricentrica	-82.5	72.1
0028 Nodo 244	-101.4	3380.7	2322.6	Baricentrica	-95.3	83.4
0029 Nodo 243	223.5	3244.9	1675.5	Baricentrica	-83.7	72.8
0029 Nodo 244	223.5	3757.7	1950.9	Baricentrica	-97.1	84.4
0030 Nodo 243	91.2	3418.0	1447.7	Baricentrica	-84.1	72.3
0030 Nodo 244	91.2	3965.3	1701.2	Baricentrica	-97.8	84.2
0031 Nodo 243	164.8	2177.0	2946.2	Baricentrica	-81.5	74.2
0031 Nodo 244	164.8	2485.5	3355.2	Baricentrica	-93.0	84.6
0032 Nodo 243	32.4	2350.1	2718.5	Baricentrica	-81.6	73.4
0032 Nodo 244	32.4	2693.2	3105.5	Baricentrica	-93.3	84.0

La verifica è pienamente soddisfatta in quanto risulta:

$$\sigma_{max} = 276,9 \text{ N/mm}^2 < \left(\frac{f_{y,k}}{\gamma_{m0}} \right) = \left(\frac{420}{1,05} \right) = 400 \text{ N/mm}^2$$

7.3.3. Verifica di Resistenza a Taglio- Modello A – Stow position ($\alpha=0^\circ$)

- V_x -30.4 [N]
- V_y 7320.5 [N]



8.3 [MPa]

Momento d'inerzia rispetto all'asse neutro della flessione correlata $J = 10720853615946$ [mm⁴]

N.B. Le caratteristiche inerziali riportate sono moltiplicate per i moduli elastici delle aree cui afferiscono.

$$Es. J = \sum_{i=1}^n A_i J_i$$

x [mm]	y [mm]	B [mm]	S [mm ³]	τ [MPa]
1970.74	1575.11	138.08	47617998615	0.2
1970.74	1575.08	129.50	48315344114	0.3
1970.74	1575.02	115.24	49397692757	0.3
1970.74	1574.94	95.36	50708207340	0.4
1970.74	1574.83	69.86	52030216469	0.5
1970.74	1574.71	38.85	53090623464	0.9
1970.74	1574.56	10.94	53588787278	3.3
1970.74	1574.38	9.78	53858435316	3.8
1970.74	1574.19	9.05	54135745157	4.1
1970.74	1573.97	8.47	54421867990	4.4
1970.74	1573.47	7.58	55015677212	5.0
1970.75	1572.90	6.91	55632146109	5.5
1970.75	1572.90	6.90	55633631116	5.5
1970.75	1572.59	6.64	55947304409	5.7
1970.75	1572.32	6.43	56200939458	6.0
1970.75	1572.26	6.38	56263936481	6.0
1970.75	1572.01	6.24	56495578124	6.2
1970.75	1571.80	6.12	56678018551	6.3
1970.75	1571.67	6.06	56795597819	6.4
1970.75	1571.22	5.84	57189164985	6.7
1970.75	1571.17	5.82	57228003421	6.7
1970.75	1570.84	5.67	57504319323	6.9
1970.76	1570.58	5.59	57712713998	7.0
1970.76	1570.38	5.53	57871224544	7.1
1970.76	1570.24	5.47	57977691054	7.2
1970.76	1569.97	5.42	58193512798	7.3
1970.76	1569.78	5.39	58331086657	7.4
1970.76	1569.54	5.33	58515226279	7.5
1970.76	1569.37	5.30	58642828389	7.6
1970.76	1569.11	5.25	58835503701	7.7

1970.76	1568.95	5.22	58956725974	7.7
1970.76	1568.67	5.18	59154638681	7.8
1970.76	1568.51	5.15	59267387532	7.9
1970.77	1568.23	5.12	59472112023	7.9
1970.77	1568.07	5.10	59580952918	8.0
1970.77	1567.78	5.07	59787900509	8.1
1970.77	1567.63	5.06	59892159386	8.1
1970.77	1567.32	5.04	60101880266	8.2
1970.77	1567.18	5.03	60202414386	8.2
1970.77	1566.87	5.01	60413484432	8.2
1970.77	1566.72	5.01	60513163981	8.3
1970.77	1566.41	5.01	60724284847	8.3
1970.77	1566.27	5.00	60820766117	8.3
1970.78	1565.81	5.00	61127032922	8.3
1971.30	1438.91	5.00	61127038121	8.3
1971.30	1438.45	5.00	60820870303	8.3
1971.30	1438.31	5.01	60724289966	8.3
1971.31	1438.00	5.01	60513167532	8.3
1971.31	1437.85	5.01	60413596943	8.2
1971.31	1437.54	5.03	60202522879	8.2
1971.31	1437.40	5.03	60101879823	8.2
1971.31	1437.09	5.06	59892170506	8.1
1971.31	1436.94	5.07	59788006057	8.1
1971.31	1436.65	5.10	59580961826	8.0
1971.31	1436.49	5.12	59472123151	7.9
1971.31	1436.21	5.15	59267499482	7.9
1971.31	1436.05	5.18	59154644686	7.8
1971.32	1435.77	5.22	58956723567	7.7
1971.32	1435.61	5.25	58835610191	7.7
1971.32	1435.35	5.30	58642816006	7.6
1971.32	1435.18	5.33	58515223778	7.5
1971.32	1434.94	5.39	58331082420	7.4

1971.32	1434.75	5.42	58193515023	7.3
1971.32	1434.48	5.47	57977689437	7.2
1971.32	1434.34	5.53	57871223814	7.1
1971.32	1434.14	5.59	57712825007	7.0
1971.32	1433.88	5.67	57504310906	6.9
1971.32	1433.55	5.82	57228121154	6.7
1971.32	1433.50	5.84	57189153031	6.7
1971.33	1433.05	6.06	56795725724	6.4
1971.33	1432.92	6.12	56678009372	6.3
1971.33	1432.71	6.24	56495686541	6.2
1971.33	1432.46	6.38	56264050613	6.0
1971.33	1432.40	6.43	56201064262	6.0
1971.33	1432.13	6.64	55947406314	5.7
1971.33	1431.82	6.90	55633735439	5.5
1971.33	1431.82	6.91	55632241860	5.5
1971.33	1431.32	7.48	55094918356	5.0
1971.33	1431.25	7.58	55015740545	5.0
1971.33	1431.10	7.82	54842889592	4.8
1971.34	1430.90	8.18	54605477963	4.6
1971.34	1430.75	8.47	54421918751	4.4
1971.34	1430.72	8.54	54383379795	4.3
1971.34	1430.57	8.95	54176934469	4.1
1971.34	1430.53	9.06	54135634325	4.1
1971.34	1430.43	9.39	53995345784	3.9
1971.34	1430.34	9.78	53858325634	3.8
1971.34	1430.32	9.84	53837615101	3.7
1971.34	1430.24	10.31	53707764499	3.6
1971.34	1430.18	10.78	53609242441	3.4
1971.34	1430.16	10.94	53588676022	3.3
1971.34	1430.14	11.25	53546959280	3.2
1971.34	1430.13	11.72	53521545573	3.1
1971.34	1430.01	38.82	53091407956	0.9

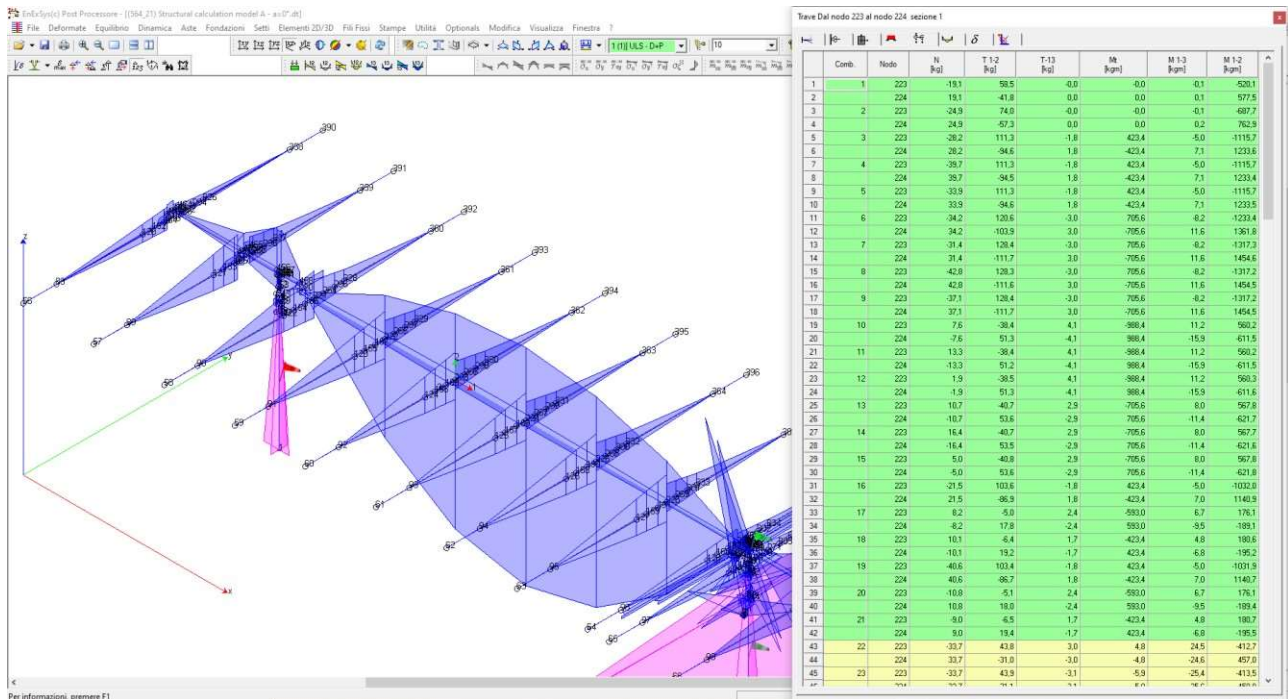
1971.34	1429.89	69.85	52030093413	0.5
1971.34	1429.78	95.32	50710291838	0.4
1971.34	1429.70	115.24	49397566049	0.3
1971.34	1429.64	129.50	48315226132	0.3
1971.34	1429.61	138.05	47621093224	0.2
1971.34	1429.60	140.92	47404724000	0.2
τ_{Max}				8.3

La verifica risulta essere soddisfatta in quanto risulta:

$$\tau_{max} = 8,3 \text{ MPa} < \frac{f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_m} = \frac{420}{\sqrt{3} \cdot 1,05} = 230,9 \text{ MPa}$$

7.4. Main Beam 150 x 150 x 3.5 mm

7.4.1. Modello A – Stow position ($\alpha=0^\circ$)



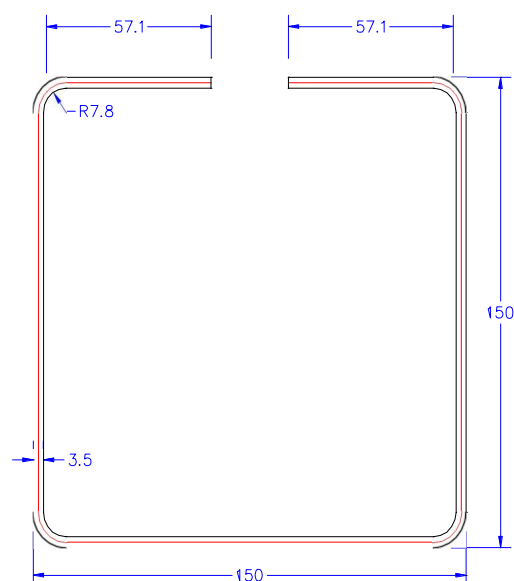
Per il calcolo delle sezioni in classe 4 abbiamo utilizzato la EN 1995-1-5 per calcolare l'Area efficace e stimato il valore di resistenza mediante un procedimento iterativo come previsto dalla stessa EN 1995-1-5.

Di seguito si riporta il calcolo per la sezione efficace con il calcolo della lunghezza efficace calcolato per il tratto compresso. Nel Modello A la sezione è retta pertanto risulta interamente compressa la parte superiore del tubolare e pertanto $\psi=1$

$f_y =$	420	N/mm ²
$E =$	0,75	
$\psi_{M0} =$	1,05	safety factor
$E =$	210000	N/mm ²
$f_y/\psi_{M0} =$	400,0	N/mm ²
lato tubolare $b =$	150	mm - main beam dimension
spessore tubolare $t =$	3,5	mm - thickness main beam
raggio di curvatura $r =$	7,75	mm - internal corner radius
$b' =$	140,9	mm
$b'/t =$	40,3	
Class of corss section	4	

$\psi = \alpha_2/\alpha_1 =$	1	(stress ratio)
bickling factor $k_\alpha =$	4,00	
$\bar{\lambda}_p = \sqrt{\frac{f_y}{\sigma_{cr}}} = \frac{\bar{b}/t}{28,4 \varepsilon \sqrt{k_\sigma}}$	0,948	plate slenderness
$\rho = \frac{\bar{\lambda}_p - 0,055 (3 + \psi)}{\bar{\lambda}_p^2}$	0,810	reduction factor
$b_{eff} = b' \cdot \rho =$	114,2	mm
$b_{eff}/2 =$	57,1	mm

Pertanto la sezione efficace su cui saranno effettuate le verifiche è



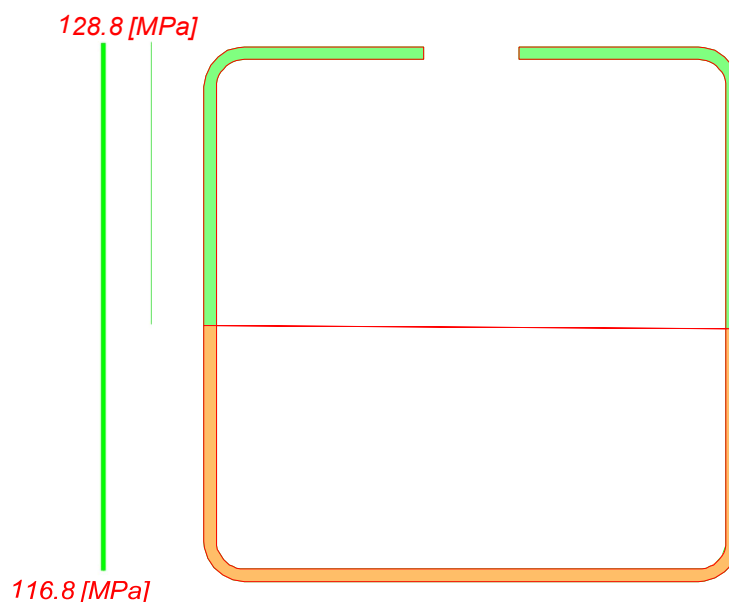
Area: 1900.3433
Perimetro: 1092.9105
Baricentro: X: 0.0000
Y: -3.6068
Momenti di inerzia: X: 6518282.0500
Y: 7014873.7009
Prodotti di inerzia: XY: 0.0000
Raggi di girazione: X: 58.5667
Y: 60.7567
Momenti principali e direzione X-Y rispetto al baricentro:
I: 6493560.2212 lungo [1.0000 0.0000]
J: 7014873.7009 lungo [0.0000 1.0000]
Modalità di verifica – metodo elastico

La sezione viene individuata tramite:

- poligonali, caratterizzanti aree che descrivono sezioni piene o vuoti all'interno di esse;
- barre, caratterizzanti aree di materiali considerate concentrate in un punto.

Le leggi costitutive dei materiali sono determinate dall'utente.

Nella definizione delle azioni agenti sulla sezione è possibile definire se le azioni sono assegnate rispetto al sistema di riferimento baricentrico della sezione in esame o se sono riferite al Sistema di Riferimento Globale dell'area di lavoro.



Condizione di carico	N [N]	Mx [Nm]	My [Nm]	Azione Baricentrica	S420	
					σ_{MIN} [MPa]	σ_{MAX} [MPa]
0001 Nodo 233	219.0	4534.1	-1.1	Baricentrica	-54.8	50.0
0001 Nodo 234	219.0	4133.3	-0.7	Baricentrica	-50.0	45.6
0002 Nodo 233	251.2	5206.1	-1.2	Baricentrica	-62.9	57.4
0002 Nodo 234	251.2	4745.7	-0.8	Baricentrica	-57.4	52.3
0003 Nodo 233	-224.8	8623.6	-47.6	Baricentrica	-105.0	95.2
0003 Nodo 234	-224.8	7880.0	-32.7	Baricentrica	-95.9	86.9
0004 Nodo 233	880.0	8615.6	-47.6	Baricentrica	-104.3	95.7
0004 Nodo 234	880.0	7874.5	-32.7	Baricentrica	-95.2	87.4
0005 Nodo 233	327.6	8619.6	-47.6	Baricentrica	-104.7	95.4
0005 Nodo 234	327.6	7877.3	-32.7	Baricentrica	-95.5	87.1
0006 Nodo 233	346.3	10223.2	-78.3	Baricentrica	-124.4	113.4
0006 Nodo 234	346.3	9352.6	-53.8	Baricentrica	-113.6	103.6
0007 Nodo 233	-190.0	10563.2	-78.4	Baricentrica	-128.8	116.8
0007 Nodo 234	-190.0	9661.6	-53.8	Baricentrica	-117.6	106.7
0008 Nodo 233	914.8	10555.2	-78.4	Baricentrica	-128.1	117.3
0008 Nodo 234	914.8	9656.1	-53.8	Baricentrica	-117.0	107.2
0009 Nodo 233	362.4	10559.2	-78.4	Baricentrica	-128.4	117.1
0009 Nodo 234	362.4	9658.8	-53.8	Baricentrica	-117.3	106.9
0010 Nodo 233	-38.9	-4183.5	107.3	Baricentrica	-47.0	51.6
0010 Nodo 234	-38.9	-3860.3	73.7	Baricentrica	-43.2	47.4
0011 Nodo 233	-591.3	-4179.5	107.3	Baricentrica	-47.3	51.3
0011 Nodo 234	-591.3	-3857.5	73.7	Baricentrica	-43.4	47.1
0012 Nodo 233	513.4	-4187.5	107.3	Baricentrica	-46.8	52.0
0012 Nodo 234	513.4	-3863.0	73.7	Baricentrica	-42.9	47.7
0013 Nodo 233	-82.8	-4244.1	77.2	Baricentrica	-47.4	52.1

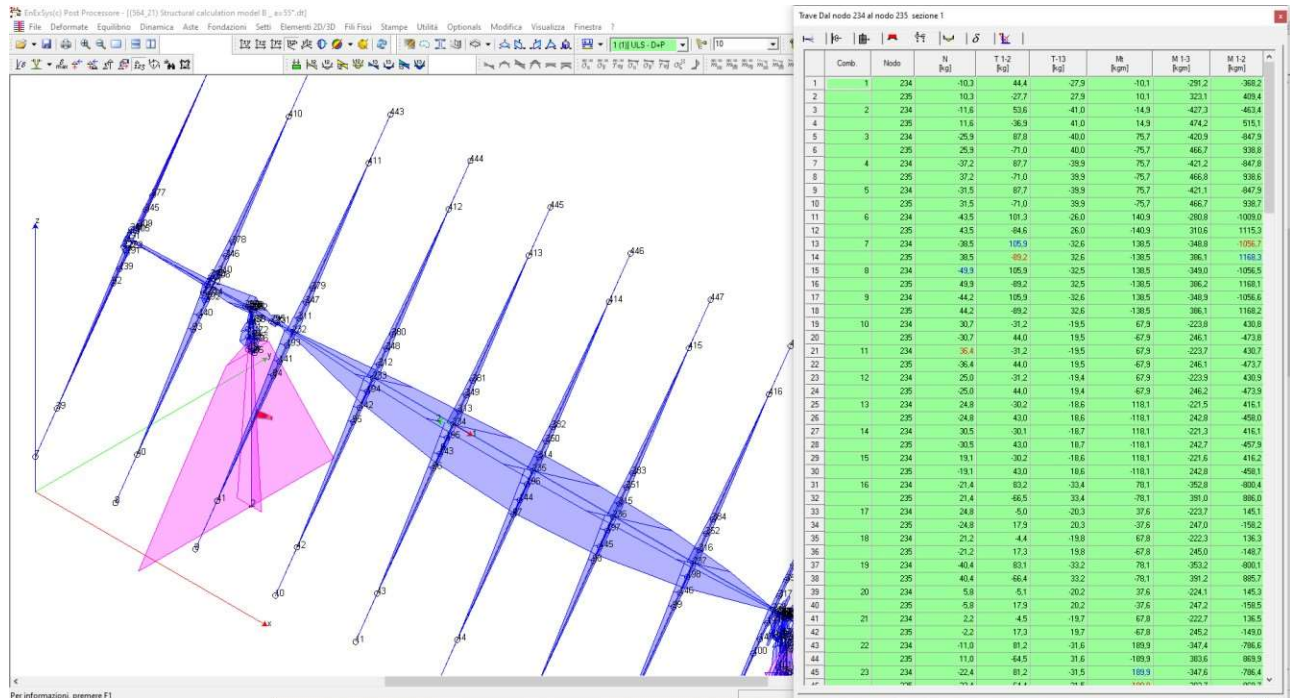
0013 Nodo 234	-82.8	-3901.8	53.0	Baricentrica	-43.4	47.7
0014 Nodo 233	-635.1	-4240.1	77.2	Baricentrica	-47.7	51.7
0014 Nodo 234	-635.1	-3899.1	53.0	Baricentrica	-43.7	47.4
0015 Nodo 233	469.6	-4248.1	77.2	Baricentrica	-47.2	52.4
0015 Nodo 234	469.6	-3904.6	53.0	Baricentrica	-43.2	48.0
0016 Nodo 233	-609.1	8290.2	-47.5	Baricentrica	-101.2	91.3
0016 Nodo 234	-609.1	7575.6	-32.6	Baricentrica	-92.4	83.3
0017 Nodo 233	-876.6	-1108.3	64.1	Baricentrica	-13.2	13.5
0017 Nodo 234	-876.6	-1039.8	44.0	Baricentrica	-12.3	12.5
0018 Nodo 233	-902.9	-1144.7	46.0	Baricentrica	-13.5	13.8
0018 Nodo 234	-902.9	-1064.8	31.6	Baricentrica	-12.5	12.7
0019 Nodo 233	1232.1	8276.9	-47.5	Baricentrica	-100.0	92.1
0019 Nodo 234	1232.1	7566.5	-32.6	Baricentrica	-91.3	84.2
0020 Nodo 233	964.6	-1121.7	64.1	Baricentrica	-12.4	14.7
0020 Nodo 234	964.6	-1048.9	44.0	Baricentrica	-11.4	13.6
0021 Nodo 233	938.3	-1158.0	46.0	Baricentrica	-12.7	14.9
0021 Nodo 234	938.3	-1073.9	31.6	Baricentrica	-11.6	13.8
0022 Nodo 233	124.9	3488.2	739.4	Baricentrica	-49.0	45.3
0022 Nodo 234	124.9	3169.0	677.4	Baricentrica	-44.6	41.2
0023 Nodo 233	120.1	3503.0	-700.5	Baricentrica	-48.8	45.1
0023 Nodo 234	120.1	3181.1	-641.7	Baricentrica	-44.4	41.0
0024 Nodo 233	216.8	3472.4	698.9	Baricentrica	-48.4	44.8
0024 Nodo 234	216.8	3177.8	640.6	Baricentrica	-44.3	41.0
0025 Nodo 233	211.9	3487.3	-741.0	Baricentrica	-49.0	45.3
0025 Nodo 234	211.9	3189.9	-678.5	Baricentrica	-44.8	41.5
0026 Nodo 233	162.7	3465.3	2405.1	Baricentrica	-64.9	61.2
0026 Nodo 234	162.7	3158.0	2203.6	Baricentrica	-59.2	55.9
0027 Nodo 233	190.3	3460.6	2392.9	Baricentrica	-64.7	61.1
0027 Nodo 234	190.3	3160.6	2192.5	Baricentrica	-59.2	55.8

0028 Nodo 233	146.6	3514.9	-2394.5	Baricentrica	-65.4	61.6
0028 Nodo 234	146.6	3198.2	-2193.6	Baricentrica	-59.6	56.2
0029 Nodo 233	174.1	3510.2	-2406.7	Baricentrica	-65.4	61.7
0029 Nodo 234	174.1	3200.9	-2204.7	Baricentrica	-59.8	56.4

La verifica è pienamente soddisfatta in quanto risulta:

$$\sigma_{max} = 128,8 \text{ N/mm}^2 < \left(\frac{f_{y,k}}{\gamma_{m0}} \right) = \left(\frac{420}{1,05} \right) = 400 \text{ N/mm}^2$$

7.4.2. Modello B – Working position ($\alpha=55^\circ$)



A favore di sicurezza si considera il calcolo della sezione efficace eseguito per il Modello A anche se in questo caso essendo un flessione deviata la riduzione del tratto compresso efficace sarebbe minore.

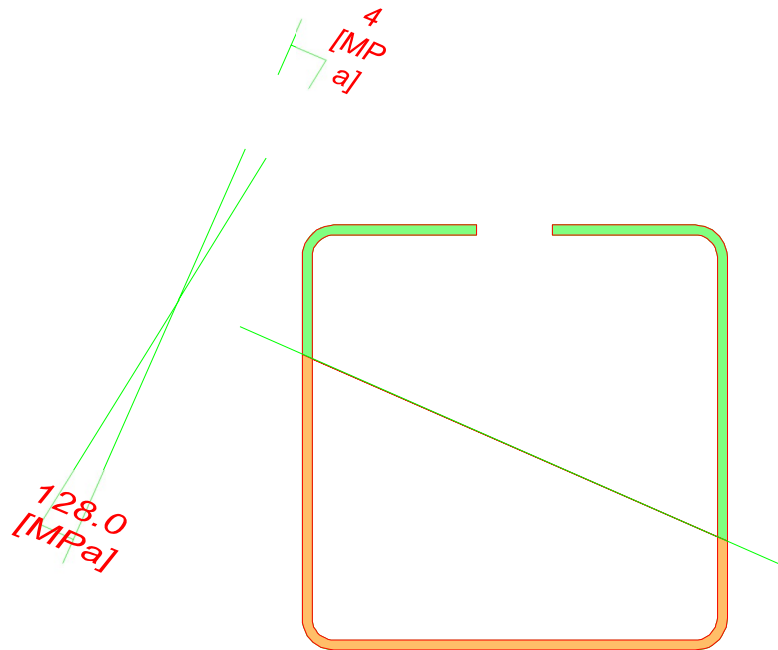
Modalità di verifica – metodo elastico

La sezione viene individuata tramite:

- poligonali, caratterizzanti aree che descrivono sezioni piene o vuoti all'interno di esse;
- barre, caratterizzanti aree di materiali considerate concentrate in un punto.

Le leggi costitutive dei materiali sono determinate dall'utente.

Nella definizione delle azioni agenti sulla sezione è possibile definire se le azioni sono assegnate rispetto al sistema di riferimento baricentrico della sezione in esame o se sono riferite al Sistema di Riferimento Globale dell'area di lavoro.



Condizione di carico	N [N]	Mx [Nm]	My [Nm]	Azione Baricentrica	S420	
					σ_{MIN} [MPa]	σ_{MAX} [MPa]
0001 Nodo 243	29.1	2606.2	-3733.0	Baricentrica	-68.5	65.6
0001 Nodo 244	29.1	2374.6	-3398.8	Baricentrica	-62.4	59.7
0002 Nodo 243	33.4	2992.6	-4286.4	Baricentrica	-78.6	75.3
0002 Nodo 244	33.4	2726.4	-3902.4	Baricentrica	-71.6	68.6
0003 Nodo 243	-289.8	6281.4	-4237.3	Baricentrica	-116.7	109.4
0003 Nodo 244	-289.8	5729.3	-3868.7	Baricentrica	-106.5	99.8
0004 Nodo 243	815.2	6271.2	-4241.9	Baricentrica	-116.1	109.9
0004 Nodo 244	815.2	5722.3	-3871.8	Baricentrica	-105.9	100.4
0005 Nodo 243	262.7	6276.3	-4239.6	Baricentrica	-116.4	109.7
0005 Nodo 244	262.7	5725.8	-3870.2	Baricentrica	-106.2	100.1
0006 Nodo 243	411.2	8079.1	-3655.0	Baricentrica	-132.0	123.5
0006 Nodo 244	411.2	7373.5	-3345.2	Baricentrica	-120.6	112.8

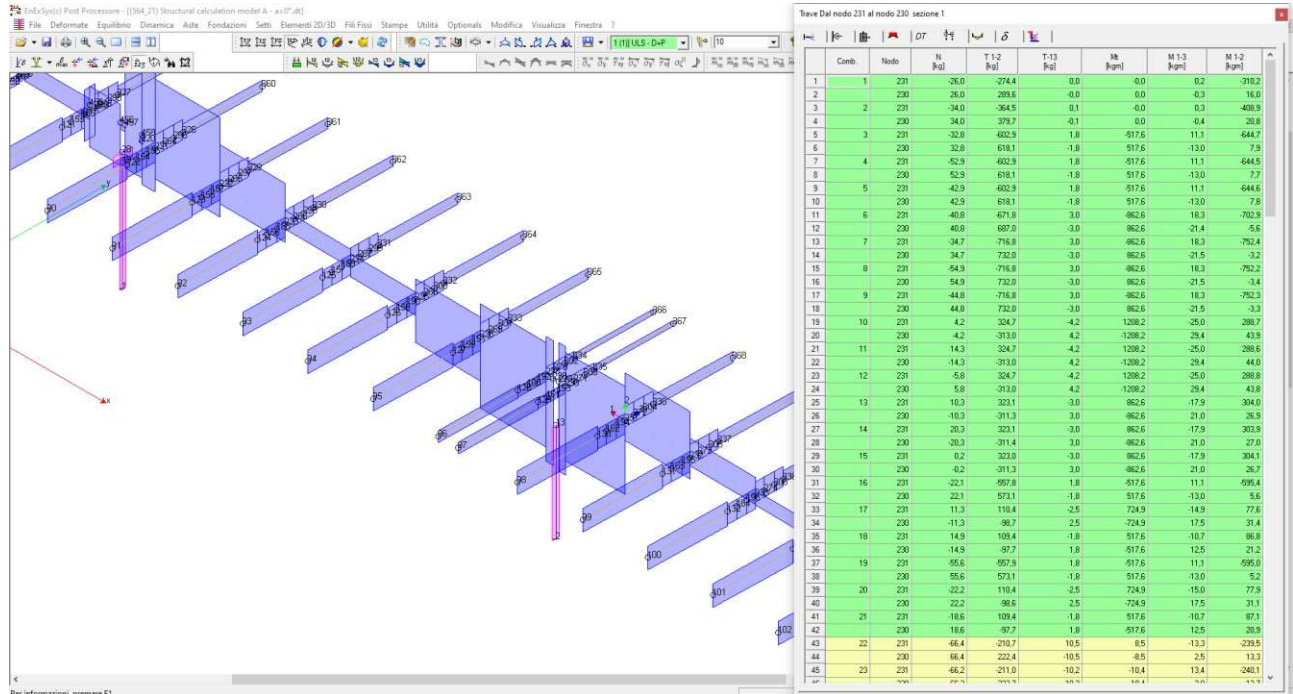
0007 Nodo 243	-139.2	8277.3	-3929.4	Baricentrica	-137.4	128.0
0007 Nodo 244	-139.2	7553.0	-3595.4	Baricentrica	-125.5	116.9
0008 Nodo 243	965.8	8267.2	-3934.0	Baricentrica	-136.7	128.6
0008 Nodo 244	965.8	7546.0	-3598.6	Baricentrica	-124.8	117.5
0009 Nodo 243	413.3	8272.3	-3931.7	Baricentrica	-137.1	128.3
0009 Nodo 244	413.3	7549.5	-3597.0	Baricentrica	-125.1	117.2
0010 Nodo 243	-397.7	-4122.0	-2810.8	Baricentrica	-72.4	76.6
0010 Nodo 244	-397.7	-3742.6	-2572.7	Baricentrica	-66.0	69.7
0011 Nodo 243	-950.2	-4117.0	-2808.5	Baricentrica	-72.6	76.2
0011 Nodo 244	-950.2	-3739.1	-2571.1	Baricentrica	-66.2	69.4
0012 Nodo 243	154.8	-4127.1	-2813.1	Baricentrica	-72.2	77.0
0012 Nodo 244	154.8	-3746.0	-2574.3	Baricentrica	-65.7	70.1
0013 Nodo 243	-315.2	-4017.6	-2787.3	Baricentrica	-71.0	75.2
0013 Nodo 244	-315.2	-3652.3	-2556.6	Baricentrica	-64.8	68.5
0014 Nodo 243	-867.6	-4012.5	-2785.0	Baricentrica	-71.2	74.8
0014 Nodo 244	-867.6	-3648.8	-2555.0	Baricentrica	-65.0	68.2
0015 Nodo 243	237.3	-4022.7	-2789.6	Baricentrica	-70.8	75.5
0015 Nodo 244	237.3	-3655.7	-2558.2	Baricentrica	-64.6	68.9
0016 Nodo 243	-660.3	6091.6	-3959.1	Baricentrica	-111.9	104.4
0016 Nodo 244	-660.3	5555.7	-3615.8	Baricentrica	-102.1	95.3
0017 Nodo 243	-1150.5	-1662.8	-2831.3	Baricentrica	-47.1	47.8
0017 Nodo 244	-1150.5	-1509.1	-2586.8	Baricentrica	-43.0	43.5
0018 Nodo 243	-1101.0	-1600.2	-2817.1	Baricentrica	-46.3	46.9
0018 Nodo 244	-1101.0	-1454.9	-2577.1	Baricentrica	-42.3	42.8
0019 Nodo 243	1181.3	6074.7	-3966.8	Baricentrica	-110.8	105.3
0019 Nodo 244	1181.3	5544.1	-3621.1	Baricentrica	-101.1	96.2
0020 Nodo 243	691.1	-1679.8	-2839.0	Baricentrica	-46.4	49.0
0020 Nodo 244	691.1	-1520.7	-2592.1	Baricentrica	-42.2	44.6
0021 Nodo 243	740.7	-1617.1	-2824.8	Baricentrica	-45.6	48.2

0021 Nodo 244	740.7	-1466.5	-2582.4	Baricentrica	-41.5	44.0
0022 Nodo 243	409.8	3417.9	-3747.4	Baricentrica	-77.8	74.4
0022 Nodo 244	409.8	3134.0	-3417.0	Baricentrica	-71.1	68.0
0023 Nodo 243	382.7	2481.3	-4925.5	Baricentrica	-79.3	77.0
0023 Nodo 244	382.7	2279.3	-4498.2	Baricentrica	-72.6	70.4
0024 Nodo 243	-337.9	1528.3	-817.7	Baricentrica	-26.4	24.4
0024 Nodo 244	-337.9	1373.9	-730.7	Baricentrica	-23.7	21.9
0025 Nodo 243	-365.0	591.7	-1995.8	Baricentrica	-27.8	26.8
0025 Nodo 244	-365.0	519.2	-1811.8	Baricentrica	-25.1	24.1
0026 Nodo 243	179.6	3849.3	-1347.6	Baricentrica	-59.1	55.0
0026 Nodo 244	179.6	3515.1	-1215.5	Baricentrica	-53.8	50.1
0027 Nodo 243	-44.7	3282.4	-468.7	Baricentrica	-44.1	40.4
0027 Nodo 244	-44.7	2987.1	-409.6	Baricentrica	-40.0	36.6
0028 Nodo 243	89.5	727.2	-5274.5	Baricentrica	-64.0	63.3
0028 Nodo 244	89.5	666.1	-4819.3	Baricentrica	-58.5	57.9
0029 Nodo 243	-134.8	160.3	-4395.6	Baricentrica	-48.8	48.4
0029 Nodo 244	-134.8	138.1	-4013.4	Baricentrica	-44.4	44.1

La verifica è pienamente soddisfatta in quanto risulta:

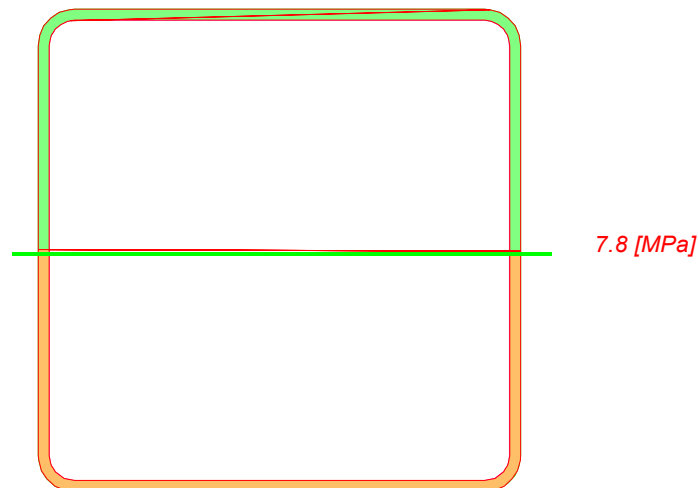
$$\sigma_{max} = 137,4 \text{ N/mm}^2 < \left(\frac{f_{y,k}}{\gamma_{m0}} \right) = \left(\frac{420}{1,05} \right) = 400 \text{ N/mm}^2$$

7.4.3. Verifica di Resistenza a Taglio- Modello A – Stow position ($\alpha=0^\circ$)



La verifica risulta essere soddisfatta in quanto risulta:

- V_x 29.8 [N]
- V_y 7064.7 [N]



Momento d'inerzia rispetto all'asse neutro della flessione correlata $J = 14735002041237$ [mm⁴]

N.B. Le caratteristiche inerziali riportate sono moltiplicate per i moduli elastici delle aree cui afferiscono.

Es. $J = \sum_{i=1, n} A_{ree} J_i E_i$

x [mm]	y [mm]	B [mm]	S [mm ³]	τ [MPa]
65.35	74.99	Errore		
65.35	74.89	27.17	231199886	0.0
65.35	74.55	108.14	3794625855	0.0
65.35	74.46	130.93	5576619076	0.0
65.35	74.33	132.86	8084324611	0.0
65.35	74.00	135.30	15177285844	0.1
65.35	73.99	135.36	15375605776	0.1
65.34	73.42	137.91	27416910828	0.1
65.34	73.23	138.60	31405303073	0.1
65.34	72.64	140.46	44030432114	0.2
65.34	72.28	141.44	51952252652	0.2
65.34	71.68	142.84	64878403236	0.2
65.34	71.49	143.21	68846427048	0.2
65.34	71.42	124.64	70343884063	0.3
65.34	71.19	69.32	73704289814	0.5
65.34	71.15	59.26	74111949050	0.6
65.33	70.96	13.92	75155065459	2.6
65.33	70.87	12.73	75321476962	2.8
65.33	70.81	12.37	75445130444	2.9
65.33	70.63	11.57	75755006229	3.1
65.33	70.54	11.31	75917650256	3.2
65.33	70.28	10.54	76333856752	3.5
65.33	70.24	10.44	76393809806	3.5
65.33	69.87	9.82	76957356071	3.8
65.33	69.71	9.52	77181136411	3.9
65.33	69.62	9.40	77301183571	3.9
65.33	69.25	9.02	77804521453	4.1
65.33	69.04	8.76	78072319591	4.3
65.33	68.84	8.58	78322432618	4.4
65.32	68.46	8.33	78791445100	4.5

65.32	68.26	8.16	79033015043	4.6
65.32	67.96	7.99	79375934014	4.8
65.32	67.84	7.94	79517803261	4.8
65.32	67.37	7.69	80038823143	5.0
65.32	66.99	7.55	80444696306	5.1
65.32	66.96	7.55	80481202375	5.1
65.32	66.40	7.36	81070883927	5.3
65.31	66.33	7.35	81138649717	5.3
65.31	65.96	7.24	81517154718	5.4
65.31	65.39	7.15	82081931860	5.5
65.31	65.36	7.14	82114632717	5.5
65.31	64.88	7.07	82582507596	5.6
65.31	64.76	7.07	82697024015	5.6
65.31	64.28	7.00	83159845766	5.7
65.30	63.79	7.00	83619161396	5.7
65.30	63.78	7.00	83633093238	5.7
65.30	63.17	7.00	84197713213	5.8
65.30	63.16	7.00	84211510679	5.8
65.17	31.44	7.00	106392823633	7.3
65.10	15.58	7.00	111938160248	7.7
65.03	-0.27	7.00	113786609756	7.8
64.90	-31.99	7.00	106392823633	7.3
64.77	-63.71	7.00	84211510679	5.8
64.77	-63.72	7.00	84197713140	5.8
64.76	-64.32	7.00	83633093380	5.7
64.76	-64.34	7.00	83619161570	5.7
64.76	-64.82	7.00	83159846039	5.7
64.76	-65.31	7.07	82697024101	5.6
64.76	-65.43	7.07	82582507565	5.6
64.76	-65.91	7.14	82114633069	5.5
64.76	-65.94	7.15	82081931627	5.5
64.76	-66.51	7.24	81517154360	5.4

64.75	-66.88	7.35	81138649604	5.3
64.75	-66.94	7.36	81070884076	5.3
64.75	-67.51	7.55	80481202601	5.1
64.75	-67.54	7.55	80444696106	5.1
64.75	-67.92	7.69	80038823228	5.0
64.75	-68.38	7.94	79517803292	4.8
64.75	-68.51	7.99	79375933921	4.8
64.75	-68.80	8.16	79033014779	4.6
64.74	-69.01	8.33	78791445228	4.5
64.74	-69.39	8.58	78322432707	4.4
64.74	-69.59	8.76	78072319570	4.3
64.74	-69.80	9.02	77804521117	4.1
64.74	-70.17	9.40	77301183812	3.9
64.74	-70.26	9.52	77181136209	3.9
64.74	-70.41	9.82	76957355734	3.8
64.74	-70.79	10.44	76393809502	3.5
64.74	-70.83	10.54	76333856691	3.5
64.74	-71.09	11.31	75917650331	3.2
64.74	-71.18	11.57	75755006438	3.1
64.73	-71.35	12.37	75445130308	2.9
64.73	-71.42	12.73	75321477215	2.8
64.73	-71.50	13.92	75155065291	2.6
64.73	-71.69	59.26	74111949093	0.6
64.73	-71.74	69.32	73704289814	0.5
64.73	-71.97	124.64	70343884063	0.3
64.73	-72.04	143.21	68846427048	0.2
64.73	-72.23	142.84	64878403236	0.2
64.73	-72.82	141.44	51952252658	0.2
64.73	-73.19	140.46	44030431811	0.2
64.72	-73.78	138.60	31405303333	0.1
64.72	-73.97	137.91	27416910809	0.1
64.72	-74.54	135.36	15375605805	0.1

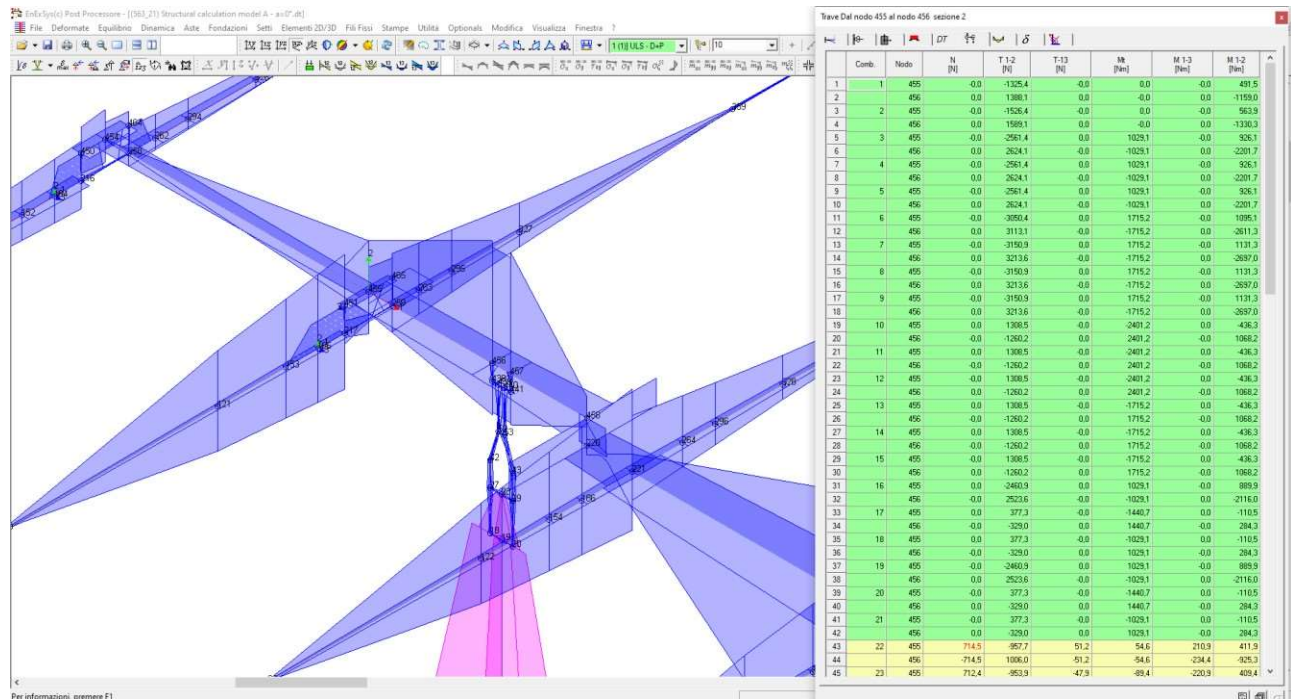
64.72	-74.54	135.30	15177285863	0.1
64.72	-74.88	132.86	8084324465	0.0
64.72	-75.00	130.93	5576619121	0.0
64.72	-75.10	108.14	3794625855	0.0
64.72	-75.43	27.17	231199886	0.0
64.72	-75.54	Errore		
τ_{Max}				7.8

Le verifiche risultano ampiamente soddisfatte in quanto:

$$\tau_{max} = 7,8 \text{ MPa} < \frac{f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_m} = \frac{420}{\sqrt{3} \cdot 1,05} = 230,9 \text{ MPa}$$

7.5. Cantilever 150 x 40 x 4.5 mm

7.5.1. Modello A – Stow position ($\alpha=0^\circ$)



Per il calcolo delle sezioni in classe 4 abbiamo utilizzato la EN 1995-1-5 per calcolare l'Area efficace e stimato il valore di resistenza mediante un procedimento iterativo come previsto dalla stessa EN 1995-1-5.

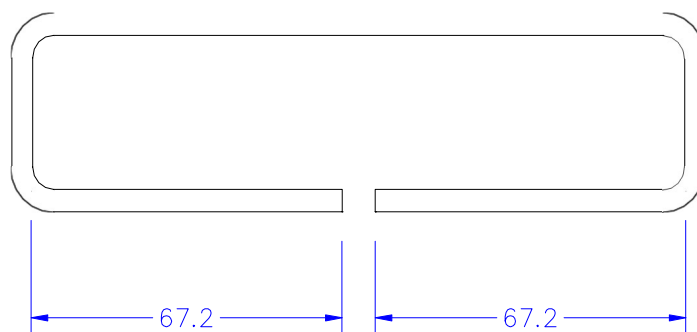
Di seguito si riporta il calcolo per la sezione efficace con il calcolo della lunghezza efficace calcolato per il tratto compresso. Nel Modello A la sezione è retta pertanto risulta interamente compressa la parte superiore del tubolare e pertanto $\psi=1$

$f_y =$	420	N/mm ²
$E =$	0,75	
$\psi_{M0} =$	1,05	safety factor
$=$	210000	N/mm ²
$E =$	400,0	N/mm ²
$f_y/\psi_{M0} =$	150	mm - main beam dimension
lato tubolare $b =$	4,5	mm - thickness main beam
spessore tubolare $t =$	4,5	mm - internal corner radius
raggio di curvatura $r =$	141,5	mm
$b' =$	31,5	
$b'/t =$	4	

Class of corss section

$\psi = \alpha_2/\alpha_1 =$	1	(stress ratio)
bickling factor $k_\alpha =$	4,00	
$\bar{\lambda}_p = \sqrt{\frac{f_y}{\sigma_{cr}}} = \frac{\bar{b}/t}{28,4 \varepsilon \sqrt{k_\sigma}}$	0,740	plate slenderness
$\rho = \frac{\bar{\lambda}_p - 0,055 (3 + \psi)}{\bar{\lambda}_p^2}$	0,949	reduction factor
$b_{eff} = b' \cdot \rho =$	134,4	mm
$b_{eff}/2 =$	67,2	mm

Pertanto la sezione efficace su cui saranno effettuate le verifiche è



Area: 1544.6937
 Perimetro: 695.5311
 Casella di delimitazione: X: -75.0000 ---- 75.0000
 Y: 132.6614 -- 172.6614
 Baricentro: X: 0.0000
 Y: 153.0309
 Momenti di inerzia: X: 36594881.5297

Y: 3721545.3605

Prodotti di inerzia: XY: -5.9103

Raggi di girazione: X: 153.9179

Y: 49.0841

Momenti principali e direzione X-Y rispetto al baricentro:

I: 420523.1564 lungo [1.0000 0.0000]

J: 3721545.3605 lungo [0.0000 1.0000]

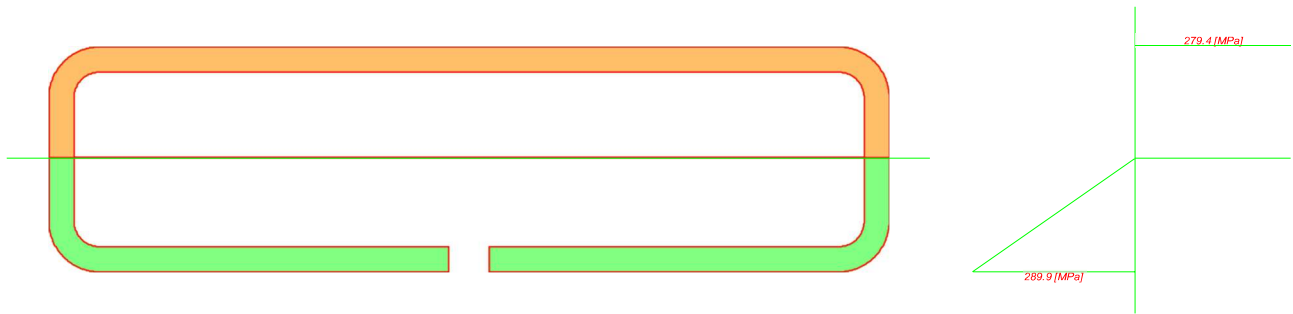
Modalità di verifica – metodo elastico

La sezione viene individuata tramite:

- poligonali, caratterizzanti aree che descrivono sezioni piene o vuoti all'interno di esse;
- barre, caratterizzanti aree di materiali considerate concentrate in un punto.

Le leggi costitutive dei materiali sono determinate dall'utente.

Nella definizione delle azioni agenti sulla sezione è possibile definire se le azioni sono assegnate rispetto al sistema di riferimento baricentrico della sezione in esame o se sono riferite al Sistema di Riferimento Globale dell'area di lavoro.



Condizione di carico	N [N]	Mx [Nm]	My [Nm]	Azione Baricentrica	S420	
					σ_{MIN} [MPa]	σ_{MAX} [MPa]
0030 Nodo 455	0.0	-2393.7	-0.0	Baricentrica	-115.9	111.7
0030 Nodo 456	0.0	-5749.0	-0.0	Baricentrica	-278.5	268.4
0031 Nodo 455	0.0	-2491.4	-0.0	Baricentrica	-120.7	116.3
0031 Nodo 456	0.0	-5985.2	-0.0	Baricentrica	-289.9	279.4
0032 Nodo 455	-0.0	1045.8	0.0	Baricentrica	-48.8	50.7
0032 Nodo 456	-0.0	2553.2	0.0	Baricentrica	-119.2	123.7
0033 Nodo 455	0.0	-2393.7	-0.0	Baricentrica	-115.9	111.7

0033 Nodo 456	0.0	-5749.0	-0.0	Baricentrica	-278.5	268.4
0034 Nodo 455	0.0	-2491.4	-0.0	Baricentrica	-120.7	116.3
0034 Nodo 456	0.0	-5985.2	-0.0	Baricentrica	-289.9	279.4
0035 Nodo 455	-0.0	1045.8	0.0	Baricentrica	-48.8	50.7
0035 Nodo 456	-0.0	2554.8	0.0	Baricentrica	-119.3	123.8
0036 Nodo 455	0.0	-852.6	-0.0	Baricentrica	-41.3	39.8
0036 Nodo 456	0.0	-2025.7	-0.0	Baricentrica	-98.1	94.6
0037 Nodo 455	0.0	-1894.6	-0.0	Baricentrica	-91.8	88.4
0037 Nodo 456	0.0	-4543.1	-0.0	Baricentrica	-220.1	212.1
0038 Nodo 455	0.0	-1894.6	-0.0	Baricentrica	-91.8	88.4
0038 Nodo 456	0.0	-4543.1	-0.0	Baricentrica	-220.1	212.1
0039 Nodo 455	0.0	-505.4	-0.0	Baricentrica	-24.5	23.6
0039 Nodo 456	0.0	-1194.8	-0.0	Baricentrica	-57.9	55.8
0040 Nodo 455	0.0	-635.8	-0.0	Baricentrica	-30.8	29.7
0040 Nodo 456	0.0	-1509.7	-0.0	Baricentrica	-73.1	70.5
0041 Nodo 455	0.0	-975.6	-0.0	Baricentrica	-47.3	45.5
0041 Nodo 456	0.0	-2330.7	-0.0	Baricentrica	-112.9	108.8
0042 Nodo 455	0.0	-975.6	-0.0	Baricentrica	-47.3	45.5
0042 Nodo 456	0.0	-2330.7	-0.0	Baricentrica	-112.9	108.8
0043 Nodo 455	0.0	-975.6	-0.0	Baricentrica	-47.3	45.5
0043 Nodo 456	0.0	-2330.7	-0.0	Baricentrica	-112.9	108.8
0044 Nodo 455	0.0	-1071.7	-0.0	Baricentrica	-51.9	50.0
0044 Nodo 456	0.0	-2563.0	-0.0	Baricentrica	-124.1	119.6
0045 Nodo 455	0.0	-1136.9	-0.0	Baricentrica	-55.1	53.1
0045 Nodo 456	0.0	-2720.5	-0.0	Baricentrica	-131.8	127.0
0046 Nodo 455	0.0	-1136.9	-0.0	Baricentrica	-55.1	53.1
0046 Nodo 456	0.0	-2720.5	-0.0	Baricentrica	-131.8	127.0
0047 Nodo 455	0.0	-1136.9	-0.0	Baricentrica	-55.1	53.1
0047 Nodo 456	0.0	-2720.5	-0.0	Baricentrica	-131.8	127.0

0048 Nodo 455	0.0	257.6	0.0	Baricentrica	-12.0	12.5
0048 Nodo 456	0.0	648.8	0.0	Baricentrica	-30.3	31.4
0049 Nodo 455	0.0	257.6	0.0	Baricentrica	-12.0	12.5
0049 Nodo 456	0.0	648.8	0.0	Baricentrica	-30.3	31.4
0050 Nodo 455	0.0	257.6	0.0	Baricentrica	-12.0	12.5
0050 Nodo 456	0.0	648.8	0.0	Baricentrica	-30.3	31.4
0051 Nodo 455	0.0	257.6	0.0	Baricentrica	-12.0	12.5
0051 Nodo 456	0.0	649.9	0.0	Baricentrica	-30.3	31.5
0052 Nodo 455	-0.0	257.6	0.0	Baricentrica	-12.0	12.5
0052 Nodo 456	-0.0	649.9	0.0	Baricentrica	-30.3	31.5
0053 Nodo 455	0.0	257.6	0.0	Baricentrica	-12.0	12.5
0053 Nodo 456	0.0	649.9	0.0	Baricentrica	-30.3	31.5
0054 Nodo 455	0.0	-910.4	-0.0	Baricentrica	-44.1	42.5
0054 Nodo 456	0.0	-2173.2	-0.0	Baricentrica	-105.3	101.4
0055 Nodo 455	0.0	-47.6	0.0	Baricentrica	-2.3	2.2
0055 Nodo 456	0.0	-88.6	0.0	Baricentrica	-4.3	4.1
0056 Nodo 455	0.0	-47.6	0.0	Baricentrica	-2.3	2.2
0056 Nodo 456	0.0	-88.0	0.0	Baricentrica	-4.3	4.1
0057 Nodo 455	0.0	-910.4	-0.0	Baricentrica	-44.1	42.5
0057 Nodo 456	0.0	-2173.2	-0.0	Baricentrica	-105.3	101.4
0058 Nodo 455	0.0	-47.6	0.0	Baricentrica	-2.3	2.2
0058 Nodo 456	0.0	-88.6	0.0	Baricentrica	-4.3	4.1
0059 Nodo 455	0.0	-47.6	0.0	Baricentrica	-2.3	2.2
0059 Nodo 456	0.0	-88.0	0.0	Baricentrica	-4.3	4.1
0060 Nodo 455	0.0	-1663.2	-0.0	Baricentrica	-80.6	77.6
0060 Nodo 456	0.0	-3992.0	-0.0	Baricentrica	-193.4	186.4
0061 Nodo 455	0.0	-1728.3	-0.0	Baricentrica	-83.7	80.7
0061 Nodo 456	0.0	-4149.4	-0.0	Baricentrica	-201.0	193.7
0062 Nodo 455	-0.0	528.7	0.0	Baricentrica	-24.7	25.6

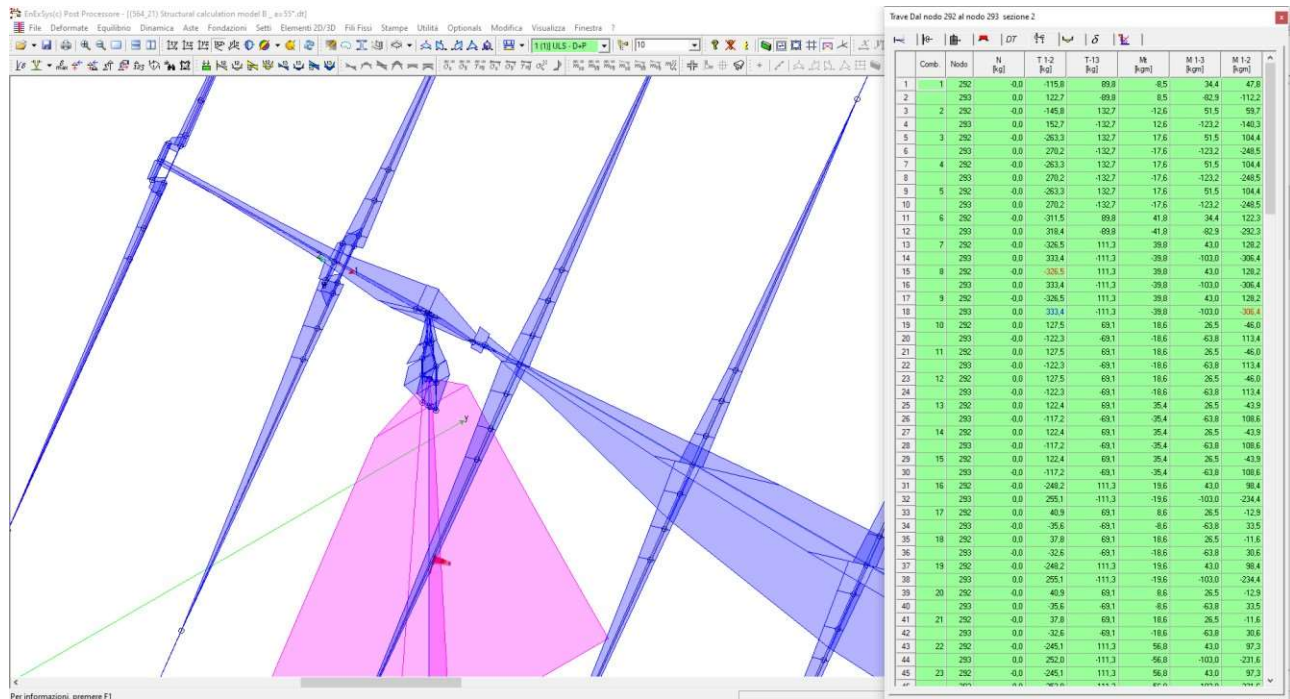
0062 Nodo 456	-0.0	1303.9	0.0	Baricentrica	-60.9	63.2
0063 Nodo 455	0.0	-1663.2	-0.0	Baricentrica	-80.6	77.6
0063 Nodo 456	0.0	-3992.0	-0.0	Baricentrica	-193.4	186.4
0064 Nodo 455	0.0	-1728.3	-0.0	Baricentrica	-83.7	80.7
0064 Nodo 456	0.0	-4149.4	-0.0	Baricentrica	-201.0	193.7
0065 Nodo 455	-0.0	528.7	0.0	Baricentrica	-24.7	25.6
0065 Nodo 456	-0.0	1304.9	0.0	Baricentrica	-60.9	63.2
0066 Nodo 455	0.0	-635.8	-0.0	Baricentrica	-30.8	29.7
0066 Nodo 456	0.0	-1509.7	-0.0	Baricentrica	-73.1	70.5
0067 Nodo 455	0.0	-1330.4	-0.0	Baricentrica	-64.4	62.1
0067 Nodo 456	0.0	-3188.0	-0.0	Baricentrica	-154.4	148.8
0068 Nodo 455	0.0	-1330.4	-0.0	Baricentrica	-64.4	62.1
0068 Nodo 456	0.0	-3188.0	-0.0	Baricentrica	-154.4	148.8
0069 Nodo 455	0.0	-182.2	-0.0	Baricentrica	-8.8	8.5
0069 Nodo 456	0.0	-416.2	-0.0	Baricentrica	-20.2	19.4
0070 Nodo 455	0.0	-323.3	-0.0	Baricentrica	-15.7	15.1
0070 Nodo 456	0.0	-778.6	-0.0	Baricentrica	-37.7	36.3
0071 Nodo 455	0.0	-130.4	-0.0	Baricentrica	-6.3	6.1
0071 Nodo 456	0.0	-315.0	-0.0	Baricentrica	-15.3	14.7
0072 Nodo 455	0.0	-1157.7	-0.0	Baricentrica	-56.1	54.0
0072 Nodo 456	0.0	-2797.2	-0.0	Baricentrica	-135.5	130.6
0073 Nodo 455	-0.0	1034.2	0.0	Baricentrica	-48.3	50.1
0073 Nodo 456	-0.0	2498.7	0.0	Baricentrica	-116.6	121.0
0074 Nodo 455	0.0	-1157.7	-0.0	Baricentrica	-56.1	54.0
0074 Nodo 456	0.0	-2797.2	-0.0	Baricentrica	-135.5	130.6
0075 Nodo 455	-0.0	1034.2	0.0	Baricentrica	-48.3	50.1
0075 Nodo 456	-0.0	2499.7	0.0	Baricentrica	-116.7	121.1
0076 Nodo 455	0.0	-566.3	-0.0	Baricentrica	-27.4	26.4
0076 Nodo 456	0.0	-1368.2	-0.0	Baricentrica	-66.3	63.9

0077 Nodo 455	-0.0	763.0	0.0	Baricentrica	-35.6	37.0
0077 Nodo 456	-0.0	1843.6	0.0	Baricentrica	-86.1	89.3
0078 Nodo 455	-0.0	763.0	0.0	Baricentrica	-35.6	37.0
0078 Nodo 456	-0.0	1844.7	0.0	Baricentrica	-86.1	89.4
0079 Nodo 455	-111.6	-513.9	44.5	Baricentrica	-25.8	24.7
0079 Nodo 456	-111.6	-1208.8	54.5	Baricentrica	-59.6	57.3
0080 Nodo 455	-111.7	-514.6	-43.0	Baricentrica	-25.8	24.7
0080 Nodo 456	-111.7	-1210.0	-52.7	Baricentrica	-59.6	57.3
0081 Nodo 455	111.7	-496.3	43.0	Baricentrica	-24.7	24.0
0081 Nodo 456	111.7	-1179.5	52.7	Baricentrica	-58.0	56.1
0082 Nodo 455	111.6	-497.0	-44.5	Baricentrica	-24.8	24.1
0082 Nodo 456	111.6	-1180.8	-54.5	Baricentrica	-58.1	56.2
0083 Nodo 455	-33.3	-506.8	146.1	Baricentrica	-27.2	26.2
0083 Nodo 456	-33.3	-1197.1	178.8	Baricentrica	-61.2	59.0
0084 Nodo 455	33.7	-501.6	145.7	Baricentrica	-26.9	26.0
0084 Nodo 456	33.7	-1188.3	178.3	Baricentrica	-60.7	58.7
0085 Nodo 455	-33.7	-509.3	-145.7	Baricentrica	-27.3	26.3
0085 Nodo 456	-33.7	-1201.2	-178.3	Baricentrica	-61.4	59.2
0086 Nodo 455	33.3	-504.0	-146.1	Baricentrica	-27.0	26.1
0086 Nodo 456	33.3	-1192.5	-178.8	Baricentrica	-60.9	58.9

La verifica è pienamente soddisfatta in quanto risulta:

$$\sigma_{max} = 289,9 \text{ N/mm}^2 < \left(\frac{f_{y,k}}{\gamma_{m0}} \right) = \left(\frac{420}{1,05} \right) = 400 \text{ N/mm}^2$$

7.5.2. Modello B – Working position ($\alpha=55^\circ$)



A favore di sicurezza si considera il calcolo della sezione efficace eseguito per il Modello A anche se in questo caso essendo un flessione deviata la riduzione del tratto compresso efficace sarebbe minore.

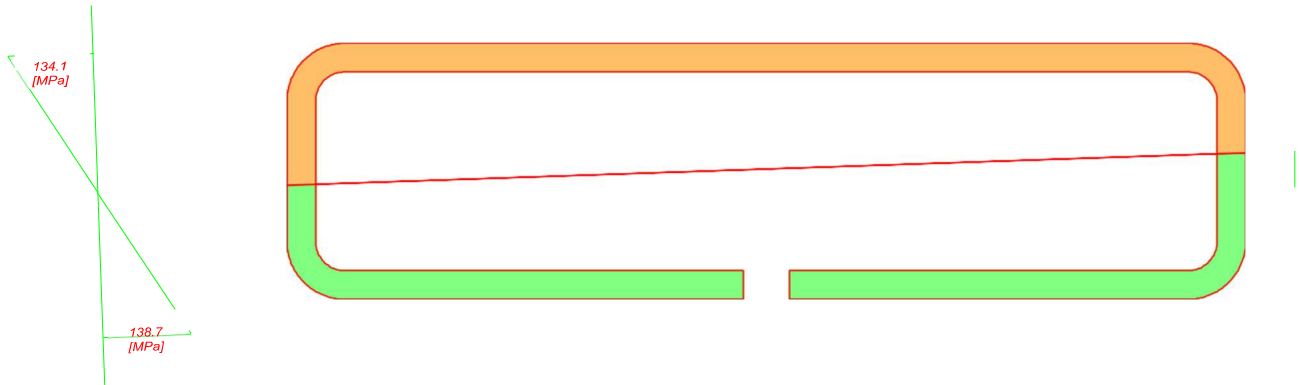
Modalità di verifica – metodo elastico

La sezione viene individuata tramite:

- poligonali, caratterizzanti aree che descrivono sezioni piene o vuoti all'interno di esse;
- barre, caratterizzanti aree di materiali considerate concentrate in un punto.

Le leggi costitutive dei materiali sono determinate dall'utente.

Nella definizione delle azioni agenti sulla sezione è possibile definire se le azioni sono assegnate rispetto al sistema di riferimento baricentrico della sezione in esame o se sono riferite al Sistema di Riferimento Globale dell'area di lavoro.



Condizione di carico	N [N]	Mx [Nm]	My [Nm]	Azione Baricentrica	S420	
					σ_{MIN} [MPa]	σ_{MAX} [MPa]
0033 Nodo 292	0.0	-477.9	-344.3	Baricentrica	-29.3	28.4
0033 Nodo 293	0.0	-1121.6	-829.2	Baricentrica	-69.1	67.1
0034 Nodo 292	0.0	-537.6	-429.6	Baricentrica	-33.7	32.8
0034 Nodo 293	0.0	-1262.5	-1030.4	Baricentrica	-79.5	77.3
0035 Nodo 292	0.0	-367.6	-264.8	Baricentrica	-22.5	21.9
0035 Nodo 293	0.0	-862.8	-637.8	Baricentrica	-53.2	51.6
0036 Nodo 292	0.0	-477.9	-344.3	Baricentrica	-29.3	28.4
0036 Nodo 293	0.0	-1121.6	-829.2	Baricentrica	-69.1	67.1
0037 Nodo 292	0.0	-537.6	-429.6	Baricentrica	-33.7	32.8
0037 Nodo 293	0.0	-1262.5	-1030.4	Baricentrica	-79.5	77.3
0038 Nodo 292	0.0	-367.6	-264.8	Baricentrica	-22.5	21.9
0038 Nodo 293	0.0	-862.8	-637.8	Baricentrica	-53.2	51.6
0039 Nodo 292	0.0	-597.4	-515.0	Baricentrica	-38.1	37.1
0039 Nodo 293	0.0	-1403.4	-1231.7	Baricentrica	-90.0	87.5
0040 Nodo 292	0.0	-597.4	-515.0	Baricentrica	-38.1	37.1
0040 Nodo 293	0.0	-1403.4	-1231.7	Baricentrica	-90.0	87.5

0041 Nodo 292	0.0	-597.4	-515.0	Baricentrica	-38.1	37.1
0041 Nodo 293	0.0	-1403.4	-1231.7	Baricentrica	-90.0	87.5
0042 Nodo 292	0.0	-367.6	-264.8	Baricentrica	-22.5	21.9
0042 Nodo 293	0.0	-862.8	-637.8	Baricentrica	-53.2	51.6
0043 Nodo 292	0.0	-447.3	-378.6	Baricentrica	-28.4	27.6
0043 Nodo 293	0.0	-1050.7	-906.2	Baricentrica	-67.1	65.2
0044 Nodo 292	0.0	-919.5	-378.6	Baricentrica	-51.3	49.7
0044 Nodo 293	0.0	-2192.6	-906.2	Baricentrica	-122.3	118.5
0045 Nodo 292	0.0	-570.8	-378.6	Baricentrica	-34.4	33.4
0045 Nodo 293	0.0	-1350.1	-906.2	Baricentrica	-81.6	79.2
0046 Nodo 292	0.0	-745.2	-378.6	Baricentrica	-42.8	41.5
0046 Nodo 293	0.0	-1771.4	-906.2	Baricentrica	-101.9	98.8
0047 Nodo 292	0.0	-864.1	-264.8	Baricentrica	-46.6	45.0
0047 Nodo 293	0.0	-2064.0	-637.8	Baricentrica	-111.3	107.7
0048 Nodo 292	0.0	-1078.3	-321.7	Baricentrica	-57.9	56.1
0048 Nodo 293	0.0	-2579.1	-772.0	Baricentrica	-138.7	134.1
0049 Nodo 292	0.0	-729.6	-321.7	Baricentrica	-41.1	39.8
0049 Nodo 293	0.0	-1736.7	-772.0	Baricentrica	-97.9	94.8
0050 Nodo 292	0.0	-903.9	-321.7	Baricentrica	-49.5	47.9
0050 Nodo 293	0.0	-2157.9	-772.0	Baricentrica	-118.3	114.5
0051 Nodo 292	-0.0	183.8	-264.8	Baricentrica	-13.3	13.7
0051 Nodo 293	-0.0	468.4	-637.8	Baricentrica	-33.3	34.1
0052 Nodo 292	-0.0	9.5	-264.8	Baricentrica	-5.6	5.6
0052 Nodo 293	-0.0	47.2	-637.8	Baricentrica	-14.3	14.4
0053 Nodo 292	-0.0	358.2	-264.8	Baricentrica	-21.4	22.1
0053 Nodo 293	-0.0	889.6	-637.8	Baricentrica	-52.9	54.5
0054 Nodo 292	-0.0	170.1	-264.8	Baricentrica	-12.7	13.0
0054 Nodo 293	-0.0	436.3	-637.8	Baricentrica	-31.8	32.6
0055 Nodo 292	-0.0	-4.2	-264.8	Baricentrica	-5.5	5.5

0055 Nodo 293	-0.0	15.1	-637.8	Baricentrica	-13.3	13.3
0056 Nodo 292	-0.0	344.4	-264.8	Baricentrica	-20.8	21.4
0056 Nodo 293	-0.0	857.6	-637.8	Baricentrica	-51.4	52.9
0057 Nodo 292	0.0	-995.9	-321.7	Baricentrica	-54.0	52.2
0057 Nodo 293	0.0	-2379.5	-772.0	Baricentrica	-129.0	124.8
0058 Nodo 292	0.0	-327.3	-264.8	Baricentrica	-20.6	20.0
0058 Nodo 293	0.0	-766.1	-637.8	Baricentrica	-48.5	47.1
0059 Nodo 292	0.0	-335.6	-264.8	Baricentrica	-21.0	20.4
0059 Nodo 293	0.0	-785.4	-637.8	Baricentrica	-49.4	48.0
0060 Nodo 292	0.0	-414.8	-321.7	Baricentrica	-25.8	25.1
0060 Nodo 293	0.0	-975.4	-772.0	Baricentrica	-61.0	59.3
0061 Nodo 292	-0.0	253.8	-264.8	Baricentrica	-16.6	17.0
0061 Nodo 293	-0.0	638.0	-637.8	Baricentrica	-41.2	42.3
0062 Nodo 292	-0.0	245.6	-264.8	Baricentrica	-16.2	16.6
0062 Nodo 293	-0.0	618.7	-637.8	Baricentrica	-40.3	41.4
0063 Nodo 292	0.0	-367.6	-264.8	Baricentrica	-22.5	21.9
0063 Nodo 293	0.0	-862.8	-637.8	Baricentrica	-53.2	51.6
0064 Nodo 292	0.0	-407.4	-321.7	Baricentrica	-25.5	24.8
0064 Nodo 293	0.0	-956.7	-772.0	Baricentrica	-60.1	58.4
0065 Nodo 292	0.0	-367.6	-264.8	Baricentrica	-22.5	21.9
0065 Nodo 293	0.0	-862.8	-637.8	Baricentrica	-53.2	51.6
0066 Nodo 292	0.0	-367.6	-264.8	Baricentrica	-22.5	21.9
0066 Nodo 293	0.0	-862.8	-637.8	Baricentrica	-53.2	51.6
0067 Nodo 292	0.0	-407.4	-321.7	Baricentrica	-25.5	24.8
0067 Nodo 293	0.0	-956.7	-772.0	Baricentrica	-60.1	58.4
0068 Nodo 292	0.0	-367.6	-264.8	Baricentrica	-22.5	21.9
0068 Nodo 293	0.0	-862.8	-637.8	Baricentrica	-53.2	51.6
0069 Nodo 292	0.0	-447.3	-378.6	Baricentrica	-28.4	27.6
0069 Nodo 293	0.0	-1050.7	-906.2	Baricentrica	-67.1	65.2

0070 Nodo 292	0.0	-447.3	-378.6	Baricentrica	-28.4	27.6
0070 Nodo 293	0.0	-1050.7	-906.2	Baricentrica	-67.1	65.2
0071 Nodo 292	0.0	-447.3	-378.6	Baricentrica	-28.4	27.6
0071 Nodo 293	0.0	-1050.7	-906.2	Baricentrica	-67.1	65.2
0072 Nodo 292	0.0	-182.2	-0.0	Baricentrica	-8.8	8.5
0072 Nodo 293	0.0	-416.2	-0.0	Baricentrica	-20.2	19.4
0073 Nodo 292	0.0	-185.4	-264.8	Baricentrica	-13.7	13.4
0073 Nodo 293	0.0	-446.6	-637.8	Baricentrica	-33.1	32.3
0074 Nodo 292	0.0	-79.7	-113.8	Baricentrica	-5.9	5.8
0074 Nodo 293	0.0	-187.9	-268.3	Baricentrica	-13.9	13.6
0079 Nodo 292	0.0	-496.5	0.0	Baricentrica	-24.1	23.2
0079 Nodo 293	0.0	-1201.2	0.0	Baricentrica	-58.2	56.1
0080 Nodo 292	-0.0	551.4	-0.0	Baricentrica	-25.7	26.7
0080 Nodo 293	-0.0	1331.2	-0.0	Baricentrica	-62.1	64.5
0081 Nodo 292	-0.0	537.7	-0.0	Baricentrica	-25.1	26.0
0081 Nodo 293	-0.0	1299.1	-0.0	Baricentrica	-60.6	62.9
0082 Nodo 292	-88.1	-404.5	-225.3	Baricentrica	-23.7	22.8
0082 Nodo 293	-88.1	-924.8	-592.0	Baricentrica	-55.4	53.7
0083 Nodo 292	-84.1	-360.1	-280.9	Baricentrica	-22.5	21.8
0083 Nodo 293	-84.1	-844.8	-656.5	Baricentrica	-52.7	51.1
0084 Nodo 292	84.1	-375.1	-248.8	Baricentrica	-22.5	22.0
0084 Nodo 293	84.1	-880.8	-619.2	Baricentrica	-53.6	52.2
0085 Nodo 292	88.1	-330.7	-304.4	Baricentrica	-21.4	20.9
0085 Nodo 293	88.1	-800.7	-683.6	Baricentrica	-50.9	49.6
0086 Nodo 292	-32.6	-446.0	-168.7	Baricentrica	-24.6	23.8
0086 Nodo 293	-32.6	-1002.8	-526.3	Baricentrica	-58.0	56.2
0087 Nodo 292	19.1	-437.2	-175.7	Baricentrica	-24.3	23.5
0087 Nodo 293	19.1	-989.6	-534.4	Baricentrica	-57.4	55.7
0088 Nodo 292	-19.1	-298.0	-353.9	Baricentrica	-20.8	20.2

0088 Nodo 293	-19.1	-736.0	-741.2	Baricentrica	-48.9	47.6
0089 Nodo 292	32.6	-289.2	-361.0	Baricentrica	-20.4	20.0
0089 Nodo 293	32.6	-722.8	-749.3	Baricentrica	-48.4	47.2

La verifica è pienamente soddisfatta in quanto risulta:

$$\sigma_{max} = 138,7 \text{ N/mm}^2 < \left(\frac{f_{y,k}}{\gamma_{m0}} \right) = \left(\frac{420}{1,05} \right) = 400 \text{ N/mm}^2$$

7.5.3. Verifica di Resistenza a Taglio- Modello A – Stow position ($\alpha=0^\circ$)

- V_x -0.0 [N]
- V_y 6504.4 [N]



Momento d'inerzia rispetto all'asse neutro della flessione correlata $J=904920066526$ [mm⁴]

N.B. Le caratteristiche inerziali riportate sono moltiplicate per i moduli elastici delle aree cui afferiscono.

Es. $J=\sum_{i=1,n} A_{ree} J_i E_i$

x [mm]	y [mm]	B [mm]	S [mm ³]	τ [MPa]
2951.63	1866.95	132.00	-0	-0.0
2951.63	1866.95	132.57	24582173	0.0
2951.63	1866.94	133.13	98610904	0.0
2951.63	1866.91	133.69	223259875	0.0
2951.63	1866.88	134.26	397072544	0.0
2951.63	1866.84	134.82	621082988	0.0
2951.63	1866.80	135.37	895398338	0.0
2951.63	1866.74	135.93	1218332054	0.1
2951.63	1866.67	136.48	1591564544	0.1
2951.63	1866.60	137.02	2013254730	0.1
2951.63	1866.51	137.56	2483211541	0.1
2951.63	1866.42	138.10	3000306632	0.2
2951.63	1866.32	138.63	3564200654	0.2
2951.63	1866.21	139.15	4173619602	0.2
2951.63	1866.10	139.66	4828076068	0.2

2951.63	1865.97	140.17	5524447977	0.3
2951.63	1865.84	140.67	6264678492	0.3
2951.63	1865.70	141.16	7044663719	0.4
2951.63	1865.55	141.64	7863659792	0.4
2951.63	1865.40	142.12	8720853926	0.4
2951.63	1865.24	142.58	9612025853	0.5
2951.63	1865.07	143.03	10538775130	0.5
2951.63	1864.89	143.47	11497623906	0.6
2951.63	1864.71	143.90	12485918176	0.6
2951.63	1864.52	144.32	13502620090	0.7
2951.63	1864.32	144.73	14545825252	0.7
2951.63	1864.12	145.12	15612005958	0.8
2951.63	1863.91	145.50	16700045286	0.8
2951.63	1863.69	145.87	17808774669	0.9
2951.63	1863.47	146.22	18933879966	0.9
2951.63	1863.24	146.56	20073437054	1.0
2951.63	1863.01	146.89	21226275697	1.0
2951.63	1862.45	Errore		
2951.63	1862.45	Errore		
2951.63	1862.45	15.12	23956090601	11.4
2951.63	1862.43	14.68	23964961431	11.7
2951.63	1862.43	14.67	23965034456	11.7
2951.63	1862.40	14.24	23979429488	12.1
2951.63	1862.36	13.83	23998989013	12.5
2951.63	1862.30	13.43	24023160678	12.9
2951.63	1862.23	13.05	24051685182	13.2
2951.63	1862.16	12.69	24084056368	13.6
2951.63	1862.07	12.35	24119994381	14.0
2951.63	1861.96	12.03	24159054535	14.4
2951.63	1861.96	12.03	24159112223	14.4
2951.63	1861.85	11.72	24200990361	14.8
2951.63	1861.73	11.44	24245422983	15.2

2951.63	1861.60	11.17	24292035847	15.6
2951.63	1861.45	10.92	24340509514	16.0
2951.63	1861.30	10.69	24390534505	16.4
2951.63	1861.14	10.47	24441938846	16.8
2951.63	1860.97	10.27	24494419168	17.1
2951.63	1860.79	10.09	24547742322	17.5
2951.63	1860.60	9.92	24601709639	17.8
2951.63	1860.41	9.77	24656088534	18.1
2951.63	1860.20	9.63	24710709396	18.4
2951.63	1860.20	9.63	24710750257	18.4
2951.63	1860.00	9.51	24765469902	18.7
2951.63	1859.79	9.40	24820114612	19.0
2951.63	1859.57	9.30	24874488681	19.2
2951.63	1859.35	9.22	24928490592	19.4
2951.63	1859.12	9.15	24981994780	19.6
2951.63	1859.12	9.15	24982030459	19.6
2951.63	1858.89	9.10	25034926856	19.8
2951.63	1858.66	9.05	25087114475	19.9
2951.63	1858.43	9.02	25138501602	20.0
2951.63	1858.19	9.01	25188974423	20.1
2951.63	1857.95	9.00	25238460542	20.2
2951.63	1857.95	9.00	25238492260	20.2
2951.63	1835.95	9.00	25238420144	20.2
2951.63	1835.72	9.01	25188932996	20.1
2951.63	1835.48	9.02	25138459670	20.0
2951.63	1835.25	9.05	25087071021	19.9
2951.63	1835.02	9.10	25034882637	19.8
2951.63	1834.79	9.15	24981949993	19.6
2951.63	1834.56	9.22	24928445373	19.4
2951.63	1834.34	9.30	24874443155	19.2
2951.63	1834.12	9.40	24820029536	19.0
2951.63	1833.91	9.51	24765384144	18.7

2951.63	1833.70	9.63	24710663784	18.4
2951.63	1833.50	9.77	24656040518	18.1
2951.63	1833.31	9.92	24601660460	17.8
2951.63	1833.12	10.09	24547693586	17.5
2951.63	1832.94	10.27	24494369896	17.1
2951.63	1832.77	10.47	24441888818	16.8
2951.63	1832.61	10.69	24390482331	16.4
2951.63	1832.46	10.92	24340456917	16.0
2951.63	1832.31	11.17	24291982238	15.6
2951.63	1832.18	11.44	24245367552	15.2
2951.63	1832.06	11.72	24200935643	14.8
2951.63	1831.95	12.03	24158998072	14.4
2951.63	1831.84	12.35	24119879245	14.0
2951.63	1831.75	12.69	24084002655	13.6
2951.63	1831.68	13.05	24051631352	13.2
2951.63	1831.61	13.43	24023106020	12.9
2951.63	1831.55	13.83	23998933997	12.5
2951.63	1831.51	14.24	23979374690	12.1
2951.63	1831.48	14.67	23964907005	11.7
2951.63	1831.46	15.12	23956036185	11.4
2951.63	1831.45	15.59	23952909821	11.0
τ_{Max}				20.2

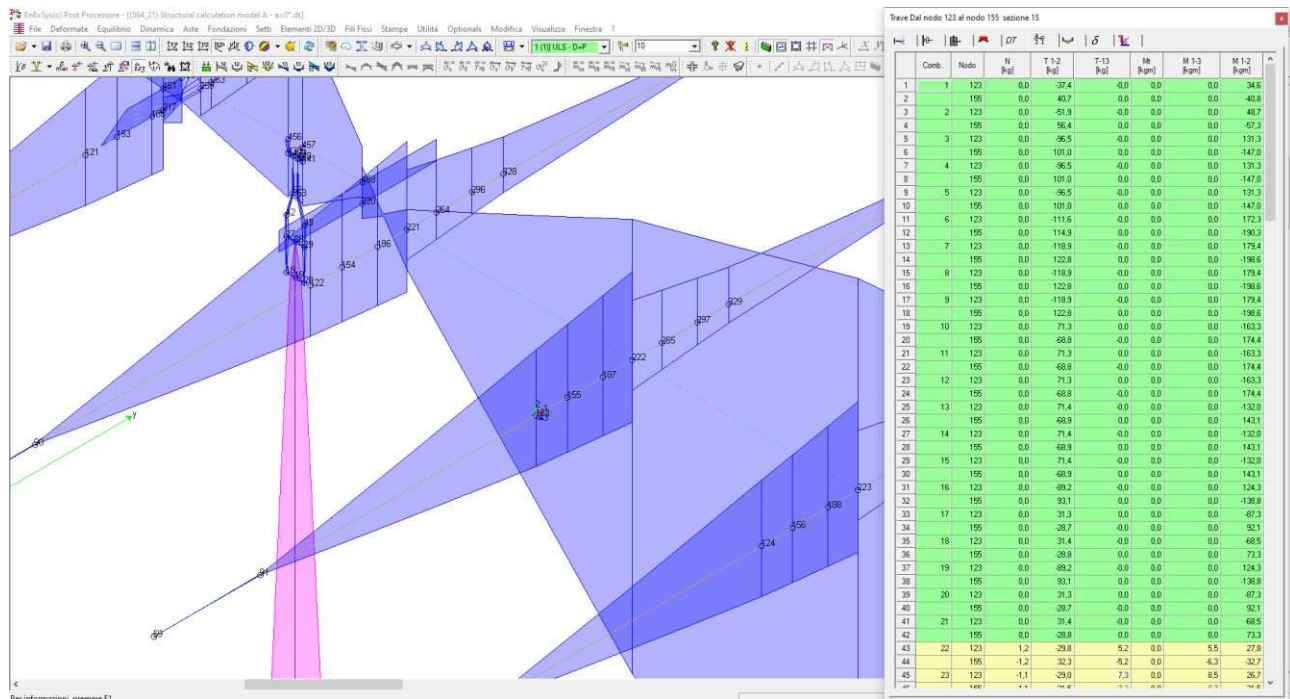
La verifica risulta essere soddisfatta in quanto risulta:

$$\tau_{max} = 20,2 \text{ MPa} < \frac{f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_m} = \frac{420}{\sqrt{3} \cdot 1,05} = 230,9 \text{ MPa}$$

7.6. Module Support Type S 100 x 22 x 33 x 10 x2 mm

Per questo elemento viene verificato soltanto la condizione di stow position essendo la configurazione peggiore.

7.6.1. Modello A – Stow position ($\alpha=0^\circ$)



Modalità di verifica – metodo plastico

La sezione viene individuata tramite:

- poligonali, caratterizzanti aree che descrivono sezioni piene o vuoti all'interno di esse;
- barre, caratterizzanti aree di materiali considerate concentrate in un punto.

Le leggi costitutive dei materiali sono determinate dall'utente.

Nella definizione delle azioni agenti sulla sezione è possibile definire se le azioni sono assegnate rispetto al sistema di riferimento baricentrico della sezione in esame o se sono riferite al Sistema di Riferimento Globale dell'area di lavoro.

Verifiche condotte agli Stati Limite Ultimi

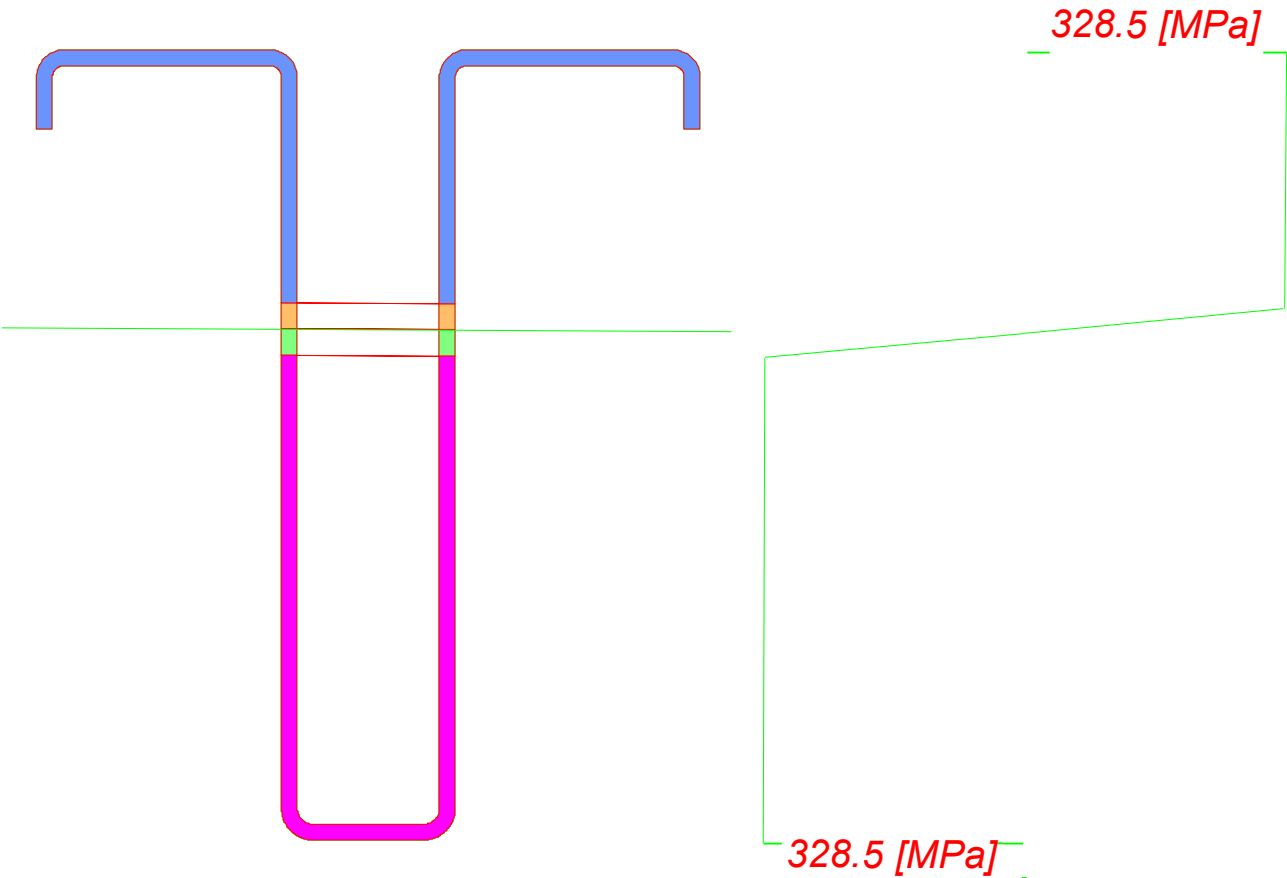
Condizione di carico	N [N]	Mx [Nm]	My [Nm]	Azione Baricentrica	Tipo	Sd/Sr	ϵ_{MIN} x 1000	d ϵ_{MIN} [mm]	ϵ_{MAX} x 1000	d ϵ_{MAX} [mm]	$\epsilon_{MIN}/\epsilon_{MAX}$
0030 Nodo 131	0.0	-2815.1	-0.0	Baricentrica		0.48	-30.74	64.66	16.92	35.60	1.816

0030 Nodo 163	0.0	-3118.6	0.0	Baricentrica		0.54	-30.74	64.66	16.92	35.60	1.816
0031 Nodo 131	0.0	-2885.7	-0.0	Baricentrica		0.50	-30.74	64.66	16.92	35.60	1.816
0031 Nodo 163	0.0	-3201.2	0.0	Baricentrica		0.55	-30.74	64.66	16.92	35.60	1.816
0032 Nodo 131	0.0	2231.1	0.0	Baricentrica		0.38	-16.92	35.60	30.74	64.66	0.551
0032 Nodo 163	0.0	2399.0	-0.0	Baricentrica		0.41	-16.92	35.60	30.74	64.66	0.551
0033 Nodo 131	0.0	-1559.3	0.0	Baricentrica		0.27	-30.74	64.66	16.92	35.60	1.816
0033 Nodo 163	0.0	-1862.8	-0.0	Baricentrica		0.32	-30.74	64.66	16.92	35.60	1.816
0034 Nodo 131	0.0	-1629.9	0.0	Baricentrica		0.28	-30.74	64.66	16.92	35.60	1.816
0034 Nodo 163	0.0	-1945.4	-0.0	Baricentrica		0.33	-30.74	64.66	16.92	35.60	1.816
0035 Nodo 131	0.0	819.9	-0.0	Baricentrica		0.14	-16.92	35.60	30.74	64.66	0.551
0035 Nodo 163	0.0	988.0	0.0	Baricentrica		0.17	-16.92	35.60	30.74	64.66	0.551
0036 Nodo 131	0.0	-486.7	0.0	Baricentrica		0.08	-30.74	64.66	16.92	35.60	1.816
0036 Nodo 163	0.0	-572.8	-0.0	Baricentrica		0.10	-30.74	64.66	16.92	35.60	1.816
0037 Nodo 131	0.0	-1968.4	-0.0	Baricentrica		0.34	-30.74	64.66	16.92	35.60	1.816
0037 Nodo 163	0.0	-2199.4	0.0	Baricentrica		0.38	-30.74	64.66	16.92	35.60	1.816
0038 Nodo 131	0.0	-1215.0	0.0	Baricentrica		0.21	-30.74	64.66	16.92	35.60	1.816
0038 Nodo 163	0.0	-1445.9	-0.0	Baricentrica		0.25	-30.74	64.66	16.92	35.60	1.816
0039 Nodo 131	0.0	-34.3	0.0	Baricentrica		0.01	-30.74	64.66	16.92	35.60	1.816
0039 Nodo 163	0.0	-42.6	-0.0	Baricentrica		0.01	-30.74	64.66	16.92	35.60	1.816
0040 Nodo 131	0.0	-231.5	0.0	Baricentrica		0.04	-30.74	64.66	16.92	35.60	1.816
0040 Nodo 163	0.0	-271.0	-0.0	Baricentrica		0.05	-30.74	64.66	16.92	35.60	1.816
0041 Nodo 131	0.0	-94.1	0.0	Baricentrica		0.02	-30.74	64.66	16.92	35.60	1.816
0041 Nodo 163	0.0	-110.1	0.0	Baricentrica		0.02	-30.74	64.66	16.92	35.60	1.816
0042 Nodo 131	0.0	-1646.4	-0.0	Baricentrica		0.28	-30.74	64.66	16.92	35.60	1.816
0042 Nodo 163	0.0	-1807.3	0.0	Baricentrica		0.31	-30.74	64.66	16.92	35.60	1.816
0043 Nodo 131	0.0	1664.6	0.0	Baricentrica		0.29	-16.92	35.60	30.74	64.66	0.551
0043 Nodo 163	0.0	1808.3	-0.0	Baricentrica		0.31	-16.92	35.60	30.74	64.66	0.551
0044 Nodo 131	0.0	-809.2	0.0	Baricentrica		0.14	-30.74	64.66	16.92	35.60	1.816
0044 Nodo 163	0.0	-970.1	-0.0	Baricentrica		0.17	-30.74	64.66	16.92	35.60	1.816
0045 Nodo 131	0.0	723.8	-0.0	Baricentrica		0.12	-16.92	35.60	30.74	64.66	0.551
0045 Nodo 163	0.0	867.7	0.0	Baricentrica		0.15	-16.92	35.60	30.74	64.66	0.551
0046 Nodo 131	0.0	-918.4	-0.0	Baricentrica		0.16	-30.74	64.66	16.92	35.60	1.816

0046 Nodo 163	0.0	-997.1	-0.0	Baricentrica		0.17	-30.74	64.66	16.92	35.60	1.816
0047 Nodo 131	0.0	1265.6	0.0	Baricentrica		0.22	-16.92	35.60	30.74	64.66	0.551
0047 Nodo 163	0.0	1371.6	-0.0	Baricentrica		0.24	-16.92	35.60	30.74	64.66	0.551
0048 Nodo 131	0.0	1057.0	0.0	Baricentrica		0.18	-16.92	35.60	30.74	64.66	0.551
0048 Nodo 163	0.0	1163.2	-0.0	Baricentrica		0.20	-16.92	35.60	30.74	64.66	0.551

Condizione di carico critica

Combinazione di Carico: 0031 Nodo 163



Azione	Sd	Sr	
N	0.0	0.0	[N]
Mx	-3201.2	-5824.0	[Nm]
My	0.0	0.0	[Nm]
Sd/Sr=0.55			

Tensioni massime riscontrate

Tensioni massime riscontrate S345

Sezioni	Tensione minima vertice	116	Condizione 0033 Nodo 131	x = 2866.32	y = 1843.25	-328.5 [MPa]
	Tensione massima vertice	116	Condizione 0043 Nodo 163	x = 2866.32	y = 1843.25	328.5 [MPa]

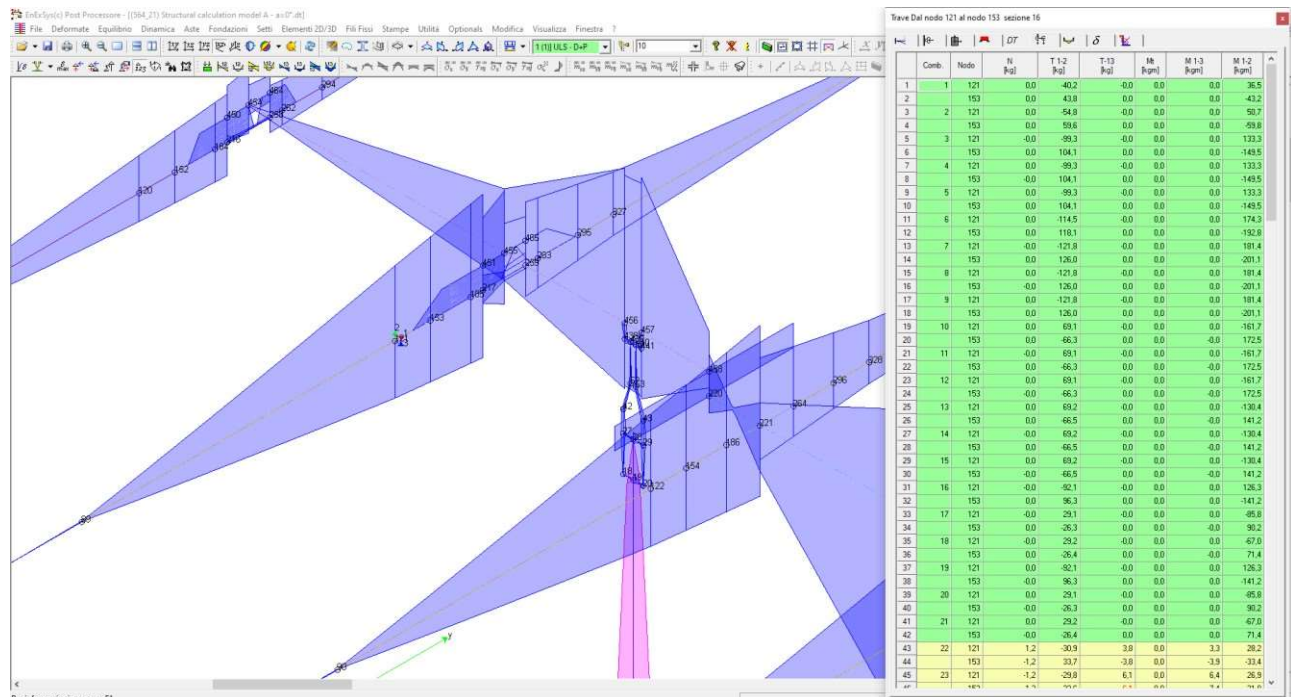
La verifica risulta pienamente soddisfatta in quanto:

$$(Sd/Rd)_{\max} = 0,55 < 1$$

7.7. Module Support Type LS 85 x 23.5 x 35 x 10 x 3 mm

Per questo elemento viene verificato soltanto la condizione di stow position essendo la configurazione peggiore.

7.7.1. Modello A – Stow position ($\alpha=0^\circ$)



Modalità di verifica – metodo plastico

La sezione viene individuata tramite:

- poligonali, caratterizzanti aree che descrivono sezioni piene o vuoti all'interno di esse;
- barre, caratterizzanti aree di materiali considerate concentrate in un punto.

Le leggi costitutive dei materiali sono determinate dall'utente.

Nella definizione delle azioni agenti sulla sezione è possibile definire se le azioni sono assegnate rispetto al sistema di riferimento baricentrico della sezione in esame o se sono riferite al Sistema di Riferimento Globale dell'area di lavoro.

Verifiche condotte agli Stati Limite Ultimi

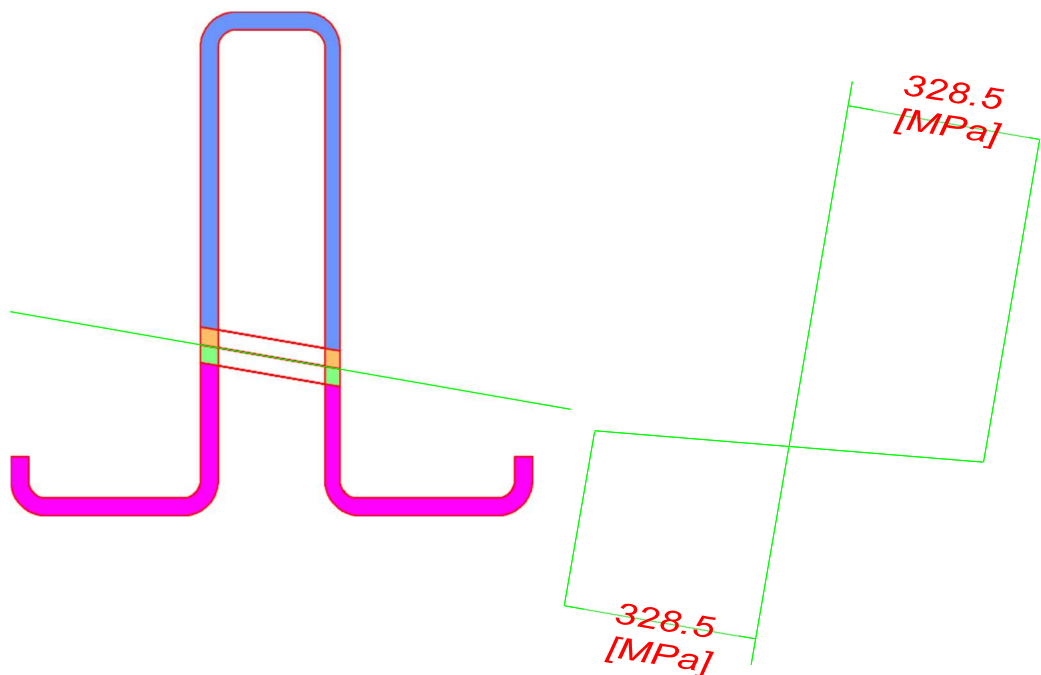
Condizione di carico	N [N]	Mx [Nm]	My [Nm]	Azione Baricentrica	Tipo	Sd/Sr	$\epsilon_{MIN} \times 1000$	d ϵ_{MIN} [mm]	$\epsilon_{MAX} \times 1000$	d ϵ_{MAX} [mm]	$\epsilon_{MIN}/\epsilon_{MAX}$
0030 Nodo 185	0.0	-3499.1	0.0	Baricentrica		0.57	-17.38	33.00	30.74	58.35	0.565

0030 Nodo 217	0.0	-3609.0	0.0	Baricentrica		0.58	-17.38	33.00	30.74	58.35	0.565
0031 Nodo 185	0.0	-3596.5	0.0	Baricentrica		0.58	-17.38	33.00	30.74	58.35	0.565
0031 Nodo 217	0.0	-3711.1	0.0	Baricentrica		0.60	-17.38	33.00	30.74	58.35	0.565
0032 Nodo 185	0.0	2560.5	-0.0	Baricentrica		0.41	-30.74	58.35	17.38	33.00	1.768
0032 Nodo 217	0.0	2614.7	0.0	Baricentrica		0.42	-30.74	58.35	17.38	33.00	1.768
0033 Nodo 185	0.0	-2243.3	0.0	Baricentrica		0.36	-17.38	33.00	30.74	58.35	0.565
0033 Nodo 217	0.0	-2353.2	0.0	Baricentrica		0.38	-17.38	33.00	30.74	58.35	0.565
0034 Nodo 185	0.0	-2340.7	0.0	Baricentrica		0.38	-17.38	33.00	30.74	58.35	0.565
0034 Nodo 217	0.0	-2455.3	0.0	Baricentrica		0.40	-17.38	33.00	30.74	58.35	0.565
0035 Nodo 185	0.0	1149.8	-0.0	Baricentrica		0.19	-30.74	58.35	17.38	33.00	1.768
0035 Nodo 217	0.0	1204.1	-0.0	Baricentrica		0.19	-30.74	58.35	17.38	33.00	1.768
0036 Nodo 185	0.0	-709.7	0.0	Baricentrica		0.11	-17.38	33.00	30.74	58.35	0.565
0036 Nodo 217	0.0	-745.5	0.0	Baricentrica		0.12	-17.38	33.00	30.74	58.35	0.565
0037 Nodo 185	0.0	-2500.2	0.0	Baricentrica		0.40	-17.38	33.00	30.74	58.35	0.565
0037 Nodo 217	0.0	-2586.1	0.0	Baricentrica		0.42	-17.38	33.00	30.74	58.35	0.565
0038 Nodo 185	0.0	-1746.7	0.0	Baricentrica		0.28	-17.38	33.00	30.74	58.35	0.565
0038 Nodo 217	0.0	-1832.6	0.0	Baricentrica		0.30	-17.38	33.00	30.74	58.35	0.565
0039 Nodo 185	0.0	-76.7	0.0	Baricentrica		0.01	-17.38	33.00	30.74	58.35	0.565
0039 Nodo 217	0.0	-81.6	0.0	Baricentrica		0.01	-17.38	33.00	30.74	58.35	0.565
0040 Nodo 185	0.0	-319.4	0.0	Baricentrica		0.05	-17.38	33.00	30.74	58.35	0.565
0040 Nodo 217	0.0	-334.8	0.0	Baricentrica		0.05	-17.38	33.00	30.74	58.35	0.565
0041 Nodo 185	0.0	-129.8	0.0	Baricentrica		0.02	-17.38	33.00	30.74	58.35	0.565
0041 Nodo 217	0.0	-136.1	0.0	Baricentrica		0.02	-17.38	33.00	30.74	58.35	0.565
0042 Nodo 185	0.0	-1989.5	0.0	Baricentrica		0.32	-17.38	33.00	30.74	58.35	0.565
0042 Nodo 217	0.0	-2045.1	0.0	Baricentrica		0.33	-17.38	33.00	30.74	58.35	0.565
0043 Nodo 185	0.0	1971.1	-0.0	Baricentrica		0.32	-30.74	58.35	17.38	33.00	1.768
0043 Nodo 217	0.0	2020.8	-0.0	Baricentrica		0.33	-30.74	58.35	17.38	33.00	1.768
0044 Nodo 185	0.0	-1152.3	0.0	Baricentrica		0.19	-17.38	33.00	30.74	58.35	0.565
0044 Nodo 217	0.0	-1207.9	0.0	Baricentrica		0.20	-17.38	33.00	30.74	58.35	0.565
0045 Nodo 185	0.0	1030.6	-0.0	Baricentrica		0.17	-30.74	58.35	17.38	33.00	1.768
0045 Nodo 217	0.0	1080.4	-0.0	Baricentrica		0.17	-30.74	58.35	17.38	33.00	1.768
0046 Nodo 185	0.0	-1086.2	0.0	Baricentrica		0.18	-17.38	33.00	30.74	58.35	0.565

0046 Nodo 217	0.0	-1113.4	0.0	Baricentrica		0.18	-17.38	33.00	30.74	58.35	0.565
0047 Nodo 185	0.0	1491.7	-0.0	Baricentrica		0.24	-30.74	58.35	17.38	33.00	1.768
0047 Nodo 217	0.0	1528.4	0.0	Baricentrica		0.25	-30.74	58.35	17.38	33.00	1.768
0048 Nodo 185	0.0	1283.5	-0.0	Baricentrica		0.21	-30.74	58.35	17.38	33.00	1.768
0048 Nodo 217	0.0	1320.2	-0.0	Baricentrica		0.21	-30.74	58.35	17.38	33.00	1.768

Condizione di carico critica

Combinazione di Carico: 0031 Nodo 217



Azione	Sd	Sr	
N	0.0	0.0	[N]
Mx	-3711.1	-6179.6	[Nm]
My	0.0	0.0	[Nm]
Sd/Sr=0.60			

Tensioni massime riscontrate

Tensioni massime riscontrate S345

Sezioni	Tensione minima vertice	6	Condizione 0032 Nodo 217	x = 3265.01	y = 2040.44	-328.5 [MPa]
	Tensione massima vertice	6	Condizione 0030 Nodo 185	x = 3265.01	y = 2040.44	328.5 [MPa]

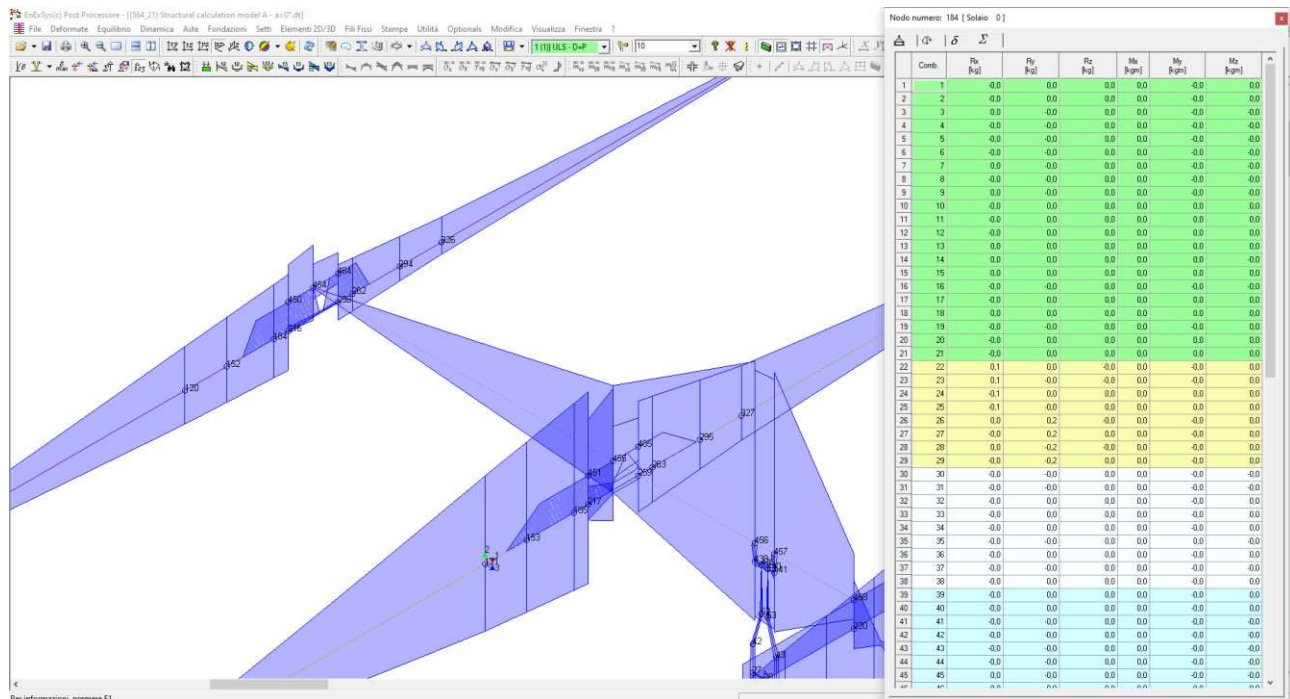
La verifica risulta pienamente soddisfatta in quanto:

$$(Sd/Rd)_{\max} = 0,60 < 1$$

7.8. Module Support Type E 70 x 26 x 13.5 x 3 mm

Per questo elemento viene verificato soltanto la condizione di stow position essendo la configurazione peggiore.

7.8.1. Modello A – Stow position ($\alpha=0^\circ$)



Modalità di verifica – metodo plastico

La sezione viene individuata tramite:

- poligonali, caratterizzanti aree che descrivono sezioni piene o vuoti all'interno di esse;
- barre, caratterizzanti aree di materiali considerate concentrate in un punto.

Le leggi costitutive dei materiali sono determinate dall'utente.

Nella definizione delle azioni agenti sulla sezione è possibile definire se le azioni sono assegnate rispetto al sistema di riferimento baricentrico della sezione in esame o se sono riferite al Sistema di Riferimento Globale dell'area di lavoro.

Verifiche condotte agli Stati Limite Ultimi

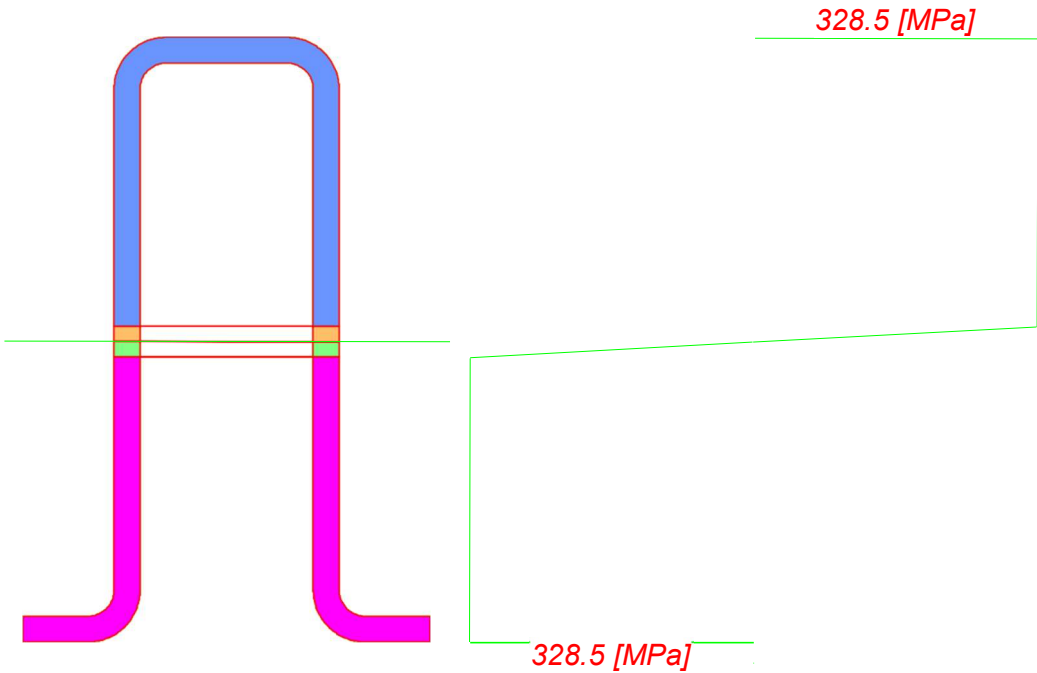
Condizione di carico	N [N]	M _x [Nm]	M _y [Nm]	Azione Baricentrica	Tipo	S _d /S _r	ε _{MIN} x 1000	d ε _{MIN} [mm]	ε _{MAX} x 1000	d ε _{MAX} [mm]	ε _{MIN} /ε _{MAX}
0030 Nodo 184	0.0	-1755.1	0.0	Baricentrica		0.50	-30.34	34.79	30.74	35.25	0.987

0030 Nodo 216	0.0	-1810.4	0.0	Baricentrica		0.52	-30.34	34.79	30.74	35.25	0.987
0031 Nodo 184	0.0	-1803.8	0.0	Baricentrica		0.51	-30.34	34.79	30.74	35.25	0.987
0031 Nodo 216	0.0	-1861.4	0.0	Baricentrica		0.53	-30.34	34.79	30.74	35.25	0.987
0032 Nodo 184	0.0	1275.0	-0.0	Baricentrica		0.36	-30.74	35.25	30.34	34.79	1.013
0032 Nodo 216	0.0	1301.8	0.0	Baricentrica		0.37	-30.74	35.25	30.34	34.79	1.013
0033 Nodo 184	0.0	-1127.2	-0.0	Baricentrica		0.32	-30.34	34.79	30.74	35.25	0.987
0033 Nodo 216	0.0	-1182.5	0.0	Baricentrica		0.34	-30.34	34.79	30.74	35.25	0.987
0034 Nodo 184	0.0	-1175.9	-0.0	Baricentrica		0.34	-30.34	34.79	30.74	35.25	0.987
0034 Nodo 216	0.0	-1233.5	0.0	Baricentrica		0.35	-30.34	34.79	30.74	35.25	0.987
0035 Nodo 184	0.0	569.4	0.0	Baricentrica		0.16	-30.74	35.25	30.34	34.79	1.013
0035 Nodo 216	0.0	596.2	0.0	Baricentrica		0.17	-30.74	35.25	30.34	34.79	1.013
0036 Nodo 184	0.0	-360.3	-0.0	Baricentrica		0.10	-30.34	34.79	30.74	35.25	0.987
0036 Nodo 216	0.0	-378.6	0.0	Baricentrica		0.11	-30.34	34.79	30.74	35.25	0.987
0037 Nodo 184	0.0	-1255.6	0.0	Baricentrica		0.36	-30.34	34.79	30.74	35.25	0.987
0037 Nodo 216	0.0	-1298.9	0.0	Baricentrica		0.37	-30.34	34.79	30.74	35.25	0.987
0038 Nodo 184	0.0	-878.9	-0.0	Baricentrica		0.25	-30.34	34.79	30.74	35.25	0.987
0038 Nodo 216	0.0	-922.2	0.0	Baricentrica		0.26	-30.34	34.79	30.74	35.25	0.987
0039 Nodo 184	0.0	-41.3	0.0	Baricentrica		0.01	-30.34	34.79	30.74	35.25	0.987
0039 Nodo 216	0.0	-43.9	-0.0	Baricentrica		0.01	-30.34	34.79	30.74	35.25	0.987
0040 Nodo 184	0.0	-161.0	-0.0	Baricentrica		0.05	-30.34	34.79	30.74	35.25	0.987
0040 Nodo 216	0.0	-168.8	0.0	Baricentrica		0.05	-30.34	34.79	30.74	35.25	0.987
0041 Nodo 184	0.0	-64.9	0.0	Baricentrica		0.02	-30.34	34.79	30.74	35.25	0.987
0041 Nodo 216	0.0	-68.1	-0.0	Baricentrica		0.02	-30.34	34.79	30.74	35.25	0.987
0042 Nodo 184	0.0	-994.7	0.0	Baricentrica		0.28	-30.34	34.79	30.74	35.25	0.987
0042 Nodo 216	0.0	-1022.6	0.0	Baricentrica		0.29	-30.34	34.79	30.74	35.25	0.987
0043 Nodo 184	0.0	984.8	-0.0	Baricentrica		0.28	-30.74	35.25	30.34	34.79	1.013
0043 Nodo 216	0.0	1009.7	0.0	Baricentrica		0.29	-30.74	35.25	30.34	34.79	1.013
0044 Nodo 184	0.0	-576.1	-0.0	Baricentrica		0.16	-30.34	34.79	30.74	35.25	0.987
0044 Nodo 216	0.0	-604.0	0.0	Baricentrica		0.17	-30.34	34.79	30.74	35.25	0.987
0045 Nodo 184	0.0	514.4	0.0	Baricentrica		0.15	-30.74	35.25	30.34	34.79	1.013
0045 Nodo 216	0.0	539.3	0.0	Baricentrica		0.15	-30.74	35.25	30.34	34.79	1.013
0046 Nodo 184	0.0	-542.9	0.0	Baricentrica		0.15	-30.34	34.79	30.74	35.25	0.987

0046 Nodo 216	0.0	-556.5	-0.0	Baricentrica		0.16	-30.34	34.79	30.74	35.25	0.987
0047 Nodo 184	0.0	746.0	-0.0	Baricentrica		0.21	-30.74	35.25	30.34	34.79	1.013
0047 Nodo 216	0.0	764.4	0.0	Baricentrica		0.22	-30.74	35.25	30.34	34.79	1.013
0048 Nodo 184	0.0	640.7	0.0	Baricentrica		0.18	-30.74	35.25	30.34	34.79	1.013
0048 Nodo 216	0.0	659.0	-0.0	Baricentrica		0.19	-30.74	35.25	30.34	34.79	1.013

Condizione di carico critica

Combinazione di Carico: 0031 Nodo 216



Azione	Sd	Sr	
N	0.0	0.0	[N]
Mx	-1861.4	-3505.9	[Nm]
My	0.0	0.0	[Nm]
Sd/Sr=0.53			

Tensioni massime riscontrate

Tensioni massime riscontrate S345

Sezioni	Tensione minima vertice	1	Condizione 0043 Nodo 184	x = 2901.92	y = 1691.28	-328.5 [MPa]
	Tensione massima vertice	1	Condizione 0030 Nodo 184	x = 2901.92	y = 1691.28	328.5 [MPa]

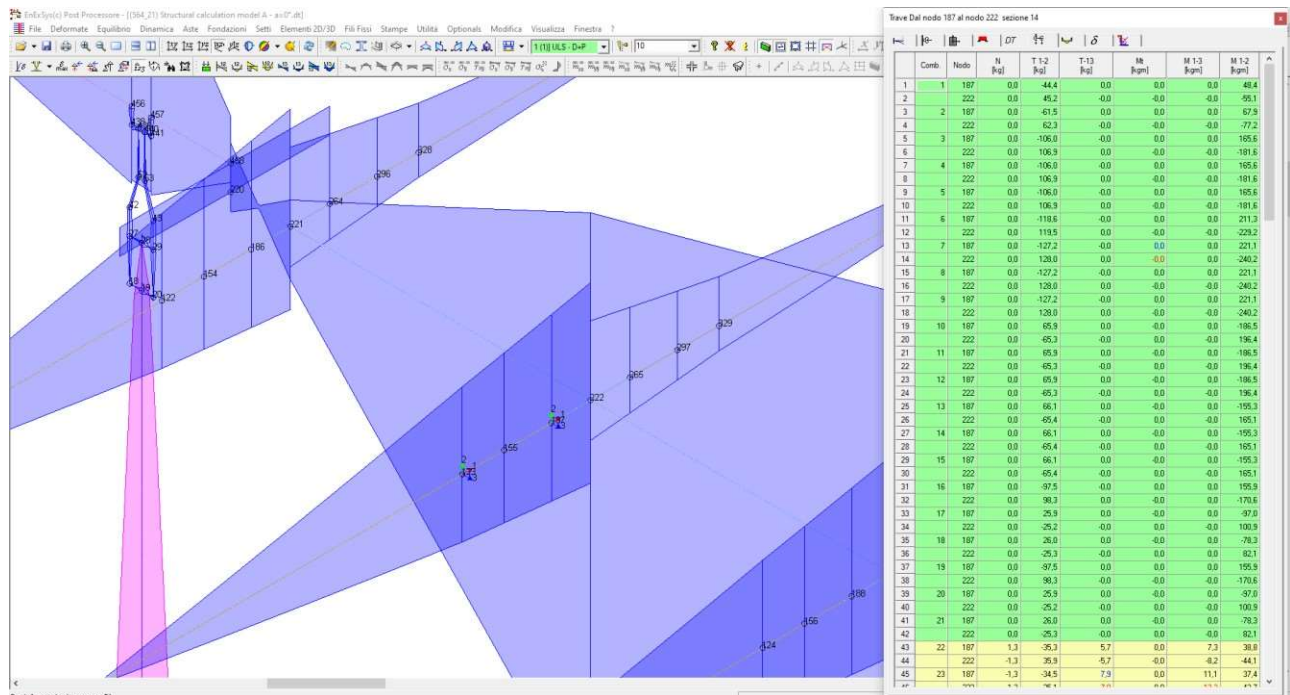
La verifica risulta pienamente soddisfatta in quanto:

$$(Sd/Rd)_{\max} = 0,53 < 1$$

7.9. Module Support Type P 70.5 x 36 x 14 x 4 mm

Per questo elemento viene verificato soltanto la condizione di stow position essendo la configurazione peggiore.

7.9.1. Modello A – Stow position ($\alpha=0^\circ$)



Modalità di verifica – metodo plastico

La sezione viene individuata tramite:

- poligonali, caratterizzanti aree che descrivono sezioni piene o vuoti all'interno di esse;
- barre, caratterizzanti aree di materiali considerate concentrate in un punto.

Le leggi costitutive dei materiali sono determinate dall'utente.

Nella definizione delle azioni agenti sulla sezione è possibile definire se le azioni sono assegnate rispetto al sistema di riferimento baricentrico della sezione in esame o se sono riferite al Sistema di Riferimento Globale dell'area di lavoro.

Verifiche condotte agli Stati Limite Ultimi

Condizione di carico	N [N]	Mx [Nm]	My [Nm]	Azione Baricentrica	Tipo	Sd/Sr	ϵ_{MIN} x 1000	d ϵ_{MIN} [mm]	ϵ_{MAX} x 1000	d ϵ_{MAX} [mm]	$\epsilon_{MIN}/\epsilon_{MAX}$
0030 Nodo 195	0.0	-3468.3	-0.0	Baricentrica		0.71	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0030 Nodo 232	0.0	-3763.2	-0.0	Baricentrica		0.77	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0031 Nodo 195	0.0	-3565.7	-0.0	Baricentrica		0.73	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0031 Nodo 232	0.0	-3873.4	-0.0	Baricentrica		0.79	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0032 Nodo 195	0.0	2584.2	0.0	Baricentrica		0.53	-27.40	33.25	30.74	37.29	0.891
0032 Nodo 232	0.0	2735.9	0.0	Baricentrica		0.56	-27.40	33.25	30.74	37.29	0.891
0033 Nodo 195	0.0	-2212.5	0.0	Baricentrica		0.45	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0033 Nodo 232	0.0	-2507.4	0.0	Baricentrica		0.51	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0034 Nodo 195	0.0	-2309.9	0.0	Baricentrica		0.47	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0034 Nodo 232	0.0	-2617.6	0.0	Baricentrica		0.54	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0035 Nodo 195	0.0	1173.5	-0.0	Baricentrica		0.24	-27.40	33.25	30.74	37.29	0.891
0035 Nodo 232	0.0	1325.4	-0.0	Baricentrica		0.27	-27.40	33.25	30.74	37.29	0.891
0036 Nodo 195	0.0	-678.9	0.0	Baricentrica		0.14	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0036 Nodo 232	0.0	-771.7	0.0	Baricentrica		0.16	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0037 Nodo 195	0.0	-2469.4	-0.0	Baricentrica		0.51	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0037 Nodo 232	0.0	-2698.9	-0.0	Baricentrica		0.55	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0038 Nodo 195	0.0	-1715.9	0.0	Baricentrica		0.35	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0038 Nodo 232	0.0	-1945.4	0.0	Baricentrica		0.40	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0039 Nodo 195	0.0	-372.4	0.0	Baricentrica		0.08	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0039 Nodo 232	0.0	-424.1	0.0	Baricentrica		0.09	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0040 Nodo 195	0.0	-502.3	0.0	Baricentrica		0.10	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0040 Nodo 232	0.0	-571.0	0.0	Baricentrica		0.12	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0041 Nodo 195	-0.0	-1154.0	-0.0	Baricentrica		0.24	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0041 Nodo 232	-0.0	-1267.3	-0.0	Baricentrica		0.26	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0042 Nodo 195	0.0	-1154.0	-0.0	Baricentrica		0.24	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0042 Nodo 232	0.0	-1267.3	-0.0	Baricentrica		0.26	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0043 Nodo 195	0.0	-1154.0	-0.0	Baricentrica		0.24	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0043 Nodo 232	0.0	-1267.3	-0.0	Baricentrica		0.26	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0044 Nodo 195	0.0	-1458.6	-0.0	Baricentrica		0.30	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0044 Nodo 232	0.0	-1584.5	-0.0	Baricentrica		0.32	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122

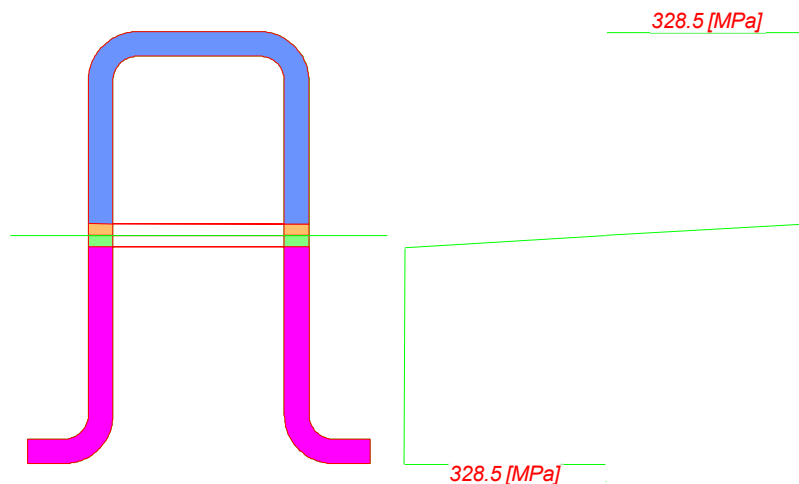
0045 Nodo 195	-0.0	-1523.5	-0.0	Baricentrica		0.31	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0045 Nodo 232	-0.0	-1658.0	-0.0	Baricentrica		0.34	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0046 Nodo 195	0.0	-1523.5	-0.0	Baricentrica		0.31	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0046 Nodo 232	0.0	-1658.0	-0.0	Baricentrica		0.34	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0047 Nodo 195	0.0	-1523.5	-0.0	Baricentrica		0.31	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0047 Nodo 232	0.0	-1658.0	-0.0	Baricentrica		0.34	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0048 Nodo 195	0.0	1119.3	0.0	Baricentrica		0.23	-27.40	33.25	30.74	37.29	0.891
0048 Nodo 232	0.0	1167.7	0.0	Baricentrica		0.24	-27.40	33.25	30.74	37.29	0.891
0049 Nodo 195	-0.0	1119.3	0.0	Baricentrica		0.23	-27.40	33.25	30.74	37.29	0.891
0049 Nodo 232	-0.0	1167.7	0.0	Baricentrica		0.24	-27.40	33.25	30.74	37.29	0.891
0050 Nodo 195	0.0	1119.3	0.0	Baricentrica		0.23	-27.40	33.25	30.74	37.29	0.891
0050 Nodo 232	0.0	1167.7	0.0	Baricentrica		0.24	-27.40	33.25	30.74	37.29	0.891
0051 Nodo 195	0.0	911.0	0.0	Baricentrica		0.19	-27.40	33.25	30.74	37.29	0.891
0051 Nodo 232	0.0	959.6	0.0	Baricentrica		0.20	-27.40	33.25	30.74	37.29	0.891
0052 Nodo 195	-0.0	911.0	0.0	Baricentrica		0.19	-27.40	33.25	30.74	37.29	0.891
0052 Nodo 232	-0.0	959.6	0.0	Baricentrica		0.20	-27.40	33.25	30.74	37.29	0.891
0053 Nodo 195	0.0	911.0	0.0	Baricentrica		0.19	-27.40	33.25	30.74	37.29	0.891
0053 Nodo 232	0.0	959.6	0.0	Baricentrica		0.20	-27.40	33.25	30.74	37.29	0.891
0054 Nodo 195	-0.0	-1089.0	-0.0	Baricentrica		0.22	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0054 Nodo 232	-0.0	-1193.8	-0.0	Baricentrica		0.24	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0055 Nodo 195	-0.0	522.6	0.0	Baricentrica		0.11	-27.40	33.25	30.74	37.29	0.891
0055 Nodo 232	-0.0	531.0	0.0	Baricentrica		0.11	-27.40	33.25	30.74	37.29	0.891
0056 Nodo 195	-0.0	397.7	0.0	Baricentrica		0.08	-27.40	33.25	30.74	37.29	0.891
0056 Nodo 232	-0.0	406.1	0.0	Baricentrica		0.08	-27.40	33.25	30.74	37.29	0.891
0057 Nodo 195	0.0	-1089.0	-0.0	Baricentrica		0.22	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0057 Nodo 232	0.0	-1193.8	-0.0	Baricentrica		0.24	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0058 Nodo 195	0.0	522.6	0.0	Baricentrica		0.11	-27.40	33.25	30.74	37.29	0.891
0058 Nodo 232	0.0	531.0	0.0	Baricentrica		0.11	-27.40	33.25	30.74	37.29	0.891
0059 Nodo 195	0.0	397.7	0.0	Baricentrica		0.08	-27.40	33.25	30.74	37.29	0.891
0059 Nodo 232	0.0	406.1	0.0	Baricentrica		0.08	-27.40	33.25	30.74	37.29	0.891
0060 Nodo 195	0.0	-2361.9	-0.0	Baricentrica		0.48	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0060 Nodo 232	0.0	-2565.4	-0.0	Baricentrica		0.53	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122

0061 Nodo 195	0.0	-2426.8	-0.0	Baricentrica		0.50	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0061 Nodo 232	0.0	-2638.8	-0.0	Baricentrica		0.54	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0062 Nodo 195	0.0	1598.7	0.0	Baricentrica		0.33	-27.40	33.25	30.74	37.29	0.891
0062 Nodo 232	0.0	1682.6	0.0	Baricentrica		0.34	-27.40	33.25	30.74	37.29	0.891
0063 Nodo 195	0.0	-1524.7	0.0	Baricentrica		0.31	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0063 Nodo 232	0.0	-1728.2	0.0	Baricentrica		0.35	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0064 Nodo 195	0.0	-1589.6	0.0	Baricentrica		0.33	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0064 Nodo 232	0.0	-1801.6	0.0	Baricentrica		0.37	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0065 Nodo 195	0.0	658.2	-0.0	Baricentrica		0.13	-27.40	33.25	30.74	37.29	0.891
0065 Nodo 232	0.0	742.3	-0.0	Baricentrica		0.15	-27.40	33.25	30.74	37.29	0.891
0066 Nodo 195	0.0	-502.3	0.0	Baricentrica		0.10	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0066 Nodo 232	0.0	-571.0	0.0	Baricentrica		0.12	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0067 Nodo 195	0.0	-1695.9	-0.0	Baricentrica		0.35	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0067 Nodo 232	0.0	-1855.8	-0.0	Baricentrica		0.38	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0068 Nodo 195	0.0	-1193.6	0.0	Baricentrica		0.24	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0068 Nodo 232	0.0	-1353.5	0.0	Baricentrica		0.28	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0069 Nodo 195	0.0	-53.0	0.0	Baricentrica		0.01	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0069 Nodo 232	0.0	-62.6	0.0	Baricentrica		0.01	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0070 Nodo 195	0.0	-319.4	0.0	Baricentrica		0.07	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0070 Nodo 232	0.0	-361.5	0.0	Baricentrica		0.07	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0071 Nodo 195	0.0	-129.8	0.0	Baricentrica		0.03	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0071 Nodo 232	0.0	-146.9	0.0	Baricentrica		0.03	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0072 Nodo 195	0.0	-1989.5	-0.0	Baricentrica		0.41	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0072 Nodo 232	0.0	-2141.3	-0.0	Baricentrica		0.44	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0073 Nodo 195	0.0	1971.1	0.0	Baricentrica		0.40	-27.40	33.25	30.74	37.29	0.891
0073 Nodo 232	0.0	2106.7	0.0	Baricentrica		0.43	-27.40	33.25	30.74	37.29	0.891
0074 Nodo 195	0.0	-1152.3	0.0	Baricentrica		0.24	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0074 Nodo 232	0.0	-1304.1	0.0	Baricentrica		0.27	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0075 Nodo 195	0.0	1030.6	-0.0	Baricentrica		0.21	-27.40	33.25	30.74	37.29	0.891
0075 Nodo 232	0.0	1166.4	-0.0	Baricentrica		0.24	-27.40	33.25	30.74	37.29	0.891
0076 Nodo 195	0.0	-1086.2	-0.0	Baricentrica		0.22	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122
0076 Nodo 232	0.0	-1160.5	-0.0	Baricentrica		0.24	-30.74	37.29	27.40	33.25	1.122

0077 Nodo 195	0.0	1491.7	0.0	Baricentrica		0.31	-27.40	33.25	30.74	37.29	0.891
0077 Nodo 232	0.0	1591.8	0.0	Baricentrica		0.33	-27.40	33.25	30.74	37.29	0.891
0078 Nodo 195	0.0	1283.5	0.0	Baricentrica		0.26	-27.40	33.25	30.74	37.29	0.891
0078 Nodo 232	0.0	1383.7	0.0	Baricentrica		0.28	-27.40	33.25	30.74	37.29	0.891
0079 Nodo 195	-7.9	-370.2	-30.9	Baricentrica		0.08	-30.74	43.71	24.62	35.02	1.248
0079 Nodo 232	-7.9	-421.7	-34.6	Baricentrica		0.09	-30.74	43.63	24.66	35.01	1.246
0080 Nodo 195	7.7	-375.5	-49.4	Baricentrica		0.08	-30.74	45.54	23.70	35.12	1.297
0080 Nodo 232	7.7	-427.5	-54.7	Baricentrica		0.09	-30.74	45.44	23.76	35.13	1.293
0081 Nodo 195	-7.7	-369.3	49.4	Baricentrica		0.08	-30.74	45.65	23.62	35.07	1.301
0081 Nodo 232	-7.7	-420.7	54.7	Baricentrica		0.09	-30.74	45.55	23.68	35.09	1.298
0082 Nodo 195	7.9	-374.6	30.9	Baricentrica		0.08	-30.74	43.66	24.68	35.05	1.246
0082 Nodo 232	7.9	-426.5	34.6	Baricentrica		0.09	-30.74	43.58	24.71	35.04	1.244
0083 Nodo 195	-26.0	-363.7	18.7	Baricentrica		0.07	-30.74	41.82	25.41	34.57	1.210
0083 Nodo 232	-26.0	-414.5	20.1	Baricentrica		0.09	-30.74	41.59	25.51	34.52	1.205
0084 Nodo 195	-26.0	-363.4	42.8	Baricentrica		0.08	-30.74	45.22	23.84	35.08	1.289
0084 Nodo 232	-26.0	-414.2	46.8	Baricentrica		0.09	-30.74	45.05	23.94	35.09	1.284
0085 Nodo 195	26.0	-381.4	-42.8	Baricentrica		0.08	-30.74	44.89	24.10	35.20	1.275
0085 Nodo 232	26.0	-433.9	-46.8	Baricentrica		0.09	-30.74	44.74	24.18	35.19	1.271
0086 Nodo 195	26.0	-381.2	-18.7	Baricentrica		0.08	-30.74	41.49	25.67	34.65	1.197
0086 Nodo 232	26.0	-433.6	-20.1	Baricentrica		0.09	-30.74	41.28	25.75	34.58	1.194

Condizione di carico critica

Combinazione di Carico: 0031 Nodo 232



Azione	Sd	Sr	
N	0.0	0.0	[N]
Mx	-3873.4	-4885.8	[Nm]
My	-0.0	-0.0	[Nm]
Sd/Sr=0.79			

Tensioni massime riscontrate

Tensioni massime riscontrate *S345*

Sezioni	Tensione minima vertice	69	Condizione 0038 Nodo 195	x = 2682.58	y = 1836.99	-328.5 [MPa]
	Tensione massima vertice	69	Condizione 0051 Nodo 232	x = 2682.58	y = 1836.99	328.5 [MPa]

La verifica risulta pienamente soddisfatta in quanto:

$(Sd/Rd)_{max} = 0,79 < 1$