

**Regione Basilicata**  
**Provincia di Matera**  
**Comune di Tursi**



## **Relazione preliminare delle strutture**

**SPF\_A.7**

*art. 27bis del D.Lgs 152/2006*

*Committente*

### **SOLAR PROJECT FARM**

Strada comunale delle Fonticelle snc – Capannone 3  
65015 – Montesilvano (PE)  
tel. + 39 0874 67618 - fax + 39 0874 1862021  
P. Iva e C.F. 02248390680

Realizzazione ed esercizio di un impianto fotovoltaico a terra  
della potenza di 16.99 MWp e delle opere di connessione  
Comune di Tursi (MT), località Caprarico Vallo, snc.

Progettista:

Progetto Engineering s.r.l.

Dir. Tec. Ing. Leonardo Filotico



Committente:

**SOLAR PROJECT FARM SRL**  
Strada com. delle Fonticelle snc, cap. nr.3  
65015 Montesilvano (PE)  
PEC: solarprojectfarm@legalmail.it  
P.Iva 02248390680

**Sommario**

**SOMMARIO** .....1

**1 RELAZIONE PRELIMINARE DELLE STRUTTURE** .....2

1.1 **PREMESSA** .....2

1.2 **GENERALITA'** .....2

**2 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA DI SOSTEGNO DEI PANNELLI**.....3

2.1 **FONDAZIONI A VITE KRINNER** .....5

**3 ANALISI DEI CARICHI** .....7

3.1 **VENTO**.....7

3.2 **NEVE**.....7

3.3 **CARICHI PERMANENTI E SISMICI** .....8

**4 VERIFICA DELLE STRUTTURE**.....8

4.1 **MATERIALI**.....8

4.1.1 Trave principale di unione dei pilastri- Profilo "U" 60x120x60x3;.....8

4.1.2 Arcarecci - binari fissaggio moduli - Profilo OMEGA 30x100x80x3; .....9

4.1.3 Controventi - Traverso laterale "L" 60x6 .....9

4.2 **STRUTTURE IN ELEVAZIONE** .....9

4.3 **STRUTTURE DI FONDAZIONE**.....11

4.3.1 **DIMENSIONAMENTO DEI PALI DI FONDAZIONE SECONDO LA TEORIA DI BROMS** .....11

**5 RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE CON IL SOFTWARE AGLI ELEMENTI FINIT PRO-SAP**.....16

5.1 **PREMESSA** .....16

5.2 **QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO ADOTTATO**.....16

5.3 **AZIONI DI PROGETTO SULLA COSTRUZIONE** .....16

5.4 **MODELLO NUMERICO**.....17

5.5 **MODELLAZIONE DELLE AZIONI** .....18

5.6 **COMBINAZIONI E/O PERCORSI DI CARICO**.....18

5.7 **VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI**.....18

5.8 **VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO** .....18

5.9 **RELAZIONE SUI MATERIALI** .....18

**6 NORMATIVA DI RIFERIMENTO** .....19

**7 CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI**.....23

7.1 **LEGENDA TABELLA DATI MATERIALI** .....23

**8 MODELLAZIONE DELLE SEZIONI**.....28

8.1 **LEGENDA TABELLA DATI SEZIONI**.....28

**9 MODELLAZIONE STRUTTURA: NODI**.....31

9.1 **LEGENDA TABELLA DATI NODI**.....31

9.1.1 **TABELLA DATI NODI** .....32

**10 MODELLAZIONE STRUTTURA: ELEMENTI TRAVE** .....32

10.1 **TABELLA DATI TRAVI**.....32

**11 MODELLAZIONE DELLE AZIONI**.....37

11.1 **LEGENDA TABELLA DATI AZIONI** .....37

**12 SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO**.....39

12.1 **LEGENDA TABELLA CASI DI CARICO** .....39

**13 DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI**.....40

13.1 **LEGENDA TABELLA COMBINAZIONI DI CARICO**.....40

**14 AZIONE SISMICA**.....44

14.1 **VALUTAZIONE DELL' AZIONE SISMICA** .....44

14.1.1 **Parametri della struttura** .....44

**15 RISULTATI ANALISI SISMICHE**.....46

15.1 **LEGENDA TABELLA ANALISI SISMICHE**.....46

**16 RISULTATI NODALI**.....52

16.1 **LEGENDA RISULTATI NODALI**.....52

**17 RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE** .....60

17.1 **LEGENDA RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE**.....60

**18 VERIFICHE PER ELEMENTI IN ACCIAIO** .....75

18.1 **LEGENDA TABELLA VERIFICHE PER ELEMENTI IN ACCIAIO**.....75

**19 STATI LIMITE D' ESERCIZIO ACCIAIO** .....78

19.1 **LEGENDA TABELLA STATI LIMITE D' ESERCIZIO ACCIAIO** .....78

## 1 RELAZIONE PRELIMINARE DELLE STRUTTURE

### 1.1 PREMESSA

La presente relazione preliminare prevede un pre-dimensionamento delle strutture di sostegno e di fondazione di un impianto fotovoltaico della potenza nominale di 16,99 MWp, con n° 31455 moduli fotovoltaici da 540 W da installare su strutture metalliche infisse a terra nel Comune di Tursi (MT) censito in NCT al Fg. 2 p.lle 2-37-38-40, Fg. 3 p.lle 2-5-33-46-49-151 per una superficie complessiva di 17,5 ha.

### 1.2 GENERALITA'

Il predimensionamento è stato verificato mediante l'ausilio di software agli elementi finiti di cui si riportano le generalità.

Informazioni sul codice di calcolo	
Titolo:	PRO SAP PROfessional Structural Analysis Program
Versione:	PROFESSIONAL (build 2020-01-187)
Produttore-Distributore:	2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Ferrara
Dati utente finale:	Progetto Engineering s.r.l.
Codice Utente:	002107/cli
Codice Licenza:	Licenza dsi5770

**In fase di progetto esecutivo, lo schema strutturale potrebbe essere oggetto di modifiche, alla luce dei risultati delle prove di estrazione degli elementi di fondazione.**

L'obiettivo del progetto strutturale è quello di ottimizzare a livello tecnico ed economico i seguenti fattori:

- Oneri di manodopera per il montaggio: la struttura dovrà presentare caratteristiche di ripetitività, semplicità e rapidità di installazione;
- Razionalizzazione dei materiali impiegati: il progetto, nel rispetto della normativa vigente, dovrà massimizzare il rendimento strutturale dei vari elementi, ricercando una combinazione ottimale di schemi geometrici, sezioni e caratteristiche di resistenza;
- Adattabilità della struttura: il terreno di fondazione dell'impianto fotovoltaico in progetto potrebbe presentare variabilità nelle caratteristiche morfologiche e geotecniche del suolo superficiale. Per ridurre gli oneri di manodopera, è opportuno mantenere per quanto possibile inalterata la tipologia delle strutture in elevazione e di fondazione, garantendo al contempo la necessaria "flessibilità" dello schema adottato, al fine di ottemperare alle verifiche di resistenza nelle varie condizioni.

Alla luce dei menzionati obiettivi tecnico-economici da perseguire, la scelta della tipologia di fondazioni da adottare è ricaduta sul sistema di **fondazione Krinner**, brevetto internazionale di origine tedesca idoneo per la fondazione di strutture leggere ancorate nel terreno superficiale, che ha trovato un largo e ormai collaudato impiego nelle realizzazioni di centrali fotovoltaiche a terra.

Il sistema di **fondazione Krinner** consiste nella rapida infissione nel terreno di particolari viti di acciaio di idonee dimensioni e resistenza.

### 2 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA DI SOSTEGNO DEI PANNELLI

La struttura di sostegno dei pannelli è caratterizzata dai seguenti elementi:

- Pilastrini – profilo "U" 70x140x70x5;
- Trave principale di unione dei pilastrini– Profilo "U" 60x120x60x3;
- Arcarecci - binari fissaggio moduli - Profilo OMEGA 30x100x80x3;
- Controventi - Traverso laterale "L" 60x6

Le caratteristiche salienti del sistema sono:

- 1) Facilità e rapidità di installazione, grazie:
  - all'impiego di un profilo unico per tutta la struttura;
  - alla semplicità delle interconnessioni;
  - al limitato ricorso a minuteria metallica e bulloneria.
- 2) Flessibilità nel progetto della configurazione strutturale, opportunamente modificabile secondo le esigenze (carichi vento e neve in determinati ubicazioni geografiche, condizioni geotecniche non uniformi del suolo superficiale, etc..), potendo variare:
  - l'interasse fra i telai verticali;
  - lo schema reticolare del telaio;
  - lo spessore dei profili tubolari, mantenendo il diametro esterno di 60 mm;
  - le caratteristiche di resistenza dell'acciaio (da Fe 360 sino a Fe 510 se necessario)

Il tutto, mantenendo inalterata la metodologia di installazione. Queste peculiarità rendono il brevetto particolarmente idoneo alla realizzazione di centrali fotovoltaiche a terra in qualsiasi luogo e condizione, soprattutto quelle di estese dimensioni, dove la razionalizzazione delle strutture di sostegno rappresenta una voce di spesa percentualmente rilevante.

Si riportano di seguito alcune specifiche dell'intera struttura.

# SISTEMA FISSO - STRUTTURA DI SOSTEGNO VELE

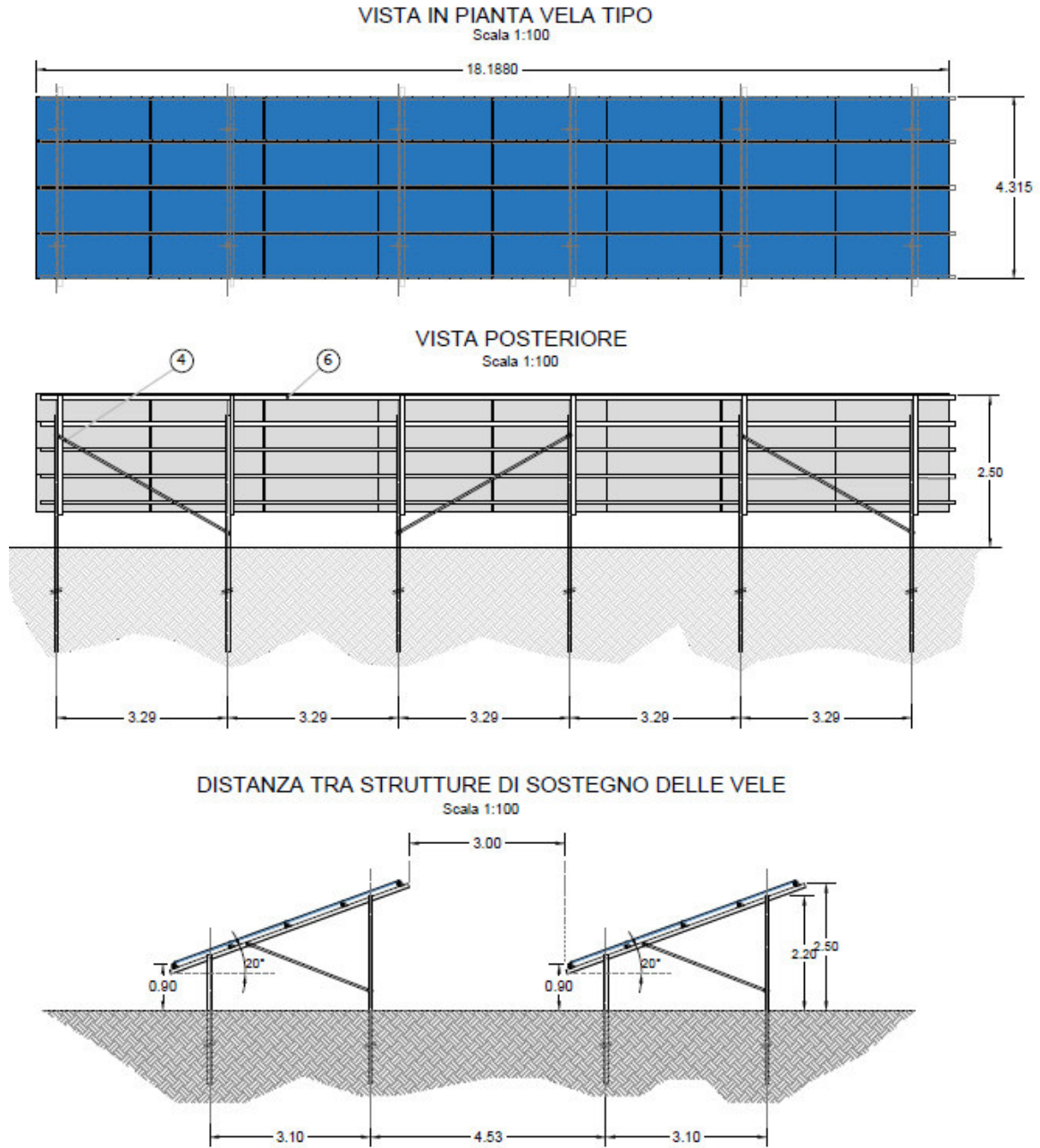


Figura 1. Prospetti della struttura

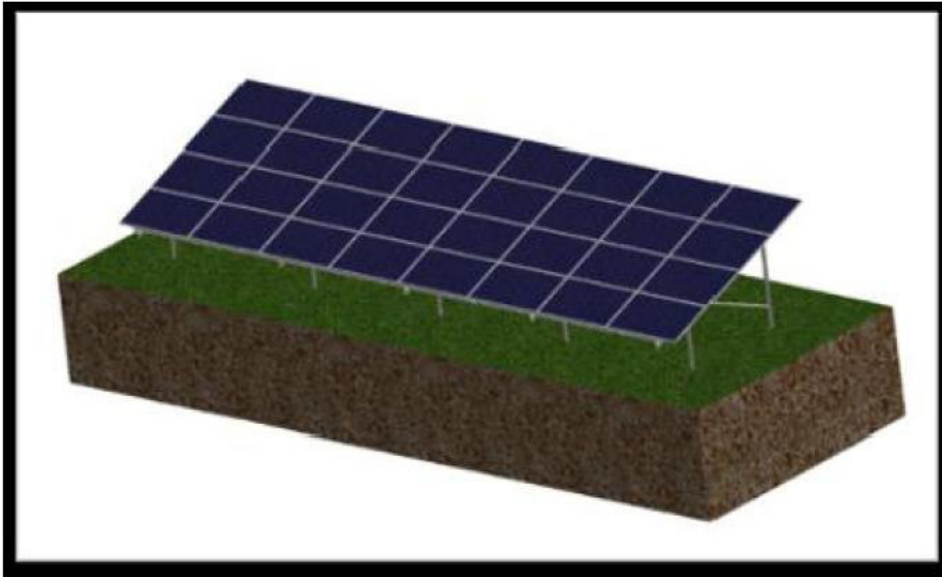


Figura 2. Fotorendering

## 2.1 FONDAZIONI A VITE KRINNER

Le seconda parte del brevetto Krinner riguarda le strutture di fondazione, realizzate mediante infissione per rotazione di viti in acciaio zincato di diametro e lunghezza variabile (fino a  $L=3$  m).



Figura 3. Infissione vite krinner e collegamento fra il montante del telaio verticale e la vite di fondazione

Dal punto di vista dell'ingegneria geotecnica, la tecnologia in esame apporta elementi innovativi, presentando le seguenti caratteristiche:

- il sistema di infissione sfrutta i pregi e la rapidità dei pali trivellati, mentre il comportamento geotecnico

### SOLAR PROJECT FARM

Società con Socio Unico

Strada Comunale delle Fonticelle SNC – Capannone 3 – 65015 Montesilvano (PE)

tel. + 39 0874 67618 – fax + 39 0874 1862021

P.Iva e C.F. 02248390680

- è riconducibile ai vantaggi di consolidamento del terreno ottenibili con i pali dislocanti (fino ad oggi eseguiti solo con la tecnica della infissione per battitura);
- la fondazione Krinner ha natura reversibile, può essere perfettamente rimossa, circostanza apprezzata dagli enti locali nella valutazione di centrali fotovoltaiche ubicate in zone a vincolo ambientale e paesaggistico;
  - è indistintamente applicabile in terreni coesivi e granulari, spaziando dalle argille organiche tenere alle sabbie-ghiaie di elevata densità relativa  $D_r$ ; solo nei terreni rocciosi può essere necessario ricorrere ad un preforo;
  - sviluppa un'elevata resistenza alle sollecitazioni di compressione, ma è soprattutto durante le azioni di sfilamento e trazione che manifesta risultati eccellenti, in relazione alla modesta lunghezza e profondità di infissione. Infatti, la superficie laterale filettata induce lo sviluppo del cinematismo di rottura nella massa interna del terreno, dstando la massima resistenza che il suolo in sito può offrire grazie ai meccanismi di attrito e coesione: in altre parole, le caratteristiche geotecniche del terreno del luogo di progetto vengono valorizzate e sfruttate al massimo grado;
  - dal punto di vista esecutivo, l'infissione della vite concentra in una fase unica le operazioni di scavo, armatura e getto di calcestruzzo tipiche dei tiranti realizzati con micropali;
  - nelle centrali fotovoltaiche a terra, le verifiche geotecniche più gravose riguardano le sollecitazioni di trazione e sfilamento, spesso rese problematiche a causa delle particolari caratteristiche del suolo di fondazione. Infatti, lo strato di terreno superficiale è soggetto alla degradazione provocata dai fenomeni atmosferici e dalle attività antropiche di modellamento (quali i riporti, scavi, aratura etc..). La possibilità di scegliere la lunghezza della vite di fondazione (fino a 3 m) permette di superare agevolmente qualunque problema di resistenza geotecnica che il terreno, specialmente in un'area estesa, può presentare. Le disomogeneità morfologiche superficiali vengono semplicemente "regolarizzate" agendo sulla giunzione telescopica fra la vite Krinner ed il montante del telaio di sostegno dei moduli; anche forti pendenze del terreno possono essere riassorbite grazie alle cerniere presenti nella struttura del telaio verticale reticolare.
  - grazie alla "flessibilità" della fondazione a vite Krinner, la struttura in elevazione a sua volta può essere configurata e commisurata secondo le esigenze, per esempio aumentando la distanza fra i telai verticali (l'incremento delle sollecitazioni di sfilamento può essere compensato con l'infissione di viti di lunghezza maggiore);
  - piuttosto inusuale nell'ingegneria geotecnica, è in questo caso semplice effettuare le prove di sfilamento, in grado di fornire un dato certo sulla resistenza a trazione che il terreno in sito può destare. In fase di realizzazione, è dunque possibile caratterizzare direttamente il terreno mediante un campo prove mirato, con un'efficacia e precisione superiore ai classici sondaggi geotecnici o prove penetrometriche. Infatti, la prova di sfilamento rappresenta il collaudo ante operam della fondazione, in base al quale è possibile dimensionare le fondazioni con un elevato grado di certezza strutturale, senza dover ricorrere a fattori di sicurezza  $F=2.5-3$  tipici della meccanica delle terre.

## 3 ANALISI DEI CARICHI

L'analisi dei carichi e le verifiche strutturali sono stati effettuati in base al D.M. 17/01/2018.

### 3.1 VENTO

Zona vento = 3

Velocità base della zona,  $V_{b.o} = 27$  m/s (Tab. 3.3.I)

Altitudine base della zona,  $A_o = 500$  m (Tab. 3.3.I)

Altitudine del sito,  $A_s = 210$  m

Velocità di riferimento,  $V_b = 27,00$  m/s ( $V_b = V_{b.o}$  per  $A_s \leq A_o$ )

Periodo di ritorno,  $T_r = 50$  anni

$C_r = 1$  per  $T_r = 50$  anni

Velocità riferita al periodo di ritorno di progetto,  $V_r = V_b C_r = 27,00$  m/s

Classe di rugosità del terreno: B

[Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive]

Esposizione: Cat. III - Entroterra fino a 30 km dal mare

( $K_r = 0,20$ ;  $Z_o = 0,10$  m;  $Z_{min} = 5$  m)

Pressione cinetica di riferimento,  $q_b = 46$  daN/mq

Coefficiente di forma,  $C_p = 0,80$

Coefficiente dinamico,  $C_d = 1,00$

Coefficiente di esposizione,  $C_e = 1,71$

Coefficiente di esposizione topografica,  $C_t = 1,00$

Altezza dell'edificio,  $h = 2,50$  m

**Pressione del vento,  $p = q_b C_e C_p C_d = 62$  daN/mq**

In assenza di prove in galleria del vento, il coefficiente di forma è stato valutato sulla scorta delle indicazioni dettate dal DM 14-09-2005 al paragrafo 3.3.7.1. La centrale fotovoltaica, dal punto di vista delle azioni del vento, è riconducibile al caso di "coperture multiple di edifici", visto che le tavole ospitanti i pannelli rappresentano una serie di elementi identici e contigui (alla stregua delle coperture a shed). In merito, il decreto stabilisce che la prima superficie investita direttamente dal vento debba superare le classiche verifiche prescritte per una qualunque copertura; per le altre superfici "interne" alla centrale fotovoltaica, meno esposte al vento, ragionevolmente è prevista una riduzione della sollecitazione del 25%.

In prima istanza ed in via cautelativa, si assume per il coefficiente di forma un valore pari a 0.8.

### 3.2 NEVE

Zona Neve = III

Periodo di ritorno,  $T_r = 50$  anni

$C_{tr} = 1$  per  $T_r = 50$  anni

$C_e$  (coeff. di esposizione al vento) = 0,90

Valore caratteristico del carico al suolo =  $q_{sk} C_e C_{tr} = 55$  daN/mq

Copertura ad una falda:

Angolo di inclinazione della falda  $\alpha = 20,0^\circ$

$\mu_1 = 0,80 \Rightarrow Q_1 = 44$  daN/mq



## SOLAR PROJECT FARM

Il valore assunto per il carico neve è cautelativo, in quanto l'inclinazione di 20° riferita ad una superficie vetrata lascia impedire la formazione di depositi di elevato spessore, causa scivolamento. Inoltre, essendo le superfici fotovoltaiche a terra di semplice accesso, si prescrive a carico del Titolare dell'impianto l'onere di una pronta rimozione dei depositi nevosi.

### 3.3 CARICHI PERMANENTI e SISMICI

I carichi permanenti in gioco sono il peso proprio della struttura di sostegno ed il peso dei moduli fotovoltaici, che complessivamente ammontano a 20 kg/mq.

I carichi sismici in gioco sono trascurabili vista la leggerezza complessiva della struttura e l'altezza totale ridotta. Peraltro, la struttura possiede un efficace sistema di controventi in grado di contrapporsi ad entrambe le direzioni principali di provenienza del sisma.

## 4 VERIFICA DELLE STRUTTURE

Dalla analisi qualitativa dei fenomeni strutturali che interessano l'impianto fotovoltaico in oggetto, emerge che le sollecitazioni di carico destinate dalla vento sono in intensità più gravose di quelle riconducibili alla neve. I profili tubolari orizzontali (arcarecci) ai quali sono fissati i moduli fotovoltaici e quelli verticali dove sono a loro volta collegati gli arcarecci, sono sollecitati prevalentemente a flessione; tutti gli altri si comportano come aste reticolari, soggette a sforzo normale di compressione o trazione. I cedimenti in fondazione possono essere esclusi, in quanto la verifica più gravosa sulle viti Krinner riguarda l'azione di sfilamento dovuta al vento.

### 4.1 MATERIALI

Il materiale che verrà utilizzato per la struttura di sostegno dei pannelli fotovoltaici è l'acciaio S275 di cui si riportano le caratteristiche:

Classe	Tensione di <u>sneramento</u> caratteristica	Tensione a rottura caratteristica
S275 (Fe 430)	275 MPa	430 MPa

Di seguito si riportano le specifiche relative ai profili considerati per la struttura di sostegno dei pannelli.

Di seguito si riportano le specifiche relative ai profili impiegati.

#### 4.1.1 Trave principale di unione dei pilastri - Profilo "U" 60x120x60x3;

Ax BxA	Sp.	Sv.	Peso	Area	ey	Vy	Jx	Wx	Ix	Jy	Wy	Iy
	mm	mm	Kg/ml	cm <sup>2</sup>	cm	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm

60x120x60	2,5	230	4,51	5,75	1,6	4,4	20,93	4,78	1,91	132,01	22,00	4,8
	3,0	228	5,37	6,84	1,6	4,4	24,82	5,68	1,90	156,64	26,11	4,8
	3,5	226	6,21	7,91	1,7	4,4	28,62	6,58	1,90	180,60	30,10	4,8

### SOLAR PROJECT FARM

Società con Socio Unico

Strada Comunale delle Fonticelle SNC – Capannone 3 – 65015 Montesilvano (PE)

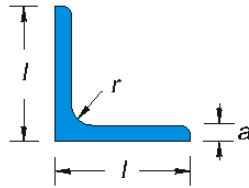
tel. + 39 0874 67618 – fax + 39 0874 1862021

P.Iva e C.F. 02248390680

**4.1.2 Arcarecci - binari fissaggio moduli - Profilo OMEGA 30x100x80x3;**

CxAxB	Sp.	Sv.	Peso	Area	ey	Vy	Jx	Wx	Ix	Jy	Wy	Iy
	mm	mm	Kg/ml	cm <sup>2</sup>	cm	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm
30x100x80	2,0	330	5,18	6,60	5,30	4,70	93,02	17,55	3,75	99,60	14,65	3,88
	2,5	325	6,38	8,10	5,30	4,70	114,20	21,54	3,75	122,00	18,07	3,87
	3,0	320	7,54	9,60	5,30	4,70	133,50	25,17	3,73	142,74	21,30	3,86

**4.1.3 Controventi - Traverso laterale "L" 60x6**



Profilo mm	l mm	a mm	r mm	Peso kg/m	Sezione cm <sup>2</sup>	Momenti di inerzia	Moduli di resistenza	Raggi di inerzia
						Jx = Jy cm <sup>4</sup>	Wx = Wy cm <sup>3</sup>	ix = iy cm
60x5	60	5	8	4,57	5,82	19,50	4,480	1,830

**4.2 STRUTTURE IN ELEVAZIONE**

Trave principale di unione dei pilastri - Profilo "U" 60x120x60x3

I moduli fotovoltaici sono fissati su una coppia di profili tubolari, i quali risultano sollecitati a flessione dai pesi permanenti e, separatamente, dal carico vento e neve. Lo schema statico è di trave continua su più appoggi, la verifica di calcolo riguarda il carico più gravoso (vento):

- Luce  $L = 3.10 / \cos 20^\circ = 3.30$  m
- Carico =  $1.3 * 20 + 1.5 * 62 = 119$  kg/mq
- Interasse travi:  $(3.29) / \cos 20^\circ = 3.50$  m
- Carico ripartito  $p = 119 * 3.50 = 416.5$  kg/m
- Momento flettente  $M_{max} \left( \frac{p * L^2}{10} \right) = 453.56$  kgm
- Modulo di resistenza  $W_z = 26.11$  cmc
- Tensione di esercizio  $\sigma = M_{max} / W_z = 1737$  kg/cmq  $< \sigma_{amm} = 1900$  kg/cmq

## SOLAR PROJECT FARM

### Sbalzo trave collegamento pilastri

Lo schema statico adottato prevede uno sbalzo terminale della trave continua prima menzionata, i quali risultano sollecitati a flessione dai pesi permanenti e, separatamente, dal carico vento e neve. Lo schema statico è la mensola.

- Luce  $L = 0.71/\cos 20^\circ = 0.76$  m
- Carico =  $1.3 \cdot 20 + 1.5 \cdot 62 = 119$  kg/mq
- Interasse travi:  $(3.29)/\cos 20^\circ = 3.50$  m
- Carico ripartito  $p = 119 \cdot 3.50 = 416.5$  kg/m
- Momento flettente  $M_{\max} \left( \frac{p \cdot L^2}{2} \right) = 120.29$  kgm
- Modulo di resistenza  $W_z = 26.11$  cmc
- Tensione di esercizio  $\sigma = M_{\max} / W_z = 460.71$  kg/cmq  $< \sigma_{\text{amm}} = 1900$  kg/cmq

### Arcareccio – binari fissaggio moduli - Profilo OMEGA 30x100x80x3

I moduli fotovoltaici sono fissati su una coppia di profili tubolari, i quali risultano sollecitati a flessione dai pesi permanenti e, separatamente, dal carico vento e neve. Lo schema statico è di trave continua su più appoggi, la verifica di calcolo riguarda il carico più gravoso (vento):

- Luce  $L = 3.00/\cos 20^\circ = 3.20$  m
- Carico =  $1.3 \cdot 20 + 1.5 \cdot 62 = 119$  kg/mq
- Interasse arcarecci:  $(1.08)/\cos 20^\circ = 1.15$  m
- Carico ripartito  $p = 119 \cdot 1.15 = 136.85$  kg/m
- Momento flettente  $M_{\max} \left( \frac{p \cdot L^2}{10} \right) = 140.13$  kgm
- Modulo di resistenza  $W_z = 25.17$  cmc
- Tensione di esercizio  $\sigma = M_{\max} / W_z = 556.76$  kg/cmq  $< \sigma_{\text{amm}} = 1900$  kg/cmq

### Traverso laterale

Le aste reticolari del telaio, vincolate con una cerniera perfetta, sono soggette solamente a sforzi normale di compressione e trazione. Per quanto riguarda la verifica al carico di vento sommato al peso permanente, tutte le aste sono soggette a sforzi di compressione.

- Luce  $L = 2.50$  m
- Carico nodale  $F = 300$  kg
- Inclinazione =  $45^\circ$
- Sforzo normale  $N_{\max} = 300/\sin(45^\circ) = 424$  kg
- Area di resistenza  $A_z = 5.82$  cmq
- Lunghezza libera di inflessione  $L_0 = L$

## SOLAR PROJECT FARM

Società con Socio Unico

Strada Comunale delle Fonticelle SNC – Capannone 3 – 65015 Montesilvano (PE)

tel. + 39 0874 67618 – fax + 39 0874 1862021

P.Iva e C.F. 02248390680

- Snellezza  $\lambda = L_0/pz = 250/1.99 = 126.63$
- $\omega(\lambda) = 2.34$
- Tensione di esercizio  $\sigma = \omega \times (N_{max}/Az) = 170,47 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{amm} = 1900 \text{ kg/cm}^2$

**4.3 STRUTTURE DI FONDAZIONE**

Per il predimensionamento delle viti Krinner di fondazione si procederà con il calcolo delle massime sollecitazioni di sfilamento sfruttando la Teoria di Broms per le sollecitazioni orizzontali sui pali, le quali verranno confrontate con valori di prove di estrazione eseguite su vari suoli.

**4.3.1 DIMENSIONAMENTO DEI PALI DI FONDAZIONE SECONDO LA TEORIA DI BROMS**

Il seguente paragrafo è volto ad illustrare il dimensionamento dei pali di fondazione della struttura di sostegno effettuato sulla base della Teoria di Broms che analizza il comportamento dei pali soggetti a spinta orizzontali.

La tabella riporta un range di valori entro i quali i diversi parametri possono ricadervi. Cautelativamente verranno considerati i valori minimi dei tali intervalli. La tipologia di palo considerata è ad elica in acciaio S 275 N/NL, libero in testa.

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale "t" dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{tk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{tk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
UNI EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550
UNI EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	470	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
UNI EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
S460 Q/QL/QL1	460	570	440	580
UNI EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490

Al fine di verificare, in base alla Teoria di Broms, se il palo in analisi è da considerarsi "corto" o "lungo" si è proceduto come segue.

Inoltre, in base a quanto prescritto dalla NTC2018 Capitolo 6, il calcolo sarà effettuato incrementando e riducendo rispettivamente le azioni e le resistenze in gioco per degli opportuni coefficienti. Nelle nuove NTC2018 si è deciso di definire univocamente l'Approccio progettuale per la tipologia di opera è:

- Approccio 2 (A1+M1+R3);

Al par. 6.4.3.1.2 *Resistenze di pali soggetti a carichi trasversali* vengono indicati i coefficienti di riduzione da conferire al carico limite orizzontale del palo per le verifiche allo Stato Limite Ultimo. Di seguito una tabella riassuntiva che inquadra i coefficienti utilizzati:

PROGETTAZIONE GEOTENICA - NTC 2018 - APPROCCIO 2 (A1+M1+R3)	
$\gamma_{G1}$	1,3
$\gamma_{cu}$	1
$\gamma_R$	1,1
$\xi_3$	1,5

Tab. 6.4.I – Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(0)}$	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	$\gamma_{Q1}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_c$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

La rottura può avvenire secondo due meccanismi rappresentati in fig. 10. In fig. 10a la rottura è provocata solo da una rotazione rigida del palo: il valore limite H della forza orizzontale dipende solo dalla geometria del problema (valori di d, L ed e) e dalla resistenza del terreno. Il massimo momento flettente agente sul palo è inferiore al suo momento di plasticizzazione e pertanto la resistenza strutturale della sezione del palo, espressa dal valore  $M_y$ , non entra in gioco. In queste condizioni il palo viene definito “corto”.

Qualora invece il momento flettente massimo uguagli o superi il valore  $M_y$ , il meccanismo della rottura sarà quello indicato in fig. 10b con formazione di una cerniera plastica ad una certa profondità. In tal caso il valore di H dipenderà, oltre che dalla geometria e dalla resistenza del terreno, anche da  $M_y$ .

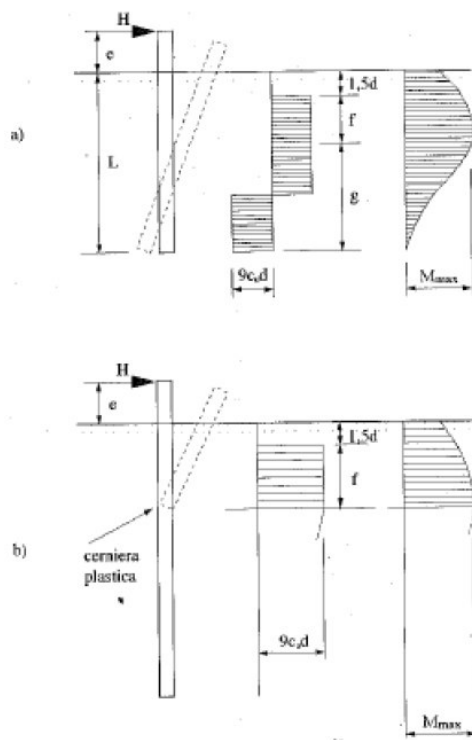
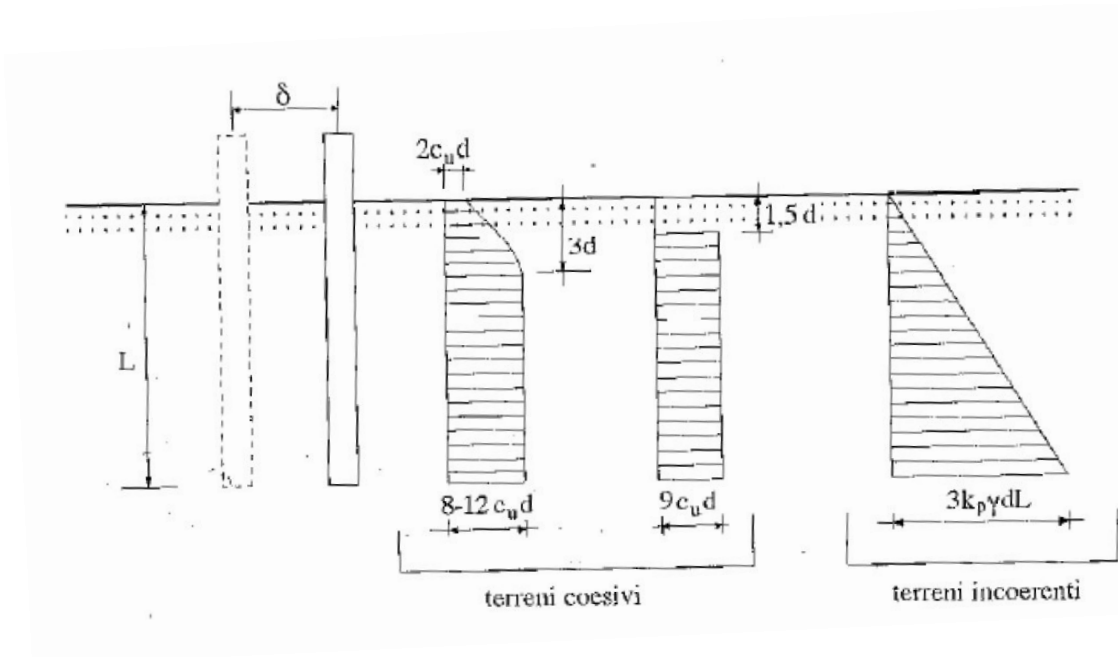
Poiché a profondità  $z = (1,5d + f)$  il momento è massimo, ivi il taglio sarà nullo. L'equazione di equilibrio alla traslazione orizzontale del tronco di palo superiore fornisce allora:

$$f = \frac{H}{9c_u d} \quad (1)$$

L'equazione di equilibrio dell'intero palo attorno al punto di momento massimo si scrive:

$$\frac{9c_u d g^2}{4} = H(e + 1,5d + f) - \frac{9c_u d f^2}{2} \quad (2)$$

# SOLAR PROJECT FARM



Si ha inoltre:

$$L = 1.5d + f + g(3)$$

Le (1) (2) (3) rappresentano un sistema di tre equazioni nelle tre incognite H, f e g. Risolvendo il sistema, ed esprimendo il carico limite in forma adimensionale, si ottiene:

$$\frac{H}{c_u d^2} = -9 \left( 1.5 + \frac{L}{d} + \frac{2e}{d} \right) + 9 \sqrt{2 \left( \frac{L}{d} \right)^2 + 4 \left( \frac{e}{d} \right)^2 + \frac{4Le}{d^2} + \frac{6e}{d} + 4.5(4)}$$

Come previsto, quindi, H risulta funzione di  $c_u$ , d, L ed e. L'espressione (4) è posta in diagramma in fig.3

## SOLAR PROJECT FARM

Società con Socio Unico

Strada Comunale delle Fonticelle SNC – Capannone 3 – 65015 Montesilvano (PE)

tel. + 39 0874 67618 – fax + 39 0874 1862021

P.Iva e C.F. 02248390680

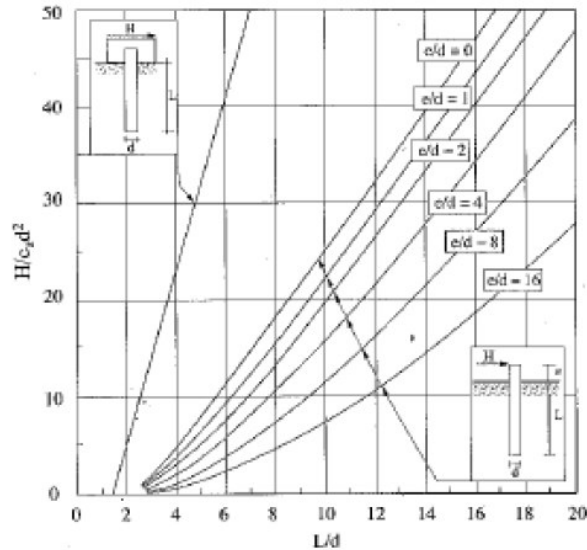


Figura 4. Valore limite di H per pali corti, liberi o impediti di ruotare in testa, in terreni coesivi

Occorre verificare ora che il meccanismo di rottura assunto, e cioè quello di palo corto, si verifichi effettivamente o, in altre parole, che il massimo momento flettente nel palo in condizioni di rottura ( $M_{max}$ ) sia non maggiore del momento di plasticizzazione  $M_y$ .

Ricorrendo anche per il massimo momento flettente ad una formulazione adimensionale, si ottiene:

$$\frac{M_{max}}{c_u d^3} = \frac{H}{c_u d^2} \left( \frac{H}{18 c_u d^2} + \frac{e}{d} + 1,5 \right) \quad (5)$$

Sostituendo al termine  $H/c_u d^2$  il valore fornito dalla (4) si ottiene l'espressione di  $M_{max}/c_u d^3$  in funzione di  $e/d$  e  $L/d$  posta in diagramma nella figura successiva.

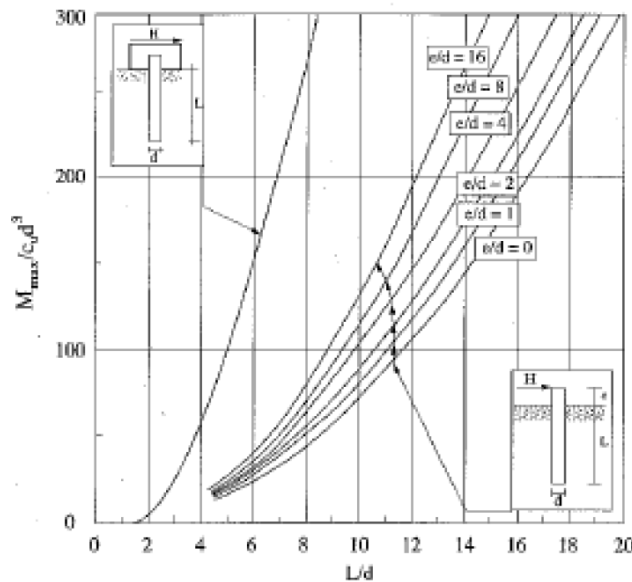


Figura 5. Massimo momento flettente per pali corti, liberi o impediti di ruotare in testa, in terreni coesivi

## SOLAR PROJECT FARM

In base alla (5) il momento massimo è pari a:

$$M_{max} = 15,54 \text{ kNm}$$

Il momento plastico del palo invece è pari a:

$$M_y = W_{pl} * \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} = 16,72 \text{ kNm}$$

Dove  $W_{pl}$  è il modulo di resistenza plastica per a 2 volte il momento statico della sezione circolare,  $f_{yk}$  la tensione a snervamento del materiale e  $\gamma_{M0}$  è un coefficiente relativo alle sezioni di acciaio di classe 1,2,3,4 come disposto dalle NTC del 17 Gennaio 2018, al par. 4.2.4.1.2.3 Cap. 4.

Si evince che  $M_{max} < M_{pl}$ , quindi il palo è di tipo "corto".

Quindi il carico limite esatto per il palo trattato è pari a 20,82 KN (ridotto di un coefficiente pari a 1,1 previsto per l'Approccio 2 delle NTC2018). Tale limite pertanto risulta superiore, e quindi verificato, rispetto alla sollecitazione massima pari a 4,8 KN, opportunamente incrementata di un coefficiente 1,5, come previsto per l'Approccio 2 delle NTC2018.

Il palo ipotizzato pali in acciaio elicoidali a sezione piena, soggetti a carico orizzontale in testa e infissi nel terreno.

<b>Lunghezza</b>	3000	mm
<b>diametro</b>	120	mm
<b>Sporgenza rispetto al livello campagna</b>	20	mm

## SOLAR PROJECT FARM

Società con Socio Unico

Strada Comunale delle Fonticelle SNC – Capannone 3 – 65015 Montesilvano (PE)

tel. + 39 0874 67618 – fax + 39 0874 1862021

P.Iva e C.F. 02248390680



5 RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE CON IL SOFTWARE AGLI ELEMENTI FINIT PRO-SAP

5.1 Premessa

La presente relazione di calcolo strutturale, in conformità al §10.1 del DM 17/01/18, è comprensiva di una descrizione generale dei criteri generali di analisi e verifica e viene redatta per confermare i calcoli effettuati nel precedente predimensionamento. Segue inoltre le indicazioni fornite al §10.2 del DM stesso per quanto concerne analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo.

Descrizione generale dell'opera	
Fabbricato ad uso	
Ubicazione	Comune di TURSI (MT) (Regione BASILICATA)
	Località TURSI (MT)
	Longitudine 16.471, Latitudine 40.247

Parametri della struttura			
Classe d'uso	Vita Vn [anni]	Coef. Uso	Periodo Vr [anni]
II	50.0	1.0	50.0

5.2 Quadro normativo di riferimento adottato

Le norme ed i documenti assunti quale riferimento per la progettazione strutturale vengono indicati di seguito. Nel capitolo "normativa di riferimento" è comunque presente l'elenco completo delle normative disponibili.

Progetto-verifica degli elementi	
Progetto cemento armato	D.M. 17-01-2018
Progetto acciaio	D.M. 17-01-2018
Progetto legno	D.M. 17-01-2018
Progetto muratura	D.M. 17-01-2018
Azione sismica	
Norma applicata per l' azione sismica	D.M. 17-01-2018

5.3 Azioni di progetto sulla costruzione

Nei capitoli "modellazione delle azioni" e "schematizzazione dei casi di carico" sono indicate le azioni sulla costruzioni.

Nel prosieguo si indicano tipo di analisi strutturale condotta (statico,dinamico, lineare o non lineare) e il metodo adottato per la risoluzione del problema strutturale nonché le metodologie seguite per la verifica o per il progetto-verifica delle sezioni. Si riportano le combinazioni di carico adottate e, nel caso di calcoli non lineari, i percorsi di carico seguiti; le configurazioni studiate per la struttura in esame *sono risultate effettivamente esaustive per la progettazione-verifica.*

La verifica della sicurezza degli elementi strutturali avviene con i metodi della scienza delle costruzioni. L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi statici. L'analisi strutturale è condotta con il metodo dell'analisi modale e dello spettro di risposta in termini di accelerazione per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi dinamici (tra cui quelli di tipo sismico).

L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti. Il metodo sopraindicato si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi solo in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale. Le incognite del problema (nell'ambito del metodo degli spostamenti) sono le componenti di spostamento dei nodi riferite al sistema di riferimento globale (traslazioni secondo X, Y, Z, rotazioni attorno X, Y, Z). La soluzione del problema si ottiene con un sistema di equazioni algebriche lineari i cui termini noti sono costituiti dai carichi agenti sulla struttura opportunamente concentrati ai nodi:

$\mathbf{K} * \mathbf{u} = \mathbf{F}$  dove  $\mathbf{K}$  = matrice di rigidezza  
 $\mathbf{u}$  = vettore spostamenti nodali  
 $\mathbf{F}$  = vettore forze nodali

Dagli spostamenti ottenuti con la risoluzione del sistema vengono quindi dedotte le sollecitazioni e/o le tensioni di ogni elemento, riferite generalmente ad una terna locale all'elemento stesso.

Il sistema di riferimento utilizzato è costituito da una terna cartesiana destrorsa XYZ. Si assume l'asse Z verticale ed orientato verso l'alto.

Gli elementi utilizzati per la modellazione dello schema statico della struttura sono i seguenti:

Elemento tipo <b>TRUSS</b>	(biella-D2)
Elemento tipo <b>BEAM</b>	(trave-D2)
Elemento tipo <b>MEMBRANE</b>	(membrana-D3)
Elemento tipo <b>PLATE</b>	(piastra-guscio-D3)
Elemento tipo <b>BOUNDARY</b>	(molla)
Elemento tipo <b>STIFFNESS</b>	(matrice di rigidezza)
Elemento tipo <b>BRICK</b>	(elemento solido)
Elemento tipo <b>SOLAIO</b>	(macro elemento composto da più membrane)

## 5.4 Modello numerico

In questa parte viene descritto il modello numerico utilizzato (o i modelli numerici utilizzati) per l'analisi della struttura. La presentazione delle informazioni deve essere, coerentemente con le prescrizioni del paragrafo 10.2 e relativi sottoparagrafi delle NTC-18, tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità

Tipo di analisi strutturale	
Carichi verticali	SI
Sismica statica lineare	SI
Sismica dinamica lineare	NO
Sismica statica non lineare (prop. masse)	NO
Sismica statica non lineare (prop. modo)	NO
Sismica statica non lineare (triangolare)	NO
Non linearità geometriche (fattore P delta)	NO

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

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

Modellazione della geometria e proprietà meccaniche:	
nodi	69
elementi D2 (per aste, travi, pilastri...)	97
elementi D3 (per pareti, platee, gusci...)	0
elementi solaio	0
elementi solidi	0
Dimensione del modello strutturale [cm]:	
X min =	0.00
Xmax =	1645.00
Ymin =	-54.00
Ymax =	377.00
Zmin =	0.00
Zmax =	242.50
Strutture verticali:	
Elementi di tipo asta	NO
Pilastri	SI
Pareti	NO
Setti (a comportamento membranale)	NO
Strutture non verticali:	
Elementi di tipo asta	NO
Travi	SI
Gusci	NO
Membrane	NO
Orizzontamenti:	
Solai con la proprietà piano rigido	NO
Solai senza la proprietà piano rigido	NO
Tipo di vincoli:	
Nodi vincolati rigidamente	SI
Nodi vincolati elasticamente	NO
Nodi con isolatori sismici	NO
Fondazioni puntuali (plinti/plinti su palo)	NO
Fondazioni di tipo trave	NO
Fondazioni di tipo platea	NO
Fondazioni con elementi solidi	NO

## SOLAR PROJECT FARM

Società con Socio Unico

Strada Comunale delle Fonticelle SNC – Capannone 3 – 65015 Montesilvano (PE)

tel. + 39 0874 67618 – fax + 39 0874 1862021

P.Iva e C.F. 02248390680

## 5.5 Modellazione delle azioni

Si veda il capitolo “Schematizzazione dei casi di carico” per le informazioni necessarie alla comprensione ed alla ricostruzione delle azioni applicate al modello numerico, coerentemente con quanto indicato nella parte “2.6. Azioni di progetto sulla costruzione”.

## 5.6 Combinazioni e/o percorsi di carico

Si veda il capitolo “Definizione delle combinazioni” in cui sono indicate le combinazioni di carico adottate e, nel caso di calcoli non lineari, i percorsi di carico seguiti.

<b>Combinazioni dei casi di carico</b>	
APPROCCIO PROGETTUALE	Approccio 2
Tensioni ammissibili	NO
SLU	SI
SLV (SLU con sisma)	SI
SLC	NO
SLD	SI
SLO	NO
SLU GEO A2 (per approccio 1)	NO
SLU EQU	NO
Combinazione caratteristica (rara)	SI
Combinazione frequente	SI
Combinazione quasi permanente (SLE)	SI
SLA (accidentale quale incendio)	NO

### **Informazioni generali sull'elaborazione e giudizio motivato di accettabilità dei risultati.**

Il programma prevede una serie di controlli automatici (check) che consentono l'individuazione di errori di modellazione. Al termine dell'analisi un controllo automatico identifica la presenza di spostamenti o rotazioni abnormi. Si può pertanto asserire che l'elaborazione sia corretta e completa. I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli che ne comprovano l'attendibilità. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali e adottati, anche in fase di primo proporzionamento della struttura. Inoltre, sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni. Si allega al termine della presente relazione elenco sintetico dei controlli svolti (verifiche di equilibrio tra reazioni vincolari e carichi applicati, comparazioni tra i risultati delle analisi e quelli di valutazioni semplificate, etc.).

## 5.7 Verifiche agli stati limite ultimi

Nel capitolo relativo alla progettazione degli elementi strutturali agli SLU vengono indicate, con riferimento alla normativa adottata, le modalità ed i criteri seguiti per valutare la sicurezza della struttura nei confronti delle possibili situazioni di crisi ed i risultati delle valutazioni svolte. In via generale, oltre alle verifiche di resistenza e di spostamento, devono essere prese in considerazione verifiche nei confronti dei fenomeni di instabilità, locale e globale, di fatica, di duttilità, di degrado.

## 5.8 Verifiche agli stati limite di esercizio

Nel capitolo relativo alla progettazione degli elementi strutturali agli SLE vengono indicate, con riferimento alla normativa adottata, le modalità seguite per valutare l'affidabilità della struttura nei confronti delle possibili situazioni di perdita di funzionalità (per eccessive deformazioni, fessurazioni, vibrazioni, etc.) ed i risultati delle valutazioni svolte.

## 5.9 RELAZIONE SUI MATERIALI

Il capitolo Materiali riportata informazioni esaustive relative all'elenco dei materiali impiegati e loro modalità di posa in opera e ai valori di calcolo.

## 6 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

1. D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 17 Gennaio 2018 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
2. Circolare 21/01/19, n. 7 C.S.LL.PP "Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche delle Costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018"
3. D.Min. Infrastrutture e trasporti 14 Settembre 2005 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
4. D.M. LL.PP. 9 Gennaio 1996 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".
5. D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>".
6. D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
7. Circolare 4/07/96, n.156AA.GG./STC. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>" di cui al D.M. 16/01/96.
8. Circolare 10/04/97, n.65AA.GG. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. 16/01/96.
9. D.M. LL.PP. 20 Novembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".
10. Circolare 4 Gennaio 1989 n. 30787 "Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".
11. D.M. LL.PP. 11 Marzo 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
12. D.M. LL.PP. 3 Dicembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate".
13. UNI 9502 - Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso - edizione maggio 2001
14. Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successive modificazioni e integrazioni.
15. UNI EN 1990:2006 13/04/2006 Eurocodice 0 - Criteri generali di progettazione strutturale.
16. UNI EN 1991-1-1:2004 01/08/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale - Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici.
17. UNI EN 1991-2:2005 01/03/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 2: Carichi da traffico sui ponti.
18. UNI EN 1991-1-3:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve.
19. UNI EN 1991-1-4:2005 01/07/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.
20. UNI EN 1991-1-5:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche.
21. UNI EN 1992-1-1:2005 24/11/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
22. UNI EN 1992-1-2:2005 01/04/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio.
23. UNI EN 1993-1-1:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
24. UNI EN 1993-1-8:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti.
25. UNI EN 1994-1-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
26. UNI EN 1994-2:2006 12/01/2006 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 2: Regole generali e regole per i ponti.
27. UNI EN 1995-1-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-1: Regole generali - Regole comuni e regole per gli edifici.
28. UNI EN 1995-2:2005 01/01/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 2: Ponti.
29. UNI EN 1996-1-1:2006 26/01/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 1-1: Regole generali per strutture di muratura armata e non armata.
30. UNI EN 1996-3:2006 09/03/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 3: Metodi di calcolo semplificato per strutture di muratura non armata.
31. UNI EN 1997-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.
32. UNI EN 1998-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.
33. UNI EN 1998-3:2005 01/08/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 3: Valutazione e adeguamento degli edifici.
34. UNI EN 1998-5:2005 01/01/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

# SOLAR PROJECT FARM

**ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA**

**p.e. 10% in 50 anni**

0 100 200 km

**Vertici della maglia elementare INGV [riferimento WGS84]**

Id nodo	Longitudine	Latitudine	Distanza [km]
35676	16.437	40.246	2.878
35677	16.502	40.245	2.632
35455	16.505	40.294	5.950
35454	16.439	40.296	6.067

**Coordinate geografiche [riferimento WGS84]**

Località:

Longitudine:  Latitudine:

**Parametri per le forme spettrali**

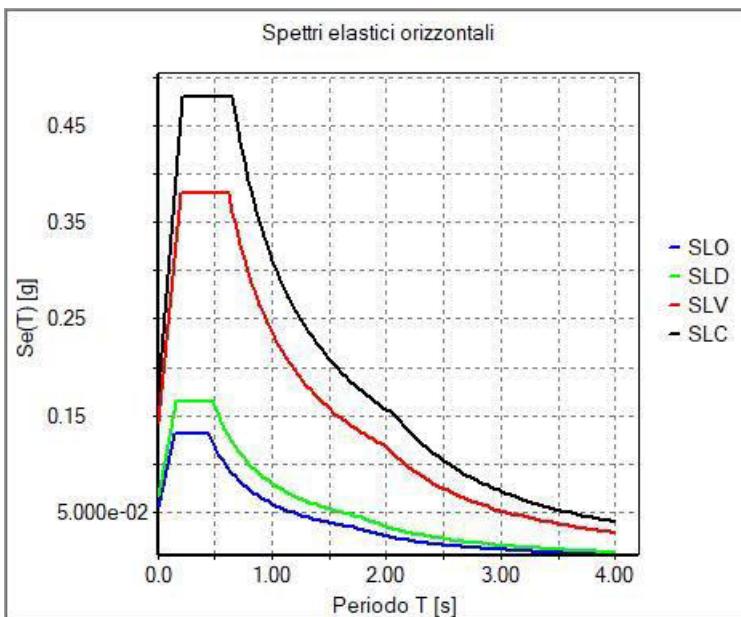
	Pver	Tr	ag [g]	Fo	T*c
SLO	81	30	0.0365	2.413	0.280
SLD	63	50	0.0448	2.440	0.320
SLV	10	475	0.0951	2.667	0.457
SLC	5	975	0.1165	2.744	0.491

**Periodo di riferimento per l' azione sismica**

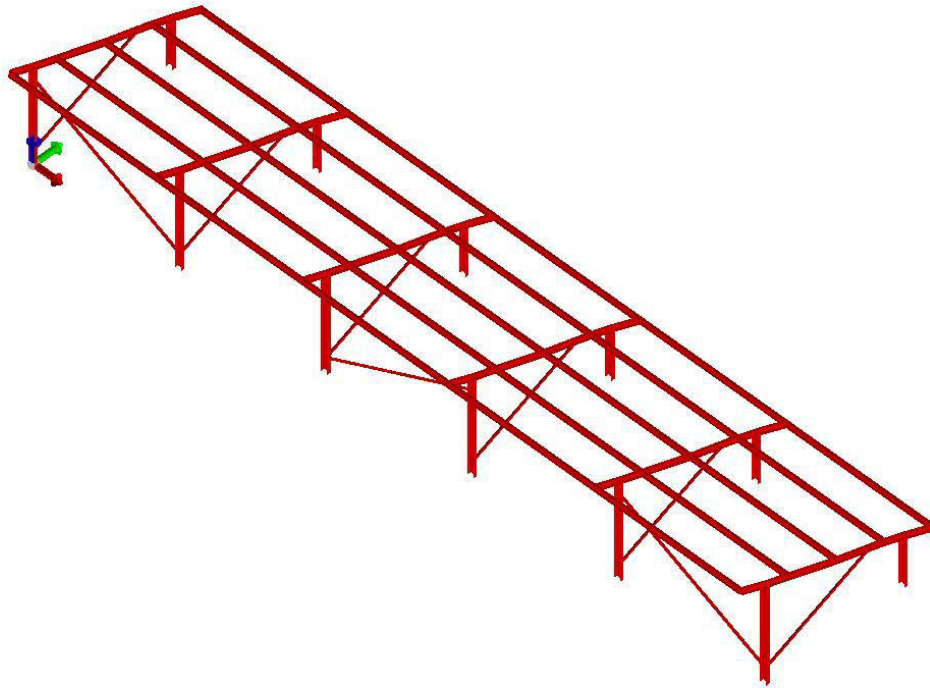
Vita Vn [anni]	Coefficiente uso Cu	Periodo Vr [anni]	Livello di sicurezza
<input type="text" value="50"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="50"/>	<input type="text" value="100"/>

Nota: per il calcolo dei parametri sismici  
1) inserire le coordinate geografiche 2) introdurre Vn e Cu  
Per le isole è possibile utilizzare come località: gruppo isole N [con N = 1,2,3,4,5]

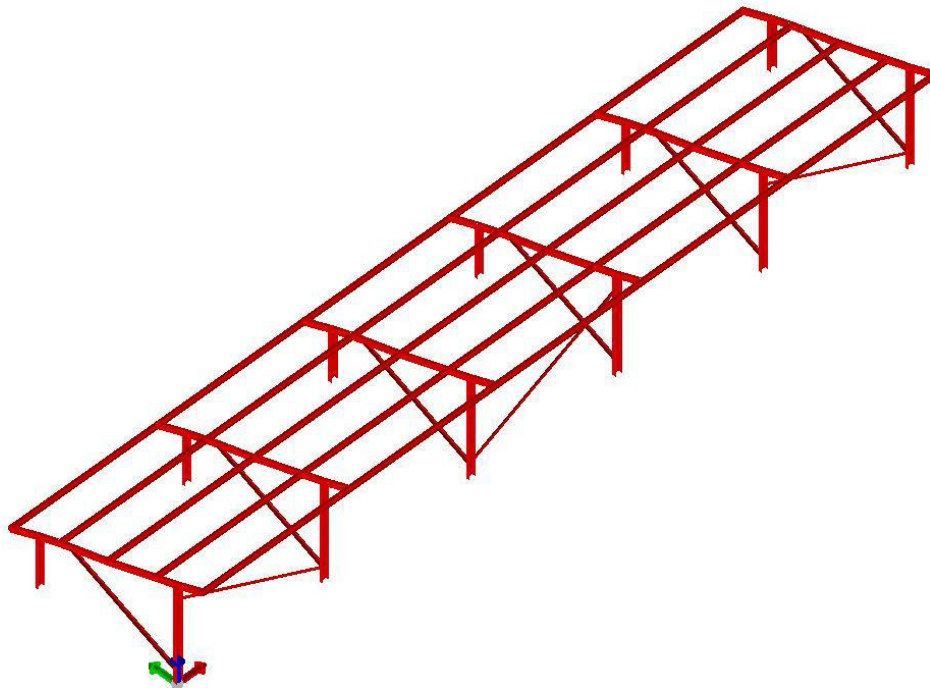
01\_INT\_PERICOLOSITA



01\_INT\_SPETTRI\_ELASTICI\_O



01\_INT\_VISTA\_SOLIDA\_001



01\_INT\_VISTA\_SOLIDA\_002

**SOLAR PROJECT FARM**

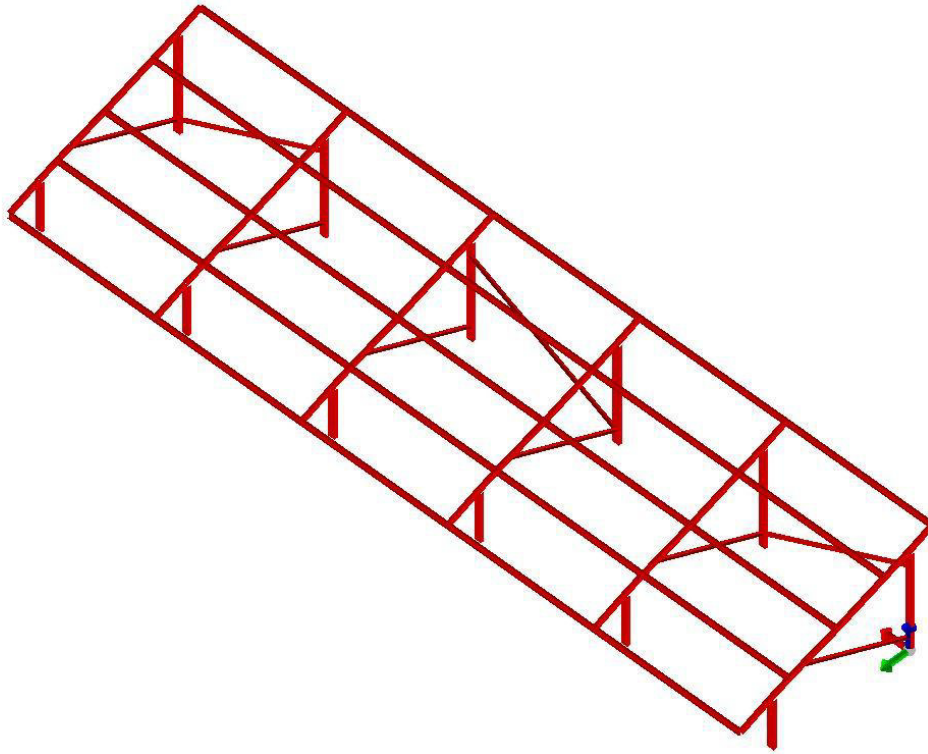
Società con Socio Unico

Strada Comunale delle Fonticelle SNC – Capannone 3 – 65015 Montesilvano (PE)

tel. + 39 0874 67618 – fax + 39 0874 1862021

P.Iva e C.F. 02248390680

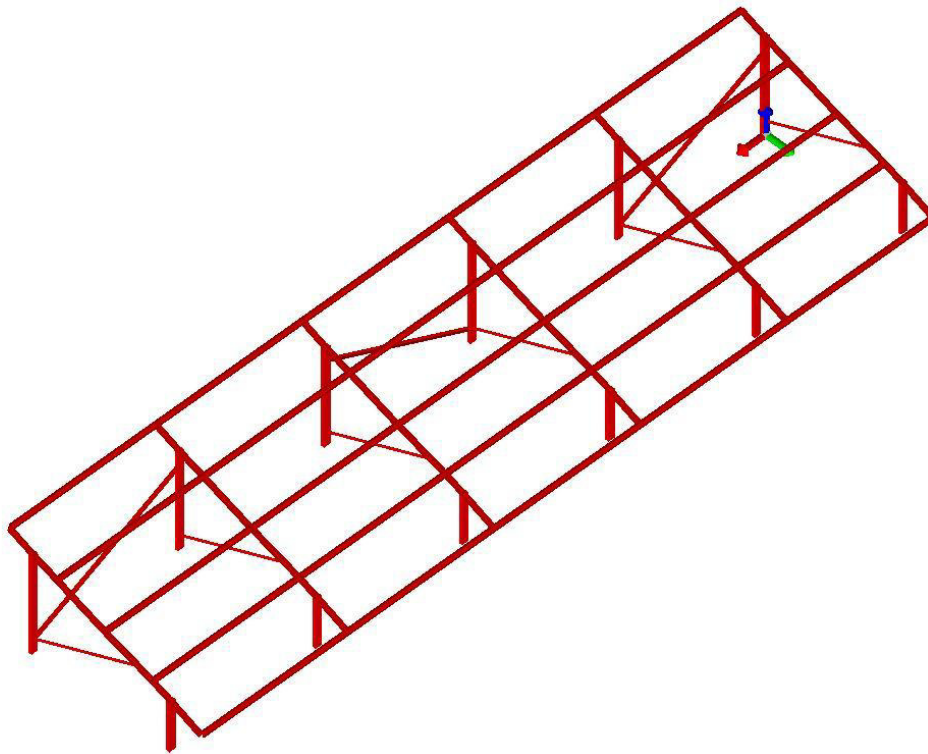
MODELLO



20\_19\_PV\_SRP\_Strutture di sostegno

01\_INT\_VISTA\_SOLIDA\_003

MODELLO



20\_19\_PV\_SRP\_Strutture di sostegno

01\_INT\_VISTA\_SOLIDA\_004

**SOLAR PROJECT FARM**

Società con Socio Unico

Strada Comunale delle Fonticelle SNC – Capannone 3 – 65015 Montesilvano (PE)

tel. + 39 0874 67618 – fax + 39 0874 1862021

P.Iva e C.F. 02248390680

## 7 CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI

### 7.1 LEGENDA TABELLA DATI MATERIALI

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

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

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

Young	modulo di elasticità normale E
Poisson	coefficiente di contrazione trasversale $\nu$
G	modulo di elasticità tangenziale
Gamma	peso specifico
Alfa	coefficiente di dilatazione termica
Fattore di confidenza FC m	Fattore di confidenza specifico per materiale; (è riportato solo se diverso da quello globale della struttura)
Fattore di confidenza FC a	Fattore di confidenza specifico per l'armatura (è riportato solo se diverso da quello globale della struttura)
Elasto-plastico	Materiale elastico perfettamente plastico per aste non lineari
Massima compressione	Massima tensione di compressione per aste non lineari
Massima trazione	Massima tensione di trazione per aste non lineari
Fattore attrito	Coefficiente di attrito per aste non lineari
Rapporto HRDb	Rapporto di hardening a flessione
Rapporto HRDv	Rapporto di hardening a taglio

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



1	c.a.	Resistenza Rc	resistenza a compressione cubica
		Resistenza fctm	resistenza media a trazione semplice
		Coefficiente ksb	Coefficiente di riduzione della resistenza a compressione da utilizzare nello stress block
2	acciaio	Tensione ft	Valore della tensione di rottura
		Tensione fy	Valore della tensione di snervamento
		Resistenza fd	Resistenza di calcolo per SL CNR-UNI 10011
		Resistenza fd (>40)	Resistenza di calcolo per SL CNR-UNI 10011 per spessori > 40mm
		Tensione ammissibile	Tensione ammissibile CNR-UNI 10011
		Tensione ammissibile(>40)	Tensione ammissibile CNR-UNI 10011 per spessori > 40mm
3	muratura	Muratura consolidata	Muratura per la quale si prevedono interventi di rinforzo"
		Incremento resistenza	Incremento conseguito in termini di resistenza
		Incremento rigidezza	Incremento conseguito in termini di rigidezza
		Resistenza f	Valore della resistenza a compressione
		Resistenza fv0	Valore della resistenza a taglio in assenza di tensioni normali
		Resistenza fh	Valore della resistenza a compressione orizzontale
		Resistenza fb	Valore della resistenza a compressione dei blocchi
		Resistenza fbh	Valore della resistenza a compressione dei blocchi in direzione orizzontale
		Resistenza fv0h	Valore della resistenza a taglio in assenza di tensioni normali per le travi
		Resistenza ft	Valore della resistenza a trazione per fessurazione diagonale
		Resistenza fvlim	Valore della massima resistenza a taglio
		Resistenza fbt	Valore della resistenza a trazione dei blocchi
		Coefficiente mu	Coefficiente d'attrito utilizzato per la resistenza a taglio (tipicamente 0.4)
		Coefficiente fi	Coefficiente d'ingranamento utilizzato per la resistenza a taglio
		Coefficiente ksb	Coefficiente di riduzione della resistenza a compressione da utilizzare nello stress block
4	legno	E0,05	Modulo di elasticità corrispondente ad un frattile del 5%
		Resistenza fc0	Valore della resistenza a compressione parallela
		Resistenza ft0	Valore della resistenza a trazione parallela
		Resistenza fm	Valore della resistenza a flessione
		Resistenza fv	Valore della resistenza a taglio
		Resist. ft0k	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per trazione
		Resist. fmk	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per flessione
		Resist. fvk	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per taglio
		Modulo E0,05	Modulo elastico parallelo caratteristico
		Lamellare	lamellare o massiccio

Nel tabulato si riportano sia i valori caratteristici che medi utilizzando gli uni e/o gli altri in relazione alle richieste di normativa ed alla tipologia di verifica. (Cap.7 NTC18 per materiali nuovi, Cap.8 NTC18 e relativa circolare 21/01/2019 per materiali esistenti, Linee Guida Reluis per incamiciatura CAM, CNR-DT 200 per interventi con FRP)

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

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** "Test di validazione del software di calcolo PRO\_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO\_SAP Modulo Geotecnico, PRO\_CAD nodi acciaio e PRO\_MST" - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito [www.2si.it](http://www.2si.it), si segnalano i seguenti esempi applicativi:

## SOLAR PROJECT FARM

Modellazione di strutture in c.a.

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

Modellazione di strutture in acciaio

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

Modellazione di strutture in muratura

### SOLAR PROJECT FARM

Società con Socio Unico

Strada Comunale delle Fonticelle SNC – Capannone 3 – 65015 Montesilvano (PE)

tel. + 39 0874 67618 – fax + 39 0874 1862021

P.Iva e C.F. 02248390680

# SOLAR PROJECT FARM

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

Modellazione di strutture in legno

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

Id	Tipo / Note	V. caratt.	V. medio	Young	Poisson	G	Gamma	Alfa	Altri
		daN/cm2	daN/cm2	daN/cm2		daN/cm2	daN/cm3		
12	Acciaio Fe430 - S275-acciaio Fe430-S275			2.100e+06	0.30	8.077e+05	7.85e-03	1.20e-05	
	Tensione ft	4300.0							
	Resistenza fd	2750.0							
	Resistenza fd (>40)	2500.0							
	Tensione ammissibile	1900.0							
	Tensione ammissibile (>40)	1700.0							
	Rapporto HRDb								1.00e-05
	Rapporto HRDv								1.00e-05

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

Travi acc.	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
<b>Lunghezze libere</b>						

## SOLAR PROJECT FARM

Società con Socio Unico

Strada Comunale delle Fonticelle SNC – Capannone 3 – 65015 Montesilvano (PE)

tel. + 39 0874 67618 – fax + 39 0874 1862021

P.Iva e C.F. 02248390680

## SOLAR PROJECT FARM

<b>Travi acc.</b>	<b>1/7/..</b>	<b>2/8/..</b>	<b>3/9/..</b>	<b>4/10/..</b>	<b>5/11/..</b>	<b>6/12/..</b>
3-3 Beta * L automatico	SI					
3-3 Beta assegnato	1.00					
3-3 Beta assegnato [ cm ]	0.0					
2-2 Beta * L automatico	SI					
2-2 Beta assegnato	1.00					
2-2 Beta * L assegnato [ cm ]	0.0					
1-1 Beta * L automatico	SI					
1-1 Beta assegnato	1.00					
1-1 Beta * L assegnato [ cm ]	0.0					
<b>Generalità</b>						
Coefficiente gamma M0	1.05					
Coefficiente gamma M1	1.05					
Coefficiente gamma M2	1.25					
Luce di taglio per GR [ cm ]	1.00					
Usa condizioni I e II	SI					
Momenti equivalenti	SI					

## SOLAR PROJECT FARM

Società con Socio Unico

Strada Comunale delle Fonticelle SNC – Capannone 3 – 65015 Montesilvano (PE)

tel. + 39 0874 67618 – fax + 39 0874 1862021

P.Iva e C.F. 02248390680

## 8 MODELLAZIONE DELLE SEZIONI

### 8.1 LEGENDA TABELLA DATI SEZIONI

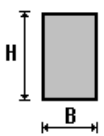
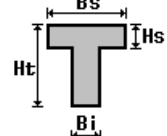
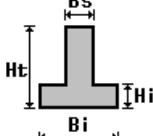
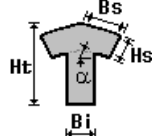
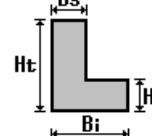
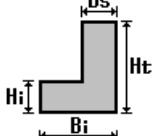
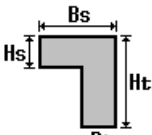
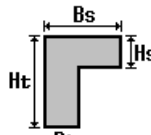
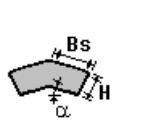
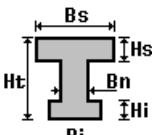
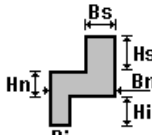
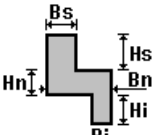
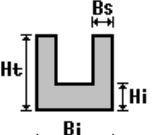
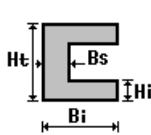
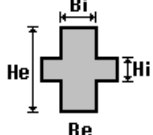
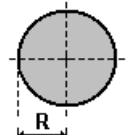
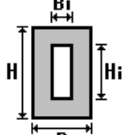
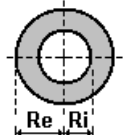
Il programma consente l'uso di sezioni diverse. Sono previsti i seguenti tipi di sezione:

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

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

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

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

 rettangolare	 a T	 a T rovescia	 a T di colmo	 a L	 a L specchiata
 a L specchiata rovescia	 a L rovescia	 a L di colmo	 a doppio T	 a quattro specchiata	 a quattro
 a U	 a C	 a croce	 circolare	 rettangolare cava	 circolare cava

## SOLAR PROJECT FARM

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

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

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

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

Con riferimento al Documento di Affidabilità "Test di validazione del software di calcolo PRO\_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO\_SAP Modulo Geotecnico, PRO\_CAD nodi acciaio e PRO\_MST" - versione Settembre 2014, disponibile per il download sul sito [www.2si.it](http://www.2si.it), si segnalano i seguenti esempi applicativi:

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

Id	Tipo	Area	A V2	A V3	Jt	J 2-2	J 3-3	W 2-2	W 3-3	Wp 2-2	Wp 3-3
		cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>
1	Profilo 1-5 -C : bi=7 ht=14 bn=0.5 hi=0.5	13.50	0.0	0.0	1.13	64.32	410.63	12.70	58.66	22.87	68.38
2	Profilo 2-C : bi=6 ht=12 bn=0.3 hi=0.3	7.02	0.0	0.0	0.21	25.07	160.27	5.71	26.71	10.29	30.81
3	L 60X6	6.90	0.0	0.0	0.82	22.80	22.80	5.30	5.30	5.30	5.30
4	Profilo 6 OMG100x50x30x3.0 (Section Maker)	8.69	0.0	0.0	0.26	58.91	112.76	11.33	21.82	21.19	27.97

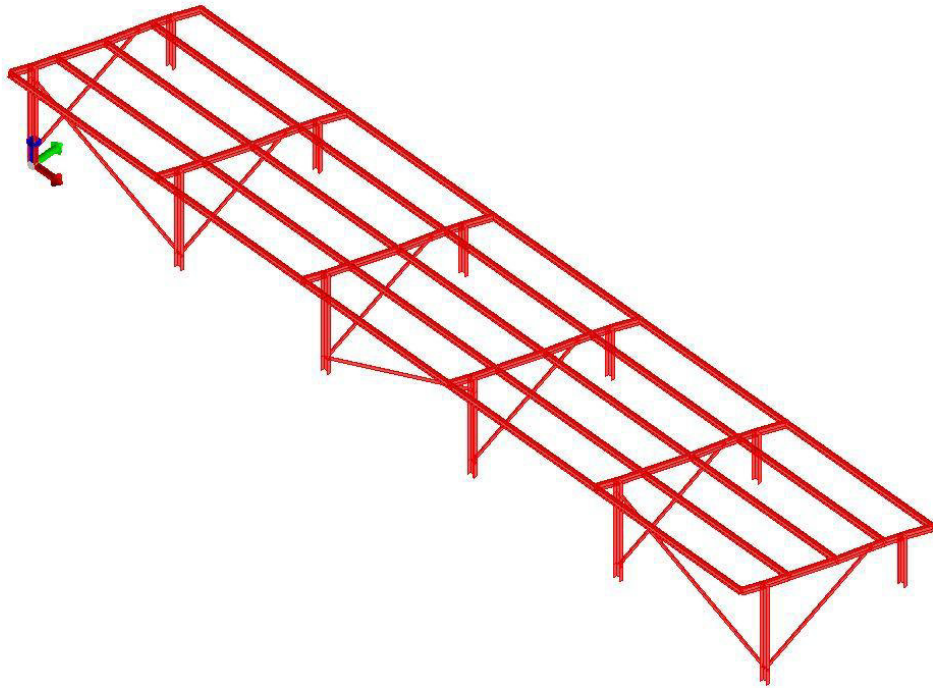
## SOLAR PROJECT FARM

Società con Socio Unico

Strada Comunale delle Fonticelle SNC – Capannone 3 – 65015 Montesilvano (PE)

tel. + 39 0874 67618 – fax + 39 0874 1862021

P.Iva e C.F. 02248390680



**SOLAR PROJECT FARM**

Società con Socio Unico

Strada Comunale delle Fonticelle SNC – Capannone 3 – 65015 Montesilvano (PE)

tel. + 39 0874 67618 – fax + 39 0874 1862021

P.Iva e C.F. 02248390680

## 9 MODELLAZIONE STRUTTURA: NODI

### 9.1 LEGENDA TABELLA DATI NODI

Il programma utilizza per la modellazione nodi strutturali.

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

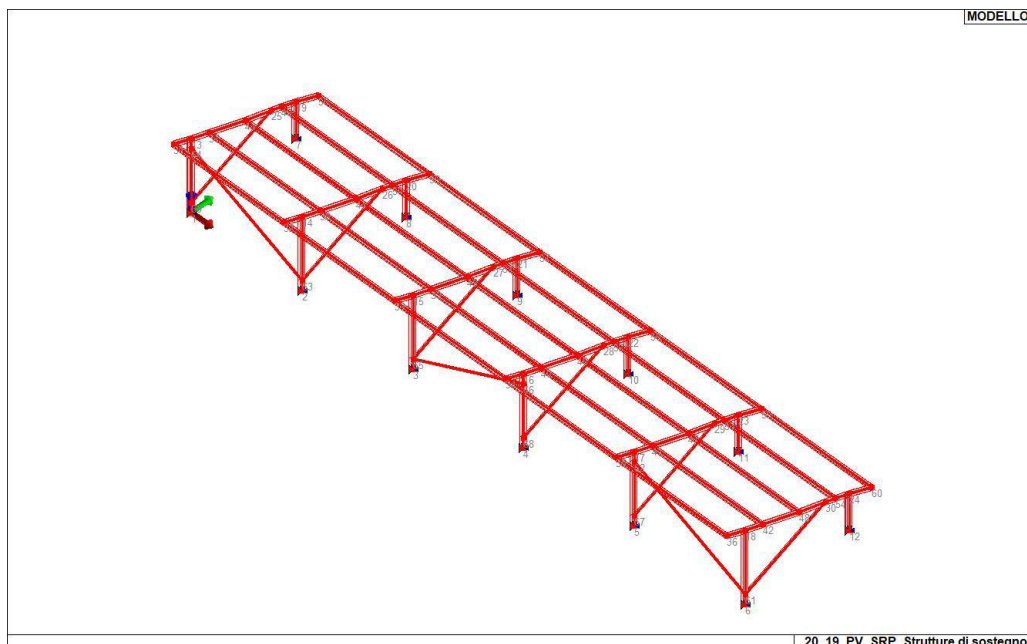
Ad ogni nodo è eventualmente associato un codice di vincolamento rigido, un codice di fondazione speciale, ed un set di sei molle (tre per le traslazioni, tre per le rotazioni). Le tabelle sottoriportate riflettono le succitate possibilità. In particolare per ogni nodo viene indicato in tabella:

<b>Nodo</b>	numero del nodo.
<b>X</b>	valore della coordinata X
<b>Y</b>	valore della coordinata Y
<b>Z</b>	valore della coordinata Z

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

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

Per strutture sismicamente isolate viene inoltre inserita la tabella delle caratteristiche per gli isolatori utilizzati; le caratteristiche sono indicate in conformità al cap. 7.10 del D.M. 17/01/18



14\_MOD\_NUMERAZIONE\_NODI

20\_19\_PV\_SRP Strutture di sostegno

## SOLAR PROJECT FARM

Società con Socio Unico

Strada Comunale delle Fonticelle SNC – Capannone 3 – 65015 Montesilvano (PE)

tel. + 39 0874 67618 – fax + 39 0874 1862021

P.Iva e C.F. 02248390680



# SOLAR PROJECT FARM

## 9.1.1 TABELLA DATI NODI

Nodo	X	Y	Z	Nodo	X	Y	Z	Nodo	X	Y	Z
	cm	cm	cm		cm	cm	cm		cm	cm	cm
13	0.0	0.0	220.0	14	329.0	0.0	220.0	15	658.0	0.0	220.0
16	987.0	0.0	220.0	17	1316.0	0.0	220.0	18	1645.0	0.0	220.0
19	0.0	310.0	110.0	20	329.0	310.0	110.0	21	658.0	310.0	110.0
22	987.0	310.0	110.0	23	1316.0	310.0	110.0	24	1645.0	310.0	110.0
25	0.0	238.0	136.0	26	329.0	238.0	136.0	27	658.0	238.0	136.0
28	987.0	238.0	136.0	29	1316.0	238.0	136.0	30	1645.0	238.0	136.0
31	0.0	-54.0	242.5	32	329.0	-54.0	242.5	33	658.0	-54.0	242.5
34	987.0	-54.0	242.5	35	1316.0	-54.0	242.5	36	1645.0	-54.0	242.5
37	0.0	52.5	201.0	38	329.0	52.5	201.0	39	658.0	52.5	201.0
40	987.0	52.5	201.0	41	1316.0	52.5	201.0	42	1645.0	52.5	201.0
43	0.0	160.5	161.0	44	329.0	160.5	161.0	45	658.0	160.5	161.0
46	987.0	160.5	161.0	47	1316.0	160.5	161.0	48	1645.0	160.5	161.0
49	0.0	267.5	126.0	50	329.0	267.5	126.0	51	658.0	267.5	126.0
52	987.0	267.5	126.0	53	1316.0	267.5	126.0	54	1645.0	267.5	126.0
55	0.0	377.0	81.5	56	329.0	377.0	81.5	57	658.0	377.0	81.5
58	987.0	377.0	81.5	59	1316.0	377.0	81.5	60	1645.0	377.0	81.5
61	1645.0	0.0	30.0	62	1316.0	0.0	190.0	63	329.0	0.0	30.0
64	0.0	0.0	190.0	65	658.0	0.0	30.0	66	987.0	0.0	190.0
67	1316.0	0.0	30.0	68	987.0	0.0	30.0	69	0.0	0.0	30.0

Nodo	X	Y	Z	Note	Rig. TX	Rig. TY	Rig. TZ	Rig. RX	Rig. RY	Rig. RZ
	cm	cm	cm		daN/cm	daN/cm	daN/cm	daN cm/rad	daN cm/rad	daN cm/rad
1	0.0	0.0	0.0	v=111011						
2	329.0	0.0	0.0	v=111011						
3	658.0	0.0	0.0	v=111011						
4	987.0	0.0	0.0	v=111011						
5	1316.0	0.0	0.0	v=111011						
6	1645.0	0.0	0.0	v=111011						
7	0.0	310.0	0.0	v=111011						
8	329.0	310.0	0.0	v=111011						
9	658.0	310.0	0.0	v=111011						
10	987.0	310.0	0.0	v=111011						
11	1316.0	310.0	0.0	v=111011						
12	1645.0	310.0	0.0	v=111011						

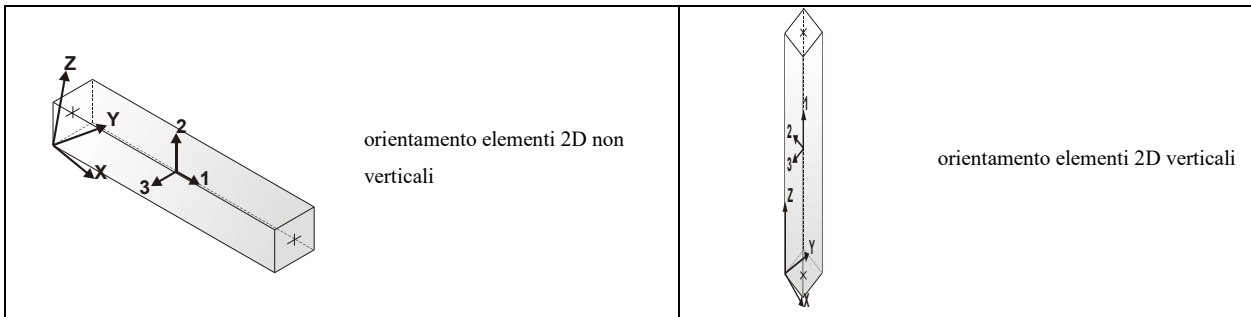
## 10 MODELLAZIONE STRUTTURA: ELEMENTI TRAVE

### 10.1 TABELLA DATI TRAVI

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

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

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



## SOLAR PROJECT FARM

Società con Socio Unico

Strada Comunale delle Fonticelle SNC – Capannone 3 – 65015 Montesilvano (PE)

tel. + 39 0874 67618 – fax + 39 0874 1862021

P.Iva e C.F. 02248390680

## SOLAR PROJECT FARM

In particolare per ogni elemento viene indicato in tabella:

<b>Elem.</b>	numero dell'elemento
<b>Note</b>	codice di comportamento: trave, trave di fondazione, pilastro, asta, asta tesa, asta compressa,
<b>Nodo I (J)</b>	numero del nodo iniziale (finale)
<b>Mat.</b>	codice del materiale assegnato all'elemento
<b>Sez.</b>	codice della sezione assegnata all'elemento
<b>Rotaz.</b>	valore della rotazione dell'elemento, attorno al proprio asse, nel caso in cui l'orientamento di default non sia adottabile; l'orientamento di default prevede per gli elementi non verticali l'asse 2 contenuto nel piano verticale e l'asse 3 orizzontale, per gli elementi verticali l'asse 2 diretto secondo X negativo e l'asse 3 diretto secondo Y negativo
<b>Svincolo I (J)</b>	codici di svincolo per le azioni interne; i primi sei codici si riferiscono al nodo iniziale, i restanti sei al nodo finale (il valore 1 indica che la relativa azione interna non è attiva)
<b>Wink V</b>	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione della trave su suolo elastico
<b>Wink O</b>	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione del suolo elastico orizzontale

Elem.	Note	Nodo I	Nodo J	Mat.	Sez.	Rotaz. gradi	Svincolo I	Svincolo J	Wink V daN/cm3	Wink O daN/cm3
1	Pilas.	6	61	12	1					
2	Pilas.	61	18	12	1					
3	Pilas.	5	67	12	1					
4	Pilas.	62	17	12	1					
5	Pilas.	4	68	12	1					
6	Pilas.	66	16	12	1					
7	Pilas.	3	65	12	1					
8	Pilas.	65	15	12	1					
9	Pilas.	2	63	12	1					
10	Pilas.	63	14	12	1					
11	Pilas.	1	69	12	1					
12	Pilas.	64	13	12	1					
13	Pilas.	7	19	12	1					
14	Pilas.	8	20	12	1					
15	Pilas.	9	21	12	1					
16	Pilas.	10	22	12	1					
17	Pilas.	11	23	12	1					
18	Pilas.	12	24	12	1					
19	Trave	36	18	12	2					
20	Trave	18	42	12	2					
21	Trave	42	48	12	2					
22	Trave	48	30	12	2					
23	Trave	30	54	12	2					
24	Trave	54	24	12	2					
25	Trave	24	60	12	2					
26	Trave	35	17	12	2					
27	Trave	17	41	12	2					
28	Trave	41	47	12	2					
29	Trave	47	29	12	2					
30	Trave	29	53	12	2					
31	Trave	53	23	12	2					
32	Trave	23	59	12	2					
33	Trave	34	16	12	2					
34	Trave	16	40	12	2					
35	Trave	40	46	12	2					
36	Trave	46	28	12	2					
37	Trave	28	52	12	2					
38	Trave	52	22	12	2					
39	Trave	22	58	12	2					
40	Trave	33	15	12	2					
41	Trave	15	39	12	2					
42	Trave	39	45	12	2					
43	Trave	45	27	12	2					
44	Trave	27	51	12	2					
45	Trave	51	21	12	2					
46	Trave	21	57	12	2					
47	Trave	32	14	12	2					
48	Trave	14	38	12	2					
49	Trave	38	44	12	2					

### SOLAR PROJECT FARM

Società con Socio Unico

Strada Comunale delle Fonticelle SNC – Capannone 3 – 65015 Montesilvano (PE)

tel. + 39 0874 67618 – fax + 39 0874 1862021

P.Iva e C.F. 02248390680

## SOLAR PROJECT FARM

50	Trave	44	26	12	2
51	Trave	26	50	12	2
52	Trave	50	20	12	2
53	Trave	20	56	12	2
54	Trave	31	13	12	2
55	Trave	13	37	12	2
56	Trave	37	43	12	2
57	Trave	43	25	12	2
58	Trave	25	49	12	2
59	Trave	49	19	12	2
60	Trave	19	55	12	2
61	Trave	35	36	12	4
62	Trave	34	35	12	4
63	Trave	33	34	12	4
64	Trave	32	33	12	4
65	Trave	31	32	12	4
66	Trave	41	42	12	4
67	Trave	40	41	12	4
68	Trave	39	40	12	4
69	Trave	38	39	12	4
70	Trave	37	38	12	4
71	Trave	47	48	12	4
72	Trave	46	47	12	4
73	Trave	45	46	12	4
74	Trave	44	45	12	4
75	Trave	43	44	12	4
76	Trave	53	54	12	4
77	Trave	52	53	12	4
78	Trave	51	52	12	4
79	Trave	50	51	12	4
80	Trave	49	50	12	4
81	Trave	59	60	12	4
82	Trave	58	59	12	4
83	Trave	57	58	12	4
84	Trave	56	57	12	4
85	Trave	55	56	12	4
86	Trave	61	30	12	3
87	Trave	67	29	12	3
88	Trave	68	28	12	3
89	Trave	65	27	12	3
90	Trave	63	26	12	3
91	Trave	69	25	12	3
92	Trave	62	61	12	3
93	Trave	65	66	12	3
94	Trave	64	63	12	3
95	Pilas.	67	62	12	1
96	Pilas.	68	66	12	1
97	Pilas.	69	64	12	1

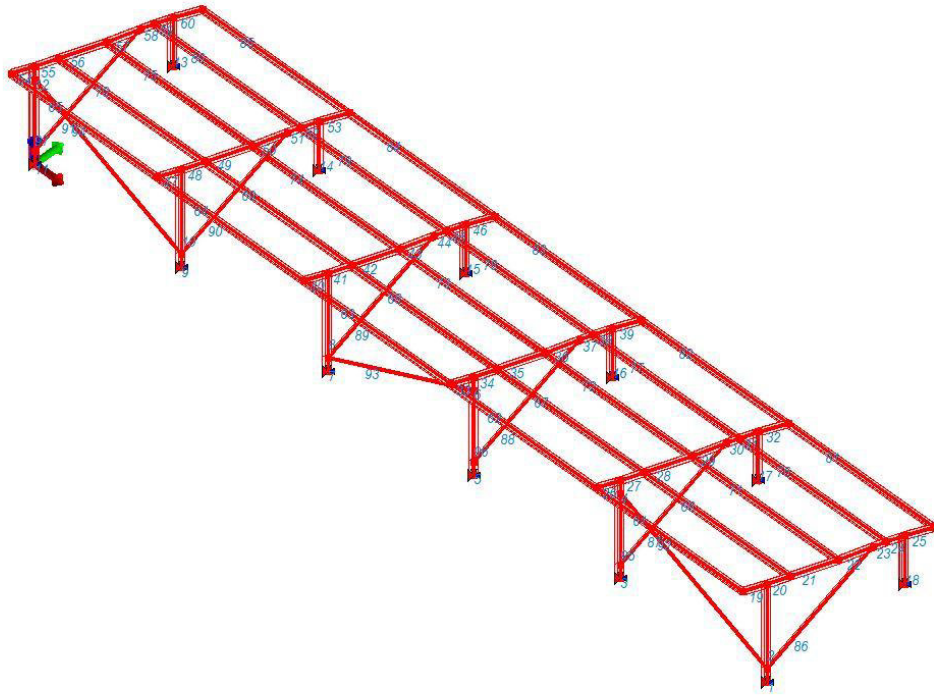
## SOLAR PROJECT FARM

Società con Socio Unico

Strada Comunale delle Fonticelle SNC – Capannone 3 – 65015 Montesilvano (PE)

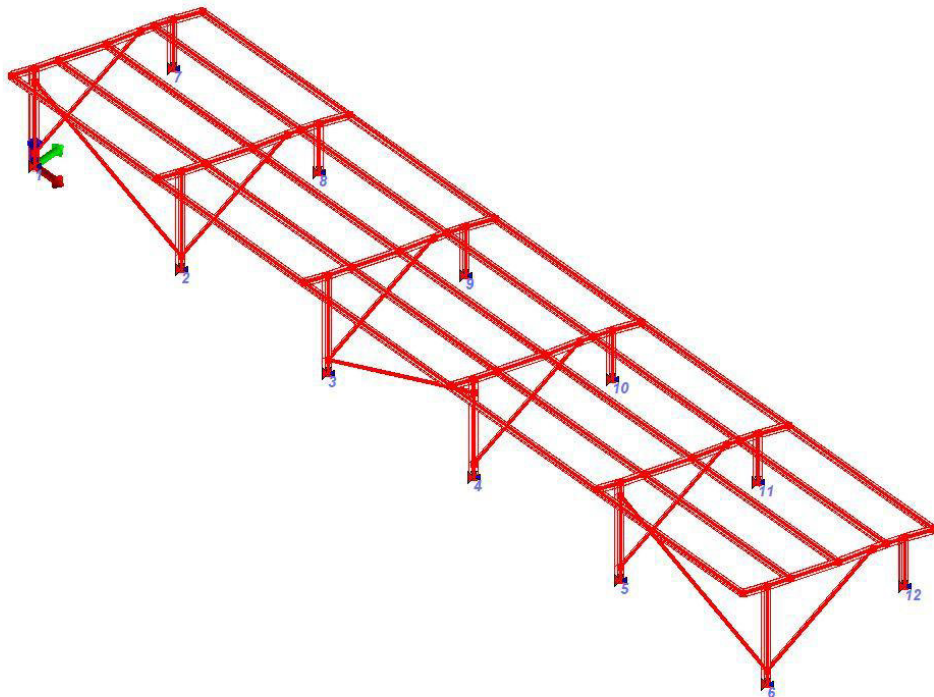
tel. + 39 0874 67618 – fax + 39 0874 1862021

P.Iva e C.F. 02248390680



20\_19\_PV\_SRP\_Strutture di sostegno

15\_MOD\_NUMERAZIONE\_D2



20\_19\_PV\_SRP\_Strutture di sostegno

15\_MOD\_NUMERAZIONE\_D2\_PILASTRATE

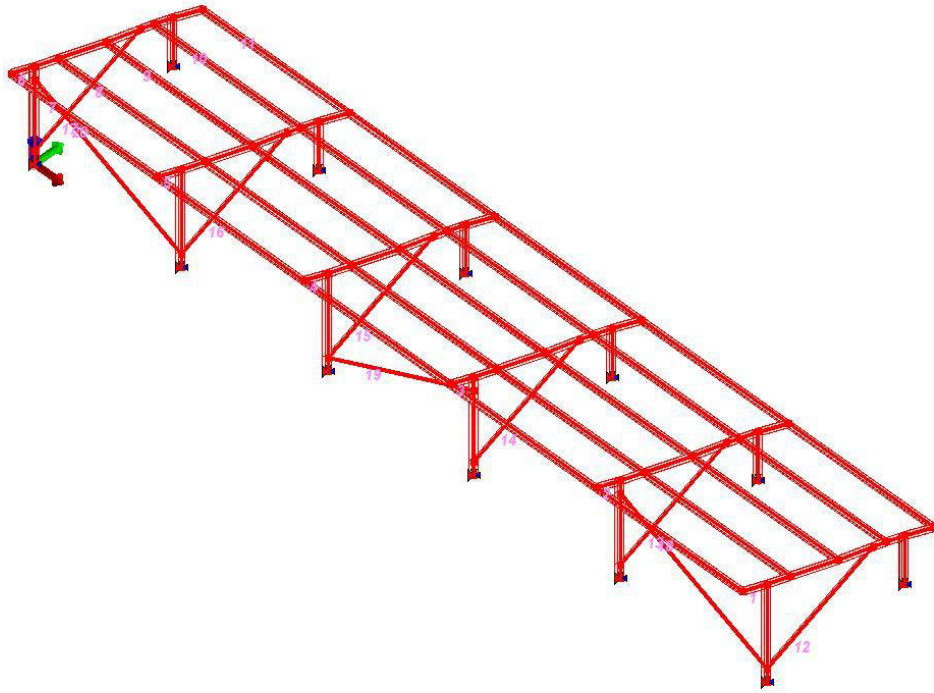
**SOLAR PROJECT FARM**

Società con Socio Unico

Strada Comunale delle Fonticelle SNC – Capannone 3 – 65015 Montesilvano (PE)

tel. + 39 0874 67618 – fax + 39 0874 1862021

P.Iva e C.F. 02248390680



**SOLAR PROJECT FARM**

Società con Socio Unico

Strada Comunale delle Fonticelle SNC – Capannone 3 – 65015 Montesilvano (PE)

tel. + 39 0874 67618 – fax + 39 0874 1862021

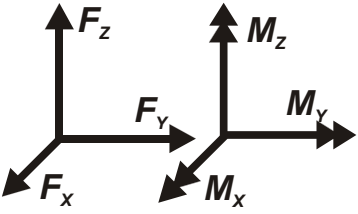
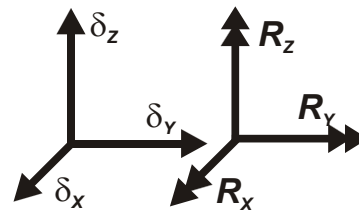
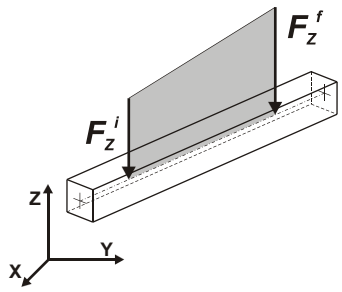
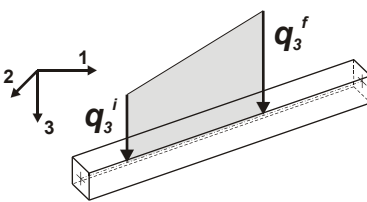
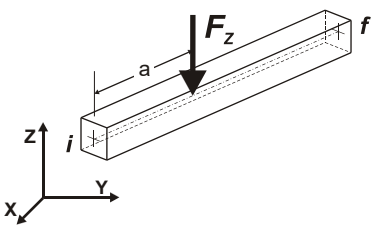
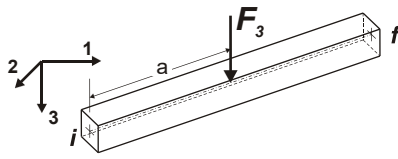
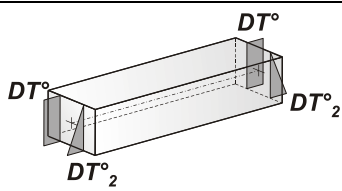
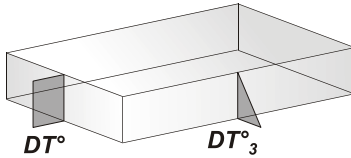
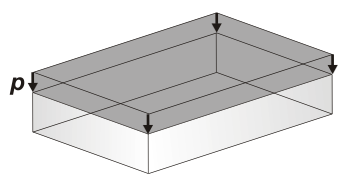
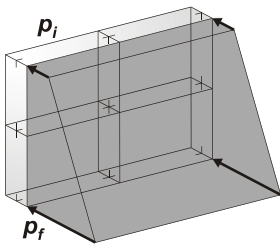
P.Iva e C.F. 02248390680

## 11 MODELLAZIONE DELLE AZIONI

### 11.1 LEGENDA TABELLA DATI AZIONI

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

<b>1</b>	<b>carico concentrato nodale</b> 6 dati (forza $F_x, F_y, F_z$ , momento $M_x, M_y, M_z$ )
<b>2</b>	<b>spostamento nodale impresso</b> 6 dati (spostamento $T_x, T_y, T_z$ , rotazione $R_x, R_y, R_z$ )
<b>3</b>	<b>carico distribuito globale su elemento tipo trave</b> 7 dati ( $f_x, f_y, f_z, m_x, m_y, m_z$ , ascissa di inizio carico) 7 dati ( $f_x, f_y, f_z, m_x, m_y, m_z$ , ascissa di fine carico)
<b>4</b>	<b>carico distribuito locale su elemento tipo trave</b> 7 dati ( $f_1, f_2, f_3, m_1, m_2, m_3$ , ascissa di inizio carico) 7 dati ( $f_1, f_2, f_3, m_1, m_2, m_3$ , ascissa di fine carico)
<b>5</b>	<b>carico concentrato globale su elemento tipo trave</b> 7 dati ( $F_x, F_y, F_z, M_x, M_y, M_z$ , ascissa di carico)
<b>6</b>	<b>carico concentrato locale su elemento tipo trave</b> 7 dati ( $F_1, F_2, F_3, M_1, M_2, M_3$ , ascissa di carico)
<b>7</b>	<b>variazione termica applicata ad elemento tipo trave</b> 7 dati (variazioni termiche: uniforme, media e differenza in altezza e larghezza al nodo iniziale e finale)
<b>8</b>	<b>carico di pressione uniforme su elemento tipo piastra</b> 1 dato (pressione)
<b>9</b>	<b>carico di pressione variabile su elemento tipo piastra</b> 4 dati (pressione, quota, pressione, quota)
<b>10</b>	<b>variazione termica applicata ad elemento tipo piastra</b> 2 dati (variazioni termiche: media e differenza nello spessore)
<b>11</b>	<b>carico variabile generale su elementi tipo trave e piastra</b> 1 dato descrizione della tipologia 4 dati per segmento (posizione, valore, posizione, valore) la tipologia precisa l'ascissa di definizione, la direzione del carico, la modalità di carico e la larghezza d'influenza per gli elementi tipo trave
<b>12</b>	<b>gruppo di carichi con impronta su piastra</b> 9 dati (numero di ripetizioni in direzione X e Y, valore di ciascun carico, posizione centrale del primo, dimensioni dell'impronta, interasse tra i carichi)

 <p>Carico concentrato nodale</p>	 <p>Spostamento impresso</p>
 <p>Carico distribuito globale</p>	 <p>Carico distribuito locale</p>
 <p>Carico concentrato globale</p>	 <p>Carico concentrato locale</p>
 <p>Carico termico 2D</p>	 <p>Carico termico 3D</p>
 <p>Carico pressione uniforme</p>	 <p>Carico pressione variabile</p>

**Tipo carico concentrato nodale**

Id	Tipo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
		daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
10	Vento-CN:Fy=-295.12	0.0	-295.12	0.0	0.0	0.0	0.0

**Tipo carico distribuito globale su trave**

Id	Tipo	Pos.	fx	fy	fz	mx	my	mz
		cm	daN/cm	daN/cm	daN/cm	daN	daN	daN
9	Carico neve-DG:Fzi=-0.51 Fzf=-0.51	0.0	0.0	0.0	-0.51	0.0	0.0	0.0
13	Peso proprio-DG:Fzi=-0.23 Fzf=-0.23	0.0	0.0	0.0	-0.23	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-0.23	0.0	0.0	0.0

**SOLAR PROJECT FARM**

Società con Socio Unico

Strada Comunale delle Fonticelle SNC – Capannone 3 – 65015 Montesilvano (PE)

tel. + 39 0874 67618 – fax + 39 0874 1862021

P.Iva e C.F. 02248390680

**12 SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO**

**12.1 LEGENDA TABELLA CASI DI CARICO**

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

Sono previsti i seguenti 11 tipi di casi di carico:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)	
2	Esk	CDC=Es (statico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)	partecipazione:1.00 per 1 CDC=Ggk (peso proprio della struttura)
			partecipazione:1.00 per 10 CDC=G1k Peso Pannelli
			partecipazione:0.80 per 11 CDC=Qk Vento
			partecipazione:0.80 per 12 CDC=Qk Neve
3	Esk	CDC=Es (statico SLU) alfa=0.0 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
4	Esk	CDC=Es (statico SLU) alfa=90.00 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
5	Esk	CDC=Es (statico SLU) alfa=90.00 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
6	Esk	CDC=Es (statico SLD) alfa=0.0 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
7	Esk	CDC=Es (statico SLD) alfa=0.0 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
8	Esk	CDC=Es (statico SLD) alfa=90.00 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
9	Esk	CDC=Es (statico SLD) alfa=90.00 (ecc. -)	come precedente CDC sismico



# SOLAR PROJECT FARM

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
I0	Gk	CDC=G1k Peso Pannelli	Azioni applicate: D2 :da 61 a 85 Azione : Peso proprio-DG:Fzi=-0.23 Fzf=-0.23
I1	Qk	CDC=Qk Vento	Azioni applicate: Nodo:da 19 a 24 Azione : Vento-CN:Fy=-295.12
I2	Qk	CDC=Qk Neve	Azioni applicate: D2 :da 61 a 85 Azione : Carico neve-DG:Fzi=-0.51 Fzf=-0.51

## 13 DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI

### 13.1 LEGENDA TABELLA COMBINAZIONI DI CARICO

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

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

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

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

**Combinazione fondamentale SLU**

$$\gamma G1 \cdot G1 + \gamma G2 \cdot G2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q1 \cdot Qk1 + \gamma Q2 \cdot \psi 02 \cdot Qk2 + \gamma Q3 \cdot \psi 03 \cdot Qk3 + \dots$$

**Combinazione caratteristica (rara) SLE**

$$G1 + G2 + P + Qk1 + \psi 02 \cdot Qk2 + \psi 03 \cdot Qk3 + \dots$$

**Combinazione frequente SLE**

$$G1 + G2 + P + \psi 11 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \psi 23 \cdot Qk3 + \dots$$

**Combinazione quasi permanente SLE**

$$G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \psi 23 \cdot Qk3 + \dots$$

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

$$E + G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \dots$$

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

$$G1 + G2 + Ad + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \dots$$

Dove:

NTC 2018 Tabella 2.5.I

Destinazione d'uso/azione	$\psi 0$	$\psi 1$	$\psi 2$
Categoria A residenziali	0,70	0,50	0,30
Categoria B uffici	0,70	0,50	0,30
Categoria C ambienti suscettibili di affollamento	0,70	0,70	0,60
Categoria D ambienti ad uso commerciale	0,70	0,70	0,60
Categoria E biblioteche, archivi, magazzini, ...	1,00	0,90	0,80
Categoria F Rimesse e parcheggi (autoveicoli $\leq 30kN$ )	0,70	0,70	0,60
Categoria G Rimesse e parcheggi (autoveicoli $> 30kN$ )	0,70	0,50	0,30
Categoria H Coperture	0,00	0,00	0,00
Vento	0,60	0,20	0,00
Neve a quota $\leq 1000 m$	0,50	0,20	0,00
Neve a quota $> 1000 m$	0,70	0,50	0,20
Variazioni Termiche	0,60	0,50	0,00

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

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

NTC 2018 Tabella 2.6.I

		Coefficiente $\gamma f$	EQU	A1	A2
Carichi permanenti	Favorevoli	$\gamma G1$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali (Non compiutamente definiti)	Favorevoli	$\gamma G2$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	Favorevoli	$\gamma Qi$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

## SOLAR PROJECT FARM

Società con Socio Unico

Strada Comunale delle Fonticelle SNC – Capannone 3 – 65015 Montesilvano (PE)

tel. + 39 0874 67618 – fax + 39 0874 1862021

P.Iva e C.F. 02248390680

## SOLAR PROJECT FARM

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
1	SLU	Comb. SLU A1 1	
2	SLU	Comb. SLU A1 2	
3	SLU	Comb. SLU A1 3	
4	SLU	Comb. SLU A1 4	
5	SLU	Comb. SLU A1 5	
6	SLU	Comb. SLU A1 6	
7	SLU	Comb. SLU A1 7	
8	SLU	Comb. SLU A1 8	
9	SLU	Comb. SLU A1 9	
10	SLU	Comb. SLU A1 10	
11	SLU	Comb. SLU A1 11	
12	SLU	Comb. SLU A1 12	
13	SLU	Comb. SLU A1 13	
14	SLU	Comb. SLU A1 14	
15	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 15	
16	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 16	
17	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 17	
18	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 18	
19	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 19	
20	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 20	
21	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 21	
22	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 22	
23	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 23	
24	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 24	
25	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 25	
26	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 26	
27	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 27	
28	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 28	
29	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 29	
30	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 30	
31	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 31	
32	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 32	
33	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 33	
34	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 34	
35	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 35	
36	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 36	
37	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 37	
38	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 38	
39	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 39	
40	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 40	
41	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 41	
42	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 42	
43	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 43	
44	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 44	
45	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 45	
46	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 46	
47	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 47	
48	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 48	
49	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 49	
50	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 50	
51	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 51	
52	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 52	
53	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 53	
54	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 54	
55	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 55	
56	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 56	
57	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 57	
58	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 58	
59	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 59	
60	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 60	
61	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 61	
62	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 62	
63	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 63	
64	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 64	
65	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 65	
66	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 66	
67	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 67	
68	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 68	
69	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 69	
70	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 70	
71	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 71	
72	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 72	

## SOLAR PROJECT FARM

Società con Socio Unico

Strada Comunale delle Fonticelle SNC – Capannone 3 – 65015 Montesilvano (PE)

tel. + 39 0874 67618 – fax + 39 0874 1862021

P.Iva e C.F. 02248390680

# SOLAR PROJECT FARM

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
73	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 73	
74	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 74	
75	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 75	
76	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 76	
77	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 77	
78	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 78	
79	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 79	
80	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 80	
81	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 81	
82	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 82	
83	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 83	
84	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 84	
85	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 85	
86	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 86	
87	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 87	
88	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 88	
89	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 89	

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
1	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.0	0.0		
2	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.0	0.75		
3	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.50	0.0		
4	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.50	0.75		
5	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0		
6	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.75		
7	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.50	0.0		
8	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.50	0.75		
9	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.0	1.50		
10	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.90	0.0		
11	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.90	1.50		
12	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	1.50		
13	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.90	0.0		
14	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.90	1.50		
15	1.00	-1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0		
16	1.00	-1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0		
17	1.00	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0		
18	1.00	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0		
19	1.00	-1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0		
20	1.00	-1.00	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0		
21	1.00	1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0		
22	1.00	1.00	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0		
23	1.00	0.0	-1.00	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0		
24	1.00	0.0	-1.00	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0		
25	1.00	0.0	1.00	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0		
26	1.00	0.0	1.00	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0		
27	1.00	0.0	-1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0		
28	1.00	0.0	-1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0		
29	1.00	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0		
30	1.00	0.0	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0		
31	1.00	-0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0		
32	1.00	-0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0		
33	1.00	0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0		
34	1.00	0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0		
35	1.00	0.0	-0.30	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0		
36	1.00	0.0	-0.30	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0		
37	1.00	0.0	0.30	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0		
38	1.00	0.0	0.30	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0		
39	1.00	-0.30	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0		
40	1.00	-0.30	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0		
41	1.00	0.30	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0		
42	1.00	0.30	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0		
43	1.00	0.0	-0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0		
44	1.00	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0		
45	1.00	0.0	0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0		
46	1.00	0.0	0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0		
47	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.0	0.0		
48	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.30	0.0	1.00	0.0	0.0		
49	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.0	0.0		
50	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.30	0.0	1.00	0.0	0.0		
51	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	-0.30	1.00	0.0	0.0		

## SOLAR PROJECT FARM

Società con Socio Unico

Strada Comunale delle Fonticelle SNC – Capannone 3 – 65015 Montesilvano (PE)

tel. + 39 0874 67618 – fax + 39 0874 1862021

P.Iva e C.F. 02248390680

## SOLAR PROJECT FARM

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
52	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.30	1.00	0.0	0.0		
53	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	-0.30	1.00	0.0	0.0		
54	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.30	1.00	0.0	0.0		
55	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	-0.30	0.0	1.00	0.0	0.0		
56	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.30	0.0	1.00	0.0	0.0		
57	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	-0.30	0.0	1.00	0.0	0.0		
58	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.30	0.0	1.00	0.0	0.0		
59	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	-0.30	1.00	0.0	0.0		
60	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.30	1.00	0.0	0.0		
61	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	-0.30	1.00	0.0	0.0		
62	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.30	1.00	0.0	0.0		
63	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	-1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	
64	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	
65	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	-1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	
66	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	
67	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	-1.00	0.0	1.00	0.0	0.0		
68	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0		
69	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	-1.00	0.0	1.00	0.0	0.0		
70	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0		
71	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	-1.00	1.00	0.0	0.0	
72	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	
73	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	-1.00	1.00	0.0	0.0	
74	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	
75	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	-1.00	1.00	0.0	0.0		
76	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0		
77	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	-1.00	1.00	0.0	0.0		
78	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0		
79	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0		
80	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.20	0.0		
81	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.20		
82	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0		
83	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.50		
84	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0		
85	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.50		
86	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	1.00		
87	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.60	0.0		
88	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.60	1.00		
89	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0		

## SOLAR PROJECT FARM

Società con Socio Unico

Strada Comunale delle Fonticelle SNC – Capannone 3 – 65015 Montesilvano (PE)

tel. + 39 0874 67618 – fax + 39 0874 1862021

P.Iva e C.F. 02248390680

**14 AZIONE SISMICA**

**14.1 VALUTAZIONE DELL' AZIONE SISMICA**

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire dalla “pericolosità sismica di base”, in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>. Per punti non coincidenti con il reticolo di riferimento e periodi di ritorno non contemplati direttamente si opera come indicato nell'allegato alle NTC (rispettivamente media pesata e interpolazione).

L'azione sismica viene definita in relazione ad un periodo di riferimento  $V_r$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale per il coefficiente d'uso (vedi tabella Parametri della struttura). Fissato il periodo di riferimento  $V_r$  e la probabilità di superamento  $P_{ver}$  associata a ciascuno degli stati limite considerati, si ottiene il periodo di ritorno  $T_r$  e i relativi parametri di pericolosità sismica (vedi tabella successiva):

- ag: accelerazione orizzontale massima del terreno;
- Fo: valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T\*c: periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

14.1.1 Parametri della struttura					
Classe d'uso	Vita $V_n$ [anni]	Coeff. Uso	Periodo $V_r$ [anni]	Tipo di suolo	Categoria topografica
II	50.0	1.0	50.0	C	T1

Individuati su reticolo di riferimento i parametri di pericolosità sismica si valutano i parametri spettrali riportati in tabella:

$S$  è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente  $S = S_s \cdot S_t$  (3.2.3)

$F_o$  è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale

$F_v$  è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima verticale, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno  $a_g$  su sito di riferimento rigido orizzontale

$T_b$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante.

$T_c$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a velocità costante.

$T_d$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante.

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione della componente orizzontale del moto sismico,  $S_e$ , è definito dalle seguenti espressioni:

$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
 T_B \leq T < T_C & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \\
 T_C \leq T < T_D & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right) \\
 T_D \leq T & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)
 \end{aligned}$$

Dove per sottosuolo di categoria **A** i coefficienti  $S_s$  e  $C_c$  valgono 1; mentre per le categorie di sottosuolo B, C, D, E i coefficienti  $S_s$  e  $C_c$  vengono calcolati mediante le espressioni riportate nella seguente Tabella

## SOLAR PROJECT FARM

Categoria sottosuolo	$S_s$	$C_c$
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Per tenere conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico  $S_T$  riportati nella seguente Tabella

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	$S_T$
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale del moto sismico,  $S_{ve}$ , è definito dalle espressioni:

$$0 \leq T < T_B \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

I valori di  $S_s$ ,  $T_B$ ,  $T_C$  e  $T_D$ , sono riportati nella seguente Tabella

Categoria di sottosuolo	$S_s$	$T_B$	$T_C$	$T_D$
A, B, C, D, E	1,0	0,05 s	0,15 s	1,0 s

Id nodo	Longitudine	Latitudine	Distanza
			Km
Loc.	16.471	40.247	
35676	16.437	40.246	2.878
35677	16.502	40.245	2.632
35455	16.505	40.294	5.950
35454	16.439	40.296	6.067

SL	Pver	Tr	ag	Fo	T*c
		Anni	g		sec
SLO	81.0	30.0	0.036	2.413	0.280
SLD	63.0	50.0	0.045	2.440	0.320
SLV	10.0	475.0	0.095	2.667	0.457
SLC	5.0	975.0	0.117	2.744	0.491

SL	ag	S	Fo	Fv	Tb	Tc	Td
----	----	---	----	----	----	----	----

### SOLAR PROJECT FARM

Società con Socio Unico

Strada Comunale delle Fonticelle SNC – Capannone 3 – 65015 Montesilvano (PE)

tel. + 39 0874 67618 – fax + 39 0874 1862021

P.Iva e C.F. 02248390680

## SOLAR PROJECT FARM

SL	ag	S	Fo	Fv	Tb	Tc	Td
	g				sec	sec	sec
SLO	0.036	1.500	2.413	0.622	0.149	0.447	1.746
SLD	0.045	1.500	2.440	0.697	0.163	0.489	1.779
SLV	0.095	1.500	2.667	1.110	0.207	0.621	1.980
SLC	0.117	1.500	2.744	1.264	0.217	0.652	2.066

### 15 RISULTATI ANALISI SISMICHE

#### 15.1 LEGENDA TABELLA ANALISI SISMICHE

Il programma consente l'analisi di diverse configurazioni sismiche.

Sono previsti, infatti, i seguenti casi di carico:

- 9. Esk** caso di carico sismico con analisi statica equivalente  
**10. Edk** caso di carico sismico con analisi dinamica

Ciascun caso di carico è caratterizzato da un angolo di ingresso e da una configurazione di masse determinante la forza sismica complessiva (si rimanda al capitolo relativo ai casi di carico per chiarimenti inerenti questo aspetto).

Nella colonna Note, in funzione della norma in uso sono riportati i parametri fondamentali che caratterizzano l'azione sismica: in particolare possono essere presenti i seguenti valori:

<b>Angolo di ingresso</b>	Angolo di ingresso dell'azione sismica orizzontale
<b>Fattore di importanza</b>	Fattore di importanza dell'edificio, in base alla categoria di appartenenza
<b>Zona sismica</b>	Zona sismica
<b>Accelerazione ag</b>	Accelerazione orizzontale massima sul suolo
<b>Categoria suolo</b>	Categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione
<b>Fattore q</b>	Fattore di struttura/di comportamento. Dipendente dalla tipologia strutturale
<b>Fattore di sito S</b>	Fattore dipendente dalla stratigrafia e dal profilo topografico
<b>Classe di duttilità CD</b>	Classe di duttilità della struttura – "A" duttilità alta, "B" duttilità bassa
<b>Fattore riduz. SLD</b>	Fattore di riduzione dello spettro elastico per lo stato limite di danno
<b>Periodo proprio T1</b>	Periodo proprio di vibrazione della struttura
<b>Coefficiente Lambda</b>	Coefficiente dipendente dal periodo proprio T1 e dal numero di piani della struttura
<b>Ordinata spettro Sd(T1)</b>	Valore delle ordinate dello spettro di progetto per lo stato limite ultimo, componente orizzontale (verticale Svd)
<b>Ordinata spettro Se(T1)</b>	Valore delle ordinate dello spettro elastico ridotta del fattore SLD per lo stato limite di danno, componente orizzontale (verticale Sve)
<b>Ordinata spettro S (Tb-Tc)</b>	Valore dell' ordinata dello spettro in uso nel tratto costante
<b>numero di modi considerati</b>	Numero di modi di vibrare della struttura considerati nell'analisi dinamica

Per ciascun caso di carico sismico viene riportato l'insieme di dati sotto riportati (le masse sono espresse in unità di forza):

- a) **analisi sismica statica equivalente:**
- quota, posizione del centro di applicazione e azione orizzontale risultante, posizione del baricentro delle rigidezze, rapporto r/Ls (per strutture a nucleo), indici di regolarità e/r secondo EC8 4.2.3.2
  - azione sismica complessiva
- b) **analisi sismica dinamica con spettro di risposta:**
- quota, posizione del centro di massa e massa risultante, posizione del baricentro delle rigidezze, rapporto r/Ls (per strutture a nucleo), indici di regolarità e/r secondo EC8 4.2.3.2
  - frequenza, periodo, accelerazione spettrale, massa eccitata nelle tre direzioni globali per tutti i modi
  - massa complessiva ed aliquota di massa complessiva eccitata.

## SOLAR PROJECT FARM

Società con Socio Unico

Strada Comunale delle Fonticelle SNC – Capannone 3 – 65015 Montesilvano (PE)

tel. + 39 0874 67618 – fax + 39 0874 1862021

P.Iva e C.F. 02248390680

## SOLAR PROJECT FARM

Per ciascuna combinazione sismica definita SLD o SLO viene riportato il livello di deformazione  $\epsilon_T$  (dr) degli elementi strutturali verticali. Per semplicità di consultazione il livello è espresso anche in unità  $1000 \cdot \epsilon_T/h$  da confrontare direttamente con i valori forniti nella norma (es. 5 per edifici con tamponamenti collegati rigidamente alla struttura, 10.0 per edifici con tamponamenti collegati elasticamente, 3 per edifici in muratura ordinaria, 4 per edifici in muratura armata).

Qualora si applichi il D.M. 96 (vedi NOTA sul capitolo "normativa di riferimento") l'analisi sismica dinamica può essere comprensiva di sollecitazione verticale contemporanea a quella orizzontale, nel qual caso è effettuata una sovrapposizione degli effetti in ragione della radice dei quadrati degli effetti stessi. Per ciascuna combinazione sismica - analisi effettuate con il D.M. 96 (vedi NOTA sul capitolo "normativa di riferimento") - viene riportato il livello di deformazione  $\epsilon_T$ ,  $\epsilon_P$  e  $\epsilon_D$  degli elementi strutturali verticali. Per semplicità di consultazione il livello è espresso in unità  $1000 \cdot \epsilon_T/h$  da confrontare direttamente con il valore 2 o 4 per la verifica.

Per gli edifici sismicamente isolati si riportano di seguito le verifiche condotte sui dispositivi di isolamento. Le verifiche sono effettuate secondo la circolare n.7/2019 del C.S.LL.PP nelle combinazioni in SLC come previsto dal DM 17-01-2018. Per ogni combinazione è riportato il codice di verifica ed i valori utilizzati per la verifica: spostamento  $dE$ , area ridotta e dimensione  $A_2$ , azione verticale, deformazioni di taglio dell'elastomero e tensioni nell'acciaio.

Qualora si applichi l'Ordinanza 3274 e s.m.i. le verifiche sono eseguite in accordo con l'allegato 10.A.

In particolare la tabella, per ogni combinazione di calcolo, riporta:

<b>Nodo</b>	Nodo di appoggio dell' isolatore
<b>Cmb</b>	Combinazione oggetto della verifica
<b>Verif.</b>	Codice di verifica ok – verifica positiva , NV – verifica negativa, ND – verifica non completata
<b>dE</b>	Spostamento relativo tra le due facce (amplificato del 20% per Ordinanza 3274 e smi) combinato con la regola del 30%
<b>Ang fi</b>	Angolo utilizzato per il calcolo dell' area ridotta $A_r$ (per dispositivi circolari)
<b>V</b>	Azione verticale agente
<b>Ar</b>	Area ridotta efficace
<b>Dim A2</b>	Dimensione utile per il calcolo della deformazione per rotazione
<b>Sig s</b>	Tensione nell' inserto in acciaio
<b>Gam c(a,s,t)</b>	Deformazioni di taglio dell' elastomero
<b>Vcr</b>	Carico critico per instabilità

Affinché la verifica sia positiva deve essere:

- 1)  $V > 0$
- 2)  $\text{Sig } s < f_{yk}$
- 3)  $\text{Gam } t < 5$
- 4)  $\text{Gam } s < \text{Gam}^*$  (caratteristica dell' elastomero)
- 5)  $\text{Gam } s < 2$
- 6)  $V < 0.5 V_{cr}$

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** "Test di validazione del software di calcolo PRO\_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO\_SAP Modulo Geotecnico, PRO\_CAD nodi acciaio e PRO\_MST" - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito [www.2si.it](http://www.2si.it), si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Test N°	Titolo
23	DM 2008: SPETTRO
29	SISMICA 1000/H, SOMMA V, EFFETTO P-
30	ANALISI DI UN EDIFICIO CON ISOLATORI SISMICI
70	MASSE SISMICHE
75	PROGETTO DI ISOLATORI ELASTOMERICI
76	VERIFICA DI ISOLATORI ELASTOMERICI
77	VERIFICA DI ISOLATORI FRICTION PENDULUM

### SOLAR PROJECT FARM

Società con Socio Unico

Strada Comunale delle Fonticelle SNC – Capannone 3 – 65015 Montesilvano (PE)

tel. + 39 0874 67618 – fax + 39 0874 1862021

P.Iva e C.F. 02248390680



# SOLAR PROJECT FARM

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
2	Esk	CDC=Es (statico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.380 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.300 sec.
			fattore q: 1.000
			fattore per spost. mu d: 1.000
			classe di duttilità CD: B
			coefficiente Lambda: 1.000
			ordinata spettro Sd(T1): 0.380

Quota	Forza Sismica	Tot. parziale	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	daN	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
242.50	715.18	715.18	1166.09	822.50	-54.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
220.00	29.98	745.15	53.87	848.39	0.0	0.0	0.0	822.50	0.0	0.219	0.046	0.0
201.00	602.24	1347.40	1184.69	822.50	52.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
190.00	28.80	1376.19	59.93	767.67	0.0	0.0	0.0	767.67	0.0	0.339	0.0	0.0
161.00	484.12	1860.31	1188.92	822.50	160.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
136.00	20.96	1881.27	60.95	822.50	238.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
126.00	372.55	2253.82	1169.08	822.50	267.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
110.00	409.26	2663.08	1471.09	822.50	310.00	0.0	0.0	822.50	310.00	0.219	0.0	0.0
81.50	240.85	2903.93	1168.46	822.50	377.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30.00	10.41	2914.34	137.23	836.28	0.0	0.0	0.0	822.50	0.0	0.219	0.025	0.0
Risulta	2914.34		7660.30									

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
3	Esk	CDC=Es (statico SLU) alfa=0.0 (ecc. -)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.380 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.300 sec.
			fattore q: 1.000
			fattore per spost. mu d: 1.000
			classe di duttilità CD: B
			coefficiente Lambda: 1.000
			ordinata spettro Sd(T1): 0.380

Quota	Forza Sismica	Tot. parziale	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	daN	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
242.50	715.18	715.18	1166.09	822.50	-54.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
220.00	29.98	745.15	53.87	848.39	0.0	0.0	0.0	822.50	0.0	0.219	0.046	0.0
201.00	602.24	1347.40	1184.69	822.50	52.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
190.00	28.80	1376.19	59.93	767.67	0.0	0.0	0.0	767.67	0.0	0.339	0.0	0.0
161.00	484.12	1860.31	1188.92	822.50	160.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
136.00	20.96	1881.27	60.95	822.50	238.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
126.00	372.55	2253.82	1169.08	822.50	267.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
110.00	409.26	2663.08	1471.09	822.50	310.00	0.0	0.0	822.50	310.00	0.219	0.0	0.0
81.50	240.85	2903.93	1168.46	822.50	377.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30.00	10.41	2914.34	137.23	836.28	0.0	0.0	0.0	822.50	0.0	0.219	0.025	0.0
Risulta	2914.34		7660.30									

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
4	Esk	CDC=Es (statico SLU) alfa=90.00 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.380 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.300 sec.

## SOLAR PROJECT FARM

Società con Socio Unico

Strada Comunale delle Fonticelle SNC – Capannone 3 – 65015 Montesilvano (PE)

tel. + 39 0874 67618 – fax + 39 0874 1862021

P.Iva e C.F. 02248390680

# SOLAR PROJECT FARM

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
			fattore q: 1.000
			fattore per spost. mu d: 1.000
			classe di duttilità CD: B
			coefficiente Lambda: 1.000
			ordinata spettro Sd(T1): 0.380

Quota	Forza Sismica	Tot. parziale	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	daN	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
242.50	715.18	715.18	1166.09	822.50	-54.00	82.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
220.00	29.98	745.15	53.87	848.39	0.0	82.25	0.0	822.50	0.0	0.219	0.046	0.0
201.00	602.24	1347.40	1184.69	822.50	52.50	82.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
190.00	28.80	1376.19	59.93	767.67	0.0	65.80	0.0	767.67	0.0	0.339	0.0	0.0
161.00	484.12	1860.31	1188.92	822.50	160.50	82.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
136.00	20.96	1881.27	60.95	822.50	238.00	82.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
126.00	372.55	2253.82	1169.08	822.50	267.50	82.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
110.00	409.26	2663.08	1471.09	822.50	310.00	82.25	0.0	822.50	310.00	0.219	0.0	0.0
81.50	240.85	2903.93	1168.46	822.50	377.00	82.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30.00	10.41	2914.34	137.23	836.28	0.0	82.25	0.0	822.50	0.0	0.219	0.025	0.0
Risulta	2914.34		7660.30									

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
5	Esk	CDC=Es (statico SLU) alfa=90.00 (ecc. -)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.380 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.300 sec.
			fattore q: 1.000
			fattore per spost. mu d: 1.000
			classe di duttilità CD: B
			coefficiente Lambda: 1.000
			ordinata spettro Sd(T1): 0.380

Quota	Forza Sismica	Tot. parziale	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	daN	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
242.50	715.18	715.18	1166.09	822.50	-54.00	-82.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
220.00	29.98	745.15	53.87	848.39	0.0	-82.25	0.0	822.50	0.0	0.219	0.046	0.0
201.00	602.24	1347.40	1184.69	822.50	52.50	-82.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
190.00	28.80	1376.19	59.93	767.67	0.0	-65.80	0.0	767.67	0.0	0.339	0.0	0.0
161.00	484.12	1860.31	1188.92	822.50	160.50	-82.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
136.00	20.96	1881.27	60.95	822.50	238.00	-82.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
126.00	372.55	2253.82	1169.08	822.50	267.50	-82.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
110.00	409.26	2663.08	1471.09	822.50	310.00	-82.25	0.0	822.50	310.00	0.219	0.0	0.0
81.50	240.85	2903.93	1168.46	822.50	377.00	-82.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30.00	10.41	2914.34	137.23	836.28	0.0	-82.25	0.0	822.50	0.0	0.219	0.025	0.0
Risulta	2914.34		7660.30									

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
6	Esk	CDC=Es (statico SLD) alfa=0.0 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.164 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.300 sec.
			coefficiente Lambda: 1.000
			ordinata spettro Se(T1): 0.164

Quota	Forza Sismica	Tot. parziale	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	daN	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
242.50	308.23	308.23	1166.09	822.50	-54.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
220.00	12.92	321.15	53.87	848.39	0.0	0.0	0.0	822.50	0.0	0.219	0.046	0.0
201.00	259.56	580.71	1184.69	822.50	52.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
190.00	12.41	593.12	59.93	767.67	0.0	0.0	0.0	767.67	0.0	0.339	0.0	0.0

## SOLAR PROJECT FARM

Società con Socio Unico

Strada Comunale delle Fonticelle SNC – Capannone 3 – 65015 Montesilvano (PE)

tel. + 39 0874 67618 – fax + 39 0874 1862021

P.Iva e C.F. 02248390680

# SOLAR PROJECT FARM

Quota	Forza Sismica	Tot. parziale	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
161.00	208.65	801.77	1188.92	822.50	160.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
136.00	9.04	810.80	60.95	822.50	238.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
126.00	160.56	971.37	1169.08	822.50	267.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
110.00	176.39	1147.76	1471.09	822.50	310.00	0.0	0.0	822.50	310.00	0.219	0.0	0.0
81.50	103.80	1251.56	1168.46	822.50	377.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30.00	4.49	1256.04	137.23	836.28	0.0	0.0	0.0	822.50	0.0	0.219	0.025	0.0
Risulta	1256.04		7660.30									

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
7	Esk	CDC=Es (statico SLD) alfa=0.0 (ecc. -)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.164 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.300 sec.
			coefficiente Lambda: 1.000
			ordinata spettro Se(T1): 0.164

Quota	Forza Sismica	Tot. parziale	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	daN	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
242.50	308.23	308.23	1166.09	822.50	-54.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
220.00	12.92	321.15	53.87	848.39	0.0	0.0	0.0	822.50	0.0	0.219	0.046	0.0
201.00	259.56	580.71	1184.69	822.50	52.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
190.00	12.41	593.12	59.93	767.67	0.0	0.0	0.0	767.67	0.0	0.339	0.0	0.0
161.00	208.65	801.77	1188.92	822.50	160.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
136.00	9.04	810.80	60.95	822.50	238.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
126.00	160.56	971.37	1169.08	822.50	267.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
110.00	176.39	1147.76	1471.09	822.50	310.00	0.0	0.0	822.50	310.00	0.219	0.0	0.0
81.50	103.80	1251.56	1168.46	822.50	377.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30.00	4.49	1256.04	137.23	836.28	0.0	0.0	0.0	822.50	0.0	0.219	0.025	0.0
Risulta	1256.04		7660.30									

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
8	Esk	CDC=Es (statico SLD) alfa=90.00 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.164 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.300 sec.
			coefficiente Lambda: 1.000
			ordinata spettro Se(T1): 0.164

Quota	Forza Sismica	Tot. parziale	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	daN	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
242.50	308.23	308.23	1166.09	822.50	-54.00	82.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
220.00	12.92	321.15	53.87	848.39	0.0	82.25	0.0	822.50	0.0	0.219	0.046	0.0
201.00	259.56	580.71	1184.69	822.50	52.50	82.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
190.00	12.41	593.12	59.93	767.67	0.0	65.80	0.0	767.67	0.0	0.339	0.0	0.0
161.00	208.65	801.77	1188.92	822.50	160.50	82.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
136.00	9.04	810.80	60.95	822.50	238.00	82.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
126.00	160.56	971.37	1169.08	822.50	267.50	82.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
110.00	176.39	1147.76	1471.09	822.50	310.00	82.25	0.0	822.50	310.00	0.219	0.0	0.0
81.50	103.80	1251.56	1168.46	822.50	377.00	82.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30.00	4.49	1256.04	137.23	836.28	0.0	82.25	0.0	822.50	0.0	0.219	0.025	0.0
Risulta	1256.04		7660.30									

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
9	Esk	CDC=Es (statico SLD) alfa=90.00 (ecc. -)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.164 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: negativa

## SOLAR PROJECT FARM

Società con Socio Unico

Strada Comunale delle Fonticelle SNC – Capannone 3 – 65015 Montesilvano (PE)

tel. + 39 0874 67618 – fax + 39 0874 1862021

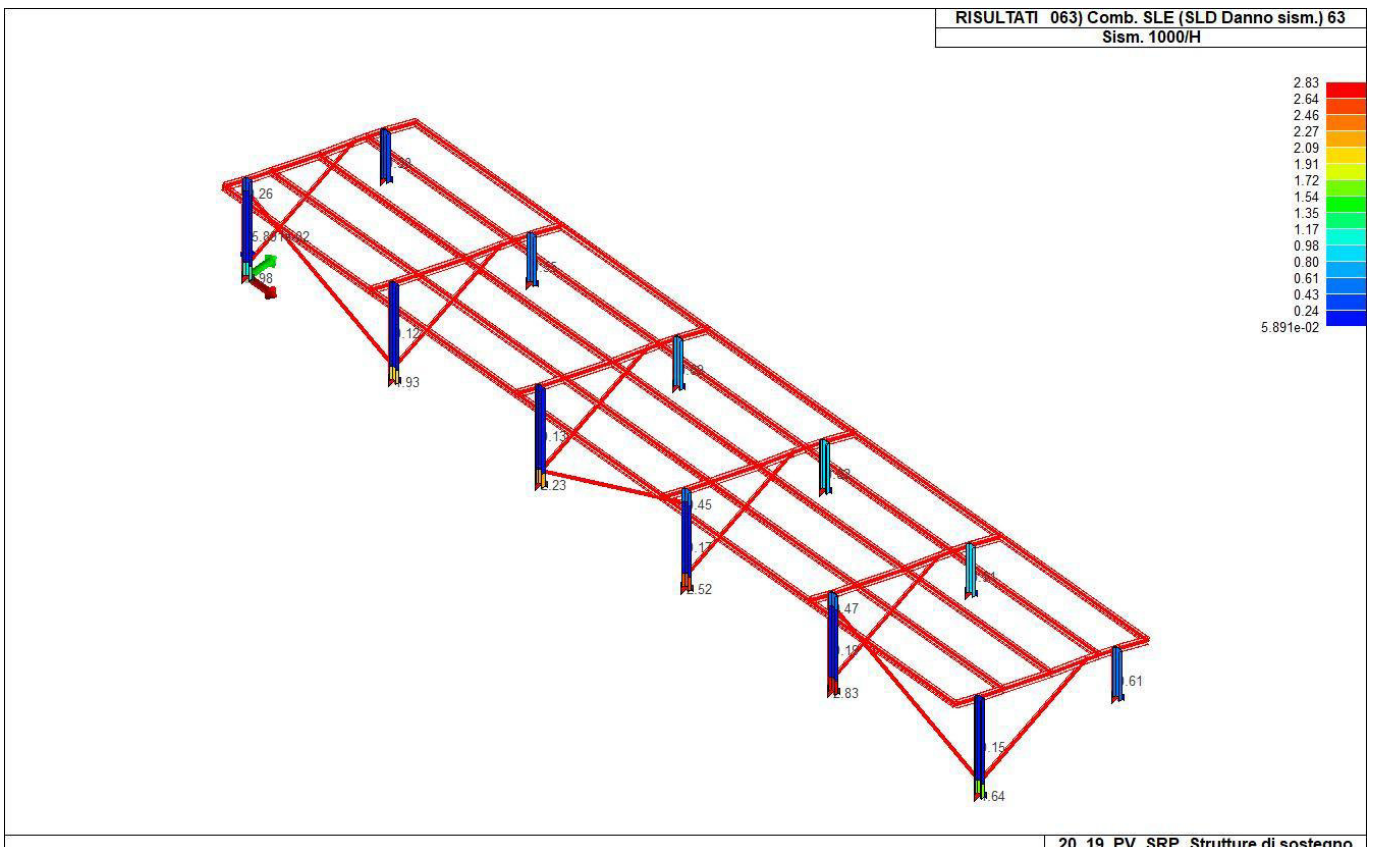
P.Iva e C.F. 02248390680

# SOLAR PROJECT FARM

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
			periodo proprio T1: 0.300 sec.
			coefficiente Lambda: 1.000
			ordinata spettro Se(T1): 0.164

Quota	Forza Sismica	Tot. parziale	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	daN	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
242.50	308.23	308.23	1166.09	822.50	-54.00	-82.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
220.00	12.92	321.15	53.87	848.39	0.0	-82.25	0.0	822.50	0.0	0.219	0.046	0.0
201.00	259.56	580.71	1184.69	822.50	52.50	-82.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
190.00	12.41	593.12	59.93	767.67	0.0	-65.80	0.0	767.67	0.0	0.339	0.0	0.0
161.00	208.65	801.77	1188.92	822.50	160.50	-82.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
136.00	9.04	810.80	60.95	822.50	238.00	-82.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
126.00	160.56	971.37	1169.08	822.50	267.50	-82.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
110.00	176.39	1147.76	1471.09	822.50	310.00	-82.25	0.0	822.50	310.00	0.219	0.0	0.0
81.50	103.80	1251.56	1168.46	822.50	377.00	-82.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30.00	4.49	1256.04	137.23	836.28	0.0	-82.25	0.0	822.50	0.0	0.219	0.025	0.0
Risulta	1256.04		7660.30									

Cmb	Pilas.	1000 etaT/h	etaT	inter. h	Pilas.	1000 etaT/h	etaT	inter. h	Pilas.	1000 etaT/h	etaT	inter. h
			cm	cm			cm	cm			cm	cm
47	1	0.44	0.01	30.0	2	0.39	0.07	190.0	3	0.89	0.03	30.0
	4	0.71	0.02	30.0	5	0.69	0.02	30.0	6	0.72	0.02	30.0
	7	0.62	0.02	30.0	8	0.42	0.08	190.0	9	0.62	0.02	30.0
...												
78	95	0.44	0.07	160.0	96	0.47	0.08	160.0	97	0.34	0.05	160.0
<b>Cmb</b>		<b>1000 etaT/h</b>										
		2.83										



31\_RIS\_SLE\_063\_Comb. SLE (SLD Danno sism.) 63

20\_19\_PV\_SRP Strutture di sostegno

16 RISULTATI NODALI

16.1 LEGENDA RISULTATI NODALI

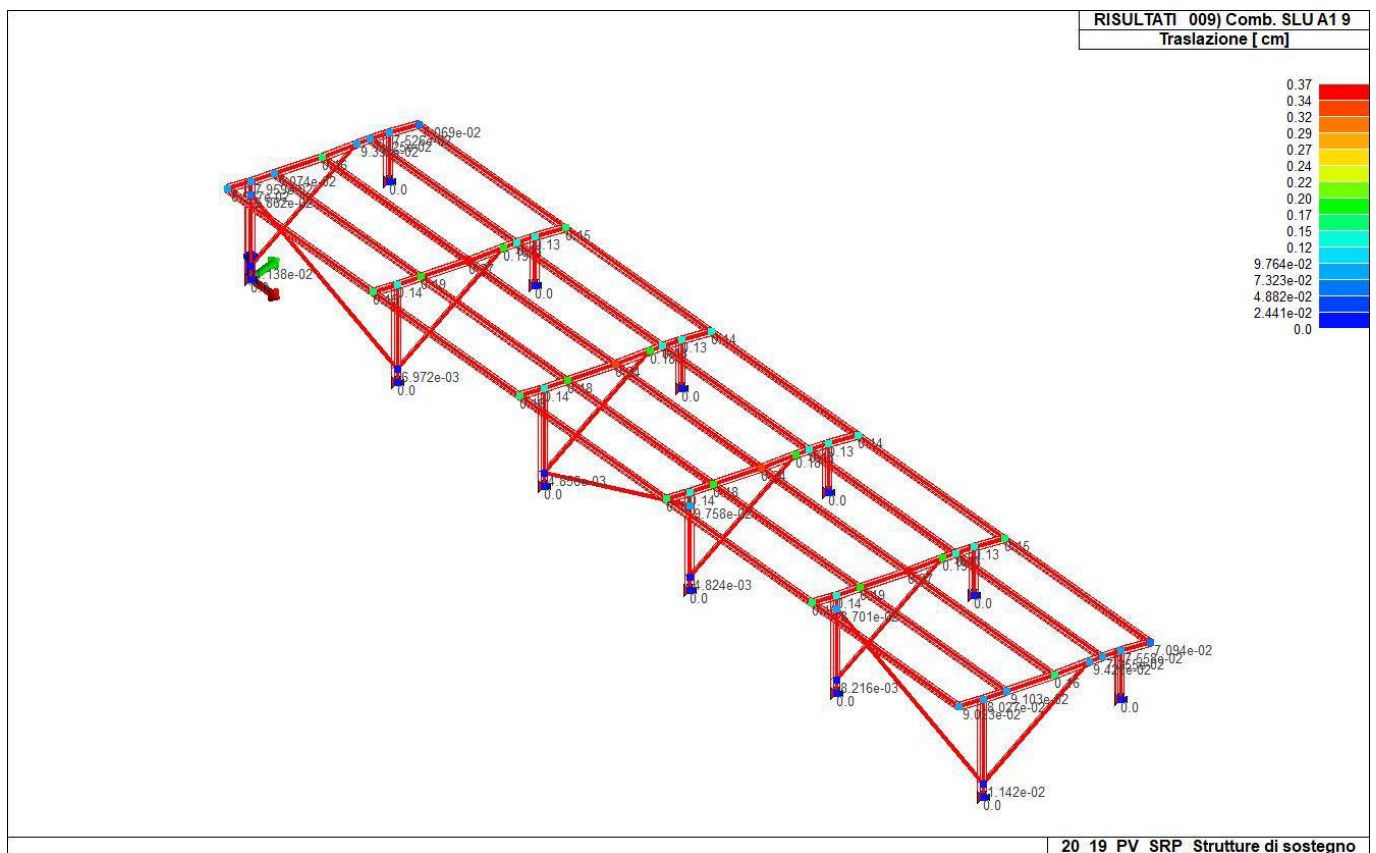
Il controllo dei risultati delle analisi condotte, per quanto concerne i nodi strutturali, è possibile in relazione alle tabelle sottoriportate.

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

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

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

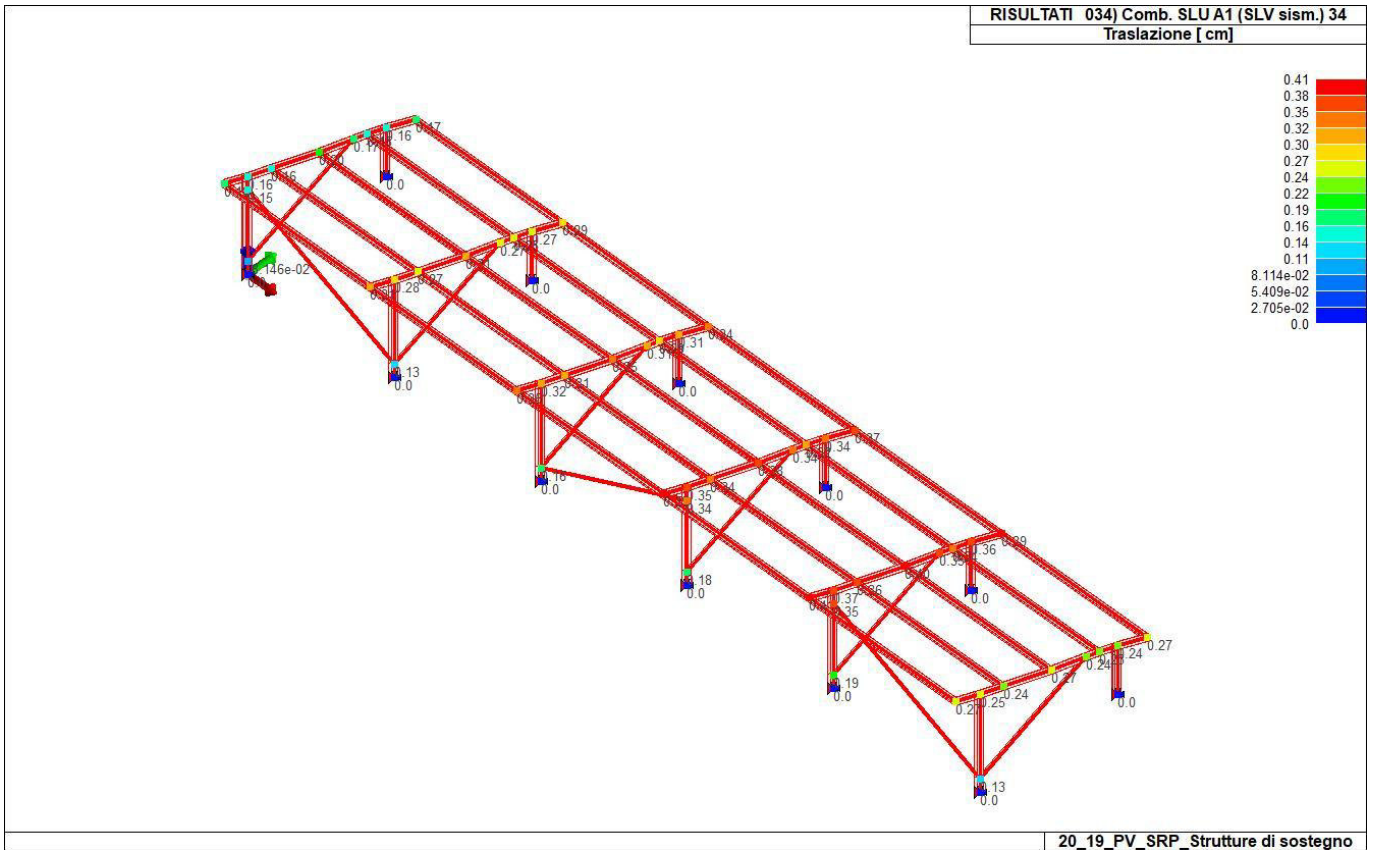
Nodo	Cmb	Traslazione X cm	Traslazione Y cm	Traslazione Z cm	Rotazione X	Rotazione Y	Rotazione Z
1	1	0.0	0.0	0.0	-1.66e-04	0.0	0.0
1	15	0.0	0.0	0.0	6.08e-04	0.0	0.0
1	47	0.0	0.0	0.0	1.89e-04	0.0	0.0
...							
69	89	-1.10e-04	3.93e-03	-1.52e-04	-1.38e-04	-6.69e-06	-5.42e-06
Nodo		Traslazione X	Traslazione Y	Traslazione Z	Rotazione X	Rotazione Y	Rotazione Z
		-0.25	-0.33	-0.37	-5.12e-03	-5.01e-03	-2.75e-03
		0.36	0.40	0.08	5.35e-03	4.75e-03	3.25e-03



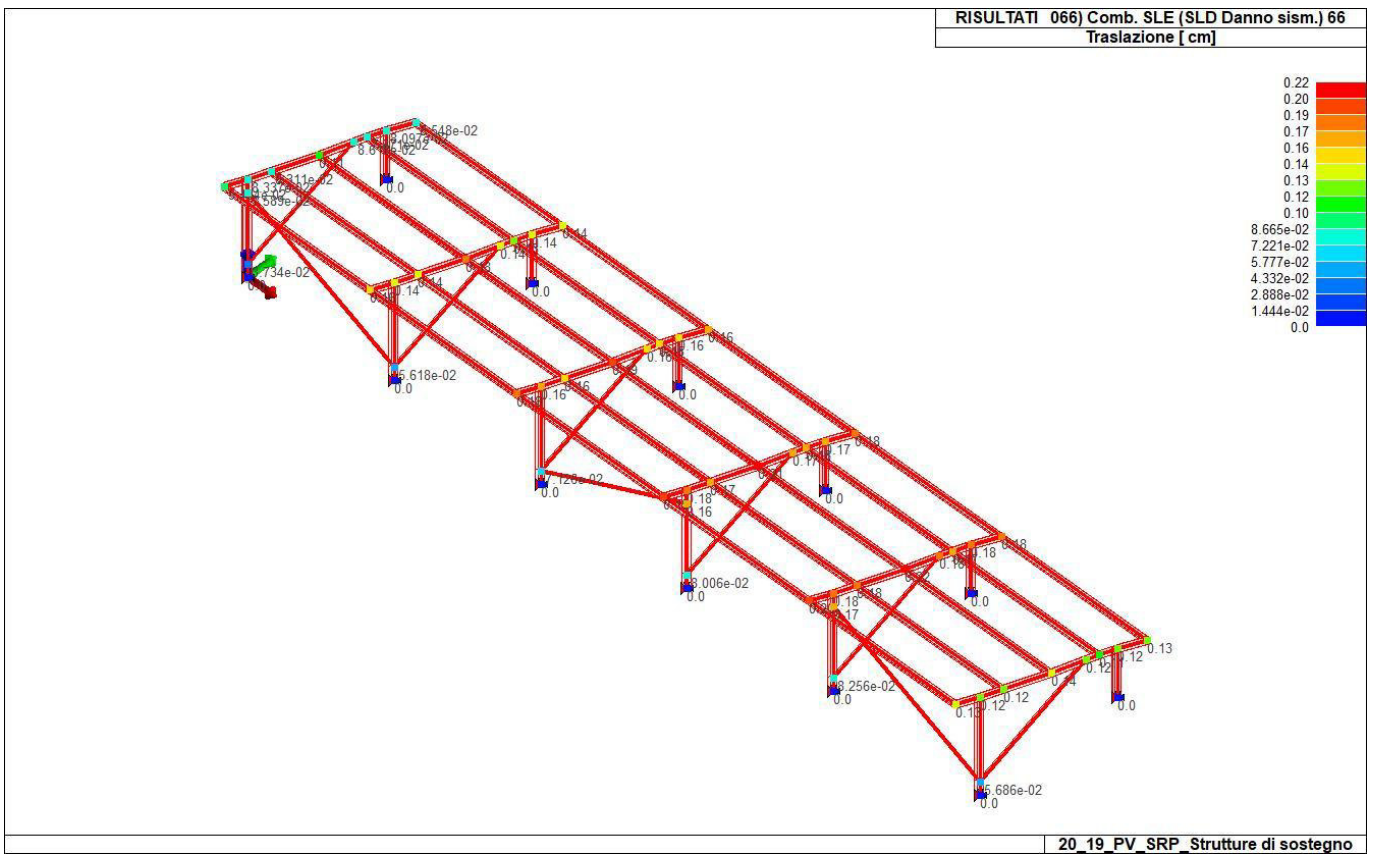
41\_RIS\_SPOSTAMENTI\_009\_Comb. SLU A1 9

20\_19\_PV\_SRP Strutture di sostegno

# SOLAR PROJECT FARM



41\_RIS\_SPOSTAMENTI\_034\_Comb. SLU A1 (SLV sism.) 34



41\_RIS\_SPOSTAMENTI\_066\_Comb. SLE (SLD Danno sism.) 66

## SOLAR PROJECT FARM

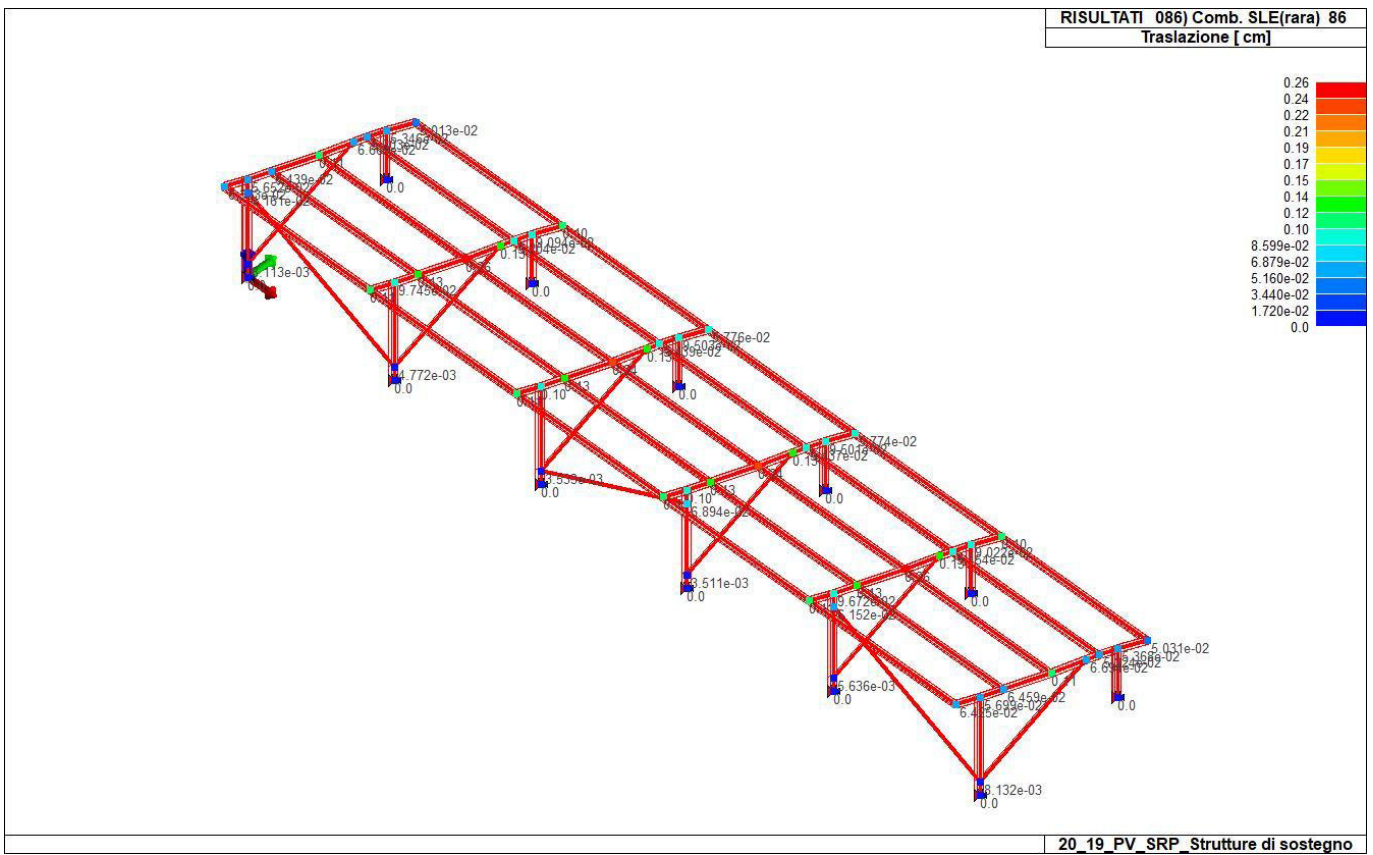
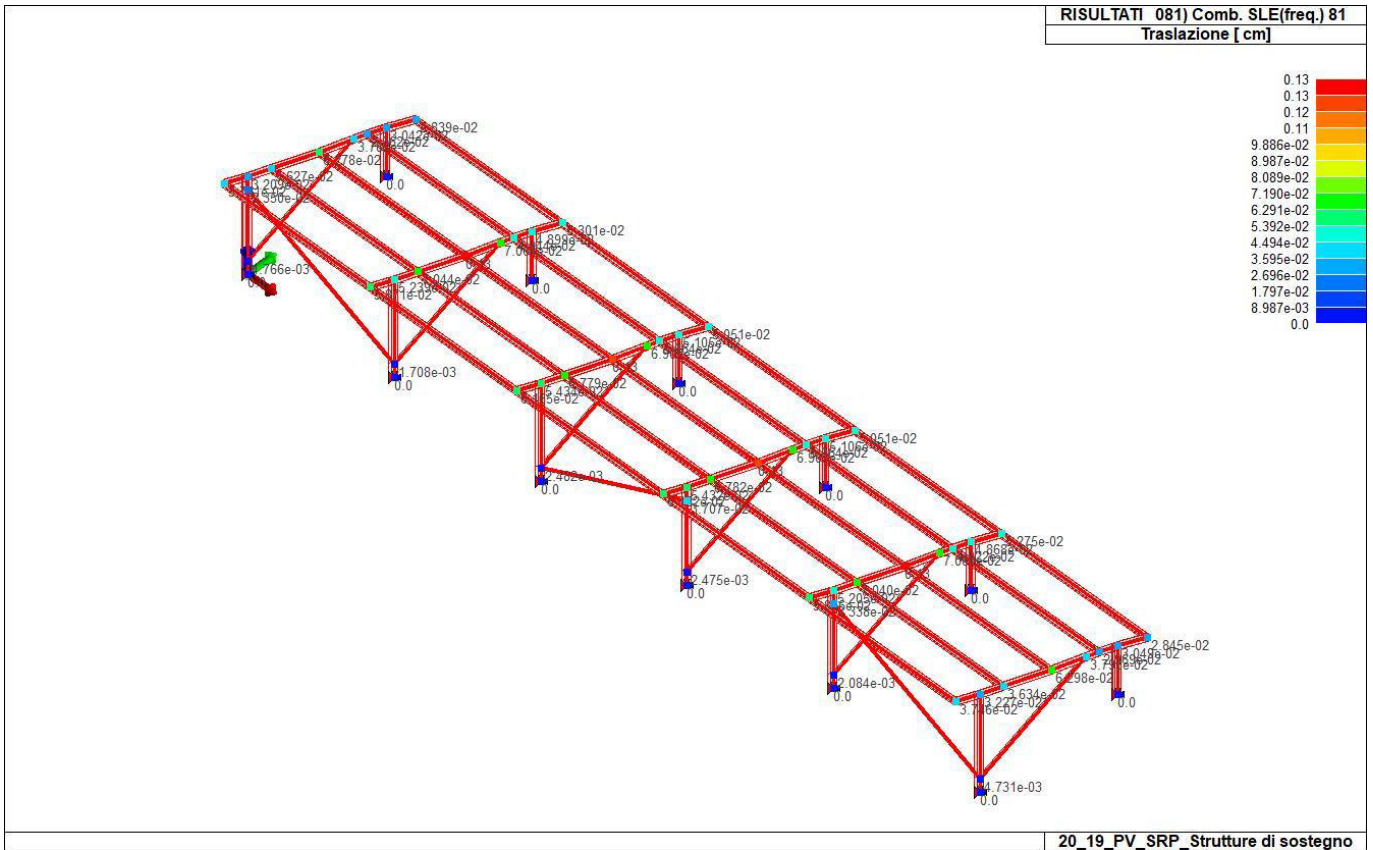
Società con Socio Unico

Strada Comunale delle Fonticelle SNC – Capannone 3 – 65015 Montesilvano (PE)

tel. + 39 0874 67618 – fax + 39 0874 1862021

P.Iva e C.F. 02248390680

# SOLAR PROJECT FARM



## SOLAR PROJECT FARM

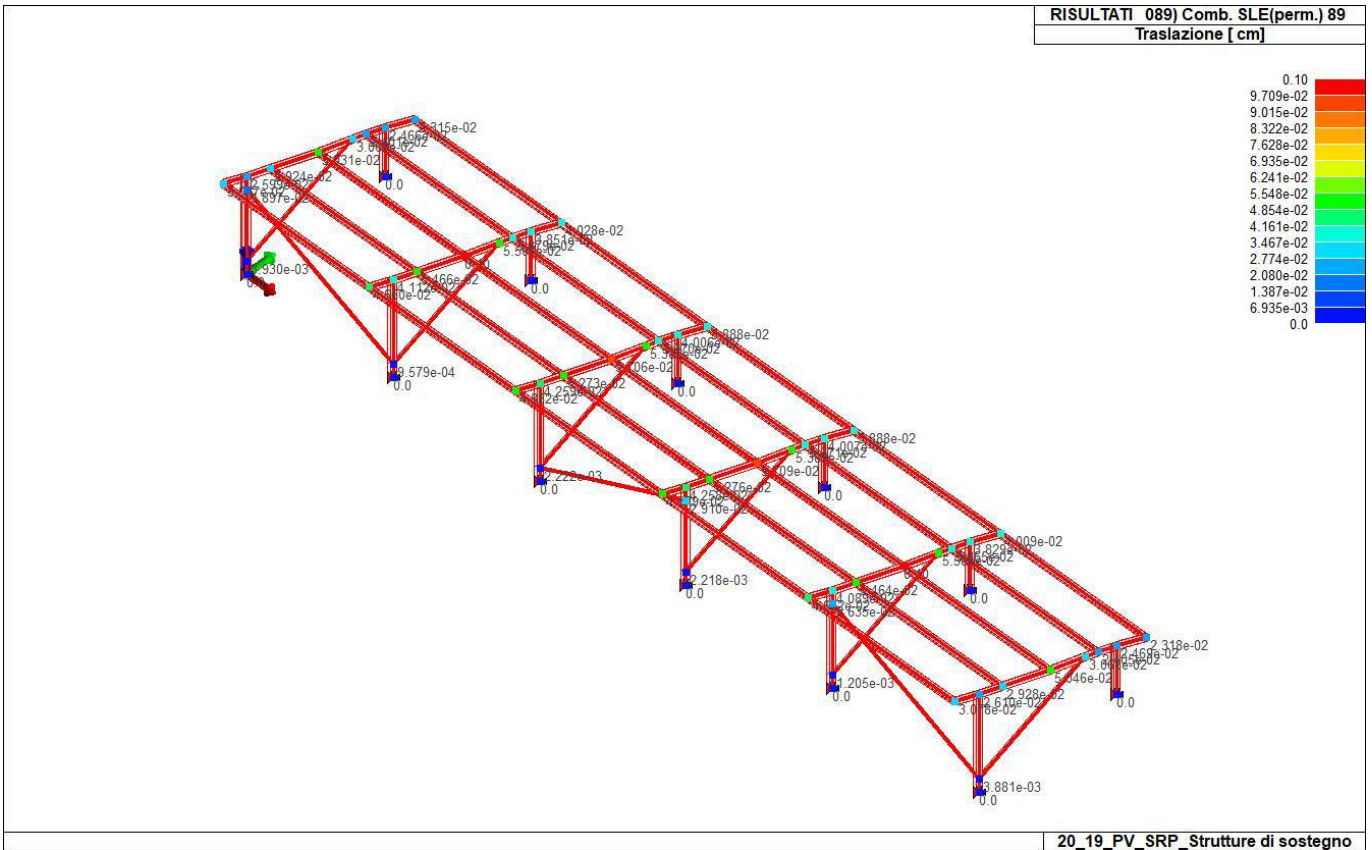
Società con Socio Unico

Strada Comunale delle Fonticelle SNC – Capannone 3 – 65015 Montesilvano (PE)

tel. + 39 0874 67618 – fax + 39 0874 1862021

P.Iva e C.F. 02248390680

SOLAR PROJECT FARM



20\_19\_PV\_SRP\_Strutture di sostegno

41\_RIS\_SPOSTAMENTI\_089\_Comb. SLE(perm.) 89

Nodo	Cmb	Azione X daN	Azione Y daN	Azione Z daN	Azione RX daN cm	Azione RY daN cm	Azione RZ daN cm
1	1	-4.66	-4.06	-188.93	0.0	-319.82	-0.21
1	3	-4.75	-345.09	-345.83	0.0	-347.33	57.92
1	5	-3.58	-3.12	-145.33	0.0	-246.01	-0.16
...							
12	89	-0.47	11.17	-137.45	0.0	-55.88	0.58
<b>Nodo</b>		<b>Azione X</b>	<b>Azione Y</b>	<b>Azione Z</b>	<b>Azione RX</b>	<b>Azione RY</b>	<b>Azione RZ</b>
		-676.43	-524.84	-1197.31	0.0	-2.548e+04	-90.95
		674.34	474.92	229.04	0.0	2.572e+04	98.58
<b>Nodo</b>	<b>Cmb</b>	<b>Azione X</b> daN	<b>Azione Y</b> daN	<b>Azione Z</b> daN	<b>Azione RX</b> daN cm	<b>Azione RY</b> daN cm	<b>Azione RZ</b> daN cm
1	11	-3.82	-204.91	-518.41	0.0	-307.48	35.59
	22	-94.75	89.50	182.38	0.0	-4774.30	-47.45
	1	-4.66	-4.06	-188.93	0.0	-319.82	-0.21
	1	-4.66	-4.06	-188.93	0.0	-319.82	-0.21
	21	-95.41	-111.56	47.23	0.0	-4830.48	-13.22
	20	88.25	105.32	-337.89	0.0	4338.45	12.89
2	11	-7.68	-288.77	-1197.31	0.0	-926.13	16.21
	40	-174.04	469.77	116.61	0.0	-6653.71	-13.24
	1	0.62	-32.54	-420.34	0.0	-446.97	2.10
	1	0.62	-32.54	-420.34	0.0	-446.97	2.10
	15	-572.75	-137.11	-138.90	0.0	-2.361e+04	22.36
	18	573.70	87.05	-507.77	0.0	2.292e+04	-19.13
3	11	-7.55	-248.01	-1051.99	0.0	281.15	38.62
	42	198.31	447.08	139.19	0.0	8003.32	-75.20
	1	-4.32	-18.96	-371.00	0.0	392.94	2.05
	1	-4.32	-18.96	-371.00	0.0	392.94	2.05
	15	-676.43	-136.85	-687.72	0.0	-2.512e+04	36.74
	18	669.79	107.69	116.94	0.0	2.572e+04	-33.59
4	11	6.22	-248.43	-1046.39	0.0	500.14	43.61
	32	36.37	452.31	143.53	0.0	1931.20	-67.74
	1	5.34	-18.94	-367.77	0.0	387.46	2.73
	1	5.34	-18.94	-367.77	0.0	387.46	2.73
	18	-105.75	123.06	-496.27	0.0	-5222.96	-52.68
	15	113.96	-152.19	-69.54	0.0	5819.05	56.87
5	11	-8.63	-288.79	-1192.78	0.0	-682.32	50.88
	34	-37.75	474.92	133.97	0.0	-1949.75	-90.95

SOLAR PROJECT FARM

Società con Socio Unico

Strada Comunale delle Fonticelle SNC – Capannone 3 – 65015 Montesilvano (PE)

tel. + 39 0874 67618 – fax + 39 0874 1862021

P.Iva e C.F. 02248390680



## SOLAR PROJECT FARM

	1	-6.25	-32.45	-417.03	0.0	-444.71	4.96
	1	-6.25	-32.45	-417.03	0.0	-444.71	4.96
	21	-114.21	-131.76	-86.82	0.0	-5855.17	-9.34
	20	104.60	81.84	-554.76	0.0	5170.99	16.98
6	17	674.34	-95.96	-524.71	0.0	2.490e+04	-11.81
	16	-660.53	89.73	229.04	0.0	-2.510e+04	11.05
	1	8.98	-4.05	-192.19	0.0	-131.06	-0.49
	1	8.98	-4.05	-192.19	0.0	-131.06	-0.49
	15	-663.53	-108.29	94.31	0.0	-2.548e+04	23.11
	18	677.34	102.06	-389.98	0.0	2.528e+04	-23.87
7	9	1.94	31.06	-451.38	0.0	230.33	-2.17
	41	62.68	-84.93	98.71	0.0	6865.69	2.26
	1	0.65	14.47	-178.68	0.0	77.10	-0.73
	1	0.65	14.47	-178.68	0.0	77.10	-0.73
	16	-208.49	30.39	-186.33	0.0	-2.281e+04	-7.22
	17	209.49	-8.12	-88.56	0.0	2.293e+04	6.10
8	9	-0.49	46.46	-1109.89	0.0	-60.77	0.22
	39	-67.68	-123.65	44.25	0.0	-7409.10	-1.14
	1	-0.16	19.67	-401.28	0.0	-20.15	0.07
	1	-0.16	19.67	-401.28	0.0	-20.15	0.07
	16	-225.22	44.34	-381.69	0.0	-2.466e+04	-6.43
	17	224.97	-14.08	-235.66	0.0	2.463e+04	6.55
9	9	0.18	51.41	-1001.37	0.0	21.56	0.01
	41	66.87	-115.52	51.23	0.0	7321.11	2.20
	1	0.05	21.35	-364.59	0.0	6.67	4.11e-03
	1	0.05	21.35	-364.59	0.0	6.67	4.11e-03
	16	-223.42	52.37	-371.65	0.0	-2.446e+04	-6.51
	17	223.50	-19.53	-189.25	0.0	2.447e+04	6.52
10	9	0.17	51.41	-1001.30	0.0	16.90	0.06
	33	68.79	-116.21	53.90	0.0	7531.19	2.12
	1	0.06	21.35	-364.59	0.0	6.03	0.02
	1	0.06	21.35	-364.59	0.0	6.03	0.02
	16	-223.83	56.68	-382.57	0.0	-2.451e+04	-6.49
	17	223.92	-23.84	-178.34	0.0	2.451e+04	6.52
11	9	0.90	46.34	-1109.92	0.0	105.89	-0.15
	31	-65.65	-125.33	46.87	0.0	-7188.80	-2.33
	1	0.30	19.64	-401.31	0.0	35.03	-0.05
	1	0.30	19.64	-401.31	0.0	35.03	-0.05
	16	-225.74	56.42	-412.96	0.0	-2.471e+04	-6.31
	17	226.20	-26.20	-204.44	0.0	2.477e+04	6.23
12	9	-1.80	31.24	-451.44	0.0	-215.96	2.23
	31	-60.46	-83.09	94.14	0.0	-6623.29	-2.00
	1	-0.61	14.52	-178.68	0.0	-72.65	0.75
	1	-0.61	14.52	-178.68	0.0	-72.65	0.75
	16	-208.02	37.70	-201.10	0.0	-2.276e+04	-5.84
	17	207.08	-15.36	-73.79	0.0	2.265e+04	7.00

## SOLAR PROJECT FARM

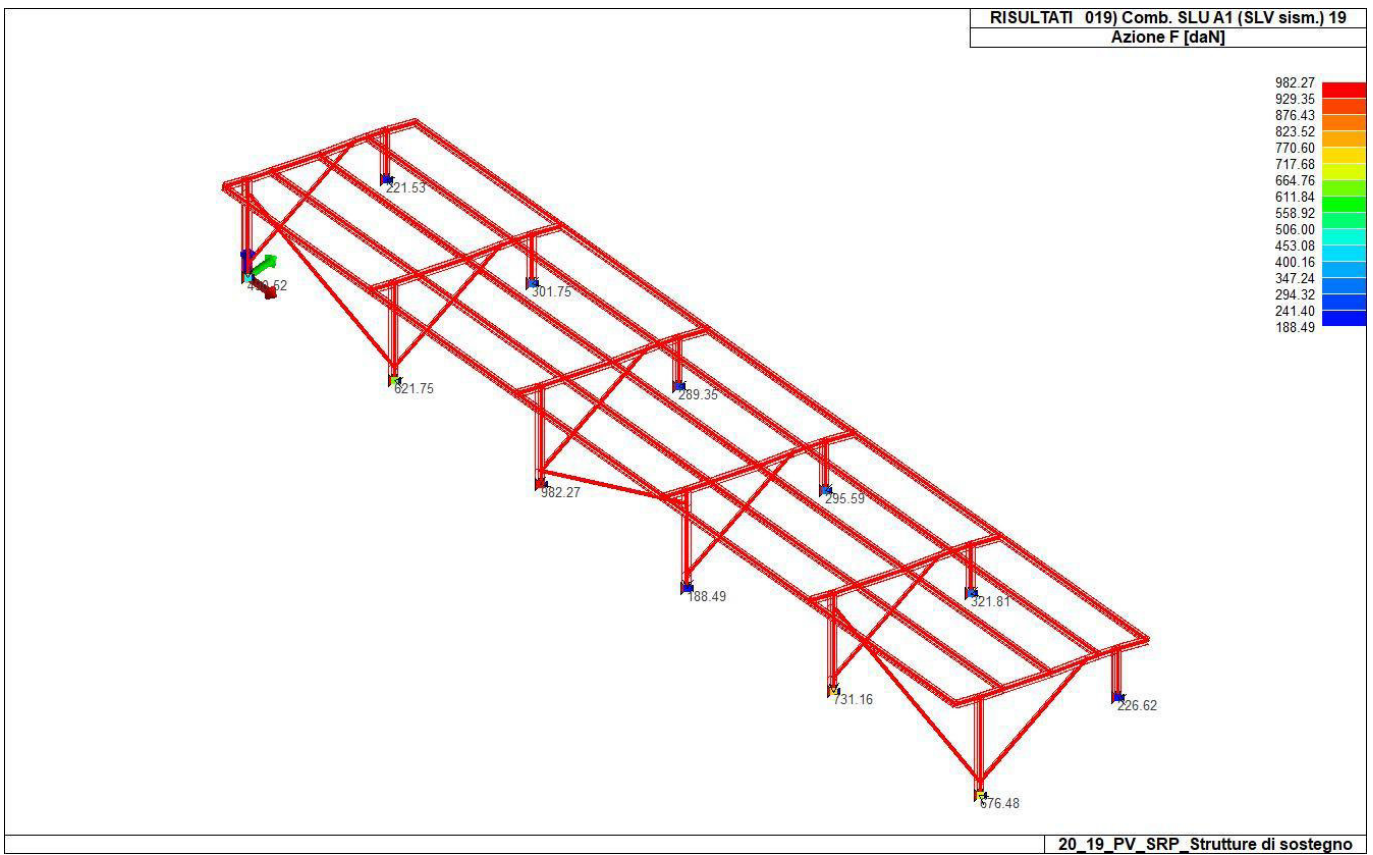
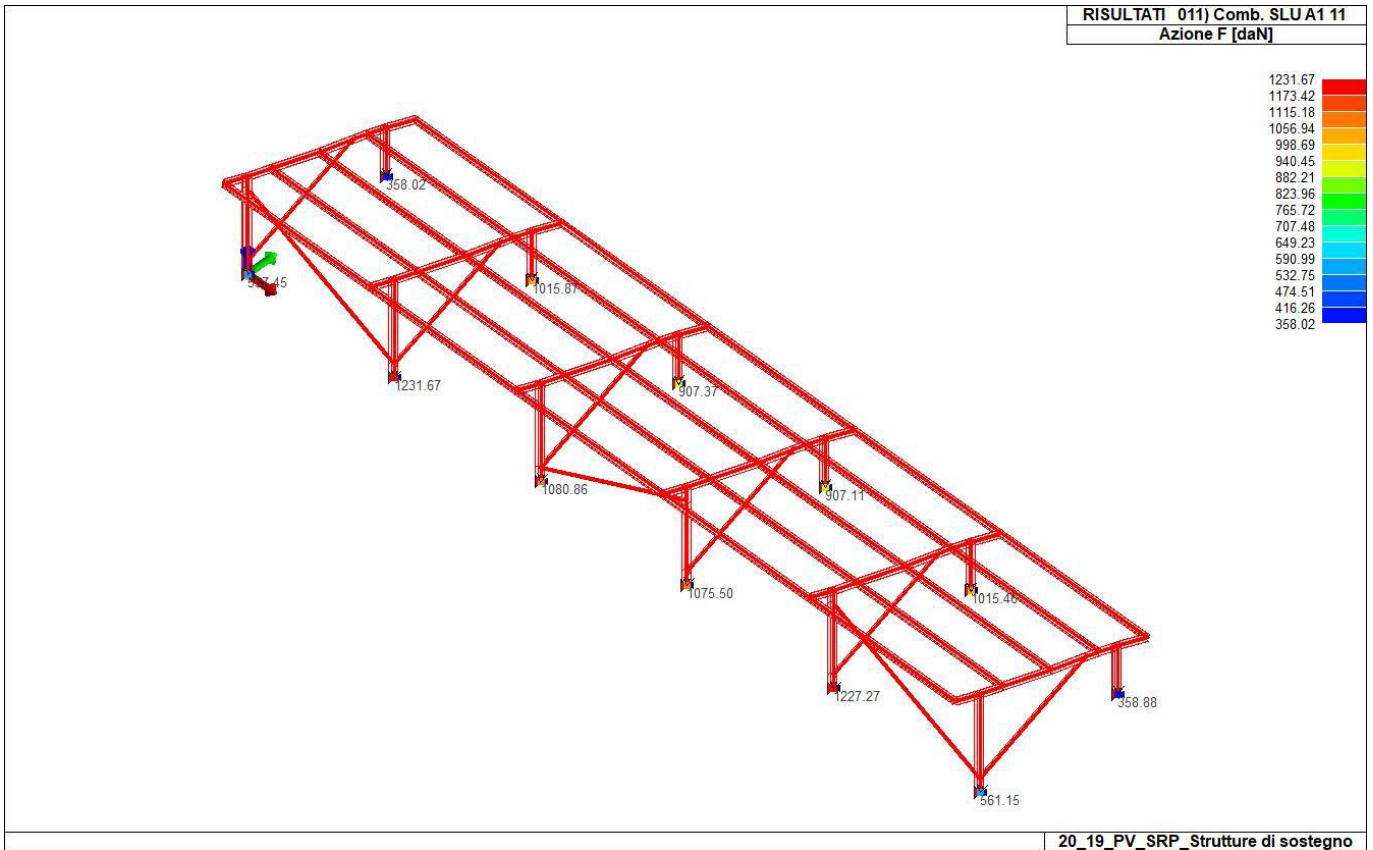
Società con Socio Unico

Strada Comunale delle Fonticelle SNC – Capannone 3 – 65015 Montesilvano (PE)

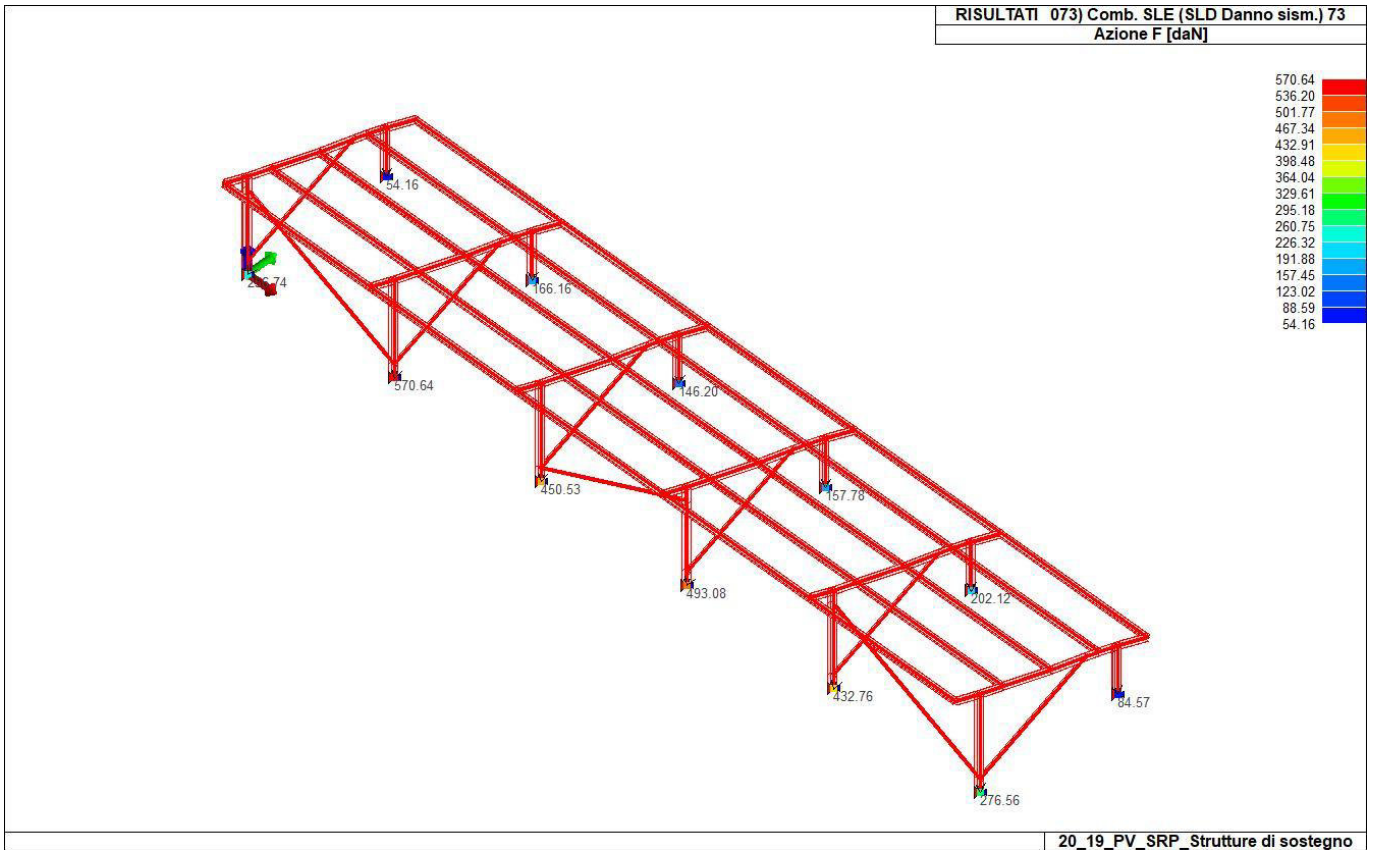
tel. + 39 0874 67618 – fax + 39 0874 1862021

P.Iva e C.F. 02248390680

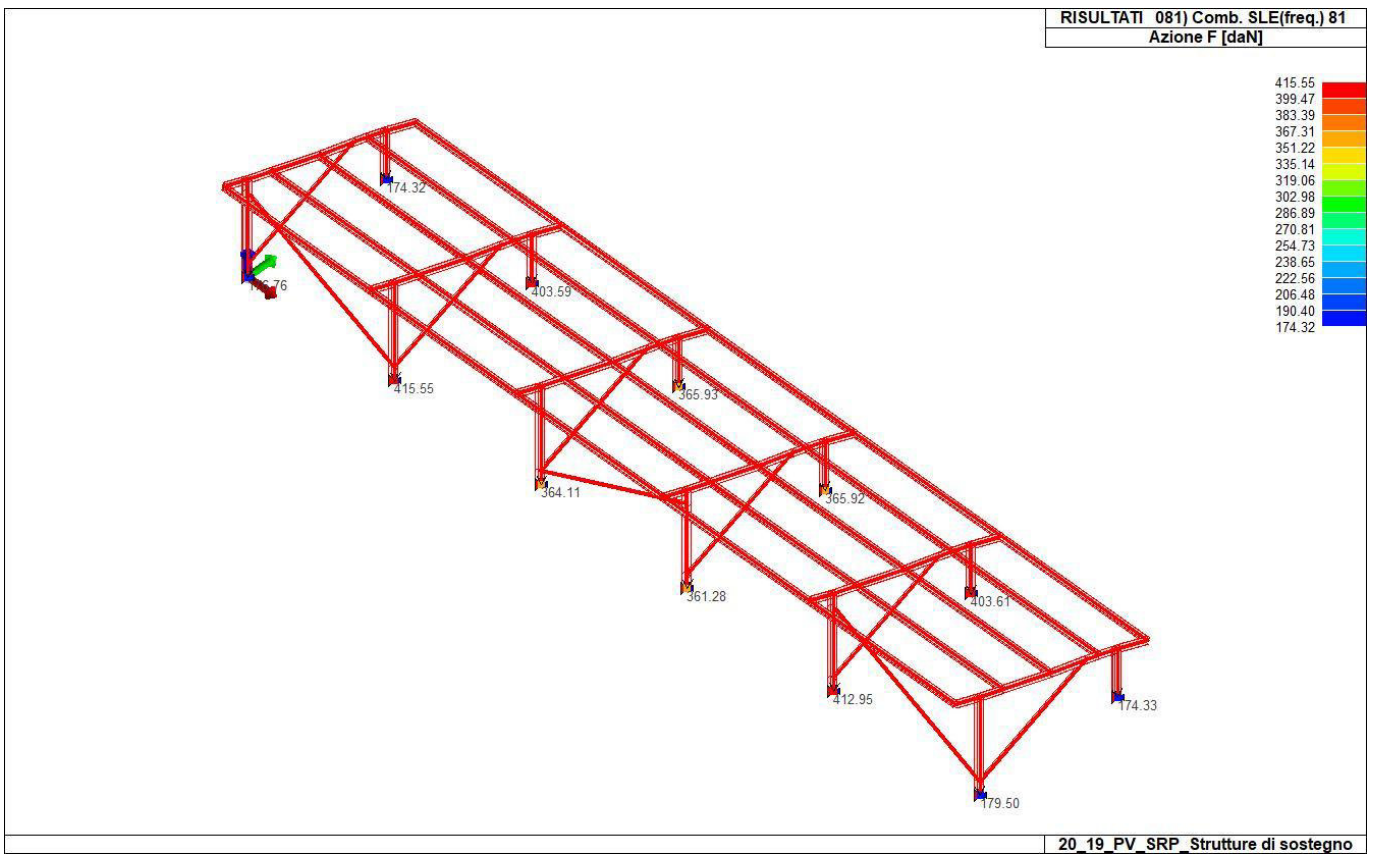
# SOLAR PROJECT FARM



# SOLAR PROJECT FARM

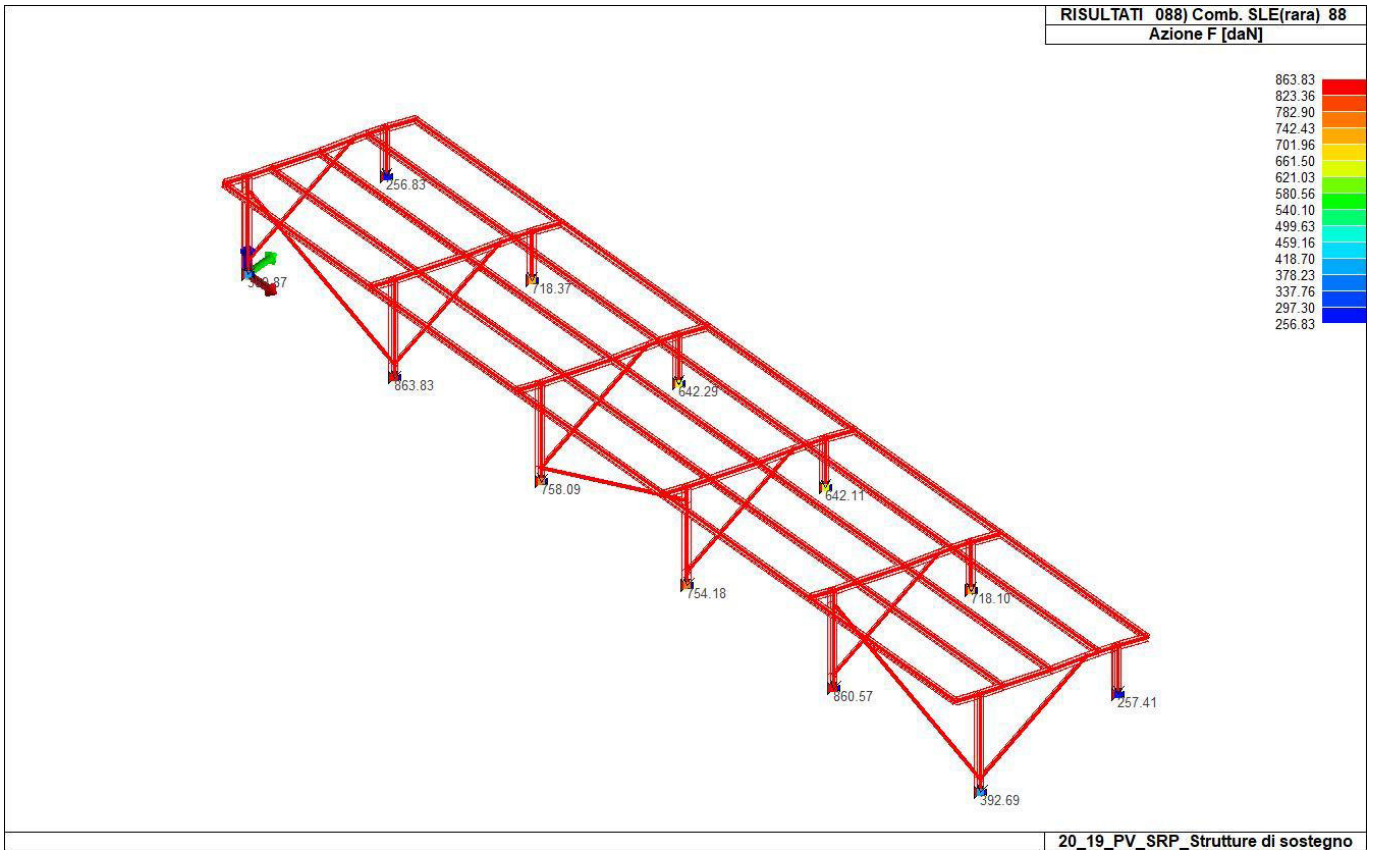


42\_RIS\_REAZIONI\_073\_Comb. SLE (SLD Danno sism.) 73

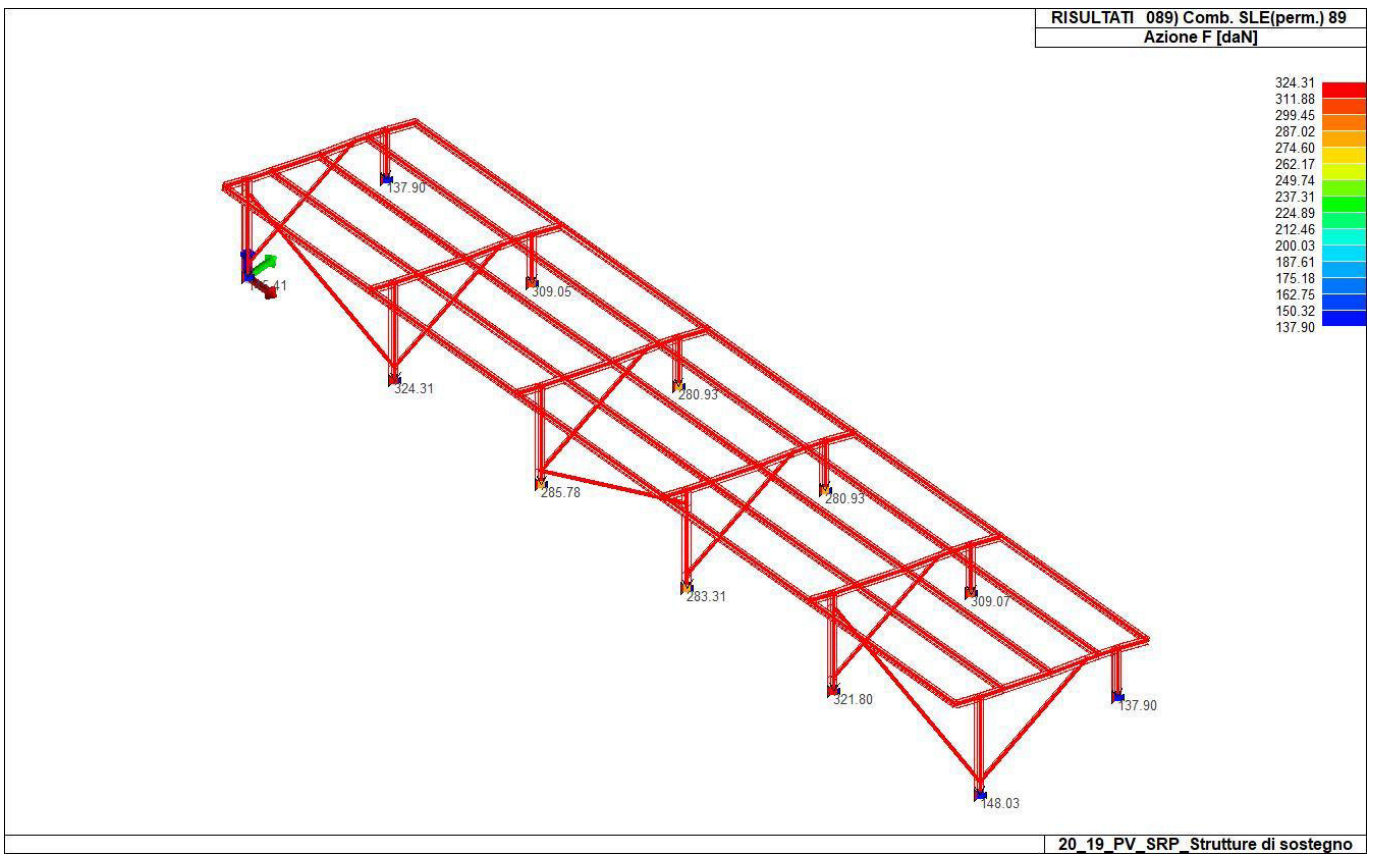


42\_RIS\_REAZIONI\_081\_Comb. SLE(freq.) 81

# SOLAR PROJECT FARM



42\_RIS\_REAZIONI\_088\_Comb. SLE(rara) 88



42\_RIS\_REAZIONI\_089\_Comb. SLE(perm.) 89

## 17 RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE

### 17.1 LEGENDA RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE

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

Gli elementi vengono suddivisi in relazione alle proprietà in elementi:

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

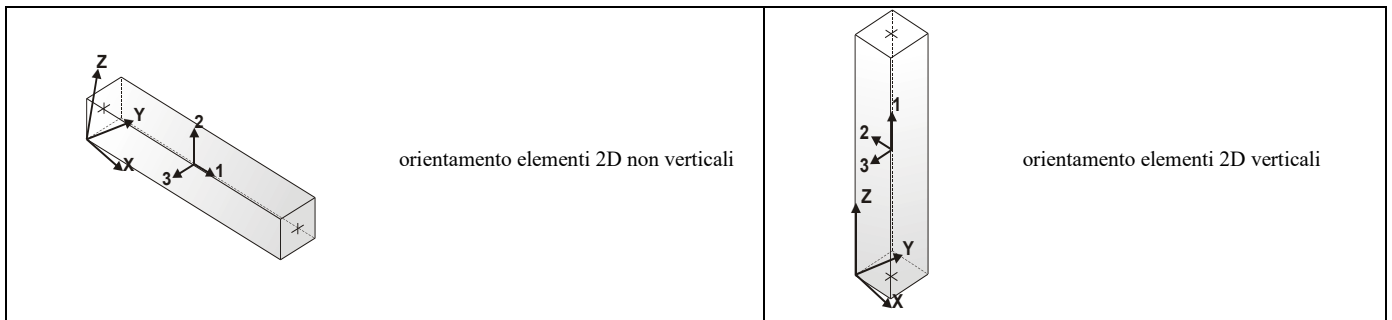
Per ogni elemento e per ogni combinazione (o caso di carico) vengono riportati i risultati più significativi.

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

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

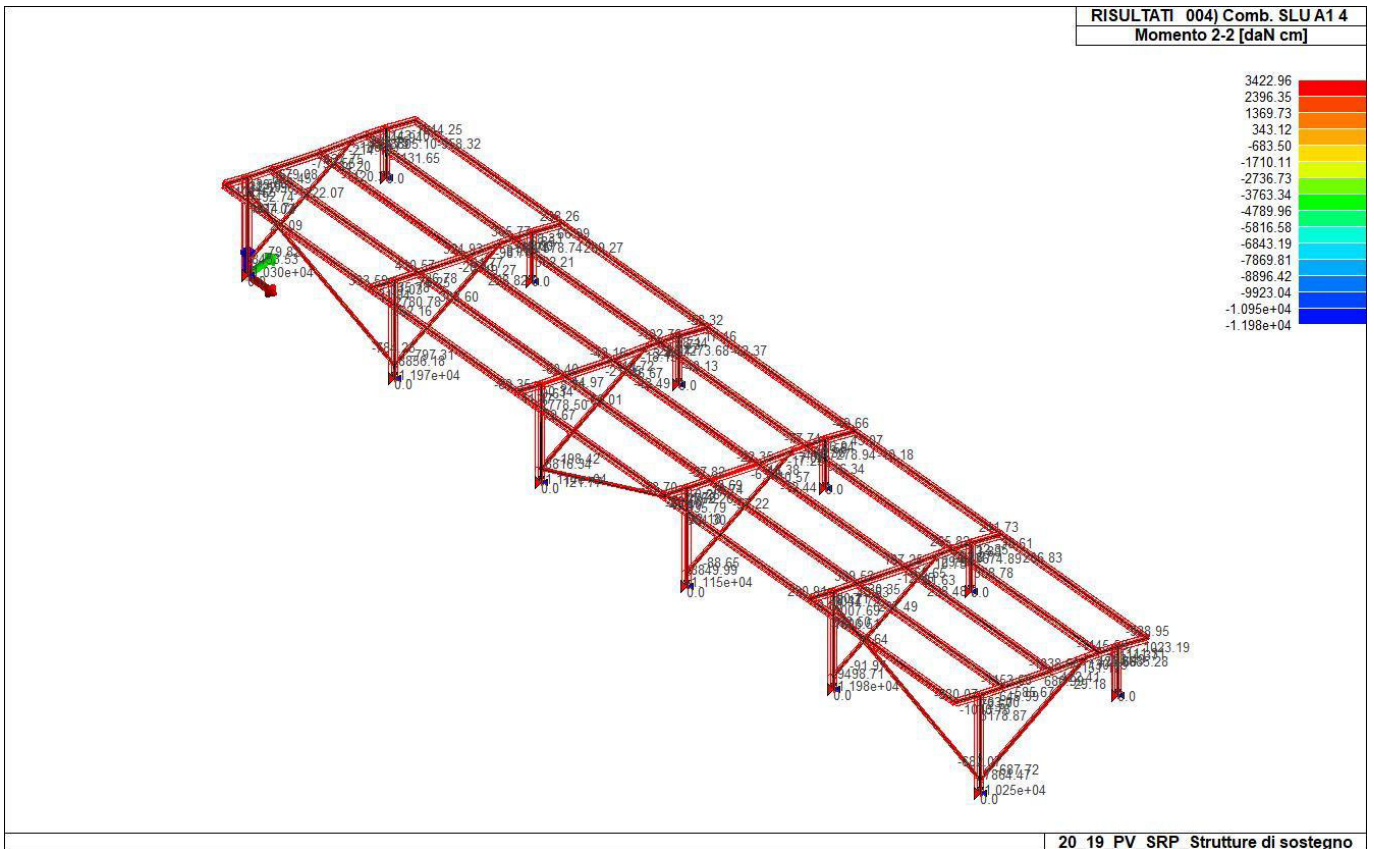
Per gli elementi tipo *trave in elevazione* sono riportati, oltre al numero dell'elemento, i medesimi risultati visti per i pilastri.

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



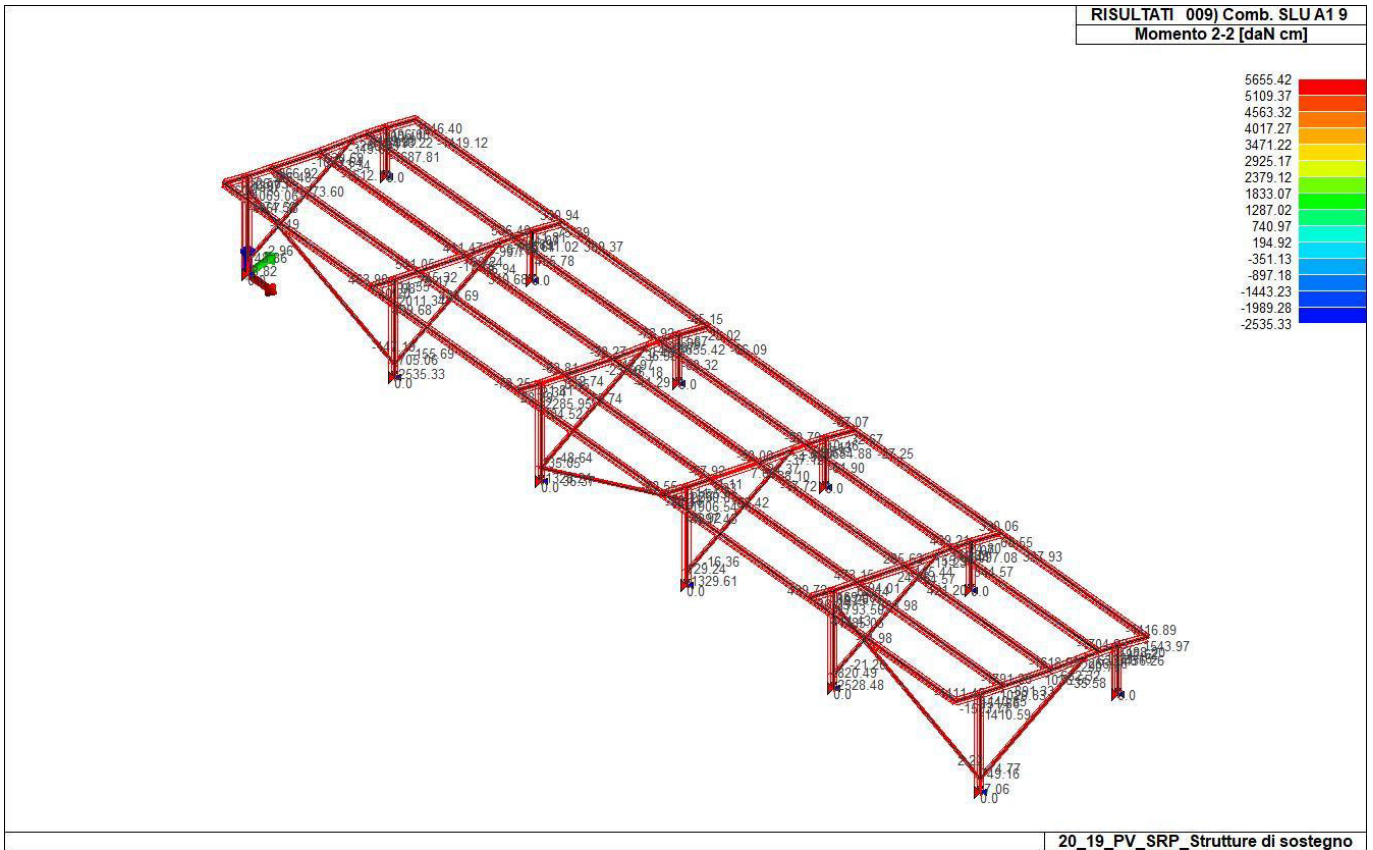
# SOLAR PROJECT FARM

Pilas.	Cmb	M3 mx/mm daN cm	M2 mx/mm daN cm	D 2 / D 3 cm	Q 2 / Q 3 daN	Pos. cm	N daN	V 2 daN	V 3 daN	T daN cm	M 2 daN cm	M 3 daN cm
1	3	870.80	0.0	3.80e-04	0.0	0.0	-349.47	7.13	-343.66	15.87	0.0	656.99
		656.99	-1.031e+04	0.12	0.0	7.5	-348.44	7.13	-343.66	15.87	-2577.42	710.44
						15.0	-347.40	7.13	-343.66	15.87	-5154.84	763.90
...												
97	89	-422.90	-386.67	-0.02	0.0	160.0	-117.05	-3.50	-4.32	-0.16	-386.67	-422.90
Pilas.		M3 mx/mm	M2 mx/mm	D 2 / D 3	Q 2 / Q 3		N	V 2	V 3	T		
		-2.572e+04	-1.575e+04	-0.36	0.0		-1197.31	-676.43	-524.84	-90.95		
		2.548e+04	1.711e+04	0.29	0.0		232.21	677.34	474.92	98.58		
Trave	Cmb	M3 mx/mm daN cm	M2 mx/mm daN cm	D 2 / D 3 cm	Q 2 / Q 3 daN	Pos. cm	N daN	V 2 daN	V 3 daN	T daN cm	M 2 daN cm	M 3 daN cm
19	7	-0.01	-6.69	0.02	-2.98	0.0	-16.36	-35.71	6.46	2.98	-384.45	-0.01
		-2176.26	-384.45	2.30e-03	0.0	7.3	-16.52	-36.08	6.46	2.98	-337.23	-262.52
						14.6	-16.67	-36.46	6.46	2.98	-290.01	-527.75
...												
94	89	-562.43	-32.53	0.06	0.0	365.8	-3.79	-8.98	-0.09	0.19	-32.53	-562.43
Trave		M3 mx/mm	M2 mx/mm	D 2 / D 3	Q 2 / Q 3		N	V 2	V 3	T		
		-3.368e+04	-8808.98	-0.48	-377.25		-721.82	-607.06	-276.89	-25.08		
		2.055e+04	8864.25	0.24	0.0		715.82	542.00	275.94	30.22		

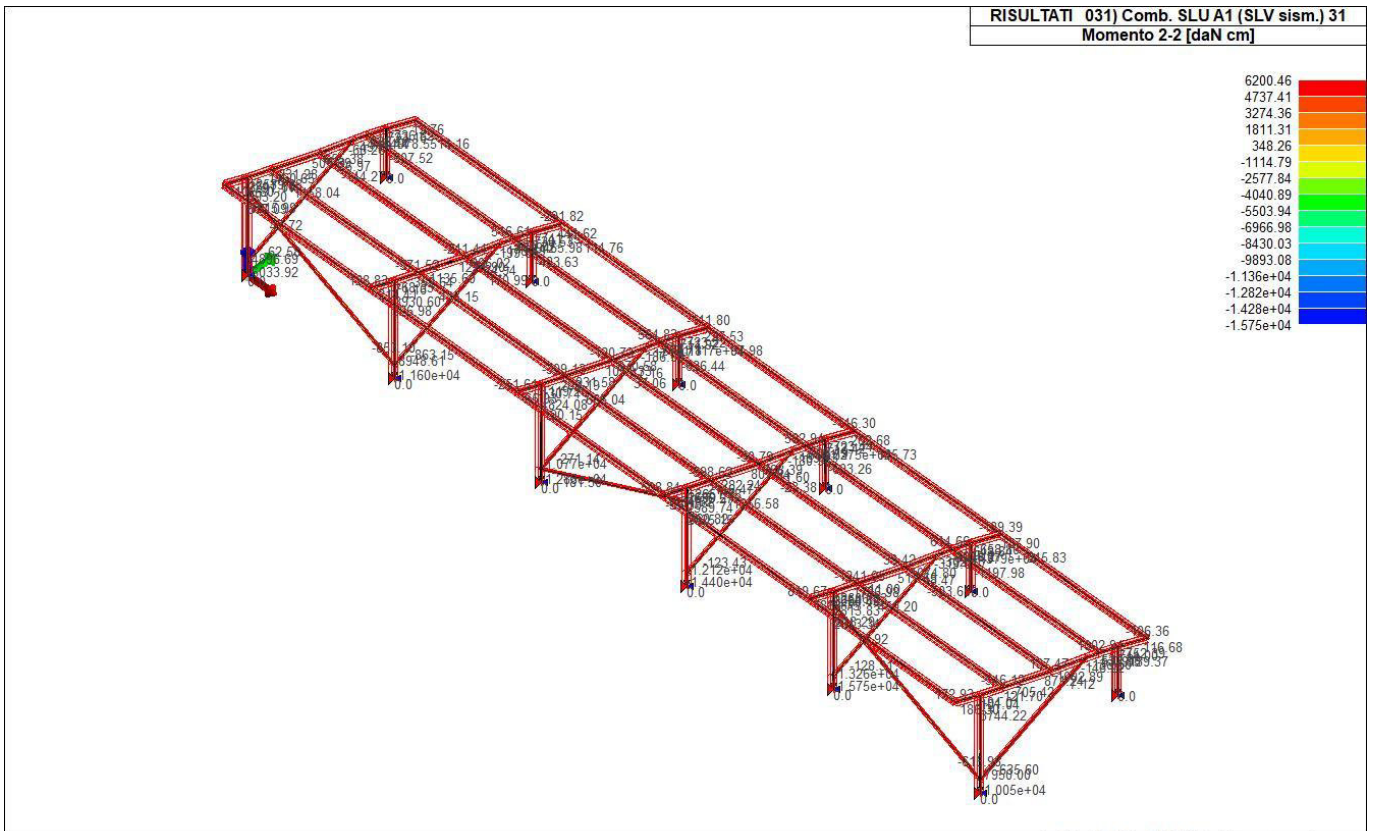


43\_RIS\_M2\_004\_Comb. SLU A1 4

# SOLAR PROJECT FARM

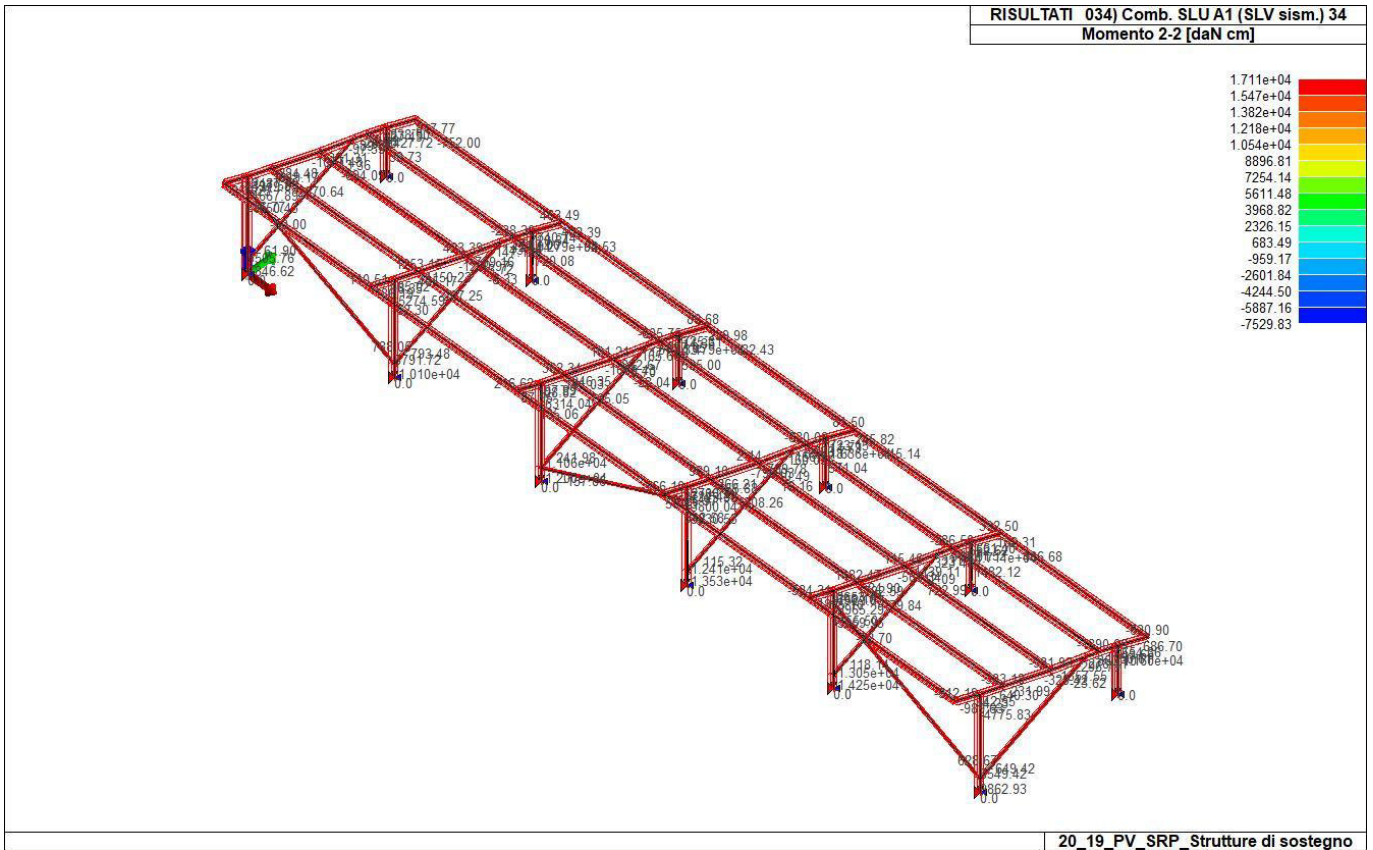


43\_RIS\_M2\_009\_Comb. SLU A1 9

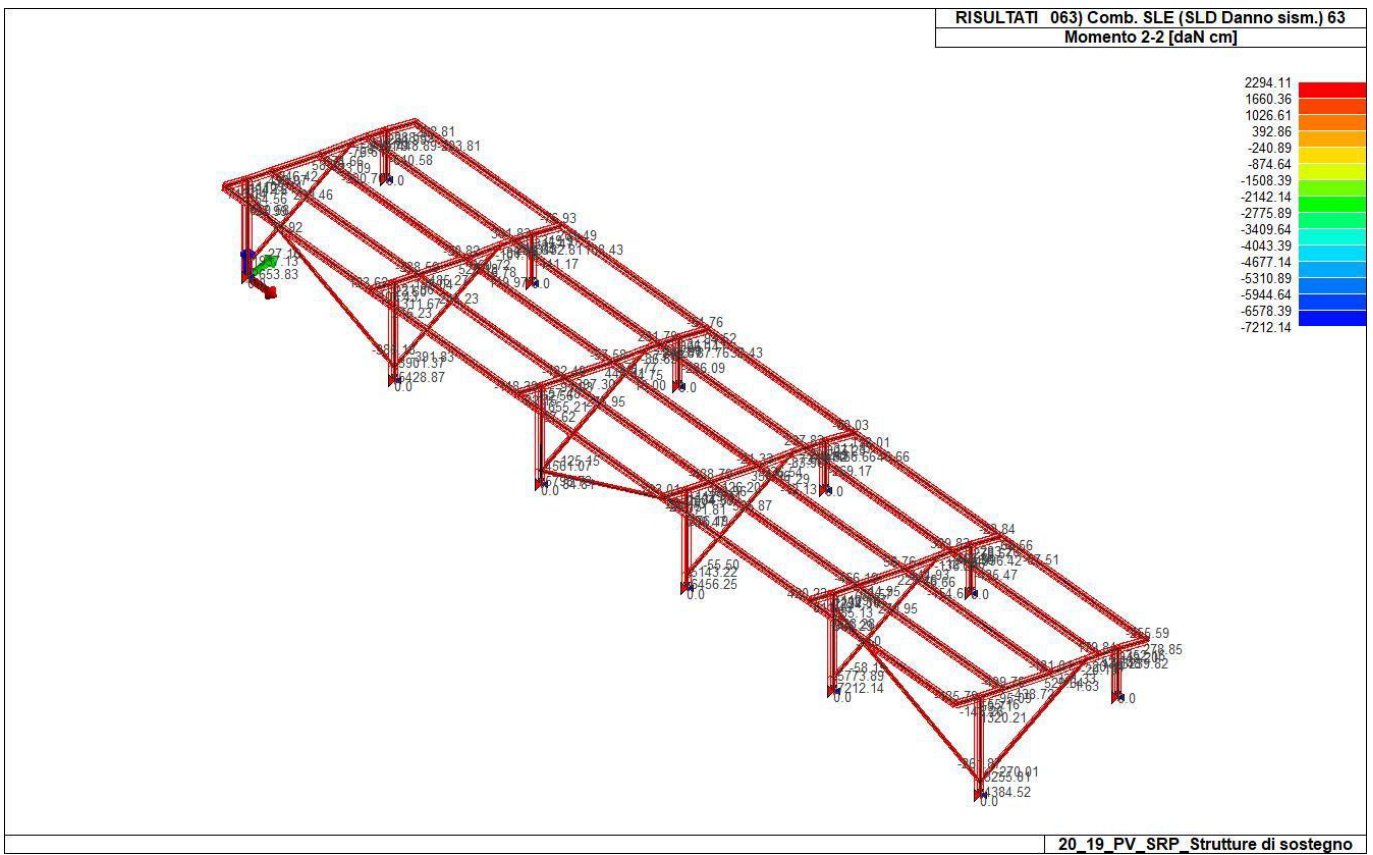


43\_RIS\_M2\_031\_Comb. SLU A1 (SLV sism.) 31

# SOLAR PROJECT FARM



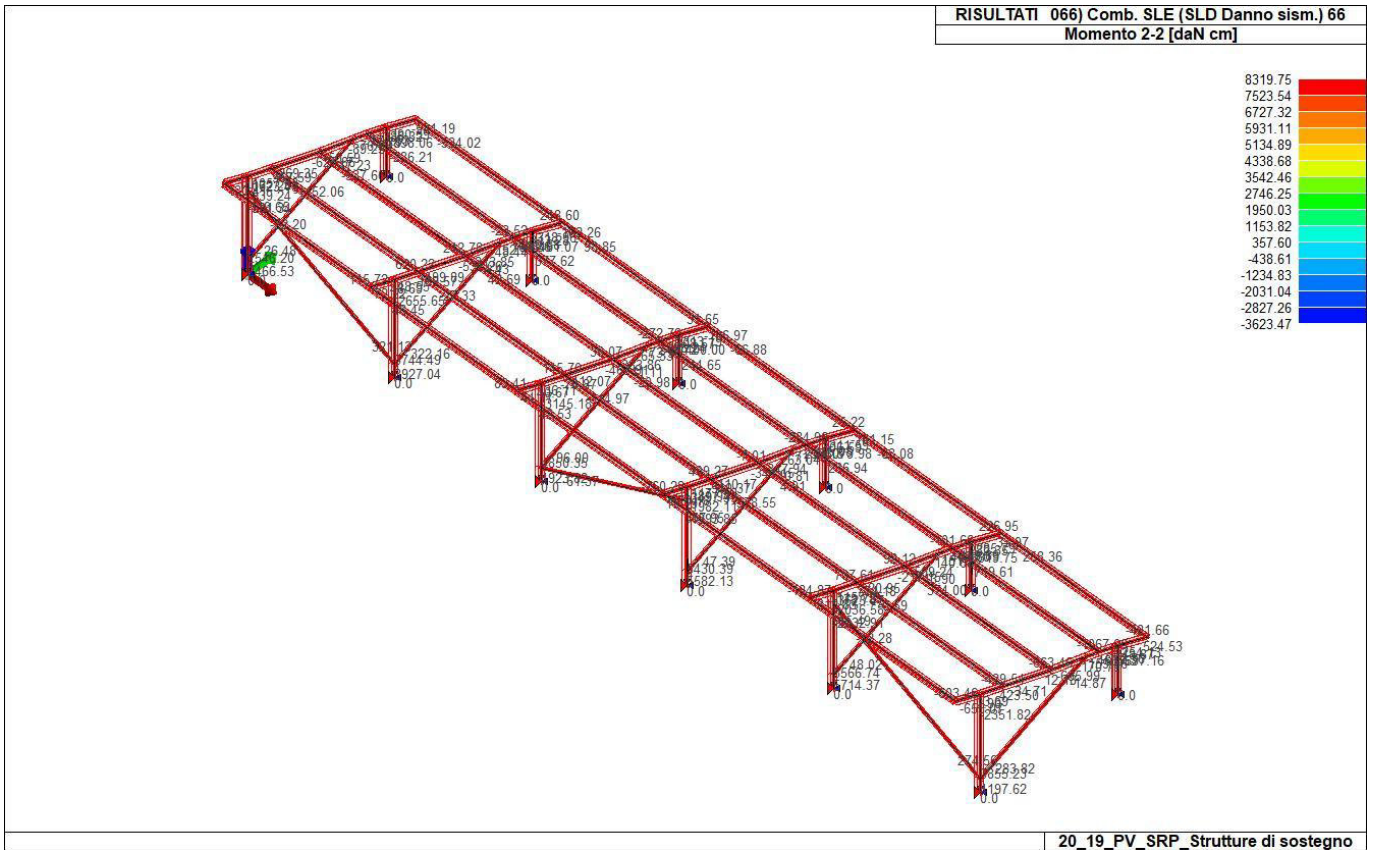
43\_RIS\_M2\_034\_Comb. SLU A1 (SLV sism.) 34



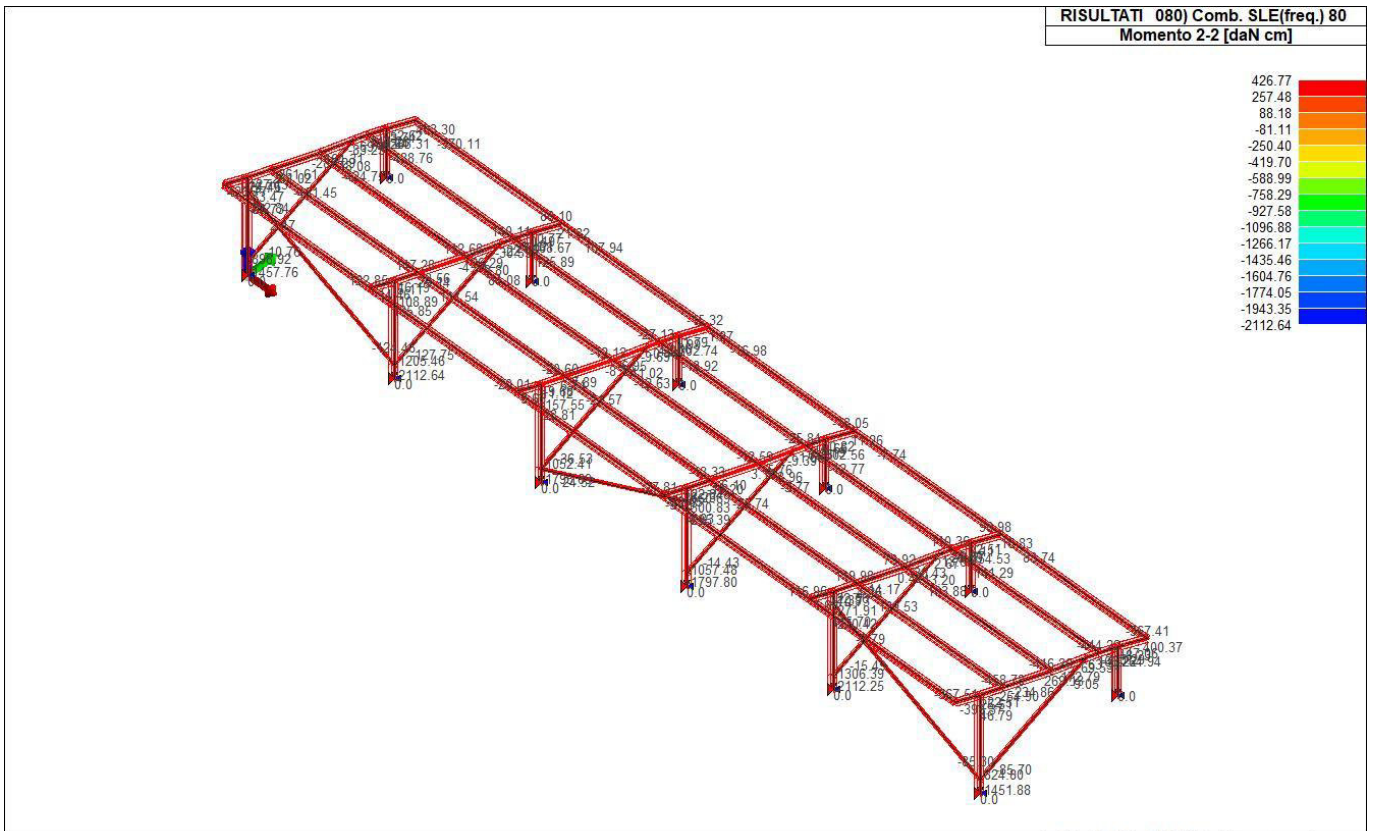
43\_RIS\_M2\_063\_Comb. SLE (SLD Danno sism.) 63



# SOLAR PROJECT FARM

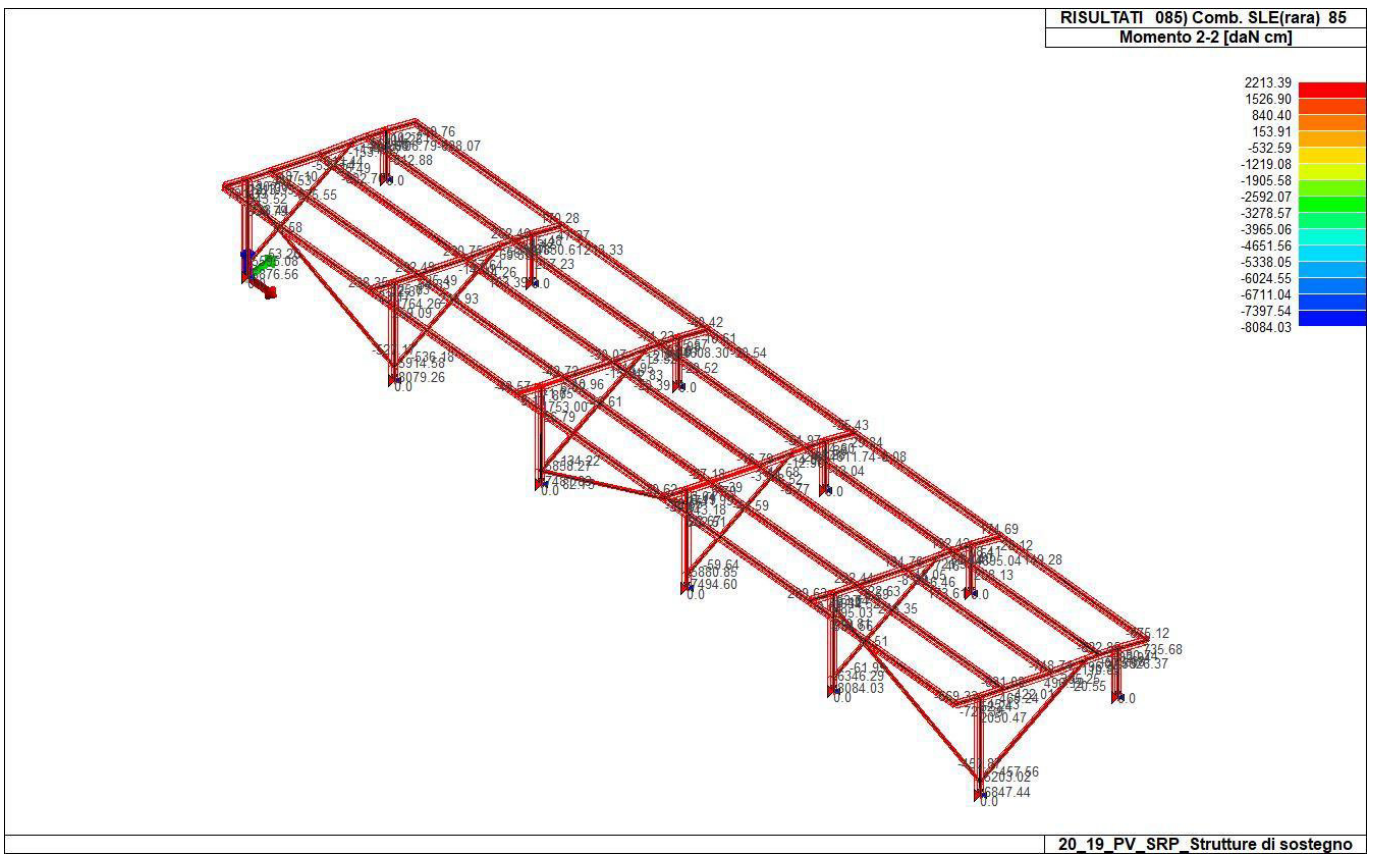
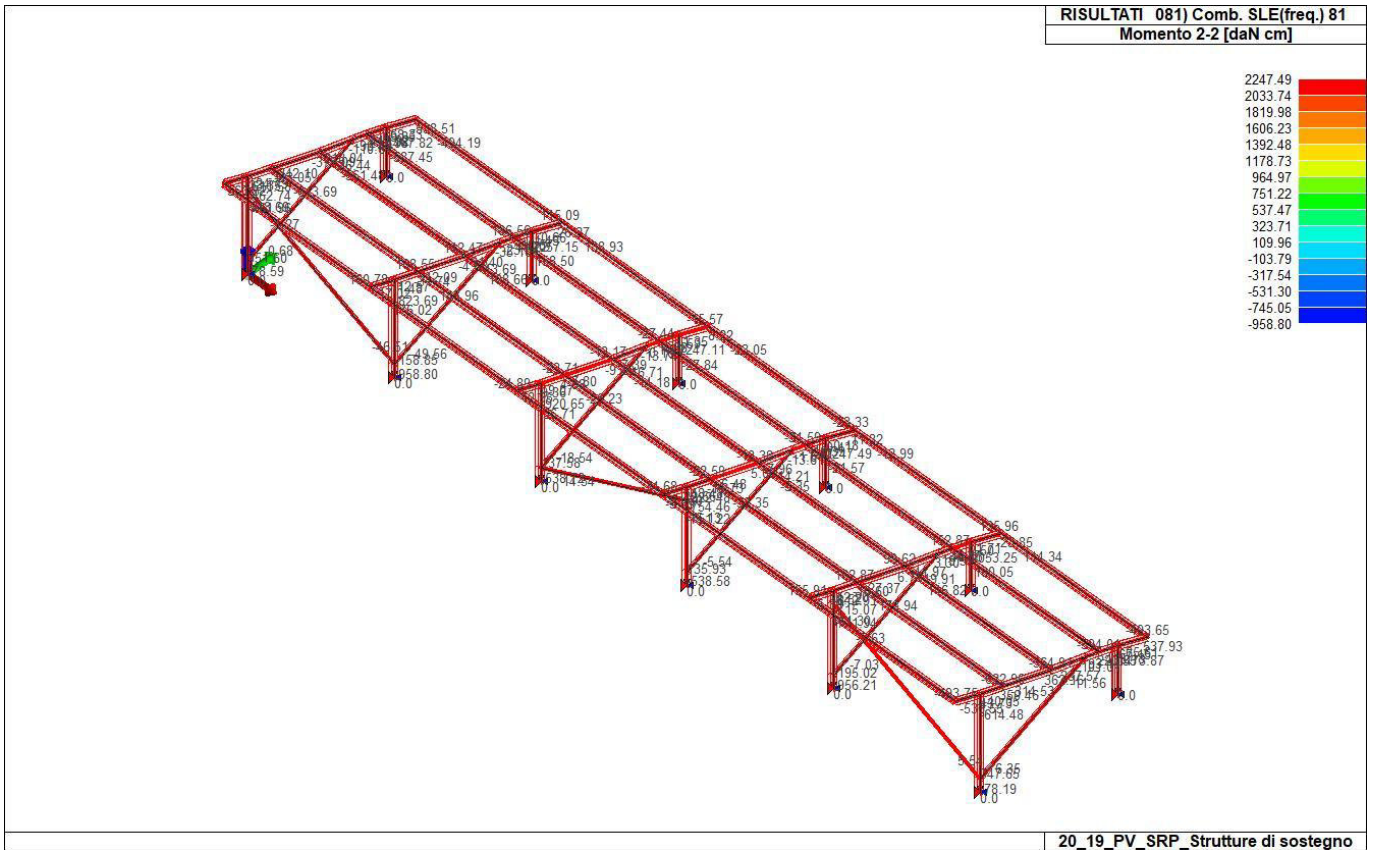


43\_RIS\_M2\_066\_Comb. SLE (SLD Danno sism.) 66



43\_RIS\_M2\_080\_Comb. SLE(freq.) 80

# SOLAR PROJECT FARM



## SOLAR PROJECT FARM

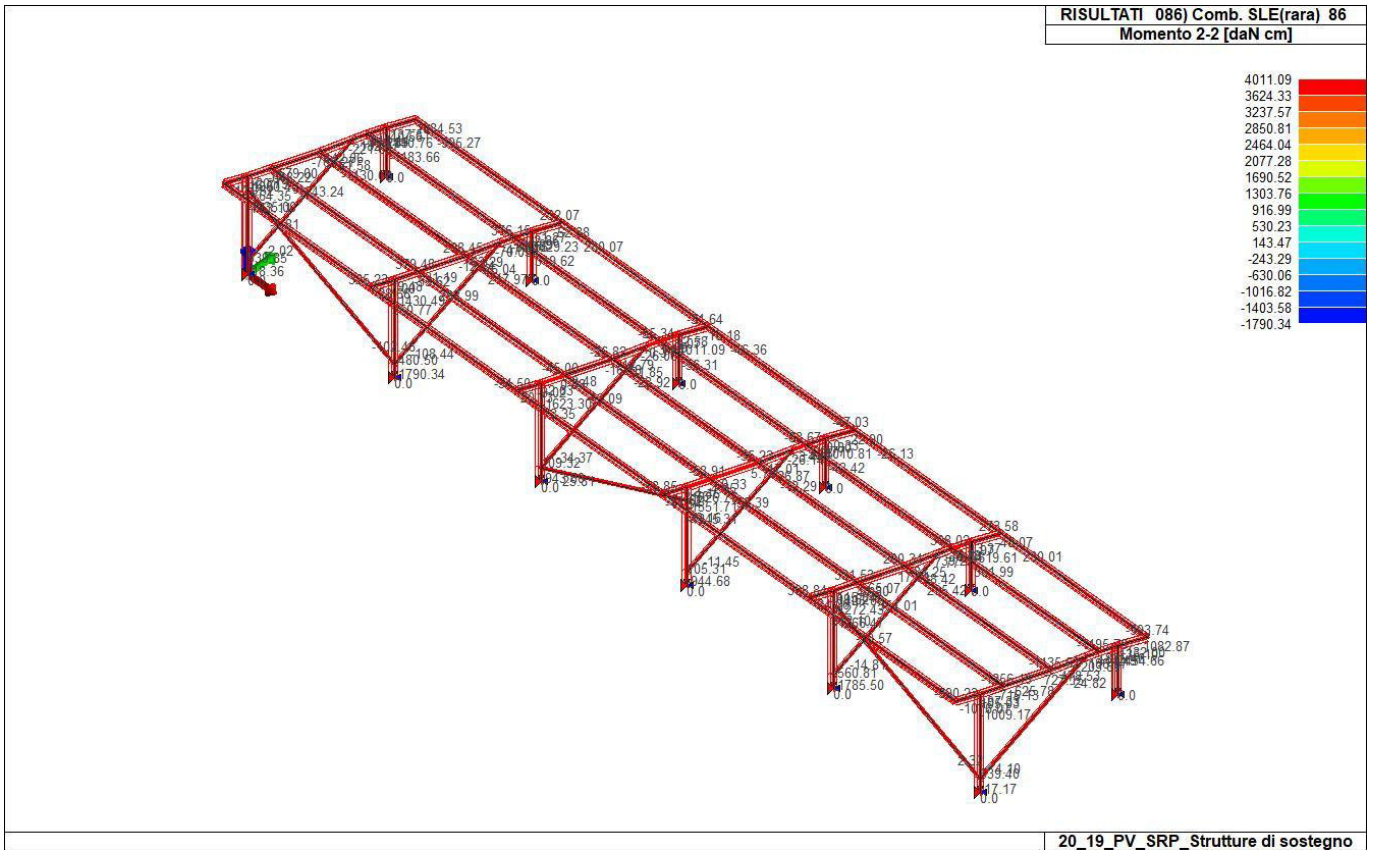
Società con Socio Unico

Strada Comunale delle Fonticelle SNC – Capannone 3 – 65015 Montesilvano (PE)

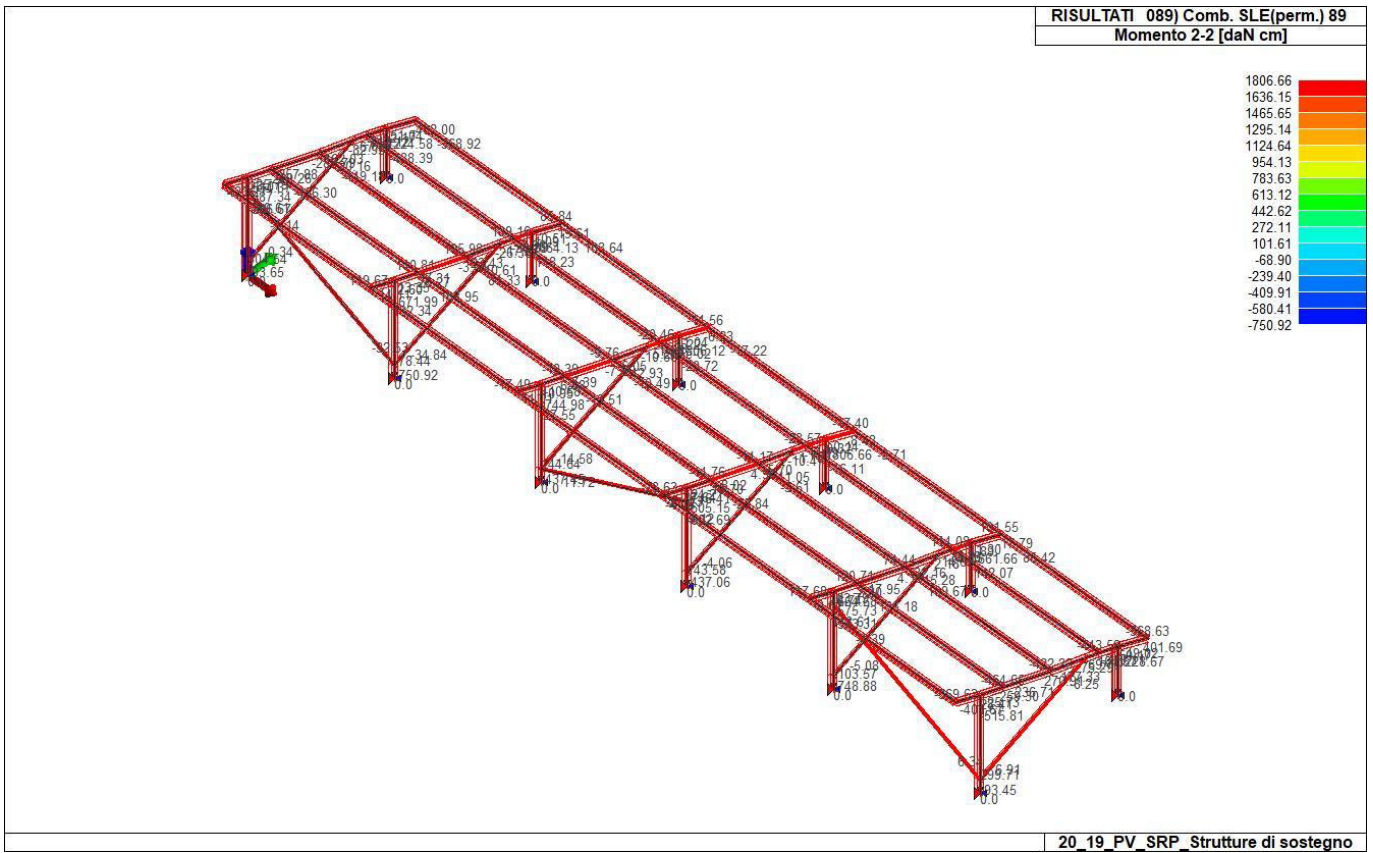
tel. + 39 0874 67618 – fax + 39 0874 1862021

P.Iva e C.F. 02248390680

# SOLAR PROJECT FARM

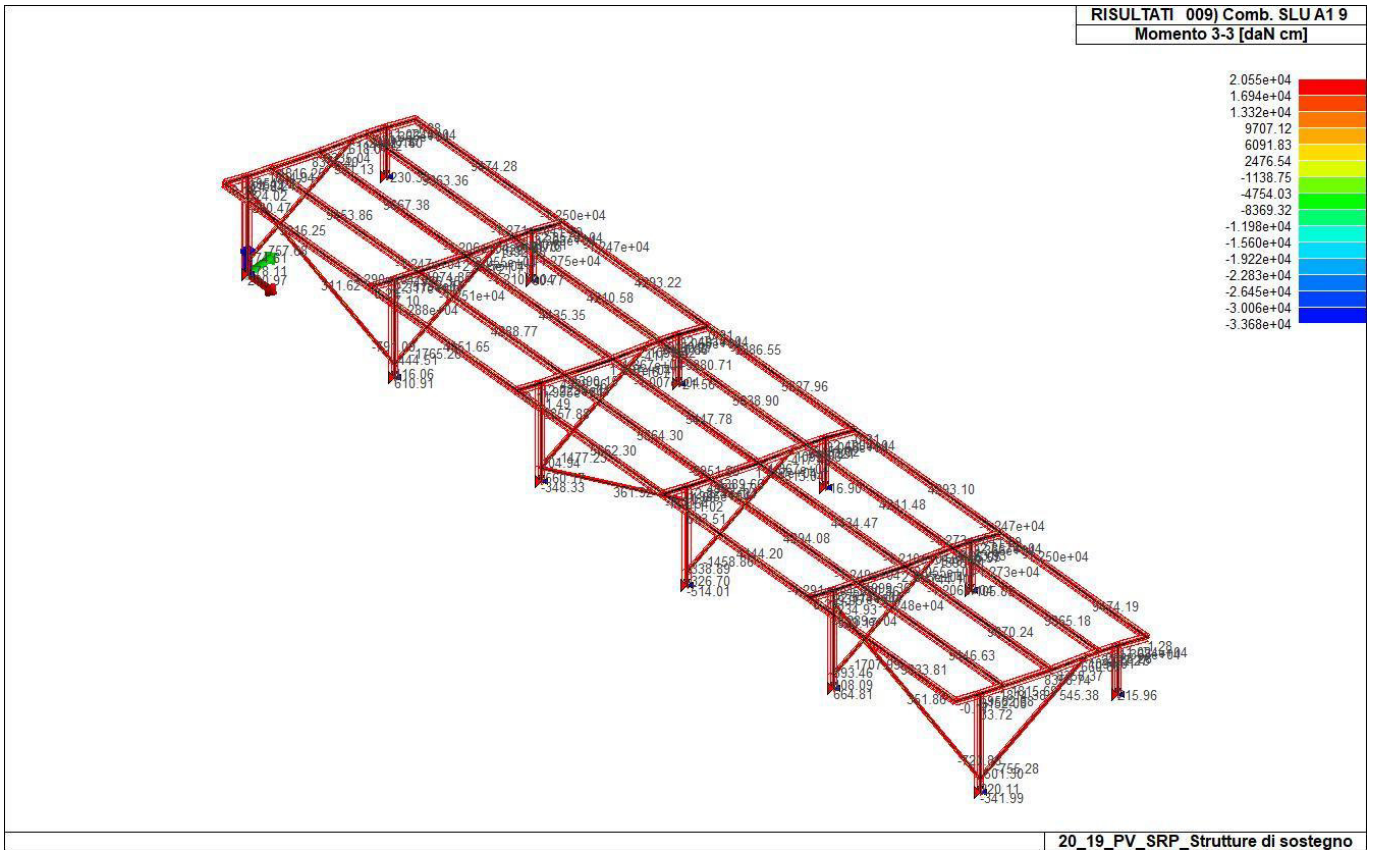


43\_RIS\_M2\_086\_Comb. SLE(rara) 86

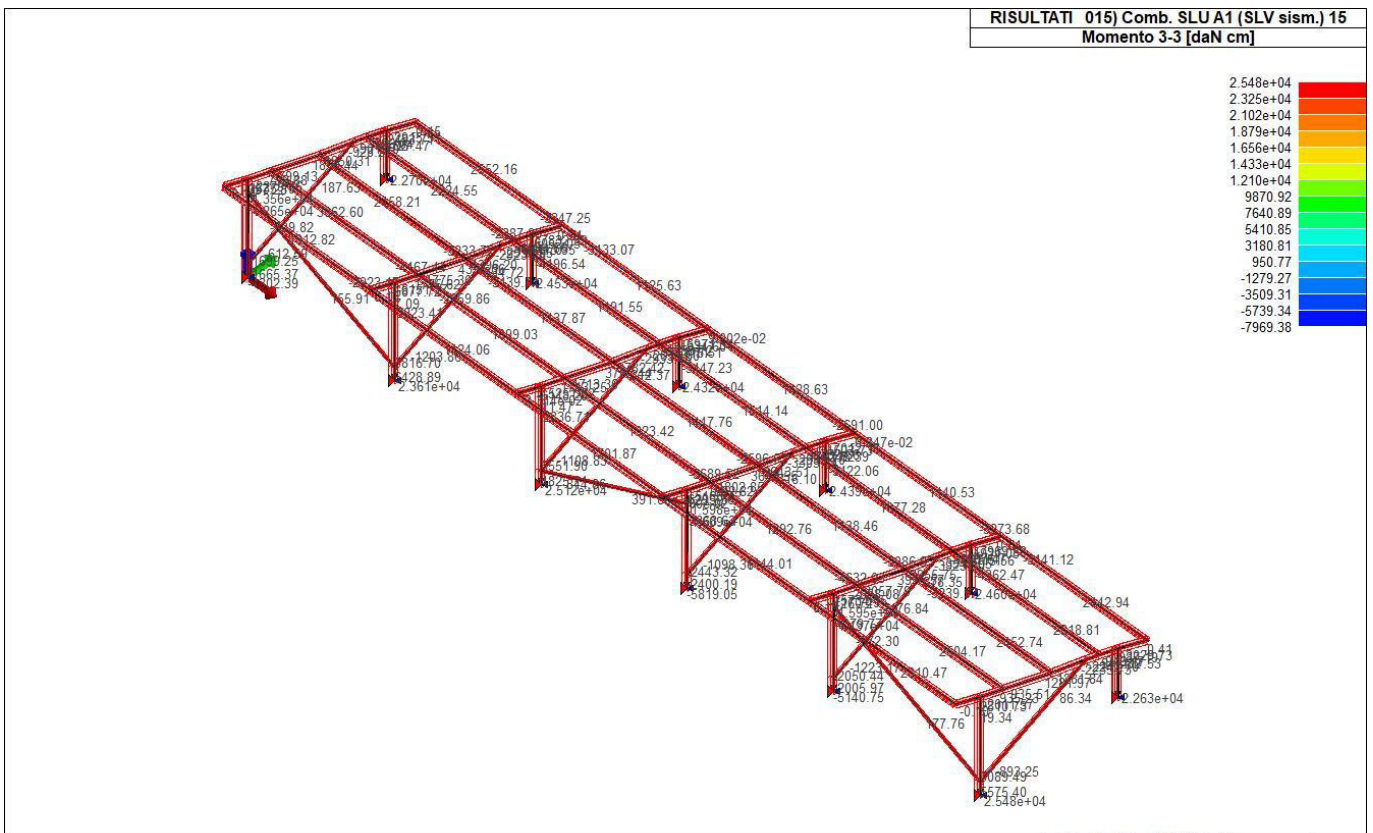


43\_RIS\_M2\_089\_Comb. SLE(perm.) 89

# SOLAR PROJECT FARM

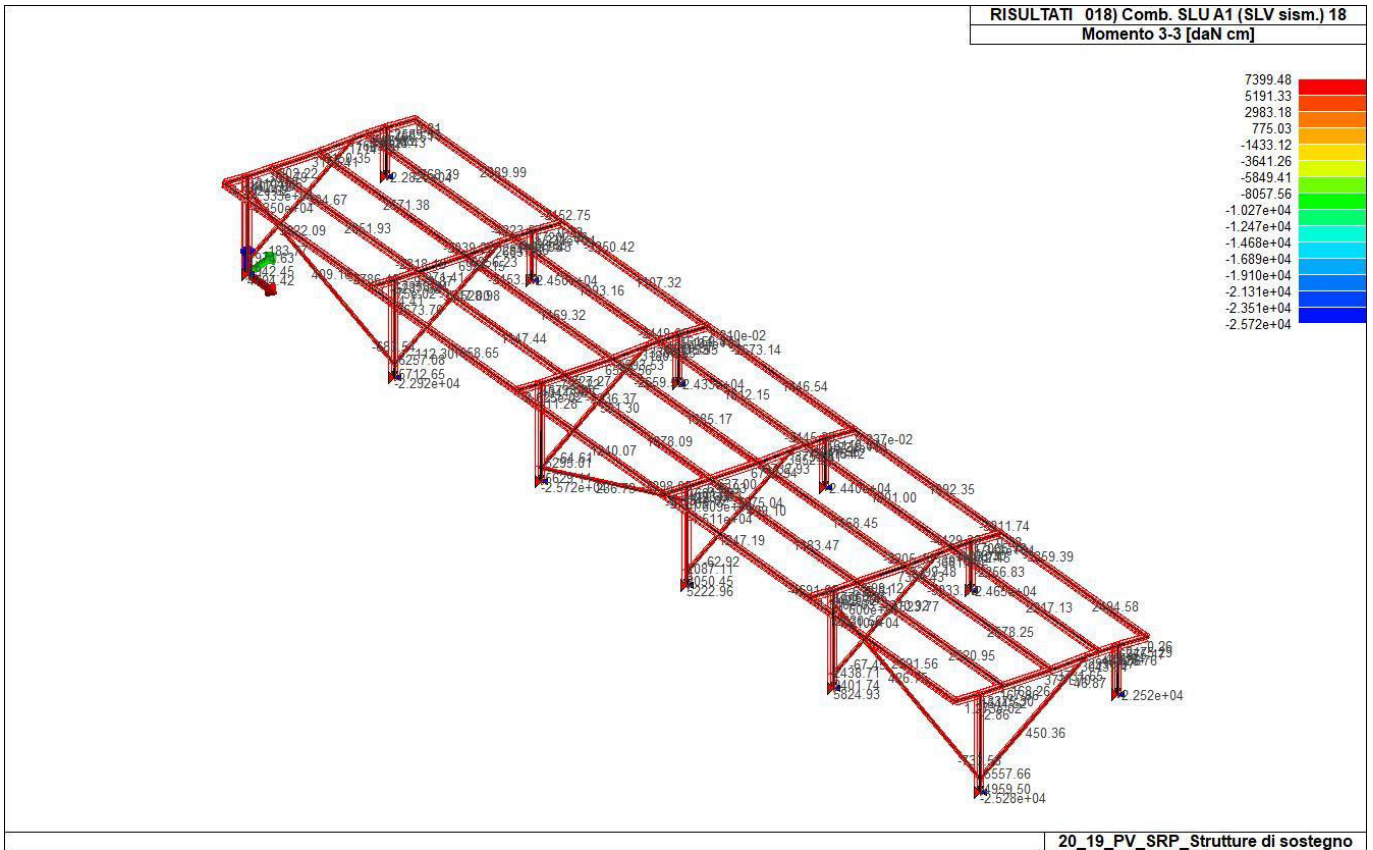


43\_RIS\_M3\_009\_Comb. SLU A1 9

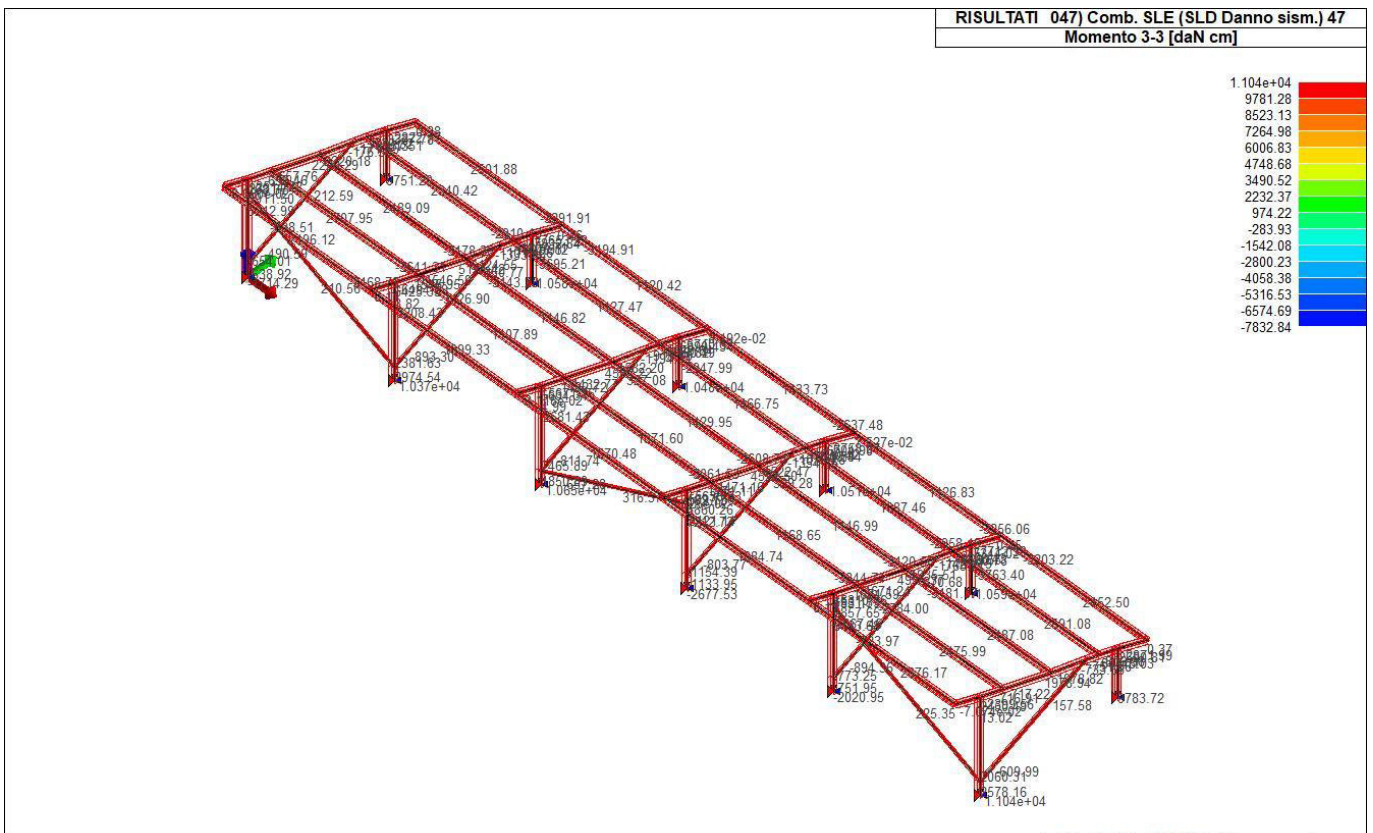


43\_RIS\_M3\_015\_Comb. SLU A1 (SLV sism.) 15

# SOLAR PROJECT FARM

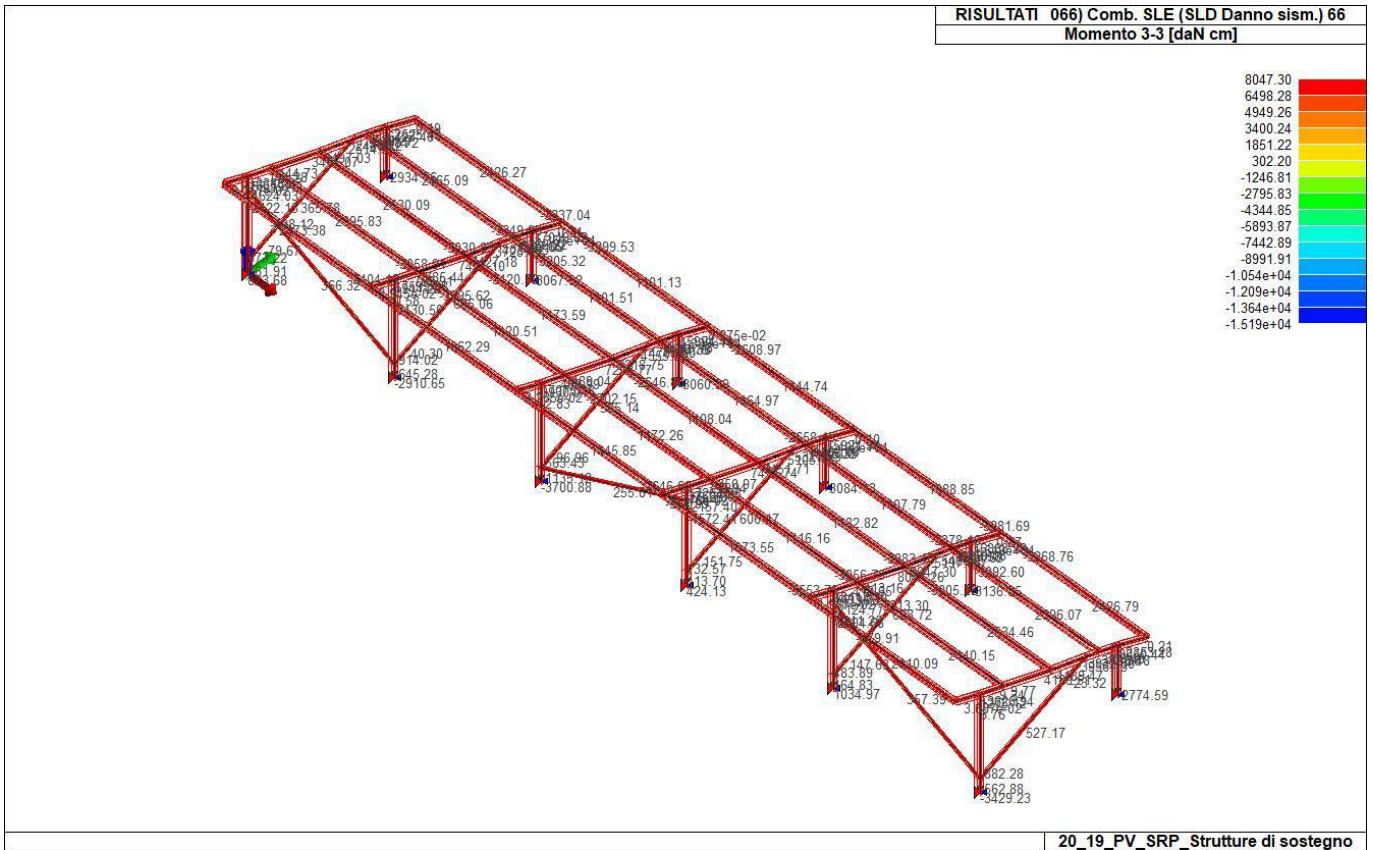


43\_RIS\_M3\_018\_Comb. SLU A1 (SLV sism.) 18

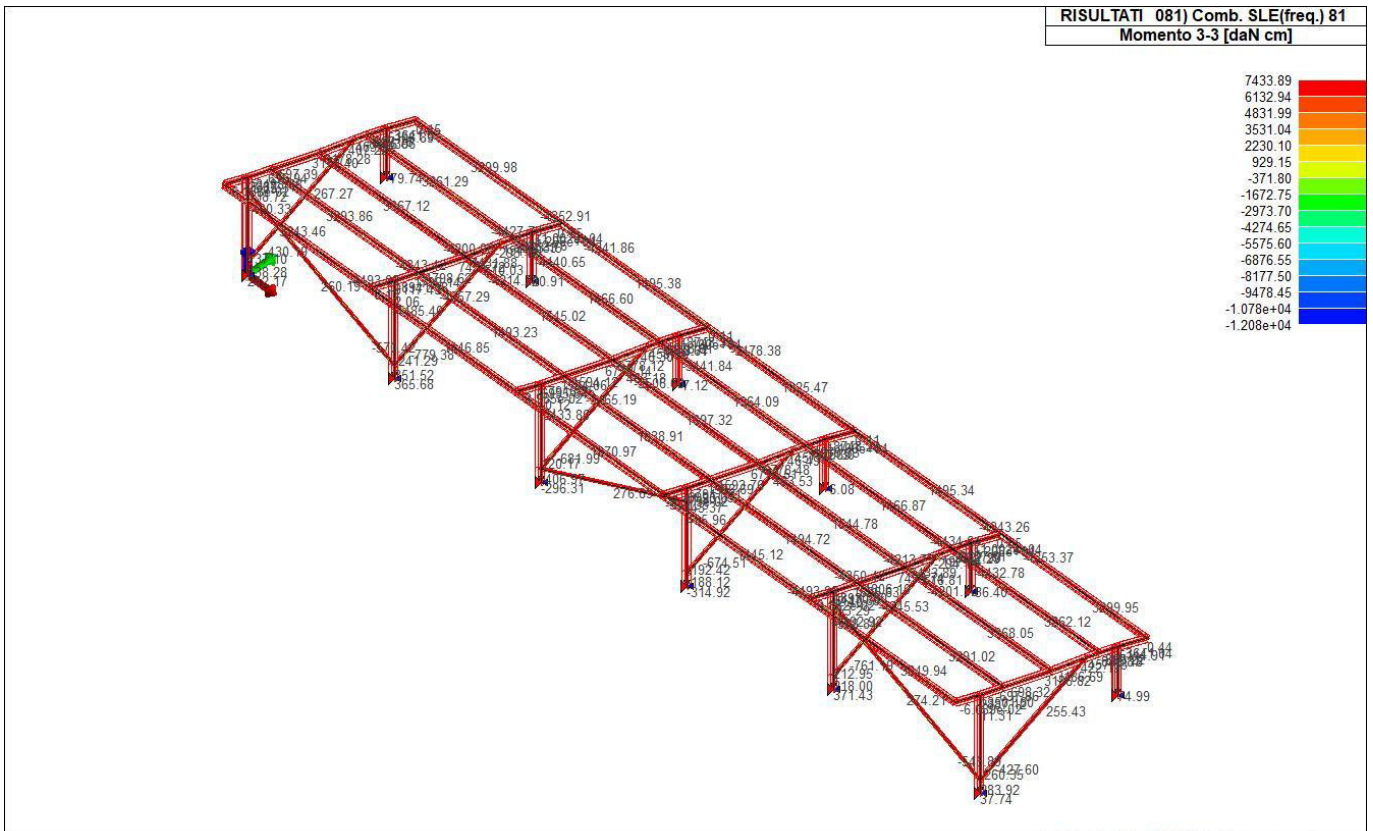


43\_RIS\_M3\_047\_Comb. SLE (SLD Danno sism.) 47

# SOLAR PROJECT FARM

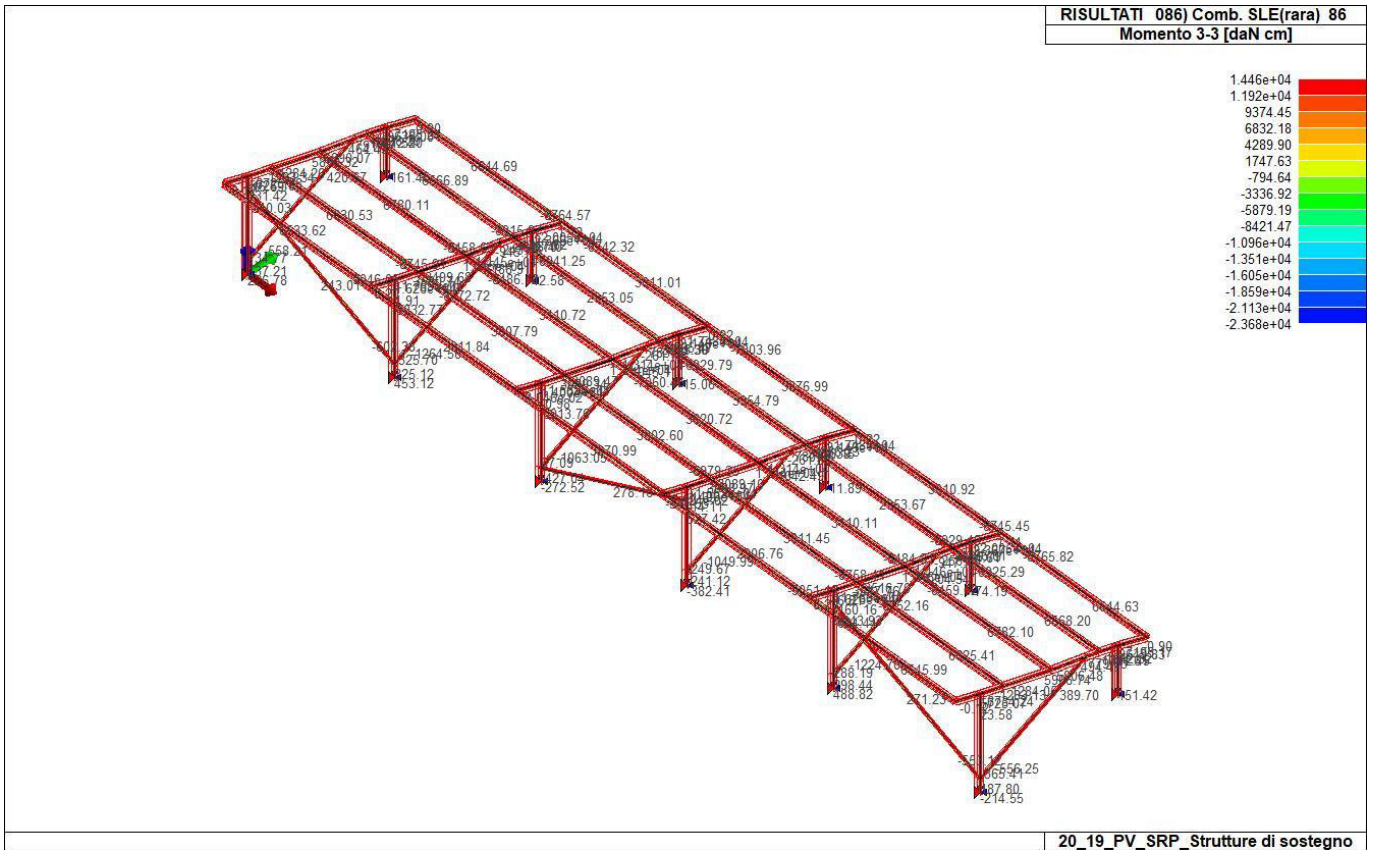


43\_RIS\_M3\_066\_Comb. SLE (SLD Danno sism.) 66

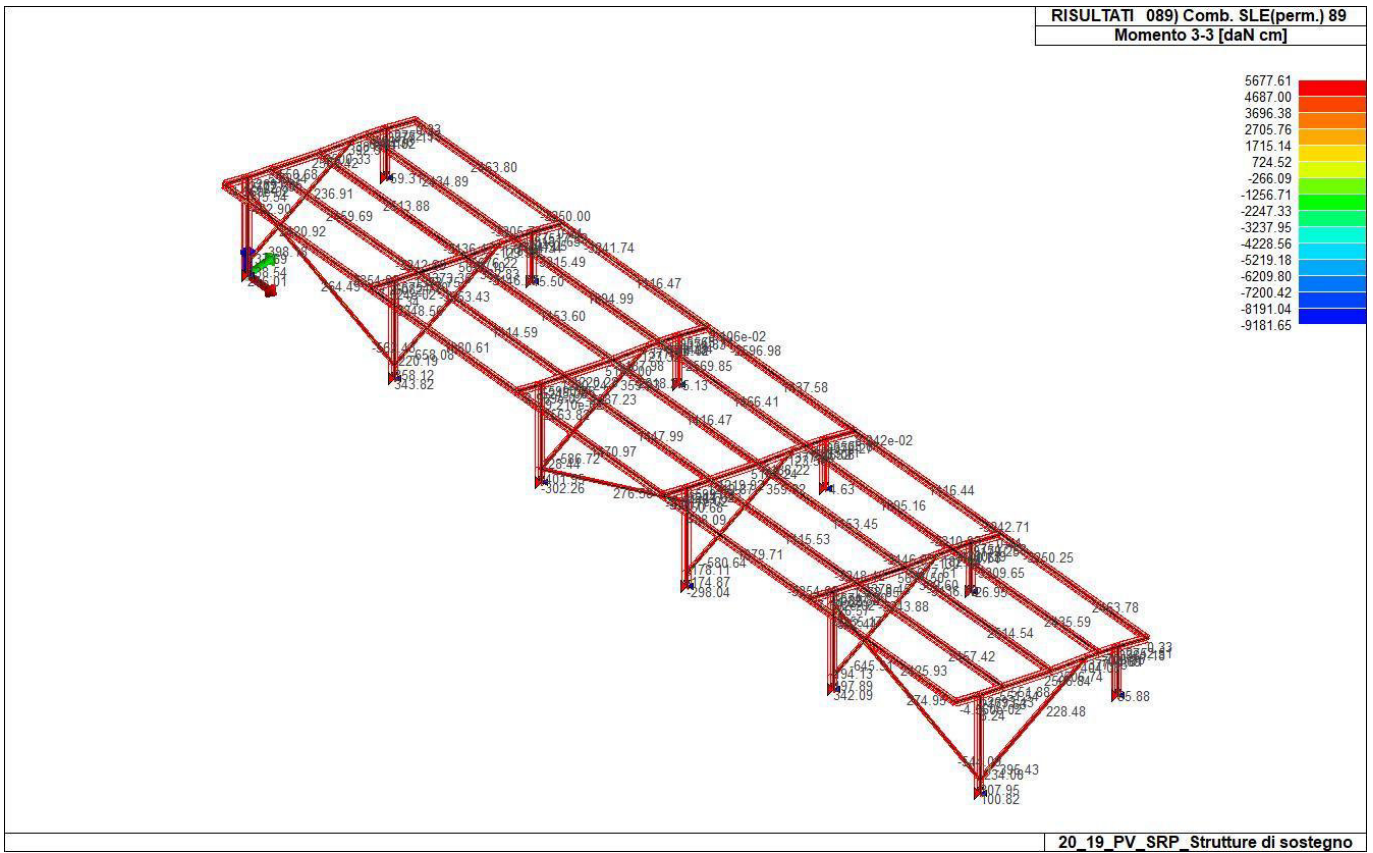


43\_RIS\_M3\_081\_Comb. SLE(freq.) 81

# SOLAR PROJECT FARM

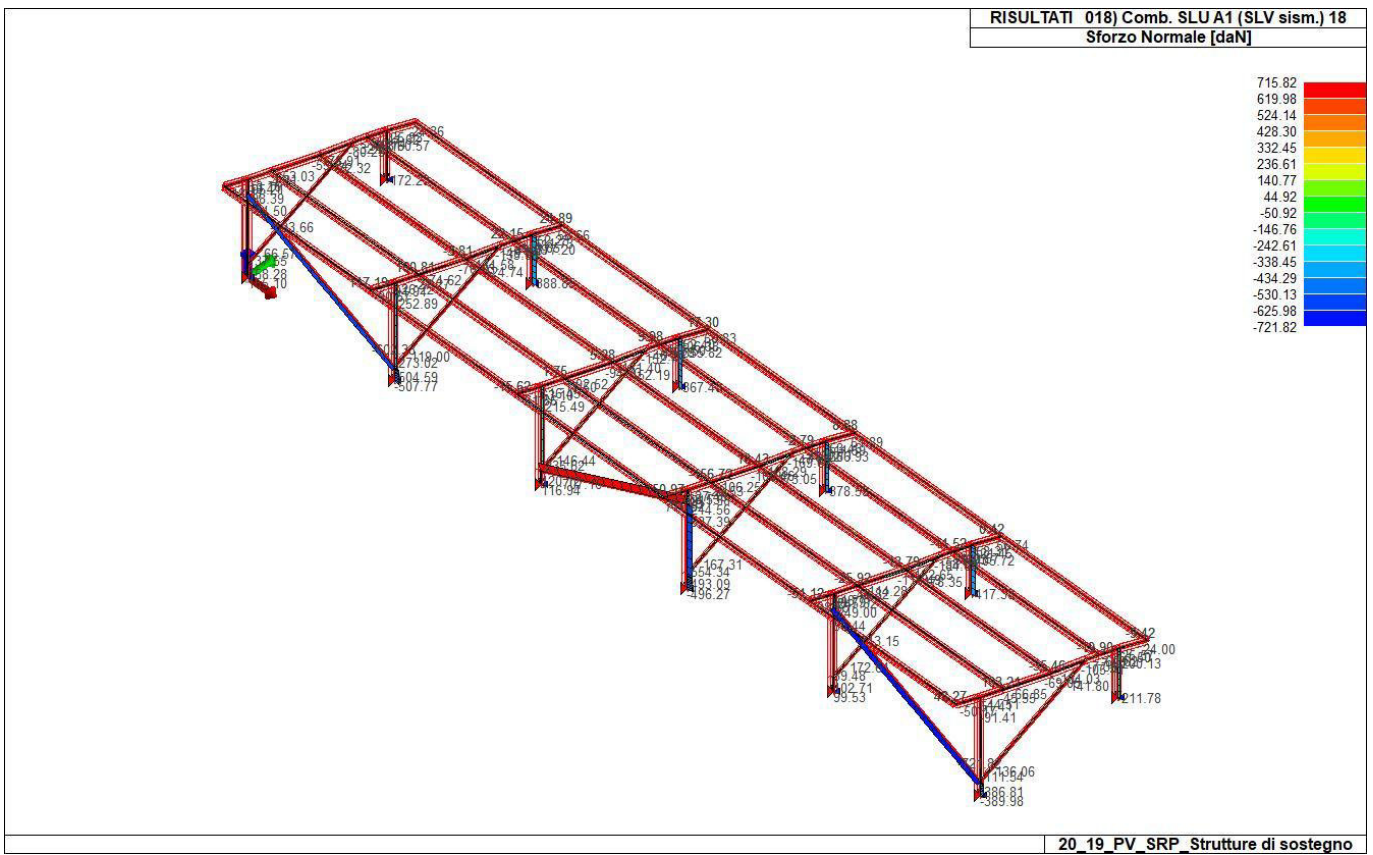
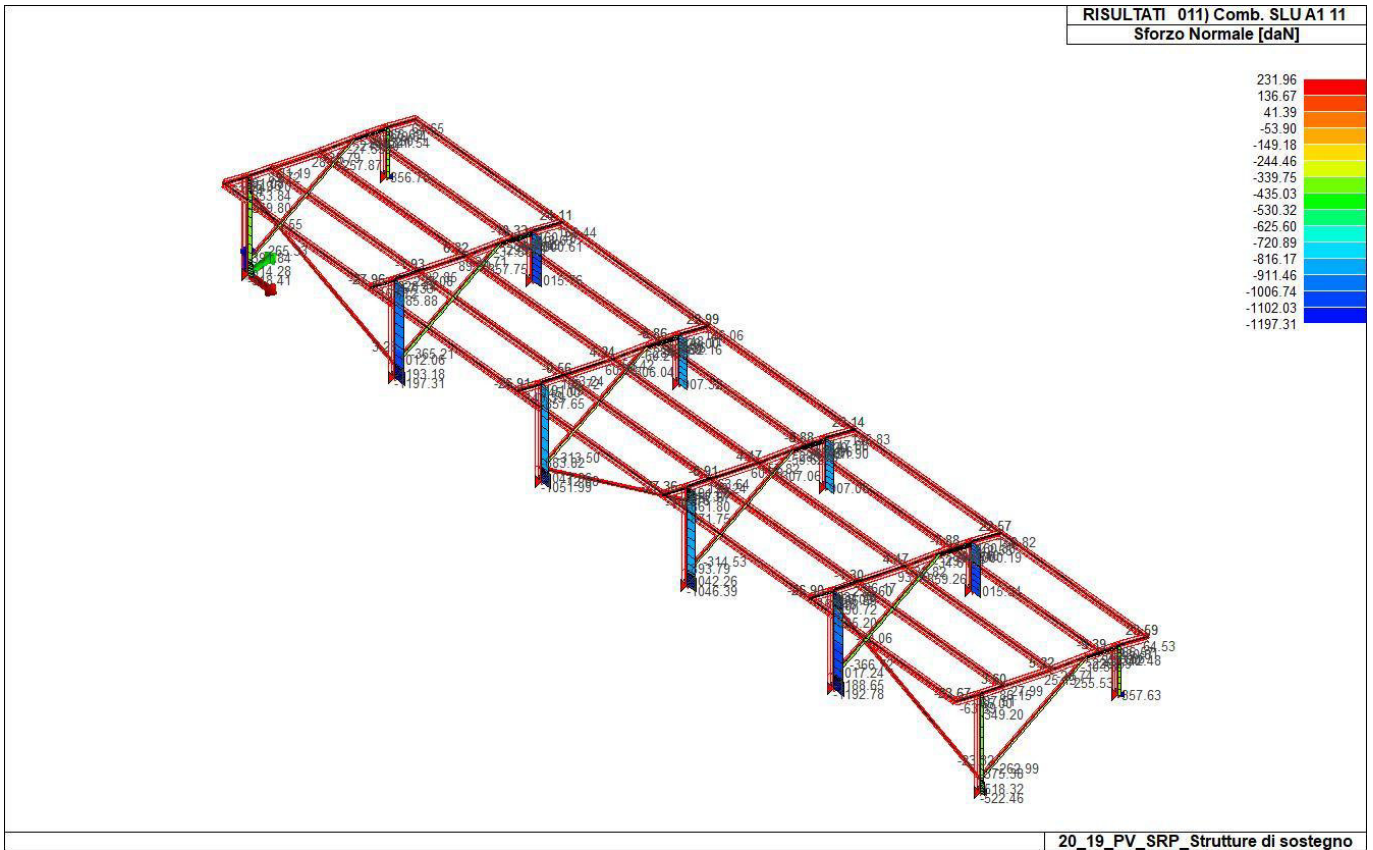


43\_RIS\_M3\_086\_Comb. SLE(rara) 86



43\_RIS\_M3\_089\_Comb. SLE(perm.) 89

# SOLAR PROJECT FARM



## SOLAR PROJECT FARM

Società con Socio Unico

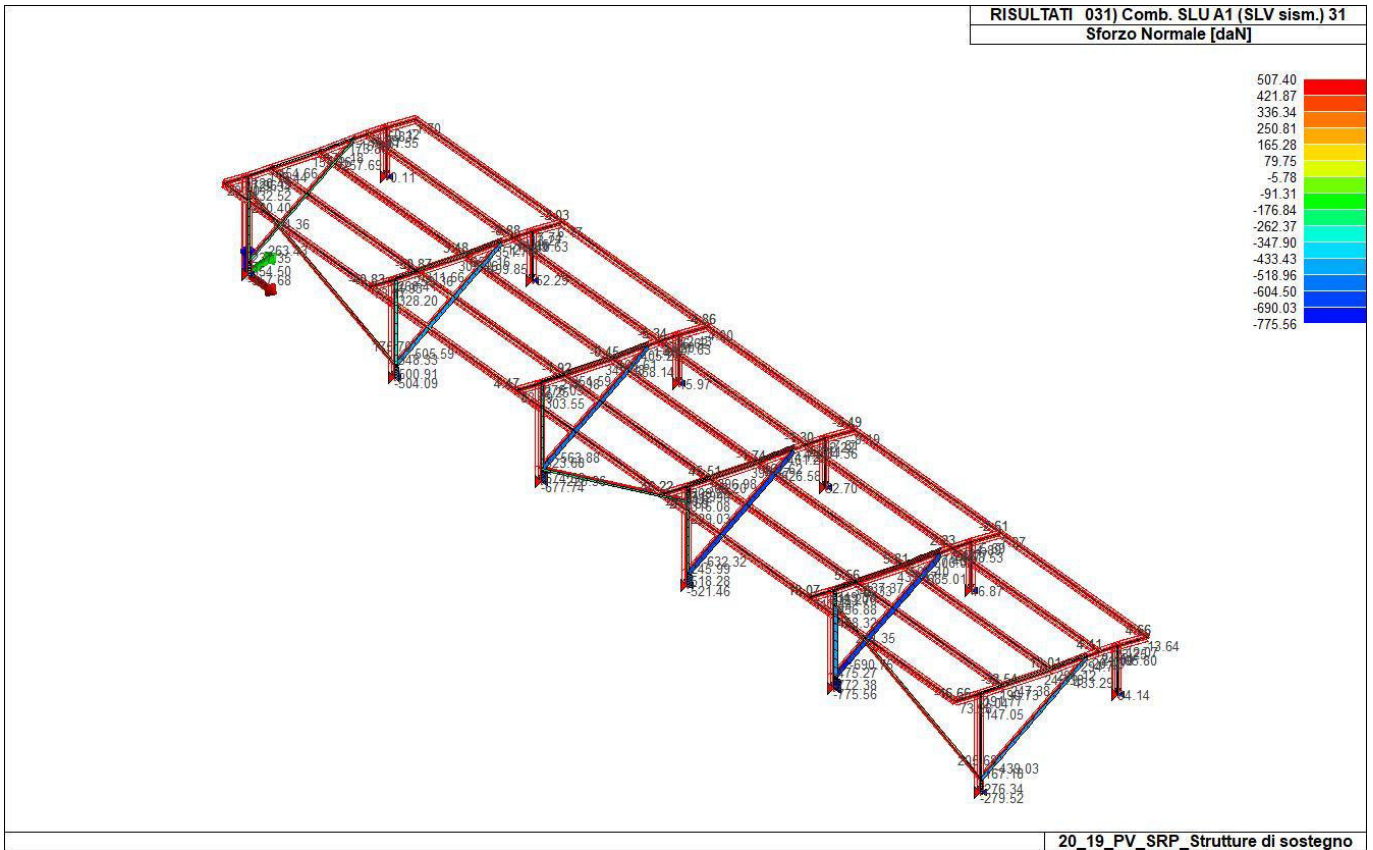
Strada Comunale delle Fonticelle SNC – Capannone 3 – 65015 Montesilvano (PE)

tel. + 39 0874 67618 – fax + 39 0874 1862021

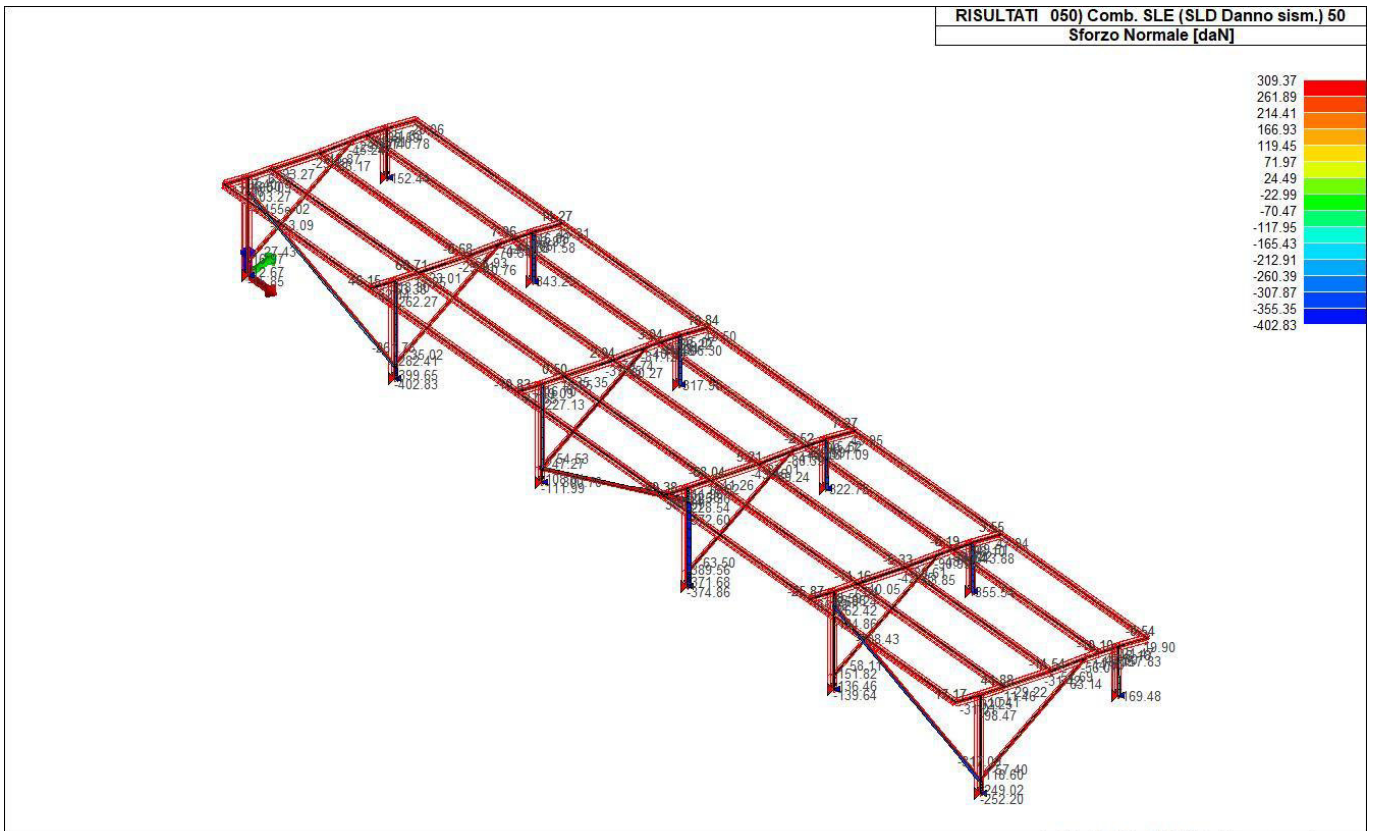
P.Iva e C.F. 02248390680



# SOLAR PROJECT FARM



43\_RIS\_N\_031\_Comb. SLU A1 (SLV sism.) 31



43\_RIS\_N\_050\_Comb. SLE (SLD Danno sism.) 50

## SOLAR PROJECT FARM

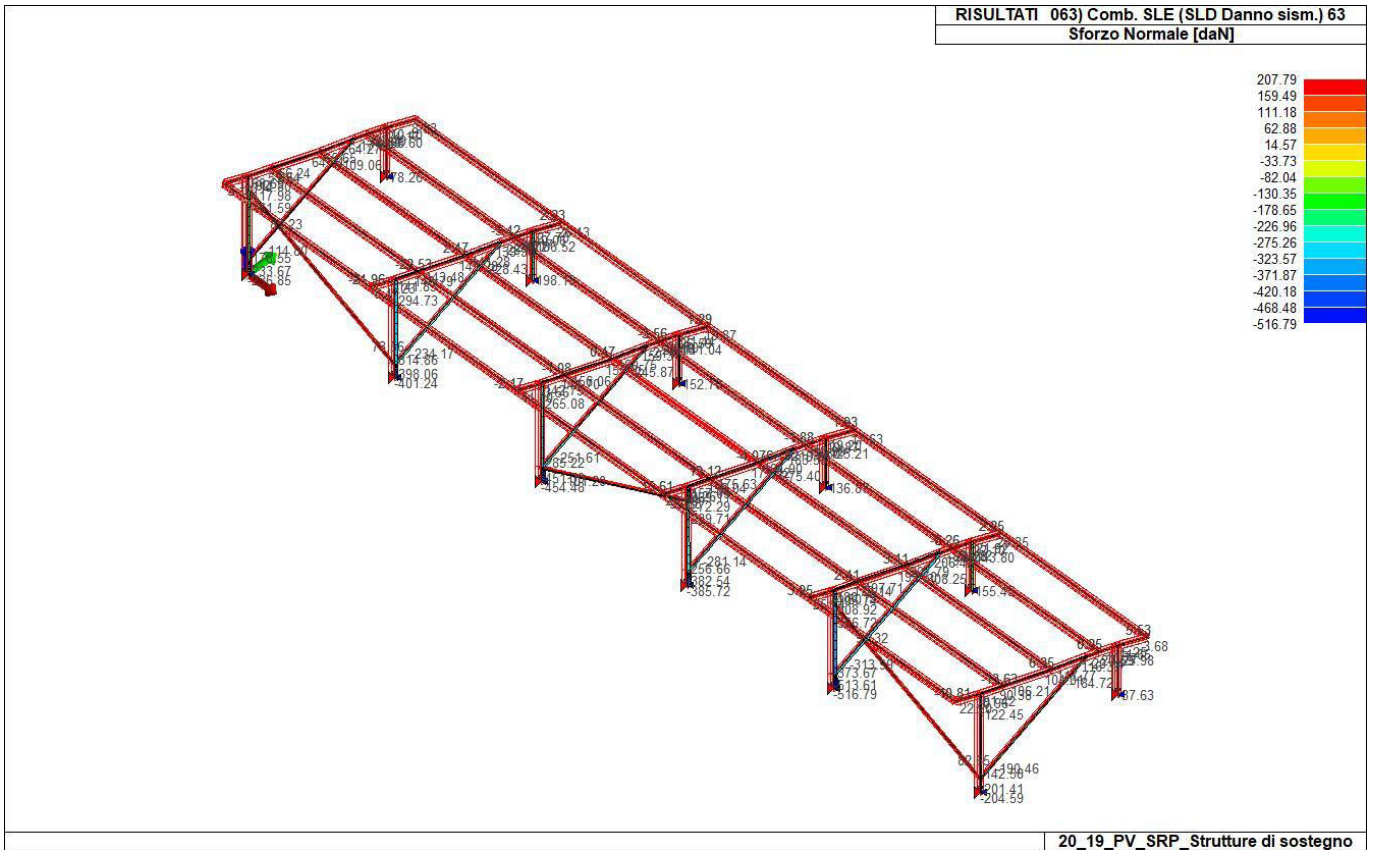
Società con Socio Unico

Strada Comunale delle Fonticelle SNC – Capannone 3 – 65015 Montesilvano (PE)

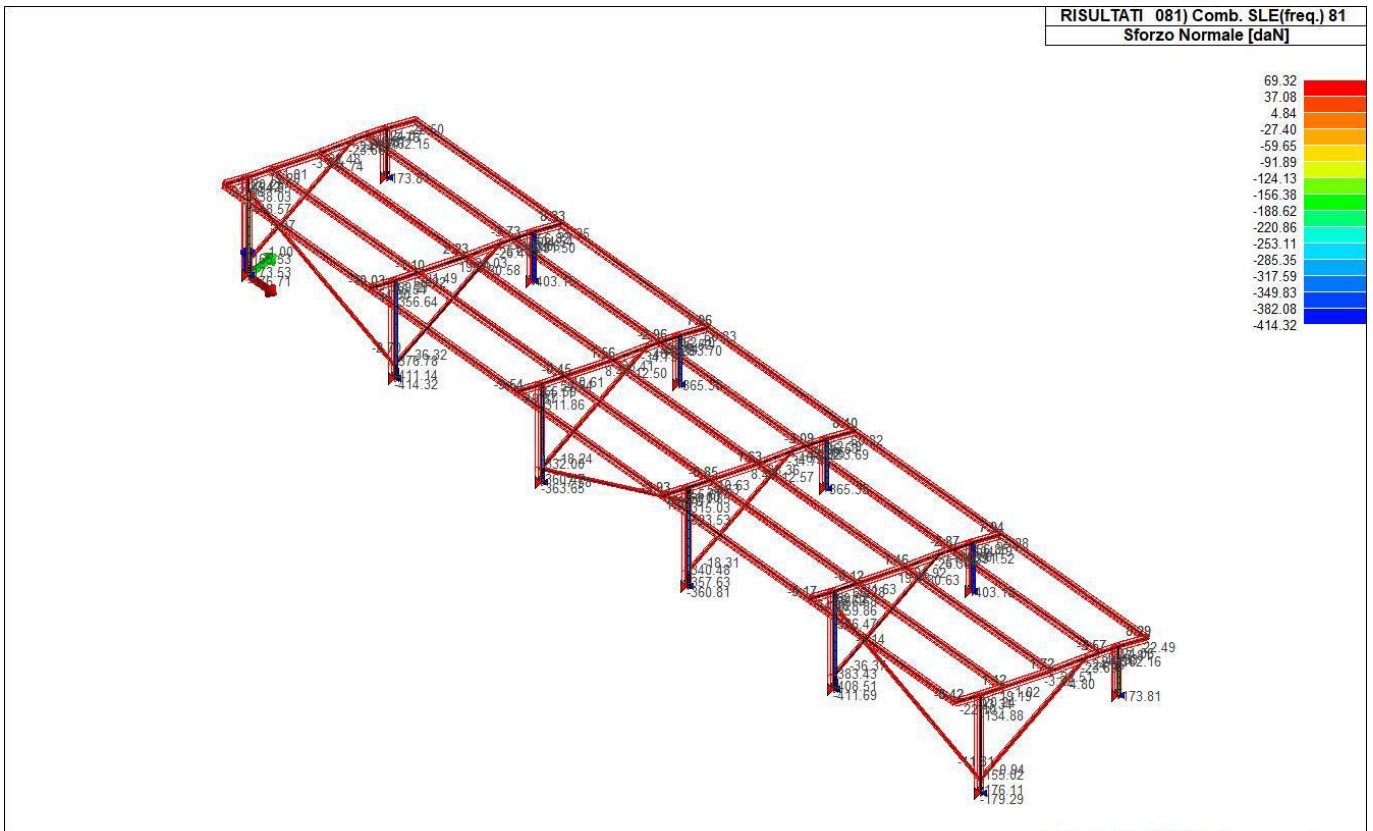
tel. + 39 0874 67618 – fax + 39 0874 1862021

P.Iva e C.F. 02248390680

# SOLAR PROJECT FARM



43\_RIS\_N\_063\_Comb. SLE (SLD Danno sism.) 63



43\_RIS\_N\_081\_Comb. SLE(freq.) 81

## SOLAR PROJECT FARM

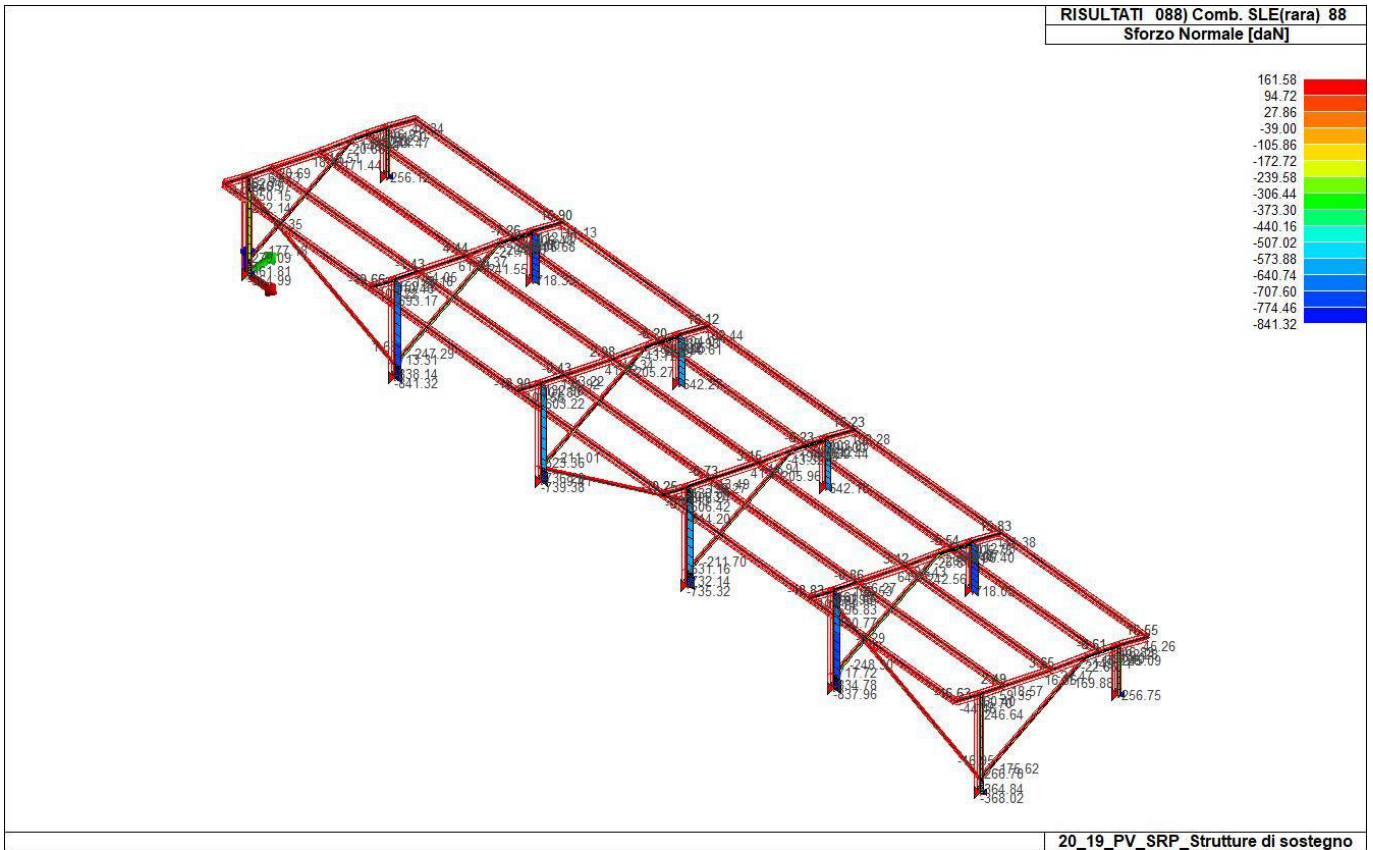
Società con Socio Unico

Strada Comunale delle Fonticelle SNC – Capannone 3 – 65015 Montesilvano (PE)

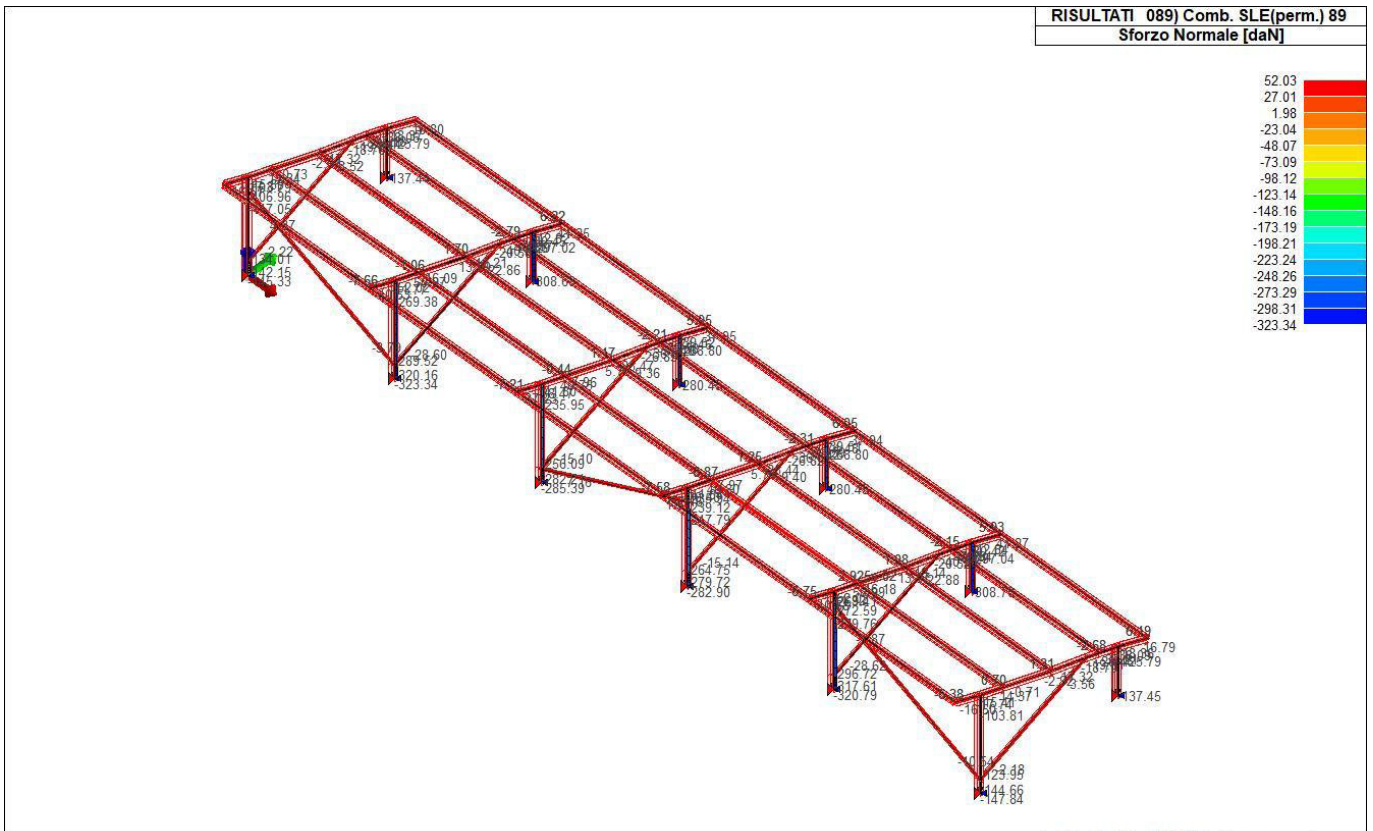
tel. + 39 0874 67618 – fax + 39 0874 1862021

P.Iva e C.F. 02248390680

# SOLAR PROJECT FARM



43\_RIS\_N\_088\_Comb. SLE(rara) 88



43\_RIS\_N\_089\_Comb. SLE(perm.) 89

## SOLAR PROJECT FARM

Società con Socio Unico

Strada Comunale delle Fonticelle SNC – Capannone 3 – 65015 Montesilvano (PE)

tel. + 39 0874 67618 – fax + 39 0874 1862021

P.Iva e C.F. 02248390680

**18 VERIFICHE PER ELEMENTI IN ACCIAIO****18.1 LEGENDA TABELLA VERIFICHE PER ELEMENTI IN ACCIAIO**

Il programma consente la verifica dei seguenti tipi di elementi:

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

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

*Ok:*                                  verifica con esito positivo

*NV:*                                  verifica con esito negativo

*Nr:*                                  verifica non richiesta.

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

Ai fini delle verifiche (come da D.M. 17 Gennaio 2018 e circolare 21 Gennaio 2019 n.7) i tipi elementi differiscono per i seguenti aspetti:

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

Ai fini delle verifiche per strutture dissipative (come da D.M. 17 Gennaio 2018 e 2018 e circolare 21 Gennaio 2019 n.7) per strutture intelaiate e a controventi concentrici) si considerano le verifiche del capitolo 4 con azioni amplificate e le verifiche del capitolo 7:

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

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

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

Azione	SEZIONI GENERICHE	PROFILI	PROFILI ACCOPPIATI
--------	-------------------	---------	--------------------

**SOLAR PROJECT FARM**

Società con Socio Unico

Strada Comunale delle Fonticelle SNC – Capannone 3 – 65015 Montesilvano (PE)

tel. + 39 0874 67618 – fax + 39 0874 1862021

P.Iva e C.F. 02248390680

## SOLAR PROJECT FARM

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

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

<b>Asta</b>	<b>Trave</b>	<b>Pilastro</b>	numero dell'elemento		
<b>Stato</b>			codice di verifica per resistenza, stabilità, svergolamento		
<b>Note</b>			sezione e materiali adottati per l'elemento		
<b>V N</b>			(ASTE) verifica come da par. 4.2.4.1.2 per punto (4.2.6) e (4.2.10)		
<b>V V/T</b>			(TRAVI E PILASTRI) verifica di resistenza come da par. 4.2.4.1.2 per azioni taglio-torsione (4.2.16 e 4.2.28)		
<b>V N/M</b>			(TRAVI E PILASTRI) verifica di resistenza come da par. 4.2.4.1.2 per azioni composte (4.2.33) con riduzione per taglio (4.2.40) ove richiesto		
<b>N</b>	<b>M3</b>	<b>M2</b>	<b>V2</b>	<b>V3</b>	<b>T</b>
<b>V stab</b>			(ASTE) verifica come da par. 4.2.4.1.3.1 per punto (4.2.41)		
<b>V stab</b>			(TRAVI E PILASTRI) verifica come da par. 4.2.4.1.3 per punti (C4.2.32) o (C4.2.36) (membrature inflesse e compresse senza/con presenza di instabilità flesso-torsionale)		
<b>BetaXL</b>	<b>B22xL</b>	<b>B33xL</b>	lunghezze libere di inflessione (se indicato riferiti al piano di normale 22 o 33 rispettivamente)		
<b>Snellezza</b>			snellezza massima		
<b>Classe</b>			classe del profilo		
<b>Chi mn</b>			coefficiente di riduzione (della capacità) per la modalità di instabilità pertinente		
<b>Rif. cmb</b>			combinazioni in cui si sono rispettivamente attinti i valori di verifica più elevati		
<b>V flst</b>			(TRAVI E PILASTRI) verifica di stabilità come da par. 4.2.4.1.3.2 per punto (4.2.48)		
<b>B1-1 x L</b>			Beta1-1 x L: interasse tra i ritegni torsionali		
<b>Chi LT</b>			coefficiente di riduzione (della capacità) per la modalità di instabilità flesso-torsionale		
<b>Snell adim</b>			Valore della snellezza adimensionale, utilizzato per il controllo previsto al par. 7.5.5		
<b>v.Omeg</b>			Valore del rapporto capacità/domanda per l' azione di interesse (momento per travi e azione assiale per aste) utilizzato per l' amplificazione delle azioni		
<b>f.Om. N</b>			Fattore di amplificazione delle azioni assiali per travi e colonne (prodotto di 1.1 x Omega x gamma rd materiale); utilizzato come specificato al par. 7.5.5		
<b>f.Om. T</b>			Fattore di amplificazione delle azioni (assiali, flettenti e taglianti) per colonne (prodotto di 1.1 x Omega x gamma rd materiale); utilizzato come specificato al par. 7.5.4		
<b>V.7.5.4</b>	<b>M Ed</b>	Verifica come prevista al punto 7.5.4 e valore dell' azione flettente			
<b>V.7.5.5</b>	<b>N Ed</b>	Verifica come prevista al punto 7.5.5 e valore dell' azione assiale			
<b>V.7.5.6</b>	<b>V Ed,G</b>	<b>V Ed,M</b>	Verifica come prevista al punto 7.5.6 e valore dei tagli dovuti ai carichi e alla capacità		
<b>V.7.5.10</b>	<b>V Ed</b>	Verifica come prevista al punto 7.5.10 e valore dell' azione di taglio			
<b>sovr. Xi (Xf, Yi, Yf)</b>			Valore della sovreresistenza come prevista al par. 7.5.4.2 (i valori non sono normalizzati pertanto saranno maggiori uguali a gamma rd in base alla classe di duttilità)		

### SOLAR PROJECT FARM

Società con Socio Unico

Strada Comunale delle Fonticelle SNC – Capannone 3 – 65015 Montesilvano (PE)

tel. + 39 0874 67618 – fax + 39 0874 1862021

P.Iva e C.F. 02248390680

# SOLAR PROJECT FARM

Nel caso in cui  $\lambda_{dS}$  sia minore di 0.2, oppure nel caso in cui la sollecitazione di calcolo  $N_{Ed}$  sia inferiore a  $0.04 N_{cr}$ , gli effetti legati ai fenomeni di instabilità sono trascurati, come da paragrafo 4.2.4.1.3.1

Con riferimento al Documento di Affidabilità "Test di validazione del software di calcolo PRO\_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO\_SAP Modulo Geotecnico, PRO\_CAD nodi acciaio e PRO\_MST" - versione Settembre 2014, disponibile per il download sul sito [www.2si.it](http://www.2si.it), si segnalano i seguenti esempi applicativi:

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

Trave	Stato	Note	V V/T	V N/M	V stab	Cl.	LamS 22	LamS 33	Snell.	Chi mn	V flst	LamS LT	Chi LT	Rif. cmb				
19	ok	s=2,m=12	0.03	0.19		4					0.17	8.83e-02	1.00	9,9,0,9				
20	ok	s=2,m=12	0.04	0.21		4					0.20	0.2	1.00	9,9,0,9				
21	ok	s=2,m=12	0.01	0.35		4					0.18	0.2	1.00	34,16,0,9				
...																		
94	ok	s=3,m=12	3.59e-03	0.12	0.58	3	3.6	1.8	313.4	0.07	0.21	0.1	1.00	41,21,21,0				
<b>Trave</b>			<b>V V/T</b>	<b>V N/M</b>	<b>V stab</b>		<b>LamS 22</b>	<b>LamS 33</b>	<b>Snell.</b>	<b>Chi mn</b>	<b>V flst</b>	<b>LamS LT</b>	<b>Chi LT</b>					
			0.11	0.88	0.65		3.61	1.84	313.44	0.07	0.71	0.19	1.00					
<b>Trave</b>	<b>v.Omeg</b>	<b>f.Om. N</b>	<b>Stato</b>	<b>V N/M</b>	<b>V stab</b>	<b>Rif. cmb</b>	<b>V[7.5.4]</b>	<b>M Ed</b>	<b>V[7.5.5]</b>	<b>N Ed</b>	<b>V[7.5.6]</b>	<b>V Ed,G</b>	<b>V Ed,M</b>					
								daN cm		daN		daN	daN					
19							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
20							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
21							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
...																		
94							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
<b>Trave</b>	<b>v.Omeg</b>			<b>V N/M</b>	<b>V stab</b>		<b>V[7.5.4]</b>	<b>M Ed</b>	<b>V[7.5.5]</b>	<b>N Ed</b>	<b>V[7.5.6]</b>	<b>V Ed,G</b>	<b>V Ed,M</b>					
							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
<b>Pilas.</b>	<b>Stato</b>	<b>Note</b>	<b>V V/T</b>	<b>V N/M</b>	<b>V stab</b>	<b>Cl.</b>	<b>LamS 22</b>	<b>LamS 33</b>	<b>Snell.</b>	<b>Chi mn</b>	<b>V flst</b>	<b>LamS LT</b>	<b>Chi LT</b>	<b>Rif. cmb</b>				
1	ok	s=1,m=12	0.07	0.33		4					0.17	5.32e-02	1.00	18,4,0,15				
2	ok	s=1,m=12	6.63e-03	0.27	0.08	4	2.0	0.8	174.1	0.20	0.04	0.3	0.94	34,34,9,17				
3	ok	s=1,m=12	0.05	0.50		4					0.04	5.77e-02	1.00	31,31,0,21				
...																		
97	ok	s=1,m=12	9.50e-03	0.28	0.22	4	1.7	0.7	146.6	0.26	0.09	0.2	0.99	21,40,0,21				
<b>Pilas.</b>			<b>V V/T</b>	<b>V N/M</b>	<b>V stab</b>		<b>LamS 22</b>	<b>LamS 33</b>	<b>Snell.</b>	<b>Chi mn</b>	<b>V flst</b>	<b>LamS LT</b>	<b>Chi LT</b>					
			0.07	0.53	0.28		2.01	0.79	174.09	0.20	0.17	0.29	0.93					
<b>Pilas.</b>	<b>f.Om. N</b>	<b>f.Om. T</b>	<b>Stato</b>	<b>V V/T</b>	<b>V N/M</b>	<b>V stab</b>	<b>V flst</b>	<b>Rif. cmb</b>	<b>V[7.5.10]</b>	<b>V Ed</b>	<b>sovr.</b>	<b>Xi</b>	<b>sovr.</b>	<b>Xf</b>	<b>sovr.</b>	<b>Yi</b>	<b>sovr.</b>	<b>Yf</b>
										daN								
1	0.0	0.0	ok	0.0	0.0			0,0,0,0										
2	0.0	0.0	ok	0.0	0.0			0,0,0,0										
3	0.0	0.0	ok	0.0	0.0			0,0,0,0										
...																		
97	0.0	0.0	ok	0.0	0.0			0,0,0,0										
<b>Pilas.</b>				<b>V V/T</b>	<b>V N/M</b>	<b>V stab</b>	<b>V flst</b>	<b>V[7.5.10]</b>	<b>V Ed</b>	<b>sovr.</b>	<b>Xi</b>	<b>sovr.</b>	<b>Xf</b>	<b>sovr.</b>	<b>Yi</b>	<b>sovr.</b>	<b>Yf</b>	
				0.0	0.0													

## SOLAR PROJECT FARM

Società con Socio Unico

Strada Comunale delle Fonticelle SNC – Capannone 3 – 65015 Montesilvano (PE)

tel. + 39 0874 67618 – fax + 39 0874 1862021

P.Iva e C.F. 02248390680

## 19 STATI LIMITE D' ESERCIZIO ACCIAIO

### 19.1 LEGENDA TABELLA STATI LIMITE D' ESERCIZIO ACCIAIO

In tabella vengono riportati i valori di interesse per il controllo degli stati limite d'esercizio.

In particolare vengono riportati, per gli elementi trave, i risultati relativi alle combinazioni considerate (rare o caratteristiche).

I valori di interesse sono i seguenti:

<b>f*1000/L</b>	massima deformazione normalizzata in combinazioni rare
-----------------	--

Si precisa che i valori di massima deformazione per travi sono riferiti ai due piani locali (1-2 con momenti flettenti 3-3 e 1-3 con momenti flettenti 2-2).

Il valore riportato (massimo) è espresso in 1000/L per rendere agevole il confronto di più valori e in particolare di più range di valori ( ad esempio 2 rappresenta L/500, 4 L/250 e così via ).

Trave	f*1000/L	Trave	f*1000/L	Trave	f*1000/L	Trave	f*1000/L	Trave	f*1000/L	Trave	f*1000/L	Trave	f*1000/L
19	0.3	20	0.9	21	0.6	22	0.7	23	1.0	24	0.7	25	0.9
26	0.4	27	2.2	28	1.3	29	1.7	30	2.2	31	1.3	32	1.7
33	0.4	34	2.0	35	1.2	36	1.6	37	2.0	38	1.3	39	1.4
40	0.4	41	2.0	42	1.2	43	1.6	44	2.0	45	1.3	46	1.4
47	0.4	48	2.2	49	1.3	50	1.7	51	2.2	52	1.3	53	1.7
54	0.3	55	0.9	56	0.6	57	0.7	58	1.0	59	0.7	60	0.9
86	0.3	87	0.5	88	0.5	89	0.5	90	0.5	91	0.3	92	0.3
93	0.2	94	0.4										