

20_16_PV_ACEA_AGR_PAUR_B1RE_1_00	DICEMBRE 2021	RELAZIONE CALCOLI STRUTTURE	Ing. Giuseppe De Luca	Arch. Paola Pastore	Ing. Leonardo Filotico
N. ELABORATO	DATA EMISSIONE	DESCRIZIONE	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO

OGGETTO:

Progetto dell'impianto fotovoltaico denominato "Impianto Fotovoltaico Lentini agricolo" della potenza di 66.008,25 kWp con storage della potenza di 10.000 kW da realizzare nel comune di Lentini (SR)

COMMITTENTE:

LENTINI AGRICOLA s.r.l.
Via della Stazione di S. Pietro, 65
00165 Roma (RM)

TITOLO:

RS06REL0006A0
B1. PARTE SPECIALISTICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO
Relazione calcoli strutture

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria

direttore tecnico

Ph.D. Ing. LEONARDO FILOTICO

Sede Legale: Via dei Mille, 5 74024 Manduria
Sede Operativa: Z.I. Lotto 31 74020 San Marzano di S.G. (TA)
tel. 099 9574694 Fax 099 2222834 cell. 349.1735914
studio@projetto.eu
web site: www.projetto.eu



P.IVA: 02658050733



NOME FILE
20_16_PV_ACEA_AGR_PAUR_B1RE_1_00

SOSTITUISCE:

SOSTITUITO DA:

CARTA:
A4

SCALA:

ELAB.
RE.01

INDICE

1	DESCRIZIONE OPERA.....	4
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	5
3	MATERIALI IMPIEGATI E RESISTENZE DI CALCOLO	6
4	ANALISI DEI CARICHI	7
5	AZIONI SULLA STRUTTURA	8
5.1	CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI.....	8
5.2	AZIONE DEL VENTO	8
5.3	AZIONE SISMICA.....	9
6	DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI.....	14
7	MODELLO DI CALCOLO	16
8	VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI TRACKER A 28 MODULI	17
9	VERIFICA RESISTENZA ASTE METALLICHE.....	28
10	VERIFICHE GEOTECNICHE	44
11	CONCLUSIONI.....	45



Progetto dell'impianto fotovoltaico denominato "Impianto Fotovoltaico Lentini Agricolo" della potenza complessiva di 66.008,25 kWp con storage della potenza di 10.000 kW da realizzare nel Comune di Lentini (SR)

1 DESCRIZIONE OPERA.

La presente relazione illustra le strutture che andranno a sostenere i pannelli fotovoltaici previsti per il progetto di un impianto fotovoltaico di potenza di picco pari a 66,008 MWp in DC da installare nel territorio del comune di Lentini (SR).

Le strutture di supporto sono in acciaio zincato ancorata al terreno, nel dettaglio è previsto l'utilizzo di colonne in acciaio con profilo omega alle quali sono incernierate degli arcarecci di sezione scatolare e su quest'ultimi, si vincolano le aste di sezione omega che servono da sostegni ai pannelli fotovoltaici.



2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le fasi di analisi e verifica della struttura sono state condotte in accordo alle seguenti disposizioni normative:

- **Legge 5 novembre 1971 n. 1086** (G. U. 21 dicembre 1971 n. 321)

“Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”.

- **Legge 2 febbraio 1974 n. 64** (G. U. 21 marzo 1974 n. 76)

“Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.

Indicazioni progettive per le nuove costruzioni in zone sismiche a cura del Ministero per la Ricerca scientifica

Roma 1981.

- **D. M. Infrastrutture Trasporti 17/01/2018** (G.U. 20/02/2018 n. 42 - Suppl. Ord. n. 8)

“Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni”.

Inoltre, in mancanza di specifiche indicazioni, ad integrazione della norma precedente e per quanto con esse non in contrasto, sono state utilizzate le indicazioni contenute nelle seguenti norme:

- **Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.** (G.U. Serie Generale n. 35 del 11/02/2019 - Suppl. Ord. n. 5) Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

- **Eurocodice 3 - “Progettazione delle strutture in acciaio”** - EN 1993-1-1.

3 MATERIALI IMPIEGATI E RESISTENZE DI CALCOLO

Tutti i materiali strutturali impiegati devono essere muniti di marcatura "CE", ed essere conformi alle prescrizioni del "REGOLAMENTO (UE) N. 305/2011 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 9 marzo 2011", in merito ai prodotti da costruzione.

Per la realizzazione dell'opera in oggetto saranno impiegati i seguenti materiali:

Acciaio per carpenteria metallica

Le carpenterie metalliche come profili e piatti saranno del tipo:

		S 275 JR
Tensione caratteristica di rottura a trazione (per spessori $\leq 3\text{mm}$)	f_t [N/mm ²]	430,0
Tensione caratteristica di snervamento (per spessori $\leq 16\text{mm}$)	f_y [N/mm ²]	275,0

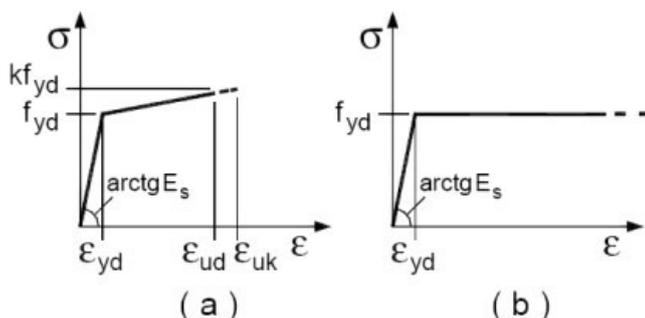


Figura 1 - Diagrammi di calcolo tensione/deformazione acciaio

4 ANALISI DEI CARICHI

La valutazione dei carichi è stata effettuata in accordo con le disposizioni del punto 3.1 del D.M. 2018. In particolare, è stato fatto utile riferimento alle Tabelle 3.1.I del D.M. 2018, per i pesi propri dei materiali.

La valutazione dei carichi permanenti è effettuata sulle dimensioni definitive.



5 AZIONI SULLA STRUTTURA

Le azioni sulla struttura in esame sono valute in accordo al capitolo 3 del D.M. 2018. In particolare sono presenti:

- Carichi permanenti strutturali e non strutturali;
- Azione del vento;
- Azione sismica.

Le azioni così ottenute sono opportunamente combinate tra loro in base alle combinazioni di carico indicate dalla norma di riferimento e riportate in dettaglio al §6 della presente. Da queste si ottengono i valori di progetto delle sollecitazioni da impiegare successivamente nelle verifiche. I calcoli e le verifiche sono condotti con il metodo semiprobabilistico degli stati limite secondo le indicazioni del D.M. 2018.

5.1 CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

Peso proprio dei pannelli fotovoltaici, ognuno dei quali avente peso di **250 N**.

5.2 AZIONE DEL VENTO

Zona	$V_{b,0}$ (m/s)	a_0 (m)	K_s
4	28	500	0.36

Categoria di esposizione	K_r	z_0 (m)	z_{min} (m)
2	0.19	0.05	4

Progetto dell'impianto fotovoltaico denominato "Impianto Fotovoltaico Lentini Agricolo" della potenza complessiva di 66.008,25 kWp con storage della potenza di 10.000 kW da realizzare nel Comune di Lentini (SR)

<u>Altitudine:</u>	$a_s = 72 \text{ m s.l.m.}$
<u>Distanza dalla costa:</u>	terra - entro 10 Km
<u>Classe di rugosità terreno:</u>	D
<u>Altezza manufatto:</u>	$h = 2.00 \text{ m}$
<u>Periodo di ritorno:</u>	$T_R = 50.0 \text{ anni} \Rightarrow$ $c_R = 0.75 \{1 - 0.2 \ln[-\ln(1 - 1/T_R)]\}^{0.5} = 1.00$
<u>Velocità di riferimento del vento:</u>	$V_b = c_a \cdot V_{b,0}$ con: $c_a = 1$ per $a_s \leq a_0$ $c_a = 1 + K_s \cdot (a_s/a_0 - 1)$ per $a_s > a_0$ $V_b = 28.000 \text{ m/s}$ $V_b(T_R) = c_R V_b = 28.021 \text{ m/s}$
<u>Coefficiente dinamico:</u>	$C_d = 1.00$
<u>Coefficiente di forma:</u>	$C_p = 1.20$
<u>Coefficiente di attrito:</u>	$C_f = 0.02$
<u>Coefficiente di topografia:</u>	$C_t = 1.00$
<u>Coefficiente di esposizione:</u>	$C_e(z) = K_r^2 C_t \ln(z/z_0) [7 + C_t \ln(z/z_0)]$ per $z \geq z_{min}$ $C_e(z) = C_e(z_{min})$ per $z < z_{min}$ $C_e(z) = 1.80$

PROJETTO engineering s.r.l.

Relazione calcoli strutture

società d'ingegneria

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Cap. Soc. 119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
Partita Iva : 02658050733
Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
Tel 099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914



SR EN ISO 9001:2015
Certificate No. Q204



SR EN ISO 14001:2015
Certificate No. E145



SR EN ISO 45001:2018
Certificate No. OHS97

Progetto dell'impianto fotovoltaico denominato "Impianto Fotovoltaico Lentini Agricolo" della potenza complessiva di 66.008,25 kWp con storage della potenza di 10.000 kW da realizzare nel Comune di Lentini (SR)

Le azioni del vento si traducono in pressioni (positive) e depressioni (negative) agenti normalmente alla superficie degli elementi che compongono la costruzione. La pressione agente su un singolo elemento è data dall'espressione:

$$p = q_b C_e C_p C_d = 1060.27 \text{ Pa}$$

dove:

$$q_b = 1/2 r v_b^2 \quad \text{e' la pressione cinetica di riferimento;}$$

$$r = 1,25 \text{ kg/m}^3 \quad \text{e' la densita' dell'aria}$$

L'azione tangente per unità di superficie parallela alla direzione del vento è:

$$p_f = q_b C_e C_f = 17.67 \text{ Pa}$$

PROJETTO engineering s.r.l.

Relazione calcoli strutture

società d'ingegneria

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Cap. Soc. 119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
Partita Iva : 02658050733
Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
Tel 099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914



SR EN ISO 9001:2015
Certificate No. Q204



SR EN ISO 14001:2015
Certificate No. E145



SR EN ISO 45001:2018
Certificate No. OH597

5.3 AZIONE SISMICA

L'azione sismica è stata valutata in conformità alle indicazioni riportate al §3.2 del D.M. 2018 "Norme tecniche per le Costruzioni".

Tabella 9 - Coordinate sito

Latitudine	Longitudine	Altitudine
[°]	[°]	[m]
37.30039	14.89561	72
37.35021	14.96051	62

L'opera in oggetto è stata progettata per una **Vita Nominale** pari a **50** e per **Classe d'Uso** pari a 2.

In base alle indagini geognostiche effettuate si è classificato il **suolo** di fondazione di **categoria B**, cui corrispondono i seguenti valori per i parametri necessari alla costruzione degli spettri di risposta orizzontale e verticale:

Spettro: **SpettroNT_2018**

Il calcolo degli spettri e del fattore di comportamento sono stati calcolati per la seguente tipologia di terreno e struttura.

Progetto dell'impianto fotovoltaico denominato "Impianto Fotovoltaico Lentini Agricolo" della potenza complessiva di 66.008,25 kWp con storage della potenza di 10.000 kW da realizzare nel Comune di Lentini (SR)

Spettro: **SpettroNT_2018**

Il calcolo degli spettri e del fattore di comportamento sono stati calcolati per la seguente tipologia di terreno e struttura.

Vita della struttura	
Tipo	Opere ordinarie (50-100)
Vita nominale VN [anni]	50.0
Classe d'uso	II
Coefficiente d'uso CU	1.000
Periodo di riferimento VR [anni]	50.000
Probabilità di superamento PVR allo Stato limite di esercizio - SLD	63.0%
Probabilità di superamento PVR allo Stato limite ultimo - SLV	10.0%
Periodo di ritorno TR SLD [anni]	50.0
Periodo di ritorno TR SLV [anni]	475.0
Parametri del sito	
Comune	Unnamed Road, 96016 Lentini SR, Italia
Longitudine	14.9961
Latitudine	37.2838
Id reticolo del sito	48753-48975-48976-48754
Valori di riferimento del sito	
Accelerazione orizzontale massima del sito Ag/g - SLD (TR=50.0)	0.0688
Fattore di amplificazione dello spettro Fo - SLD (TR=50.0)	2.4905
Periodo di riferimento di inizio del tratto a velocità costante T*C [s] - SLD (TR=50.0)	0.268
Accelerazione orizzontale massima del sito Ag/g - SLV (TR=475.0)	0.2663
Fattore di amplificazione dello spettro Fo - SLV (TR=475.0)	2.2700

PROJETTO engineering s.r.l.

Relazione calcoli strutture

società d'ingegneria

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
 Cap. Soc. 119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
 Partita Iva : 02658050733
 Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
 Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
 Tel099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914



SR EN ISO 9001:2015
 Certificate No. Q204



SR EN ISO 14001:2015
 Certificate No. E145



SR EN ISO 45001:2018
 Certificate No. OH597

Progetto dell'impianto fotovoltaico denominato "Impianto Fotovoltaico Lentini Agricolo" della potenza complessiva di 66.008,25 kWp con storage della potenza di 10.000 kW da realizzare nel Comune di Lentini (SR)

Periodo di riferimento di inizio del tratto a velocità costante T*C [s] - SLV (TR=475.0)	0.420
Coefficiente Amplificazione Topografica St	1.000
Categoria terreno	B
Stato limite SLV	
Coefficiente di amplificazione stratigrafica Ss	1.16
Periodo di inizio del tratto ad accelerazione costante dello spettro TB [s]	0.18
Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro TC [s]	0.55
Periodo di inizio del tratto a spostamento costante dello spettro TD [s]	2.67
Stato limite SLD	
Coefficiente di amplificazione stratigrafica Ss	1.20
Periodo di inizio del tratto ad accelerazione costante dello spettro TB [s]	0.13
Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro TC [s]	0.38
Periodo di inizio del tratto a spostamento costante dello spettro TD [s]	1.88
Fattore di comportamento (SLV)	
Classe duttilità	B
Tipo struttura	Acciaio
Fattore di riduzione per regolarità in altezza Kr- Struttura non regolare	0.800000
Fattore di riduzione per rottura pareti Kw	1.000
Regolare in pianta	SI
Coefficiente moltiplicativo Ce - struttura a telaio, a pareti accoppiate e miste	3.000
Au/A1 - Telaio + piani + campate	1.300
Fattore di comportamento $q = Kw*Kr*q0=Kw*Kr*Ce*Au/A1$	3.120
Fattore di comportamento (SLD)	
q	1.500

Progetto dell'impianto fotovoltaico denominato "Impianto Fotovoltaico Lentini Agricolo" della potenza complessiva di 66.008,25 kWp con storage della potenza di 10.000 kW da realizzare nel Comune di Lentini (SR)

T SLV [s]	Sd SLV[a/g]	T SLD [s]	Sd SLD[a/g]
0.00000	0.30845	0.00000	0.08262
0.18318	0.22442	0.12770	0.13717
0.54953	0.22442	0.38310	0.13717
0.74187	0.16624	0.56964	0.09225
0.93422	0.13201	0.75618	0.06950
1.12656	0.10947	0.94271	0.05574
1.31891	0.09351	1.12925	0.04654
1.51125	0.08161	1.31578	0.03994
1.70359	0.07239	1.50232	0.03498
1.89594	0.06505	1.68885	0.03112
2.08828	0.05906	1.87539	0.02802
2.28062	0.05408	2.11146	0.02211
2.47297	0.05327	2.34752	0.01788
2.66531	0.05327	2.58359	0.01476
2.88776	0.05327	2.81966	0.01377
3.11021	0.05327	3.05573	0.01377
3.33266	0.05327	3.29180	0.01377
3.55510	0.05327	3.52786	0.01377
3.77755	0.05327	3.76393	0.01377
4.00000	0.05327	4.00000	0.01377

PROJETTO engineering s.r.l.

Relazione calcoli strutture

società d'ingegneria

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
 Cap. Soc. 119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
 Partita Iva : 02658050733
 Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
 Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
 Tel099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914



SR EN ISO 9001:2015
 Certificate No. Q204



SR EN ISO 14001:2015
 Certificate No. E145



SR EN ISO 45001:2018
 Certificate No. OHS97

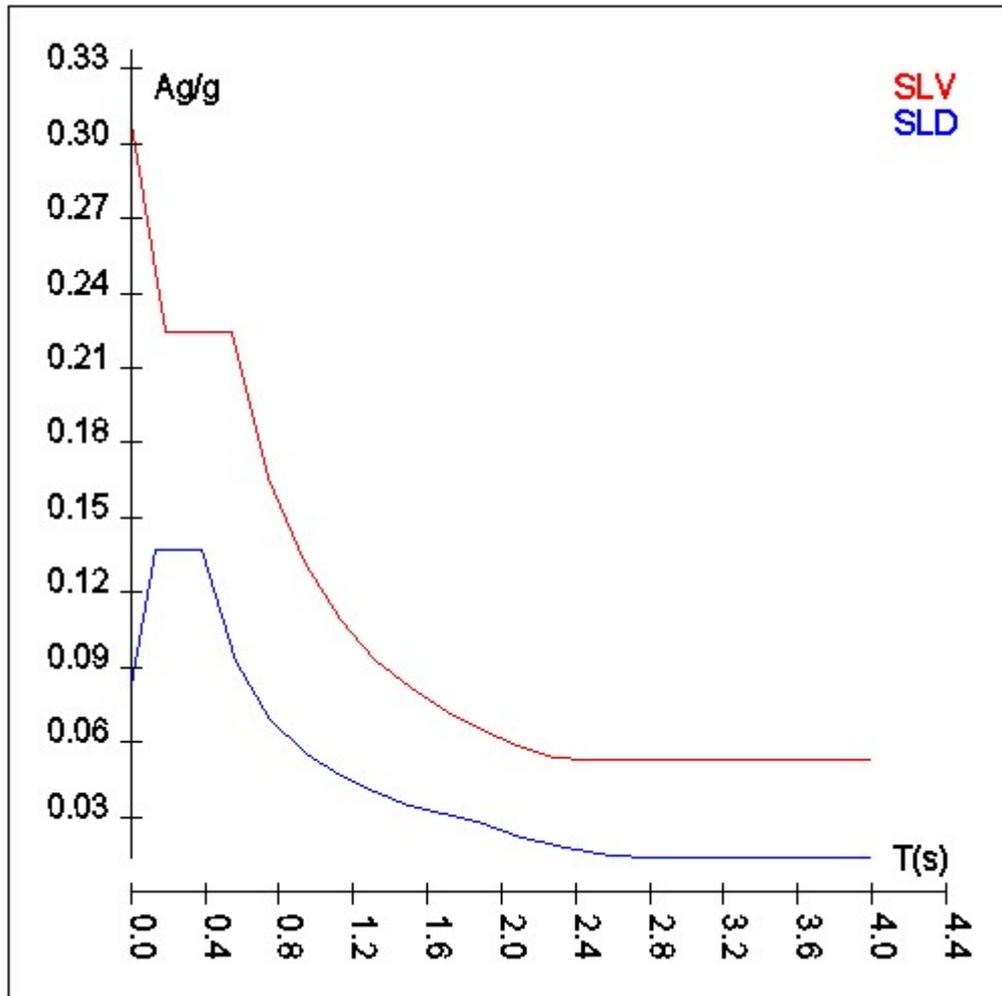


Figura 2 - Grafico spettri

6 DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI

Le azioni sulla costruzione sono state combinate 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.

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

Combinazione fondamentale SLU

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

Combinazione caratteristica (rara) SLE

$$G_{1k} + G_{2k} + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione

e frequente

SLE

$$G_{1k} + G_{2k} + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione quasi permanente SLE

$$G_{1k} + G_{2k} + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

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

$$E + G_{1k} + G_{2k} + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

Le verifiche strutturali e geotecniche delle fondazioni sono state effettuate con l'**Approccio 2** attraverso la combinazione **A1+M1+R3**.

Progetto dell'impianto fotovoltaico denominato "Impianto Fotovoltaico Lentini Agricolo" della potenza complessiva di 66.008,25 kWp con storage della potenza di 10.000 kW da realizzare nel Comune di Lentini (SR)

I valori di resistenza del terreno sono stati ridotti tramite i coefficienti della colonna M1 definiti nella Tab. 6.2.II del D.M. 2018.

I valori calcolati delle resistenze totali dell'elemento strutturale sono stati divisi per i coefficienti R3 della Tab. 6.4.I del D.M. 2018 per le fondazioni superficiali.

PROJETTO engineering s.r.l.

Relazione calcoli strutture

società d'ingegneria

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Cap. Soc. 119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
Partita Iva : 02658050733
Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
Tel099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914



SR EN ISO 9001:2015
Certificate No. Q204



SR EN ISO 14001:2015
Certificate No. E145



SR EN ISO 45001:2018
Certificate No. OH597

7 MODELLO DI CALCOLO

Le verifiche strutturali preliminari sono state condotte utilizzando un modello di calcolo composto da elementi beam, simulanti il comportamento delle membrature componenti.

Nel dettaglio, per i pali di supporto della struttura si è considerato un incastro per i nodi inferiori. Per gli arcarecci longitudinali sono state modellate come aste libere all'estremità, e irrigidite nel nodo interno trave pilastro, per tenere conto della piastra di collegamento.

Il modello della struttura viene creato automaticamente dal codice di calcolo, individuando i vari elementi strutturali e fornendo le loro caratteristiche geometriche e meccaniche.

Qui di seguito si riportano i modelli suddivisi per tipologia (*14 o 18 moduli*).

Poiché la il carico da vento risulta essere la condizione più gravosa si riportano gli schemi dell'andamento delle deformate e delle tensioni relative alla condizione peggiorativa.

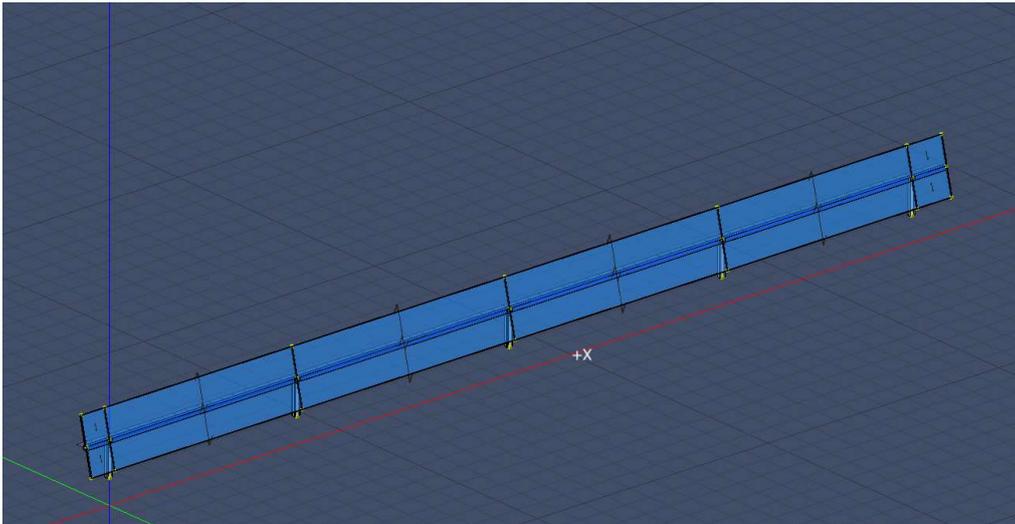


Progetto dell'impianto fotovoltaico denominato "Impianto Fotovoltaico Lentini Agricolo" della potenza complessiva di 66.008,25 kWp con storage della potenza di 10.000 kW da realizzare nel Comune di Lentini (SR).

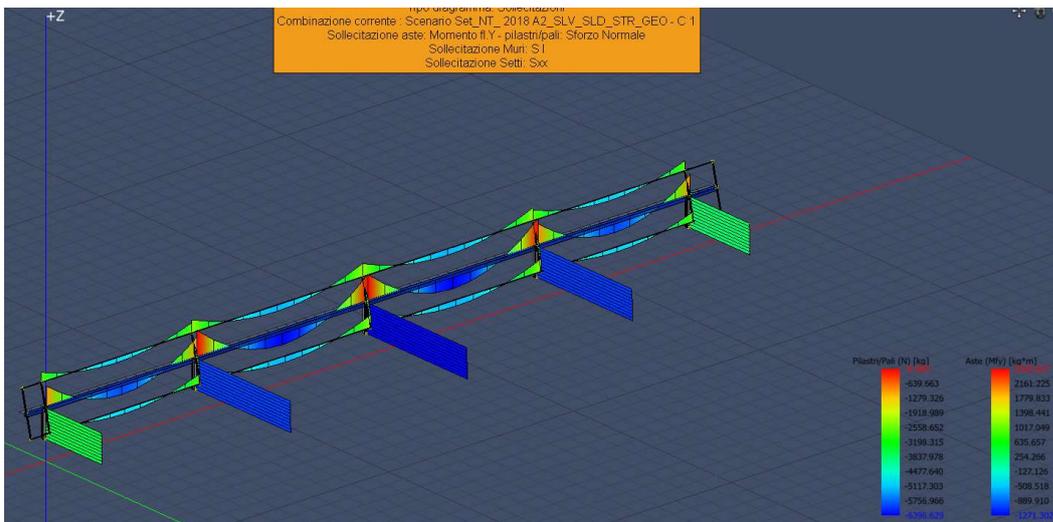
8 VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI TRACKER A 28 MODULI



Progetto dell'impianto fotovoltaico denominato "Impianto Fotovoltaico Lentini Agricolo" della potenza complessiva di 66.008,25 kWp con storage della potenza di 10.000 kW da realizzare nel Comune di Lentini (SR).

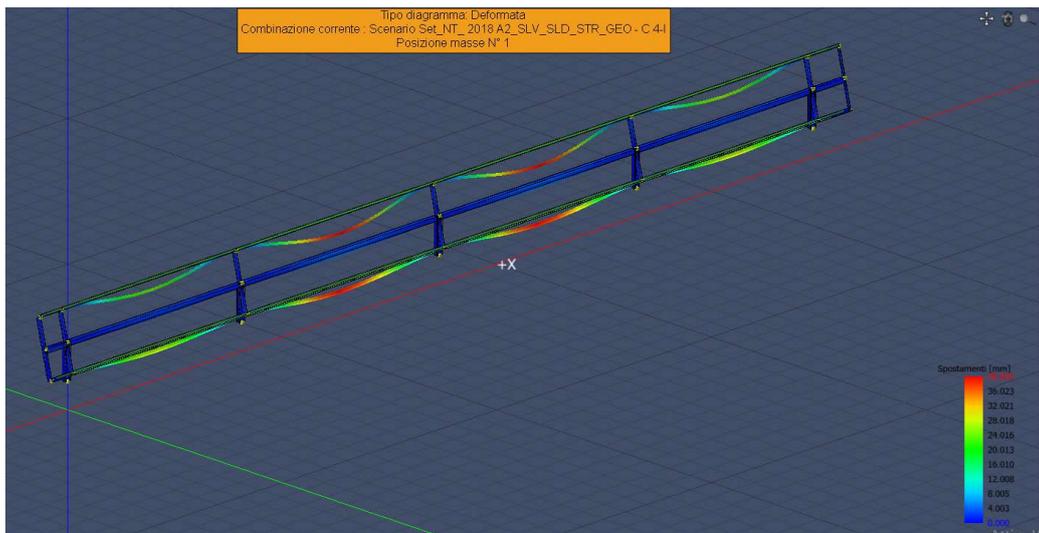


Struttura Tracker a 28 moduli



Andamento tensioni struttura Tracker a 28 moduli (azione vento)

Progetto dell'impianto fotovoltaico denominato "Impianto Fotovoltaico Lentini Agricolo" della potenza complessiva di 66.008,25 kWp con storage della potenza di 10.000 kW da realizzare nel Comune di Lentini (SR).



Deformata Struttura Tracker a 28 moduli (azione vento)

Progetto dell'impianto fotovoltaico denominato "Impianto Fotovoltaico Lentini Agricolo" della potenza complessiva di 66.008,25 kWp con storage della potenza di 10.000 kW da realizzare nel Comune di Lentini (SR).

Verifica Stabilità aste Metalliche

Scenario di calcolo: **Set_NT_2018 A2_SLV_SLD_STR_GEO**

Simbologia

L [cm] Lunghezza teorica elemento (da nodo a nodo)

Ln1 [cm] Luce libera nella direzione principale 1 dell'elemento

Ln2 [cm] Luce libera nella direzione principale 2 dell'elemento

Sez. G Sezione Generica (Sigla)

fyd [kg/cmq] Tensione di progetto snervamento acciaio

ft [kg/cmq] Tensione di rottura acciaio

gM Coefficiente di sicurezza acciaio

N [kg] Sforzo Normale massimo

My [kg*m] My massimo

Mz [kg*m] Mz massimo

NRk [kg] :A*fy, Resistenza caratteristica instabilità a compressione (¹)

MyRk [kg*m] :Wy*fy, Momento resistente caratteristico all'instabilità in direzione Y (¹)

MzRk [kg*m] :Wz*fy, Momento resistente caratteristico all'instabilità in direzione Z (¹)

Iy Snellezza in direzione y

Iz Snellezza in direzione z

cy Coefficiente di riduzione per la presso flessione dir y

cz Coefficiente di riduzione per la presso flessione dir z

cLT Coefficiente di riduzione per la instabilità flesso-torsionale, il coefficiente è applicato al termine relativo all'asse forte

kyy,kyz

Progetto dell'impianto fotovoltaico denominato "Impianto Fotovoltaico Lentini Agricolo" della potenza complessiva di 66.008,25 kWp con storage della potenza di 10.000 kW da realizzare nel Comune di Lentini (SR).

kzy,kzz Coefficienti di interazione per l'instabilità (cfr. EC3 Annex B, tab B1 e B2, e cfr. Circ.NTC tab. C4.2.IV e C4.2.V)

Myeq [kg*m] My equivalente uguale a $kyy*My$ oppure $kzy*My$

Mzeq [kg*m] Mz equivalente uguale a $kyz*Mz$ oppure $kzz*Mz$

NRd [kg] :Resistenza instabilità a compressione ⁽²⁾

MyRd [kg*m] :Momento resistente all'instabilità in direzione Y ⁽²⁾

MzRd [kg*m] :Momento resistente all'instabilità in direzione Z ⁽²⁾

SF Ccoefficiente di sicurezza (asta verificata se ≥ 1)

Comb Combinazione di carico: quando Comb non è sismica è individuata dal codice [C], quando è sismica è individuata dal codice [(Cx+Cy) Cm Sc].

- C Individua la Combinazione di Carico non sismica (1, 2, ecc. come da scenario);

- Cx Individua la Combinazione di Carico sismica in direzione x (SismaX, come da scenario);

- Cy Individua la Combinazione di Carico sismica in direzione y (SismaY, come da scenario);

- Cm Individua la Combinazione spostamento masse (I, II, III, IV, V, ecc. come da Combinazioni Sisma in Spostamento masse impalcato);

- Sc Individua la sottocombinazione ottenuta mediante la permutazione dei segni (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8):

1) $Sc = + SismaZ*fz + SismaX*fx + SismaY*fy$

2) $Sc = + SismaZ*fz + SismaX*fx - SismaY*fy$

3) $Sc = + SismaZ*fz - SismaX*fx + SismaY*fy$

4) $Sc = + SismaZ*fz - SismaX*fx - SismaY*fy.$

5) $Sc = - SismaZ*fz + SismaX*fx + SismaY*fy$

6) $Sc = - SismaZ*fz + SismaX*fx - SismaY*fy$

7) $Sc = - SismaZ*fz - SismaX*fx + SismaY*fy$

8) $Sc = - SismaZ*fz - SismaX*fx - SismaY*fy.$

Progetto dell'impianto fotovoltaico denominato "Impianto Fotovoltaico Lentini Agricolo" della potenza complessiva di 66.008,25 kWp con storage della potenza di 10.000 kW da realizzare nel Comune di Lentini (SR).

Le ultime quattro sono assenti quando non è richiesto il contributo del sisma in direzione verticale. Le combinazioni delle azioni sismiche così ottenute vengono combinate con i carichi verticali (come da scenario).



Progetto dell'impianto fotovoltaico denominato "Impianto Fotovoltaico Lentini Agricolo" della potenza complessiva di 66.008,25 kWp con storage della potenza di 10.000 kW da realizzare nel Comune di Lentini (SR).

Note:

(1) Y è l'asse forte della sezione, e Z l'asse debole della sezione; i valori da utilizzare per le resistenze sono $N_{Rk}=f_y \cdot A$, $M_{yRk}=f_y \cdot W_y$, $M_{zRk}=f_y \cdot W_z$ dove:

Classe	1	2	3	4
A	A	A	A	A,eff
W_y	$W_{pl,y}$	$W_{pl,y}$	$W_{el,y}$	$W_{el,y,eff}$
W_z	$W_{pl,z}$	$W_{pl,z}$	$W_{el,z}$	$W_{el,z,eff}$

(2) Le equazioni di verifica, le azioni e le resistenze di progetto sono date dalle seguenti equazioni:

Progetto dell'impianto fotovoltaico denominato "Impianto Fotovoltaico Lentini Agricolo" della potenza complessiva di 66.008,25 kWp con storage della potenza di 10.000 kW da realizzare nel Comune di Lentini (SR).

$$\frac{N_{ed}}{\chi_y N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{yRk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed}}{\gamma_{M1}} \leq 1$$

$$\frac{N_{ed}}{\chi_z N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{yRk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed}}{\gamma_{M1}} \leq 1$$

$$N_{Rdy} = \frac{\chi_y N_{Rk}}{\gamma_{M1}} \quad M_{yRd} = \frac{\chi_{LT} M_{yRk}}{\gamma_{M1}} \quad M_{zRd} = \frac{M_{yRk}}{\gamma_{M1}}$$

$$M_{yyEq} = k_{yy} M_{y,Ed} \quad M_{yzEq} = k_{yz} M_{z,Ed}$$

$$M_{zyEq} = k_{zy} M_{y,Ed} \quad M_{zzEq} = k_{zz} M_{z,Ed}$$

$$\frac{N_{ed}}{N_{Rdy}} + \frac{M_{yyEq}}{M_{yRd}} + \frac{M_{yzEq}}{M_{zRd}} \leq 1$$

$$\frac{N_{ed}}{N_{Rdz}} + \frac{M_{zyEq}}{M_{yRd}} + \frac{M_{zzEq}}{M_{zRd}} \leq 1$$

Progetto dell'impianto fotovoltaico denominato "Impianto Fotovoltaico Lentini Agricolo" della potenza complessiva di 66.008,25 kWp con storage della potenza di 10.000 kW da realizzare nel Comune di Lentini (SR).

Asta: 1 [1,2] Sez. G: OMCF 160x160x50x6 L=140.0 cm Ln1=140.0 cm Ln2=140.0 cm Crit.: Acciaio_CompSemp $\gamma_M=1.05$ $f_{yk}/\gamma_M=2619$ kg/cmq $f_t=4300$ kg/cmq :**Verificato**

SF_λ=8.540

N	My	Mz	NRk	MyRk	MzRk	λY	λZ	χY	χZ	χLT	kyy	kyz	kzy	kzz
kg	kg*m	kg*m	kg	kg*m	kg*m									
-3777	0	0	88341	6184	4762	19	23	0.65 2	0.65 2	--	1.04 2	0.62 5	0.62 5	1.04 2

Cls	Dir	N	Myeq	Mzeq	NRd	MyRd	MzRd	Comb.	SF
		kg	kg*m	kg*m	kg	kg*m	kg*m		
1	Y	3777	0	0	54870	5889	4535	2	15
1	Z	3777	0	0	54870	5889	4535	2	15

Asta: 2 [101,3] Sez. G: OMCF 160x160x50x6 L=140.0 cm Ln1=140.0 cm Ln2=140.0 cm Crit.: Acciaio_CompSemp $\gamma_M=1.05$ $f_{yk}/\gamma_M=2619$ kg/cmq $f_t=4300$ kg/cmq :**Verificato**

SF_λ=8.540

N	My	Mz	NRk	MyRk	MzRk	λY	λZ	χY	χZ	χLT	kyy	kyz	kzy	kzz
kg	kg*m	kg*m	kg	kg*m	kg*m									
-6364	0	0	88341	6184	4762	19	23	0.65 2	0.65 2	--	1.07 1	0.64 3	0.64 3	1.07 1

Cls	Dir	N	Myeq	Mzeq	NRd	MyRd	MzRd	Comb.	SF
		kg	kg*m	kg*m	kg	kg*m	kg*m		
1	Y	6364	0	0	54870	5889	4535	2	8.6
1	Z	6364	0	0	54870	5889	4535	2	8.6

Progetto dell'impianto fotovoltaico denominato "Impianto Fotovoltaico Lentini Agricolo" della potenza complessiva di 66.008,25 kWp con storage della potenza di 10.000 kW da realizzare nel Comune di Lentini (SR).

Asta: 3 [201,4] Sez. G: OMCF 160x160x50x6 L=140.0 cm Ln1=140.0 cm Ln2=140.0 cm Crit.: Acciaio_CompSemp $\gamma_M=1.05$ $f_{yk}/\gamma_M=2619$ kg/cmq $f_t=4300$ kg/cmq :**Verificato**

SF_λ=8.540

N	My	Mz	NRk	MyRk	MzRk	λY	λZ	χY	χZ	χLT	kyy	kyz	kzy	kzz
kg	kg*m	kg*m	kg	kg*m	kg*m									
-6735	0	0	88341	6184	4762	19	23	0.65 2	0.65 2	--	1.07 6	0.64 5	0.64 5	1.07 6

26

Cls	Dir	N	Myeq	Mzeq	NRd	MyRd	MzRd	Comb.	SF
		kg	kg*m	kg*m	kg	kg*m	kg*m		
1	Y	6735	0	0	54870	5889	4535	2	8.1
1	Z	6735	0	0	54870	5889	4535	2	8.1

Asta: 4 [301,5] Sez. G: OMCF 160x160x50x6 L=140.0 cm Ln1=140.0 cm Ln2=140.0 cm Crit.: Acciaio_CompSemp $\gamma_M=1.05$ $f_{yk}/\gamma_M=2619$ kg/cmq $f_t=4300$ kg/cmq :**Verificato**

SF_λ=8.540

N	My	Mz	NRk	MyRk	MzRk	λY	λZ	χY	χZ	χLT	kyy	kyz	kzy	kzz
kg	kg*m	kg*m	kg	kg*m	kg*m									
-6395	0	0	88341	6184	4762	19	23	0.65 2	0.65 2	--	1.07 2	0.64 3	0.64 3	1.07 2

Cls	Dir	N	Myeq	Mzeq	NRd	MyRd	MzRd	Comb.	SF
		kg	kg*m	kg*m	kg	kg*m	kg*m		
1	Y	6395	0	0	54870	5889	4535	2	8.6
1	Z	6395	0	0	54870	5889	4535	2	8.6

PROJETTO engineering s.r.l.
società d'ingegneria

RELAZIONE DESCRITTIVA

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Cap. Soc. 119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
Partita Iva : 02658050733
Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
Tel099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914



SR EN ISO 9001:2015
Certificate No. 0204

SR EN ISO 14001:2015
Certificate No. E145

SR EN ISO 45001:2018
Certificate No. OH597

Progetto dell'impianto fotovoltaico denominato "Impianto Fotovoltaico Lentini Agricolo" della potenza complessiva di 66.008,25 kWp con storage della potenza di 10.000 kW da realizzare nel Comune di Lentini (SR).

Asta: 5 [401,6] Sez. G: OMCF 160x160x50x6 L=140.0 cm Ln1=140.0 cm Ln2=140.0 cm Crit.: Acciaio_CompSemp $\gamma_M=1.05$ $f_{yk}/\gamma_M=2619$ kg/cmq $f_t=4300$ kg/cmq :**Verificato**

SF_λ=8.540

N	My	Mz	NRk	MyRk	MzRk	λY	λZ	χY	χZ	χLT	kyy	kyz	kzy	kzz
kg	kg*m	kg*m	kg	kg*m	kg*m									
-4060	0	0	88341	6184	4762	19	23	0.65 2	0.65 2	--	1.04 6	0.62 7	0.62 7	1.04 6

Cls	Dir	N	Myeq	Mzeq	NRd	MyRd	MzRd	Comb.	SF
		kg	kg*m	kg*m	kg	kg*m	kg*m		
1	Y	4060	0	0	54870	5889	4535	2	14
1	Z	4060	0	0	54870	5889	4535	2	14

Progetto dell'impianto fotovoltaico denominato "Impianto Fotovoltaico Lentini Agricolo" della potenza complessiva di 66.008,25 kWp con storage della potenza di 10.000 kW da realizzare nel Comune di Lentini (SR).

9 VERIFICA RESISTENZA ASTE METALLICHE

Scenario di calcolo: **Set_NT_2018 A2_SLV_SLD_STR_GEO**

Simbologia

L [cm] Lunghezza teorica elemento (da nodo a nodo)

Sez. G Sezione Generica (Sigla)

f_{yd} [kg/cm²] Tensione di progetto snervamento acciaio

f_t [kg/cm²] Tensione di rottura acciaio

γ_M Coefficiente di sicurezza acciaio

X [cm] Punto di verifica

N [kg] Sforzo Normale

T_Y [kg] Taglio dir Y

T_Z [kg] Taglio dir Z

M_T [kg*m] Momento torcente

M_Y [kg*m] Momento flettente dir Y

M_Z [kg*m] Momento flettente dir Z

M_{Y4} [kg*m] Momento flettente dir Y + N*Δe_z, per sezioni di classe 4

M_{Z4} [kg*m] Momento flettente dir Z + N*Δe_y, per sezioni di classe 4

cls Classe della sezione per la sollecitazione della combinazione corrente

Comb. Combinazione della sollecitazione

N_r [kg] Sforzo Normale resistente

V_{Yr} [kg] Taglio resistente in dir Y

V_{Zr} [kg] Taglio resistente dir Z

Progetto dell'impianto fotovoltaico denominato "Impianto Fotovoltaico Lentini Agricolo" della potenza complessiva di 66.008,25 kWp con storage della potenza di 10.000 kW da realizzare nel Comune di Lentini (SR).

M_{ry} [kg*m] Momento flettente resistente dir Y

M_{rz} [kg*m] Momento flettente resistente dir Z

SF_V Coefficiente di sicurezza taglio

SF_M Coefficiente di sicurezza pressoflessione

SF Coefficiente di sicurezza complessivo (asta verificata se ≥ 1)(¹)

Gerarchia travi/pilastri (quando richiesto):

NEd [kg] Sforzo Normale di verifica

$N_{pl,Rd}$ [kg] Sforzo Normale resistente (NTC 4.2.4.1.2)

$VE_{dY(*)}$ [kg] Taglio trave dir Y dovuto ai momenti ultimi $M_{pl,RdZ}$ di estremità (cfr. NTC f.(7.5.6))

$V_{pl,RdY}$ [kg] Taglio resistente dir Y (NTC 4.2.4.1.2)

$VE_{dZ(*)}$ [kg] Taglio trave dir Z dovuto ai momenti ultimi $M_{pl,RdY}$ di estremità (cfr. NTC f.(7.5.6))

$V_{pl,RdZ}$ [kg] Taglio resistente dir Z (NTC 4.2.4.1.2)

ME_{dY} [kg*m] Momento flettente dir Y

$M_{pl,RdY}$ [kg*m] Momento resistente dir Y (NTC 4.2.4.1.2)

ME_{dZ} [kg*m] Momento flettente dir Z

$M_{pl,RdZ}$ [kg*m] Momento resistente dir Z (NTC 4.2.4.1.2)

Verifiche Incendio:

K_y $f_y(T)/f_y(20^\circ)$ fattore riduzione resistenza alla temperatura T

K_E $E(T)/E(20)$ fattore riduzione modulo elastico alla temperatura T

SF Coefficiente di sicurezza (asta verificata se ≥ 1)(²)

Progetto dell'impianto fotovoltaico denominato "Impianto Fotovoltaico Lentini Agricolo" della potenza complessiva di 66.008,25 kWp con storage della potenza di 10.000 kW da realizzare nel Comune di Lentini (SR).

Ω^* Smplicazione sollecitazioni sismiche (solo per $q > 1$)(³)

Fatt.Ampl.Sisma Fattore moltiplicativo di gruppo per le azioni sismiche (solo se diverso da 1.0)

Note:

(1): SF rappresenta il minimo tra SF_V ed SF_M dove:

- SF_V = VR/Vd con VR e Vd azione tagliante resistente ed agente

- SF_M = $1/[N/Nr + MY/Mry + MZ/Mrz]$, i valori di Mry ed Mrz sono ridotti opportunamente quando Vd > 0.5 Vr

(²): SF rappresenta il minimo tra i seguenti rapporti:

- MEdY/Mpl,RdY (travi)

- MEdZ/Mpl,RdZ (travi)

- NEd/(0.15*Npl,Rd) (travi)

- VEdY(*)/(0.5*Vpl,RdY) (travi)

- VEdZ(*)/(0.5*Vpl,RdZ) (travi)

- VEdY/(0.5*Vpl,RdY) (pilastri)

- VEdZ/(0.5*Vpl,RdZ) (pilastri)

(³): $\Omega^* = \min(q, 1.1 * \gamma_{ov} * \Omega)$, con Ω secondo NTC 7.5.4.2

Progetto dell'impianto fotovoltaico denominato "Impianto Fotovoltaico Lentini Agricolo" della potenza complessiva di 66.008,25 kWp con storage della potenza di 10.000 kW da realizzare nel Comune di Lentini (SR).

Asta: 0 [2,3] Sez. G: TuboR160x160x6.3 L=812.0 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\gamma_M=1.05$ $f_{yk}/\gamma_M=2619$ kg/cmq $f_t=4300$ kg/cmq :**Verificato**

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
0	1	-182	-866	-1462	0	1978	-1184	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
0	1	101442	29284	29284	5850	5850	4108	20	1.8	>100	1.8

Asta: 0 [202,102] Sez. G: L 100x10 L=100.0 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\gamma_M=1.05$ $f_{yk}/\gamma_M=2619$ kg/cmq $f_t=4300$ kg/cmq :**Verificato**

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
100	1	247	32	702	-5	474	-7	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
100	1	50571	15407	15407	1194	1194	97	22	2.5	19	2.5

Asta: 0 [106,206] Sez. G: L 100x10 L=148.0 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\gamma_M=1.05$ $f_{yk}/\gamma_M=2619$ kg/cmq $f_t=4300$ kg/cmq :**Verificato**

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
0	1	-64	21	-354	2	314	36	--	--	2

Progetto dell'impianto fotovoltaico denominato "Impianto Fotovoltaico Lentini Agricolo" della potenza complessiva di 66.008,25 kWp con storage della potenza di 10.000 kW da realizzare nel Comune di Lentini (SR).

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
0	1	50571	15616	15616	1194	1194	97	44	3.4	51	3.4

32

Asta: 0 [206,106] Sez. G: L 100x10 L=148.0 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\gamma_M=1.05$ $f_{yk}/\gamma_M=2619$ kg/cmq $f_t=4300$ kg/cmq :**Verificato**

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
148	1	-254	-23	578	-6	512	-35	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
148	1	50571	15340	15340	1194	1194	97	27	2.2	16	2.2

Asta: 0 [106,105] Sez. G: L 100x10 L=821.0 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\gamma_M=1.05$ $f_{yk}/\gamma_M=2619$ kg/cmq $f_t=4300$ kg/cmq :**Verificato**

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
821	1	254	15	708	-7	1030	-42	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
821	1	50571	15311	15311	1194	1194	97	22	1.1	15	1.1

Progetto dell'impianto fotovoltaico denominato "Impianto Fotovoltaico Lentini Agricolo" della potenza complessiva di 66.008,25 kWp con storage della potenza di 10.000 kW da realizzare nel Comune di Lentini (SR).

Asta: 0 [103,102] Sez. G: L 100x10 L=812.0 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\gamma_M=1.05$ $f_{yk}/\gamma_M=2619$ kg/cmq $f_t=4300$ kg/cmq :**Verificato**

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
0	1	607	-21	-687	7	953	-63	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
0	1	50571	15295	15295	1194	1194	97	22	1.2	14	1.2

Asta: 0 [102,202] Sez. G: L 100x10 L=100.0 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\gamma_M=1.05$ $f_{yk}/\gamma_M=2619$ kg/cmq $f_t=4300$ kg/cmq :**Verificato**

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
0	1	199	-80	-456	5	389	-62	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
0	1	50571	15442	15442	1194	1194	97	34	2.6	21	2.6

Asta: 1 [1,2] Sez. G: OMCF 160x160x50x6 L=140.0 cm Crit.: Acciaio_CompSemp $\gamma_M=1.05$ $f_{yk}/\gamma_M=2619$ kg/cmq $f_t=4300$ kg/cmq :**Verificato**

Progetto dell'impianto fotovoltaico denominato "Impianto Fotovoltaico Lentini Agricolo" della potenza complessiva di 66.008,25 kWp con storage della potenza di 10.000 kW da realizzare nel Comune di Lentini (SR).

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
0	1	-3777	-16	-1141	0	798	-11	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
0	1	84134	23589	29032	4535	5889	136	25	4.5	>100	4.5

Asta: 1 [3,4] Sez. G: TuboR160x160x6.3 L=921.0 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\gamma M=1.05$ $f_y k/\gamma M=2619$ kg/cmq $f_t=4300$ kg/cmq :**Verificato**

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
0	1	69	-977	-1658	0	2545	-1502	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
0	1	101442	29284	29284	5850	5850	4108	18	1.4	>100	1.4

Asta: 1 [102,2] Sez. G: L 100x10 L=109.1 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\gamma M=1.05$ $f_y k/\gamma M=2619$ kg/cmq $f_t=4300$ kg/cmq :**Verificato**

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
0	1	1073	407	325	-6	102	531	--	--	2

Progetto dell'impianto fotovoltaico denominato "Impianto Fotovoltaico Lentini Agricolo" della potenza complessiva di 66.008,25 kWp con storage della potenza di 10.000 kW da realizzare nel Comune di Lentini (SR).

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
0	1	50571	15346	15346	1194	1194	97	38	1.8	16	1.8

Asta: 2 [101,3] Sez. G: OMCF 160x160x50x6 L=140.0 cm Crit.: Acciaio_CompSemp $\gamma M=1.05$ fyk/ $\gamma M=2619$ kg/cm² ft=4300 kg/cm² :**Verificato**

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
0	1	-6364	-38	-1800	0	1260	-27	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
0	1	84134	23589	29032	4535	5889	136	16	2.8	>100	2.8

Asta: 2 [4,5] Sez. G: TuboR160x160x6.3 L=921.0 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\gamma M=1.05$ fyk/ $\gamma M=2619$ kg/cm² ft=4300 kg/cm² :**Verificato**

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
921	1	292	977	1616	0	2542	-1502	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
921	1	101442	29284	29284	5850	5850	4108	18	1.4	>100	1.4

Progetto dell'impianto fotovoltaico denominato "Impianto Fotovoltaico Lentini Agricolo" della potenza complessiva di 66.008,25 kWp con storage della potenza di 10.000 kW da realizzare nel Comune di Lentini (SR).

Asta: 2 [2,102] Sez. G: L 100x10 L=109.1 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\gamma M=1.05$ $f_y/k\gamma M=2619$ kg/cmq $f_t=4300$ kg/cmq :**Verificato**

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
0	1	-1446	688	-306	1	278	293	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
0	1	50571	15668	15668	1194	1194	97	23	2.0	88	2.0

Asta: 3 [201,4] Sez. G: OMCF 160x160x50x6 L=140.0 cm Crit.: Acciaio_CompSemp $\gamma M=1.05$ $f_y/k\gamma M=2619$ kg/cmq $f_t=4300$ kg/cmq :**Verificato**

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
0	1	-6735	-29	-1949	0	1365	-20	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
0	1	84134	23589	29032	4535	5889	136	15	2.6	>100	2.6

Asta: 3 [5,6] Sez. G: TuboR160x160x6.3 L=821.0 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\gamma M=1.05$ $f_y/k\gamma M=2619$ kg/cmq $f_t=4300$ kg/cmq :**Verificato**

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
821	1	511	875	1436	0	2020	-1209	--	--	2

Progetto dell'impianto fotovoltaico denominato "Impianto Fotovoltaico Lentini Agricolo" della potenza complessiva di 66.008,25 kWp con storage della potenza di 10.000 kW da realizzare nel Comune di Lentini (SR).

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
821	1	101442	29284	29284	5850	5850	4108	20	1.8	>100	1.8

37

Asta: 3 [103,3] Sez. G: L 100x10 L=109.1 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\gamma M=1.05$ fyk/ $\gamma M=2619$ kg/cmq ft=4300 kg/cmq :**Verificato**

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
109	1	1429	88	369	-1	535	179	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
109	1	50571	15670	15670	1194	1194	97	42	1.6	90	1.6

Asta: 4 [301,5] Sez. G: OMCF 160x160x50x6 L=140.0 cm Crit.: Acciaio_CompSemp $\gamma M=1.05$ fyk/ $\gamma M=2619$ kg/cmq ft=4300 kg/cmq :**Verificato**

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
0	1	-6395	11	-1815	0	1270	8	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
0	1	84134	23589	29032	4535	5889	136	16	2.8	>100	2.8

Progetto dell'impianto fotovoltaico denominato "Impianto Fotovoltaico Lentini Agricolo" della potenza complessiva di 66.008,25 kWp con storage della potenza di 10.000 kW da realizzare nel Comune di Lentini (SR).

Asta: 4 [6,106] Sez. G: TuboR160x160x6.3 L=148.0 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\gamma_M=1.05$ $f_{yk}/\gamma_M=2619$ kg/cm² $f_t=4300$ kg/cm² :**Verificato**

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
0	1	319	-284	-129	-59	-159	-185	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
0	1	101442	28864	28864	5850	5850	4108	>100	16	70	16

Asta: 4 [3,103] Sez. G: L 100x10 L=109.1 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\gamma_M=1.05$ $f_{yk}/\gamma_M=2619$ kg/cm² $f_t=4300$ kg/cm² :**Verificato**

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
0	1	-1668	377	-425	-1	399	217	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
0	1	50571	15698	15698	1194	1194	97	37	1.8	>100	1.8

Asta: 5 [401,6] Sez. G: OMCF 160x160x50x6 L=140.0 cm Crit.: Acciaio_CompSemp $\gamma_M=1.05$ $f_{yk}/\gamma_M=2619$ kg/cm² $f_t=4300$ kg/cm² :**Verificato**

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
0	1	-4060	72	-1188	0	832	51	--	--	2

Progetto dell'impianto fotovoltaico denominato "Impianto Fotovoltaico Lentini Agricolo" della potenza complessiva di 66.008,25 kWp con storage della potenza di 10.000 kW da realizzare nel Comune di Lentini (SR).

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
0	1	84134	23589	29032	4535	5889	136	24	4.2	>100	4.2

39

Asta: 5 [102,2] Sez. G: TuboR160x160x6.3 L=100.0 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\gamma M=1.05$ $f_{yk}/\gamma M=2619$ kg/cmq $f_t=4300$ kg/cmq :**Verificato**

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
113	1	-446	288	-391	113	-609	-219	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
113	1	101442	28480	28480	5850	5850	4108	73	6.9	36	6.9

Asta: 5 [104,4] Sez. G: L 100x10 L=109.1 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\gamma M=1.05$ $f_{yk}/\gamma M=2619$ kg/cmq $f_t=4300$ kg/cmq :**Verificato**

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
109	1	1517	-127	374	0	549	240	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
109	1	50571	15708	15708	1194	1194	97	42	1.4	>100	1.4

Progetto dell'impianto fotovoltaico denominato "Impianto Fotovoltaico Lentini Agricolo" della potenza complessiva di 66.008,25 kWp con storage della potenza di 10.000 kW da realizzare nel Comune di Lentini (SR).

Asta: 6 [4,104] Sez. G: L 100x10 L=109.1 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\gamma M=1.05$ fyk/ $\gamma M=2619$ kg/cmq ft=4300 kg/cmq :**Verificato**

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
0	1	-1758	124	-430	-0	402	133	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
0	1	50571	15727	15727	1194	1194	97	37	2.1	>100	2.1

Asta: 7 [105,5] Sez. G: L 100x10 L=109.1 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\gamma M=1.05$ fyk/ $\gamma M=2619$ kg/cmq ft=4300 kg/cmq :**Verificato**

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
109	1	1437	-313	369	2	535	282	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
109	1	50571	15622	15622	1194	1194	97	42	1.4	54	1.4

Asta: 8 [5,105] Sez. G: L 100x10 L=109.1 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\gamma M=1.05$ fyk/ $\gamma M=2619$ kg/cmq ft=4300 kg/cmq :**Verificato**

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
0	1	-1676	-105	-424	0	397	58	--	--	2

Progetto dell'impianto fotovoltaico denominato "Impianto Fotovoltaico Lentini Agricolo" della potenza complessiva di 66.008,25 kWp con storage della potenza di 10.000 kW da realizzare nel Comune di Lentini (SR).

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
0	1	50571	15731	15731	1194	1194	97	37	2.4	>100	2.4

41

Asta: 9 [106,6] Sez. G: L 100x10 L=109.1 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\gamma M=1.05$ fyk/ $\gamma M=2619$ kg/cmq ft=4300 kg/cmq :**Verificato**

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
109	1	1230	-508	262	6	399	246	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
109	1	50571	15322	15322	1194	1194	97	30	1.8	15	1.8

Asta: 10 [6,106] Sez. G: L 100x10 L=109.1 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\gamma M=1.05$ fyk/ $\gamma M=2619$ kg/cmq ft=4300 kg/cmq :**Verificato**

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
109	1	-1093	-772	-277	-1	-39	610	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
109	1	50571	15680	15680	1194	1194	97	20	1.8	>100	1.8

Progetto dell'impianto fotovoltaico denominato "Impianto Fotovoltaico Lentini Agricolo" della potenza complessiva di 66.008,25 kWp con storage della potenza di 10.000 kW da realizzare nel Comune di Lentini (SR).

Asta: 11 [206,106] Sez. G: L 100x10 L=109.1 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\gamma_M=1.05$ $f_{yk}/\gamma_M=2619$ kg/cmq $f_t=4300$ kg/cmq :**Verificato**

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
109	1	40	-64	-31	-1	-37	75	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
109	1	50571	15649	15649	1194	1194	97	>100	11	70	11

Asta: 12 [102,202] Sez. G: L 100x10 L=109.1 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\gamma_M=1.05$ $f_{yk}/\gamma_M=2619$ kg/cmq $f_t=4300$ kg/cmq :**Verificato**

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
0	1	481	-247	85	2	-78	-127	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
0	1	50571	15633	15633	1194	1194	97	63	5.5	59	5.5

Asta: 13 [106,206] Sez. G: L 100x10 L=109.1 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\gamma_M=1.05$ $f_{yk}/\gamma_M=2619$ kg/cmq $f_t=4300$ kg/cmq :**Verificato**

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
109	1	-328	254	57	1	-31	-190	--	--	2

Progetto dell'impianto fotovoltaico denominato "Impianto Fotovoltaico Lentini Agricolo" della potenza complessiva di 66.008,25 kWp con storage della potenza di 10.000 kW da realizzare nel Comune di Lentini (SR).

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
109	1	50571	15662	15662	1194	1194	97	62	5.2	82	5.2

43

Asta: 14 [202,102] Sez. G: L 100x10 L=109.1 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\gamma_M=1.05$ $f_{yk}/\gamma_M=2619$ kg/cmq $f_t=4300$ kg/cmq :Verificato

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
109	1	-241	199	-142	-2	-182	-200	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
109	1	50571	15591	15591	1194	1194	97	78	3.1	43	3.1

Progetto dell'impianto fotovoltaico denominato "Impianto Fotovoltaico Lentini Agricolo" della potenza complessiva di 66.008,25 kWp con storage della potenza di 10.000 kW da realizzare nel Comune di Lentini (SR).

10 VERIFICHE GEOTECNICHE

È previsto che le strutture metalliche verticali siano infisse nel terreno, per cui al fine di verificare il sistema terreno-fondazione, si procederà secondo quanto disposto dal punto 6.4.3.1 del D.M. 17/01/2018 per gli SLU per le fondazioni profonde.

Dai risultati dell'analisi, ipotizzando un coefficiente di correlazione cautelativo pari a $\zeta=1.7$, i coefficienti di sicurezza relativi alle azioni di trazione e orizzontali, sono rispettivamente $CS_T = 1.14$ e $CS_O = 6$.



Progetto dell'impianto fotovoltaico denominato "Impianto Fotovoltaico Lentini Agricolo" della potenza complessiva di 66.008,25 kWp con storage della potenza di 10.000 kW da realizzare nel Comune di Lentini (SR).

11 CONCLUSIONI

L'opera sopra descritta è conforme ai requisiti prestazioni richiesti dalle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M. del 17/01/2018. Ulteriori indicazioni e aspetti saranno analizzati nella fase esecutiva del progetto.

