

AGROFOTOVOLTAICO ARGENTONE

AGRICOLTURA 4.0

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA
COLLOCATO SU STRUTTURA DI IRRIGAZIONE A SERVIZIO DI IMPIANTO AGRICOLO DI
DI POTENZA IN GENERAZIONE PARI A 25,467 MW E POTENZA IMMESSA IN RETE
PARI A 25,001 MW, **DENOMINATO "AFV ARGENTONE AGRICOLTURA 4.0"**

REGIONE PUGLIA
PROVINCIA di BRINDISI
COMUNE di ORIA (Br)
opere connesse nel COMUNE DI ERCHIE (Br) contrada "Tre Torri"
Località ubicazione impianto AFV: Masseria Argentone - Oria (Br)

PROGETTO DEFINITIVO
Id AU HOS2I51



| | | |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Tav.: 06a | Titolo: CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE - AREA IMPIANTO AFV | |
| Scala: | Formato Stampa: | Codice Identificatore Elaborato |
| 0 | A4 | HOS2I51_CalcoliStrutture_06a |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Progettazione: | Committente: |
| ENERWIND s.r.l. Via San Lorenzo 155 - cap 72023 MESAGNE (BR) P.IVA 02549880744 - REA BR-154453 - enerwind@pec.it MSC innovative solutions s.r.l.s. Via Milizia n.55 - 73100 LECCE (ITALY) P.IVA 05030190754 - msc.innovativesolutions@pec.it Ing. Santo Masilla iscritto all'Ordine Ing. di Brindisi al n.478 | TRE TORRI ENERGIA s.r.l. Piazza del Grano n.3 - 39100 BOLZANO (BZ) p. iva 0305799214 - REA BZ 283988 tretorrienergia@legalmail.it SOCIETA' DEL GRUPPO FRI-EL GREEN POWER S.p.A. Piazza della Rotonda, 2 - 00186 Roma (RM) - Italia Tel. +39 06 6880 4163 - Fax. +39 06 6821 2764 Email: Info@fri-el.it - P. IVA 01533770218 |

| Data | Motivo della revisione: | Redatto: | Controllato: | Approvato: |
|-------------|-------------------------|-----------------|---------------|--------------------------|
| Aprile 2022 | Prima emissione | M.S.C. S.r.l.s. | Santo Masilla | Tre Torri Energia S.r.l. |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

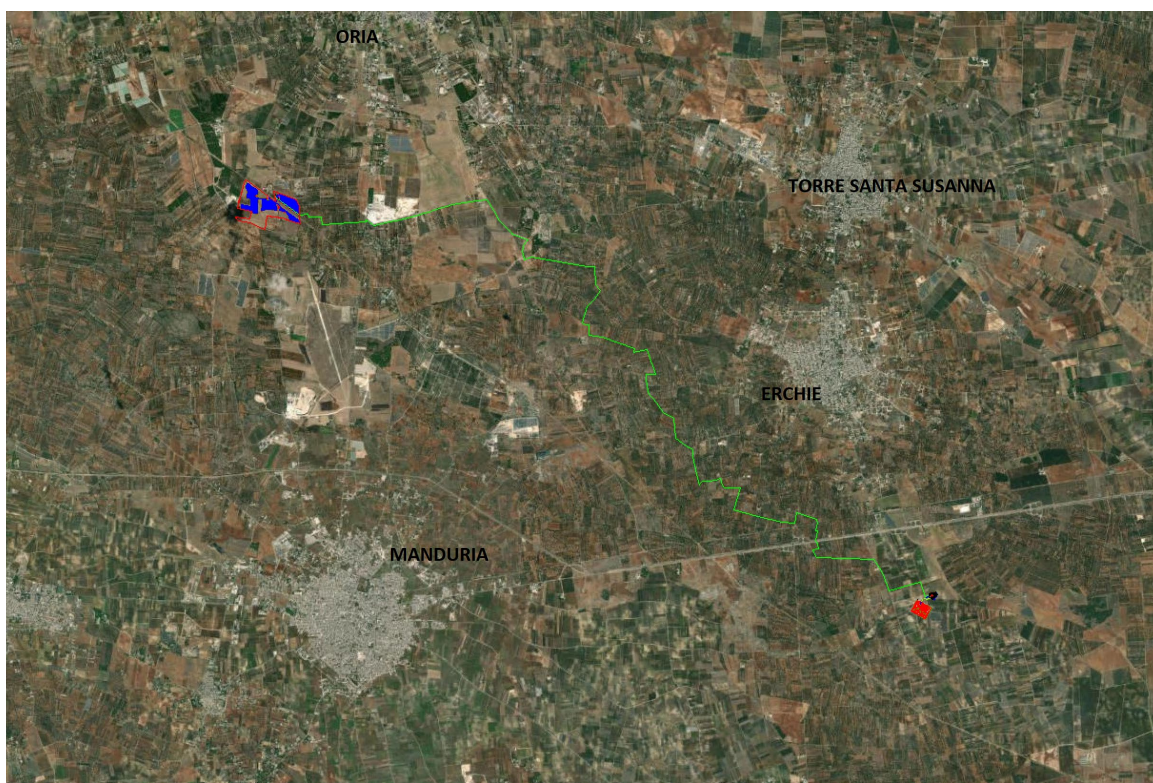
INDICE

| | | |
|----------|------------------------------------------------|-----------|
| 0 | <u>PREMESSA</u> | 2 |
| 1 | <u>DATI DI INPUT</u> | 3 |
| 1.1. | CARICHI | 4 |
| 1.1.1. | AZIONE DEL VENTO SUI PANNELLI | 5 |
| 1.1.2. | AZIONE DELLA NEVE | 6 |
| 1.1.3. | PESO PROPRIO DEI PANNELLI FOTOVOLTAICI | 7 |
| 1.1.4. | CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO | 7 |
| 1.2. | INFORMAZIONI GEOTECNICHE | 8 |
| 2 | <u>DESCRIZIONE DEL MODELLO</u> | 10 |
| 2.1. | FONDAZIONI | 11 |
| 2.2. | CARICHI AGENTI SULLA TESTA DELLA COLONNA | 11 |
| 2.2.1. | MODELLO FEM | 12 |
| 2.3. | CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARE | 13 |
| 2.4. | COMBINAZIONI DI CARICO..... | 13 |
| 2.5. | MATERIALI..... | 13 |
| 3 | <u>VERIFICHE STRUTTURALI</u> | 14 |
| 4 | <u>REFERENZE</u> | 15 |

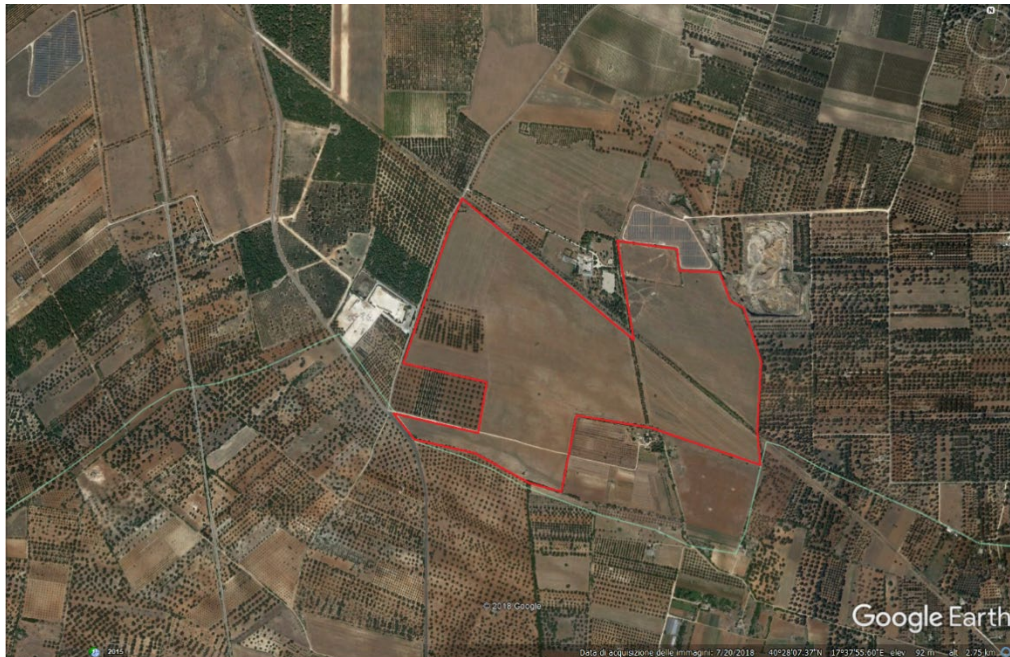
O. PREMESSA

QUESTO DOCUMENTO HA LO SCOPO DI ILLUSTRARE IL PROGETTO DEFINITIVO DELLE STRUTTURE DI FONDAZIONE PER LO SVILUPPO DEL PARCO, SU DUE AREE DISTINTE, PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE IN AGRO ORIA (BR). LE AREE SI AFFACCIANO SONO UBICATE IN LOCALITÀ MASSERIA ARGENTONE .

SI PRECISA PRELIMINARMENTE CHE I CARICHI RIGUARDANTI IL PESO DELLE STRUTTURE A SOSTEGNO DEI PANNELLI FOTOVOLTAICI SONO DETERMINATI SULLA BASE DELL'ESPERIENZA DI CASI SIMILI GIÀ REALIZZATI: IN FASE ESECUTIVA LE ANALISI DOVRANNO TENER CONTO DELLE ATTREZZATURE CHE EFFETTIVAMENTE SARANNO INSTALLATE (MODELLO DEGLI INSEGUITORI SOLARI E RELATIVE AZIONI PASSIVE [PESO] E ATTIVE [MOVIMENTO]).



Vista totale progetto con area impianto Agrovoltaico (Oria) e area cabina (Erchie)



Area impianto Agrovoltaico Comune di Oria (Br)



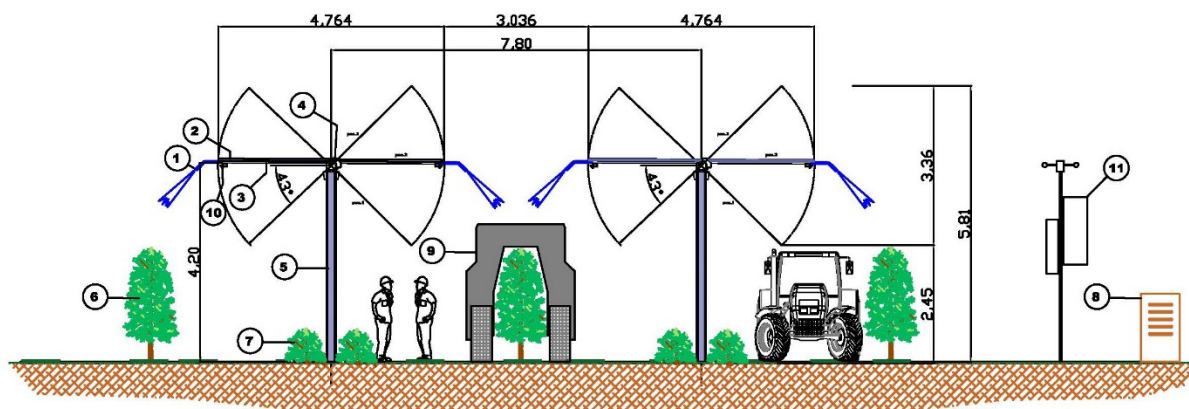
Area Cabina SSE – Comune di Erchie (Br)

1. DATI DI INPUT

NEL SEGUITO SI FARÀ RIFERIMENTO AL SISTEMA RIPORTATO NELLA SUCCESSIVA FIGURA 2 PER LA DETERMINAZIONE E DESCRIZIONE DELLE AZIONI CHE IMPEGNANO LA STRUTTURA A SOSTEGNO DEI PANNELLI FOTOVOLTAICI.

FIGURA 2

Schema TRAKER Tipologia impianto AFV



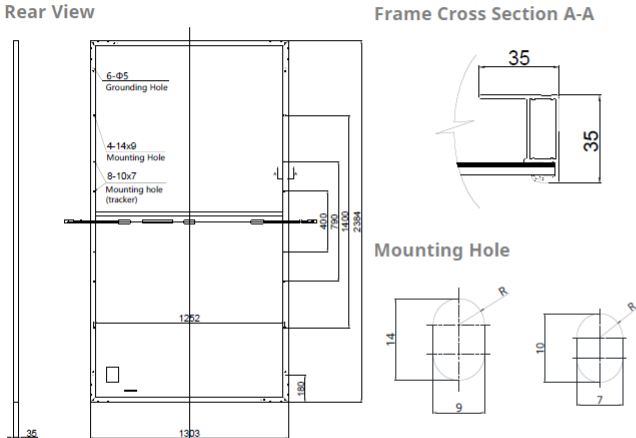
- 1) Impianto di irrigazione/fitotrattamento
- 2) Pannello fotovoltaico
- 3) Struttura portate impianto irrigazione e pannello fotovoltaico
- 4) Rotore traker
- 5) Pilastro struttura portante
- 6) Impianto superintensivo oliveto
- 7) Altre colture ortaggi: Patate, spinaci, insalata
- 8) Apicoltura
- 9) Ingombro scavattrice elettrica
- 10) Rilevamento ottico/sensori di campo
- 11) Stazione meteo di campo per acquisizione dati

LE STRUTTURE A SOSTEGNO DEI PANNELLI FOTOVOLTAICI RAPPRESENTANO UN “SISTEMA INSEGUITORE” DELLA LUCE SOLARE NELL’ARCO DELLA GIORNATA, CON UNA ROTAZIONE LUNGO UN SOLO ASSE, RAPPRESENTATO DALLA TRAVE LONGITUDINALE CHE SOSTIENE TUTTI I PANNELLI.

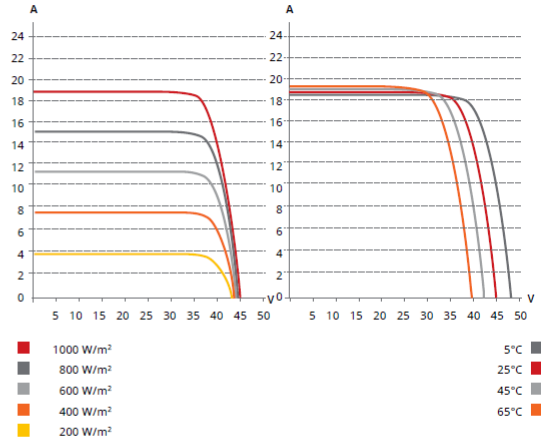
LA CONFIGURAZIONE TIPICA DEL SISTEMA INSEGUITORE PREVEDE LA INSTALLAZIONE, SU UNA MEDESIMA LINEA, DI 56 e 28 PANNELLI FOTOVOLTAICI. IL MODULO FOTOVOLTAICO PRESO IN CONSIDERAZIONE IN QUESTA FASE PROGETTUALE HA DIMENSIONI DI 2384 MM X 1303 MM, INSTALLATO CON IL LATO LUNGO PARALLELO ALL’ASSE

DELLA TRAVE DI SOSTEGNO.

ENGINEERING DRAWING (mm)



CS7N-650MS / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

| CS7N | 640MS | 645MS | 650MS | 655MS | 660MS | 665MS | 670MS |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Nominal Max. Power (Pmax) | 640 W | 645 W | 650 W | 655 W | 660 W | 665 W | 670 W |
| Opt. Operating Voltage (Vmp) | 37.5 V | 37.7 V | 37.9 V | 38.1 V | 38.3 V | 38.5 V | 38.7 V |
| Opt. Operating Current (Imp) | 17.07 A | 17.11 A | 17.16 A | 17.20 A | 17.24 A | 17.28 A | 17.32 A |
| Open Circuit Voltage (Voc) | 44.6 V | 44.8 V | 45.0 V | 45.2 V | 45.4 V | 45.6 V | 45.8 V |
| Short Circuit Current (Isc) | 18.31 A | 18.35 A | 18.39 A | 18.43 A | 18.47 A | 18.51 A | 18.55 A |
| Module Efficiency | 20.6% | 20.8% | 20.9% | 21.1% | 21.2% | 21.4% | 21.6% |
| Operating Temperature | -40°C ~ +85°C | | | | | | |
| Max. System Voltage | 1500V (IEC/UL) or 1000V (IEC/UL) | | | | | | |
| Module Fire Performance | TYPE 1 (UL 61730 1500V) or TYPE 2 (UL 61730 1000V) or CLASS C (IEC 61730) | | | | | | |
| Max. Series Fuse Rating | 30 A | | | | | | |
| Application Classification | Class A | | | | | | |
| Power Tolerance | 0 ~ + 10 W | | | | | | |

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

MECHANICAL DATA

| Specification | Data |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cell Type | Mono-crystalline |
| Cell Arrangement | 132 [2 x (11 x 6)] |
| Dimensions | 2384 x 1303 x 35 mm (93.9 x 51.3 x 1.38 in) |
| Weight | 34.4 kg (75.8 lbs) |
| Front Cover | 3.2 mm tempered glass |
| Frame | Anodized aluminium alloy, crossbar enhanced |
| J-Box | IP68, 3 bypass diodes |
| Cable | 4 mm ² (IEC), 10 AWG (UL) |
| Cable Length (Including Connector) | 460 mm (18.1 in) (+) / 340 mm (13.4 in) (-) (supply additional jumper cable: 2 lines / Pallet) or customized length* |
| Connector | T4 series or MC4-EVO2 |
| Per Pallet | 31 pieces |
| Per Container (40' HQ) | 527 pieces |

* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

ELECTRICAL DATA | NMOT*

| CS7N | 640MS | 645MS | 650MS | 655MS | 660MS | 665MS | 670MS |
|------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Nominal Max. Power (Pmax) | 480 W | 484 W | 487 W | 491 W | 495 W | 499 W | 502 W |
| Opt. Operating Voltage (Vmp) | 35.2 V | 35.3 V | 35.5 V | 35.7 V | 35.9 V | 36.1 V | 36.3 V |
| Opt. Operating Current (Imp) | 13.64 A | 13.72 A | 13.74 A | 13.76 A | 13.79 A | 13.83 A | 13.85 A |
| Open Circuit Voltage (Voc) | 42.2 V | 42.3 V | 42.5 V | 42.7 V | 42.9 V | 43.1 V | 43.3 V |
| Short Circuit Current (Isc) | 14.77 A | 14.80 A | 14.83 A | 14.86 A | 14.89 A | 14.93 A | 14.96 A |

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m² spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

| Specification | Data |
|--------------------------------------|--------------|
| Temperature Coefficient (Pmax) | -0.34 % / °C |
| Temperature Coefficient (Voc) | -0.26 % / °C |
| Temperature Coefficient (Isc) | 0.05 % / °C |
| Nominal Module Operating Temperature | 41 ± 3°C |

FIGURA 3: PANNELLO FOTOVOLTAICO

1.1. CARICHI

NEL PRESENTE PARAGRAFO SARANNO DESCRITTI I CARICHI AGENTI SUL SISTEMA INSEGUITORE.

CONSIDERATO CHE LA CONFIGURAZIONE TIPICA DEL SISTEMA PREVEDE LA INSTALLAZIONE DI 56 e 28 MODULI PANNELLO, LA LUNGHEZZA TOTALE DI TALE CONFIGURAZIONE RISULTERÀ PARI A CIRCA 36,484 m e 18,242 m. PER OGNI BLOCCO SI OTTIENE QUINDI CHE L'INTERASSE DI OGNI PILASTRO A SOSTEGNO DELLA TRAVE LONGITUDINALE SARÀ DI CIRCA 7,00 M (PER LA PRECISIONE 6,40 M – SI ARROTONDA PER ECCESSO A VANTAGGIO DELLA SICUREZZA).

1.1.1. AZIONE DEL VENTO SUI PANNELLI

L'AZIONE DEL VENTO SUI PANNELLI FOTOVOLTAICI È VALUTATA SECONDO QUANTO DISPOSTO DA [1]:

Area di ubicazione dell'edificio: 3

Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la Provincia di Reggio Calabria)

Categoria di esposizione del sito: II

Parametri derivati (tab. 3.3.I):

$V_{b,0}$ (velocità base di riferimento al livello del mare): 34,4.00
<m/sec> a_0 : 500.00 <m>
 K_s : 0.37

Parametri derivati (tab. 3.3.II):

K_r : 0.19
 z_0 : 0.05 <m>
 z_{min} : 4.00 <m>

Classificazione della costruzione: Tettoie - Tettoie a falda singola (C3.3.8.2.1)

a_s (altitudine sul livello del mare): 60 <m>
 T_r (tempo di ritorno): 50 anni
 V_b (velocità base di riferimento [3.3.1]): 27.00 <m/sec>
 c_a (coefficiente di altitudine [3.3.1.b]): 1.00
 V_r (velocità di riferimento [3.3.2]): 27.00 <m/sec>
 c_r (coefficiente di ritorno [3.3.3]): 1.00
 c_t (coefficiente topografico): 1.00
 q_r (pressione cinetica di riferimento): 45.56 <daN/mq>
 c_e (coefficiente di esposizione): 1.80
 c_d (coefficiente dinamico): 1.00
 h (altezza dell'edificio): 2.30 <m>
 d (profondità dell'edificio): 2.02 <m>
 b (dimensione in pianta ortogonale al flusso): 1.05 <m>
 f (grado di bloccaggio): 0.00
 α (angolo inclinazione): 55.00 <grad>

Si considera una fascia sopravvento di 0.52 <m> e sottovento le zone restanti.

Coefficienti di forza C_f :

perpendicolare al colmo positivo: +2.03
perpendicolare al colmo negativo: -2.88

Forza risultante:

perpendicolare al colmo positivo: +353.80 <daN>
perpendicolare al colmo negativo: -501.30 <daN>

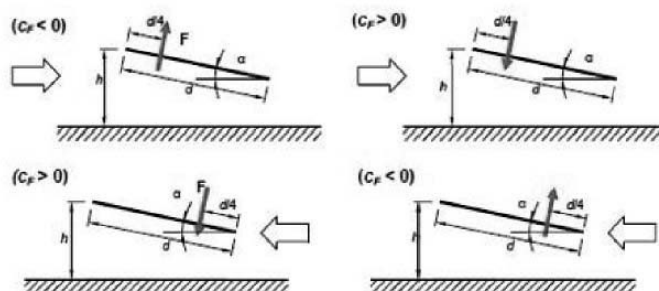
Coefficienti di forza C_f :

vento parallelo al colmo positivo: +0.20
vento parallelo al colmo negativo: -0.50

Forza risultante:

vento parallelo al colmo positivo: +34.80 <daN>
vento parallelo al colmo negativo: -87.00 <daN>

L'AZIONE DEL VENTO SI APPLICHERÀ PER INTERO ALLA PRIMA FILA DI PANNELLI FOTOVOLTAICI PER IL DIMENSIONAMENTO DEI SUPPORTI DI FONDAZIONE.



Tettoie a semplice falda: posizione del punto di applicazione della forza risultante in funzione della direzione di provenienza del vento e della direzione della forza

Figura C3.3.22

NEL NOSTRO CASO, RISULTANDO IL SOSTEGNO DEI PANNELLI POSIZIONATO AL CENTRO DEL LATO "d" RISULTA ININFLUENTE LA DIREZIONE DELL'AZIONE DEL VENTO ED INFLUISCE SOLO L'ENTITÀ DELLA FORZA "F". PERTANTO LA COMBINAZIONE PEGGIORE SI REGISTRA NEL CASO DEL VALORE DELLA FORZA $F = - 501,70$ DAN.

1.1.2. AZIONE DELLA NEVE

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Zona | III |
| Agrigento, Brindisi , Cagliari, Caltanissetta, Carbonia - Iglesias, Caserta, Catania, Catanzaro, Cosenza, Crotona, Enna, Grosseto, Latina, Lecce, Livorno, Matera, Medio Campidano, Messina, Napoli, Nuoro, Ogliastra, Olbia - Tempio, Oristano, Palermo, Pisa, Potenza, Ragusa, Reggio Calabria, Roma, Salerno, Sassari, Siena, Siracusa, Taranto, Terni, Trapani, Vibo Valentia, Viterbo | |
| Coefficiente di esposizione del sito: | Normale |
| Classificazione della costruzione: | |
| Copertura ad una falda senza barriera o parapetto | |
| T_r (tempo di ritorno): | 50 anni |
| C_t (coefficiente termico): | 1.00 |
| a_s (altitudine sul livello del mare): | 55.0 <m> |
| a (angolo inclinazione): | 1.00 <grad> |
| Parametri derivati (3.4.2): | |
| q_{sk} (valore di riferimento del carico neve al suolo): | 60.00 <daN/m ² > |
| Parametri derivati (tab. 3.4.I): | |
| C_E (coefficiente d'esposizione): | 1.00 |
| m_1 (coefficiente di forma della copertura): | 0.80 |
| Carichi agenti: | |
| q_{ss} (carico provocato dalla neve sulle coperture): | 48.00 <daN/mq> |
| $(q_{ss} = \mu_i * C_E * C_t * q_{sk})$ | |

1.1.3. PESO PROPRIO DEI PANNELLI FOTVOLTAICI

LA SCHEDA TECNICA DEL PANNELLO FOTVOLTAICO INDICA UN PESO PER OGNI ELEMENTO PARI A 34,4 DAN.

1.1.4. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

LA CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO È DESCRITTA IN QUANTO DI SEGUITO RIPORTATO, CONSIDERATO CHE:

- L'AREA RICADE IN ZONA CLASSIFICATA 4;
- LE STRUTTURE DI CUI TRATTASI RIENTRANO TRA QUELLE DI INTERESSE STRATEGICO PER LA REGIONE PUGLIA, DUNQUE DEVE ESSERE CONSIDERATA UNA CLASSE D'USO IV (IMPIANTO RIENTRANTE NELLA CATEGORIA DI CENTRALE ELETTRICA).

Spettri automatici
Sito di costruzione: SP144, 72026 San Pancrazio salentino BR, Italia LON. 17.77770 LAT. 40.3951... Individua

Contenuto tra ID reticolo: 34808 34809 35030 35031

Tipo di opera Opera ordinaria Vita nominale V_N 50

Classe d'uso Classe IV

| | | | | | | | |
|---------------------------------------------|---------------------------------|----|---------------------------------------|----|--------------------------------------|-----|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> SLO-Pvr | <input type="text"/> | Ag | <input type="text"/> | Fo | <input type="text"/> | Tc* | <input type="text"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> SLD-Pvr | <input type="text" value="63"/> | Ag | <input type="text" value="0.305585"/> | Fo | <input type="text" value="2.3726"/> | Tc* | <input type="text" value="0.34"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> SLV-Pvr | <input type="text" value="10"/> | Ag | <input type="text" value="0.601518"/> | Fo | <input type="text" value="2.73474"/> | Tc* | <input type="text" value="0.511634"/> |
| <input type="checkbox"/> SLC-Pvr | <input type="text"/> | Ag | <input type="text"/> | Fo | <input type="text"/> | Tc* | <input type="text"/> |

Struttura dissipativa

Quota di riferimento <cm> 0

Quota max della struttura <cm> 150

Numero piani edificio 0

Coefficiente θ 0

Edificio regolare in altezza
 Edificio regolare in pianta

Classe B

| | | |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------|
| Categoria del suolo di fondazione | | A |
| Categoria topografica | T1 - Super... | Coeff. amplificazione topografica S_T |
| Accelerazione di picco del terreno A_gS : 0.0602 <g> | | 1 |
| <input type="checkbox"/> Applica semplificazioni per bassa sismicità | | |
| <input type="checkbox"/> Tipologia diversa nelle due direzioni sismiche | | |
| | Direzione X | Direzione Y |
| Tipologia strutturale | acciaio a mensola ... | |
| Periodo T_1 | 0.115209 | 0.115209 |
| Coeff. λ | SLV | 1 |
| Rapporto di sovrarresistenza (α_U/α_T) | 1 | 1 |
| Valore di riferimento del fattore di comportamento (q_0) | 2 | 2 |
| Fattore riduttivo (K_w) | 1 | 1 |
| Fattore di comportamento dissipativo (q) | 2 | 2 |
| Fattore di comportamento non dissipativo (q_{ND}) | 1.33333 | 1.33333 |
| Fattore di comportamento per SLD (q_D) | 1.33333 | 1.33333 |
| Fattore di comportamento per sisma verticale (q_v) | | 1.5 |
| Smorzamento spettro | <%> 5 | Visualizza spettri |
| Angolo di ingresso del sisma | | <grad> 0 |
| Tipo di combinazione sismica | | 30% esteso |

SIMBOLOGIA

T_{CC} = TIPO DI COMBINAZIONE DI CARICO

T_R = PERIODO DI RITORNO

A_6 = ACCELERAZIONE ORIZZONTALE MASSIMA AL SITO

F_0 = 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

S_S = COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA

C_C = COEFFICIENTE FUNZIONE DELLA CATEGORIA DEL SUOLO

1.2. INFORMAZIONI GEOTECNICHE

PER TUTTE LE INFORMAZIONI INERENTI ALLA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E LA CAPACITÀ PORTANTE DEI TERRENI DI FONDAZIONE SI RIMANDA ALLA RELAZIONE GEOLOGICA, REDATTA DAL DOTT. GEOL. MARCELLO DE DONATIS, E ALLA RELAZIONE GEOTECNICA E SISMICA, PARTE INTEGRANTE DELLA PRESENTE RELAZIONE GENERALE DI CALCOLO. SI RIPORTA DI SEGUITO LO SCHEMA RIASSUNTIVO DEI TERRENI DI FONDAZIONE NELL'AREA IN OGGETTO.

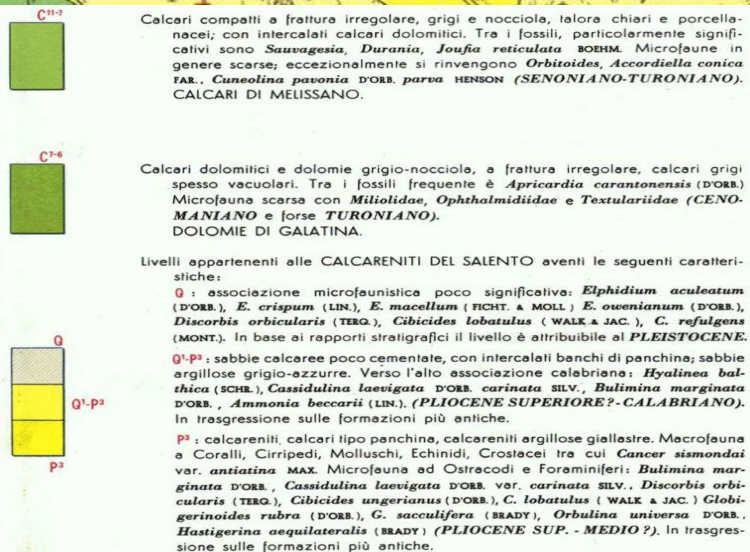
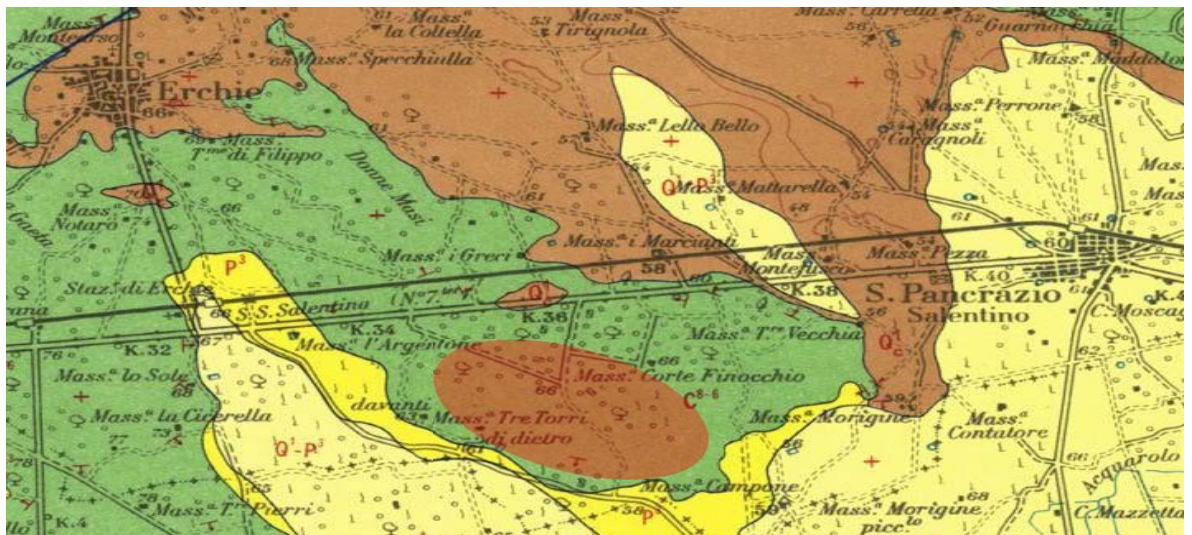
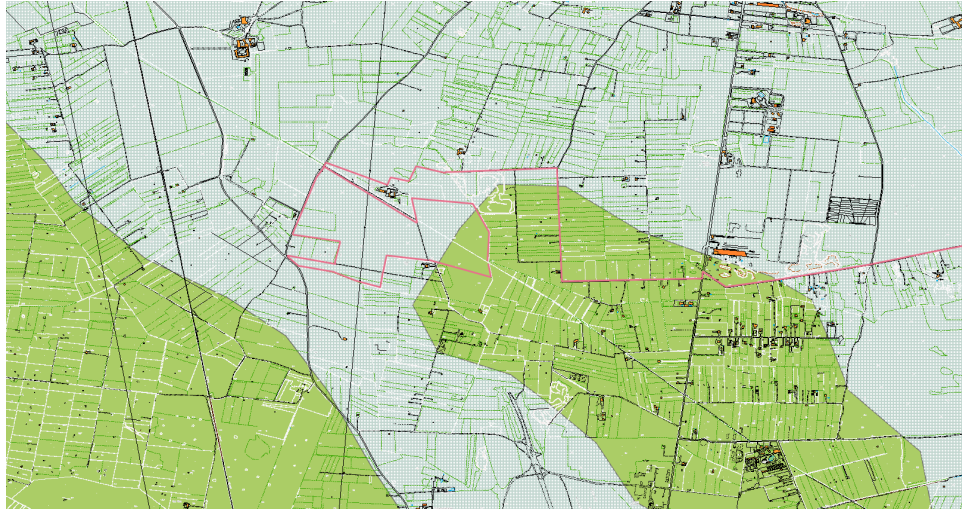


FIGURA 5: STRALCIO DELLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA – BRINDISI FOGLIO 203 – IN ROSSO L'AREA DI INTERESSE

2. DESCRIZIONE DEL MODELLO

CONSIDERATA LA LUNGHEZZA COMPLESSIVA DELL'ALLINEAMENTO DI PANNELLI FOTOVOLTAICI CHE RAPPRESENTANO LA CONFIGURAZIONE TIPICA DEL TRACKER, SI PUÒ ASSIMILARE LA TRAVE DI SOSTEGNO AD UNA TRAVE CONTINUA. VISTO INOLTRE LA TIPOLOGIA DI CONNESSIONE TRA LA TRAVE E IL PILASTRINO, TALE NODO PUÒ ESSERE ASSIMILATO AD UN APPOGGIO SEMPLICE.



FIGURA 6: SCHEMA NODO TRAVE CONTINUA / COLONNA

COME PREVISTO DALLE SPECIFICHE TECNICHE DEL SISTEMA AD INSEGUIMENTO SOLARE CONSIDERATO, LE COLONNE A CUI SARÀ FISSATA LA TRAVE CONTINUA RAPPRESENTA ANCHE L'ELEMENTO DI FONDAZIONE. NEL CASO SPECIFICO, VISTO IL TASSATIVO DIVIETO, DA PARTE DELLE NORME VIGENTI, DI UTILIZZO DI QUALSIASI TIPO DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO PER LA REALIZZAZIONE DELLA FONDAZIONE, **LE COLONNE SARANNO INFISSE NEL TERRENO DI FONDAZIONE.**

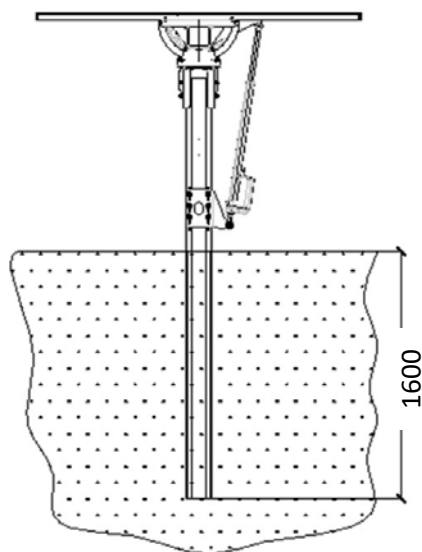


FIGURA 7: TIPO E LUNGHEZZA DI INFISSIONE

2.1. FONDAZIONI

I TERRENI RISCONTRATI NELLE AREE OGGETTO DI INTERVENTO SONO CLASSIFICATI PER LA PARTE SUPERFICIALE COME “CALCARI”, QUINDI ELEMENTI ROCCIOSI.

ESPERIENZE PREGRESSE HANNO DIMOSTRATO CHE, NONOSTANTE IL CARATTERE ROCCIOSO DEL CALCARE FRATTURATO, È POSSIBILE REALIZZARE LA FONDAZIONE DELLE STRUTTURE MEDIANTE LA “BATTITURA DIRETTA DEI PALI” NEL TERRENO.

NEI CASI IN CUI TALE ATTIVITÀ RISULTI IMPOSSIBILE, IPOTESI PLAUSIBILE VISTA LA NATURA DEL TERRENO, SI PREVEDE:

- SI REALIZZINO DEI PREFORI, DI ADEGUATO DIAMETRO, RIEMPITI POI CON GRANIGLIA DI ROCCIA, A SECCO (OVVERO SENZA L'AUSILIO DI AGGREGANTI O CEMENTI DI ALCUN TIPO), DELLA STESSA NATURA DEL TERRENO DI FONDAZIONE;
- SI PROCEDA CON LA BATTITURA DEL PALO NEL PREFORO COLMO DI GRANIGLIA.

2.2. CARICHI AGENTI SULLA TESTA DELLA COLONNA

- CARICO SULLA TRAVE CONTINUA

| | | |
|------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------|
| VENTO SU OGNI PANNELLO | | 501,70 DAN/M |
| NEVE | $2,108 \text{ M} \times 48 \text{ DAN/M}^2 =$ | 101,2 DAN/M |
| PESO PANNELLI | $25,4 \text{ DAN} \times 7 =$ | 177,8 DAN |
| | $177,8 \text{ DAN} / 7 \text{ M} =$ | 25,4 DAN/M |
| PESO TRAVE | | 10,8 DAN/M (SCATOLARE 120x120x3 MM) |
- CARICHI SULLA TESTA DELLA COLONNA

| | | |
|--------------------|---------------------------|--------------------------------|
| VENTO | 501,70 DAN X 7 PANNELLI = | 3511,90 DAN |
| | | 2014,34 DAN LUNGO Z; |
| | | 2876,8 DAN LUNGO X; |
| MOMENTO TESTA PALO | 3511,90 DAN X 0,52 M = | 1826,20 DANM |
| | | INCLINAZIONE DEL PANNELLO 55°. |
| NEVE | 101,2 DAN/M X 7 M = | 708,4 DAN; |
| PESO PANNELLI | 25,4 DAN/M X 7 M = | 177,8 DAN; |
| PESO TRAVE | 10,8 DAN/M X 7 M = | 75,6 DAN. |

2.2.1. MODELLO FEM

LE ANALISI NUMERICHE DA CUI SONO STATI DEDOTTI I VALORI DELLE SOLLECITAZIONI DI PROGETTO DI SEGUITO RIPORTATE SONO IL RISULTATO DELL'ANALISI SVOLTA CON L'AUSILIO DEL SOFTWARE DI MODELLAZIONE E VERIFICA "MODEST VER. 8.22" E CON IL SOFTWARE DI CALCOLO NUMERICO "XFINEST 2014 VER. 8.7". TUTTI I DETTAGLI DELLE VERIFICHE SONO RIPORTATI NELL'ALLEGATO TABULATO DI CALCOLO.

IL MODELLO DI CALCOLO RIPRODUCE LE IPOTESI PROGETTUALI RAPPRESENTATE DA:

- UNA FONDAZIONE INDIRETTA (PALO BATTUTO) IN TERRENO DI FONDAZIONE DI LUNGHEZZA TOTALE PARI A 1.60 M;
- LA SEZIONE DEL PROFILO IN ACCIAIO CONSIDERATA IN QUESTA FASE PROGETTUALE È:
 - PROFILO SAGOMATO A CALDO, CAVO, QUADRATO 220x220x8 MM;
 - IL "SUOLO SABBIOSO – LIMOSO" (COLTRE DI CIRCA 0,50 M) È CONSIDERATA AI FINI DELLA RESISTENZA DELLA FONDAZIONE.

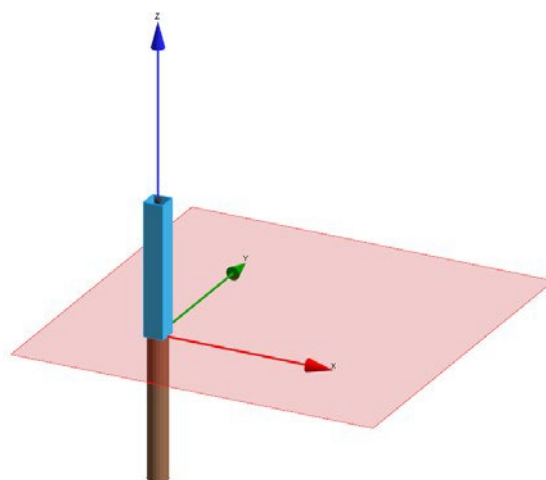


FIGURA 8

2.3. CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARE

| CCE | Commento | Tipo CCE | Sic. | Var. | Peso | C. A. | Dir. | Tipo | s | Mx | My | Mz | Jpx | Jpy | Jpz |
|-----|--------------|------------------------|-----------|---------|-------------------------------------|-------|------|--------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | peso proprio | 1 D.M. 18 Permanenti | a sfavore | | <input checked="" type="checkbox"/> | P | | | 1.00 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 |
| 2 | pannelli | 1 D.M. 18 Permanenti | a sfavore | | <input type="checkbox"/> | | | | 1.00 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 |
| 3 | vento | 11 D.M. 18 Variabili | a sfavore | ambigua | <input type="checkbox"/> | | 0 | Massimizzata | 1.00 | | | | | | |
| 4 | neve | 12 D.M. 18 Variabili N | a sfavore | di base | <input type="checkbox"/> | | | | 1.00 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 |

L'AZIONE DEI CARICHI SU CITATI È STATA APPLICATA SULLA TESTA DEL PALO.

2.4. COMBINAZIONI DI CARICO

NELLA TABELLA DI SEGUITO RIPORTATA SONO INDICATE LE COMBINAZIONI DI CARICO ADOTTATE PER IL CALCOLO E LA VERIFICA DEL MODELLO STRUTTURALE.

| CC | Commento | TCC | An. | Bk | 1 | 2 | 3 | 4 | SX | SY |
|----|---------------------|---------|-----|----|------|------|-------|------|-------|-------|
| 1 | Amb. 1 (SLU S) S + | SLV+SND | L | | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.30 |
| 2 | Amb. 1 (SLE) S +X+ | SLD | L | | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.30 |
| 3 | Amb. 1 (SLU S) S + | SLV+SND | L | | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | -0.30 |
| 4 | Amb. 1 (SLE) S +X- | SLD | L | | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | -0.30 |
| 5 | Amb. 1 (SLU S) S - | SLV+SND | L | | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -1.00 | 0.30 |
| 6 | Amb. 1 (SLE) S -X+ | SLD | L | | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -1.00 | 0.30 |
| 7 | Amb. 1 (SLU S) S - | SLV+SND | L | | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -1.00 | -0.30 |
| 8 | Amb. 1 (SLE) S -X- | SLD | L | | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -1.00 | -0.30 |
| 9 | Amb. 1 (SLU S) S + | SLV+SND | L | | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.30 | 1.00 |
| 10 | Amb. 1 (SLE) S +0. | SLD | L | | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.30 | 1.00 |
| 11 | Amb. 1 (SLU S) S - | SLV+SND | L | | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -0.30 | 1.00 |
| 12 | Amb. 1 (SLE) S -0.3 | SLD | L | | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -0.30 | 1.00 |
| 13 | Amb. 1 (SLU S) S + | SLV+SND | L | | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.30 | -1.00 |
| 14 | Amb. 1 (SLE) S +0. | SLD | L | | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.30 | -1.00 |
| 15 | Amb. 1 (SLU S) S - | SLV+SND | L | | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -0.30 | -1.00 |
| 16 | Amb. 1 (SLE) S -0.3 | SLD | L | | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -0.30 | -1.00 |
| 17 | Amb. 2 (SLU) | SLU | L | | 1.30 | 1.30 | 0.00 | 1.50 | 0.00 | 0.00 |
| 18 | Amb. 2 (SLE R) | SLE R | L | | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 19 | Amb. 2 (SLE F) | SLE F | L | | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.20 | 0.00 | 0.00 |
| 20 | Amb. 2 (SLE Q) | SLE Q | L | | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 21 | Amb. 3 (SLU) | SLU | L | | 1.30 | 1.30 | 1.50 | 1.50 | 0.00 | 0.00 |
| 22 | Amb. 3 (SLU) | SLU | L | | 1.30 | 1.30 | 0.90 | 1.50 | 0.00 | 0.00 |
| 23 | Amb. 3 (SLE R) | SLE R | L | | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 24 | Amb. 3 (SLE R) | SLE R | L | | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 25 | Amb. 3 (SLE F) | SLE F | L | | 1.00 | 1.00 | 0.20 | 0.20 | 0.00 | 0.00 |
| 26 | Amb. 3 (SLE F) | SLE F | L | | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.20 | 0.00 | 0.00 |
| 27 | Amb. 3 (SLE Q) | SLE Q | L | | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 28 | Amb. 4 (SLU) | SLU | L | | 1.30 | 1.30 | -1.50 | 1.50 | 0.00 | 0.00 |
| 29 | Amb. 4 (SLU) | SLU | L | | 1.30 | 1.30 | -0.90 | 1.50 | 0.00 | 0.00 |
| 30 | Amb. 4 (SLE R) | SLE R | L | | 1.00 | 1.00 | -1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 31 | Amb. 4 (SLE R) | SLE R | L | | 1.00 | 1.00 | -0.60 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 32 | Amb. 4 (SLE F) | SLE F | L | | 1.00 | 1.00 | -0.20 | 0.20 | 0.00 | 0.00 |
| 33 | Amb. 4 (SLE F) | SLE F | L | | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.20 | 0.00 | 0.00 |
| 34 | Amb. 4 (SLE Q) | SLE Q | L | | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

2.5. MATERIALI

I MATERIALI PREVISTI PER LA REALIZZAZIONE DELLA STRUTTURA DI FONDAZIONE SONO:

- ACCIAIO S235J0.

3. VERIFICHE STRUTTURALI

LE VERIFICHE DELLA FONDAZIONE SU PALO BATTUTO SONO RIPORTATE NELL'ALLEGATA RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICA. LA STRUTTURA RISULTA VERIFICATA A RIBALTAMENTO.

NEL SEGUITO SI RIPORTA LA VERIFICA DELL'ASTA IN ACCIAIO CHE EMERGE DALLA FONDAZIONE BATTUTA.

Caratteristiche profilati utilizzati

| Sez. | Cod. | Tipo | D | Area | Anet | Aeff | Jy | Jz | Iy | Iz | Wymin | Wzmin | Tp | Fyk | Fyt |
|------|---------------|------|------|-------|-------|-------|---------|---------|------|------|--------|--------|----------------------|-----------|-----------|
| | | | <cm> | <cmq> | <cmq> | <cmq> | <cm4> | <cm4> | <cm> | <cm> | <cmc> | <cmc> | | <daN/cmq> | <daN/cmq> |
| 1 | 200_220x220x8 | Rc | -- | 67.84 | 67.84 | 67.84 | 5088.91 | 5088.91 | 8.66 | 8.66 | 462.63 | 462.63 | S235H UNI EN 10210-1 | 2350.00 | 3600.00 |

Caratteristiche profilati utilizzati

| Sez. | Cod. | Wy, plas | Wz, plas | Atag, y | Atag, z | Jϕ |
|------|---------------|----------|----------|---------|---------|-------|
| | | <cmc> | <cmc> | <cmq> | <cmq> | <cm6> |
| 1 | 200_220x220x8 | 539.58 | 539.58 | 33.92 | 33.92 | |

Asta n. 1 (1 2) Sez. 1 200_220x220x8 Crit. 1

-
- Verifica a taglio dir. Y [4.2.16] - CC 21 SLU X1=0.00 - Classe 1
Solicitazioni: $T_y=4315.20$
 $V, Ed=4315.20$ $Vc, Rd=43831.50$ $V, Ed/Vc, Rd=0.10$
 - Verifica a presso o tenso-flessione retta ZZ (4.2.4.1.2.7) - CC 21 SLU X1=0.00 - Classe 1
Solicitazioni: $N=-4554.45$ $T_y=4315.20$ $M_x=-3733.50$
 $M_z, Ed=-3733.50$ $M_z, V, c, Rd=12076.40$
 $N, Ed=-4554.45$ $Nc, Rd=-151832.00$ ZZ $n=N, Ed/Nc, Rd=0.03$ $MNz, c, Rd=12076.40$ $M_z, Ed/MNz, c, Rd=0.31$
 - Verifiche di duttilità [7.5.3]:
 $q_0=2.00$ $N, Ed=-4554.45$ $Np1, Rd=151832.00$ $N, Ed/Np1, Rd=0.03$ (sfrut=0.10)
 - Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.2) - CC 21 SLU - Classe 1
Solicitazioni: $N, Ed=-4554.45$ $M_z, Ed=-3733.50$ $L=1.50$
 $\alpha_{my}, \alpha_{mz}, \alpha_{LT}=0.95, 0.95, 0.95$
 $\lambda_y=17.32$ $Ncr, y=4687710.00$ $\lambda'_y=0.18$ Curva a: $\Phi_y=0.00$ $\gamma_y=1.00$
 $\lambda_z=17.32$ $Ncr, z=4687710.00$ $\lambda'_z=0.18$ Curva a: $\Phi_z=0.00$ $\gamma_z=1.00$
 $K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}=0.95, 0.57, 0.57, 0.95$
Verifica YY: $0.03+0.18=0.21$
Verifica ZZ: $0.03+0.29=0.32$
 - Verifica Spostamento relativo massimo per singola asta - CC 23
 $\delta=0.57$ (L/262)

4. REFERENZE

- [1] D.M. 17.01.2018 – AGGIORNAMENTO DELLE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI
- [2] CIRCOLARE N. 7/C.S.LL.PP. DEL 12/02/2019
- [3] LEGGE 5 NOVEMBRE 1971 N. 1086 - NORME PER LA DISCIPLINA DELLE OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO NORMALE E PRECOMPRESSO ED A STRUTTURA METALLICA.
- [4] CIRCOLARE MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 14 FEBBRAIO 1974, N.11951 - "APPLICAZIONE DELLE NORME SUL CEMENTO ARMATO".
- [5] CIRCOLARE MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 25 GENNAIO 1975, N.13229 - "L'IMPIEGO DI MATERIALI CON ELEVATE CARATTERISTICHE DI RESISTENZA PER CEMENTO ARMATO NORMALE E PRECOMPRESSO.
- [6] • C.N.R. - UNI 10011-97 - "COSTRUZIONI DI ACCIAIO: ISTRUZIONI PER IL CALCOLO, L'ESECUZIONE, IL COLLAUDO E LA MANUTENZIONE".
- [7] • OPCM 3274 D.D. 20/03/2003 S.M.I. – "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 MODIFICHE E INTEGRAZIONI (OPCM 3431 03/05/05).
- [8] D.M.LL.PP. 20 NOVEMBRE 1987 – "NORME TECNICHE PER LA PROGETTAZIONE, ESECUZIONE E COLLAUDO DEGLI EDIFICI IN MURATURA E PER IL LORO CONSOLIDAMENTO".
- [9] CIRC. MIN.LL.PP. N.11951 DEL 14 FEBBRAIO 1992 - CIRCOLARE ILLUSTRATIVA DELLA LEGGE N. 1086.
- [10] D.M. 14 FEBBRAIO 1992 - NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DELLE OPERE IN CEMENTO ARMATO NORMALE, PRECOMPRESSO E PER LE STRUTTURE METALLICHE.
- [11] CIRC. MIN.LL.PP. N.37406 DEL 24 GIUGNO 1993 – ISTRUZIONI RELATIVE ALLE NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DELLE OPERE IN C.A. NORMALE E PRECOMPRESSO E PER LE STRUTTURE METALLICHE DI CUI AL D.M. 14 FEBBRAIO 1992.
- [12] D.M. 9 GENNAIO 1996 – NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DELLE OPERE IN CEMENTO ARMATO NORMALE E PRECOMPRESSO E PER LE STRUTTURE METALLICHE.
- [13] CIRC. MIN. LL.PP. 15.10.1996 n.252 AA.GG./S.T.C. - ISTRUZIONI PER L'APPLICAZIONE DELLE «NORME TECNICHE PER IL CALCOLO E L'ESECUZIONE ED IL COLLAUDO DELLE STRUTTURE IN CEMENTO ARMATO NORMALE E PRECOMPRESSO E PER LE STRUTTURE METALLICHE» DI CUI AL D.M. 09.01.1996.
- [14] D.M. 16 GENNAIO 1996 – NORME TECNICHE RELATIVE AI CRITERI GENERALI PER LA VERIFICA DI SICUREZZA DELLE COSTRUZIONI E DEI CARICHI E SOVRACCARICHI
- [15] • CIRC. MIN.LL.PP. N.156AA.GG./S.T.C. DEL 4 LUGLIO 1996 – 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 GENNAIO 1996.

- [16] D.M. 16.1.1996 - NORME TECNICHE RELATIVE ALLE COSTRUZIONI IN ZONE SISMICHE
- [17] CIRC. MIN. LL.PP. 10.4.1997, N. 65 - ISTRUZIONI PER L'APPLICAZIONE DELLE "NORME TECNICHE RELATIVE ALLE COSTRUZIONI IN ZONE SISMICHE" DI CUI AL D.M. 16 GENNAIO 1996
- [18] EUROCODICE 1 - BASI DI CALCOLO ED AZIONI SULLE STRUTTURE
- [19] EUROCODICE 2 - PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE DI CALCESTRUZZO
- [20] EUROCODICE 3 - PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE DI ACCIAIO
- [21] EUROCODICE 4 - PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE COMPOSTE ACCIAIO-CALCESTRUZZO
- [22] EUROCODICE 5 - PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE DI LEGNO
- [23] EUROCODICE 6 - PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE DI MURATURA
- [24] EUROCODICE 7 - PROGETTAZIONE GEOTECNICA
- [25] EUROCODICE 8 - INDICAZIONI PROGETTUALI PER LA RESISTENZA SISMICA DELLE STRUTTURE

ALLEGATO: TABULATI DI CALCOLO

Sommarrio

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Introduzione..... | 2 |
| Sistemi di riferimento..... | 2 |
| Rotazioni e momenti..... | 2 |
| Normativa di riferimento..... | 2 |
| Unità di misura..... | 3 |
| Geometria..... | 3 |
| Elenco vincoli nodi..... | 3 |
| Elenco costanti elastiche nodali..... | 3 |
| Elenco nodi..... | 3 |
| Elenco materiali..... | 4 |
| Elenco sezioni aste..... | 4 |
| Elenco vincoli aste..... | 4 |
| Elenco aste..... | 5 |
| Elenco tipi plinti/pali..... | 5 |
| Elenco plinti/pali..... | 6 |
| Carichi..... | 6 |
| Condizioni di carico elementari..... | 6 |
| Elenco carichi nodiCondizione di carico n. 1: peso proprio Carichi concentrati..... | 7 |
| Condizione di carico n. 2: pannelli Carichi concentrati..... | 7 |
| Condizione di carico n. 3: vento Carichi concentrati..... | 7 |
| Condizione di carico n. 4: neve Carichi concentrati..... | 7 |
| Elenco carichi asteCondizione di carico n. 1: peso proprio Elenco peso proprio aste..... | 7 |
| Analisi dei carichi da vento..... | 7 |
| Oria..... | 8 |
| Analisi dei carichi da neve..... | 8 |
| Oria..... | 8 |
| Risultati del calcolo..... | 9 |
| Parametri di calcolo..... | 9 |
| Figura numero 1: Spettro SLD..... | 10 |
| Figura numero 2: Spettro SLV..... | 11 |
| Figura numero 3: Spettro SND..... | 11 |
| Spostamenti dei nodi..... | 14 |
| Reazioni vincolari..... | 14 |
| Sollecitazioni aste..... | 15 |
| Criteri di progetto utilizzati..... | 16 |
| Aste in acciaio..... | 16 |
| Verifiche aste in acciaio..... | 18 |
| Sintesi..... | 19 |

Introduzione

Sistemi di riferimento

Le coordinate, i carichi concentrati, i cedimenti, le reazioni vincolari e gli spostamenti dei NODI sono riferiti ad una terna destra cartesiana globale con l'asse Z verticale rivolto verso l'alto. I carichi in coordinate locali e le sollecitazioni delle ASTE sono riferite ad una terna destra cartesiana locale così definita:

- origine nel nodo iniziale dell'asta;
- asse X coincidente con l'asse dell'asta e con verso dal nodo iniziale al nodo finale;
- immaginando la trave a sezione rettangolare l'asse Y è parallelo alla base e l'asse Z è parallelo all'altezza.

La rotazione dell'asta comporta quindi una rotazione di tutta la terna locale.

Si può immaginare la terna locale di un'asta comunque disposta nello spazio come derivante da quella globale dopo una serie di trasformazioni:

- una rotazione intorno all'asse Z che porti l'asse X a coincidere con la proiezione dell'asse dell'asta sul piano orizzontale;
- una traslazione lungo il nuovo asse X così definito in modo da portare l'origine a coincidere con la proiezione del nodo iniziale dell'asta sul piano orizzontale;
- una traslazione lungo l'asse Z che porti l'origine a coincidere con il nodo iniziale dell'asta;
- una rotazione intorno all'asse Y così definito che porti l'asse X a coincidere con l'asse dell'asta;
- una rotazione intorno all'asse X così definito pari alla rotazione dell'asta.

In pratica le travi prive di rotazione avranno sempre l'asse Z rivolto verso l'alto e l'asse Y nel piano del solaio, mentre i pilastri privi di rotazione avranno l'asse Y parallelo all'asse Y globale e l'asse Z parallelo ma controverso all'asse X globale. Da notare quindi che per i pilastri la "base" è il lato parallelo a Y.

Le sollecitazioni ed i carichi in coordinate locali negli ELEMENTI BIDIMENSIONALI e nei MURI sono riferiti ad una terna destra cartesiana locale così definita:

- origine nel primo nodo dell'elemento;
- asse X coincidente con la congiungente il primo ed il secondo nodo dell'elemento;
- asse Y definito come prodotto vettoriale fra il versore dell'asse X e il versore della congiungente il primo e il quarto nodo. Asse Z a formare con gli altri due una terna destrorsa.

Praticamente un elemento verticale con l'asse X locale coincidente con l'asse X globale ha anche gli altri assi locali coincidenti con quelli globali.

Rotazioni e momenti

Seguendo il principio adottato per tutti i carichi che sono positivi se CONTROVERSI agli assi, anche i momenti concentrati e le rotazioni impresse in coordinate globali risultano positivi se CONTROVERSI al segno positivo delle rotazioni. Il segno positivo dei momenti e delle rotazioni è quello orario per l'osservatore posto nell'origine: X ruota su Y, Y ruota su Z, Z ruota su X. In pratica è sufficiente adottare la regola della mano destra: col pollice rivolto nella direzione dell'asse, la rotazione che porta a chiudere il palmo della mano corrisponde al segno positivo.

Normativa di riferimento

La normativa di riferimento è la seguente:

- Legge n. 64 del 2/2/1974 - Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. del 24/1/1986 - Norme tecniche relative alle costruzioni sismiche.
- Legge n. 1086 del 5/11/1971 - Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- D.M. del 14/2/1992 - Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. del 9/1/1996 - Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. del 16/1/1996 - Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
- Circolare n. 21745 del 30/7/1981 - Legge n. 219 del 14/5/1981 - Art. 10 - Istruzioni relative al rafforzamento degli edifici in muratura danneggiati dal sisma.
- Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia - Legge Regionale n. 30 del 20/6/1977 - Documentazione tecnica per la progettazione e direzione delle opere di riparazione degli edifici - Documento Tecnico n. 2 - Raccomandazioni per la riparazione strutturale degli edifici in muratura.
- D.M. del 20/11/1987 - Norme Tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento.
- Norme Tecniche C.N.R. n. 10011-85 del 18/4/1985 - Costruzioni di acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.
- Norme Tecniche C.N.R. n. 10025-84 del 14/12/1984 - Istruzioni per il progetto, l'esecuzione ed il controllo

Relazione di calcolo

delle strutture prefabbricate in conglomerato cementizio e per le strutture costruite con sistemi industrializzati di acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.

- Circolare n. 65 del 10/4/1997 - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. del 16/1/1996.

- Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno.

- DIN 1052 - Metodi di verifica per il legno.

- D.M. del 17/1/2018 - Norme tecniche per le costruzioni.

- Circolare n. 7 del 21/1/2019 - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

- Documento Tecnico CNR-DT 200 R1/2012 - Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati.

- Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture in acciaio.

Unità di misura

Le unità di misura adottate sono le seguenti:

- lunghezze : m
- forze : daN
- masse : kg
- temperature : gradi centigradi
- angoli : gradi sessadecimali o radianti

Geometria

Elenco vincoli nodi

Simbologia

- Vn = Numero del vincolo nodo
 Comm. = Commento
 TV = Tipo vincolo se valutato da stratigrafia
 SP = Plinto senza pali
 CP = Palo o plinto con pali
 Sx = Spostamento in dir. X (L=libero, B=bloccato, E=elastico)
 Sy = Spostamento in dir. Y (L=libero, B=bloccato, E=elastico)
 Sz = Spostamento in dir. Z (L=libero, B=bloccato, E=elastico)
 Rx = Rotazione intorno all'asse X (L=libera, B=bloccata, E=elastica)
 Ry = Rotazione intorno all'asse Y (L=libera, B=bloccata, E=elastica)
 Rz = Rotazione intorno all'asse Z (L=libera, B=bloccata, E=elastica)
 RL = Rotazione libera
 Ly = Lunghezza (dir. Y locale)
 Lz = Larghezza (dir. Z locale)
 Kt = Coeff. di sottofondo su suolo elastico alla Winkler

| Vn | Comm. | TV | Sx | Sy | Sz | Rx | Ry | Rz | RL | Ly | Lz | Kt |
|----|-------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----------|
| | | | | | | | | | | <m> | <m> | <daN/cmc> |
| 1 | Libero | | L | L | L | L | L | L | | | | |
| 4 | Calcarenite | SP | B | B | E | B | B | B | | | | f(strat.) |

Elenco costanti elastiche nodali

Simbologia

- Nodo = Numero del nodo
 Kx = Costante elastica in dir. X
 Ky = Costante elastica in dir. Y
 Kz = Costante elastica in dir. Z
 KRx = Costante elastica intorno all'asse X
 KRy = Costante elastica intorno all'asse Y

| Nodo | Kx | Ky | Kz | KRx | KRy |
|------|----------|----------|------------|------------|------------|
| | <daN/cm> | <daN/cm> | <daN/cm> | <daNm/rad> | <daNm/rad> |
| 1 | 21450.10 | 21450.10 | 1312160.00 | 839585.00 | 839585.00 |

Elenco nodi

Simbologia

- Nodo = Numero del nodo
 X = Coordinata X del nodo
 Y = Coordinata Y del nodo
 Z = Coordinata Z del nodo
 Imp. = Numero dell'impalcato
 Vn = Numero del vincolo nodo

| Nodo | X | Y | Z | Imp. | Vn |
|------|---|---|---|------|----|
|------|---|---|---|------|----|

Relazione di calcolo

| | <m> | <m> | <m> | | |
|---|------|------|------|---|---|
| 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0 | 4 |
| 2 | 0.00 | 0.00 | 1.50 | 0 | 1 |

Elenco materiali

Simbologia

Mat. = Numero del materiale
 Comm. = Commento
 P = Peso specifico
 E = Modulo elastico
 G = Modulo elastico tangenziale
 v = Coeff. di Poisson
 α = Coeff. di dilatazione termica

| Mat. | Comm. | P <daN/mc> | E <daN/cm ² > | G <daN/cm ² > | v | α |
|------|---------|---------------|-----------------------------|-----------------------------|-----|--------------|
| 18 | Acciaio | 7850 | 2100000.00 | 800000.00 | 0.3 | 1.000000E-05 |

Elenco sezioni aste

Simbologia

Sez. = Numero della sezione
 Comm. = Commento
 Tipo = Tipologia
 2C = Doppia C lato labbri
 2Cdx = Doppia C lato costola
 2I = Doppia I
 2L = Doppia L lato labbri
 2Ldx = Doppia L lato costole
 C = Sezione a C
 Cdx = C destra
 Cir. = Circolare
 Cir.c = Circolare cava
 I = Sezione a I
 L = Sezione a L
 Ldx = L destra
 Om. = Omega
 Pg = Pi greco
 Pr = Poligono regolare
 Prc = Poligono regolare cavo
 Pc = Per coordinate
 Ia = Inerzie assegnate
 R = Rettangolare
 Rc = Rettangolare cava
 T = Sezione a T
 U = Sezione a U
 Ur = U rovescia
 V = Sezione a V
 Vr = V rovescia
 Z = Sezione a Z
 Zdx = Z destra
 Ts = T stondata
 Ls = L stondata
 Cs = C stondata
 Is = I stondata
 Dis. = Disegnata
 Mem. = Membratura
 G = Generica
 T = Trave
 P = Pilastro
 Ver. = Verifica prevista
 N = Nessuna
 C = Cemento armato
 A = Acciaio
 L = Legno
 B = Base
 H = Altezza
 s = Spessore
 Ma = Numero del materiale
 C = Numero del criterio di progetto
 Crit. C.I. = Criterio di progetto collegamento iniziale
 Crit. C.F. = Criterio di progetto collegamento finale

| Sez. | Comm. | Tipo | Mem. | Ver. | B <cm> | H <cm> | s <cm> | Ma | C | Crit. C.I. | Crit. C.F. |
|------|---------------|------|------|------|-----------|-----------|-----------|----|---|------------|------------|
| 1 | 200_220x220x8 | Rc | P | A | 22.00 | 22.00 | 0.80 | 18 | 1 | 1 | 1 |

Elenco vincoli aste

Relazione di calcolo

Simbologia

Va = Numero del vincolo asta
 Comm. = Commento
 Tipo = Tipologia
 SVI = Definizione di vincolamenti interni
 ELA = Vincolo su suolo elastico alla Winkler
 BIE-RTC = Biella resistente a trazione e a compressione
 BIE-RC = Biella resistente solo a compressione
 BIE-RT = Biella resistente solo a trazione
 Ni = Sforzo normale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)
 Tyi = Taglio in dir. Y locale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)
 Tzi = Taglio in dir. Z locale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)
 Mxi = Momento intorno all'asse X locale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)
 Myi = Momento intorno all'asse Y locale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)
 Mzi = Momento intorno all'asse Z locale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)
 Nf = Sforzo normale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)
 Tyf = Taglio in dir. Y locale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)
 Tzf = Taglio in dir. Z locale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)
 Mxf = Momento intorno all'asse X locale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)
 Myf = Momento intorno all'asse Y locale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)
 Mzf = Momento intorno all'asse Z locale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)
 Kt = Coeff. di sottofondo su suolo elastico alla Winkler

| Va | Comm. | Tipo | Ni | Tyi | Tzi | Mxi | Myi | Mzi | Nf | Tyf | Tzf | Mxf | Myf | Mzf | Kt <daN/cmc> |
|----|---------|------|----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------------|
| 1 | Inc+Inc | SVI | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |

Elenco aste

Simbologia

Asta = Numero dell'asta
 N1 = Nodo iniziale
 N2 = Nodo finale
 Sez. = Numero della sezione
 Va = Numero del vincolo asta
 Par. = Numero dei parametri aggiuntivi
 Rot. = Rotazione
 FF = Filo fisso
 Dy1 = Scost. filo fisso Y1
 Dy2 = Scost. filo fisso Y2
 Dz1 = Scost. filo fisso Z1
 Dz2 = Scost. filo fisso Z2
 Kt = Coeff. di sottofondo su suolo elastico alla Winkler

| Asta | N1 | N2 | Sez. | Va | Par. | Rot. <grad> | FF | Dy1 <cm> | Dy2 <cm> | Dz1 <cm> | Dz2 <cm> | Kt <daN/cmc> |
|------|----|----|------|----|------|----------------|----|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|
| 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | | 0.00 | 55 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |

Elenco tipi plinti/pali

Simbologia

T1 = Numero del tipo plinto/palo
 Tipo = Tipologia
 Gra = Gradoni
 Pir = Piramidale
 P = Palo
 T3 = Triangolare 3 pali
 T3B = Triangolare 3 pali + bicchiere
 R = Rettangolare
 RB = Rettangolare + bicchiere
 R1 = Rettangolare 1 palo
 R1B = Rettangolare 1 palo + bicchiere
 R2x = Rettangolare 2 pali dir. X
 R2xB = Rettangolare 2 pali dir. X + bicchiere
 R2y = Rettangolare 2 pali dir. Y
 R2B = Rettangolare 2 pali dir. Y + bicchiere
 R4 = Rettangolare 4 pali
 R4B = Rettangolare 4 pali + bicchiere
 P5 = Pentagonale 5 pali
 P5B = Pentagonale 5 pali + bicchiere
 E6 = Esagonale 6 pali
 E6B = Esagonale 6 pali + bicchiere
 Tp = Tipopalo
 ND = Non definito
 BP = Battuto prefabbricato
 BGO = Battuto gettato in opera
 T = Trivellato
 TEC = Trivellato con elica continua
 MP = Micropalo
 Comm. = Commento
 Lp = Lunghezza pali

Relazione di calcolo

R = Rotazione testa
 B = Bloccata
 L = Libera
 Dp = Diametropali
 Crit. = Numero del criterio di progetto

| Tl | Tipo | Tp | Comm. | Lp <m> | R | Dp <m> | Crit. |
|----|------|----|---------------|-----------|---|-----------|-------|
| 1 | P | BP | palo_220x1600 | 1.60 | L | 0.23 | 1 |

Elenco plinti/pali

Simbologia

PL = Plinto/Palo
 Tl = Numero del tipo plinto/palo
 Nodo = Nodo plinto/palo
 Kt = Coeff. di sottofondo su suolo elastico alla Winkler

| PL | Tl | Nodo | Kt <daN/cm< |
|----|----|------|----------------|
| 1 | 1 | 1 | --- |

Carichi

Elenco tipi CCE

Simbologia

Tipo CCE = Tipo condizione di carico elementare
 Comm. = Commento
 Tipo = Tipologia
 G = Permanente
 Qv = Variabile vento
 Q = Variabile
 I = Da ignorare
 A = Azione eccezionale
 P = Precompressione
 Durata = Durata del carico
 N = Non definita
 P = Permanente
 L = Lunga
 M = Media
 B = Breve
 I = Istantanea
 $\gamma_{min.}$ = Coeff. $\gamma_{min.}$
 γ_{max} = Coeff. γ_{max}
 Ψ_0 = Coeff. Ψ_0
 Ψ_1 = Coeff. Ψ_1
 Ψ_2 = Coeff. Ψ_2
 $\Psi_{0,s}$ = Coeff. Ψ_0 sismico (D.M. 96)

| Tipo CCE | Comm. | Tipo | Durata | $\gamma_{min.}$ | γ_{max} | Ψ_0 | Ψ_1 | Ψ_2 | $\Psi_{0,s}$ |
|----------|-------------------------------------------------------|------|--------|-----------------|----------------|----------|----------|----------|--------------|
| 1 | D.M. 18 Permanenti strutturali | G | P | 1.00 | 1.30 | | | | |
| 11 | D.M. 18 Variabili Vento | Qv | B | 0.00 | 1.50 | 0.60 | 0.20 | 0.00 | 0.00 |
| 12 | D.M. 18 Variabili Neve (a quota \leq 1000 m s.l.m.) | Q | M | 0.00 | 1.50 | 0.50 | 0.20 | 0.00 | 0.00 |

Condizioni di carico elementari

Simbologia

CCE = Numero della condizione di carico elementare
 Comm. = Commento
 Tipo CCE = Tipo di CCE per calcolo agli stati limite
 Sic. = Contributo alla sicurezza
 F = a favore
 S = a sfavore
 A = ambigua
 Var. = Tipo di variabilità
 B = di base
 I = indipendente
 A = ambigua
 s = Coeff. di riduzione (T.A. o S.L. D.M. 96)
 Dir. = Direzione del vento
 Tipo = Tipologia di pressione vento
 M = Massimizzata
 E = Esterna
 I = Interna
 Mx = Moltiplicatore della massa in dir. X
 My = Moltiplicatore della massa in dir. Y

Relazione di calcolo

Mz = Moltiplicatore della massa in dir. Z
 Jpx = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse X
 Jpy = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse Y
 Jpz = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse Z

| CCE | Comm. | Tipo CCE | Sic. | Var. | s | Dir. <grad> | Tipo | Mx | My | Mz | Jpx | Jpy | Jpz |
|-----|--------------|----------|------|------|----|----------------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | peso proprio | | 1 | S | -- | 1.00 | -- | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 |
| 2 | pannelli | | 1 | S | -- | 1.00 | -- | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 |
| 3 | vento | | 11 | S | A | 1.00 | 0.00 | M | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4 | neve | | 12 | S | B | 1.00 | -- | -- | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 |

Elenco carichi nodi Condizione di carico n. 1: peso proprio
Carichi concentrati

Simbologia

Nodo = Numero del nodo
 Fx = Componente X della forza applicata
 Fy = Componente Y della forza applicata
 Fz = Componente Z della forza applicata
 Mx = Momento intorno all'asse X
 My = Momento intorno all'asse Y
 Mz = Momento intorno all'asse Z

| Nodo | Fx <daN> | Fy <daN> | Fz <daN> | Mx <daNm> | My <daNm> | Mz <daNm> |
|------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| 2 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Condizione di carico n. 2: pannelli
Carichi concentrati

| Nodo | Fx <daN> | Fy <daN> | Fz <daN> | Mx <daNm> | My <daNm> | Mz <daNm> |
|------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| 2 | 0.00 | 0.00 | 180.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Condizione di carico n. 3: vento
Carichi concentrati

| Nodo | Fx <daN> | Fy <daN> | Fz <daN> | Mx <daNm> | My <daNm> | Mz <daNm> |
|------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| 2 | 0.00 | 2876.80 | 2014.40 | 1826.20 | 0.00 | 0.00 |

Condizione di carico n. 4: neve
Carichi concentrati

| Nodo | Fx <daN> | Fy <daN> | Fz <daN> | Mx <daNm> | My <daNm> | Mz <daNm> |
|------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| 2 | 0.00 | 0.00 | 710.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Elenco carichi aste Condizione di carico n. 1: peso proprio
Elenco peso proprio aste

Simbologia

Sez. = Numero della sezione
 Comm. = Commento
 A = Area
 Mat. = Materiale
 P = Peso specifico
 PL = Peso specifico a metro lineare

| Sez. | Comm. | A <cmq> | Mat. | P <daN/mc> | PL <daN/m> |
|------|-----------|------------|---------|---------------|---------------|
| 1 | 220x220x8 | 67.840000 | Acciaio | 7850.00 | 53.25 |

Analisi dei carichi da vento

Calcolo delle azioni del vento

Normativa di riferimento: Norme tecniche per le costruzioni D.M. 17 gennaio 2018 e Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

Zona di ubicazione dell'edificio: 3 - Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la Provincia di Reggio Calabria)

Classe di rugosità del terreno: D - a) Mare e relativa fascia costiera b) Lago e relativa fascia costiera c) Area priva di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati (tab. 3.3.III)

Categoria di esposizione del sito: II

Relazione di calcolo

Parametri derivati (tab. 3.3.I):

$V_{b,0}$ (velocità base di riferimento al livello del mare): 27.00 <m/sec>
 a_0 : 500.00 <m>
 K_s : 0.37

Parametri derivati (tab. 3.3.II):

K_r : 0.19
 z_0 : 0.05 <m>
 z_{min} : 4.00 <m>

Oria

Classificazione della costruzione: Tettoie - Tettoie a falda singola (C3.3.8.2.1)

a_s (altitudine sul livello del mare): 60.00 <m>
 T_r (tempo di ritorno): 50 anni
 V_b (velocità base di riferimento [3.3.1]): 27.00 <m/sec>
 c_a (coefficiente di altitudine [3.3.1.b]): 1.00
 V_r (velocità di riferimento [3.3.2]): 27.00 <m/sec>
 c_r (coefficiente di ritorno [3.3.3]): 1.00
 c_t (coefficiente topografico): 1.00
 q_r (pressione cinetica di riferimento): 45.56 <daN/mq>
 c_e (coefficiente di esposizione): 1.80
 c_d (coefficiente dinamico): 1.00
 h (altezza dell'edificio): 2.30 <m>
 d (profondità dell'edificio): 2.02 <m>
 b (dimensione in pianta ortogonale al flusso): 1.05 <m>
 α (angolo inclinazione): 55.00 <grad>
 ϕ (grado di bloccaggio): 0.00

Coefficienti di forza C_f :

perpendicolare al colmo positivo: 2.03
perpendicolare al colmo negativo: -2.88

Forza risultante:

perpendicolare al colmo positivo: 353.80 <daN>
perpendicolare al colmo negativo: -501.70 <daN>

Coefficienti di forza C_f :

vento parallelo al colmo positivo: 0.20
vento parallelo al colmo negativo: -0.50

Forza risultante:

vento parallelo al colmo positivo: 34.80 <daN>
vento parallelo al colmo negativo: -87.00 <daN>

Analisi dei carichi da neve

Calcolo delle azioni della neve

Normativa di riferimento: Norme tecniche per le costruzioni D.M. 17 gennaio 2018 e Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

Zona di ubicazione dell'edificio: III

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

Coefficiente di esposizione del sito: Normale

Oria

Classificazione della costruzione: Copertura ad una falda senza barriera o parapetto

T_r (tempo di ritorno): 50 anni
 C_t (coefficiente termico): 1.00
 a_s (altitudine sul livello del mare): 60.00 <m>

α (angolo inclinazione): 1.00 <grad>

Parametri derivati (3.4.2):

q_{sk} (valore di riferimento del carico neve al suolo): 60.00 <daN/mq>

Parametri derivati (tab. 3.4.I):

C_e (coefficiente d'esposizione): 1.00
 μ_1 (coefficiente di forma della copertura): 0.80

Carichi agenti:

qss (carico provocato dalla neve sulle coperture): 48.00 <daN/mq>

Risultati del calcolo

Parametri di calcolo

La modellazione della struttura e la rielaborazione dei risultati del calcolo sono stati effettuati con: ModeSt ver. 8.22, prodotto da Tecnisoft s.a.s. - Prato

La struttura è stata calcolata utilizzando come solutore agli elementi finiti: Xfinest ver. 2014, prodotto da Ce.A.S. S.r.l. - Milano

Tipo di normativa: stati limite D.M. 18

Tipo di calcolo: analisi sismica statica

Vincoli esterni: Considera sempre vincoli assegnati in modellazione

Schematizzazione piani rigidi: nessun impalcato rigido

Modalità di recupero masse secondarie: mantenere sul nodo masse e forze relative

Generazione combinazioni

- Lineari: Si
- Valuta spostamenti e non sollecitazioni: No
- Buckling: No

Opzioni di calcolo

- Sono state considerate infinitamente rigide le zone di connessione fra travi, pilastri ed elementi bidimensionali con una riduzione del 20%
- Calcolo con offset rigidi dai nodi: No
- Uniformare i carichi variabili: No
- Massimizzare i carichi variabili: No
- Recupero carichi zone rigide: taglio e momento flettente
- Modalità di combinazione momento torcente: disaccoppiare le azioni

Opzioni del solutore

- Tipo di elemento bidimensionale: QF46
- Calcolo sforzo nei nodi: No
- Trascura deformabilità a taglio delle aste: No
- Analisi dinamica con metodo di Lanczos: Si
- Check sequenza di Sturm: Si
- Analisi non lineare con Newton modificato: No
- Usa formulazione secante per buckling: No
- Trascura buckling torsionale: No

Dati struttura

- Sito di costruzione: ORIA BR, Italia

Simbologia

TCC=Tipo di combinazione di carico

SLU = Stato limite ultimo

SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica)

SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara

SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente

SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente

SLD = Stato limite di danno

SLV = Stato limite di salvaguardia della vita

SLC = Stato limite di prevenzione del collasso

SLO = Stato limite di operatività

SLU I = Stato limite di resistenza al fuoco

SND = Stato limite di salvaguardia della vita (non dissipativo)

T_R = Periodo di ritorno <anni>

A_g = Accelerazione orizzontale massima al sito

F_o = 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 <sec>

S_s = Coefficiente di amplificazione stratigrafica

C_c = Coefficiente funzione della categoria del suolo

| TCC | T_R | A_g <g> | F_o | T_c^* | S_s | C_c |
|-----|-------|--------------|-------|---------|-------|-------|
| SLD | 101 | 0.0306 | 2.37 | 0.34 | 1.00 | 1.00 |
| SLV | 949 | 0.0602 | 2.73 | 0.51 | 1.00 | 1.00 |

- Edificio esistente: No
- Tipo di opera: Opera ordinaria
- Vita nominale V_N : 50.00
- Classe d'uso: Classe IV

Relazione di calcolo

- SL Esercizio: SLOPvr No, SLDPvr 63.00
- SL Ultimi: SLVPvr 10.00, SLCPvr No
- Struttura dissipativa: Sì
- Classe di duttilità: Classe B
- Quota di riferimento: 0.00 <m>
- Quota max della struttura: 1.50 <m>
- Altezza della struttura: 1.50 <m>
- Numero piani edificio: 0
- Coefficiente θ : 0.00
- Edificio regolare in altezza: Sì
- Edificio regolare in pianta: Sì
- Forze orizzontali convenzionali per stati limite non sismici: No
- Genera stati limite per verifiche di resistenza al fuoco: No

Dati di calcolo

- Categoria del suolo di fondazione: A
- Tipologia strutturale: acciaio a mensola o a pendolo inverso

| | |
|--------------------------------------------------------------|---------|
| Periodo T_1 | 0.11521 |
| Coeff. λ SLD | 1.00 |
| Coeff. λ SLV | 1.00 |
| Rapporto di sovrarresistenza (α_u/α_1) | 1.00 |
| Valore di riferimento del fattore di comportamento (q_0) | 2.00 |
| Fattore riduttivo (K_w) | 1.00 |
| Fattore riduttivo regolarità in altezza (KR) | 1.00 |
| Fattore di comportamento dissipativo (q) | 2.00 |
| Fattore di comportamento non dissipativo (qND) | 1.33 |
| Fattore di comportamento per SLD (qD) | 1.33 |

- Categoria topografica: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
- Coeff. amplificazione topografica S_T : 1.00
- Accelerazione di picco del terreno A_gS : 0.0602 <g>
- Applica semplificazioni per bassa sismicità: No
- Fattore di comportamento per sisma verticale (qv): 1.50
- Smorzamento spettro: 5.00%

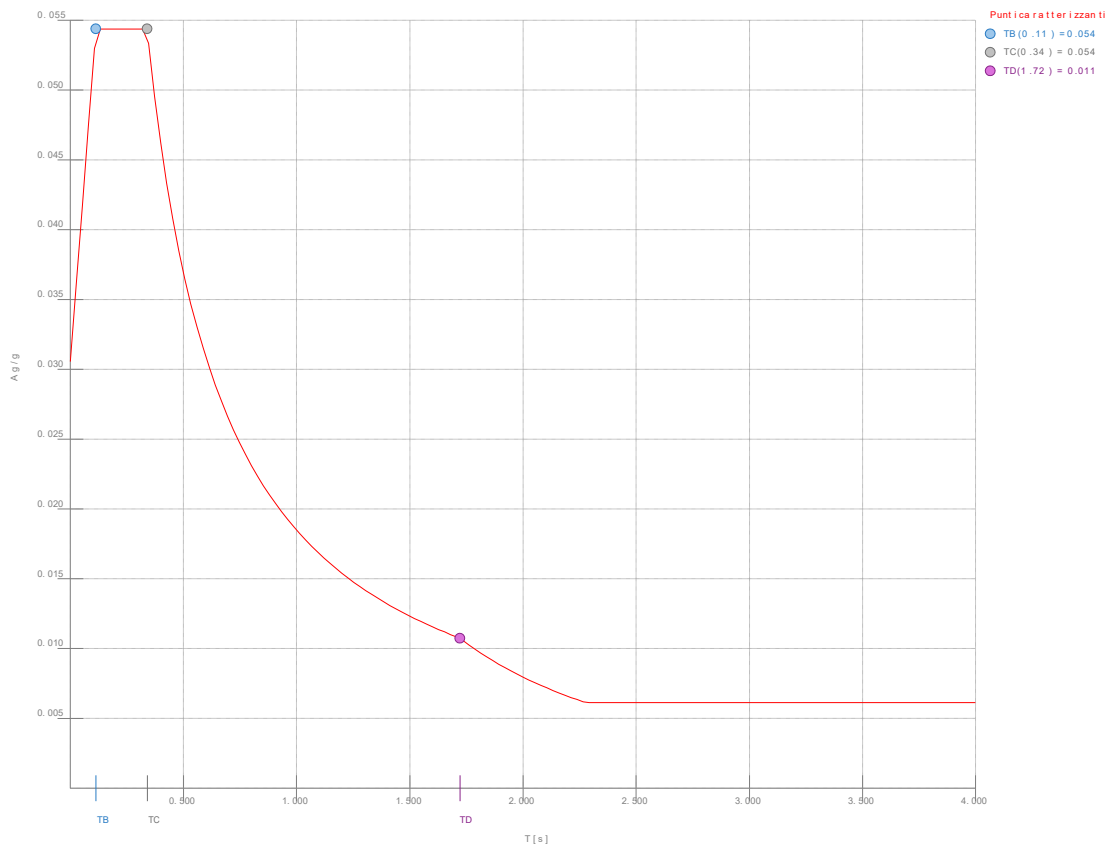


Figura numero 1: Spettro SLD

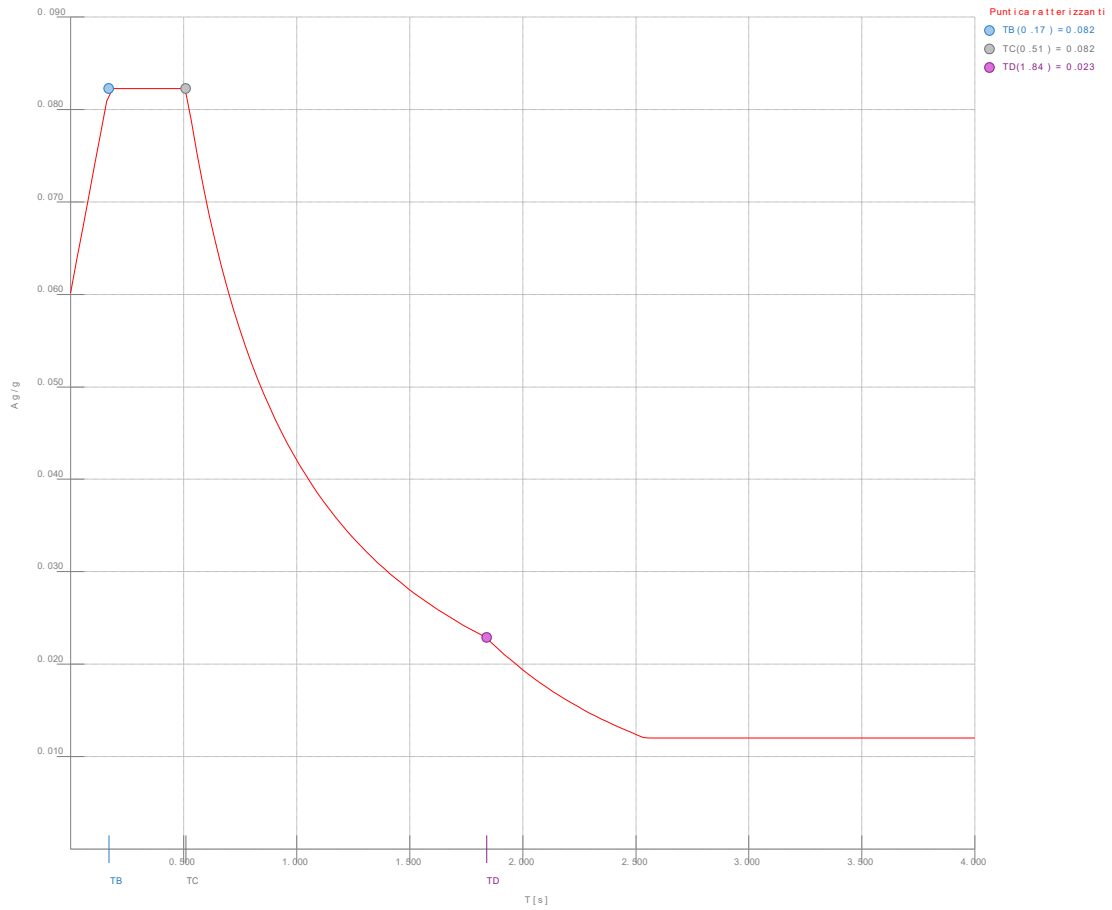


Figura numero 2: Spettro SLV

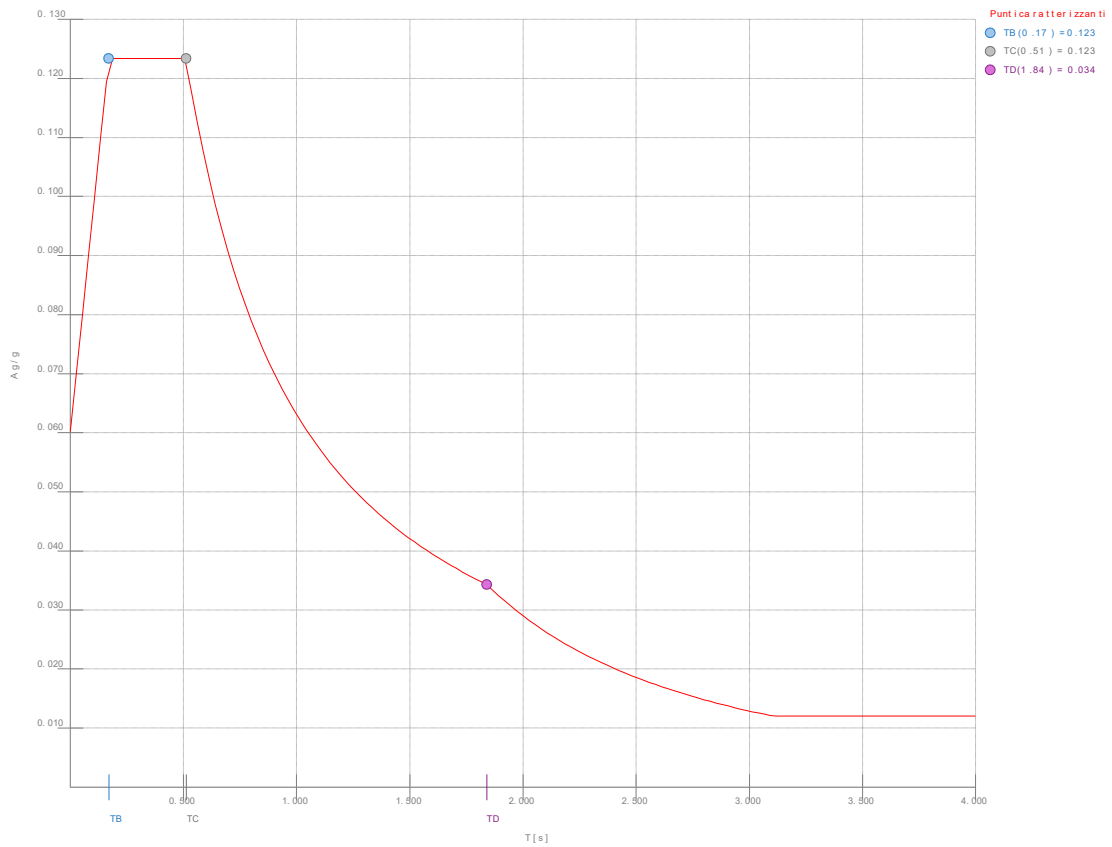


Figura numero 3: Spettro SND

- Angolo di ingresso del sisma: 0.00 <grad>

Relazione di calcolo

- Tipo di combinazione sismica: 30% esteso

Ambienti di carico

Simbologia

N = Numero
 Comm. = Commento
 1 = peso proprio
 2 = pannelli
 3 = vento
 4 = neve
 F = azioni orizzontali convenzionali
 SLU = Stato limite ultimo
 SLR = Stato limite per combinazioni rare
 SLF = Stato limite per combinazioni frequenti
 SLQ/D = Stato limite per combinazioni quasi permanenti o di danno
 S = Sì
 N = No

| N | Comm. | 1 | 2 | 3 | 4 | S | SLU | SLR | SLF | SLQ |
|---|-----------------|---|---|---|---|---|-----|-----|-----|-----|
| 1 | Calcolo sismico | S | S | N | S | S | N | N | N | N |
| 2 | Calcolo statico | S | S | N | S | N | S | S | S | S |
| 3 | Vento da 0° | S | S | S | N | S | S | S | S | S |
| 4 | Vento da 180° | S | S | S | N | S | S | S | S | S |

Elenco combinazioni di carico simboliche

Simbologia

CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
 Comm. = Commento
 TCC = Tipo di combinazione di carico
 SLU = Stato limite ultimo
 SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica)
 SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara
 SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
 SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente
 SLD = Stato limite di danno
 SLV = Stato limite di salvaguardia della vita
 SLC = Stato limite di prevenzione del collasso
 SLO = Stato limite di operatività
 SLU I = Stato limite di resistenza al fuoco
 SND = Stato limite di salvaguardia della vita (non dissipativo)

| CC | Comm. | TCC | 1 | 2 | 3 | 4 | S |
|----|----------------|-------|----------------|----------------|-------------------------|----------------|-------|
| 1 | Amb. 1 (Sisma) | SLU S | 1 | 1 | ----- | Ψ_2 | 1 |
| 2 | Amb. 2 (SLU) | SLU | γ_{max} | γ_{max} | ----- | γ_{max} | ----- |
| 3 | Amb. 2 (SLE R) | SLE R | 1 | 1 | ----- | 1 | ----- |
| 4 | Amb. 2 (SLE F) | SLE F | 1 | 1 | ----- | Ψ_1 | ----- |
| 5 | Amb. 2 (SLE Q) | SLE Q | 1 | 1 | ----- | Ψ_2 | ----- |
| 6 | Amb. 3 (SLU) | SLU | γ_{max} | γ_{max} | γ_{max} | γ_{max} | ----- |
| 7 | Amb. 3 (SLU) | SLU | γ_{max} | γ_{max} | $\Psi_0 * \gamma_{max}$ | γ_{max} | ----- |
| 8 | Amb. 3 (SLE R) | SLE R | 1 | 1 | 1 | 1 | ----- |
| 9 | Amb. 3 (SLE R) | SLE R | 1 | 1 | Ψ_0 | 1 | ----- |
| 10 | Amb. 3 (SLE F) | SLE F | 1 | 1 | Ψ_1 | Ψ_1 | ----- |
| 11 | Amb. 3 (SLE F) | SLE F | 1 | 1 | Ψ_2 | Ψ_1 | ----- |
| 12 | Amb. 3 (SLE Q) | SLE Q | 1 | 1 | Ψ_2 | Ψ_2 | ----- |
| 13 | Amb. 4 (SLU) | SLU | γ_{max} | γ_{max} | γ_{max} | γ_{max} | ----- |
| 14 | Amb. 4 (SLU) | SLU | γ_{max} | γ_{max} | $\Psi_0 * \gamma_{max}$ | γ_{max} | ----- |
| 15 | Amb. 4 (SLE R) | SLE R | 1 | 1 | 1 | 1 | ----- |
| 16 | Amb. 4 (SLE R) | SLE R | 1 | 1 | Ψ_0 | 1 | ----- |
| 17 | Amb. 4 (SLE F) | SLE F | 1 | 1 | Ψ_1 | Ψ_1 | ----- |
| 18 | Amb. 4 (SLE F) | SLE F | 1 | 1 | Ψ_2 | Ψ_1 | ----- |
| 19 | Amb. 4 (SLE Q) | SLE Q | 1 | 1 | Ψ_2 | Ψ_2 | ----- |

Genera le combinazioni con un solo carico di tipo variabile come di base: No

Considera sollecitazioni dinamiche con segno dei modi principali: No

Combinazioni delle CCE

Simbologia

CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
 Comm. = Commento
 TCC = Tipo di combinazione di carico
 SLU = Stato limite ultimo
 SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica)
 SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara
 SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
 SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente

Relazione di calcolo

SLD = Stato limite di danno
 SLV = Stato limite di salvaguardia della vita
 SLC = Stato limite di prevenzione del collasso
 SLO = Stato limite di operatività
 SLU I = Stato limite di resistenza al fuoco
 SND = Stato limite di salvaguardia della vita (non dissipativo)

An. = Tipo di analisi
 L = Lineare
 NL = Non lineare
 Bk = Buckling
 S = Si
 N = No

| CC | Comm. | TCC | An. | Bk | 1 | 2 | 3 | 4 | S X | S Y |
|----|--------------------------|---------|-----|----|------|------|-------|------|-------|-------|
| 1 | Amb. 1 (SLU S) S +X+0.3Y | SLV+SND | L | N | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.30 |
| 2 | Amb. 1 (SLE) S +X+0.3Y | SLD | L | N | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.30 |
| 3 | Amb. 1 (SLU S) S +X-0.3Y | SLV+SND | L | N | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | -0.30 |
| 4 | Amb. 1 (SLE) S +X-0.3Y | SLD | L | N | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | -0.30 |
| 5 | Amb. 1 (SLU S) S -X+0.3Y | SLV+SND | L | N | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -1.00 | 0.30 |
| 6 | Amb. 1 (SLE) S -X+0.3Y | SLD | L | N | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -1.00 | 0.30 |
| 7 | Amb. 1 (SLU S) S -X-0.3Y | SLV+SND | L | N | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -1.00 | -0.30 |
| 8 | Amb. 1 (SLE) S -X-0.3Y | SLD | L | N | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -1.00 | -0.30 |
| 9 | Amb. 1 (SLU S) S +0.3X+Y | SLV+SND | L | N | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.30 | 1.00 |
| 10 | Amb. 1 (SLE) S +0.3X+Y | SLD | L | N | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.30 | 1.00 |
| 11 | Amb. 1 (SLU S) S -0.3X+Y | SLV+SND | L | N | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -0.30 | 1.00 |
| 12 | Amb. 1 (SLE) S -0.3X+Y | SLD | L | N | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -0.30 | 1.00 |
| 13 | Amb. 1 (SLU S) S +0.3X-Y | SLV+SND | L | N | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.30 | -1.00 |
| 14 | Amb. 1 (SLE) S +0.3X-Y | SLD | L | N | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.30 | -1.00 |
| 15 | Amb. 1 (SLU S) S -0.3X-Y | SLV+SND | L | N | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -0.30 | -1.00 |
| 16 | Amb. 1 (SLE) S -0.3X-Y | SLD | L | N | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -0.30 | -1.00 |
| 17 | Amb. 2 (SLU) | SLU | L | N | 1.30 | 1.30 | 0.00 | 1.50 | 0.00 | 0.00 |
| 18 | Amb. 2 (SLE R) | SLE R | L | N | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 19 | Amb. 2 (SLE F) | SLE F | L | N | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.20 | 0.00 | 0.00 |
| 20 | Amb. 2 (SLE Q) | SLE Q | L | N | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 21 | Amb. 3 (SLU) | SLU | L | N | 1.30 | 1.30 | 1.50 | 1.50 | 0.00 | 0.00 |
| 22 | Amb. 3 (SLU) | SLU | L | N | 1.30 | 1.30 | 0.90 | 1.50 | 0.00 | 0.00 |
| 23 | Amb. 3 (SLE R) | SLE R | L | N | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 24 | Amb. 3 (SLE R) | SLE R | L | N | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 25 | Amb. 3 (SLE F) | SLE F | L | N | 1.00 | 1.00 | 0.20 | 0.20 | 0.00 | 0.00 |
| 26 | Amb. 3 (SLE F) | SLE F | L | N | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.20 | 0.00 | 0.00 |
| 27 | Amb. 3 (SLE Q) | SLE Q | L | N | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 28 | Amb. 4 (SLU) | SLU | L | N | 1.30 | 1.30 | -1.50 | 1.50 | 0.00 | 0.00 |
| 29 | Amb. 4 (SLU) | SLU | L | N | 1.30 | 1.30 | -0.90 | 1.50 | 0.00 | 0.00 |
| 30 | Amb. 4 (SLE R) | SLE R | L | N | 1.00 | 1.00 | -1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 31 | Amb. 4 (SLE R) | SLE R | L | N | 1.00 | 1.00 | -0.60 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 32 | Amb. 4 (SLE F) | SLE F | L | N | 1.00 | 1.00 | -0.20 | 0.20 | 0.00 | 0.00 |
| 33 | Amb. 4 (SLE F) | SLE F | L | N | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.20 | 0.00 | 0.00 |
| 34 | Amb. 4 (SLE Q) | SLE Q | L | N | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Elenco masse nodi

Simbologia

Nodo = Numero del nodo
 Mo = Massa orizzontale

| Nodo | Mo <kg> |
|------|------------|
| 2 | 326.14 |

Totali masse nodi

| Mo <kg> |
|------------|
| 326.14 |

Elenco forze sismiche nodali allo SLD

Simbologia

Nodo = Numero del nodo
 cx = Coeff. c in dir. X
 cy = Coeff. c in dir. Y
 Fx = Forza in dir. X
 Fy = Forza in dir. Y

| Nodo | cx | cy | Fx <daN> | Fy <daN> |
|------|------|------|-------------|-------------|
| 2 | 1.00 | 1.00 | 17.40 | 17.40 |

Totali forze sismiche

| Fx | Fy |
|----|----|
| | |

Relazione di calcolo

| | |
|-------|-------|
| <daN> | <daN> |
| 17.40 | 17.40 |

Elenco forze sismiche nodali allo SLV

| Nodo | cx | cy | Fx <daN> | Fy <daN> |
|------|------|------|-------------|-------------|
| 2 | 1.00 | 1.00 | 24.02 | 24.02 |

Totali forze sismiche

| Fx <daN> | Fy <daN> |
|-------------|-------------|
| 24.02 | 24.02 |

Elenco forze sismiche nodali allo SND

| Nodo | cx | cy | Fx <daN> | Fy <daN> |
|------|------|------|-------------|-------------|
| 2 | 1.00 | 1.00 | 32.91 | 32.91 |

Totali forze sismiche

| Fx <daN> | Fy <daN> |
|-------------|-------------|
| 32.91 | 32.91 |

Domanda in duttilità di curvatura

Direzione X $\mu_{Edx}=12.23$

Direzione Y $\mu_{Edy}=12.23$

Spostamenti dei nodi

Simbologia

Nodo = Numero del nodo

Sx = Spostamento in dir. X

CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari

TCC = Tipo di combinazione di carico

SLU = Stato limite ultimo

SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica)

SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara

SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente

SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente

SLD = Stato limite di danno

SLV = Stato limite di salvaguardia della vita

SLC = Stato limite di prevenzione del collasso

SLO = Stato limite di operatività

SLU I = Stato limite di resistenza al fuoco

SND = Stato limite di salvaguardia della vita (non dissipativo)

Sy = Spostamento in dir. Y

Sz = Spostamento in dir. Z

Rx = Rotazione intorno all'asse X

Ry = Rotazione intorno all'asse Y

Rz = Rotazione intorno all'asse Z

I valori degli spostamenti nodali per CC di tipo sismico sono amplificati come da normativa

| Nodo | | Sx <cm> | CC | TCC | Sy <cm> | CC | TCC | Sz <cm> | CC | TCC | Rx <rad> | CC | TCC | Ry <rad> | CC | TCC | Rz <rad> | CC | TCC |
|------|------|------------|----|-----|------------|----|-----|------------|----|-----|-------------|----|-----|-------------|----|-----|-------------|----|-----|
| 1 | Max | 0.01 | 1 | SLV | 0.20 | 28 | SLU | 0.00 | 28 | SLU | 0.00 | 21 | SLU | 0.00 | 1 | SLV | 0.00 | 1 | SLV |
| 1 | Min. | -0.01 | 5 | SLV | -0.20 | 21 | SLU | -0.00 | 21 | SLU | -0.00 | 28 | SLU | 0.00 | 5 | SLV | 0.00 | 1 | SLV |
| 2 | Max | 0.06 | 1 | SLV | 1.06 | 28 | SLU | 0.00 | 28 | SLU | 0.01 | 21 | SLU | 0.00 | 1 | SLV | 0.00 | 1 | SLV |
| 2 | Min. | -0.06 | 5 | SLV | -1.06 | 21 | SLU | -0.01 | 21 | SLU | -0.01 | 28 | SLU | 0.00 | 5 | SLV | 0.00 | 1 | SLV |

Min = -1.06

Max = 1.06

Reazioni vincolari

Simbologia

Nodo = Numero del nodo

CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari

TCC = Tipo di combinazione di carico

SLU = Stato limite ultimo

SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica)

SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara

SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente

SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente

SLD = Stato limite di danno

SLV = Stato limite di salvaguardia della vita

SLC = Stato limite di prevenzione del collasso

SLO = Stato limite di operatività

Relazione di calcolo

SLU I = Stato limite di resistenza al fuoco

SND = Stato limite di salvaguardia della vita (non dissipativo)

Fx = Reazione vincolare (forza) in dir. X

Fy = Reazione vincolare (forza) in dir. Y

Fz = Reazione vincolare (forza) in dir. Z

Mx = Reazione vincolare (momento) intorno all'asse X

My = Reazione vincolare (momento) intorno all'asse Y

Mz = Reazione vincolare (momento) intorno all'asse Z

| Nodo | | CC | TCC | Fx <daN> | CC | TCC | Fy <daN> | CC | TCC | Fz <daN> | CC | TCC | Mx <daNm> | CC | TCC | My <daNm> | CC | TCC | Mz <daNm> |
|------|-----|----|-----|-------------|----|-----|-------------|----|-----|-------------|----|-----|--------------|----|-----|--------------|----|-----|--------------|
| 1 | Max | 5 | SND | 32.91 | 21 | SLU | 4315.20 | 21 | SLU | 4554.45 | 28 | SLU | 3733.50 | 5 | SND | 49.36 | 1 | SLV | 0.00 |
| 1 | Min | 1 | SND | -32.91 | 28 | SLU | -4315.20 | 28 | SLU | -1488.75 | 21 | SLU | -3733.50 | 1 | SND | -49.36 | 1 | SLV | 0.00 |

Sollecitazioni aste

Simbologia

Asta=Numero dell'asta

N1 =Nodo1

N2 =Nodo2

X =Coordinata progressiva rispetto al nodo iniziale

N = Sforzonormale

CC =Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari

Ty =Taglio in dir. Y

Mz =Momento flettente intorno all'asse Z

Tz =Taglio in dir. Z

My =Momento flettente intorno all'asse Y

Mx =Momento torcente intorno all'asse X

Tipo di combinazione di carico: SLV

| Asta | N1 | N2 | | X <cm> | N <daN> | CC | Ty <daN> | CC | Mz <daNm> | CC | Tz <daN> | CC | My <daNm> | CC | Mx <daNm> | CC |
|------|----|----|------|-----------|------------|----|-------------|----|--------------|----|-------------|----|--------------|----|--------------|----|
| 1 | 1 | 2 | Max | 0.00 | -359.88 | 1 | 24.02 | 13 | 36.03 | 9 | 24.02 | 1 | 36.03 | 5 | 0.00 | 1 |
| 1 | 1 | 2 | Max | 120.00 | | | | | -2.16 | 7 | | | 7.21 | 7 | | |
| 1 | 1 | 2 | Max | 150.00 | -280.00 | 1 | 24.02 | 13 | 0.00 | 1 | 24.02 | 1 | 0.00 | 1 | 0.00 | 1 |
| 1 | 1 | 2 | Min. | 0.00 | -359.88 | 1 | -24.02 | 9 | -36.03 | 13 | -24.02 | 5 | -36.03 | 1 | 0.00 | 1 |
| 1 | 1 | 2 | Min. | 120.00 | | | | | 2.16 | 1 | | | -7.21 | 1 | | |
| 1 | 1 | 2 | Min. | 150.00 | -280.00 | 1 | -24.02 | 9 | 0.00 | 1 | -24.02 | 5 | 0.00 | 1 | 0.00 | 1 |

Tipo di combinazione di carico: SND

| Asta | N1 | N2 | | X <cm> | N <daN> | CC | Ty <daN> | CC | Mz <daNm> | CC | Tz <daN> | CC | My <daNm> | CC | Mx <daNm> | CC |
|------|----|----|------|-----------|------------|----|-------------|----|--------------|----|-------------|----|--------------|----|--------------|----|
| 1 | 1 | 2 | Max | 0.00 | -359.88 | 1 | 32.91 | 13 | 49.36 | 9 | 32.91 | 1 | 49.36 | 5 | 0.00 | 1 |
| 1 | 1 | 2 | Max | 120.00 | | | | | -2.96 | 7 | | | 9.87 | 7 | | |
| 1 | 1 | 2 | Max | 150.00 | -280.00 | 1 | 32.91 | 13 | 0.00 | 1 | 32.91 | 1 | 0.00 | 1 | 0.00 | 1 |
| 1 | 1 | 2 | Min. | 0.00 | -359.88 | 1 | -32.91 | 9 | -49.36 | 13 | -32.91 | 5 | -49.36 | 1 | 0.00 | 1 |
| 1 | 1 | 2 | Min. | 120.00 | | | | | 2.96 | 1 | | | -9.87 | 1 | | |
| 1 | 1 | 2 | Min. | 150.00 | -280.00 | 1 | -32.91 | 9 | 0.00 | 1 | -32.91 | 5 | 0.00 | 1 | 0.00 | 1 |

Tipo di combinazione di carico: SLD

| Asta | N1 | N2 | | X <cm> | N <daN> | CC | Ty <daN> | CC | Mz <daNm> | CC | Tz <daN> | CC | My <daNm> | CC | Mx <daNm> | CC |
|------|----|----|------|-----------|------------|----|-------------|----|--------------|----|-------------|----|--------------|----|--------------|----|
| 1 | 1 | 2 | Max | 0.00 | -359.88 | 2 | 17.40 | 14 | 26.10 | 10 | 17.40 | 2 | 26.10 | 6 | 0.00 | 2 |
| 1 | 1 | 2 | Max | 120.00 | | | | | -1.57 | 8 | | | 5.22 | 8 | | |
| 1 | 1 | 2 | Max | 150.00 | -280.00 | 2 | 17.40 | 14 | 0.00 | 2 | 17.40 | 2 | 0.00 | 2 | 0.00 | 2 |
| 1 | 1 | 2 | Min. | 0.00 | -359.88 | 2 | -17.40 | 10 | -26.10 | 14 | -17.40 | 6 | -26.10 | 2 | 0.00 | 2 |
| 1 | 1 | 2 | Min. | 120.00 | | | | | 1.57 | 2 | | | -5.22 | 2 | | |
| 1 | 1 | 2 | Min. | 150.00 | -280.00 | 2 | -17.40 | 10 | 0.00 | 2 | -17.40 | 6 | 0.00 | 2 | 0.00 | 2 |

Tipo di combinazione di carico: SLU

| Asta | N1 | N2 | | X <cm> | N <daN> | CC | Ty <daN> | CC | Mz <daNm> | CC | Tz <daN> | CC | My <daNm> | CC | Mx <daNm> | CC |
|------|----|----|------|-----------|------------|----|-------------|----|--------------|----|-------------|----|--------------|----|--------------|----|
| 1 | 1 | 2 | Max | 0.00 | 1488.75 | 28 | 4315.20 | 21 | 3733.50 | 28 | 0.00 | 17 | 0.00 | 17 | 0.00 | 17 |
| 1 | 1 | 2 | Max | 150.00 | 1592.60 | 28 | 4315.20 | 21 | 2739.30 | 21 | 0.00 | 17 | 0.00 | 17 | 0.00 | 17 |
| 1 | 1 | 2 | Min. | 0.00 | -4554.45 | 21 | -4315.20 | 28 | -3733.50 | 21 | 0.00 | 17 | 0.00 | 17 | 0.00 | 17 |
| 1 | 1 | 2 | Min. | 150.00 | -4450.60 | 21 | -4315.20 | 28 | -2739.30 | 28 | 0.00 | 17 | 0.00 | 17 | 0.00 | 17 |

Tipo di combinazione di carico: SLE R

| Asta | N1 | N2 | | X <cm> | N <daN> | CC | Ty <daN> | CC | Mz <daNm> | CC | Tz <daN> | CC | My <daNm> | CC | Mx <daNm> | CC |
|------|----|----|------|-----------|------------|----|-------------|----|--------------|----|-------------|----|--------------|----|--------------|----|
| 1 | 1 | 2 | Max | 0.00 | 944.52 | 30 | 2876.80 | 23 | 2489.00 | 30 | 0.00 | 18 | 0.00 | 18 | 0.00 | 18 |
| 1 | 1 | 2 | Max | 150.00 | 1024.40 | 30 | 2876.80 | 23 | 1826.20 | 23 | 0.00 | 18 | 0.00 | 18 | 0.00 | 18 |
| 1 | 1 | 2 | Min. | 0.00 | -3084.28 | 23 | -2876.80 | 30 | -2489.00 | 23 | 0.00 | 18 | 0.00 | 18 | 0.00 | 18 |
| 1 | 1 | 2 | Min. | 150.00 | -3004.40 | 23 | -2876.80 | 30 | -1826.20 | 30 | 0.00 | 18 | 0.00 | 18 | 0.00 | 18 |

Relazione di calcolo

Tipo di combinazione di carico: SLE F

| Asta | N1 | N2 | | X <cm> | N <daN> | CC | Ty <daN> | CC | Mz <daNm> | CC | Tz <daN> | CC | My <daNm> | CC | Mx <daNm> | CC |
|------|----|----|------|-----------|------------|----|-------------|----|--------------|----|-------------|----|--------------|----|--------------|----|
| 1 | 1 | 2 | Max | 0.00 | -99.00 | 32 | 575.36 | 25 | 497.80 | 32 | 0.00 | 19 | 0.00 | 19 | 0.00 | 19 |
| 1 | 1 | 2 | Max | 150.00 | -19.12 | 32 | 575.36 | 25 | 365.24 | 25 | 0.00 | 19 | 0.00 | 19 | 0.00 | 19 |
| 1 | 1 | 2 | Min. | 0.00 | -904.76 | 25 | -575.36 | 32 | -497.80 | 25 | 0.00 | 19 | 0.00 | 19 | 0.00 | 19 |
| 1 | 1 | 2 | Min. | 150.00 | -824.88 | 25 | -575.36 | 32 | -365.24 | 32 | 0.00 | 19 | 0.00 | 19 | 0.00 | 19 |

Tipo di combinazione di carico: SLE Q

| Asta | N1 | N2 | | X <cm> | N <daN> | CC | Ty <daN> | CC | Mz <daNm> | CC | Tz <daN> | CC | My <daNm> | CC | Mx <daNm> | CC |
|------|----|----|------|-----------|------------|----|-------------|----|--------------|----|-------------|----|--------------|----|--------------|----|
| 1 | 1 | 2 | Max | 0.00 | -359.88 | 20 | 0.00 | 20 | 0.00 | 20 | 0.00 | 20 | 0.00 | 20 | 0.00 | 20 |
| 1 | 1 | 2 | Max | 150.00 | -280.00 | 20 | 0.00 | 20 | 0.00 | 20 | 0.00 | 20 | 0.00 | 20 | 0.00 | 20 |
| 1 | 1 | 2 | Min. | 0.00 | -359.88 | 20 | 0.00 | 20 | 0.00 | 20 | 0.00 | 20 | 0.00 | 20 | 0.00 | 20 |
| 1 | 1 | 2 | Min. | 150.00 | -280.00 | 20 | 0.00 | 20 | 0.00 | 20 | 0.00 | 20 | 0.00 | 20 | 0.00 | 20 |

Criteri di progetto utilizzati

Aste in acciaio

| Generali | |
|--------------------------------------------------------------------|-------|
| Verifica aste in acciaio | |
| Numero punti di verifica | 10.00 |
| Numero CC da considerare di tipo I | 99.00 |
| Stati limite D.M. 18 | |
| Verifiche con EC3 | No |
| Coeff. amplificativo sollecitazioni per effetti del secondo ordine | 1.00 |
| Stampe | |
| Verifiche da riportare in relazione | Tutte |
| Stampa dettaglio verifiche | No |

| Specifici | | 1 |
|----------------------------------------------------------------------------------|--|---------|
| Materiali | | |
| CNR 10011 | | |
| Tipo di acciaio | | FE360 |
| D.M. 18 | | |
| Tipo di acciaio per profilati a sezione aperta | | S235 |
| | | UNI EN |
| | | 10025-2 |
| Tipo di acciaio per profilati a sezione cava | | S235H |
| | | UNI EN |
| | | 10210-1 |
| EC3 | | |
| Tipo di acciaio | | S235 |
| -Fy <daN/cm ² > | | 2350.00 |
| -Fu <daN/cm ² > | | 3600.00 |
| -Fy,40 <daN/cm ² > | | 2150.00 |
| -Fu,40 <daN/cm ² > | | 3600.00 |
| γM0 | | 1.00 |
| γM1 | | 1.00 |
| γM2 | | 1.25 |
| γRd | | 1.30 |
| γOv | | 1.25 |
| -Considera come elemento esistente (S.L. D.M. 18/EC3) | | No |
| -Livello di conoscenza | | LC1 |
| -Fattore di confidenza | | 1.35 |
| Verifiche di resistenza | | |
| Rapporto fra area effettiva e area nominale | | 1.00 |
| Rapporto fra area netta e area nominale | | 1.00 |
| Coeff. di forma intorno all'asse Y | | 1.00 |
| Coeff. di forma intorno all'asse Z | | 1.00 |
| Verifica le bielle solo con sollecitazioni di trazione moltiplicate per | | Si |
| Valutare la τper torsione nei punti di spigolo (CNR 10011) | | No |
| -Pari a | | |
| Stati limite D.M. 18/EC3 | | |
| -Elemento dissipativo | | Si |
| -Effettua le verifiche della gerarchia delle resistenze per strutture intelaiate | | No |
| -Usa classe 1 in pressoflessione deviata se non presente in archivio | | No |
| -Verifica in campo plastico elemento non dissipativo | | No |
| Stati limite D.M. 18 | | |
| -Usa prescrizioni EC3 quando più dettagliate | | Si |

Relazione di calcolo

| | |
|-----------------------------------------------------------------------|------------|
| -Considera prescrizioni relative ai ponti | No |
| Verifiche di resistenza sezioni generiche | |
| Spessore nominale <cm> | 0.00 |
| Momento di inerzia torsionale <cm4> | 0.00 |
| Costante di ingobbamento <cm6> | 0.00 |
| Riduzione resistenza flessionale come per sezioni a I | No |
| Area resistente a taglio in dir. Y locale <cmq> | 0.00 |
| Area resistente a taglio in dir. Z locale <cmq> | 0.00 |
| Verifiche di deformabilità | |
| Max valore del rapporto tra la luce e la freccia (totale) | 250.00 |
| Max valore del rapporto tra la luce e la freccia (solo accidentali) | 300.00 |
| Max valore del rapporto tra altezza e spostamento orizz. (aste) | 300.00 |
| Max valore del rapporto tra altezza e spostamento orizz. (membrature) | 500.00 |
| Considerare anche spostamento relativo nodi per calcolo freccia | No |
| Considerare solo la verifica di deformabilità delle membrature | Si |
| Trascura deformazione dovuta al sisma (T.A.) | No |
| Verifiche di stabilità | |
| Riduzione lunghezza libera d'inflessione | |
| -Distanza fra i nodi dell'asta | x |
| -Distanza ridotta delle zone rigide moltiplicate per il valore | |
| Tipo di accoppiamento aste composte | |
| -Separate | |
| -Calastrellate | |
| -Imbottite | |
| -Automatico | x |
| Calcolo momento medio usando valori assoluti | Si |
| Interasse calastrelli o imbottiture | |
| -Distanza pari a <m> | |
| -Interasse da normativa moltiplicato per il valore | 0.80 |
| -Aste rigidamente collegate | |
| Curva di stabilità (D.M. 18/EC3) | Automatica |
| Aste laminate | Si |
| Sigma max amm. senza verifiche di stabilità (CNR 10011) <%> | 2.00 |
| Verifica nei piani principali | Si |
| Carichi sull'estradosso (CNR 10011) | Si |
| Verifiche di stabilità asta | |
| Verifiche di stabilità globale nel piano XZ locale | Si |
| -Coeff. β intorno all'asse Y | 1.00 |
| Verifiche di stabilità globale nel piano XY locale | Si |
| -Coeff. β intorno all'asse Z | 1.00 |
| Verifiche di stabilità flessione - torsionale | Si |
| -Coeff. per calcolo interasse ritegni torsionali | 1.00 |
| Eseguire anche le verifiche al punto 7.3.2 (CNR 10011) | Si |
| Aste inflesse (D.M. 18/EC3) | |
| -Coeff. Ψ per calcolo momento critico | |
| -Valuta in base ai momenti dell'asta | x |
| -Utilizza valore imposto | |
| -Fattore correttivo di distribuzione K_c | 0.94 |
| -Snellezza di riferimento $\lambda_{LT,0}$ | 0.40 |
| -Coeff. β | 0.75 |
| Aste pressoinflesse (D.M. 18/EC3) | |
| -Considera come molto deformabile a torsione | No |
| -Fattore correttivo di distribuzione α_{mY}/C_{mY} | 0.95 |
| -Fattore correttivo di distribuzione α_{mZ}/C_{mZ} | 0.95 |
| -Fattore correttivo di distribuzione α_{mLT}/C_{mLT} | 0.95 |
| Verifiche di stabilità all'imbozzamento (CNR 10011) | |
| -Numero irrigidimenti orizzontali anima | 0.00 |
| -Interasse irrigidimenti verticali anima | |
| -Numero di suddivisioni | |
| -Distanza non inferiore a <cm> | |
| -Pari alla lunghezza dell'asta | x |
| -Modalità di calcolo $\sigma_{cr,id}$ | |
| -Normativa | |
| -Massonet | x |
| -Ballio | |
| Verifiche di stabilità membratura | |
| Massimo numero aste costituenti unica membratura | 1.00 |
| Sforzo normale di verifica | |
| -Massimo valore fra tutte le aste | x |
| -Media aritmetica dei valori di tutte le aste | |
| -Media pesata di tutte le aste | |
| Contributo eventuali sforzi di trazione | No |
| Incremento snellezza | Si |

Relazione di calcolo

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Verifiche di stabilità globale nel piano XZ locale | Si |
| -Coeff. β intorno all'asse Y calcolato in funzione dello sforzo normale | |
| -Coeff. β intorno all'asse Y | 1.00 |
| Verifiche di stabilità globale nel piano XY locale | Si |
| -Coeff. β intorno all'asse Z calcolato in funzione dello sforzo normale | |
| -Coeff. β intorno all'asse Z | 1.00 |
| Verifiche di stabilità flessione - torsionale | Si |
| -Coeff. per calcolo interasse ritegni torsionali | 1.00 |
| Membrature inflesse (D.M. 18/EC3) | |
| -Coeff. Ψ per calcolo momento critico | |
| -Valuta in base ai momenti della membratura | x |
| -Utilizza valore imposto | |
| -Fattore correttivo di distribuzione K_c | 0.94 |
| -Snellezza di riferimento $\lambda_{LT,0}$ | 0.40 |
| -Coeff. β | 0.75 |
| Membrature pressoinflesse (D.M. 18/EC3) | |
| -Considera come molto deformabile a torsione | No |
| -Fattore correttivo di distribuzione α_{mY}/C_{mY} | 0.95 |
| -Fattore correttivo di distribuzione α_{mZ}/C_{mZ} | 0.95 |
| -Fattore correttivo di distribuzione α_{mLT}/C_{mLT} | 0.95 |
| Dati per verifiche di resistenza al fuoco | |
| -Tempo di verifica (REI) <minuti> | 120.00 |
| -Fattore di momento uniforme equivalente β_M, y | 1.10 |
| -Fattore di momento uniforme equivalente β_M, z | 1.10 |
| -Fattore di momento uniforme equivalente β_M, LT | 1.10 |

Verifiche aste in acciaio

Simbologia

| | |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sez. | = Numero della sezione |
| Cod. | = Codice |
| Tipo | = Tipologia |
| | 2C = Doppia C lato labbri |
| | 2Cdx = Doppia C lato costola |
| | 2I = Doppia I |
| | 2L = Doppia L lato labbri |
| | 2Ldx = Doppia L lato costole |
| | C = Sezione a C |
| | Cdx = C destra |
| | Cir. = Circolare |
| | Cir.c = Circolare cava |
| | I = Sezione a I |
| | L = Sezione a L |
| | Ldx = L destra |
| | Om. = Omega |
| | Pg = Pi greco |
| | Pr = Poligono regolare |
| | Prc = Poligono regolare cavo |
| | Pc = Per coordinate |
| | Ia = Inerzie assegnate |
| | R = Rettangolare |
| | Rc = Rettangolare cava |
| | T = Sezione a T |
| | U = Sezione a U |
| | Ur = U rovescia |
| | V = Sezione a V |
| | Vr = V rovescia |
| | Z = Sezione a Z |
| | Zdx = Z destra |
| | Ts = T stondata |
| | Ls = L stondata |
| | Cs = C stondata |
| | Is = I stondata |
| | Dis. = Disegnata |
| D | <cm> = Distanza |
| Area | <cmq> = Area |
| Anet | <cmq> = Area netta per compressione |
| Aeff | <cmq> = Area effettiva per trazione |
| Jy | <cm4> = Momento d'inerzia rispetto all'asse Y |
| Jz | <cm4> = Momento d'inerzia rispetto all'asse Z |
| Iy | <cm> = Raggio giratorio d'inerzia rispetto all'asse Y |
| Iz | <cm> = Raggio giratorio d'inerzia rispetto all'asse Z |
| Wymin | <cmc> = Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Y |
| Wzmin | <cmc> = Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Z |
| Tp | = Tipo di acciaio |
| Fyk | <daN/cmq> = Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio |
| Fyt | <daN/cmq> = Tensione caratteristica di rottura |
| Wy,plas | <cmc> = Modulo di resistenza plastico intorno all'asse Y |
| Wz,plas | <cmc> = Modulo di resistenza plastico intorno all'asse Z |
| Atag,y | <cmq> = Area resistente a taglio in dir. Y |
| Atag,z | <cmq> = Area resistente a taglio in dir. Z |
| J ϕ | <cm6> = Costante di ingobbamento |
| CC | = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari |
| Xl | <cm> = Coordinata progressiva (dal nodo iniziale dell'asta) in cui viene effettuato il progetto/verifica |
| Ty | <daN> = Taglio in dir. Y |
| V,Ed | <daN> = Forza di taglio di calcolo |
| Vc,Rd | <daN> = Resistenza a taglio |
| N | <daN> = Sforzo normale |
| Mz | <daNm> = Momento flettente intorno all'asse Z |
| N,Ed | <daN> = Forza assiale di calcolo |
| Nc,Rd | <daN> = Resistenza a compressione |
| Mz,Ed | <daNm> = Momento flettente di calcolo intorno all'asse Z |
| Mz,V,c,Rd | <daNm> = Resistenza di calcolo a flessione ridotta per taglio intorno all'asse Z |

Relazione di calcolo

| | | |
|-----------------------------------------|--------|--------------------------------------------------------------------------|
| MNz,c,Rd | <daNm> | =Resistenza di calcolo a pressoflessione intorno all'asse Z |
| Npl,Rd | <daN> | =Resistenza plastica a trazione per sezione lorda |
| L | <cm> | = Lunghezza dell'asta |
| $\alpha_{my}, \alpha_{mz}, \alpha_{LT}$ | | =Coefficienti correttivi per il momento flettente |
| λ_y | | =Snellezza per inflessione intorno all'asse y(c) |
| Ncr,y | <daN> | =Sforzo normale critico euleriano per inflessione intorno all'asse y(c) |
| λ'_y | | =Snellezza adimensionale per inflessione intorno all'asse y(c) |
| Curva | | =Curva di instabilità adottata |
| Φ_y | | = Coefficiente Φ per inflessione intorno all'asse y(c) |
| χ_y | | = Coefficiente χ di riduzione per instabilità intorno all'asse y(c) |
| λ_z | | =Snellezza per inflessione intorno all'asse z(e) |
| Ncr,z | <daN> | =Sforzo normale critico euleriano per inflessione intorno all'asse z(e) |
| λ'_z | | =Snellezza adimensionale per inflessione intorno all'asse z(e) |
| Φ_z | | = Coefficiente Φ per inflessione intorno all'asse z(e) |
| χ_z | | = Coefficiente χ di riduzione per instabilità intorno all'asse z(e) |
| Kyy, Kyz, Kzy, Kzz | | = Coefficienti di interazione |
| δ | <cm> | = Spostamento relativo asta |

Caratteristiche profilati utilizzati

| Sez. | Cod. | Tipo | D <cm> | Area <cmq> | Anet <cmq> | Aeff <cmq> | Jy <cm4> | Jz <cm4> | Iy <cm> | Iz <cm> | Wymin <cm> | Wzmin <cm> | Tp | Fyk <daN/cm> | Fyt <daN/cm> |
|------|---------------|------|-----------|---------------|---------------|---------------|-------------|-------------|------------|------------|---------------|---------------|----------------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 200_220x220x8 | Rc | -- | 67.84 | 67.84 | 67.84 | 5088.91 | 5088.91 | 8.66 | 8.66 | 462.63 | 462.63 | S235H UNI EN 10210-1 | 2350.00 | 3600.00 |

Caratteristiche profilati utilizzati

| Sez. | Cod. | Wy,pl <cm> | Wz,pl <cm> | Atag,y <cmq> | Atag,z <cmq> | J ω <cm6> |
|------|---------------|---------------|---------------|-----------------|-----------------|---------------------|
| 1 | 200_220x220x8 | 539.58 | 539.58 | 33.92 | 33.92 | |

Asta n. 1 (1 2) Sez. 1 200_220x220x8 Crit. 1

- Verifica a taglio dir. Y [4.2.16] - CC 21 SLU Xl=0.00 - Classe 1
 Sollecitazioni: $T_y=4315.20$
 $V, Ed=4315.20$ $V_c, Rd=43831.50$ $V, Ed/V_c, Rd=0.10$

- Verifica a presso o tenso-flessione retta ZZ (4.2.4.1.2.7) - CC 21 SLU Xl=0.00 - Classe 1
 Sollecitazioni: $N=-4554.45$ $T_y=4315.20$ $M_z=-3733.50$
 $M_z, Ed=-3733.50$ $M_z, V, c, Rd=12076.40$
 $N, Ed=-4554.45$ $N_c, Rd=-151832.00$ ZZ $n=N, Ed/N_c, Rd=0.03$ $MNz, c, Rd=12076.40$ $M_z, Ed/MNz, c, Rd=0.31$

- Verifiche di duttilità [7.5.3]:
 $q_0=2.00$ $N, Ed=-4554.45$ $N_{pl}, Rd=151832.00$ $N, Ed/N_{pl}, Rd=0.03$ (sfrut=0.10)

- Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.2) - CC 21 SLU - Classe 1
 Sollecitazioni: $N, Ed=-4554.45$ $M_z, Ed=-3733.50$ $L=1.50$

$\alpha_{my}, \alpha_{mz}, \alpha_{LT}=0.95, 0.95, 0.95$
 $\lambda_y=17.32$ $N_{cr,y}=4687710.00$ $\lambda'_y=0.18$ Curva a: $\Phi_y=0.00$ $\chi_y=1.00$
 $\lambda_z=17.32$ $N_{cr,z}=4687710.00$ $\lambda'_z=0.18$ Curva a: $\Phi_z=0.00$ $\chi_z=1.00$
 $K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}=0.95, 0.57, 0.57, 0.95$
 Verifica YY: $0.03+0.18=0.21$
 Verifica ZZ: $0.03+0.29=0.32$

- Verifica Spostamento relativo massimo per singola asta - CC 23
 $\delta=0.57$ (L/262)

Sintesi

Tipo di normativa: stati limite D.M. 18
 Tipo di calcolo: analisi sismica statica

Dati generali della struttura

- Sito di costruzione: ORIA BR

Pericolosità sismica di base

Simbologia

TCC=Tipo di combinazione di carico

SLU = Stato limite ultimo
 SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica)
 SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara
 SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
 SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente
 SLD = Stato limite di danno
 SLV = Stato limite di salvaguardia della vita
 SLC = Stato limite di prevenzione del collasso
 SLO = Stato limite di operatività
 SLU I = Stato limite di resistenza al fuoco
 SND = Stato limite di salvaguardia della vita (non dissipativo)

T_R = Periodo di ritorno <anni>

A_g = Accelerazione orizzontale massima al sito

F_0 = Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

F_V = Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione verticale

T_{c^*} = Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale <sec>

Relazione di calcolo

S_s = Coefficiente di amplificazione stratigrafica
 C_c = Coefficiente funzione della categoria del suolo
 S = Coefficiente di amplificazione stratigrafica e topografica
 TC = Periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a velocità costante
 TB = Periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante
 TD = Periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante

| TCC | T_R | A_g <g> | F_o | F_V | T_c^* | S_s | C_c | S | TC | TB | TD |
|-----|-------|--------------|-------|-------|---------|-------|-------|------|------|------|------|
| SLD | 101 | 0.0306 | 2.37 | 0.56 | 0.34 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.34 | 0.11 | 1.72 |
| SLV | 949 | 0.0602 | 2.73 | 0.91 | 0.51 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.51 | 0.17 | 1.84 |

- Edificio esistente: No
- Tipo di opera: Opera ordinaria
- Vita nominale V_N : 50.00
- Classe d'uso: Classe IV
- Coefficiente d'uso CU : 2.00
- Periodo di riferimento VR : 100.00

Dati di progetto

- Categoria del suolo di fondazione: A
- Tipologia strutturale: acciaio a mensola o a pendolo inverso

| | |
|--------------------------------------------------------------|---------|
| Periodo T_1 | 0.11521 |
| Coeff. λ SLD | 1.00 |
| Coeff. λ SLV | 1.00 |
| Rapporto di sovraresistenza (α_u/α_1) | 1.00 |
| Valore di riferimento del fattore di comportamento (q_0) | 2.00 |
| Fattore riduttivo (K_w) | 1.00 |
| Fattore riduttivo regolarità in altezza (K_R) | 1.00 |
| Fattore di comportamento dissipativo (q) | 2.00 |
| Fattore di comportamento non dissipativo (q_{ND}) | 1.33 |
| Fattore di comportamento per SLD (q_D) | 1.33 |

- Categoria topografica: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
- Coeff. amplificazione topografica S_T : 1.00
- Accelerazione di picco del terreno A_gS : 0.0602 <g>
- Applica semplificazioni per bassa sismicità: No
- Quota di riferimento: 0.00 <m>
- Quota max della struttura: 1.50 <m>
- Altezza della struttura: 1.50 <m>
- Numero piani edificio: 0
- Coefficiente θ : 0.00
- Edificio regolare in altezza: Si
- Edificio regolare in pianta: Si
- Struttura dissipativa: Si
- Classe di duttilità: Classe B
- Fattore di comportamento per sisma verticale (q_v): 1.50
- Smorzamento spettro: 5.00%

Spettro SLD.TXT :

```

0.0000 0.2998
0.0500 0.4029
0.1000 0.5060
0.1133 0.5334
0.1500 0.5334
0.2000 0.5334
0.2500 0.5334
0.3000 0.5334
0.3400 0.5334
0.3500 0.5182
0.4000 0.4534
0.4500 0.4030
0.5000 0.3627
0.5500 0.3298
0.6000 0.3023
0.6500 0.2790
0.7000 0.2591
0.7500 0.2418
0.8000 0.2267
0.8500 0.2134
0.9000 0.2015
0.9500 0.1909
1.0000 0.1814
1.0500 0.1727
1.1000 0.1649
1.1500 0.1577
1.2000 0.1511
    
```

Relazione di calcolo

| | |
|--------|--------|
| 1.2500 | 0.1451 |
| 1.3000 | 0.1395 |
| 1.3500 | 0.1343 |
| 1.4000 | 0.1295 |
| 1.4500 | 0.1251 |
| 1.5000 | 0.1209 |
| 1.5500 | 0.1170 |
| 1.6000 | 0.1134 |
| 1.6500 | 0.1099 |
| 1.7000 | 0.1067 |
| 1.7222 | 0.1053 |
| 1.7500 | 0.1020 |
| 1.8000 | 0.0964 |
| 1.8500 | 0.0913 |
| 1.9000 | 0.0865 |
| 1.9500 | 0.0821 |
| 2.0000 | 0.0781 |
| 2.0500 | 0.0743 |
| 2.1000 | 0.0708 |
| 2.1500 | 0.0676 |
| 2.2000 | 0.0645 |
| 2.2500 | 0.0617 |
| 2.3000 | 0.0600 |
| 2.3500 | 0.0600 |
| 2.4000 | 0.0600 |
| 2.4500 | 0.0600 |
| 2.5000 | 0.0600 |
| 2.5500 | 0.0600 |
| 2.6000 | 0.0600 |
| 2.6500 | 0.0600 |
| 2.7000 | 0.0600 |
| 2.7500 | 0.0600 |
| 2.8000 | 0.0600 |
| 2.8500 | 0.0600 |
| 2.9000 | 0.0600 |
| 2.9500 | 0.0600 |
| 3.0000 | 0.0600 |
| 3.0500 | 0.0600 |
| 3.1000 | 0.0600 |
| 3.1500 | 0.0600 |
| 3.2000 | 0.0600 |
| 3.2500 | 0.0600 |
| 3.3000 | 0.0600 |
| 3.3500 | 0.0600 |
| 3.4000 | 0.0600 |
| 3.4500 | 0.0600 |
| 3.5000 | 0.0600 |
| 3.5500 | 0.0600 |
| 3.6000 | 0.0600 |
| 3.6500 | 0.0600 |
| 3.7000 | 0.0600 |
| 3.7500 | 0.0600 |
| 3.8000 | 0.0600 |
| 3.8500 | 0.0600 |
| 3.9000 | 0.0600 |
| 3.9500 | 0.0600 |
| 4.0000 | 0.0600 |

Spettro SLV.TXT :

| | |
|--------|--------|
| 0.0000 | 0.5901 |
| 0.0500 | 0.6536 |
| 0.1000 | 0.7172 |
| 0.1500 | 0.7808 |
| 0.1705 | 0.8069 |
| 0.2000 | 0.8069 |
| 0.2500 | 0.8069 |
| 0.3000 | 0.8069 |
| 0.3500 | 0.8069 |
| 0.4000 | 0.8069 |
| 0.4500 | 0.8069 |
| 0.5000 | 0.8069 |
| 0.5116 | 0.8069 |
| 0.5500 | 0.7506 |
| 0.6000 | 0.6880 |
| 0.6500 | 0.6351 |
| 0.7000 | 0.5897 |
| 0.7500 | 0.5504 |
| 0.8000 | 0.5160 |
| 0.8500 | 0.4857 |
| 0.9000 | 0.4587 |
| 0.9500 | 0.4345 |

Relazione di calcolo

| | |
|--------|--------|
| 1.0000 | 0.4128 |
| 1.0500 | 0.3932 |
| 1.1000 | 0.3753 |
| 1.1500 | 0.3590 |
| 1.2000 | 0.3440 |
| 1.2500 | 0.3303 |
| 1.3000 | 0.3176 |
| 1.3500 | 0.3058 |
| 1.4000 | 0.2949 |
| 1.4500 | 0.2847 |
| 1.5000 | 0.2752 |
| 1.5500 | 0.2663 |
| 1.6000 | 0.2580 |
| 1.6500 | 0.2502 |
| 1.7000 | 0.2428 |
| 1.7500 | 0.2359 |
| 1.8000 | 0.2293 |
| 1.8406 | 0.2243 |
| 1.8500 | 0.2220 |
| 1.9000 | 0.2105 |
| 1.9500 | 0.1998 |
| 2.0000 | 0.1900 |
| 2.0500 | 0.1808 |
| 2.1000 | 0.1723 |
| 2.1500 | 0.1644 |
| 2.2000 | 0.1570 |
| 2.2500 | 0.1501 |
| 2.3000 | 0.1436 |
| 2.3500 | 0.1376 |
| 2.4000 | 0.1319 |
| 2.4500 | 0.1266 |
| 2.5000 | 0.1216 |
| 2.5500 | 0.1180 |
| 2.6000 | 0.1180 |
| 2.6500 | 0.1180 |
| 2.7000 | 0.1180 |
| 2.7500 | 0.1180 |
| 2.8000 | 0.1180 |
| 2.8500 | 0.1180 |
| 2.9000 | 0.1180 |
| 2.9500 | 0.1180 |
| 3.0000 | 0.1180 |
| 3.0500 | 0.1180 |
| 3.1000 | 0.1180 |
| 3.1500 | 0.1180 |
| 3.2000 | 0.1180 |
| 3.2500 | 0.1180 |
| 3.3000 | 0.1180 |
| 3.3500 | 0.1180 |
| 3.4000 | 0.1180 |
| 3.4500 | 0.1180 |
| 3.5000 | 0.1180 |
| 3.5500 | 0.1180 |
| 3.6000 | 0.1180 |
| 3.6500 | 0.1180 |
| 3.7000 | 0.1180 |
| 3.7500 | 0.1180 |
| 3.8000 | 0.1180 |
| 3.8500 | 0.1180 |
| 3.9000 | 0.1180 |
| 3.9500 | 0.1180 |
| 4.0000 | 0.1180 |

Spettro SND.TXT :

| | |
|--------|--------|
| 0.0000 | 0.5901 |
| 0.0500 | 0.7719 |
| 0.1000 | 0.9538 |
| 0.1500 | 1.1356 |
| 0.1705 | 1.2103 |
| 0.2000 | 1.2103 |
| 0.2500 | 1.2103 |
| 0.3000 | 1.2103 |
| 0.3500 | 1.2103 |
| 0.4000 | 1.2103 |
| 0.4500 | 1.2103 |
| 0.5000 | 1.2103 |
| 0.5116 | 1.2103 |
| 0.5500 | 1.1259 |
| 0.6000 | 1.0321 |
| 0.6500 | 0.9527 |
| 0.7000 | 0.8846 |

Relazione di calcolo

| | |
|--------|--------|
| 0.7500 | 0.8256 |
| 0.8000 | 0.7740 |
| 0.8500 | 0.7285 |
| 0.9000 | 0.6880 |
| 0.9500 | 0.6518 |
| 1.0000 | 0.6192 |
| 1.0500 | 0.5897 |
| 1.1000 | 0.5629 |
| 1.1500 | 0.5385 |
| 1.2000 | 0.5160 |
| 1.2500 | 0.4954 |
| 1.3000 | 0.4763 |
| 1.3500 | 0.4587 |
| 1.4000 | 0.4423 |
| 1.4500 | 0.4271 |
| 1.5000 | 0.4128 |
| 1.5500 | 0.3995 |
| 1.6000 | 0.3870 |
| 1.6500 | 0.3753 |
| 1.7000 | 0.3643 |
| 1.7500 | 0.3538 |
| 1.8000 | 0.3440 |
| 1.8406 | 0.3364 |
| 1.8500 | 0.3330 |
| 1.9000 | 0.3157 |
| 1.9500 | 0.2997 |
| 2.0000 | 0.2849 |
| 2.0500 | 0.2712 |
| 2.1000 | 0.2585 |
| 2.1500 | 0.2466 |
| 2.2000 | 0.2355 |
| 2.2500 | 0.2251 |
| 2.3000 | 0.2155 |
| 2.3500 | 0.2064 |
| 2.4000 | 0.1979 |
| 2.4500 | 0.1899 |
| 2.5000 | 0.1824 |
| 2.5500 | 0.1753 |
| 2.6000 | 0.1686 |
| 2.6500 | 0.1623 |
| 2.7000 | 0.1563 |
| 2.7500 | 0.1507 |
| 2.8000 | 0.1454 |
| 2.8500 | 0.1403 |
| 2.9000 | 0.1355 |
| 2.9500 | 0.1310 |
| 3.0000 | 0.1266 |
| 3.0500 | 0.1225 |
| 3.1000 | 0.1186 |
| 3.1500 | 0.1180 |
| 3.2000 | 0.1180 |
| 3.2500 | 0.1180 |
| 3.3000 | 0.1180 |
| 3.3500 | 0.1180 |
| 3.4000 | 0.1180 |
| 3.4500 | 0.1180 |
| 3.5000 | 0.1180 |
| 3.5500 | 0.1180 |
| 3.6000 | 0.1180 |
| 3.6500 | 0.1180 |
| 3.7000 | 0.1180 |
| 3.7500 | 0.1180 |
| 3.8000 | 0.1180 |
| 3.8500 | 0.1180 |
| 3.9000 | 0.1180 |
| 3.9500 | 0.1180 |
| 4.0000 | 0.1180 |

Condizioni di carico elementari

Simbologia

CCE = Numero della condizione di carico elementare

Comm. = Commento

Tipo CCE = Tipo di CCE per calcolo agli stati limite

Sic. = Contributo alla sicurezza

F = a favore

S = a sfavore

A = ambigua

Var. = Tipo di variabilità

B = di base

I = indipendente

A = ambigua

Relazione di calcolo

s = Coeff. di riduzione (T.A. o S.L. D.M. 96)
 Dir. = Direzione del vento
 Tipo = Tipologia di pressione vento
 M = Massimizzata
 E = Esterna
 I = Interna
 Mx = Moltiplicatore della massa in dir. X
 My = Moltiplicatore della massa in dir. Y
 Mz = Moltiplicatore della massa in dir. Z
 Jpx = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse X
 Jpy = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse Y
 Jpz = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse Z

| CCE | Comm. | Tipo CCE | Sic. | Var. | s | Dir. <grad> | Tipo | Mx | My | Mz | Jpx | Jpy | Jpz |
|-----|--------------|----------|------|------|------|----------------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | peso proprio | 1 | S | -- | 1.00 | -- | -- | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 |
| 2 | pannelli | 1 | S | -- | 1.00 | -- | -- | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 |
| 3 | vento | 11 | S | A | 1.00 | 0.00 | M | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4 | neve | 12 | S | B | 1.00 | -- | -- | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 |

Elenco masse nodi

Simbologia

Nodo = Numero del nodo
 Mo = Massa orizzontale

| Nodo | Mo <kg> |
|------|------------|
| 2 | 326.14 |

Totali masse nodi

| Mo <kg> |
|------------|
| 326.14 |

Materiali

Acciaio

Elenco dei criteri di progetto e delle loro principali caratteristiche meccaniche utilizzate:
 Aste in acciaio: 1

Tipo di acciaio a sezione aperta: S235H UNI EN 10210-1
 Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio (Fyk) <daN/cm²>: 2350.00
 Tensione caratteristica di rottura (Fyt) <daN/cm²>: 3600.00
 Modulo elastico (E) <daN/cm²>: 2100000.00
 Modulo elastico tangenziale (G) <daN/cm²>: 800000.00

Collegamenti e reticolari in acciaio

Elenco dei criteri di progetto e delle loro principali caratteristiche meccaniche utilizzate:
 Nodi in acciaio: 1 Piastre di fondazione

Classe bulloni: 6.8
 Classe Saldature: SECONDA

Prove in sito

Elenco colonne stratigrafiche

Simbologia

St. = Strato
 z = Profondità della superficie superiore dello strato
 Spess. = Spessore
 Unità geotecnica = Unità geotecnica
 Class. = Classificazione
 Coes. = Coesivo
 Inc. = Incoerente
 Roc. = Roccia
 N. c. = Non classificato
 γ = Peso specifico del terreno naturale
 γ_{sat} = Peso specifico del terreno saturo
 ϕ' = Angolo di attrito efficace
 c' = Coesione efficace
 c_u = Coesione nondrenata
 E = Modulo elastico normale
 G = Modulo elastico tangenziale
 E_{ed} = Modulo edometrico

Colonna stratigrafica numero 1 str_01

| St. | z | Spess. | Unità geotecnica | Class. | γ | γ_{sat} | ϕ' | c' | c_u | E | G | E _{ed} |
|-----|---|--------|------------------|--------|----------|----------------|---------|------|-------|---|---|-----------------|
|-----|---|--------|------------------|--------|----------|----------------|---------|------|-------|---|---|-----------------|

Relazione di calcolo

| <cm> | <cm> | | | <daN/mc> | <daN/mc> | <grad> | <daN/mq> | <daN/mq> | <daN/mq> | <daN/mq> | <daN/mq> | |
|------|------|------|-----------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|--------------|--------------|--------------|
| 1 | 0.00 | 0.50 | 1 terreno | Inc. | 1700.00 | 2000.00 | 20.00 | 3500.00 | | 4000000.00 | 1430000.00 | 2860000.00 |
| 2 | 0.50 | -- | 2 calcare | Roc. | 2200.00 | 2200.00 | 35.00 | 3500.00 | | 900000000.00 | 319150000.00 | 638300000.00 |

Le verifiche degli elementi di fondazione sono state effettuate utilizzando l'approccio 2 - Combinazione 1.

Coefficienti parziali per le azioni, per verifiche in condizioni statiche:

Permanenti strutturali, sicurezza a favore $\gamma_A = 1.00$;

Permanenti strutturali, sicurezza a sfavore $\gamma_A = 1.30$;

Permanenti non strutturali, sicurezza a favore $\gamma_A = 0.00$;

Permanenti non strutturali, sicurezza a sfavore $\gamma_A = 1.50$;

Variabili, sicurezza a favore $\gamma_A = 0.00$;

Variabili, sicurezza a sfavore $\gamma_A = 1.50$.

I coefficienti parziali per le azioni sono posti pari all'unità per le verifiche in condizioni sismiche.

Tali coefficienti sono comunque desumibili dalla tabella delle combinazioni delle CCE (Parametri di calcolo).

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici:

Tangente dell'angolo di attrito $\gamma_M = 1.00$;

Coesione efficace $\gamma_M = 1.00$;

Coesione non drenata $\gamma_M = 1.00$;

Coefficienti parziali per la resistenza delle fondazioni superficiali:

Capacità portante $\gamma_R = 2.30$;

Scorrimento $\gamma_R = 1.10$;

Coefficienti parziali per la resistenza delle fondazioni profonde:

Per pali infissi:

Resistenza alla base $\gamma_{R,b} = 1.15$;

Resistenza laterale in compressione $\gamma_{R,s} = 1.15$;

Resistenza laterale in trazione $\gamma_{R,t} = 1.25$;

Per pali trivellati:

Resistenza alla base $\gamma_{R,b} = 1.35$;

Resistenza laterale in compressione $\gamma_{R,s} = 1.15$;

Resistenza laterale in trazione $\gamma_{R,t} = 1.25$;

Per pali ad elica continua:

Resistenza alla base $\gamma_{R,b} = 1.30$;

Resistenza laterale in compressione $\gamma_{R,s} = 1.15$;

Resistenza laterale in trazione $\gamma_{R,t} = 1.25$;

Fattore di correlazione per la determinazione della resistenza caratteristica desumibile dai criteri di progetto.

Minimo coefficiente di sicurezza

Simbologia

Elem. =Elemento

CC =Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari

TCC =Tipo di combinazione di carico

SLU = Stato limite ultimo

SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica)

SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara

SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente

SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente

SLD = Stato limite di danno

SLV = Stato limite di salvaguardia della vita

SLC = Stato limite di prevenzione del collasso

SLO = Stato limite di operatività

SLU I = Stato limite di resistenza al fuoco

SND = Stato limite di salvaguardia della vita (non dissipativo)

TV = Tipo di verifica

PRFL = Flessione e pressoflessione

TAG = Taglio o altre rotture fragili

NOD = Nodi in c.a. e collegamenti in acciaio

STAB = Stabilità

CP = Capacità portante

RNP = Resistenza nel piano

RFP = Resistenza fuori piano

CIN = Cinematismi

CON = Connessioni

Sic. = Sicurezza

Tabella elementi e minimo coefficiente di sicurezza

| Elem. | CC | TCC | TV | Sic. |
|----------------------|----|-----|------|-------|
| Asta in acciaio n. 1 | 21 | SLU | PRFL | 3.23 |
| Asta in acciaio n. 1 | 21 | SLU | TAG | 10.00 |
| Asta in acciaio n. 1 | 21 | SLU | STAB | 3.09 |

Minimo coefficiente di sicurezza:3.09