

**IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA  
DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DI POTENZA NOMINALE  
PARI A 43,0 MVA DENOMINATO "PADULA"**

**REGIONE PUGLIA  
PROVINCIA di FOGGIA  
COMUNE di CANDELA**

Località: Masseria Padula

PROGETTO DEFINITIVO  
Id AU HF0TH51

Tav.:	Titolo:
6a.2	<b>Relazione di calcolo preliminare e verifica delle strutture - Impianto Fotovoltaico</b>

Scala:	Formato Stampa:	Codice Identificatore Elaborato
n.a.	A4	HF0TH51_CalcoliPrelStrutture_06a.2

Progettazione:  <b>DOTT. ING. Fabio CALCARELLA</b> <small>Via Bartolomeo Ravenna, 14 - 73100 Lecce Mob. +39 340 9243575 fablo.calcarella@gmail.com - fablo.calcarella@ingpec.eu P. IVA 04433020759</small>	Committente:  <b>Whysol-E Sviluppo S.r.l.</b> <small>Via Meravigli, 3 - 20123 - MILANO Tel: +39 02 359605 info@whysol.it - whysol-e.sviluppo@legalmail.it P. IVA 10692360968</small>
 <b>D. E. A. ING. GIOVANNI LUCA D'AMATO</b> <small>VIA BENEDETTO CROCE, 23 - 73100 LECCE TEL 0832 1940701 - FAX 0832 1940702 Email: gl.damato@associatidea.com PEC: giovannluca.damato@ingpec.eu</small>	 

Data	Motivo della revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
Luglio 2020	Prima emissione	GDA	FC	WHYSOL E- Sviluppo s.r.l.

**Sommario**

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  
 Candela.....8  
 Analisi dei carichi da neve.....8  
 Candela.....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/cm>
1	Libero		L	L	L	L	L	L				
4	Calcare di Altamura	CP	E	E	E	E	E	B				f(strat.)
4	Calcare di Altamura	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	22623.00	22623.00	112793.00	857319.00	857319.00

#### 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

Relazione di calcolo

Nodo	X	Y	Z	Imp.	Vn
	<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	E	G	v	α
		<daN/mc>	<daN/cm <sup>2</sup> >	<daN/cm <sup>2</sup> >		
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	H	s	Ma	C	Crit. C.I.	Crit. C.F.
					<cm>	<cm>	<cm>				
1	200_220x220x8	Rc	P	A	22.00	22.00	0.80	18	1	1	1

**Elenco vincoli aste**

**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/cm<
1	Inc+Inc	SVI	1	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.	FF	Dy1	Dy2	Dz1	Dz2	Kt
												<daN/cm<
1	1	2	1	1		0.00	55	0.00	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 = Tipo palo  
     ND = Non definito  
     BP = Battuto prefabbricato  
     BGO = Battuto gettato in opera  
     T = Trivellato  
     TEC = Trivellato con elica continua  
     MP = Micropalo  
 Comm. = Commento

## Relazione di calcolo

Lp = Lunghezza pali  
 R = Rotazione testa  
     B = Bloccata  
     L = Libera  
 Dp = Diametro pali  
 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.  
 $\gamma$  max = Coeff.  $\gamma$  max  
 $\psi_0$  = Coeff.  $\psi_0$   
 $\psi_1$  = Coeff.  $\psi_1$   
 $\psi_2$  = Coeff.  $\psi_2$   
 $\psi_{0,s}$  = Coeff.  $\psi_0$  sismico (D.M. 96)

Tipo CCE	Comm.	Tipo	Durata	$\gamma$ min.	$\gamma$ max	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	$\psi_{0,s}$
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

Relazione di calcolo

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 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	2868.50	2008.50	1820.90	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	1238.50	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	200_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):

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

## Candela

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

$a_s$  (altitudine sul livello del mare): 240.00 <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  
 $q_f$  (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>  
 $\alpha$  (angolo inclinazione): 55.00 <grad>  
 $\phi$  (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: 352.78 <daN>  
perpendicolare al colmo negativo: -500.25 <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: 34.70 <daN>  
vento parallelo al colmo negativo: -86.75 <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: II

Arezzo, Ascoli Piceno, Avellino, Bari, Barletta-Andria-Trani, Benevento, Campobasso, Chieti, Fermo, Ferrara, Firenze, Foggia, Frosinone, Genova, Gorizia, Imperia, Isernia, L'Aquila, La Spezia, Lucca, Macerata, Mantova, Massa Carrara, Padova, Perugia, Pescara, Pistoia, Prato, Rieti, Rovigo, Savona, Teramo, Trieste, Venezia, Verona

Coefficiente di esposizione del sito: Normale

## Candela

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): 240.00 <m>

$\alpha$  (angolo inclinazione): 1.00 <grad>

### Parametri derivati (3.4.2):

$q_{sk}$  (valore di riferimento del carico neve al suolo): 106.16 <daN/mq>

### Parametri derivati (tab. 3.4.I):

$C_e$  (coefficiente d'esposizione): 1.00  
 $\mu_i$  (coefficiente di forma della copertura): 0.80

Carichi agenti:

qss (carico provocato dalla neve sulle coperture): 84.93 <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: Sì
- 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: Sì
- Check sequenza di Sturm: Sì
- Analisi non lineare con Newton modificato: No
- Usa formulazione secante per buckling: No
- Trascura buckling torsionale: No

### Dati struttura

- Sito di costruzione: SP97, 71024 Candela FG, Italia LON. 15.56770 LAT. 41.12500
- Contenuto tra ID reticolo: 31888 31889 31666 31667

### 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<sub>R</sub> = Periodo di ritorno <anni>

Ag = Accelerazione orizzontale massima al sito

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

Tc\* = Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale <sec>

S<sub>s</sub> = Coefficiente di amplificazione stratigrafica

C<sub>c</sub> = Coefficiente funzione della categoria del suolo

TCC	T <sub>R</sub>	Ag <g>	Fo	Tc*	S <sub>s</sub>	C <sub>c</sub>
SLD	101	0.0943	2.43	0.34	1.50	1.50
SLV	949	0.2784	2.39	0.42	1.30	1.40

- Edificio esistente: No
- Tipo di opera: Opera ordinaria
- Vita nominale V<sub>N</sub>: 50.00
- Classe d'uso: Classe IV

## Relazione di calcolo

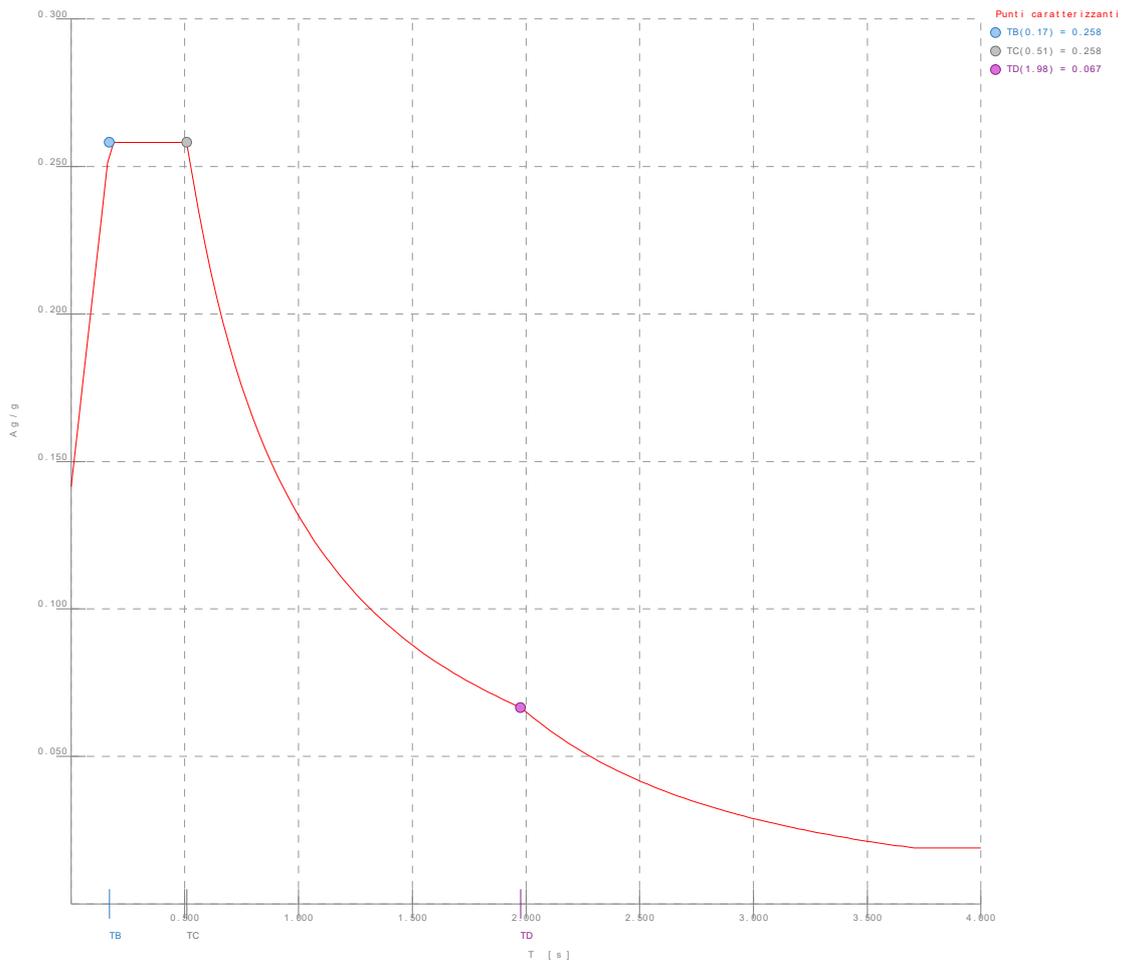
- SL Esercizio: SLOPvr No, SLDPvr 63.00
- SL Ultimi: SLVPvr 10.00, SLCPvr No
- Struttura dissipativa: Sì
- Classe di duttilità: Classe B
- Quota di riferimento: 0.00 <m>
- Quota max della struttura: 1.50 <m>
- Altezza della struttura: 1.50 <m>
- Numero piani edificio: 0
- Coefficiente  $\theta$ : 0.00
- 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

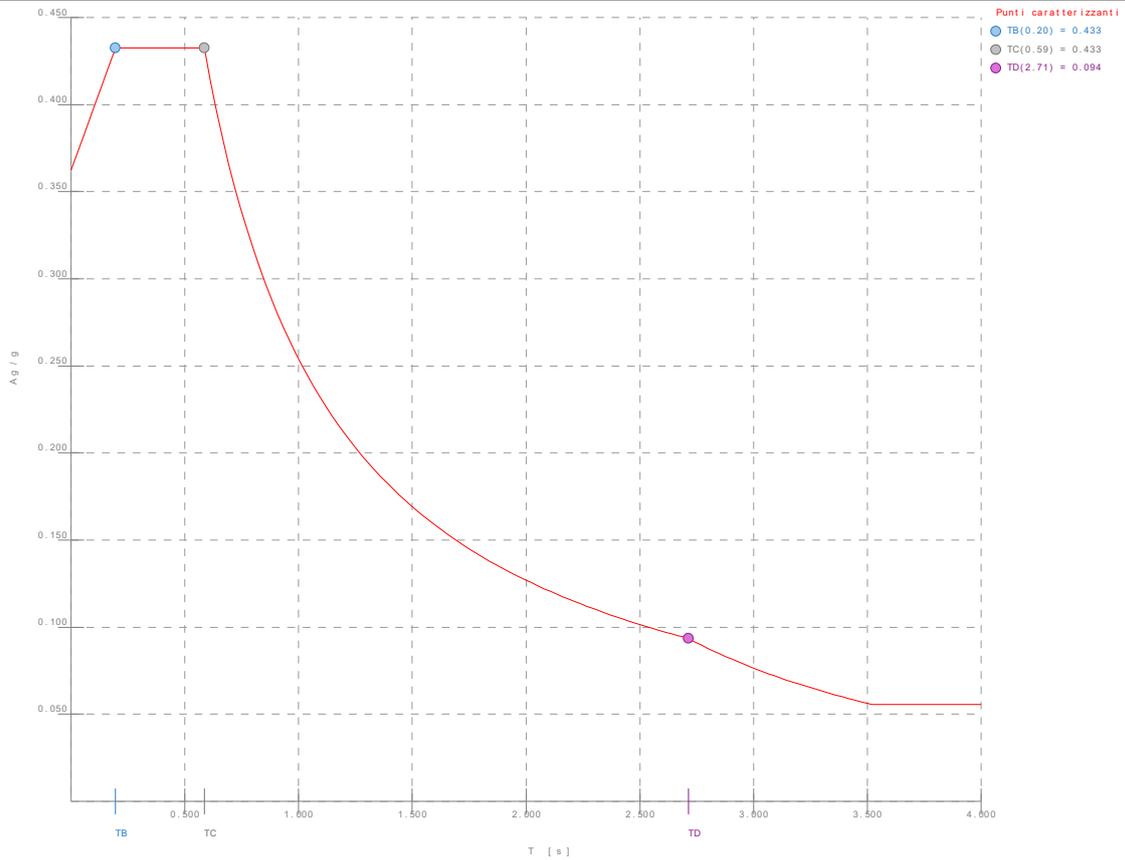
- Categoria del suolo di fondazione: C
- Tipologia strutturale: acciaio a mensola o a pendolo inverso

Periodo $T_1$	0.11521
Coeff. $\lambda$ SLD	1.00
Coeff. $\lambda$ SLV	1.00
Rapporto di sovrarresistenza ( $\alpha_u/\alpha_1$ )	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

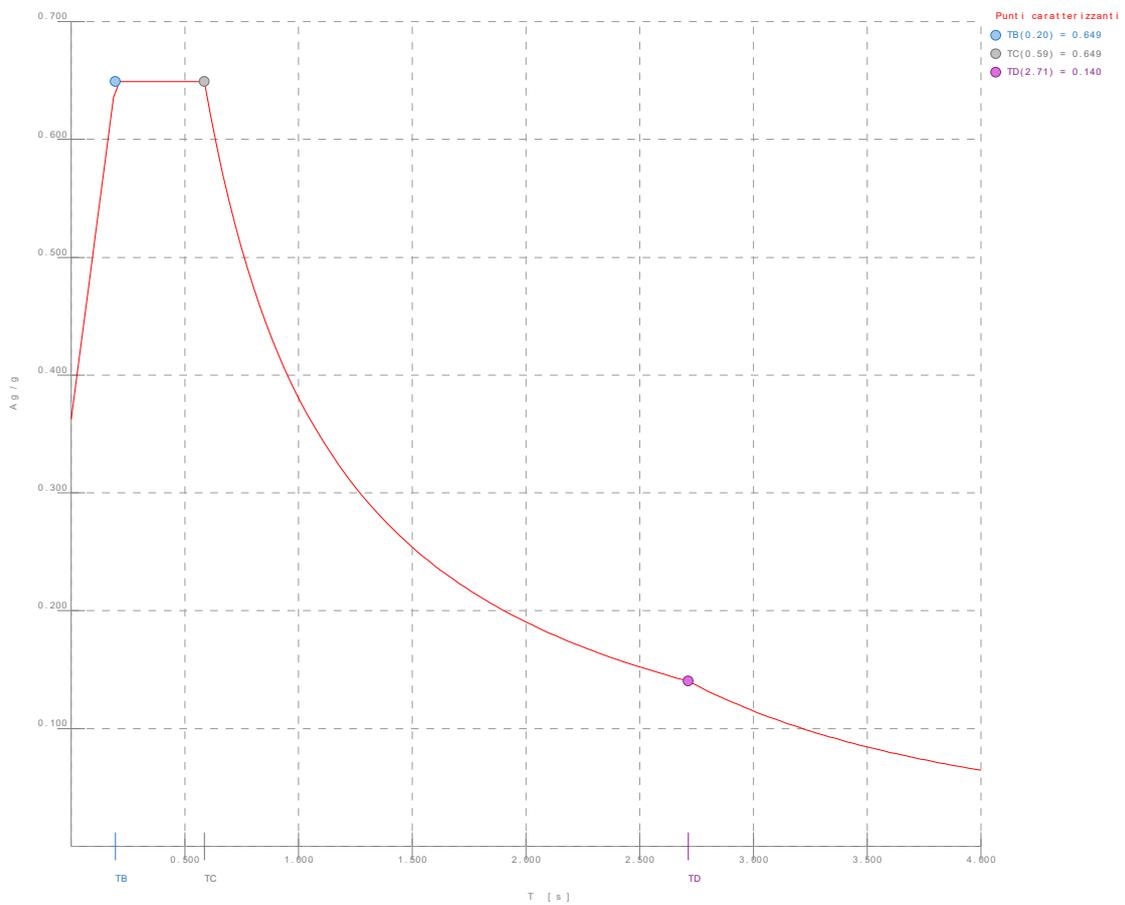
- Categoria topografica: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$
- Coeff. amplificazione topografica  $S_T$ : 1.00
- Accelerazione di picco del terreno  $A_g S$ : 0.3622 <g>
- Fattore di comportamento per sisma verticale ( $q_v$ ): 1.50
- Smorzamento 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 = Si  
 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	N	S	S	S	S	S
3	Vento da 0°	S	S	S	N	S	S	S	S	S
4	Vento da 1800°	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	1	-----	$\Psi_2$	1
2	Amb. 2 (SLU)	SLU	$\gamma$ max	$\gamma$ max	-----	$\gamma$ max	-----
3	Amb. 2 (SLE R)	SLE R 1	1	1	-----	1	-----
4	Amb. 2 (SLE F)	SLE F 1	1	1	-----	$\Psi_1$	-----
5	Amb. 2 (SLE Q)	SLE Q 1	1	1	-----	$\Psi_2$	-----
6	Amb. 3 (SLU)	SLU	$\gamma$ max	$\gamma$ max	$\gamma$ max	$\gamma$ max	-----
7	Amb. 3 (SLU)	SLU	$\gamma$ max	$\gamma$ max	$\Psi_0 * \gamma$ max	$\gamma$ max	-----
8	Amb. 3 (SLE R)	SLE R 1	1	1	1	1	-----
9	Amb. 3 (SLE R)	SLE R 1	1	1	$\Psi_0$	1	-----
10	Amb. 3 (SLE F)	SLE F 1	1	1	$\Psi_1$	$\Psi_1$	-----
11	Amb. 3 (SLE F)	SLE F 1	1	1	$\Psi_2$	$\Psi_1$	-----
12	Amb. 3 (SLE Q)	SLE Q 1	1	1	$\Psi_2$	$\Psi_2$	-----
13	Amb. 4 (SLU)	SLU	$\gamma$ max	$\gamma$ max	$\gamma$ max	$\gamma$ max	-----
14	Amb. 4 (SLU)	SLU	$\gamma$ max	$\gamma$ max	$\Psi_0 * \gamma$ max	$\gamma$ max	-----
15	Amb. 4 (SLE R)	SLE R 1	1	1	1	1	-----
16	Amb. 4 (SLE R)	SLE R 1	1	1	$\Psi_0$	1	-----
17	Amb. 4 (SLE F)	SLE F 1	1	1	$\Psi_1$	$\Psi_1$	-----
18	Amb. 4 (SLE F)	SLE F 1	1	1	$\Psi_2$	$\Psi_1$	-----
19	Amb. 4 (SLE Q)	SLE Q 1	1	1	$\Psi_2$	$\Psi_2$	-----

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 = Sì  
 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	70.57	70.57

Totali forze sismiche

Fx	Fy

Relazione di calcolo

<daN>	<daN>
70.57	70.57

Elenco forze sismiche nodali allo SLV

Nodo	cx	cy	Fx <daN>	Fy <daN>
2	1.00	1.00	129.16	129.16

Totali forze sismiche

Fx <daN>	Fy <daN>
129.16	129.16

Elenco forze sismiche nodali allo SND

Nodo	cx	cy	Fx <daN>	Fy <daN>
2	1.00	1.00	169.93	169.93

Totali forze sismiche

Fx <daN>	Fy <daN>
169.93	169.93

Domanda in duttilità di curvatura

Direzione X  $\mu_{EdX}=13.72$

Direzione Y  $\mu_{EdY}=13.72$

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	0.03	1	SLV	0.19	28	SLU	0.01	28	SLU	0.00	21	SLU	0.00	1	SLV	0.00	1	SLV
1	Min.	-0.03	5	SLV	-0.19	21	SLU	-0.05	21	SLU	-0.00	28	SLU	-0.00	5	SLV	0.00	1	SLV
2	Max	0.32	1	SLV	1.03	28	SLU	0.01	28	SLU	0.01	21	SLU	0.00	1	SLV	0.00	1	SLV
2	Min.	-0.32	5	SLV	-1.03	21	SLU	-0.05	21	SLU	-0.01	28	SLU	-0.00	5	SLV	0.00	1	SLV

Min = -1.03

Max = 1.03

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	169.93	21	SLU	4302.75	21	SLU	5338.35	28	SLU	3722.78	5	SND	254.89	1	SLV	0.00
1	Min	1	SND	-169.93	28	SLU	-4302.75	28	SLU	-687.15	21	SLU	-3722.78	1	SND	-254.89	1	SLV	0.00

Sollecitazioni aste

Simbologia

- Asta = Numero dell'asta
- N1 = Nodo1
- N2 = Nodo2
- X = Coordinata progressiva rispetto al nodo iniziale
- N = Sforzo normale
- 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	129.16	13	193.74	9	129.16	1	193.74	5	0.00	1
1	1	2	Max	120.00					-11.62	7			38.75	7		
1	1	2	Max	150.00	-280.00	1	129.16	13	0.00	1	129.16	1	0.00	1	0.00	1
1	1	2	Min.	0.00	-359.88	1	-129.16	9	-193.74	13	-129.16	5	-193.74	1	0.00	1
1	1	2	Min.	120.00					11.62	1			-38.75	1		
1	1	2	Min.	150.00	-280.00	1	-129.16	9	0.00	1	-129.16	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	169.93	13	254.89	9	169.93	1	254.89	5	0.00	1
1	1	2	Max	120.00					-15.29	7			50.98	7		
1	1	2	Max	150.00	-280.00	1	169.93	13	0.00	1	169.93	1	0.00	1	0.00	1
1	1	2	Min.	0.00	-359.88	1	-169.93	9	-254.89	13	-169.93	5	-254.89	1	0.00	1
1	1	2	Min.	120.00					15.29	1			-50.98	1		
1	1	2	Min.	150.00	-280.00	1	-169.93	9	0.00	1	-169.93	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	70.57	14	105.85	10	70.57	2	105.85	6	0.00	2
1	1	2	Max	120.00					-6.35	8			21.17	8		
1	1	2	Max	150.00	-280.00	2	70.57	14	0.00	2	70.57	2	0.00	2	0.00	2
1	1	2	Min.	0.00	-359.88	2	-70.57	10	-105.85	14	-70.57	6	-105.85	2	0.00	2
1	1	2	Min.	120.00					6.35	2			-21.17	2		
1	1	2	Min.	150.00	-280.00	2	-70.57	10	0.00	2	-70.57	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	687.15	28	4302.75	21	3722.78	28	0.00	17	0.00	17	0.00	17
1	1	2	Max	150.00	791.00	28	4302.75	21	2731.35	21	0.00	17	0.00	17	0.00	17
1	1	2	Min.	0.00	-5338.35	21	-4302.75	28	-3722.78	21	0.00	17	0.00	17	0.00	17
1	1	2	Min.	150.00	-5234.50	21	-4302.75	28	-2731.35	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	410.12	30	2868.50	23	2481.85	30	0.00	18	0.00	18	0.00	18
1	1	2	Max	150.00	490.00	30	2868.50	23	1820.90	23	0.00	18	0.00	18	0.00	18
1	1	2	Min.	0.00	-3606.88	23	-2868.50	30	-2481.85	23	0.00	18	0.00	18	0.00	18
1	1	2	Min.	150.00	-3527.00	23	-2868.50	30	-1820.90	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	-205.88	32	573.70	25	496.37	32	0.00	19	0.00	19	0.00	19
1	1	2	Max	150.00	-126.00	32	573.70	25	364.18	25	0.00	19	0.00	19	0.00	19
1	1	2	Min.	0.00	-1009.28	25	-573.70	32	-496.37	25	0.00	19	0.00	19	0.00	19
1	1	2	Min.	150.00	-929.40	25	-573.70	32	-364.18	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**

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

<b>Specifici</b>	<b>1</b>
<b>Materiali</b>	
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 <sup>2</sup> >	2350.00
-Fu <daN/cm <sup>2</sup> >	3600.00
-Fy,40 <daN/cm <sup>2</sup> >	2150.00
-Fu,40 <daN/cm <sup>2</sup> >	3600.00
γ M0	1.00
γ M1	1.00
γ M2	1.25
γ Rd	1.30
γ Ov	1.25
-Considera come elemento esistente (S.L. D.M. 18/EC3)	No
-Livello di conoscenza	LC1
-Fattore di confidenza	1.35
<b>Verifiche di resistenza</b>	
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 τ per 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
<b>Verifiche di resistenza sezioni generiche</b>	
Spessore nominale <cm>	0.00
Momento di inerzia torsionale <cm <sup>4</sup> >	0.00
Costante di ingobbamento <cm <sup>6</sup> >	0.00
Riduzione resistenza flessionale come per sezioni a I	No
Area resistente a taglio in dir. Y locale <cm <sup>2</sup> >	0.00
Area resistente a taglio in dir. Z locale <cm <sup>2</sup> >	0.00
<b>Verifiche di deformabilità</b>	
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
<b>Verifiche di stabilità</b>	
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
<b>Verifiche di stabilità asta</b>	
Verifiche di stabilità globale nel piano XZ locale	Si
-Coeff. $\beta$ intorno all'asse Y	1.00
Verifiche di stabilità globale nel piano XY locale	Si
-Coeff. $\beta$ intorno all'asse Z	1.00
Verifiche di stabilità flesso - torsionale	Si
-Coeff. per calcolo interasse ritegni torsionali	1.00
Eeguire anche le verifiche al punto 7.3.2 (CNR 10011)	Si
Aste inflesse (D.M. 18/EC3)	
-Coeff. $\Psi$ 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. $\beta$	0.75
Aste pressoinflesse (D.M. 18/EC3)	
-Considera come molto deformabile a torsione	No
-Fattore correttivo di distribuzione $\alpha_{mY}/C_{mY}$	0.95
-Fattore correttivo di distribuzione $\alpha_{mZ}/C_{mZ}$	0.95
-Fattore correttivo di distribuzione $\alpha_{mLT}/C_{mLT}$	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	
<b>Verifiche di stabilità membratura</b>	
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. $\beta$ intorno all'asse Y calcolato in funzione dello sforzo normale	
-Coeff. $\beta$ intorno all'asse Y	1.00
Verifiche di stabilità globale nel piano XY locale	Si
-Coeff. $\beta$ intorno all'asse Z calcolato in funzione dello sforzo normale	
-Coeff. $\beta$ 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. $\Psi$ 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. $\beta$	0.75
Membrature pressoinflesse (D.M. 18/EC3)	
-Considera come molto deformabile a torsione	No
-Fattore correttivo di distribuzione $\alpha_{mY}/C_{mY}$	0.95
-Fattore correttivo di distribuzione $\alpha_{mZ}/C_{mZ}$	0.95
-Fattore correttivo di distribuzione $\alpha_{mLT}/C_{mLT}$	0.95
<b>Dati per verifiche di resistenza al fuoco</b>	
-Tempo di verifica (REI) <minuti>	120.00
-Fattore di momento uniforme equivalente $\beta M, y$	1.10
-Fattore di momento uniforme equivalente $\beta M, z$	1.10
-Fattore di momento uniforme equivalente $\beta M, LT$	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	<cm> = Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Y
Wzmin	<cm> = 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	<cm> = Modulo di resistenza plastico intorno all'asse Y
Wz, plas	<cm> = 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
J0	<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
$\lambda_y$		= Snellezza per inflessione intorno all'asse y(c)
Ncr, y	<daN>	= Sforzo normale critico euleriano per inflessione intorno all'asse y(c)
$\lambda'_y$		= Snellezza adimensionale per inflessione intorno all'asse y(c)
Curva		= Curva di instabilità adottata
$\Phi_y$		= Coefficiente $\Phi$ per inflessione intorno all'asse y(c)
$\chi_y$		= Coefficiente $\chi$ di riduzione per instabilità intorno all'asse y(c)
$\lambda_z$		= Snellezza per inflessione intorno all'asse z(e)
Ncr, z	<daN>	= Sforzo normale critico euleriano per inflessione intorno all'asse z(e)
$\lambda'_z$		= Snellezza adimensionale per inflessione intorno all'asse z(e)
$\Phi_z$		= Coefficiente $\Phi$ per inflessione intorno all'asse z(e)
$\chi_z$		= Coefficiente $\chi$ di riduzione per instabilità intorno all'asse z(e)
Kyy, Kyz, Kzy, Kzz		= Coefficienti di interazione
$\delta$	<cm>	= Spostamento relativo asta

### Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Tipo	D	Area	Anet	Aeff	Jy	Jz	Iy	Iz	Wymin	Wzmin	Ip	Fyk	Fyt
			<cm>	<cmq>	<cmq>	<cmq>	<cm4>	<cm4>	<cm>	<cm>	<cm>	<cm>		<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	J $\omega$
		<cmq>	<cmq>	<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 Xl=0.00 - Classe 1

Sollecitazioni:  $T_y=4302.75$

$V, Ed=4302.75$   $V_c, Rd=43831.50$   $V, Ed/V_c, Rd=0.10$

- Verifica a presso o tenso-flessione retta ZZ (4.2.4.1.2.7) - CC 21 SLU Xl=0.00 - Classe 1

Sollecitazioni:  $N=-5338.35$   $T_y=4302.75$   $M_z=-3722.78$

$M_z, Ed=-3722.78$   $M_z, V, c, Rd=12076.40$

$N, Ed=-5338.35$   $N_c, Rd=-151832.00$   $ZZ$   $n=N, Ed/N_c, Rd=0.04$   $MNz, c, Rd=12076.40$   $M_z, Ed/MNz, c, Rd=0.31$

- Verifiche di duttilità [7.5.3]:

$q_0=2.00$   $N, Ed=-5338.35$   $N_{pl}, Rd=151832.00$   $N, Ed/N_{pl}, Rd=0.04$  (sfrut=0.12)

- Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.2) - CC 21 SLU - Classe 1

Sollecitazioni:  $N, Ed=-5338.35$   $M_z, Ed=-3722.78$   $L=1.50$

$\alpha_{my}, \alpha_{mz}, \alpha_{LT}=0.95, 0.95, 0.95$

$\lambda_y=17.32$   $N_{cr, y}=4687710.00$   $\lambda'_y=0.18$  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:  $0.04+0.18=0.21$

Verifica ZZ:  $0.04+0.29=0.33$

- Verifica Spostamento relativo massimo per singola asta - CC 23

$\delta=0.56$  (L/267)

## Sintesi

Tipo di normativa: stati limite D.M. 18

Tipo di calcolo: analisi sismica statica

### Dati generali della struttura

- Sito di costruzione: SP97, 71024 Candela FG, Italia LON. 15.56770 LAT. 41.12500

Contenuto tra ID reticolo: 31888 31889 31666 31667

### 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	$T_R$	Ag <g>	Fo	FV	Tc*	$S_s$	$C_c$	S	TC	TB	TD
SLD	101	0.0943	2.43	1.01	0.34	1.50	1.50	1.50	0.51	0.17	1.98
SLV	949	0.2784	2.39	1.70	0.42	1.30	1.40	1.30	0.59	0.20	2.71

- 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: C
- Tipologia strutturale: acciaio a mensola o a pendolo inverso

Periodo $T_1$	0.11521
Coeff. $\lambda$ SLD	1.00
Coeff. $\lambda$ SLV	1.00
Rapporto di sovraresistenza ( $\alpha_u/\alpha_1$ )	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 AgS: 0.3622 <g>
- Quota di riferimento: 0.00 <m>
- Quota max della struttura: 1.50 <m>
- Altezza della struttura: 1.50 <m>
- Numero piani edificio: 0
- Coefficiente  $\theta$ : 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 (qv): 1.50
- Smorzamento spettro: 5.00%

Spettro SLD.TXT :

0.0000 1.3875  
 0.0500 1.7244  
 0.1000 2.0613  
 0.1500 2.3982  
 0.1699 2.5321  
 0.2000 2.5321  
 0.2500 2.5321  
 0.3000 2.5321  
 0.3500 2.5321  
 0.4000 2.5321  
 0.4500 2.5321  
 0.5000 2.5321  
 0.5097 2.5321  
 0.5500 2.3464  
 0.6000 2.1509  
 0.6500 1.9854  
 0.7000 1.8436  
 0.7500 1.7207  
 0.8000 1.6132  
 0.8500 1.5183  
 0.9000 1.4339  
 0.9500 1.3585  
 1.0000 1.2905  
 1.0500 1.2291  
 1.1000 1.1732  
 1.1500 1.1222  
 1.2000 1.0754  
 1.2500 1.0324

## Relazione di calcolo

---

1.3000	0.9927
1.3500	0.9559
1.4000	0.9218
1.4500	0.8900
1.5000	0.8604
1.5500	0.8326
1.6000	0.8066
1.6500	0.7821
1.7000	0.7591
1.7500	0.7374
1.8000	0.7170
1.8500	0.6976
1.9000	0.6792
1.9500	0.6618
1.9772	0.6527
2.0000	0.6379
2.0500	0.6072
2.1000	0.5786
2.1500	0.5520
2.2000	0.5272
2.2500	0.5040
2.3000	0.4823
2.3500	0.4620
2.4000	0.4430
2.4500	0.4251
2.5000	0.4083
2.5500	0.3924
2.6000	0.3775
2.6500	0.3633
2.7000	0.3500
2.7500	0.3374
2.8000	0.3255
2.8500	0.3141
2.9000	0.3034
2.9500	0.2932
3.0000	0.2835
3.0500	0.2743
3.1000	0.2655
3.1500	0.2572
3.2000	0.2492
3.2500	0.2416
3.3000	0.2343
3.3500	0.2274
3.4000	0.2207
3.4500	0.2144
3.5000	0.2083
3.5500	0.2025
3.6000	0.1969
3.6500	0.1915
3.7000	0.1864
3.7500	0.1850
3.8000	0.1850
3.8500	0.1850
3.9000	0.1850
3.9500	0.1850
4.0000	0.1850

Spettro SLV.TXT :

0.0000	3.5534
0.0500	3.7299
0.1000	3.9065
0.1500	4.0831
0.1956	4.2440
0.2000	4.2440
0.2500	4.2440
0.3000	4.2440
0.3500	4.2440
0.4000	4.2440
0.4500	4.2440
0.5000	4.2440
0.5500	4.2440
0.5867	4.2440
0.6000	4.1498
0.6500	3.8306
0.7000	3.5570
0.7500	3.3198
0.8000	3.1124
0.8500	2.9293
0.9000	2.7665
0.9500	2.6209
1.0000	2.4899

Relazione di calcolo

---

1.0500	2.3713
1.1000	2.2635
1.1500	2.1651
1.2000	2.0749
1.2500	1.9919
1.3000	1.9153
1.3500	1.8444
1.4000	1.7785
1.4500	1.7172
1.5000	1.6599
1.5500	1.6064
1.6000	1.5562
1.6500	1.5090
1.7000	1.4646
1.7500	1.4228
1.8000	1.3833
1.8500	1.3459
1.9000	1.3105
1.9500	1.2769
2.0000	1.2449
2.0500	1.2146
2.1000	1.1857
2.1500	1.1581
2.2000	1.1318
2.2500	1.1066
2.3000	1.0826
2.3500	1.0595
2.4000	1.0375
2.4500	1.0163
2.5000	0.9960
2.5500	0.9764
2.6000	0.9576
2.6500	0.9396
2.7000	0.9222
2.7137	0.9175
2.7500	0.8935
2.8000	0.8618
2.8500	0.8319
2.9000	0.8034
2.9500	0.7764
3.0000	0.7508
3.0500	0.7263
3.1000	0.7031
3.1500	0.6810
3.2000	0.6598
3.2500	0.6397
3.3000	0.6205
3.3500	0.6021
3.4000	0.5845
3.4500	0.5677
3.5000	0.5516
3.5500	0.5463
3.6000	0.5463
3.6500	0.5463
3.7000	0.5463
3.7500	0.5463
3.8000	0.5463
3.8500	0.5463
3.9000	0.5463
3.9500	0.5463
4.0000	0.5463

Spettro SND.TXT :

0.0000	3.5534
0.0500	4.2725
0.1000	4.9916
0.1500	5.7107
0.1956	6.3660
0.2000	6.3660
0.2500	6.3660
0.3000	6.3660
0.3500	6.3660
0.4000	6.3660
0.4500	6.3660
0.5000	6.3660
0.5500	6.3660
0.5867	6.3660
0.6000	6.2247
0.6500	5.7459
0.7000	5.3355
0.7500	4.9798

## Relazione di calcolo

---

0.8000	4.6685
0.8500	4.3939
0.9000	4.1498
0.9500	3.9314
1.0000	3.7348
1.0500	3.5570
1.1000	3.3953
1.1500	3.2477
1.2000	3.1124
1.2500	2.9879
1.3000	2.8729
1.3500	2.7665
1.4000	2.6677
1.4500	2.5757
1.5000	2.4899
1.5500	2.4096
1.6000	2.3343
1.6500	2.2635
1.7000	2.1970
1.7500	2.1342
1.8000	2.0749
1.8500	2.0188
1.9000	1.9657
1.9500	1.9153
2.0000	1.8674
2.0500	1.8219
2.1000	1.7785
2.1500	1.7371
2.2000	1.6977
2.2500	1.6599
2.3000	1.6238
2.3500	1.5893
2.4000	1.5562
2.4500	1.5244
2.5000	1.4939
2.5500	1.4646
2.6000	1.4365
2.6500	1.4094
2.7000	1.3833
2.7137	1.3763
2.7500	1.3402
2.8000	1.2928
2.8500	1.2478
2.9000	1.2051
2.9500	1.1646
3.0000	1.1261
3.0500	1.0895
3.1000	1.0547
3.1500	1.0214
3.2000	0.9898
3.2500	0.9595
3.3000	0.9307
3.3500	0.9031
3.4000	0.8767
3.4500	0.8515
3.5000	0.8274
3.5500	0.8042
3.6000	0.7820
3.6500	0.7608
3.7000	0.7403
3.7500	0.7207
3.8000	0.7019
3.8500	0.6838
3.9000	0.6664
3.9500	0.6496
4.0000	0.6335

### 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)

## Relazione di calcolo

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	1S	--	--	1.00	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
2	pannelli	1S	--	--	1.00	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
3	vento	11S	A	1.00	0.00	M	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	neve	12S	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/cm<sup>2</sup>>: 2350.00  
 Tensione caratteristica di rottura (Fyt) <daN/cm<sup>2</sup>>: 3600.00  
 Modulo elastico (E) <daN/cm<sup>2</sup>>: 2100000.00  
 Modulo elastico tangenziale (G) <daN/cm<sup>2</sup>>: 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  
 $\gamma$  = Peso specifico del terreno naturale  
 $\gamma_{sat}$  = Peso specifico del terreno saturo  
 $\phi'$  = Angolo di attrito efficace  
 $c'$  = Coesione efficace  
 $c_u$  = Coesione non drenata  
 E = Modulo elastico normale  
 G = Modulo elastico tangenziale  
 E<sub>ed</sub> = Modulo edometrico

Colonna stratigrafica numero 1 str\_01

St.	z <m>	Spess. <cm>	Unità geotecnica	Class.	$\gamma$ <daN/mc>	$\gamma_{sat}$ <daN/mc>	$\phi'$ <grad>	$c'$ <daN/mq>	$c_u$ <daN/mq>	E <daN/mq>	G <daN/mq>	E <sub>ed</sub> <daN/mq>
-----	----------	----------------	------------------	--------	----------------------	----------------------------	-------------------	------------------	-------------------	---------------	---------------	-----------------------------

Relazione di calcolo

1	0.00	0.50	1 terra rossa	Inc.	1600.00	1200.00	25.00	10000.00		7547000.00	2855000.00	10922100.00
2	0.50	--	2 sabbie limose	Inc.	1630.00	2280.00	30.00	0.00		10850000.00	4050000.00	690000.00

**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	3.24
Asta in acciaio n. 1	21	SLU	TAG	8.53
Asta in acciaio n. 1	21	SLU	STAB	3.05

Minimo coefficiente di sicurezza: 3.05