

**REGIONE PUGLIA**  
**Comune di Cerignola**  
**Provincia di Foggia**



**PROGETTO DEFINITIVO**

**PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DELL'IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA CON ASSOCIATO IMPIANTO AGRICOLO (AGRIFOTOVOLTAICO) E DELLE RELATIVE OPERE ED INFRASTRUTTURE CONNESSE DELLA POTENZA NOMINALE MASSIMA DI 52478 KW E DELLA POTENZA NOMINALE IN A.C. PARI A 47250 KW SITO NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) CON OPERE DI CONNESSIONE UBICATE NEL COMUNE DI STORNARA (FG)**

**TITOLO TAVOLA**  
**CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE**

<p><b>PROGETTAZIONE</b> ORDINE DEGLI INGEGNERI CIRCOLAZIONE N. 333 Ing. Nicola ROSELLI TERMOLI (CB)</p> <p>Ing. Antonio MALEBA TERMOLI</p> <p><b>PROGETTISTI PARTI ELETTRICHE</b> Per. Ind. Alessandro CORTI</p> <p><b>CONSULENZE E COLLABORAZIONI</b> Ing. Rocco SALOME Arch Gianluca DI DONATO Ambiti archeologici - CAST s.r.l. Dott. Massimo MACCHIAROLA Ing Elvio MURETTA Geol. Vito PLESCIA</p>	<p><b>PROPONENTE</b></p> <p><b>CERIGNOLA SPV SRL</b> SEDE LEGALE Cerignola (FG), cap 71042 via Terminillo n° 4/H P.IVA 04302020716</p>	<p><b>SPAZIO RISERVATO AGLI ENTI</b></p>
---	--	--

<b>4.2.11_1</b>	FILE CDD70K7_4.2.11_1_CalcoliPreliminariStrutture.pdf	CODICE PROGETTO CDD70K7	SCALA -
-----------------	--	----------------------------	------------

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A	03/02/2021	EMISSIONE	ROSELLI	CERIGNOLA_SPV	CERIGNOLA_SPV
B	DATA				
C	DATA				
D	DATA				
E	DATA				
F	DATA				

	<b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare e impianto agricolo da ubicare nel Comune di Cerignola (FG)</b>	
	<b>Ditta Proponente: CERIGNOLA SPV s.r.l.</b>	

<b>A.01.A PREMESSA</b> .....	<b>2</b>
<b>A.01.B NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>3</b>
<b>A.01.C METODI DI CALCOLO</b> .....	<b>3</b>
A.01.C.1 Misure sulla sicurezza.....	3
A.01.C.2 Modelli di calcolo.....	4
A.01.C.3 Azioni sulla costruzione – Azioni ambientali e naturali .....	6
A.01.C.4 Azioni sulla costruzione – Destinazioni d’uso e sovraccarichi per le azioni antropiche	7
A.01.C.5 Azioni sulla costruzione – Azione sismica .....	8
A.01.C.6 Azioni sulla costruzione – Azione dovuta al vento.....	10
A.01.C.7 Azioni sulla costruzione – Azione dovuta alla temperatura .....	15
A.01.C.8 Azioni sulla costruzione – Neve .....	15
A.01.C.9 Combinazioni di carico .....	16
A.01.C.10 Durabilità .....	18
A.01.C.11 Prestazioni attese al collaudo .....	18
<b>A.01.D CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA DEI TERRENI</b> .....	<b>19</b>
<b>A.01.E INDICAZIONI PER SOTTOSTAZIONE DI TRASFORMAZIONE MT/AT</b> .....	<b>19</b>
<b>A.01.F STRUTTURE DI SOSTEGNO DEI MODULI FOTOVOLTAICI</b> .....	<b>20</b>
<b>A.01.G POWER STATION</b> .....	<b>24</b>
<b>A.01.H CABINE ELETTRICHE E VANI TECNICI</b> .....	<b>25</b>
<b>A.01.I PALI D’ILLUMINAZIONE E VIDEOSORVEGLIANZA</b> .....	<b>26</b>
<b>A.01.L RECINZIONE E CANCELLI</b> .....	<b>27</b>
<b>A.01.M PIASTRE DI FONDAZIONE</b> .....	<b>28</b>
A.01.m.1 Verifiche geotecniche .....	28
A.01.m.2 Metodologie di calcolo .....	28
A.01.m.3 Definizione delle azioni elementari.....	28
A.01.m.4 Verifiche strutturali.....	29
<b>A.02 CONCLUSIONI</b> .....	<b>29</b>
<b>A.03 CALCOLI STRUTTURALI</b> .....	<b>30</b>

	<b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare e impianto agricolo da ubicare nel Comune di Cerignola (FG)</b>	
	<b>Ditta Proponente: CERIGNOLA SPV s.r.l.</b>	

## A.01.A PREMESSA

La presente relazione, si riferisce alle modalità di messa in opera delle cabine di trasformazione, delle strutture portamoduli, dei supporti delle apparecchiature elettromeccaniche, previste nell'ambito della realizzazione di una centrale fotovoltaica e delle relative opere ed infrastrutture connesse e necessarie da realizzarsi a Cerignola (FG) e Stornara (FG), quest'ultima interessata solo dalle opere di connessione consistenti in una centrale di trasformazione MT/AT.

Tutta la progettazione è stata sviluppata utilizzando tecnologie ad oggi disponibili sul mercato europeo; considerando che la tecnologia fotovoltaica è in rapido sviluppo, dal momento della progettazione definitiva alla realizzazione potranno cambiare le tecnologie e le caratteristiche delle componenti principali (moduli fotovoltaici, inverter, strutture di supporto), ma resteranno invariate le caratteristiche complessive e principali dell'intero impianto in termini di potenza massima di produzione, occupazione del suolo e fabbricati.

L'Area oggetto dell'intervento e, precisamente, del campo fotovoltaico e impianto agricolo annesso è ubicata geograficamente a Sud-Ovest del centro abitato del Comune di Cerignola e a Sud del centro abitato di Stornara (FG). Le coordinate geografiche del sito sono: Lat. 41.224396°, Long. 15.826300°. Il parco fotovoltaico, mediante un elettrodotto interrato in MT della lunghezza di circa 13,7 km uscente dalla cabina d'impianto, sarà allacciato, nel comune di Stornara (FG), alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) in antenna a 150 kV con una nuova Stazione Elettrica (SE) RTN a 150 kV (prevista nel comune di Stornara) da inserire in "entra – esce" alla linea a 150 kV "CP Ortanova – SE Stornara" previa realizzazione:

- a) di due elettrodotti RTN a 150 kV tra la nuova SE sopra indicata e una future SE RTN a 380/150 kV da inserire in "entra – esce" alla linea 380 kV della RTN "Foggia – Palo del Colle";
- b) degli interventi previsti dal piano di sviluppo Terna consistenti in un nuovo elettrodotto 150 kV "Cerignola FS – Stornara – Deliceto" (Intervento 535-P – Interventi sulla rete AT per la raccolta di energia rinnovabile nell'area tra le province di Foggia e Barletta).

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>03/02/2021</b>	<b>2</b>	<b>30</b>

	<b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare e impianto agricolo da ubicare nel Comune di Cerignola (FG)</b>	
	<b>Ditta Proponente: CERIGNOLA SPV s.r.l.</b>	

## **A.01.B NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

L'analisi delle strutture e le verifiche sugli elementi saranno condotte in accordo alle vigenti disposizioni legislative ed in particolare delle seguenti norme:

- Legge n.1086 del 05/11/71 - Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge n.64 del 02/02/74 - Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. del 17/01/18 - Norme tecniche per le costruzioni (2018).
- C.M. n.7 del 19/01/2019 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni.
- Eurocodice 2 "Progettazione delle strutture di calcestruzzo".
- Eurocodice 3 "Progettazione delle strutture di acciaio".
- Eurocodice 8 "Progettazione delle strutture per la resistenza sismica".

Saranno eseguite tutte le verifiche richieste dalle NTC18 per le costruzioni in assenza e in presenza di sisma, utilizzando il metodo degli stati limite.

## **A.01.C METODI DI CALCOLO**

I metodi di calcolo adottati per il calcolo saranno i seguenti:

- 1) Per i carichi statici: METODO DELLE DEFORMAZIONI;
- 2) Per i carichi sismici: metodo dell'ANALISI MODALE o dell'ANALISI SISMICA STATICA EQUIVALENTE.

### **A.01.C.1 Misure sulla sicurezza**

Il metodo di verifica della sicurezza che sarà adottato è quello degli Stati Limite (SL) che prevede due insiemi di verifiche rispettivamente per gli stati limite ultimi S.L.U. e gli stati limite di esercizio S.L.E.. La sicurezza viene quindi garantita progettando i vari elementi resistenti in modo da assicurare che la loro resistenza di calcolo sia sempre maggiore della corrispondente domanda in termini di azioni di calcolo.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>03/02/2021</b>	<b>3</b>	<b>30</b>

	<b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare e impianto agricolo da ubicare nel Comune di Cerignola (FG)</b>  <b>Ditta Proponente: CERIGNOLA SPV s.r.l.</b>	
--	--	--

Le norme precisano che la sicurezza e le prestazioni di una struttura o di una parte di essa devono essere valutate in relazione all'insieme degli stati limite che verosimilmente si possono verificare durante la vita normale.

Prescrivono inoltre che debba essere assicurata una robustezza nei confronti di azioni eccezionali.

La sicurezza e le prestazioni saranno garantite verificando gli opportuni stati limite definiti di concerto al Committente in funzione dell'utilizzo della struttura, della sua vita nominale e di quanto stabilito dalle norme di cui al D.M. 17/01/2018 e successive modifiche ed integrazioni.

In particolare sarà verificata:

- la sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi (S.L.U.) che possono provocare eccessive deformazioni permanenti, crolli parziali o globali, dissesti, che possono compromettere l'incolumità delle persone e/o la perdita di beni, provocare danni ambientali e sociali, mettere fuori servizio l'opera. Per le verifiche saranno utilizzati i coefficienti parziali relativi alle azioni ed alle resistenze dei materiali in accordo a quanto previsto dal D.M. 17/01/2018 per i vari tipi di materiale.
- la sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio (S.L.E.) che possono limitare nell'uso e nella durata l'utilizzo della struttura per le azioni di esercizio.
- la sicurezza nei riguardi dello stato limite del danno (S.L.D.) causato da azioni sismiche con opportuni periodi di ritorno definiti di concerto al committente ed alle norme vigenti per le costruzioni in zona sismica;
- la robustezza nei confronti di opportune azioni accidentali in modo da evitare danni sproporzionati in caso di incendi, urti, esplosioni, errori umani.

#### **A.01.C.2 Modelli di calcolo**

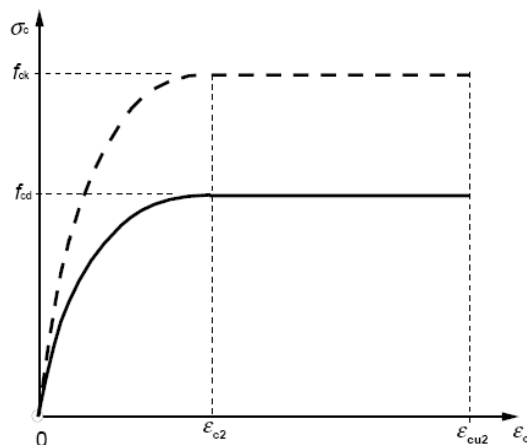
Saranno utilizzati come modelli di calcolo quelli esplicitamente richiamati nel D.M. 17/01/2018.

**Per quanto riguarda le azioni sismiche ed in particolare per la determinazione del fattore di struttura, dei dettagli costruttivi e le prestazioni sia agli S.L.U. che allo S.L.D. si fa riferimento al D.M. 17/01/18 e alla circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 gennaio 2019, n. 7 la quale è stata utilizzata come norma di dettaglio.**

Per le verifiche sezionali i legami utilizzati sono:

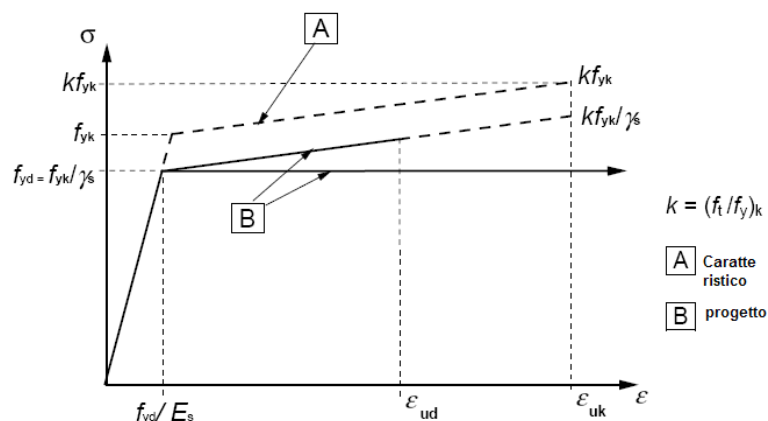
SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>03/02/2021</b>	<b>4</b>	<b>30</b>

	<b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare e impianto agricolo da ubicare nel Comune di Cerignola (FG)</b>  <b>Ditta Proponente: CERIGNOLA SPV s.r.l.</b>	
--	--	--



**Legame costitutivo di progetto parabola-rettangolo per il calcestruzzo.**

Il valore  $\epsilon_{cu2}$  nel caso di analisi non lineari sarà valutato in funzione dell'effettivo grado di confinamento esercitato dalle staffe sul nucleo di calcestruzzo.



**Legame costitutivo di progetto elastico perfettamente plastico o incrudente a duttilità limitata per l'acciaio.**

- legame rigido plastico per le sezioni in acciaio di classe 1 e 2 e elastico lineare per quelle di classe 3 e 4.

Il modello di calcolo utilizzato risulterà rappresentativo della realtà fisica per la configurazione finale anche in funzione delle modalità e sequenze costruttive.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	03/02/2021	5	30

	<b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare e impianto agricolo da ubicare nel Comune di Cerignola (FG)</b>  <b>Ditta Proponente: CERIGNOLA SPV s.r.l.</b>	
--	--	--

### A.01.C.3 Azioni sulla costruzione – Azioni ambientali e naturali

Si stabilisce che le prestazioni attese nei confronti delle azioni sismiche siano verificate agli stati limite, sia di esercizio che ultimi individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite di esercizio sono:

- Stato Limite di Operatività (S.L.O.)
- Stato Limite di Danno (S.L.D.)

Gli stati limite ultimi sono:

- Stato Limite di salvaguardia della Vita (S.L.V.)
- Stato Limite di prevenzione del Collasso (S.L.C.)

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva tabella:

Stati Limite $P_{VR}$ :		Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R$
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Per la definizione delle forme spettrali (spettri elastici e spettri di progetto), in conformità ai dettami del D.M. 17/01/2018 § 3.2.3. sono stati definiti i seguenti termini:

- Vita Nominale del fabbricato;
- Classe d'Uso del fabbricato;
- Categoria del Suolo;
- Coefficiente Topografico;
- Latitudine e Longitudine del sito oggetto di edificazione.

Le verifiche delle prestazioni saranno effettuate per le azioni derivanti dalla neve, dal vento e dalla temperatura secondo quanto previsto dal cap. 3 del D.M. 17/01/18 e dalla Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 gennaio 2019 n. 7 per un periodo di ritorno coerente alla classe della struttura ed alla sua vita utile.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>03/02/2021</b>	<b>6</b>	<b>30</b>

	<b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare e impianto agricolo da ubicare nel Comune di Cerignola (FG)</b>	
	<b>Ditta Proponente: CERIGNOLA SPV s.r.l.</b>	

Nel nostro caso avremo:

### **PESO PROPRIO DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI**

Il peso proprio degli elementi strutturali è stato valutato come prodotto del volume dell'elemento strutturale stesso per il proprio peso specifico. In particolare, sono stati utilizzati i seguenti pesi specifici:

calcestruzzo armato: 2.500 kg/m<sup>3</sup>

acciaio: 7.850 kg/m<sup>3</sup>

### **CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI**

In questa tipologia sono considerati i carichi non rimovibili durante il normale esercizio della costruzione, valutati sulla base delle dimensioni effettive delle opere e dei pesi dell'unità di volume dei materiali costituenti. Ove presenti sono stati utilizzati i pesi elencati nella tabella 3.1.I del par. 3.1.2 delle NTC 2018. Ricadono in questa tipologia i pesi propri delle apparecchiature e delle strutture prefabbricate.

### **A.01.C.4 Azioni sulla costruzione – Destinazioni d'uso e sovraccarichi per le azioni antropiche**

Per la determinazione dell'entità e della distribuzione spaziale e temporale dei sovraccarichi variabili si farà riferimento alla tabella del D.M. 17/01/2018 in funzione della destinazione d'uso.

I carichi variabili comprendono i carichi legati alla destinazione d'uso dell'opera; i modelli di tali azioni possono essere costituiti da:

- carichi verticali uniformemente distribuiti       $q_k$  [kN/m<sup>2</sup>]
- carichi verticali concentrati                       $Q_k$  [kN]
- carichi orizzontali lineari                           $H_k$  [kN/m]

In presenza di carichi verticali concentrati essi saranno applicati su impronte di carico appropriate all'utilizzo ed alla forma dello orizzontamento.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>03/02/2021</b>	<b>7</b>	<b>30</b>



	<b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare e impianto agricolo da ubicare nel Comune di Cerignola (FG)</b>  <b>Ditta Proponente: CERIGNOLA SPV s.r.l.</b>	
--	--	--

#### **A.01.C.5 Azioni sulla costruzione – Azione sismica**

Ai fini delle N.T.C. 2018 l'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X ed Y ed una verticale contrassegnata da Z, da considerare tra di loro indipendenti. Le componenti possono essere descritte, in funzione del tipo di analisi adottata, mediante una delle seguenti rappresentazioni:

- accelerazione massima attesa in superficie;
- accelerazione massima e relativo spettro di risposta attesi in superficie;
- accelerogramma.

l'azione in superficie è stata assunta come agente su tali piani.

Le due componenti ortogonali indipendenti che descrivono il moto orizzontale sono caratterizzate dallo stesso spettro di risposta. L'accelerazione massima e lo spettro di risposta della componente verticale attesa in superficie sono determinati sulla base dell'accelerazione massima e dello spettro di risposta delle due componenti orizzontali.

In allegato alle N.T.C. 2018, per tutti i siti considerati, sono forniti i valori dei precedenti parametri di pericolosità sismica necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

I territori comunali di Cerignola (FG) e Stornara (FG) già erano classificati sismici ai sensi del D.M.19.03.1982. L'Ordinanza P.C.M. n.3274 del 23.03.2003 riclassifica l'intero territorio nazionale e in tale quadro i territori dei Comuni di Cerignola (FG) e Stornara (FG) vengono confermati in zona sismica 2 (media sismicità). Si riporta la tabella ove ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo  $a_g$ , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

Zone Sismiche	Classe	NORMATIVA PRECEDENTE		NORMATIVA ATTUALE
		Coefficiente Sismico S	Amplificazione sismica $C = (S - 2)/100$	Amplificazione sismica a (g)
1	Elevata Sismicità	12	0,1	0,35
2	Media Sismicità	9	0,07	0,25
3	Moderata Sismicità	6	0,04	0,15
4	Bassa Sismicità	0	0	0,05

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>03/02/2021</b>	<b>8</b>	<b>30</b>

<p><b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare e impianto agricolo da ubicare nel Comune di Cerignola (FG)</b></p> <p><b>Ditta Proponente: CERIGNOLA SPV s.r.l.</b></p>
---



*Parametri di pericolosità sismica*

Le azioni di progetto si ricavano dalle accelerazioni  $a_g$  e dalle relative forme spettrali. Le forme spettrali previste dalle NTC sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima del terreno;
- $F_0$  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.

Le forme spettrali previste dalle NTC sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e vite di riferimento. A tal fine occorre fissare:

- la vita di riferimento VR della costruzione,
- le probabilità di superamento nella vita di riferimento PVR associate a ciascuno degli stati limite considerati, per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>03/02/2021</b>	<b>9</b>	<b>30</b>

	<b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare e impianto agricolo da ubicare nel Comune di Cerignola (FG)</b>  <b>Ditta Proponente: CERIGNOLA SPV s.r.l.</b>	
--	--	--

Nel presente progetto, l'azione sismica è stata valutata tenendo conto dei seguenti parametri: coordinate del reticolo di riferimento (ED50):

Longitudine = 15.826300°

Latitudine = 41.224396°

- classe d'uso: Quarta (Punto 2.4.2 del D.M. 17/01/2018);
- vita nominale 50 anni (Punto 2.4.1 del D.M. 17/01/2018);
- categoria di suolo: B;
- categoria topografica: T1 (Tabella 3.2.III del D.M. 17/01/2018);
- coefficiente di condizione topografica: 1,0 (Tabella 3.2.V del D.M. 17/01/2018).

#### **A.01.C.6 Azioni sulla costruzione – Azione dovuta al vento**

Le azioni del vento sono state determinate in conformità al §3.3 del D.M. 17/01/18 e della Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 gennaio 2019 n. 7. Si precisa che tali azioni hanno valenza significativa in caso di strutture di elevata snellezza e con determinate caratteristiche tipologiche come ad esempio le strutture in acciaio.

Il vento, la cui direzione si considera generalmente orizzontale, esercita sulle costruzioni azioni che variano nel tempo e nello spazio provocando, in generale, effetti dinamici. Per le costruzioni usuali tali azioni sono convenzionalmente ricondotte a delle forze statiche equivalenti, calcolate come di seguito si riporta.

Le azioni statiche del vento sono costituite da pressioni e depressioni agenti normalmente alle superfici, sia esterne che interne, degli elementi che compongono la costruzione. L'azione del vento sul singolo elemento viene determinata considerando la combinazione più gravosa della pressione agente sulla superficie esterna e della pressione agente sulla superficie interna dell'elemento.

L'azione d'insieme esercitata dal vento su una costruzione è data dalla risultante delle azioni sui singoli elementi, considerando come direzione del vento, quella corrispondente ad uno degli assi principali della pianta della costruzione.

La pressione del vento è data dalla seguente espressione:

$$p = q_r \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$$

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>03/02/2021</b>	<b>10</b>	<b>30</b>

	<b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare e impianto agricolo da ubicare nel Comune di Cerignola (FG)</b>  <b>Ditta Proponente: CERIGNOLA SPV s.r.l.</b>	
--	--	--

dove:

- $q_r$  è la pressione cinetica di riferimento, valutata secondo il punto 3.3.6 del D.M. 17/01/2018;
- $c_e$  è il coefficiente di esposizione, valutata secondo il punto 3.3.7 del D.M. 17/01/2018;
- $c_p$  è il coefficiente di pressione, funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento;
- $c_d$  è il coefficiente dinamico con cui si tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alle vibrazioni strutturali, valutato secondo il punto 3.3.9. del DM 2018.

La pressione cinetica di riferimento  $q_r$  (in N/m<sup>2</sup>) è data dall'espressione:

$$q_r = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_r^2$$

nella quale  $v_r$  è la velocità di riferimento del vento (in m/s) e  $\rho$  è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1,25 kg/m<sup>3</sup>.

La velocità di riferimento  $v_r$  è riferita al periodo di ritorno di progetto.

$$v_r = v_b \cdot c_r$$

Dove

- $v_b$  è la velocità base di riferimento di cui al par. 3.3.1 del D.M. 17/01/2018;
- $c_r$  è il coefficiente di ritorno funzione del periodo di ritorno  $T_R$ , in mancanza di specifiche indagini, è deducibile dalla seguente relazione:

$$c_r = 0.75 \sqrt{1 - 0.2 \cdot \ln \left[ -\ln \left( 1 - \frac{1}{T_R} \right) \right]}$$

La velocità di base di riferimento  $v_b$  è il valore medio su 10 minuti, misurata a 10 m dal suolo su un terreno con categoria di esposizione II, riferito ad un periodo di ritorno di 50 anni. In mancanza di adeguate indagini statistiche è data dall'espressione

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

Dove:

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>03/02/2021</b>	<b>11</b>	<b>30</b>

	<b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare e impianto agricolo da ubicare nel Comune di Cerignola (FG)</b>	
	<b>Ditta Proponente: CERIGNOLA SPV s.r.l.</b>	

-  $v_{b,0}$  è la velocità base al livello del mare, assegnata nella tab. 3.3.I del D.M. 17/01/2018 in funzione della zona della zona in cui sorge la costruzione;

-  $c_a$  è il coefficiente di altitudine fornito dalla seguente relazione

$$c_a = 1 \quad \text{per } a_s \leq a_0$$

$$c_a = 1 + k_s (a_s/a_0 - 1) \quad \text{per } a_0 < a_s < 1500 \text{ m}$$

dove:

$a_0$ ,  $k_s$  sono riportati nella tabella tab. 3.3.I del D.M. 17/01/2018 in funzione della zona ove sorge la costruzione;  $a_s$  è l'altitudine sul livello del mare (in m s.l.m.) del sito ove sorge la costruzione.

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

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

Nel caso in esame la zona di riferimento ha un'altitudine  $a_s$  inferiore a 110 m s.l.m. e, in riferimento alla tabella prima riportata ricade all'interno della zona 3; per cui risulta:

$$v_{b,0} = 27 \text{ m/s}$$

$$a_0 = 500 \text{ m}$$

$$k_s = 0,37.$$

Pertanto la velocità del vento associata al periodo di ritorno di progetto  $T_r = 50$  anni, per l'altezza del sito esaminato è pari a:

$$v_r = 27 \text{ m/s}$$

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>03/02/2021</b>	<b>12</b>	<b>30</b>

	<b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare e impianto agricolo da ubicare nel Comune di Cerignola (FG)</b>  <b>Ditta Proponente: CERIGNOLA SPV s.r.l.</b>	
--	--	--

La pressione cinetica di riferimento  $q_r$  pertanto è:

$$q_r = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_r^2$$

$$q_r = 0,5 \times 1,25 \times 27^2 = 456 \text{ N/mq}$$

Il coefficiente di esposizione  $c_e$  dipende dall'altezza  $z$  sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno e dalla categoria di esposizione del sito su cui sorge la costruzione.

In assenza di analisi specifiche che tengano in conto la direzione di provenienza del vento e l'effettiva scabrezza e topografia del terreno che circonda la costruzione, per altezze sul suolo non maggiori di  $z = 200 \text{ m}$ , esso è dato dalla formula:

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

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

Dove  $k_r$ ,  $z_0$  e  $z_{\min}$  sono forniti dalle tabelle indicate nelle figure seguenti e sono legate alla categoria del sito dove sorge la costruzione; mentre il valore di  $c_t$  è il coefficiente di topografia assunto normalmente pari ad 1.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>03/02/2021</b>	<b>13</b>	<b>30</b>

<b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare e impianto agricolo da ubicare nel Comune di Cerignola (FG)</b>  <b>Ditta Proponente: CERIGNOLA SPV s.r.l.</b>
--

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

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

#### Classe di rugosità del terreno

	ZONE 1,2,3,4,5				
	costa mare 2 km	10 km	30 km	500m	750m
A	--	IV	IV	V	V
B	--	III	III	IV	IV
C	--	*	III	IV	IV
D	I	II	<b>II</b>	II	III
* Categoria II in zona 1,2,3,4 Categoria III in zona 5					
** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1					

#### Definizione delle categorie di esposizione

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

#### Parametri per la definizione del coefficiente di esposizione

Il coefficiente di coefficiente di esposizione  $C_e$ , per il caso in esame in cui  $z_{max}=4,60m$  si assume:

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>03/02/2021</b>	<b>14</b>	<b>30</b>

	<b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare e impianto agricolo da ubicare nel Comune di Cerignola (FG)</b>  <b>Ditta Proponente: CERIGNOLA SPV s.r.l.</b>	
--	--	--

$$C_e(z_{min}) = k_r^2 c_t \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \left[7 + c_t \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)\right] = 0,19^2 \ln\left(\frac{4,60}{0,05}\right) \left[7 + \ln\left(\frac{4,60}{0,05}\right)\right] = 1,88 \frac{kN}{m^2}$$

Il coefficiente dinamico  $c_d$ , con cui si considerano gli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alle vibrazioni strutturali, si assume pari ad 1.

#### **A.01.C.7 Azioni sulla costruzione – Azione dovuta alla temperatura**

E' stato tenuto conto delle variazioni giornaliere e stagionali della temperatura esterna, irraggiamento solare e convezione comportano variazioni della distribuzione di temperatura nei singoli elementi strutturali, con un delta di temperatura di 15° C.

Nel calcolo delle azioni termiche, si terrà conto di più fattori, quali le condizioni climatiche del sito, l'esposizione, la massa complessiva della struttura, la eventuale presenza di elementi non strutturali isolanti, le temperature dell'aria esterne (Cfr. § 3.5.2), dell'aria interna (Cfr. § 3.5.3) e la distribuzione della temperatura negli elementi strutturali (Cfr § 3.5.4) viene assunta in conformità ai dettami delle N.T.C. 2018.

#### **A.01.C.8 Azioni sulla costruzione – Neve**

Il carico della neve sulle opere di copertura è stato valutato secondo il punto 3.4 del D.M. 17/01/2018, in base alla seguente relazione:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t$$

in cui si ha:

$q_s$  = carico neve sulla copertura;

$\mu_i$  = coefficiente di forma della copertura di cui al (Cfr. § 3.4.3);

$q_{sk}$  = valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo [kN/m<sup>2</sup>], fornito al (Cfr. § 3.4.2) delle N.T.C. 2018 per un periodo di ritorno di 50 anni;

$C_E$  = coefficiente di esposizione di cui al (Cfr. § 3.4.4);

$C_t$  = coefficiente termico di cui al (Cfr. § 3.4.5).

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>03/02/2021</b>	<b>15</b>	<b>30</b>



	<b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare e impianto agricolo da ubicare nel Comune di Cerignola (FG)</b>  <b>Ditta Proponente: CERIGNOLA SPV s.r.l.</b>	
--	--	--

Per quanto riguarda il carico della neve al suolo, la Provincia di Foggia e il Comune di Cerignola (FG) è posta in zona II.

Poiché il sito dove verrà realizzata l'opera si trova a circa 160 m sul livello del mare, si assume:

$$q_{sk} = 1,00 \text{ (k/N) / mq}$$

Per il coefficiente di forma si farà riferimento alla tabella di cui al punto 3.4.3.1 dell'NTC 2018 e, a vantaggio di sicurezza, si assumerà il valore di 0,8.

Il coefficiente  $C_E$ , a vantaggio di sicurezza, secondo le disposizioni della tabella 3.4.I, è stato posto pari a 1.

Il coefficiente termico  $C_t$ , secondo le disposizioni al punto 3.4.4, poiché si è in assenza di uno specifico e documentato studio, è stato posto pari a 1.

#### **A.01.C.9 Combinazioni di carico**

Le combinazioni di calcolo da considerare sono quelle previste dal D.M. 17/01/2018 per i vari stati limite e per le varie azioni e tipologie costruttive.

In particolare, ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni per cui si rimanda al § 2.5.3 delle N.T.C. 2018. Queste sono:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (S.L.U.) (2.5.1);
- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (S.L.E.) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7 (2.5.2);
- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (S.L.E.) reversibili (2.5.3);
- Combinazione quasi permanente (S.L.E.), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine (2.5.4);
- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2 form. 2.5.5);
- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto Ad (v. § 3.6 form. 2.5.6).

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>03/02/2021</b>	<b>16</b>	<b>30</b>

	<b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare e impianto agricolo da ubicare nel Comune di Cerignola (FG)</b>  <b>Ditta Proponente: CERIGNOLA SPV s.r.l.</b>	
--	--	--

Nelle combinazioni per S.L.E., si intende che vengono omessi i carichi  $Q_{kj}$  che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi  $G_2$ .

Altre combinazioni sono da considerare in funzione di specifici aspetti (p. es. fatica, ecc.).

Nelle formule sopra riportate il simbolo + vuol dire "combinato con".

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_{Gi}$  e  $\gamma_{Qj}$  sono dati in § 2.6.1, Tab. 2.6.I.

Nel caso delle costruzioni civili e industriali le verifiche agli stati limite ultimi o di esercizio devono essere effettuate per la combinazione dell'azione sismica con le altre azioni già fornita in § 2.5.3 form. 3.2.16 delle N.T.C. 2018.

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai carichi gravitazionali (form. 3.2.17).

I valori dei coefficienti  $\psi_{2j}$  sono riportati nella Tabella seguente.

<b>Categoria/Azione variabile</b>	<b><math>\psi_{0i}</math></b>	<b><math>\psi_{1j}</math></b>	<b><math>\psi_{2j}</math></b>
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

*Tabella dei coefficienti di combinazione*

La struttura deve essere progettata così che il degrado nel corso della sua vita nominale, purché si adotti la normale manutenzione ordinaria, non pregiudichi le sue prestazioni in termini di resistenza, stabilità e funzionalità, portandole al di sotto del livello richiesto dalle presenti norme.

Le misure di protezione contro l'eccessivo degrado devono essere stabilite con riferimento alle previste condizioni ambientali.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>03/02/2021</b>	<b>17</b>	<b>30</b>

	<b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare e impianto agricolo da ubicare nel Comune di Cerignola (FG)</b>  <b>Ditta Proponente: CERIGNOLA SPV s.r.l.</b>	
--	--	--

La protezione contro l'eccessivo degrado deve essere ottenuta attraverso un'opportuna scelta dei dettagli, dei materiali e delle dimensioni strutturali, con l'eventuale applicazione di sostanze o ricoprimenti protettivi, nonché con l'adozione di altre misure di protezione attiva o passiva.

La definizione quantitativa delle prestazioni e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

### **A.01.C.10 Durabilità**

Per garantire la durabilità della struttura saranno prese in considerazione opportuni stati limite di esercizio (S.L.E.) in funzione dell'uso e dell'ambiente in cui la struttura dovrà vivere limitando sia gli stati tensionali che nel caso delle opere in calcestruzzo anche l'ampiezza delle fessure. La definizione quantitativa delle prestazioni, la classe di esposizione e le verifiche saranno riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche.

Inoltre per garantire la durabilità, così come tutte le prestazioni attese, è necessario che si ponga adeguata cura sia nell'esecuzione che nella manutenzione e gestione della struttura e si utilizzino tutti gli accorgimenti utili alla conservazione delle caratteristiche fisiche e dinamiche dei materiali e delle strutture. La qualità dei materiali e le dimensioni degli elementi sono coerenti con tali obiettivi.

Durante le fasi di costruzione il direttore dei lavori implementerà severe procedure di controllo sulla qualità dei materiali, sulle metodologie di lavorazione e sulla conformità delle opere eseguite al progetto esecutivo nonché alle prescrizioni contenute nelle "Norme Tecniche per le Costruzioni" D.M. 17/01/2018 e relative Istruzioni.

### **A.01.C.11 Prestazioni attese al collaudo**

La struttura a collaudo dovrà essere conforme alle tolleranze dimensionali prescritte, inoltre relativamente alle prestazioni attese esse dovranno essere quelle di cui al § 9 del D.M. 17/01/2018.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>03/02/2021</b>	<b>18</b>	<b>30</b>

	<b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare e impianto agricolo da ubicare nel Comune di Cerignola (FG)</b>  <b>Ditta Proponente: CERIGNOLA SPV s.r.l.</b>	
--	--	--

## **A.01.D CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA DEI TERRENI**

Per la caratterizzazione geologica e geomorfologica dei terreni, si faccia riferimento all'elaborato progettuale opportunamente dedicato e allegato alla presente.

## **A.01.E INDICAZIONI PER SOTTOSTAZIONE DI TRASFORMAZIONE MT/AT**

Per l'esecuzione del progetto sono necessarie le seguenti opere civili:

- recinzione dell'area della sottostazione con pannelli di rete metallica galvanizzata, di altezza pari a 2,00 m, su fondazioni in calcestruzzo.
- strutture di fondazione degli apparati elettromeccanici costituite da travi, platee e plinti in cemento armato;
- fondazione dei tralicci in AT per la connessione alla RTN;
- reti di elettrodotti interrati;
- pavimentazioni dei piazzali con bitume per le parti carrabili e inghiaiate per le restanti;
- fabbricato per gli apparati di protezione, sezionamento e controllo.

Per ciò che riguarda l'edificio di controllo interno alla sottostazione elettrica di trasformazione MT/AT le verifiche strutturali dovranno riguardare il soddisfacimento dei valori di sicurezza attesi ai diversi stati limite di riferimento in ragione della tipologia strutturale, delle caratteristiche di resistenza dei materiali e della geometria degli elementi.

Considerando le azioni elementari statiche e dinamiche determinabili secondo quanto riportato nella parte iniziale della presente relazione preliminare è possibile definire le azioni di calcolo da introdurre al modello strutturale per operare le opportune verifiche strutturali.

Trattandosi di corpi di fabbrica standard è certamente garantita la compatibilità strutturale e pertanto si rimanda al progetto esecutivo per le verifiche di sicurezza richieste dalle norme tecniche per come previsto dalla Legge.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>03/02/2021</b>	<b>19</b>	<b>30</b>

	<b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare e impianto agricolo da ubicare nel Comune di Cerignola (FG)</b>	
	<b>Ditta Proponente: CERIGNOLA SPV s.r.l.</b>	

Per le caratteristiche geometriche si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

In merito alle fondazioni dell'edificio, queste saranno del tipo platea armata, ubicate ad una profondità di m 1,00-1.50.

Nella fase di Studio Geologico e geotecnico esecutivo si eseguiranno dettagliate indagini geologiche e geotecniche, con la esecuzione di sondaggi meccanici spinti fino a 20 metri, con prelievo di campioni indisturbati e prove geotecniche di laboratorio.

Tutte le opere strutturali saranno dimensionate e verificate rispetto alle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) 2018.

## **A.01.F STRUTTURE DI SOSTEGNO DEI MODULI FOTOVOLTAICI**

Le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici sono ad inseguimento monoassiale con asse di rotazione lungo la direttrice Nord – Sud e permettono al piano dei pannelli di seguire la rotazione del sole E-O.

Saranno utilizzate due tipologie di strutture:

- una costituita da n° 3 campate sulle quali sono adagiati n° 24 pannelli disposti su due file. La larghezza complessiva di tale struttura mobile è pari a 5,32 m e lunghezza complessiva è pari a 14,06m;
- una costituita da n° 5 campate sulle quali sono adagiati n° 48 pannelli disposti su due file. La larghezza complessiva di tale struttura mobile è pari a 5,32 m e lunghezza complessiva è pari a 27,93 m.

I pannelli sono collegati, per mezzo di profilati trasversali, ad un'asse centrale che ruota attorno alla direttrice nord-sud grazie ad un dispositivo meccanico. L'asse orizzontale è posto ad una altezza pari a 2,67 m fuori terra, con un angolo di rotazione di +/- 55°, sfruttando così al meglio l'assorbimento dell'energia solare.

I pilastri di sostegno sono immorsati nel terreno ad una profondità variabile in funzione delle caratteristiche meccaniche e litostratigrafiche dei terreni di fondazione.

I carichi dimensionanti sono quelli derivanti dalla combinazione delle azioni del vento incidente sulla struttura che provocano a livello fondale degli sforzi assiali sul montante. Il predimensionamento della

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>03/02/2021</b>	<b>20</b>	<b>30</b>

	<b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare e impianto agricolo da ubicare nel Comune di Cerignola (FG)</b>	
	<b>Ditta Proponente: CERIGNOLA SPV s.r.l.</b>	

profondità di infissione è soddisfatto se l'azione assiale esercitata dal vento è equilibrata dalle azioni tangenziali dovute al contatto con il terreno.

In fase di progettazione esecutiva sarà definita l'effettiva profondità di infissione (preliminarmente dimensionata nell'ordine di 2,0 – 2,5 m) atta a garantire l'equilibrio statico del sistema compatibile con le caratteristiche geomeccaniche del terreno di sedime, desumibili dalla relazione geologica.

Le modalità di ammorsamento di tali profilati variano dalla infissione (battitura) alla trivellazione. In alcuni casi le fondazioni potrebbero consistere anche in zavorre in c.a.

Comunque le innumerevoli applicazioni del fotovoltaico fanno sì che le strutture di supporto e sostegno dei moduli siano, per geometria e concezione, personalizzate per ogni singolo progetto.

Qualunque sia la struttura di sostegno prescelta, quest'ultima deve essere in grado di reggere il proprio peso nonché di resistere alle sollecitazioni esercitate da fattori esterni quali:

- la neve, per esempio, può comportare sollecitazioni di carico dovute all'accumulo sulla superficie dei moduli;
- la pressione dovuta all'azione del vento agente sul piano dei moduli che si traduce in quel fenomeno chiamato "effetto vela".

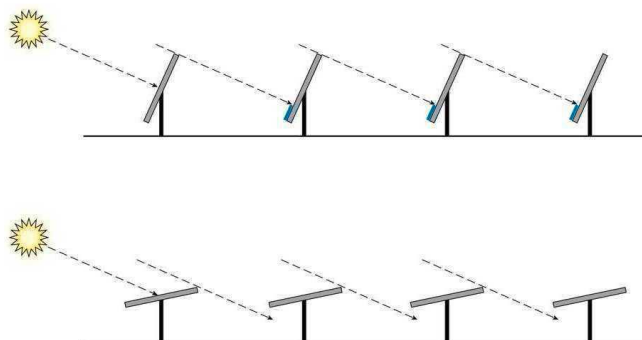
Da non sottovalutare per esempio, nella scelta dei materiali, è anche l'eventualità della presenza di azioni corrosive sulle parti metalliche della struttura che ne pregiudicherebbero la stabilità nel tempo.

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) di cui al decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 17 gennaio 2018 e la CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018 stabiliscono i criteri per i carichi permanenti, carico d'esercizio, sovraccarico neve e azioni termiche, così come precedentemente elencato.

Tutti i componenti e le strutture saranno progettati in fase esecutiva per le condizioni ambientali specifiche dei siti in base alle normative locali e in base alle richieste tecniche inclusa l'ipotesi progettuale del carico del vento.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>03/02/2021</b>	<b>21</b>	<b>30</b>

	<b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare e impianto agricolo da ubicare nel Comune di Cerignola (FG)</b>  <b>Ditta Proponente: CERIGNOLA SPV s.r.l.</b>	
--	--	--



Il localizzatore orizzontale monoassiale ipotizzato, utilizza dispositivi elettromeccanici, che gli consentono di seguire il sole durante tutto il giorno da Est a Ovest sull'asse di rotazione orizzontale Nord-Sud (inclinazione 0°). I layout di campo con inseguitori monoasse orizzontali sono molto flessibili. La semplice geometria permette di mantenere tutti gli assi di rotazione paralleli l'uno all'altro in modo da posizionare opportunamente i tracker l'uno rispetto all'altro.

Il sistema di backtracking controlla e garantisce che una serie di pannelli non oscuri gli altri pannelli adiacenti. Quando l'angolo di elevazione del Sole è basso nel cielo, all'inizio o alla fine della giornata, l'ombreggiatura automatica tra le righe del tracker può ridurre l'output del sistema.

La caratteristica chiave del prodotto risiede nell'ingegnerizzazione: una soluzione che utilizza componenti meccanici ampiamente disponibili (componenti in acciaio) ed elettronica per lavorare senza interruzioni con gli accessori "proprietary" del prodotto (articolazione di post-testine, motori che guidano i loro movimenti e una scheda elettronica di controllo che gestisce i motori).

Questa soluzione offre i seguenti vantaggi principali:

- Completamente equilibrato e modulare, la struttura non richiede personale specializzato per l'installazione e il montaggio o lavori di manutenzione.
- Scheda di controllo facile da installare e autoconfigurante. Il GPS integrato attiva sempre la giusta posizione geografica nel sistema per il tracciamento solare automatico.
- Cuscinetto a strisciamento sferico autolubrificato per compensare imprecisioni e errori nell'installazione di strutture meccaniche.
- Soluzione grezza indipendente con doppio anello di protezione antipolvere indipendente.
- Motore a corrente alternata.
- Basso consumo elettrico.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>03/02/2021</b>	<b>22</b>	<b>30</b>

	<b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare e impianto agricolo da ubicare nel Comune di Cerignola (FG)</b>  <b>Ditta Proponente: CERIGNOLA SPV s.r.l.</b>	
--	--	--

Considerando la classificazione dell'ambiente corrosivo e considerando una vita di progetto minima di 25 anni, i pali della fondazione saranno zincati a caldo secondo EN ISO 1461: 2009, altre parti saranno zincate a caldo o pregalvanizzate (Sendzmir) in base alle specifiche del progetto.



Il supporto post guidato non richiede una base concreta. Il palo è un profilo in acciaio omega per massimizzare la superficie di contatto con il terreno, la profondità dipende dal tipo di terreno.

Una tipica flangia di 5 cm viene utilizzata per pilotare il montante con un autista che dovrebbe avere una guida per mantenere la direzione di inserimento entro le tolleranze minime.

Il kit di componenti post-testa può essere installato direttamente sui pilastri di fondazione guidati senza saldatura sul posto. In conformità con i vincoli ambientali più rigorosi, questa soluzione elimina la necessità di fondazioni in calcestruzzo, che riduce anche i tempi di costruzione.

I limiti di velocità del vento sono:

- Resistenza al vento fino a 72 km / h valida per qualsiasi posizione di lavoro ( $\pm 55^\circ$ )
- Resistenza al vento fino a 120 km / h in posizione riposta nel caso di posizionamento automatico di  $15^\circ$  per superfici più piccole.
- Velocità del vento per attivare il meccanismo di difesa: 60 km / h
- Tempo di andare da  $55^\circ$  a  $0^\circ$  di inclinazione: 100 sec.

Tutti i valori relativi alla resistenza al vento o al meccanismo di difesa devono essere considerati come valori minimi. I valori di impostazione effettivi saranno conformi alle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018).

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>03/02/2021</b>	<b>23</b>	<b>30</b>



	<b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare e impianto agricolo da ubicare nel Comune di Cerignola (FG)</b>	
	<b>Ditta Proponente: CERIGNOLA SPV s.r.l.</b>	

## A.01.G POWER STATION

Le cabine di campo, dette anche "Power Station", sono costituite da elementi prefabbricati di tipo containerizzati, progettati per garantire la massima robustezza meccanica e durabilità nell'ambiente in cui verranno installati, all'interno delle quali trovano posto l'inverter, il trasformatore e un vano tecnico.

I container, in numero pari a 18, avranno le dimensioni in pianta di 6,10 ml x 2,50 ml e saranno posati su un basamento in calcestruzzo armato dello spessore di cm. 40 e di dimensioni esterne pari a 3,25 ml x 6,90 ml.

Di seguito una panoramica fotografica delle power station di cui sopra.



*Immagine dell'inverter con trasformatore – MV POWER STATION 2660-S2 della SMA o similare*

Le strutture in elevazione saranno del tipo prefabbricato e prodotte in stabilimento da un costruttore che ne fornirà i calcoli e/o i certificati di prodotto.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>03/02/2021</b>	<b>24</b>	<b>30</b>

	<b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare e impianto agricolo da ubicare nel Comune di Cerignola (FG)</b>  <b>Ditta Proponente: CERIGNOLA SPV s.r.l.</b>	
--	--	--

## **A.01.H CABINE ELETTRICHE E VANI TECNICI**

Sono previste due cabine, denominate "Controll Room", destinate ad ospitare le linee in MT provenienti dalle cabine di campo "Power Station" e avranno le dimensioni in pianta di 16,00 ml x 3,00 ml con una fondazione in piastra di cemento armato di tipo prefabbricato.

E' prevista, inoltre, una cabina principale d'impianto destinata ad ospitare tutte le linee provenienti dalle due cabine "Controll Room" e le partenze verso la cabina di consegna; questa avrà le dimensioni in pianta pari a ml 10,00 x 3,00 ml con una fondazione sempre in piastra di cemento armato di tipo prefabbricato.

Sono previste, ancora, quattro cabine adibite a vani tecnici per la gestione dell'impianto agricolo annesso all'impianto fotovoltaico, ciascuna delle dimensioni pari a ml 10,00 x 3,00 ml e con fondazione ancora con piastra di cemento armato di tipo prefabbricato.

Tutte le cabine di cui sopra saranno del tipo prefabbricato in cemento armato vibrato o messe in opera con pannelli prefabbricati, comprensive di vasca di fondazione prefabbricata in c.a.v. (per quelle elettriche) e messe in opera su piastre in cemento armato di tipo prefabbricato, con porta di accesso e griglie di aereazione in vetroresina, impianto elettrico di illuminazione, copertura impermeabilizzata con guaina bituminosa e rete di messa a terra interna ed esterna.



SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>03/02/2021</b>	<b>25</b>	<b>30</b>

	<b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare e impianto agricolo da ubicare nel Comune di Cerignola (FG)</b>  <b>Ditta Proponente: CERIGNOLA SPV s.r.l.</b>	
--	--	--

Il manufatto dovrà presentare una notevole rigidità strutturale ed una grande resistenza agli agenti esterni atmosferici che lo renderanno adatto all'uso anche in ambienti con atmosfera inquinata ed aggressiva.

L'armatura interna della cabina sarà totalmente collegata elettricamente, dovrà creare una vera gabbia di Faraday tale da proteggere tutto il sistema da sovratensioni atmosferiche limitando inoltre, a valori trascurabili, gli effetti delle tensioni di passo e di contatto.

L'armatura metallica sarà costituita da acciaio e rete elettrosaldata tipo B450C.

Le pareti esterne, dovranno essere trattate con un rivestimento murale plastico idrorepellente costituito da resine sintetiche pregiate, polvere di quarzo, ossidi coloranti ed additivi che garantiscono il perfetto ancoraggio sul manufatto, inalterabilità del colore e stabilità agli sbalzi di temperatura.

Comunque tutte le strutture in elevazione e le relative vasche di base saranno del tipo prefabbricato e prodotte in stabilimento da un costruttore che ne fornirà i calcoli e/o i certificati di prodotto.

Per quanto riguarda le cabine destinate a vani tecnici, queste saranno sempre del tipo prefabbricato e posate su piastra di fondazione in conglomerato cementizio armato dello spessore di cm 40 e delle dimensioni in pianta di ml 3,80 x 10,80 ml e i cui calcoli saranno eseguiti secondo le indicazioni della presente relazione.

Tutte le opere strutturali saranno dimensionate e verificate rispetto alle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) 2018.

## **A.01.I PALI D'ILLUMINAZIONE E VIDEOSORVEGLIANZA**

La verifica strutturale degli elementi lineari in progetto, necessari per la realizzazione del sistema di illuminazione delle aree, utilizzati anche quali sostegni per gli apparati elettrici di videosorveglianza, consiste nel determinare la profondità di infissione nel terreno tale da soddisfare i requisiti di sicurezza strutturale delle parti in elevazione nei confronti delle azioni dinamiche indotte dal vento. Si ha stabilità quando il volume del terreno intorno alla base del palo è in grado di contrastare il momento di abbattimento generato dalle azioni del vento  $Q=(h+c/2)$  con h altezza fuori terra del palo e c profondità di infissione.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>03/02/2021</b>	<b>26</b>	<b>30</b>

	<b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare e impianto agricolo da ubicare nel Comune di Cerignola (FG)</b>  <b>Ditta Proponente: CERIGNOLA SPV s.r.l.</b>	
--	--	--

Definendo  $k$  = pressione sul terreno limite con valori tipici di circa 3,9 daN/cm<sup>2</sup> per ghiaie, sabbia asciutta compatta; 2,0 daN/cm<sup>2</sup> per terreno vegetale consistente e 1,0 daN/cm<sup>2</sup> per terreno di riporto e argilla umida sabbiosa, la verifica è soddisfatta quando

$$\sigma_c \leq k$$

Il valore di  $\sigma_c$  è calcolabile mediante la relazione:

$$\sigma_c = \frac{(h + \frac{c}{2})}{\pi \cdot \frac{D \cdot c^2}{48} \cdot 10^4} \leq k$$

Indicando con  $D$  il diametro del palo in prossimità del terreno.

Con la soprariportata relazione empirica è possibile determinare la profondità di infissione minima che garantisce l'equilibrio del sistema. È rinviata alla fase di progettazione esecutiva l'effettivo dimensionamento in ragione delle sezioni definitive dei lampioni e delle relative caratteristiche meccaniche dei materiali.

Per le caratteristiche geometriche si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

## **A.01.L RECINZIONE E CANCELLI**

Assimilando recinzioni e cancelli a strutture a mensole incastrate al terreno (per i cancelli lo schema vale per i pilastri terminali), si considera che le tensioni sulla mensola vengono determinate dalla spinta orizzontale con conseguente generazione di una matrice di sollecitazione alla base. Con tale schema statico è possibile stimare i momenti di ribaltamento dei montanti e conseguentemente determinare la profondità di infissione della recinzione in ragione dell'effettiva modalità di posa. Per i cancelli allo stesso modo si dimensiona il basamento in calcestruzzo delle colonne.

Il calcolo esatto è rinviato alla fase esecutiva di progettazione con riferimento alle definitive caratteristiche meccaniche dei materiali impiegati.

Per le caratteristiche geometriche si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>03/02/2021</b>	<b>27</b>	<b>30</b>

	<b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare e impianto agricolo da ubicare nel Comune di Cerignola (FG)</b>	
	<b>Ditta Proponente: CERIGNOLA SPV s.r.l.</b>	

## **A.01.M PIASTRE DI FONDAZIONE**

Relativamente ai calcoli preliminari delle strutture si è calcolata la piastra che potrebbe riportare il carico maggiore. La piastra riporta dimensioni esterne in pianta pari a (10,80 ml x 3,80) e spessore parti a 0,40 ml.

Le piastre delle altre strutture in elevazione avranno il medesimo spessore e saranno armate con la stessa quantità di armatura al metro.

Il predimensionamento di tutte le piastre di fondazione viene eseguito considerando le caratteristiche del terreno di sedime desumibili dalla relazione geologica e le azioni trasmesse dalle sovrastrutture desumibili dalle schede tecniche degli apparati.

Di seguito si riportano le risultanze del calcolo eseguito e le relative verifiche geotecniche.

### **A.01.m.1 Verifiche geotecniche**

Per le verifiche geotecniche si rimanda all'elaborato "Relazione Geotecnica" allegata alla presente.

### **A.01.m.2 Metodologie di calcolo**

L'analisi della piastra di fondazione è stata eseguita utilizzando una modellazione con il metodo degli elementi finiti (FEM).

### **A.01.m.3 Definizione delle azioni elementari**

I pesi propri delle apparecchiature e delle strutture prefabbricate considerati ai fini del calcolo sono riassunti nella seguente tabella.

Carico apparecchiature	5000	Kg
Carico accidentale	200	Kg/mq
Peso proprio strutture	60000	Kg

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>03/02/2021</b>	<b>28</b>	<b>30</b>

	<b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare e impianto agricolo da ubicare nel Comune di Cerignola (FG)</b>	
	<b>Ditta Proponente: CERIGNOLA SPV s.r.l.</b>	

Inoltre è stato considerato anche un sovraccarico accidentale, valutato come aree ad uso industriale (E2) e quantificato in 200 kg/mq.

#### **A.01.m.4 Verifiche strutturali**

Le strutture in elevazione, come già detto, saranno del tipo prefabbricato e prodotte in stabilimento da un costruttore che ne fornirà i calcoli e/o i certificati di prodotto.

Per i tabulati dei calcoli strutturali della piastra di fondazione si rimanda al capitolo dedicato.

### **A.02 CONCLUSIONI**

Vista la natura dell'opera le azioni significative per il pre-dimensionamento delle strutture di sostegno degli inseguitori solari sono rappresentate dalla distribuzione dei carichi derivanti dalle azioni del vento. Altre azioni minori e certamente non dimensionanti, sono rappresentate dal peso proprio delle strutture, dal carico da neve e dalle azioni dinamiche indotte dalle sollecitazioni sismiche.

Le sollecitazioni derivanti da dette azioni risultano secondarie all'analisi strutturale rispetto alle azioni dinamiche indotte dal vento, visto soprattutto la trascurabile massa dei moduli che ricopre un ruolo determinante nelle verifiche statiche e dinamiche da sisma. Inoltre, vista la posizione dell'area di intervento i carichi da neve risultano marginali.

Per ciò che riguarda le restanti componenti minori quali container, cabinet e pali di illuminazione, trattandosi di elementi standard si rimanda alla fase di progettazione esecutiva per le specifiche verifiche della sicurezza strutturale essendo comunque valutata, in via preliminare, la compatibilità strutturale delle opere in progetto.

Rinviando alla progettazione esecutiva la verifica strutturale delle opere secondo i dettami delle NTC2018, considerando quindi l'analisi dei carichi rigorosa e la combinazione delle azioni sui vari elementi strutturali, dalle verifiche svolte è evidente la piena compatibilità dell'opera per come pre-dimensionata, sotto l'aspetto statico e dinamico.

In merito agli impianti presenti, come meglio dettagliatamente riportati negli elaborati del progetto definitivo, si precisa che sono state considerate tutte le necessità del progetto, sia in termini di apparati che di apparecchiature e che pertanto i volumi tecnici necessari saranno esclusivamente quelli riportati nel presente progetto definitivo.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>03/02/2021</b>	<b>29</b>	<b>30</b>

	<p align="center"><b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare e impianto agricolo da ubicare nel Comune di Cerignola (FG)</b></p> <p><b>Ditta Proponente: CERIGNOLA SPV s.r.l.</b></p>	
--	--	--

## **A.03 CALCOLI STRUTTURALI**

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>03/02/2021</b>	<b>30</b>	<b>30</b>

# TABULATI DI CALCOLO



## RELAZIONE DI CALCOLO

Sono illustrati con la presente i risultati dei calcoli che riguardano il progetto delle armature, la verifica delle tensioni di lavoro dei materiali e del terreno.

### • **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

I calcoli sono condotti nel pieno rispetto della normativa vigente e, in particolare, la normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione è costituita dalle *Norme Tecniche per le Costruzioni*, emanate con il D.M. 17/01/2018 pubblicato nel suppl. 8 G.U. 42 del 20/02/2018, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 21 Gennaio 2019, n. 7 “*Istruzioni per l’applicazione dell’aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni*”.

### • **METODI DI CALCOLO**

I metodi di calcolo adottati per il calcolo sono i seguenti:

- 1) Per i carichi statici: *METODO DELLE DEFORMAZIONI*;
- 2) Per i carichi sismici: metodo dell’*ANALISI MODALE* o dell’*ANALISI SISMICA STATICA EQUIVALENTE*.

Per lo svolgimento del calcolo si è accettata l'ipotesi che, in corrispondenza dei piani sismici, i solai siano infinitamente rigidi nel loro piano e che le masse ai fini del calcolo delle forze di piano siano concentrate alle loro quote.

### • **CALCOLO SPOSTAMENTI E CARATTERISTICHE**

Il calcolo degli spostamenti e delle caratteristiche viene effettuato con il metodo degli elementi finiti (**F.E.M.**).

Possono essere inseriti due tipi di elementi:

- 1) Elemento monodimensionale asta (*beam*) che unisce due nodi aventi ciascuno 6 gradi di libertà. Per maggiore precisione di calcolo, viene tenuta in conto anche la deformabilità a taglio e quella assiale di questi elementi. Queste aste, inoltre, non sono considerate flessibili da nodo a nodo ma hanno sulla parte iniziale e finale due tratti infinitamente rigidi formati dalla parte di trave inglobata nello spessore del pilastro; questi tratti rigidi forniscono al nodo una dimensione reale.
- 2) L’elemento bidimensionale shell (*quad*) che unisce quattro nodi nello spazio. Il suo comportamento è duplice, funziona da lastra per i carichi agenti sul suo piano, da piastra per i carichi ortogonali.

Assemblate tutte le matrici di rigidità degli elementi in quella della struttura spaziale, la risoluzione del sistema viene perseguita tramite il *metodo di Cholesky*.

Ai fini della risoluzione della struttura, gli spostamenti X e Y e le rotazioni attorno l'asse verticale Z di tutti i nodi che giacciono su di un impalcato dichiarato rigido sono mutuamente vincolati.

### • **RELAZIONE SUI MATERIALI**

Le caratteristiche meccaniche dei materiali sono descritti nei tabulati riportati nel seguito per ciascuna tipologia di materiale utilizzato.

### • **VERIFICHE**

Le verifiche, svolte secondo il metodo degli stati limite ultimi e di esercizio, si ottengono involupando tutte le condizioni di carico prese in considerazione.

In fase di verifica è stato differenziato l'elemento trave dall'elemento pilastro. Nell'elemento trave le armature sono disposte in modo asimmetrico, mentre nei pilastri sono sempre disposte simmetricamente.

Per l'elemento trave, l'armatura si determina suddividendola in cinque conci in cui l'armatura si mantiene costante, valutando per tali conci le massime aree di armatura superiore ed inferiore richieste in base ai momenti massimi riscontrati nelle varie combinazioni di carico esaminate. Lo stesso criterio è stato adottato per il calcolo delle staffe.

Anche l'elemento pilastro viene scomposto in cinque conci in cui l'armatura si mantiene costante. Vengono però riportate le armature massime richieste nella metà superiore (testa) e inferiore (piede).

La fondazione su travi rovesce è risolta contemporaneamente alla sovrastruttura tenendo in conto sia la rigidità flettente che quella torcente, utilizzando per l'analisi agli elementi finiti l'elemento asta su suolo elastico alla *Winkler*.

Le travate possono incrociarsi con angoli qualsiasi e avere dei disassamenti rispetto ai pilastri su cui si appoggiano.

La ripartizione dei carichi, data la natura matriciale del calcolo, tiene automaticamente conto della rigidità relativa delle varie travate convergenti su ogni nodo.

Le verifiche per gli elementi bidimensionali (setti) vengono effettuate sovrapponendo lo stato tensionale del comportamento a lastra e di quello a piastra. Vengono calcolate le armature delle due facce dell'elemento bidimensionale disponendo i ferri in due direzioni ortogonali.

#### • **DIMENSIONAMENTO MINIMO DELLE ARMATURE.**

Per il calcolo delle armature sono stati rispettati i minimi di legge di seguito riportati:

##### TRAVI:

1. Area minima delle staffe pari a  $1.5 \cdot b$  mmq/ml, essendo  $b$  lo spessore minimo dell'anima misurato in mm, con passo non maggiore di 0,8 dell'altezza utile e con un minimo di 3 staffe al metro. In prossimità degli appoggi o di carichi concentrati per una lunghezza pari all'altezza utile della sezione, il passo minimo sarà 12 volte il diametro minimo dell'armatura longitudinale.
2. Armatura longitudinale in zona tesa  $\geq 0,15\%$  della sezione di calcestruzzo. Alle estremità è disposta una armatura inferiore minima che possa assorbire, allo stato limite ultimo, uno sforzo di trazione uguale al taglio.
3. In zona sismica, nelle zone critiche il passo staffe è non superiore al minimo di:
  - un quarto dell'altezza utile della sezione trasversale;
  - 175 mm e 225 mm, rispettivamente per CDA e CDB;
  - 6 volte e 8 volte il diametro minimo delle barre longitudinali considerate ai fini delle verifiche, rispettivamente per CDA e CDB;
  - 24 volte il diametro delle armature trasversali.

Le zone critiche si estendono, per CDB e CDA, per una lunghezza pari rispettivamente a 1 e 1,5 volte l'altezza della sezione della trave, misurata a partire dalla faccia del nodo trave-pilastro. Nelle zone critiche della trave il rapporto fra l'armatura compressa e quella tesa è maggiore o uguale a 0,5.

##### PILASTRI:

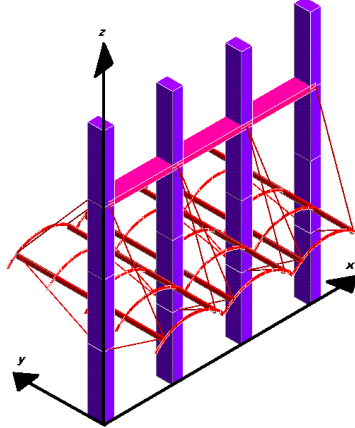
1. Armatura longitudinale compresa fra 0,3% e 4% della sezione effettiva e non minore di  $0,10 \cdot N_{ed} / f_{yd}$ ;
2. Barre longitudinali con diametro  $\geq 12$  mm;
3. Diametro staffe  $\geq 6$  mm e comunque  $\geq 1/4$  del diametro max delle barre longitudinali, con interasse non maggiore di 30 cm.
4. In zona sismica l'armatura longitudinale è almeno pari all'1% della sezione effettiva; il passo delle staffe di contenimento è non superiore alla più piccola delle quantità seguenti:
  - $1/3$  e  $1/2$  del lato minore della sezione trasversale, rispettivamente per CDA e CDB;

- 125 mm e 175 mm, rispettivamente per CDA e CDB;
- 6 e 8 volte il diametro delle barre longitudinali che collegano, rispettivamente per CDA e CDB.

## • SISTEMI DI RIFERIMENTO

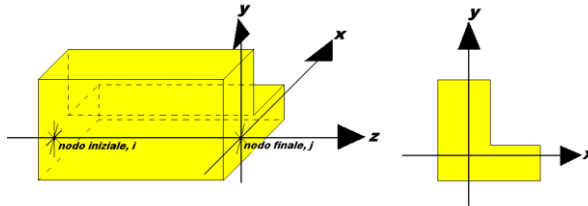
### 1) SISTEMA GLOBALE DELLA STRUTTURA SPAZIALE

Il sistema di riferimento globale è costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali (O-XYZ) dove l'asse Z rappresenta l'asse verticale rivolto verso l'alto. Le rotazioni sono considerate positive se concordi con gli assi vettori:



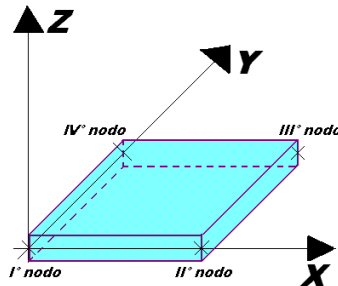
### 2) SISTEMA LOCALE DELLE ASTE

Il sistema di riferimento locale delle aste, inclinate o meno, è costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali che ha l'asse Z coincidente con l'asse longitudinale dell'asta ed orientamento dal nodo iniziale al nodo finale, gli assi X ed Y sono orientati come nell'archivio delle sezioni:



### 3) SISTEMA LOCALE DELL'ELEMENTO SHELL

Il sistema di riferimento locale dell'elemento shell è costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali che ha l'asse X coincidente con la direzione fra il primo ed il secondo nodo di input, l'asse Y giacente nel piano dello shell e l'asse Z in direzione dello spessore:



- **UNITÀ DI MISURA**

Si adottano le seguenti unità di misura:

[lunghezze]	= m
[forze]	= kgf / daN
[tempo]	= sec
[temperatura]	= °C

- **CONVENZIONI SUI SEGNI**

I carichi agenti sono:

- 1) Carichi e momenti distribuiti lungo gli assi coordinati;
- 2) Forze e coppie nodali concentrate sui nodi.

Le forze distribuite sono da ritenersi positive se concordi con il sistema di riferimento locale dell'asta, quelle concentrate sono positive se concordi con il sistema di riferimento globale.

I gradi di libertà nodali sono gli omologhi agli enti forza, e quindi sono definiti positivi se concordi a questi ultimi.

- **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa dell'archivio materiali.

<i>Material</i> N.ro	: Numero identificativo del materiale in esame
<b>Densità</b>	: <i>Peso specifico del materiale</i>
<b>E<sub>x</sub> * 1E3</b>	: <i>Modulo elastico in direzione x moltiplicato per 10 al cubo</i>
<b>N<sub>i,x</sub></b>	: <i>Coefficiente di Poisson in direzione x</i>
<b>Alfa.x</b>	: <i>Coefficiente di dilatazione termica in direzione x</i>
<b>E<sub>y</sub> * 1E3</b>	: <i>Modulo elastico in direzione y moltiplicato per 10 al cubo</i>
<b>N<sub>i,y</sub></b>	: <i>Coefficiente di Poisson in direzione y</i>
<b>Alfa.y</b>	: <i>Coefficiente di dilatazione termica in direzione y</i>
<b>E<sub>11</sub> * 1E3</b>	: <i>Elemento della matrice elastica moltiplicato per 10 al cubo, 1a riga - 1a colonna</i>
<b>E<sub>12</sub> * 1E3</b>	: <i>Elemento della matrice elastica moltiplicato per 10 al cubo, 1a riga - 2a colonna</i>
<b>E<sub>13</sub> * 1E3</b>	: <i>Elemento della matrice elastica moltiplicato per 10 al cubo, 1a riga - 3a colonna</i>
<b>E<sub>22</sub> * 1E3</b>	: <i>Elemento della matrice elastica moltiplicato per 10 al cubo, 2a riga - 2a colonna</i>
<b>E<sub>23</sub> * 1E3</b>	: <i>Elemento della matrice elastica moltiplicato per 10 al cubo, 2a riga - 3a colonna</i>
<b>E<sub>33</sub> * 1E3</b>	: <i>Elemento della matrice elastica moltiplicato per 10 al cubo, 3a riga - 3a colonna</i>

• **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nelle tabelle riassuntive dei criteri di progetto per le aste in elevazione, per quelle di fondazione, per i pilastri e per i setti.

<i>Crit.N.ro</i>	: <b>Numero indicativo del criterio di progetto</b>
<i>Elem.</i>	: <i>Tipo di elemento strutturale</i>
<i>%Rig.Tors.</i>	: <i>Percentuale di rigidità torsionale</i>
<i>Mod. E</i>	: <i>Modulo di elasticità normale</i>
<i>Poisson</i>	: <i>Coefficiente di Poisson</i>
<i>Sgmc</i>	: <i>Tensione massima di esercizio del calcestruzzo</i>
<i>tauc0</i>	: <i>Tensione tangenziale minima</i>
<i>tauc1</i>	: <i>Tensione tangenziale massima</i>
<i>Sgmf</i>	: <i>Tensione massima di esercizio dell'acciaio</i>
<i>Om.</i>	: <i>Coefficiente di omogeneizzazione</i>
<i>Gamma</i>	: <i>Peso specifico del materiale</i>
<i>Coprstaffa</i>	: <i>Distanza tra il lembo esterno della staffa ed il lembo esterno della sezione in calcestruzzo</i>
<i>Fi min.</i>	: <i>Diametro minimo utilizzabile per le armature longitudinali</i>
<i>Fi st.</i>	: <i>Diametro delle staffe</i>
<i>Lar. st.</i>	: <i>Larghezza massima delle staffe</i>
<i>Psc</i>	: <i>Passo di scansione per i diagrammi delle caratteristiche</i>
<i>Pos.pol.</i>	: <i>Numero di posizioni delle armature per la verifica di sezioni poligonali</i>
<i>D arm.</i>	: <i>Passo di incremento dell'armatura per la verifica di sezioni poligonali</i>
<i>Iteraz.</i>	: <i>Numero massimo di iterazioni per la verifica di sezioni poligonali</i>
<b>Def. Tag.</b>	: <i>Deformabilità a taglio (si, no)</i>
<b>%Scorr.Staf.</b>	: <i>Percentuale di scorrimento da far assorbire alle staffe</i>
<b>P.max staffe</b>	: <i>Passo massimo delle staffe</i>
<b>P.min.staffe</b>	: <i>Passo minimo delle staffe</i>
<b>tMt min.</b>	: <i>Tensione di torsione minima al di sotto del quale non si arma a torsione</i>
<b>Ferri parete</b>	: <i>Presenza di ferri di parete a taglio</i>
<b>Ecc.lim.</b>	: <i>Eccentricità M/N limite oltre la quale la verifica viene effettuata a flessione pura</i>
<b>Tipo ver.</b>	: <i>Tipo di verifica (0 = solo Mx; 1 = Mx e My separate; 2 = deviata)</i>
<b>Fl.rett.</b>	: <i>Flessione retta forzata per sezioni dissimmetriche ma simmetrizzabili (0 = no; 1 = si)</i>
<b>Den.X pos.</b>	: <i>Denominatore della quantità <math>q \cdot l \cdot l</math> per determinare il momento Mx minimo per la copertura del diagramma positivo</i>
<b>Den.X neg.</b>	: <i>Denominatore della quantità <math>q \cdot l \cdot l</math> per determinare il momento Mx minimo per la copertura del diagramma negativo</i>
<b>Den.Y pos.</b>	: <i>Denominatore della quantità <math>q \cdot l \cdot l</math> per determinare il momento My minimo per la copertura del diagramma positivo</i>
<b>Den.Y neg.</b>	: <i>Denominatore della quantità <math>q \cdot l \cdot l</math> per determinare il momento My minimo per la copertura del diagramma negativo</i>
<b>%Mag.car.</b>	: <i>Percentuale di maggiorazione dei carichi statici della prima combinazione di carico</i>
<b>%Rid.Plas</b>	: <i>Rapporto tra i momenti sull'estremo della trave <math>M^*(ij)/M(ij)</math>, dove:</i> - $M^*(ij)$ =Momento DOPO la ridistribuzione plastica - $M(ij)$ =Momento PRIMA della ridistribuzione plastica
<b>Linear.</b>	: <i>Coefficiente descrittivo del comportamento dell'asta:</i>

1 = comportamento lineare sia a trazione che a compressione

2 = comportamento non lineare sia a trazione che a compressione.

3 = comportamento lineare solo a trazione.

4 = comportamento non lineare solo a trazione.

5 = comportamento lineare solo a compressione.

6 = comportamento non lineare solo a compressione.

- Appesi** : Flag di disposizione del carico sull'asta (1 = appeso, cioè applicato all'intradosso;  
0 = non appeso, cioè applicato all'estradosso)
- Min. T/sigma** : Verifica minimo T/sigma (1 = si; 0 = no)
- Verif.Alette** : Verifica alette travi di fondazione (1 = si; 0 = no)
- Kwinkl.** : Costante di sottofondo del terreno

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nelle tabelle riassuntive dei criteri di progetto per le verifiche agli stati limite.

<i>Cri.Nro</i>	: <b>Numero identificativo del criterio di progetto</b>
<i>Tipo Elem.</i>	: <i>Tipo di elemento: trave di elevazione, trave di fondazione, pilastro, setto, setto elastico ("SHela")</i>
<i>fck</i>	: <i>Resistenza caratteristica del calcestruzzo</i>
<i>fcd</i>	: <i>Resistenza di calcolo del calcestruzzo</i>
<i>rcd</i>	: <i>Resistenza di calcolo a flessione del calcestruzzo (massimo del diagramma parabola rettangolo)</i>
<i>fyk</i>	: <i>Resistenza caratteristica dell'acciaio</i>
<i>fyd</i>	: <i>Resistenza di calcolo dell'acciaio</i>
<i>Ey</i>	: <i>Modulo elastico dell'acciaio</i>
<i>ec0</i>	: <i>Deformazione limite del calcestruzzo in campo elastico</i>
<i>ecu</i>	: <i>Deformazione ultima del calcestruzzo</i>
<i>eyu</i>	: <i>Deformazione ultima dell'acciaio</i>
<i>Ac/At</i>	: <i>Rapporto dell'incremento fra l'armatura compressa e quella tesa</i>
<i>Mt/Mtu</i>	: <i>Rapporto fra il momento torcente di calcolo e il momento torcente resistente ultimo del calcestruzzo al di sotto del quale non si arma a torsione</i>
<i>Wra</i>	: <i>Ampiezza limite della fessura per combinazioni rare</i>
<i>Wfr</i>	: <i>Ampiezza limite della fessura per combinazioni frequenti</i>
<i>Wpe</i>	: <i>Ampiezza limite della fessura per combinazioni permanenti</i>
$\sigma$ Rara	: <i>Sigma massima del calcestruzzo per combinazioni rare</i>
$\sigma$ Perm	: <i>Sigma massima del calcestruzzo per combinazioni permanenti</i>
$\sigma$ f Rara	: <i>Sigma massima dell'acciaio per combinazioni rare</i>
<b>SpRar</b>	: <i>Rapporto fra la lunghezza dell'elemento e lo spostamento massimo per combinazioni rare</i>
<b>SpPer</b>	: <i>Rapporto fra la lunghezza dell'elemento e lo spostamento massimo per combinazioni permanenti</i>
<b>Coef.Visc.:</b>	: <i>Coefficiente di viscosità</i>



- **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

Si riporta di seguito il significato delle simbologie usate nelle tabelle di stampa dei dati di input dei fili fissi:

- **Filo** : Numero del filo fisso in pianta.
- **Ascissa** : Ascissa.
- **Ordinata** : Ordinata.

Si riporta di seguito il significato delle simbologie usate nelle tabelle di stampa dei dati di input delle quote di piano:

- **Quota** : Numero identificativo della quota del piano.
- **Altezza** : Altezza dallo spiccatto di fondazione.
- **Tipologia** : Le tipologie previste sono due:

**0 = Piano sismico**, ovvero piano che è sede di massa, sia strutturale che portata, che deve essere considerata ai fini del calcolo sismico. Tutti i nodi a questa quota hanno gli spostamenti orizzontali legati dalla relazione di impalcato rigido.

**1 = Interpiano**, ovvero quota intermedia che ha rilevanza ai fini della geometria strutturale ma la cui massa non viene considerata a questa quota ai fini sismici. I nodi a questa quota hanno spostamenti orizzontali indipendenti.

- **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa dell'input piastre.

<b>Piastra N.ro</b>	: <b>Numero identificativo della piastra in esame</b>
<b>Filo 1</b>	: <i>Numero del filo fisso su cui è stato posto il primo spigolo della piastra</i>
<b>Filo 2</b>	: <i>Numero del filo fisso su cui è stato posto il secondo spigolo della piastra</i>
<b>Filo 3</b>	: <i>Numero del filo fisso su cui è stato posto il terzo spigolo della piastra</i>
<b>Filo 4</b>	: <i>Numero del filo fisso su cui è stato posto il quarto spigolo della piastra</i>
<b>Tipo carico</b>	: <i>Numero di archivio delle tipologie di carico</i>
<b>Quota filo 1</b>	: <i>Quota dello spigolo della piastra inserito in corrispondenza del primo filo fisso</i>
<b>Quota filo 2</b>	: <i>Quota dello spigolo della piastra inserito in corrispondenza del secondo filo fisso</i>
<b>Quota filo 3</b>	: <i>Quota dello spigolo della piastra inserito in corrispondenza del terzo filo fisso</i>
<b>Quota filo 4</b>	: <i>Quota dello spigolo della piastra inserito in corrispondenza del quarto filo fisso</i>
<b>Tipo sezione</b>	: <i>Numero identificativo della sezione della piastra</i>
<b>Spessore</b>	: <i>Spessore della piastra</i>
<b>Kwinkler</b>	: <i>Costante di Winkler del terreno su cui poggia la piastra (zero nel caso di piastre in elevazione)</i>
<b>Tipo mater.</b>	: <i>Numero di archivio dei materiali shell</i>

## ARCHIVIO MATERIALI PIASTRE: MATRICE ELASTICA

Materiale N.ro	Densita' kg/mc	Ex*1E3 kg/cm <sup>2</sup>	Ni.x	Alfa.x (*1E5)	Ey*1E3 kg/cm <sup>2</sup>	Ni.y	Alfa.y (*1E5)	E11*1E3 kg/cm <sup>2</sup>	E12*1E3 kg/cm <sup>2</sup>	E13*1E3 kg/cm <sup>2</sup>	E22*1E3 kg/cm <sup>2</sup>	E23*1E3 kg/cm <sup>2</sup>	E33*1E3 kg/cm <sup>2</sup>
1	2500	323	0,20	1,00	323	0,20	1,00	337	67	0	337	0	135

## ARCHIVIO TIPOLOGIE DI CARICO

Car. N.ro	Peso Strut kg/mq	Perman. NONstru kg/mq	Varia bile kg/mq	Neve kg/mq	Destinaz. d'Uso	Psi 0	Psi 1	Psi 2	Anal Car. N.ro	DESCRIZIONE SINTETICA DEL TIPO DI CARICO
1	300	100	200	0	Categ. A	0,7	0,5	0,3		
2	325	180	200	0	Categ. A	0,7	0,5	0,3		abitazione
3	325	70	50	0	Categ. A	0,7	0,5	0,3		Sottotetto
4	325	80	50	290	CopNeve<1k	0,5	0,2	0,0		Copertura
5	450	100	400	0	Categ. A	0,7	0,5	0,3		scale
6	500	50	50	290	CopNeve>1k	0,7	0,5	0,2		Ballatoio
7	325	180	400	0	Categ. D	0,7	0,7	0,6		Negozi
8	625	100	200	0	Categ. A	0,7	0,5	0,3		Balconi
9	0	1600	200	100	Categ. E	1,0	0,9	0,8		Carico su piastra
10	0	500	1000	100	Categ. E	1,0	0,9	0,8		carico vasca di contenimento

## CRITERI DI PROGETTO

IDENTIF.		CARATTERISTICHE DEL MATERIALE							DURABILITA'			CARATTER.COSTRUTTIVE					FLAG	
Crit N.ro	Elem.	% Rig Tors.	% Rig Fless	Classe CLS	Classe Acciaio	Mod. El kg/cm <sup>2</sup>	Pois son	Gamma kg/mc	Tipo Ambiente	Tipo Armatura	Toll. Copr.	Copr staf	Copr ferr	Fi min	Fi st	Lun sta	Li n.	App esi
1	ELEV.	5	80	C35/45	B450C	340771	0,20	2500	XD3/XS3	POCO SENS.	0,00	4,5	6,3	16	10	300	1	0
3	PILAS	5	80	C35/45	B450C	340771	0,20	2500	XD3/XS3	POCO SENS.	0,00	4,5	6,1	16	8	300	1	

## CRITERI DI PROGETTO

## CRITERI PER IL CALCOLO AGLI STATI LIMITE ULTIMI E DI ESERCIZIO

Cri Nro	Tipo Elem	fck	fcd	rcd	fyk	ftk	fyd	Ey	ec0	ecu	eyu	At/ Ac	Mt/ Mtu	Wra mm	Wfr mm	Wpe mm	σcRar kg/cm <sup>2</sup>	σcPer kg/cm <sup>2</sup>	σfRar	Spo Rar	Spo Fre	Spo Per	Coe Vis	euk
1	ELEV.	350,0	198,0	198,0	4500	4500	3913	2100000	0,20	0,35	1,00	50	10	0,2	0,2	210,0	157,0	3600					2,0	0,08
3	PILAS	350,0	198,0	198,0	4500	4500	3913	2100000	0,20	0,35	1,00	50	10	0,2	0,2	210,0	157,0	3600					2,0	0,08

## MATERIALI SHELL IN C.A.

IDENT	%	CARATTERISTICHE					DURABILITA'			COPRIFERRO	
Mat. N.ro	Rig Fls	Classe CLS	Classe Acciaio	Mod. E kg/cm <sup>2</sup>	Pois- son	Gamm a kg/mc	Tipo Ambiente	Tipo Armatura	Toll. Copr.	Setti (cm)	Piastre (cm)
1	60	C28/35	B450C	323082	0,20	2500	XD3/XS3	POCO SENS.	0,00	4,5	4,5

## MATERIALI SHELL IN C.A.

## CRITERI PER IL CALCOLO AGLI STATI LIMITE ULTIMI E DI ESERCIZIO

Cri Nro	Tipo Elem	fck	fcd	rcd	fyk	ftk	fyd	Ey	ec0	ecu	eyu	At/ Ac	Mt/ Mtu	Wra mm	Wfr mm	Wpe mm	σcRar kg/cm <sup>2</sup>	σcPer kg/cm <sup>2</sup>	σfRar	Spo Rar	Spo Fre	Spo Per	Coe Vis	euk
1	SETTI	280,0	158,0	158,0	4500	4500	3913	2100000	0,20	0,35	1,00	50		0,2	0,2	168,0	126,0	3600						

## CRITERI DI PROGETTO GEOTECNICI - FONDAZIONI SUPERFICIALI E SU PALI

IDEN	CARATTER. MECCANICHE			IDEN	CARATTER. MECCANICHE			IDEN	CARATTER. MECCANICHE		
Crit N.ro	KwVert. kg/cm <sup>2</sup>	KwOriz. kg/cm <sup>2</sup>	Qlim. kg/cm <sup>2</sup>	Crit N.ro	KwVert. kg/cm <sup>2</sup>	KwOriz. kg/cm <sup>2</sup>	Qlim. kg/cm <sup>2</sup>	Crit N.ro	KwVert. kg/cm <sup>2</sup>	KwOriz. kg/cm <sup>2</sup>	Qlim. kg/cm <sup>2</sup>
1	15,00	0,00	Trz/Cmp	2	10,00	0,00	Trz/Cmp				

## DATI GENERALI DI STRUTTURA

## DATI GENERALI DI STRUTTURA

Massima dimens. dir. X (m)	10,80	Altezza edificio (m)	0,00
Massima dimens. dir. Y (m)	3,80	Differenza temperatura(°C)	15

## PARAMETRI SISMICI

Vita Nominale (Anni)	50	Classe d' Uso	IV Cu=2.0
Longitudine Est (Grd)	15,82630	Latitudine Nord (Grd)	41,22440
Categoria Suolo	B	Coeff. Condiz. Topogr.	1,00000
Sistema Costruttivo Dir.1	C.A.	Sistema Costruttivo Dir.2	C.A.
Regolarita' in Altezza	SI (KR=1)	Regolarita' in Pianta	SI
Direzione Sisma (Grd)	0	Sisma Verticale	PRESENTE
Effetti P/Delta	NO	Quota di Zero Sismico (m)	0,00000
Tipo Intervento	ADEGUAMENTO	Tipo Analisi Sismica	LINEARE
Livello Sicurezza Min. (%)	100		

## PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.O.

Probabilita' Pvr	0,81	Periodo di Ritorno Anni	60,00
Accelerazione Ag/g	0,06	Periodo T'c (sec.)	0,31
Fo	2,49	Fv	0,85
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,20	Periodo TB (sec.)	0,14
Periodo TC (sec.)	0,43	Periodo TD (sec.)	1,86
<b>PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.D.</b>			
Probabilita' Pvr	0,63	Periodo di Ritorno Anni	101,00
Accelerazione Ag/g	0,08	Periodo T'c (sec.)	0,34
Fo	2,47	Fv	0,97
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,20	Periodo TB (sec.)	0,16
Periodo TC (sec.)	0,47	Periodo TD (sec.)	1,94
<b>PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.V.</b>			
Probabilita' Pvr	0,10	Periodo di Ritorno Anni	949,00
Accelerazione Ag/g	0,25	Periodo T'c (sec.)	0,41
Fo	2,39	Fv	1,62
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,16	Periodo TB (sec.)	0,18
Periodo TC (sec.)	0,54	Periodo TD (sec.)	2,61
<b>PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO C. A. - DIR. 1</b>			
Classe Duttilita'	MEDIA	Sotto-Sistema Strutturale	Pareti
AlfaU/Alfa1	1,10	Fattore riduttivo KW	0,67
Fattore di comportam 'q'	2,00		
<b>PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO C. A. - DIR. 2</b>			
Classe Duttilita'	MEDIA	Sotto-Sistema Strutturale	Pareti
AlfaU/Alfa1	1,10	Fattore riduttivo KW	0,67
Fattore di comportam 'q'	2,00		
<b>COEFFICIENTI DI SICUREZZA PARZIALI DEI MATERIALI</b>			
Acciaio per CLS armato	1,15	Calcestruzzo CLS armato	1,50
Legno per comb. eccez.	1,00	Legno per comb. fundament.:	1,30
Livello conoscenza	LC2		
FRP Collasso Tipo 'A'	1,10	FRP Delaminazione Tipo 'A'	1,20
FRP Collasso Tipo 'B'	1,25	FRP Delaminazione Tipo 'B'	1,50
FRP Resist. Press/Fless	1,00	FRP Resist. Taglio/Torsione	1,20
FRP Resist. Confinamento	1,10		

**DATI GENERALI DI STRUTTURA****DATI DI CALCOLO PER AZIONE NEVE**

Zona Geografica	II	Coefficiente Termico	1,00
Altitudine sito s.l.m. (m)	160	Coefficiente di forma	1,00
Tipo di Esposizione	Normale	Coefficiente di esposizione	1,00
Carico di riferimento kg/mq	100	Carico neve di calcolo kg/mq	100,00

Il calcolo della neve e' effettuato in base al punto 3.4 del D.M. 2018 e relative modifiche e integrazioni riportate nella Circolare del 21/01/2019

**COORDINATE E TIPOLOGIA FILI FISSI**

Filo N.ro	Ascissa m	Ordinata m	Filo N.ro	Ascissa m	Ordinata m
1	0,00	0,00	2	0,00	3,80
3	10,80	0,00	4	10,80	3,80
5	5,40	0,00	6	5,40	3,80

**GEOMETRIA PIASTRE ALLA QUOTA 0 m**

Piastra N.ro	Filo 1	Filo 2	Filo 3	Filo 4	Tipo Car.	Quota Filo1	Quota Filo2	Quota Filo3	Quota Filo4	Tipo Sez.	Spess. cm	Kwinkl. kg/cm <sup>2</sup>	Tipo Mat.
1	2	1	5	6	9	0	0	0	0	1	40,0	15,0	1

## GEOMETRIA PIASTRE ALLA QUOTA 0 m

Piastra N.ro	Filo 1	Filo 2	Filo 3	Filo 4	Tipo Car.	Quota Filo1	Quota Filo2	Quota Filo3	Quota Filo4	Tipo Sez.	Spess. cm	Kwinkl. kg/cmc	Tipo Mat.
2	6	5	3	4	9	0	0	0	0	1	40,0	15,0	1

## COMBINAZIONI CARICHI A1 - S.L.V. / S.L.D.

DESCRIZIONI	1	2
Peso Strutturale	1,30	1,30
Perm.Non Strutturale	1,50	1,50
Var.Bibl.Arch.	1,50	1,50
Var.Neve h<=1000	0,75	1,50

## COMBINAZIONI RARE - S.L.E.

DESCRIZIONI	1	2
Peso Strutturale	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00	1,00
Var.Bibl.Arch.	1,00	1,00
Var.Neve h<=1000	0,50	1,00

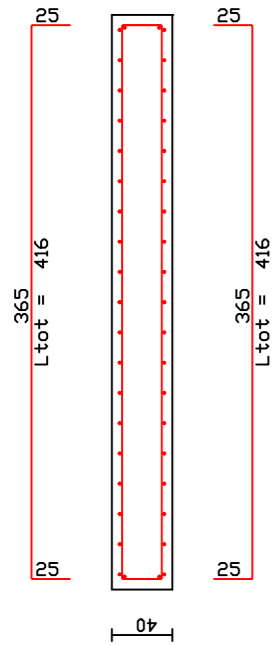
## COMBINAZIONI FREQUENTI - S.L.E.

DESCRIZIONI	1	2
Peso Strutturale	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00	1,00
Var.Bibl.Arch.	0,90	0,80
Var.Neve h<=1000	0,00	0,20

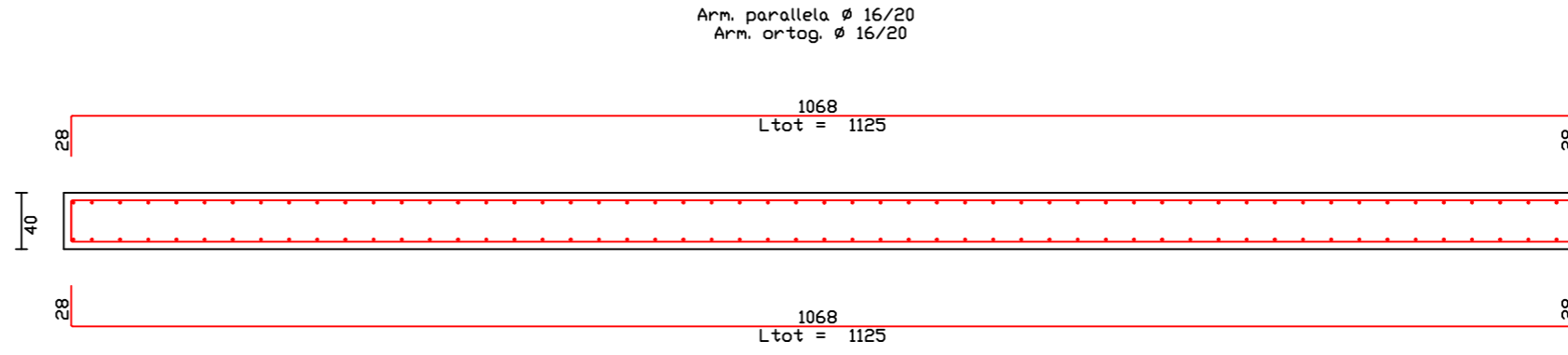
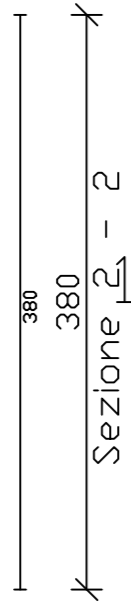
## COMBINAZIONI PERMANENTI - S.L.E.

DESCRIZIONI	1
Peso Strutturale	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00
Var.Bibl.Arch.	0,80
Var.Neve h<=1000	0,00

Arm. parallela  $\varnothing$  16/20  
Arm. ortog.  $\varnothing$  16/20

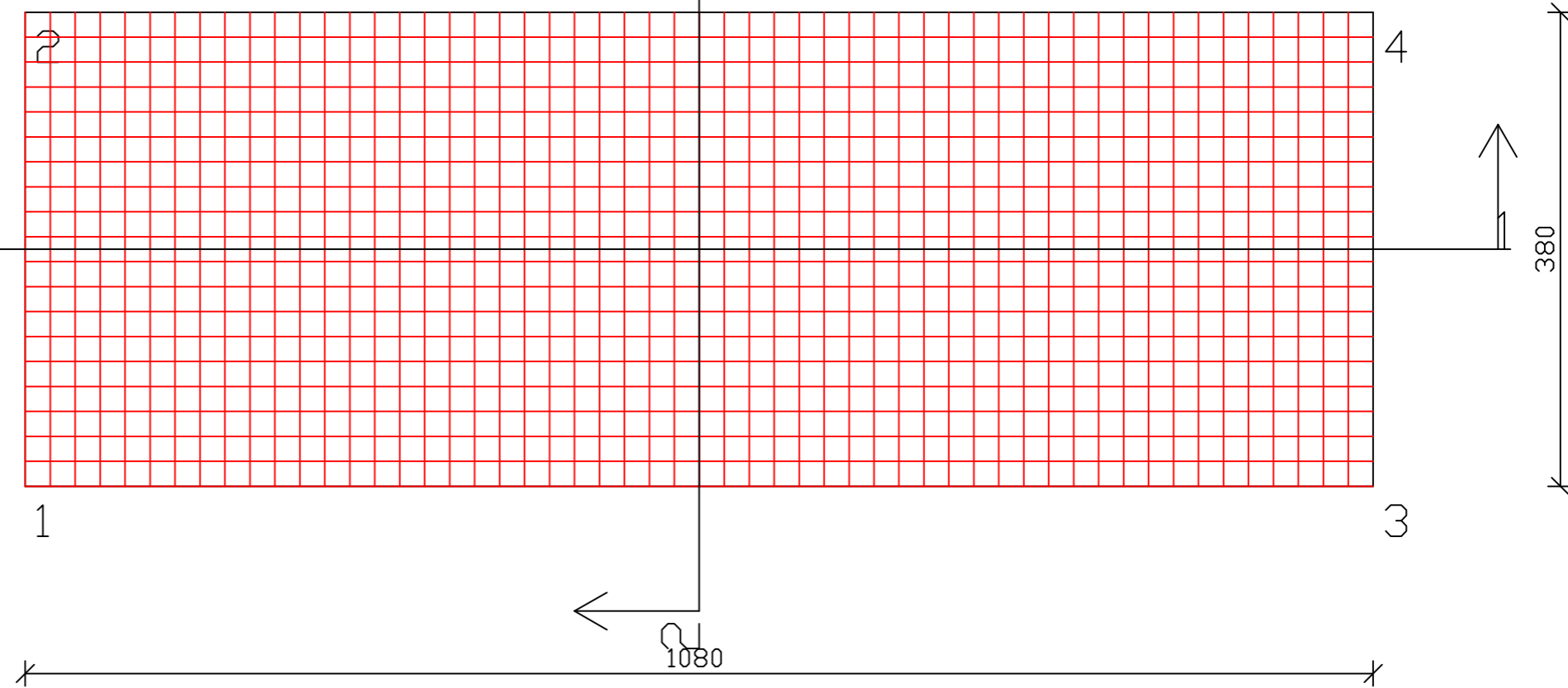
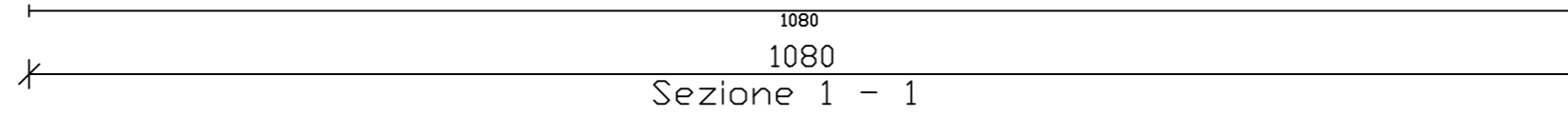


Arm. parallela  $\varnothing$  16/20  
Arm. ortog.  $\varnothing$  16/20



Arm. parallela  $\varnothing$  16/20  
Arm. ortog.  $\varnothing$  16/20

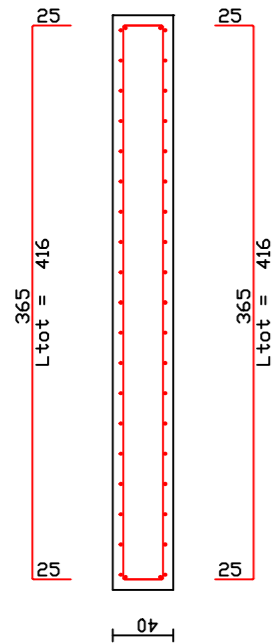
Arm. parallela  $\varnothing$  16/20  
Arm. ortog.  $\varnothing$  16/20



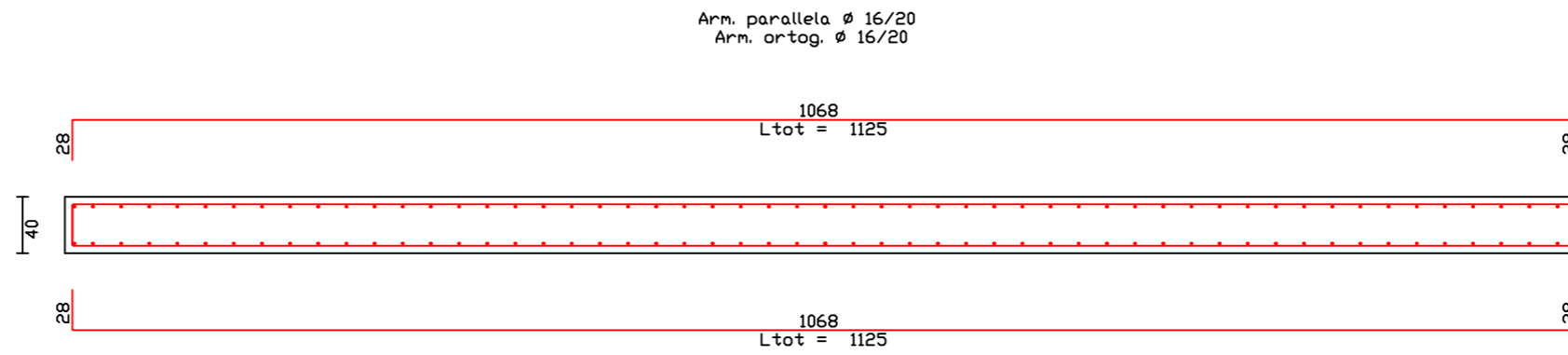
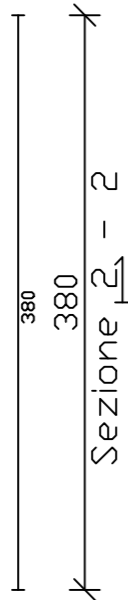
ARMATURA DI BASE INFERIORE PIASTRA 1 QUOTA m.0.00  
 $\varnothing$  16/ 20 direz.X  
 $\varnothing$  16/ 20 direz.y (spessore= 40 cm)

ACCIAIO B450C      CALCESTR. C28/35

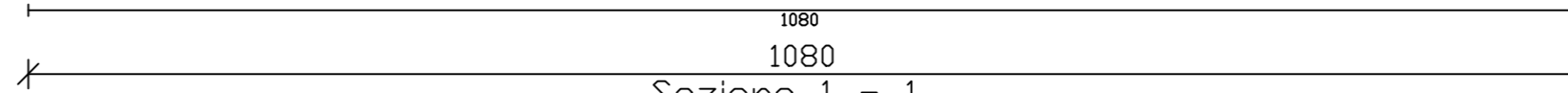
Arm. parallela  $\phi$  16/20  
Arm. ortog.  $\phi$  16/20



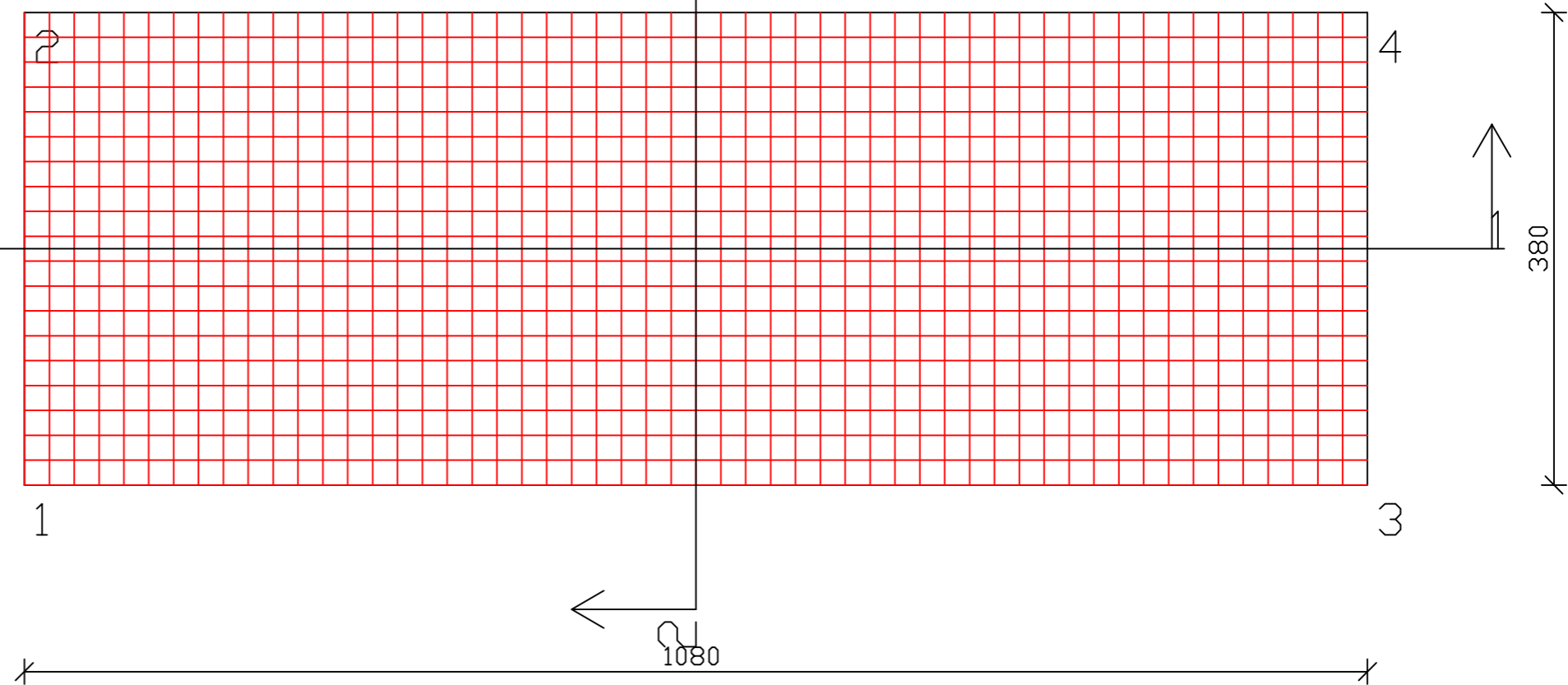
Arm. parallela  $\phi$  16/20  
Arm. ortog.  $\phi$  16/20



Arm. parallela  $\phi$  16/20  
Arm. ortog.  $\phi$  16/20



Sezione 1 - 1



ARMATURA DI BASE SUPERIORE PIASTRA 1 QUOTA m.0.00

$\phi$  16/ 20 direz.X

$\phi$  16/ 20 direz.y (spessore= 40 cm)

ACCIAIO B450C      CALCESTR. C28/35