

# REGIONE SARDEGNA

COMUNE DI PLOAGHE (SS)

## ATLAS SOLAR 3 s.r.l.

Rovereto (TN)  
Piazza Manifattura n.1, CAP 38068  
C.F. e P.IVA 03051580300  
Pec: atlassar3@legalmail.it

**PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE ABBINATA AD ATTIVITA' ZOOTECNICA E AD UN IMPIANTO DI ACCUMULO INTEGRATO (STORAGE), SITO NEL COMUNE DI PLOAGHE (SS) PER UNA POTENZA NOMINALE IN A.C. DI 51520 KW ALLA TENSIONE RETE DI 36 KV, E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE RICADENTI ANCHE NEL COMUNE DI CODRONGIANOS (SS).**

**PROGETTO DEFINITIVO DELL'IMPIANTO DI PRODUZIONE  
COMPRESIVO DELLE OPERE DI RETE PER LA CONNESSIONE**

**ELABORATO**

**PRIME INDICAZIONI SULLE VERIFICHE STRUTTURALI - SISMICHE**

**DATA:** 30/12/2022

**SCALA :**

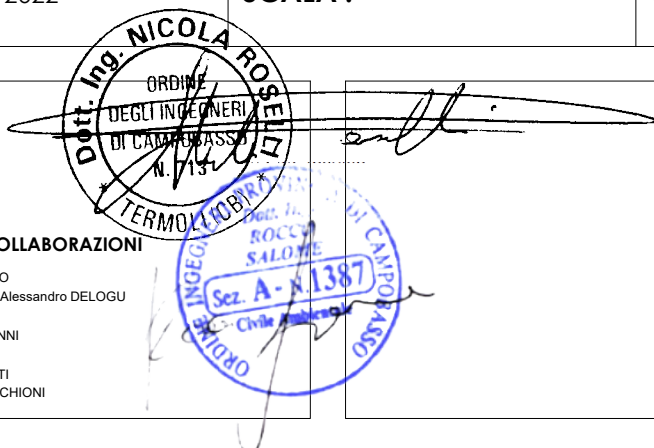
**aggiornamento :**

**PROGETTISTI**  
Ing. Nicola ROSELLI

Ing. Rocco SALOME



**CONSULENZE E COLLABORAZIONI**

Arch. Gianluca DI DONATO  
Sea Tuscia s.r.l. - Dott.Agr.Alessandro DELOGU  
Ing. Elvio MURETTA  
Archeol. Gerardo FRATIANNI  
Geol. Vito PLESCIA  
Per. Ind. Alessandro CORTI  
Prof. Giampaolo PENNACCHIONI





**ATLAS RE**  
Energy for the Future  
Udine (UD) Via Andreuzzi n°12, CAP 33100  
Partita IVA 02943070306  
www.atlas-re.eu

revisione	descrizione	data	<b>DOC R04</b>
A	PRIME INDICAZIONI SULLE VERIFICHE STRUTTURALI - SISMICHE	30/12/2022	
B			
C			

	<p align="center"> <b>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo fisso da ubicare nel Comune di Ploaghe (Provincia di Sassari)</b>   <b>Ditta Proponente: Atlas Solar 3 s.r.l.</b> </p>	 <p align="center"><b>Studio di Ingegneria</b></p>
---	--	---

## Sommario

<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.....	11
A.01.C.7 Azioni sulla costruzione – Azione dovuta alla temperatura .....	17
A.01.C.8 Azioni sulla costruzione – Neve .....	17
A.01.C.9 Combinazioni di carico .....	18
A.01.C.10 Durabilità .....	20
A.01.C.11 Prestazioni attese al collaudo .....	20
<b>A.01.D CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA DEI TERRENI .....</b>	<b>21</b>
<b>A.01.E STRUTTURE DI SOSTEGNO DEI MODULI FOTOVOLTAICI .....</b>	<b>21</b>
<b>A.01.F POWER STATION .....</b>	<b>24</b>
<b>A.01.G CABINE ELETTRICHE.....</b>	<b>25</b>
<b>A.01.H PALI D’ILLUMINAZIONE E VIDEOSORVEGLIANZA .....</b>	<b>26</b>
<b>A.01.I RECINZIONE E CANCELLI .....</b>	<b>27</b>
<b>A.01.L PIASTRE DI FONDAZIONE.....</b>	<b>27</b>
A.01.l.1 Verifiche geotecniche .....	27
A.01.l.2 Metodologie di calcolo.....	28
A.01.l.3 Definizione delle azioni elementari.....	28
<b>A.02 CONCLUSIONI.....</b>	<b>29</b>

	<p align="center"><b>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo fisso da ubicare nel Comune di Ploaghe (Provincia di Sassari)</b></p> <p align="center"><b>Ditta Proponente: Atlas Solar 3 s.r.l.</b></p>	 <p align="center"><b>Studio di Ingegneria</b></p>
---	--	---

## **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 agrivoltaica e delle relative opere ed infrastrutture connesse e necessarie da realizzarsi a Ploaghe (SS).

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 agrivoltaico è ubicata Regione Sardegna, nel Comune di Ploaghe (Provincia di Sassari) ad una quota altimetrica media di circa 400 m s.l.m., in località "Ispinele" e "Su Lattarigosu", in prossimità della Masseria Ledda e a sud della Strada Statale 672 "Sassari – Tempio", suddivisa dalla strada comunale "Castru – Alvadu – Muros". Le coordinate geografiche del sito, considerate in posizione baricentrica rispetto all'area d'intervento, sono: Lat. 40.675053°, Long. 8.781836°.

Il parco agrivoltaico, mediante un elettrodotto interrato della lunghezza di circa 10 km uscente dalla cabina d'impianto, sarà allacciato, nel comune di Condrongianus (SS), alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) in antenna a 36 kV con un futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione 380/220/150 kV della RTN "Codrongianos".

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>30/12/2022</b>	<b>2</b>	29

	<p align="center"><b>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo fisso da ubicare nel Comune di Ploaghe (Provincia di Sassari)</b></p> <p align="center"><b>Ditta Proponente: Atlas Solar 3 s.r.l.</b></p>	 <p align="center"><b>Studio di Ingegneria</b></p>
---	--	---

## **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..

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>30/12/2022</b>	<b>3</b>	29

	<p align="center"><b>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo fisso da ubicare nel Comune di Ploaghe (Provincia di Sassari)</b></p> <p align="center"><b>Ditta Proponente: Atlas Solar 3 s.r.l.</b></p>	 <p align="center"><b>Studio di Ingegneria</b></p>
---	--	---

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.

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**

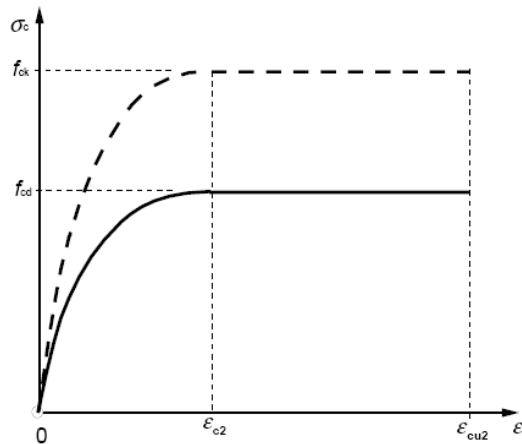
Saranno utilizzati come modelli di calcolo quelli esplicitamente richiamati nel D.M. 17/01/2018.

**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.**

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>30/12/2022</b>	<b>4</b>	29

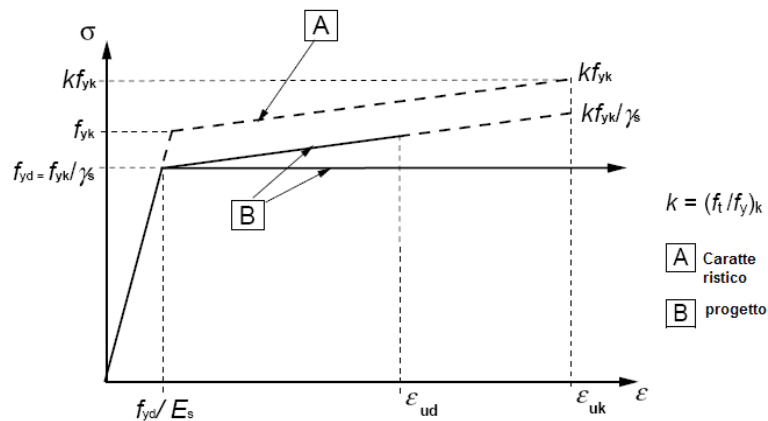


Per le verifiche sezionali i legami utilizzati sono:



**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.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>30/12/2022</b>	<b>5</b>	29

	<p align="center"><b>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo fisso da ubicare nel Comune di Ploaghe (Provincia di Sassari)</b></p> <p align="center"><b>Ditta Proponente: Atlas Solar 3 s.r.l.</b></p>	 <p align="center"><b>Studio di Ingegneria</b></p>
---	--	---

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

### **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.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>30/12/2022</b>	<b>6</b>	29

	<p align="center"><b>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo fisso da ubicare nel Comune di Ploaghe (Provincia di Sassari)</b></p> <p align="center"><b>Ditta Proponente: Atlas Solar 3 s.r.l.</b></p>	 <p align="center"><b>Studio di Ingegneria</b></p>
---	--	---

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.

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]

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>30/12/2022</b>	<b>7</b>	29



	<p align="center"><b>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo fisso da ubicare nel Comune di Ploaghe (Provincia di Sassari)</b></p> <p align="center"><b>Ditta Proponente: Atlas Solar 3 s.r.l.</b></p>	 <p align="center"><b>Studio di Ingegneria</b></p>
---	--	---

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

### **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.

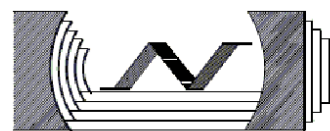
l'azione in superficie è stata assunta come agente su tali piani.

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.

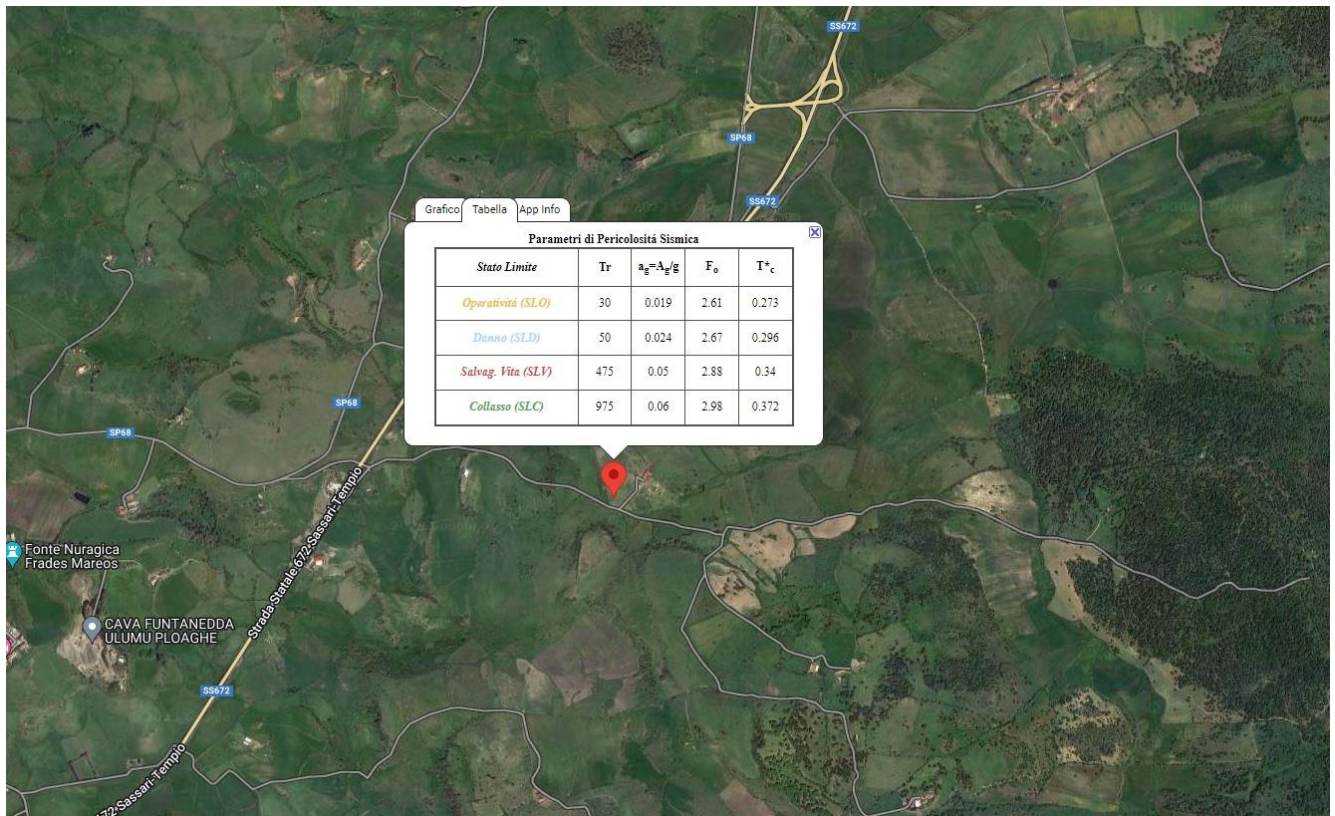
In allegato alle N.T.C. 2018, per tutti i siti considerati, sono forniti i valori dei precedenti parametri di pericolosità sismica necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

Il territorio comunale di Siligo (SS) non era classificato sismico 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 il territorio del Comune di Siligo viene classificato in zona sismica 4 (zona meno pericolosa – bassa 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.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>30/12/2022</b>	<b>8</b>	29



Zona sismica	Descrizione	accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [a <sub>g</sub> ]	accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) [a <sub>g</sub> ]	numero comuni con territori ricadenti nella zona (*)
1	Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi fortissimi terremoti.	$a_g > 0,25 \text{ g}$	0,35 g	703
2	Zona dove possono verificarsi forti terremoti.	$0,15 < a_g \leq 0,25 \text{ g}$	0,25 g	2.224
3	Zona che può essere soggetta a forti terremoti ma rari.	$0,05 < a_g \leq 0,15 \text{ g}$	0,15 g	3.002
4	E' la zona meno pericolosa, dove i terremoti sono rari ed è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica.	$a_g \leq 0,05 \text{ g}$	0,05 g	1.982



*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.

Nel presente progetto, l'azione sismica è stata valutata tenendo conto dei seguenti parametri:

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>30/12/2022</b>	<b>10</b>	29

	<p align="center"><b>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo fisso da ubicare nel Comune di Ploaghe (Provincia di Sassari)</b></p> <p align="center"><b>Ditta Proponente: Atlas Solar 3 s.r.l.</b></p>	 <p align="center"><b>Studio di Ingegneria</b></p>
---	--	---

coordinate del reticolo di riferimento (ED50):

Longitudine = 8.781836°

Latitudine = 40.675053°

- 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:

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

dove:

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>30/12/2022</b>	<b>11</b>	29

	<p align="center"><b>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo fisso da ubicare nel Comune di Ploaghe (Provincia di Sassari)</b></p> <p align="center"><b>Ditta Proponente: Atlas Solar 3 s.r.l.</b></p>	 <p align="center"><b>Studio di Ingegneria</b></p>
---	--	---

- $q_r$  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:

- $v_{b,0}$  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;

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>30/12/2022</b>	<b>12</b>	29



	<p align="center"><b>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo fisso da ubicare nel Comune di Ploaghe (Provincia di Sassari)</b></p> <p align="center"><b>Ditta Proponente: Atlas Solar 3 s.r.l.</b></p>	 <p align="center"><b>Studio di Ingegneria</b></p>
---	--	---

-  $c_a$  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 media  $a_s$  pari a 330 m s.l.m. e, in riferimento alla tabella prima riportata ricade all'interno della zona 6; per cui risulta:

$$v_{b,0} = 28 \text{ m/s}$$

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



$$k_s = 0,36.$$

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:

$$v_r = 28 \text{ m/s}$$

La pressione cinetica di riferimento  $q_b$  pertanto è:

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>30/12/2022</b>	<b>13</b>	29

	<p align="center"><b>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo fisso da ubicare nel Comune di Ploaghe (Provincia di Sassari)</b></p> <p align="center"><b>Ditta Proponente: Atlas Solar 3 s.r.l.</b></p>	 <p align="center"><b>Studio di Ingegneria</b></p>
---	--	---

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

$$q_r = 0,5 \times 1,25 \times 28^2 = 490 \text{ N/mq}$$

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>30/12/2022</b>	<b>14</b>	29



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					
	2 km	10 km	30 km	500m	750m	
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
<b>D</b>	I	II	<b>II</b>	II	III	**

\* Categoria II in zona 1,2,3,4  
Categoria III in zona 5

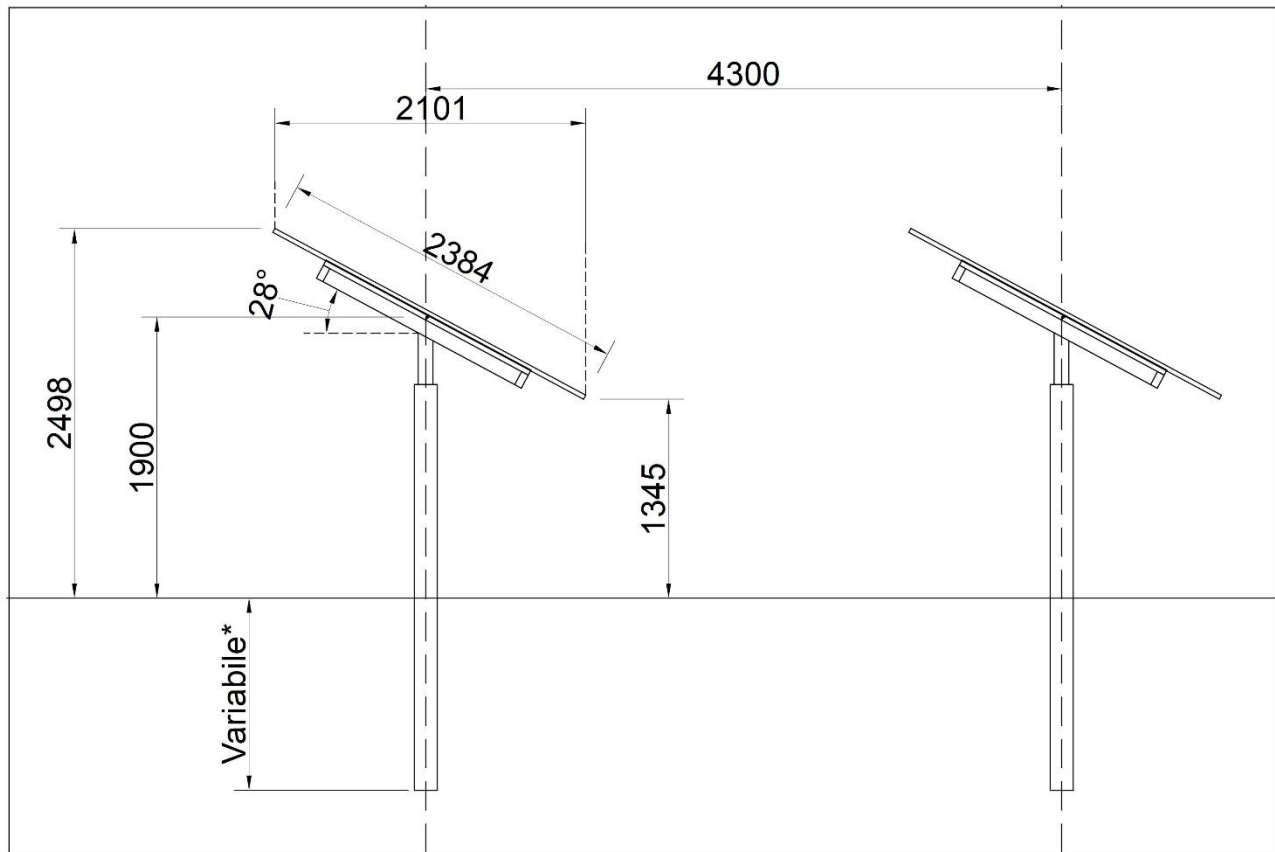
\*\* Categoria III in zona 2,3,4,5  
Categoria IV in zona 1

**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 esposizione  $C_e$ , per il caso in esame in cui  $z_{max}=2,50m$  si assume:

$$C_e(z_{min}) = k_t^2 c_t \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \left[7 + c_t \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)\right] = 0,19^2 \ln\left(\frac{2,50}{0,05}\right) \left[7 + \ln\left(\frac{2,50}{0,05}\right)\right] = 1,54 \frac{kN}{m^2}$$

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.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	30/12/2022	16	29

	<p align="center"><b>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo fisso da ubicare nel Comune di Ploaghe (Provincia di Sassari)</b></p> <p align="center"><b>Ditta Proponente: Atlas Solar 3 s.r.l.</b></p>	 <p align="center"><b>Studio di Ingegneria</b></p>
---	--	---

### **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).

Per quanto riguarda il carico della neve al suolo, la Provincia di Sassari e il Comune di Siligo è posta in zona III.



Poiché il sito dove verrà realizzata l'opera si trova a circa 400 m sul livello del mare, si assume:

$$q_{sk} = 0,51 [1 + (a_s/481)^2] \text{ kN/m}^2$$

$$a_s > 200 \text{ m}$$

Quindi si avrà:

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>30/12/2022</b>	<b>17</b>	29

	<p align="center"><b>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo fisso da ubicare nel Comune di Ploaghe (Provincia di Sassari)</b></p> <p align="center"><b>Ditta Proponente: Atlas Solar 3 s.r.l.</b></p>	 <p align="center"><b>Studio di Ingegneria</b></p>
---	--	---

$$q_{sk} = 0,86 \text{ (k/N) / mq}$$

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  $C_E$ , secondo le disposizioni della tabella 3.4.I, sarà 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).

Nelle combinazioni per S.L.E., si intende che vengono omissi 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.).

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>30/12/2022</b>	<b>18</b>	29

	<p align="center"><b>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo fisso da ubicare nel Comune di Ploaghe (Provincia di Sassari)</b></p> <p align="center"><b>Ditta Proponente: Atlas Solar 3 s.r.l.</b></p>	 <p align="center"><b>Studio di Ingegneria</b></p>
---	--	---

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_{1i}</math></b>	<b><math>\psi_{2i}</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.

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.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>30/12/2022</b>	<b>19</b>	29

	<p align="center"><b>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo fisso da ubicare nel Comune di Ploaghe (Provincia di Sassari)</b></p> <p align="center"><b>Ditta Proponente: Atlas Solar 3 s.r.l.</b></p>	 <p align="center"><b>Studio di Ingegneria</b></p>
---	--	---

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 considerazioni 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>30/12/2022</b>	<b>20</b>	29

	<p align="center"><b>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo fisso da ubicare nel Comune di Ploaghe (Provincia di Sassari)</b></p> <p align="center"><b>Ditta Proponente: Atlas Solar 3 s.r.l.</b></p>	 <p align="center"><b>Studio di Ingegneria</b></p>
---	--	---

## **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 STRUTTURE DI SOSTEGNO DEI MODULI FOTOVOLTAICI**

Le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici sono del tipo fisso.

Saranno utilizzate due tipologie di strutture:

- una costituita da n° 7 campate sulle quali sono adagiati n° 26 pannelli disposti su una fila. La larghezza complessiva di tale struttura fissa è pari a quella del modulo e lunghezza complessiva è pari a 35,10 m;
- una costituita da n° 3 campate sulle quali sono adagiati n° 13 pannelli disposti su una fila. La larghezza complessiva di tale struttura fissa è pari a quella del modulo e lunghezza complessiva è pari a 17,55 m.



I pannelli sono collegati, per mezzo di profilati trasversali, ad un'asse centrale. L'asse orizzontale è posto ad una altezza pari a 1,90 m fuori terra e i pannelli saranno installati su tale struttura con un angolo di 28° rispetto all'orizzontale, sfruttando così al meglio l'assorbimento dell'energia solare.

I pilastri di sostegno sono ammorsati 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 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.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>30/12/2022</b>	<b>21</b>	29

	<p align="center"><b>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo fisso da ubicare nel Comune di Ploaghe (Provincia di Sassari)</b></p> <p align="center"><b>Ditta Proponente: Atlas Solar 3 s.r.l.</b></p>	 <p align="center"><b>Studio di Ingegneria</b></p>
---	--	---

Le modalità di ammassamento 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.





Come già detto, le strutture di supporto saranno del tipo fisso, con i moduli orientati verso sud.

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.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>30/12/2022</b>	<b>22</b>	29

	<p align="center"><b>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo fisso da ubicare nel Comune di Ploaghe (Provincia di Sassari)</b></p> <p align="center"><b>Ditta Proponente: Atlas Solar 3 s.r.l.</b></p>	 <p align="center"><b>Studio di Ingegneria</b></p>
---	--	---

- Lavori di manutenzione ridotti economicamente e temporalmente.
- Nessun consumo elettrico.

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.

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 120 km / h.

Tutti i valori relativi alla resistenza al vento 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>30/12/2022</b>	<b>23</b>	29



	<p align="center"><b>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo fisso da ubicare nel Comune di Ploaghe (Provincia di Sassari)</b></p> <p align="center"><b>Ditta Proponente: Atlas Solar 3 s.r.l.</b></p>	 <p align="center"><b>Studio di Ingegneria</b></p>
---	--	---

## A.01.F 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 16, 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 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>30/12/2022</b>	<b>24</b>	29

	<p align="center"><b>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo fisso da ubicare nel Comune di Ploaghe (Provincia di Sassari)</b></p> <p align="center"><b>Ditta Proponente: Atlas Solar 3 s.r.l.</b></p>	 <p align="center"><b>Studio di Ingegneria</b></p>
---	--	---

## A.01.G CABINE ELETTRICHE

E' prevista una cabina generale di campo di "raccolta", destinata ad ospitare le linee a 36 kV provenienti dalle cabine di campo "Power Station" e avrà le dimensioni in pianta di 18,40 ml x 6,00 ml con una fondazione in piastra di cemento armato di tipo prefabbricato.

La cabina di cui sopra sarà del tipo prefabbricato in cemento armato vibrato o messe in opera con pannelli prefabbricati, comprensiva 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.





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.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>30/12/2022</b>	<b>25</b>	29

	<p align="center"><b>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo fisso da ubicare nel Comune di Ploaghe (Provincia di Sassari)</b></p> <p align="center"><b>Ditta Proponente: Atlas Solar 3 s.r.l.</b></p>	 <p align="center"><b>Studio di Ingegneria</b></p>
---	--	---

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.

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

## **A.01.H 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.

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

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>30/12/2022</b>	<b>26</b>	29

	<p align="center"><b>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo fisso da ubicare nel Comune di Ploaghe (Provincia di Sassari)</b></p> <p align="center"><b>Ditta Proponente: Atlas Solar 3 s.r.l.</b></p>	 <p align="center"><b>Studio di Ingegneria</b></p>
---	--	---

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.I 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.

### **A.01.L 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 (19,40 ml x 7,00) 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.

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

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>30/12/2022</b>	<b>27</b>	29

	<p align="center"><b>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo fisso da ubicare nel Comune di Ploaghe (Provincia di Sassari)</b></p> <p align="center"><b>Ditta Proponente: Atlas Solar 3 s.r.l.</b></p>	 <p align="center"><b>Studio di Ingegneria</b></p>
---	--	---

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

### **A.01.I.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.I.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

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

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	<b>30/12/2022</b>	<b>28</b>	29

	<p align="center"><b>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo fisso da ubicare nel Comune di Ploaghe (Provincia di Sassari)</b></p> <p align="center"><b>Ditta Proponente: Atlas Solar 3 s.r.l.</b></p>	 <p align="center"><b>Studio di Ingegneria</b></p>
---	--	---

## A.02 CONCLUSIONI

Vista la natura dell'opera le azioni significative per il pre-dimensionamento delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici 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>30/12/2022</b>	<b>29</b>	29

**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:

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.

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.

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:

Armatura longitudinale compresa fra 0,3% e 4% della sezione effettiva e non minore di  $0,10 \cdot N_{ed} / f_{yd}$ ;

Barre longitudinali con diametro  $\geq 12$  mm;

Diametro staffe  $\geq 6$  mm e comunque  $\geq 1/4$  del diametro max delle barre longitudinali, con interasse non maggiore di 30 cm.

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;

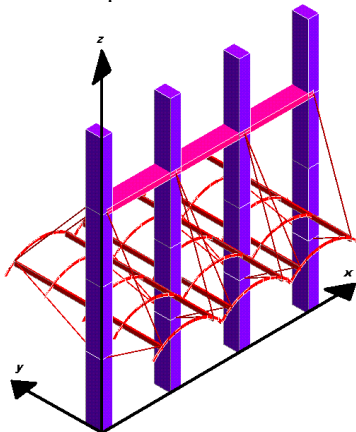


- 125 mm e 175 mm, rispettivamente per CDA e CDB;
- 6 e 8 volte il diametro delle barre longitudinali che collegano, rispettivamente per CDA e CDB.

- **SISTEMI DI RIFERIMENTO**

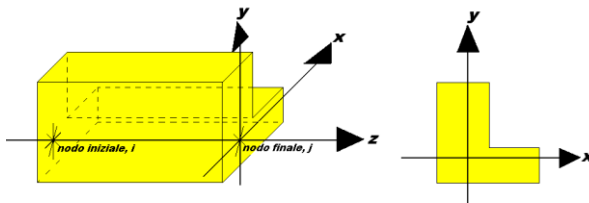
1) *SISTEMA GLOBALE DELLA STRUTTURA SPAZIALE*

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:



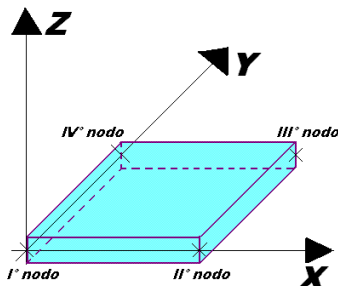
2) *SISTEMA LOCALE DELLE ASTE*

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.

<b>Materiale N.ro</b>	: Numero identificativo del materiale in esame
<b>Densità</b>	: Peso specifico del materiale
<b>Ex / 1E3</b>	: Modulo elastico in direzione x diviso per 1000
<b>Ni.x</b>	: Coefficiente di Poisson in direzione x
<b>Alfa.x</b>	: Coefficiente di dilatazione termica in direzione x
<b>Ey / 1E3</b>	: Modulo elastico in direzione y diviso per 1000
<b>Ni.y</b>	: Coefficiente di Poisson in direzione y
<b>Alfa.y</b>	: Coefficiente di dilatazione termica in direzione y
<b>E11 / 1E3</b>	: Elemento della matrice elastica diviso per 1000, 1a riga - 1a colonna
<b>E12 / 1E3</b>	: Elemento della matrice elastica diviso per 1000, 1a riga - 2a colonna
<b>E13 / 1E3</b>	: Elemento della matrice elastica diviso per 1000, 1a riga - 3a colonna
<b>E22 / 1E3</b>	: Elemento della matrice elastica diviso per 1000, 2a riga - 2a colonna
<b>E23 / 1E3</b>	: Elemento della matrice elastica diviso per 1000, 2a riga - 3a colonna
<b>E33 / 1E3</b>	: Elemento della matrice elastica diviso per 1000, 3a riga - 3a colonna

• **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>	: <i>Numero identificativo della piastra in esame</i>
<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>

**CALCOLO PIASTRA DI FONDAZIONE**

**ARCHIVIO MATERIALI PIASTRE: MATRICE ELASTICA**

Materiale N.ro	Densita' kg/mc	Ex/1E3 kg/cmq	Ni.x	Alfa.x (*1E5)	Ey/1E3 kg/cmq	Ni.y	Alfa.y (*1E5)	E11/1E3 kg/cmq	E12/1E3 kg/cmq	E13/1E3 kg/cmq	E22/1E3 kg/cmq	E23/1E3 kg/cmq	E33/1E3 kg/cmq
1	2500	285	0,20	0,00	285	0,20	0,00	296	59	0	296	0	119

**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	33	
2	200	50	50	0	Categ. H	0,0	0,0	0,0		Caricoc copertura esistente
3	200	100	200	0	Categ. H	0,0	0,0	0,0		Carico terrazzo esistente
4	0	2500	200	0	Categ. E	1,0	0,9	0,8		Carico cabina elettrica

**DATI GENERALI DI STRUTTURA**

**DATI GENERALI DI STRUTTURA**

Massima dimens. dir. X (m)	19,40	Altezza edificio (m)	0,00
Massima dimens. dir. Y (m)	7,00	Differenza temperatura(°C)	15

**PARAMETRI SISMICI**

Vita Nominale (Anni)	50	Classe d' Uso	II Cu=1.0
SOLE GRUPPO	PRIMO		
Categoria Suolo	E	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	ASSENTE
Effetti P/Delta	NO	Quota di Zero Sismico (m)	0,00000

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

Probabilita' Pvr	0,81	Periodo di Ritorno Anni	30,00
Accelerazione Ag/g	0,02	Periodo T'c (sec.)	0,27
Fo	2,61	Fv	0,48
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,60	Periodo TB (sec.)	0,18
Periodo TC (sec.)	0,53	Periodo TD (sec.)	1,67

**PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.D.**

Probabilita' Pvr	0,63	Periodo di Ritorno Anni	50,00
Accelerazione Ag/g	0,02	Periodo T'c (sec.)	0,30
Fo	2,67	Fv	0,55
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,60	Periodo TB (sec.)	0,18
Periodo TC (sec.)	0,55	Periodo TD (sec.)	1,69

**PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.V.**

Probabilita' Pvr	0,10	Periodo di Ritorno Anni	475,00
Accelerazione Ag/g	0,05	Periodo T'c (sec.)	0,34
Fo	2,88	Fv	0,87
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,60	Periodo TB (sec.)	0,20
Periodo TC (sec.)	0,60	Periodo TD (sec.)	1,80

**PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO C.A. - DIR. 1**

Classe Duttilita'	MEDIA	Sotto-Sistema Strutturale	Telaio
AlfaU/Alfa1	1,30	Fattore riduttivo KW	1,00
Fattore di comportam 'q'	3,90		

**PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO C.A. - DIR. 2**

Classe Duttilita'	MEDIA	Sotto-Sistema Strutturale	Telaio
AlfaU/Alfa1	1,30	Fattore riduttivo KW	1,00
Fattore di comportam 'q'	3,90		

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA PARZIALI DEI MATERIALI**

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	NUOVA COSTRUZIONE		
FRP Collasso Tipo 'A'	1,10	FRP Delaminazione Tipo 'A'	1,20

**CALCOLO PIASTRA DI FONDAZIONE**

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	III	Coefficiente Termico	1,00
Altitudine sito s.l.m. (m)	330	Coefficiente di forma	0,00
Tipo di Esposizione	Normale	Coefficiente di esposizione	1,00
Carico di riferimento kg/mq	75	Carico neve di calcolo kg/mq	0,00

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	4,88	0,00
3	9,75	0,00	4	0,00	3,50
5	4,88	3,50	6	9,75	3,50
7	14,63	0,00	8	14,63	3,50
9	19,40	0,00	10	19,40	3,50
11	0,00	7,00	12	4,88	7,00
13	9,75	7,00	14	14,63	7,00
15	19,40	7,00			

**QUOTE PIANI SISMICI ED INTERPIANI**

Quota N.ro	Altezza m	Tipologia	IrregTamp		Quota N.ro	Altezza m	Tipologia	IrregTamp	
			XY	Alt.				XY	Alt.
0	0,00	Piano Terra							

**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/cmcc	Tipo Mat.
1	1	2	5	4	4	0	0	0	0	1	40,0	15,0	1
2	3	6	5	2	4	0	0	0	0	1	40,0	15,0	1
3	7	8	6	3	4	0	0	0	0	1	40,0	15,0	1
4	5	12	11	4	4	0	0	0	0	1	40,0	15,0	1
5	6	13	12	5	4	0	0	0	0	1	40,0	15,0	1
6	8	14	13	6	4	0	0	0	0	1	40,0	15,0	1
7	9	10	8	7	4	0	0	0	0	1	40,0	15,0	1
8	10	15	14	8	4	0	0	0	0	1	40,0	15,0	1

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

DESCRIZIONI	1
Peso Strutturale	1,30
Perm.Non Strutturale	1,50
Var.Bibl.Arch.	1,50

**COMBINAZIONI RARE - S.L.E.**

DESCRIZIONI	1
Peso Strutturale	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00
Var.Bibl.Arch.	1,00

**COMBINAZIONI FREQUENTI - S.L.E.**

DESCRIZIONI	1
Peso Strutturale	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00
Var.Bibl.Arch.	0,90

**COMBINAZIONI PERMANENTI - S.L.E.**

SOFTWARE: C.D.S. - Full - Rel.2022 - Lic. Nro: 7612

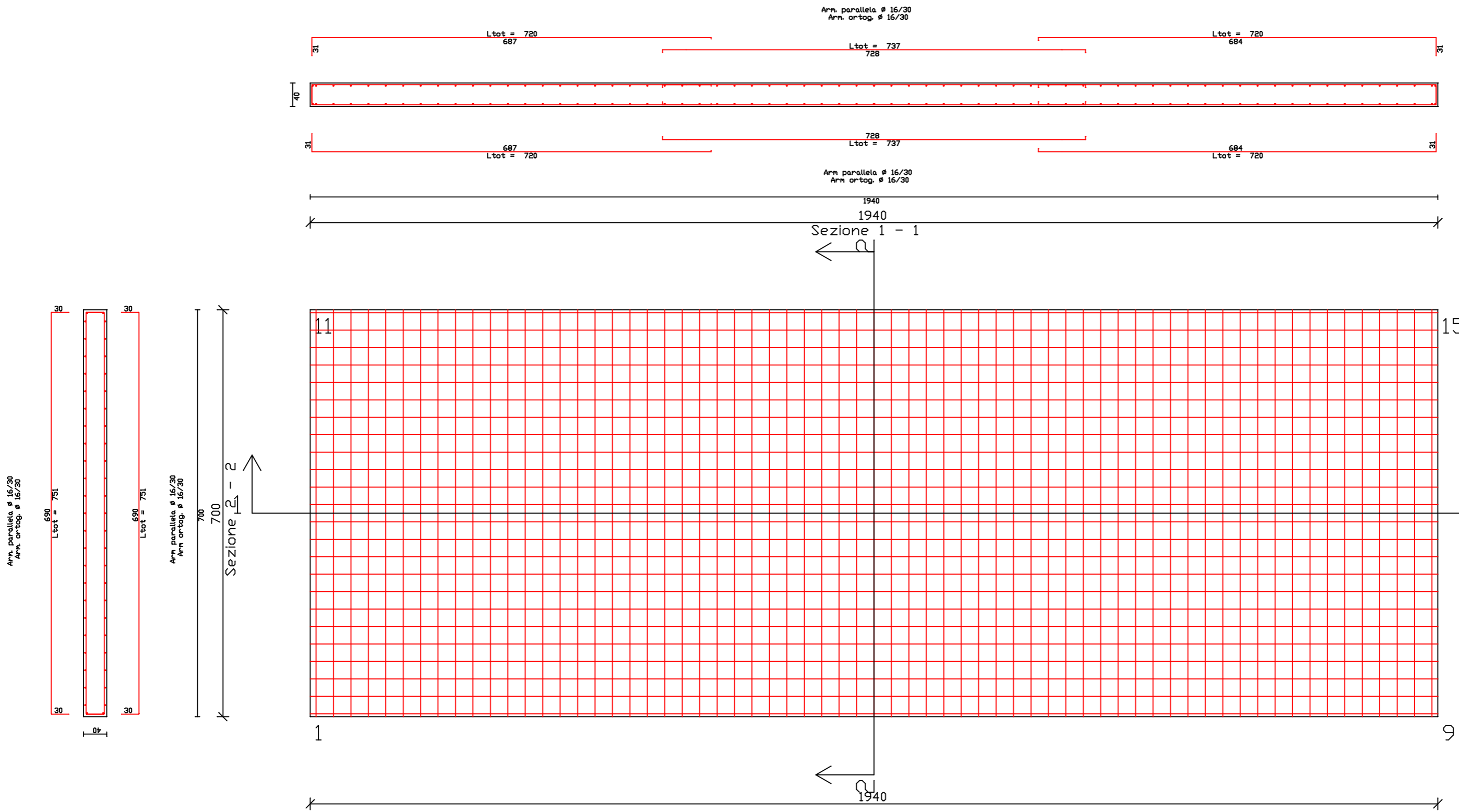
---

## CALCOLO PIASTRA DI FONDAZIONE

---

DESCRIZIONI	1
Peso Strutturale	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00
Var.Bibl.Arch.	0,80



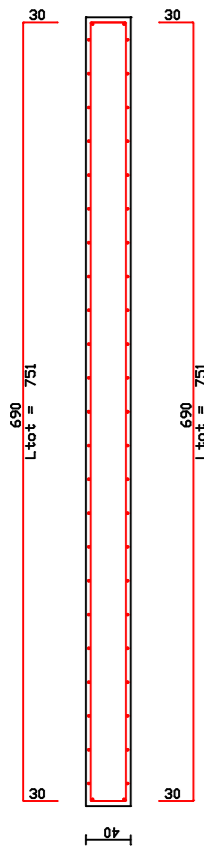


ARMATURA DI BASE INFERIORE PIASTRA 1 QUOTA m.0.00  
 ø 16/ 30 direz.X  
 ø 16/ 30 direz.y (spessore= 40 cm)

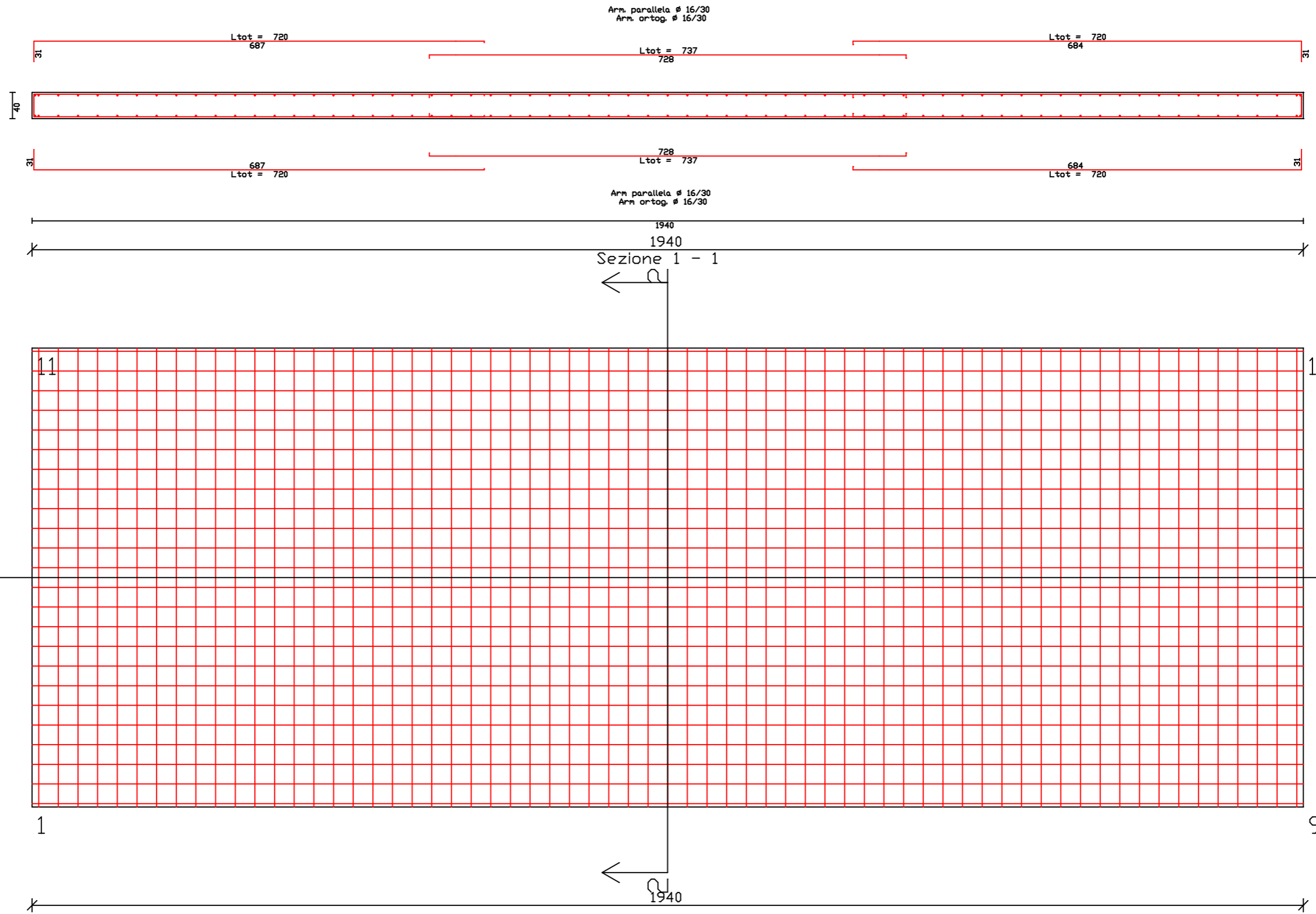
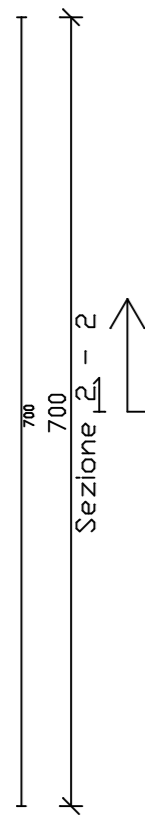
ACCIAIO B450C	CALCESTR. C28/35
---------------	------------------

le sovrapposizioni vanno sfalsate a ferri alterni di una lunghezza pari a 0,65 della sovrapposizione (EC 1992-2005 p 8.7.3)

Arm. parallela  $\varnothing$  16/30  
Arm. ortog.  $\varnothing$  16/30



Arm. parallela  $\varnothing$  16/30  
Arm. ortog.  $\varnothing$  16/30



ARMATURA DI BASE SUPERIORE PIASTRA 1 QUOTA m.0.00  
 $\varnothing$  16/ 30 direz.X  
 $\varnothing$  16/ 30 direz.y (spessore= 40 cm)

ACCIAIO B450C	CALCESTR. C28/35
---------------	------------------

le sovrapposizioni vanno sfalsate a ferri alterni di una lunghezza pari a 0,65 della sovrapposizione (EC 1992-2005 p 8.7.3)