



PROVINCIA DI  
CALTANISSETTA



COMUNE DI  
GELA



REGIONE  
SICILIANA

# PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO

NEL COMUNE DI GELA (CL)

Potenza massima di picco: 49.011 kWp  
Potenza massima di immissione: 48.000 kW

## ELABORATI PROGETTUALI

CODICE ELABORATO

TITOLO ELABORATO

AF.GEO.R02

*RELAZIONE GEOTECNICA*

COMMITTENTE



**INE CONTESSA FIORENTINA S.r.l.**  
Piazza di Sant'Anastasia 7  
00186 Roma (RM)  
P.IVA 16801341005

INE CONTESSA FIORENTINA SRL

Piazza di Sant'Anastasia 7, Roma  
P.IVA: 16801341005

*Enrico Gadaleta*

documento firmato digitalmente

PROGETTAZIONE

**2ASINERGY**

#innovativeengineering

**2A SINERGY S.r.l. S.B.**

Piazza Giuseppe Verdi 8  
00198 Roma  
Tel. 0968 201203  
P.IVA 03384670794

Progettista: Ing. Enrico Gadaleta



ENTI

DATA: LUGLIO 2023

SCALA: -

FORMATO CARTA: A4

## **Sommario**

1. PREMESSA .....	3
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....	4
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO .....	7
4. INQUADRAMENTO NORMATIVO .....	10
5. DESCRIZIONE DELL'OPERA IN ELEVAZIONE .....	11
6. CARICHI AGENTI .....	13
7. SCARICHI IN FONDAZIONE .....	21
8. OPERE DI FONDAZIONE DELLE STRUTTURE .....	23
9. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO .....	23
10. FONDAZIONI CABINE MT-BT .....	24
11. VERIFICHE STRUTTURALI .....	24

## 1. PREMESSA

La presente Relazione Geotecnica viene redatta a corredo dell'istanza presentata dalla società INE Contessa Fiorentina S.r.l. per l'attivazione del Procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) Nazionale.

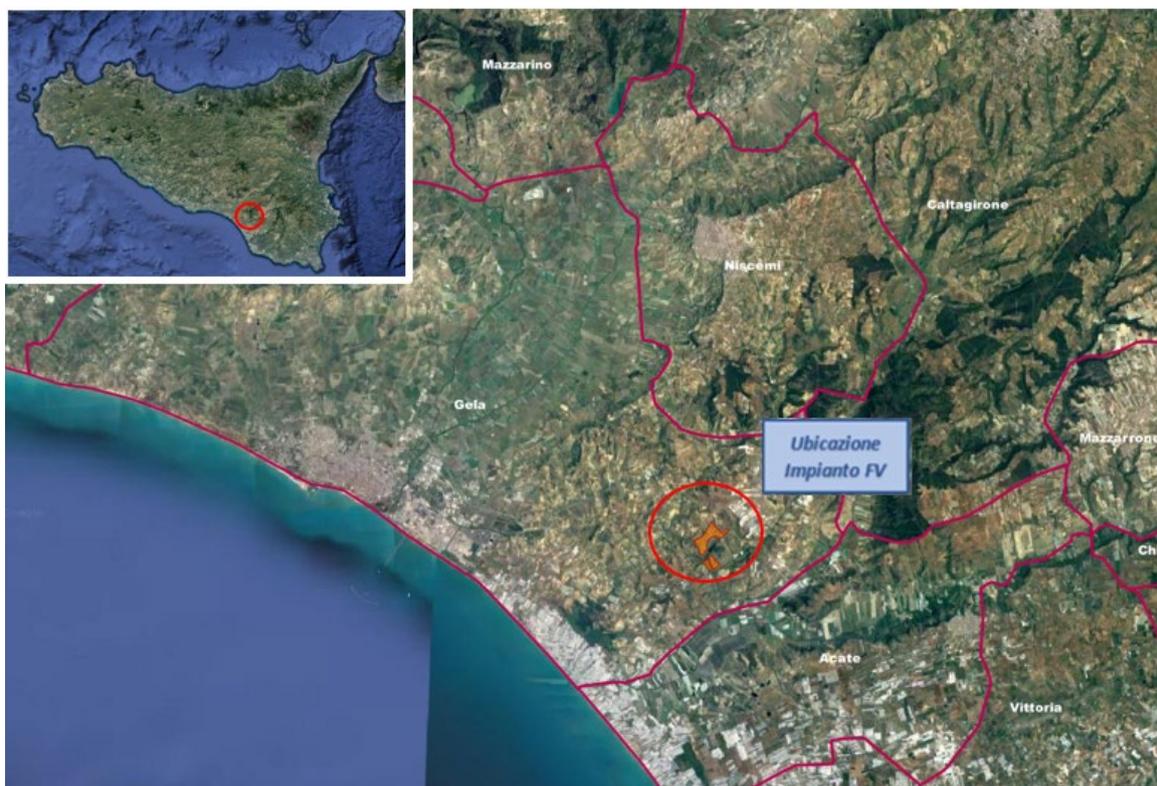
Il progetto presentato riguarda la realizzazione di un impianto agrivoltaico a terra della potenza di picco di **49,011 MWp** e potenza in immissione di 48,00 MW denominato "**Gela**", che sarà da realizzarsi in aree agricole nel Comune di Gela (CL).

I moduli fotovoltaici saranno montati su strutture metalliche fisse, esposti verso sud. L'impianto sarà connesso alla Rete di Trasmissione Nazionale.

Il progetto ricade per le sue caratteristiche in procedura di VIA statale ai sensi dell'Allegato II alla parte II DLgs 152/06 e smi (impianti fotovoltaici/agrivoltaici per la produzione di energia elettrica con potenza complessiva superiore a 10 MW).

## 2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'impianto in progetto si sviluppa su un singolo lotto ed è ubicato nel Comune di Gela (CL), in provincia di Caltanissetta.



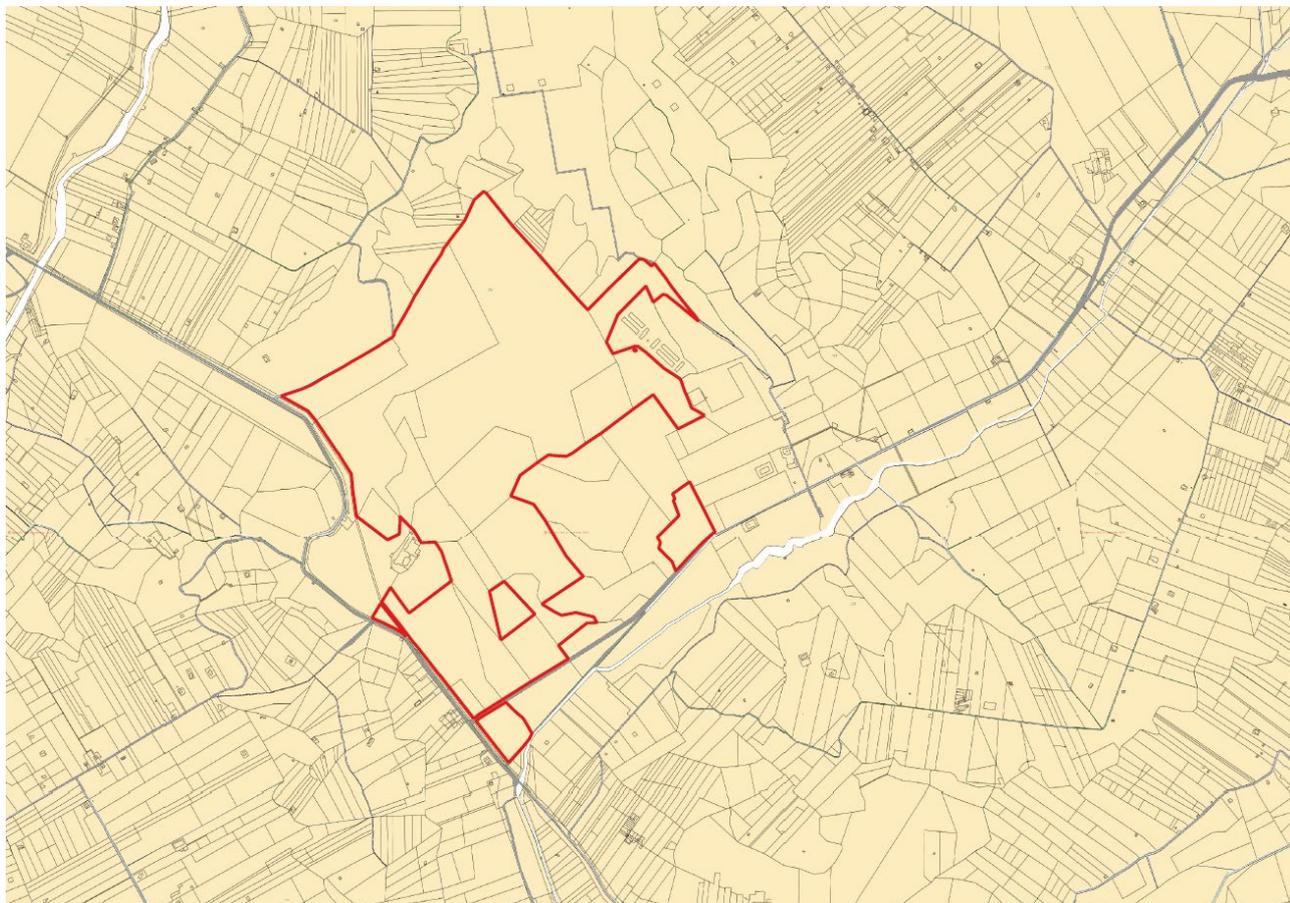
**Figura 1 - Inquadramento territoriale generale**



**Figura 2 - Inquadramento territoriale dei lotti**

La frazione di terreno si trova a circa 5,5 km a nord rispetto al centro abitato di Gela ed a circa 11 km a sud rispetto al comune di Niscemi, in località Contessa Fiorentina.

Per accedere al sito a partire dal centro abitato di Gela, bisogna percorrere la Strada Statale N. 115 "Trapani-Siracusa", fino ad immettersi nella la Strada Provinciale N. 31 "Niscemi- feudo Nobile" che costeggia il lotto.



**Figura 3 - MAPPA CATASTALE DEI LOTTI**



Manfria. Lo spessore non è determinabile in quanto non affiora il letto , ma supera il centinaio di metri.

Gruppo Gessoso-Solfifero (Messiniano): è una successione di sedimenti prevalentemente evaporitici, stratigraficamente compresi tra le argille e i conglomerati del Tortoniano e i Trubi del Pliocene inferiore, depositatasi in corrispondenza di una crisi di salinità che ha interessato l'area mediterranea. In particolare nell'area affiorano:

Fm.Tripoli: si tratta di diatomiti e marne bianche, tenere, terrose, leggere, contenenti una ricca ittiofauna fossile e sottilmente laminate. Questo litotipo non è di origine evaporitica, ma evidenzia la formazione di un ambiente euxinico che prelude all'evento evaporitico testimoniato dalle litologie successive. Affiorano, fuori dall'area del tracciato, nella zona di Manfria in località Palmento. Lo spessore nell'area varia da 10 m a 30 m. L'età è Messiniano.

Fm. Calcare di base: costituisce il primo deposito evaporitico della serie ed è costituito da calcari bianchi e grigio chiaro, vacuolari e massivi o stratificati in grossi banchi di 1-2 m di spessore. Fra i diversi banchi sono intercalate marne grigie o variamente colorate ed anche tripolacee. Affiorano, al nucleo di una stretta anticlinale, fuori dall'area del tracciato, nella zona di Manfria tra le località Palmento e Case Manfria. Affiorano costituendo i fianchi di strette pieghe anticlinali e sinclinale, con assi orientati in senso NESO, tra Case Manfria e Poggio Rabbito. Lo spessore nell'area varia da 10 m a 60 m. L'età è Messiniano.

Gessi del II ciclo/Gessi di Pasquasia: si tratta di alternanze di gessi selenitici e balatini con intervalli di argille inglobanti grossi blocchi gessosi e numerosi frammenti di cristalli di gesso. Affiorano costituendo i fianchi di strette pieghe anticlinali e sinclinale, con assi orientati in senso NE-SO, tra Borgo Manfria e Poggio Rabbito. Lo spessore nell'area varia da 10 m a 40 m. L'età è Messiniano.

Fm.Trubi (Pliocene inferiore): litologicamente è costituita da una marna calcarea ed argillosa biancocrema, con abbondanti foraminiferi planctonici (genere *Orbulina*). Più rari sono gli strati compatti biancocrema di calcare grossolano quasi puro, sempre con abbondanti planctonici. In tutta la formazione si ha il passaggio ciclico da calcari marnosi a marne argillose con tenori di carbonati variabili dal 30% allo 80%. Affiorano costituendo i fianchi di strette pieghe anticlinali e sinclinale, con assi orientati in senso NE-SO, tra Case Manfria e Poggio Rabbito, intersecando il tracciato tra le progr. 5+700 e 7+500 Lo spessore nell'area varia da 10 m a oltre 120 m. L'età è Pliocene Inferiore.

Formazione Monte Narbone (Pliocene superiore): si tratta di una estesa sequenza pelitica, costituita da marne argillose di colore grigio-azzurro, ben stratificate, a luoghi a elevato contenuto sabbioso, talora con resti fossili di lamellibranchi e gasteropodi.

Nell'area in studio assumono, quando inalterate colore grigio-azzurro con sottili livelli sapropelitici. Il contatto con la sottostante Form. dei Trubi è in continuità e con rapporti graduali. Sono alterate a tetto, assumendo colore giallastro e diffuse patine di ossidazione, per uno spessore variabile tra 3 m e 10 m.

Affiorano estesamente da Ovest ad Est lungo tutto il tracciato, costituendo il principale substrato geologico dell'area in studio. Procedendo da Ovest costituiscono i rilievi collinari di C.da Burgio, di Poggio Rabbito, di Case Vallone Salito, La Casuzza, Pozzo del Poggio e Case Salera. L'età è ascrivibile al Pliocene Medio- Superiore. Lo spessore nell'area varia da 10 m a 60 m.

Depositi terrazzati pleistocenici: nelle zone prossime alla fascia costiera e lungo il tracciato sono rilevabili depositi marini di ambiente costiero di mare basso e di terrazzo marino costituiti nelle aree costiere da sabbie giallastre, talvolta limose variamente addensate e con intercalazione di biocalcareni, spesso intervallate da strati conglomeratici con ciottoli eterogenei ed eterometrici. La giacitura è suborizzontale o debolmente inclinata (2°-10°) verso Sud e S-E lati. All'interno di questa facies sabbiosocalcarenitica non mancano sottili livelli, di spessore centimetrico, di marne argillose grigioverdognole, interpretabili come isolati e momentanei episodi di sedimentazione di mare più profondo, per ingressione marina. Lo spessore complessivo dei depositi varia tra 10 e 30 metri. Nelle aree più interne, lungo il tracciato, i depositi assumono il carattere di terrazzi marini costituiti da spianate morfologiche con esigui depositi di sabbie variamente limose con ciottoli eterogenei ed eterometrici.

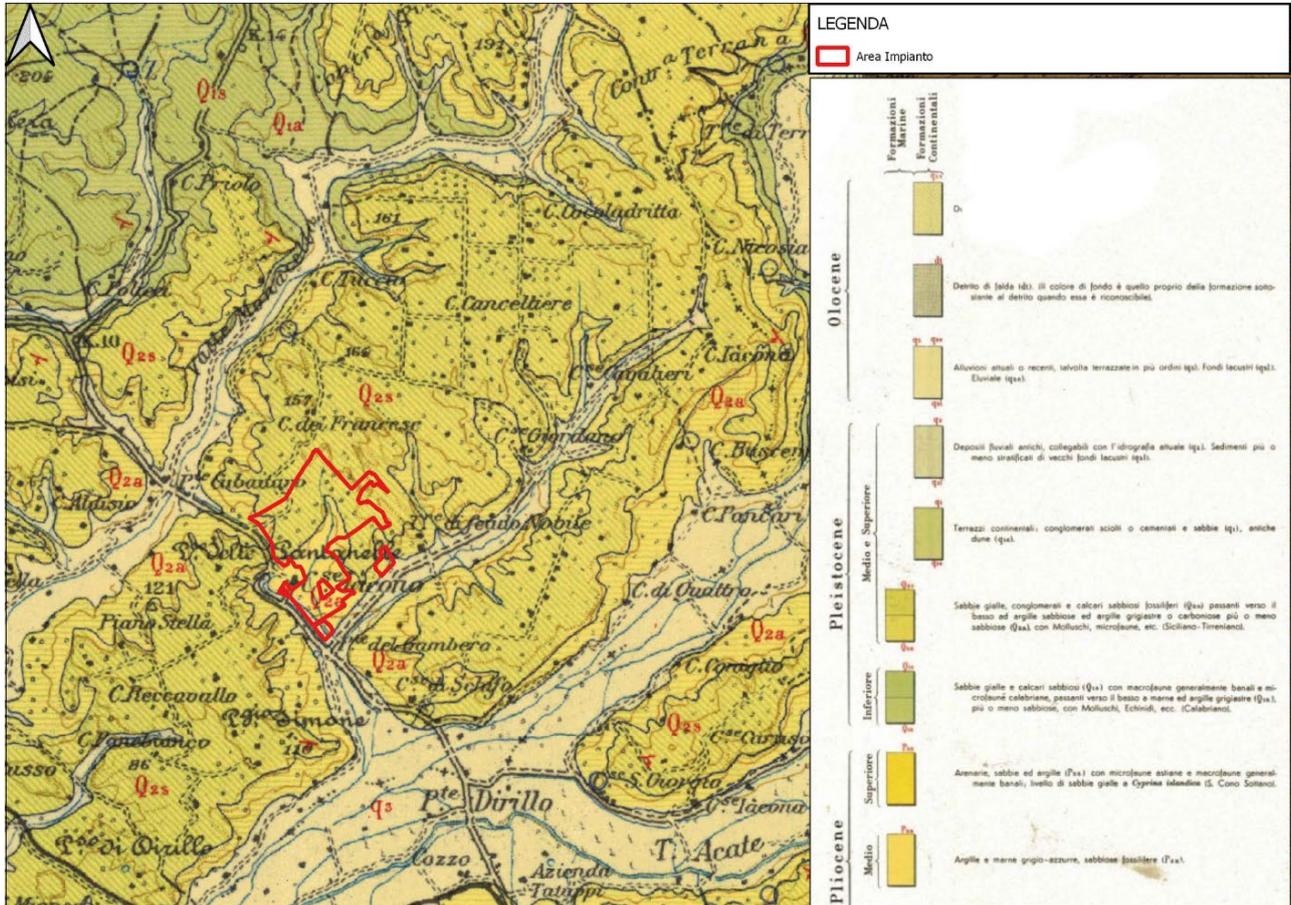
Lo spessore di tali depositi lungo il tracciato varia da 1m a 10 m. Il contatto con la sottostante formazione Monte Narbone può essere rappresentato da un passaggio di rapida transizione o da una superficie, spesso erosiva, di discordanza (downlap).; l'età è ascrivibile al Pleistocene inferiore.

Alluvioni Diffusamente affioranti lungo tutto il tracciato da Ovest ad Est, a costituire litologicamente la Piana di Gela sono presenti depositi alluvionali recenti e terrazzati, con estensione e spessori variabili da qualche metro a 20 metri, costituiti da limi argilloso-sabbiosi, talora con lenti ghiaiose e ciottolose, scarsamente classate. I depositi alluvionali presentano, talora lenti e livelli di spessore plurimetrico di limi organici nerastri;

La variabilità di questi depositi è notevole anche su spazi molto brevi, sia in senso orizzontale che verticale. I depositi alluvionali terrazzati affiorano dislocati a varie quote e si possono così distinguere:

- Alluvioni terrazzate fluviali antiche (I Ordine) poste ad una quota maggiore rispetto all'alveo dei torrenti che solcano verso sud le spianate morfologiche dell'area in esame;
- Alluvioni terrazzate fluviali (II Ordine) poste alla medesima quota degli alvei attuali dei torrenti solcanti la piana ma al di fuori degli stessi.
- Alluvioni recenti Le alluvioni attuali hanno in totale un'estensione molto limitata, essendo circoscritte al fondovalle dei principali corsi d'acqua. Si tratta di depositi prevalentemente ghiaiosi in matrice limoso-sabbiosa, di spessore metrico. L'età dei depositi alluvionali è Olocene;
- Sabbie costiere e dune attuali Affiorano lungo il litorale di Gela; sono costituite da sabbie grossolane a fini con stratificazione incrociata. L'età è Attuale
- Coltri colluviali. Affiorano lungo il versanti scarsamente acclivi dei rilievi collinari presenti lungo il tracciato da Ovest ad Est; sono litologicamente costituite ghiaie eterometriche con

elementi prevalentemente calcarei immersi in una matrice argillosa. LO spessore varia da 1 a 3 m. L'età è Attuale.



**Figura 6 – STRALCIO CARTA GEOLOGICA DELLA ZONA**

#### 4. INQUADRAMENTO NORMATIVO

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione sono le “Norme Tecniche per le Costruzioni”, D.M. 17/01/2018.

Si farà, inoltre, riferimento alle seguenti normative:

- Legge n. 1086 del 05.11.1971 “Norme per la disciplina delle opere in c.a. normale e precompresso, ed a struttura metallica”;
- Legge n. 64 del 02.02.1974 – “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.
- IEC 60400-1 “Wind Turbine safety and design”;
- Eurocodice 2 “Design of concrete structures”.
- Eurocodice 3 “Design of steel structures”.
- Eurocodice 4 “Design of composite steel and concrete structures”.
- Eurocodice 7 “Geotechnical design”.
- Eurocodice 8 “Design of structures for earthquake resistance”.

## **5. DESCRIZIONE DELL’OPERA IN ELEVAZIONE**

Il progetto del presente impianto prevede l’utilizzo di moduli fotovoltaici montati su struttura fissa.

Nella struttura i moduli fotovoltaici sono fissati ad un telaio in acciaio, che ne forma il piano d’appoggio, a sua volta opportunamente incernierato ad un palo, anch’esso in acciaio, da infiggere direttamente nel terreno. L’infissione sarà eseguita a mezzo di battipalo (o con l’utilizzo di pre-foro o in casi specifici di fondazione in cemento). La profondità standard di infissione è di 2 m. Tuttavia, in fase esecutiva in base alle caratteristiche del terreno ed ai calcoli strutturali tale valore potrebbe subire modifiche che tuttavia si prevede siano non eccessive (come l’utilizzo di pali più profondi o cemento su alcuni pali). Questa tipologia di struttura faciliterà enormemente sia la costruzione che la dismissione dell’impianto a fine vita, riducendo drasticamente le modifiche subite dal suolo.

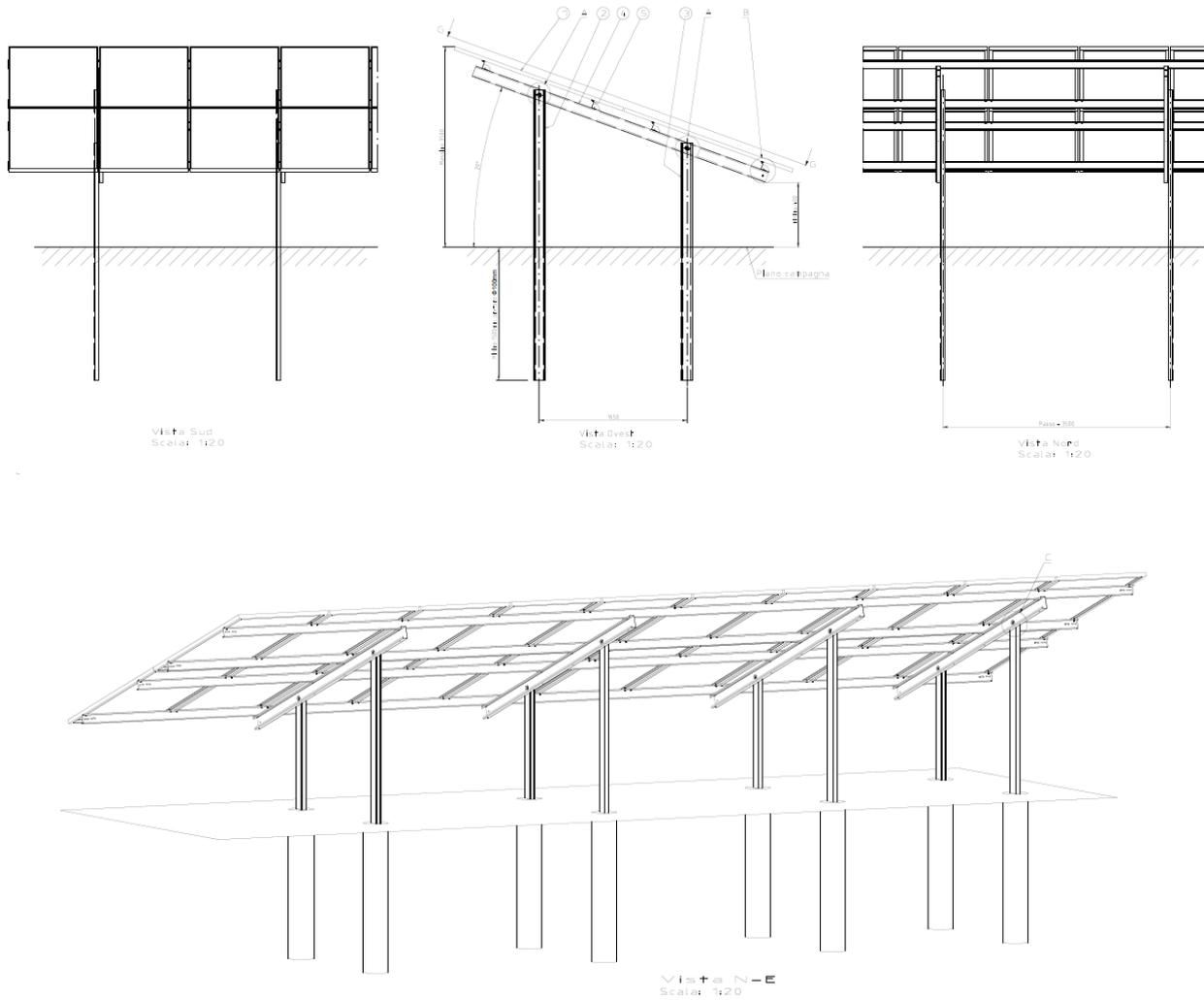
È importante evidenziare che le altezze minime e massime della struttura di supporto dei moduli fotovoltaici potranno essere rispettivamente 400 mm e 3.000 mm (con variazioni di 100 mm a seconda della caratteristica del terreno).

I moduli saranno montati in posizione orizzontale su due file, in numero tale da formare tre tipologie di strutture:

- Strutture da 52 moduli, 2 stringhe in serie;

- Strutture da 26 moduli, 1 stringhe in serie;
- Strutture da 13 moduli, 0,5 stringhe in serie.

La struttura proposta è rappresentata nella figura seguente.



## 6. CARICHI AGENTI

Le azioni sollecitanti che si sono considerate sulle strutture in elevazione sono:

- Peso proprio degli elementi strutturali;
- Carichi permanenti non strutturali e apparecchiature;
- Carichi variabili legati alla destinazione d'uso;
- Azione sismica;
- Azione della neve;
- Azione del vento.

### 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.

### Carichi variabili legati alla destinazione d'uso

Il Sovraccarico accidentale agente, come previsto al punto 3.1.4 del D.M. 17/01/2018, comprende i carichi legati alla destinazione d'uso dell'opera, comprensivo degli effetti dinamici ordinari.

## Azione sismica

Nei riguardi dell'azione sismica l'obiettivo è il controllo del livello di danneggiamento della costruzione a fronte dei terremoti che possono verificarsi nel sito di costruzione. In base al D.M. 17/01/2018, l'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire da una "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A nelle NTC).

La pericolosità sismica in un generico sito è valutata:

- in termini di valori di accelerazione orizzontale massima  $a_g$  e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale;
- in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distano più di 10 km);
- per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno TR ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi.

L'azione sismica così individuata viene successivamente variata per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale.

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:

coordinate del reticolo di riferimento (ED50):

Longitudine = 14,391894°

Latitudine = 37,051935°

classe d'uso: Seconda (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: C (tale ipotesi deve essere successivamente confermata con idonee indagini in sito necessarie per la stima delle velocità delle onde S nel sottosuolo)
- 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).

### Azione della 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:

$$q_s = \mu_i q_{sk} C_E C_T$$

dove:

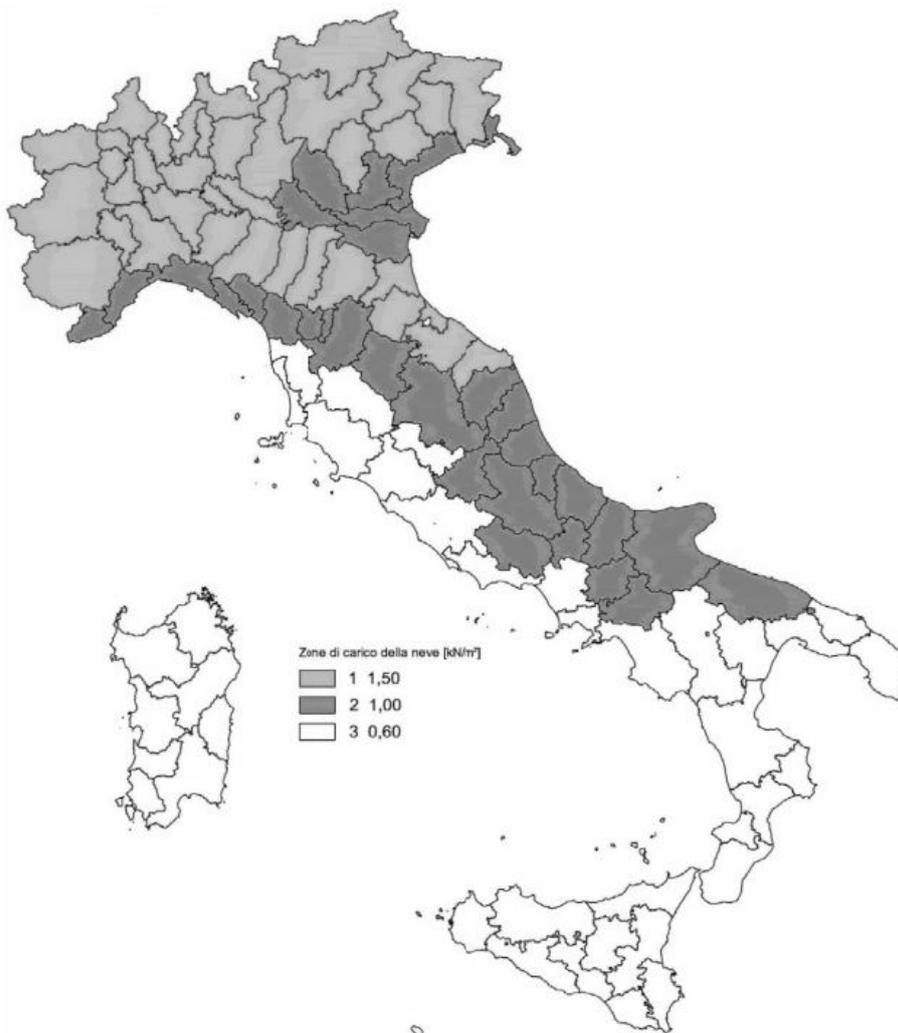
- $q_{sk}$  è il valore di riferimento del carico della neve al suolo;
- $\mu_i$  è il coefficiente di forma della copertura;
- $C_E$  è il coefficiente di esposizione;
- $C_T$  è il coefficiente termico.

Per quanto riguarda il carico della neve al suolo, la Provincia di Caltanissetta è posta in zona III. Poiché il sito dove verrà realizzata l'opera si trova a circa 550 m sul livello del mare, si assume:

$$q_{sk} = 0,60 \frac{kN}{m^2}$$

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

Il coefficiente termico CT, 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.



## Azione del vento

Le azioni del vento sono state determinate in conformità al par. 3.3 del D.M. 17/01/18 e della Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 gennaio 2019 n. 7. 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:

- $q_r$  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).

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

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

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

dove:

- $a_0$ ,  $k_a$  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.

Nel caso in esame si possono quindi considerare:

- $v_{b,0} = 28$  m/s
- $a_0 = 500$  m
- $k_a = 0,36$

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

$$q_r = \frac{1}{2} \rho v_r^2 = \frac{1}{2} \times 1,25 \times 28^2 = 490 \text{ N/m}^2$$

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  $z = 200$  m, esso è dato dalla formula:

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

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.

Il coefficiente di coefficiente di esposizione  $C_e$ , per il caso in esame in cui  $z_{\max} = 4,00$  m si assume:

$$C_e(z_{min}) = k_T^2 c_T \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \left[7 + c_T \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)\right] = 0,19^2 \ln\left(\frac{4,00}{0,05}\right) \left[7 + \ln\left(\frac{4,00}{0,05}\right)\right] = 1,80 \frac{kN}{m^2}$$

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.

## 7. SCARICHI IN FONDAZIONE

### Definizione delle azioni elementari

Le azioni elementari sono state definite per il sostegno centrale, con una zona di influenza della larghezza complessiva pari alla larghezza media delle campate.

Le altre proprietà geometriche considerate sono:

- Larghezza vela
- Area di influenza
- Altezza asse di rotazione

### Azione del vento

L'azione del vento è stata determinata secondo quanto riportato nel cap. C3.3.8.2.1 della Circolare esplicativa n° 7 del 21/01/2019 per le tettoie a falda singola, individuando le condizioni di carico più gravose:

	$\alpha = 30^\circ$	°
$v_f$	33	m/s
$q_f$	694	N/m <sup>2</sup>
$q_p$	1250	N/m <sup>2</sup>
$c_f$	0,7	
F	23,66	kN
$c_f$	-1,4	
F	-47,32	kN

$\alpha$	$c_f$	$V_{ref}$ m/s	F kN	azioni al mozzo			azioni al piede del piedritto		
				$F_x$ kN	$F_z$ kN	M kN m	$F_x$ kN	$F_z$ kN	M kN m
30	>0	20,00	24,74	6,40	23,90	26,97	6,40	23,90	41,57
30	<0	20,00	-35,08	-9,08	-33,89	-38,24	-9,08	-33,89	-58,95

**Azione della neve:**

$\alpha = 30^\circ$	
$\mu_i$	0,8
$q_s$	0,48 kN/m <sup>2</sup>
$F_z$	12,98 kN

**Combinazioni di carico:**

Sono state considerate le seguenti sollecitazioni di carico ritenute più gravose per la struttura esaminata.

	$F_x$ kN	$F_z$ kN	M kN m
CO4 1,5 Sp + 1,5 Neve + 0,9 Vento 30° +	5,76	54,43	37,41
CO5 1,5 Sp + 0,75 Neve + 1,5 Vento 30° +	9,61	59,04	62,35
CO6 0,8 Sp + 0 Neve + 1,5 Vento 30° -	-13,62	-43,65	-88,42

## 8. OPERE DI FONDAZIONE DELLE STRUTTURE

La progettazione delle opere di fondazione delle strutture è strettamente legata anche alla conoscenza delle caratteristiche litostratigrafiche dell'area oggetto di intervento.

L'analisi condotta all'interno dello studio geologico allegato al presente progetto, basato in parte su dati di letteratura e in parte su dati provenienti da studi geologici realizzati su aree limitrofe fa ritenere valide quelle che sono le indicazioni generali dettate dai maggiori costruttori.

Tuttavia, viste le incertezze legate al sistema di elevazione (i reali scarichi in fondazione provenienti dalla sovrastruttura saranno forniti in fase esecutiva dalla casa produttrice) e le incertezze legate al modello litostratigrafico del terreno (non sono presenti in questa fase indagini geognostiche di dettaglio relative alle aree di progetto) sono state valutate anche altre soluzioni che saranno poi eventualmente valutate in fase esecutiva:

- pali trivellati con tubolare in acciaio con iniezioni di malta cementizia;
- fondazioni superficiali con sistema di zavorre.

## 9. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO

Per quanto riguarda le caratteristiche geomeccaniche dei terreni coinvolti nel progetto, si riportano indicazioni generali desunte da basi bibliografiche.

	$\gamma$ (g/cm <sup>3</sup> )	$C_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\varphi$ (°)	$C'$ (kg/cm <sup>2</sup> )
Calcilutiti	2.1 – 2.5	0.5 - 1	32 - 40	0.1 – 0.3

$\gamma$  = peso dell'unità di volume  $\varphi$  = angolo di attrito  $C'$  = coesione  $C_u$  = coesione non drenata

La campagna geognostica, in fase esecutiva, si rende necessaria per validare le caratteristiche dei litotipi sopra riportate e ricostruire un adeguato modello geotecnico in grado di rispondere alle necessità progettuali dell'opera.

## **10. FONDAZIONI CABINE MT-BT**

Nelle cabine è prevista una fondazione prefabbricata in c.a.v. interrata, costituita da una o più vasche unite, armate con tondini di acciaio B450C, gettate con calcestruzzo dosato 400kg/mc di cemento tipo 525 e di dimensioni uguali a quelle esterne del box e di altezza pari ad 80cm. Per l'entrata e l'uscita dei cavi vengono predisposti nella parete della vasca dei fori a frattura prestabilita, idonei ad accogliere le tubazioni in pvc contenente i cavi, gli stessi fori appositamente flangiati possono ospitare dei passa cavi a tenuta stagna; entrambe le soluzioni garantiscono comunque un grado di protezione contro le infiltrazioni anche in presenza di falde acquifere. L'accesso alla vasca avviene tramite una botola ricavata nel pavimento interno del box; sotto le apparecchiature vengono predisposti nel pavimento dei fori per permettere il cablaggio delle stesse. Questo tipo di fondazione soddisfa quanto richiesto dalla norma CEI 11-1 al punto 7.7, in quanto funge da vasca di raccolta in caso di fuoriuscita dell'olio isolante del trasformatore. Per il posizionamento della vasca prefabbricata viene realizzato uno scavo di -75cm, lo sbancamento è eseguito per un'area di 1m oltre l'ingombro massimo della cabina in tutti i lati, questo per consentire la realizzazione dell'impianto di terra esterno.

## **11. VERIFICHE STRUTTURALI**

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

Si rimanda pertanto alla specifica relazione sui calcoli strutturali dei pali di fondazione della struttura meccanica che sono eseguiti considerando le sollecitazioni massime tra quelle desunte dalle combinazioni di carico utilizzate.