

Regione Siciliana



Comune di Nicosia

Libero Consorzio Comunale di Enna

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO COLLEGATO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE MT CON COD. PRATICA 284329167 E 284329981, AVENTE UNA POTENZA COMPLESSIVA DC 12.992,40 kWp E UNA POTENZA COMPLESSIVA AC 11.700 kW DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI NICOSIA (EN) - C/DA PARRIZZO



Elaborato:	RELAZIONE CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE		
Relazione:	Redatto:	Approvato:	Rilasciato:
REL_04		AP ENGINEERING	AP ENGINEERING
		Foglio A4	Prima Emissione
Progetto: IMPIANTO SALOMONE 1	Data: 26/04/2022	Committente: SALOMONE 1 S.R.L. Piazza Roma, 30 - Modena	
Firmato digitalmente da ANDOLFI PIERFRANCESCO C: IT		Progettista: AP engineering	

Firmato da DAVIDE CASTROGIOVANNI

Data: 29/06/2022 13:44:13 CEST



INDICE

1. DESCRIZIONE GENERALE	2
1.1. Premessa	2
1.2. Oggetto e scopo.....	3
2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO	4
2.1. Descrizione generale	4
2.2. Moduli fotovoltaici	6
2.3. Gruppi di conversione CC/CA e trasformazione BT/MT	7
2.4. Sala controllo e magazzino	12
2.5. Strutture di sostegno.....	13

1. DESCRIZIONE GENERALE

1.1. Premessa

La Società Salomone 1 S.r.l. (o "la Società") intende realizzare nel Comune di Nicosia (EN), in Contrada Parrizzo, un impianto per la produzione di energia elettrica con tecnologia fotovoltaica, combinato con l'attività di coltivazione agricola e zootecnica. L'area di impianto è stata opzionata tramite la stipula di un contratto preliminare unilaterale di compravendita e patto d'opzione con il proprietario dei terreni in cui è prevista la realizzazione campo agro-fotovoltaico, in data 11/10/2021.

L'impianto avrà una potenza DC complessiva installata di 12.992,40 kWp sdoppiato in due *sottoimpianti* identificati tramite due codici POD diversi (*IT001E938544255 e IT001E938544191*). La Società, in data 29 novembre 2021, ha ottenuto da e-distribuzione S.p.A. la Soluzione Tecnica Minima Generale per la connessione (STMG), la STMG prevede che l'energia prodotta dall'impianto sarà immessa nella rete e-distribuzione tramite la realizzazione di due nuove cabine di consegna collegate in antenna da cabina primaria AT/MT NICOSIA. La connessione è vincolata al potenziamento della suddetta cabina primaria e alle seguenti opere RTN: rimozione della derivazione rigida SE 150 KV Castel di Lucio, inoltre, sarà necessario procedere con la progettazione del potenziamento / rifacimento della stessa linea. Tale soluzione prevede la realizzazione di un nuovo impianto di rete per la connessione, di seguito si riportano i dettagli dei lavori:

- *MONTAGGIO ELETTROMECCANICO ULTERIORE SCOMPARTO,1*
- *CAVO INTERRATO AL 185 MM2 (TERRENO), m 40*
- *MONTAGGIO ELETTROMECCANICI CON SCOMPARTO DI ARRIVO+CONSEGNA,2*
- *UP E MODULO GSM,2*

OPERE COMUNI:

- *CAVO INTERRATO AL 185 mm² (ASFALTO), m 14*
- *CAVO INTERRATO AL 185 mm² (TERRENO), m 49*
- *LINEA CAVO AEREO AL 150 mm², m 2110*
- *FIBBRA OTTICA –POSA AEREA, m 2110*
- *FIBBRA OTTICA-POSA SOTTERRANEA, m 63*

A seguito del ricevimento della STMG è stato possibile definire puntualmente le opere progettuali da realizzare, che si possono così sintetizzare:

1. *Impianto agro-fotovoltaico con sistema fisso*, della potenza complessiva installata di 12.992,40 kWp, ubicato in Contrada Parrizzo, Comune di Nicosia(EN), l'impianto come prima descritto sarà diviso in due sottoimpianti aventi una potenza DC per singolo blocco di 6.496,20 kWp.
2. *n.2 Cabine Utente DG 2092* ubicate in un'area esterna al campo ma sempre nella disponibilità della Società;
3. *n.2 Cabine di consegna DG 2092 (punto di connessione)* ubicate nella stessa area dove saranno posizionate le due Cabine Utente;

Committente:

SALOMONE 1 S.R.L.

Progettista:



Pag. 2 | 13

4. *Dorsale di collegamento aerea*, in media tensione (20 kV), per il vettoriamento dell'energia elettrica prodotta dall'impianto alla CP di Nicosia Il percorso dell'elettrodotto si svilupperà per una lunghezza di circa 2 km.

Le opere di cui ai precedenti punti 1) e 2) costituiscono il Progetto Definitivo del Campo agro-fotovoltaico ed il presente documento si configura come la Relazione Descrittiva del medesimo progetto. Le opere di cui ai precedenti punti 3) e 4) costituiscono il Progetto Definitivo dell'Impianto di Rete per la connessione.

Il campo agro-fotovoltaico si svilupperà su una superficie complessiva di circa **25 Ha**; i terreni attualmente sono utilizzati come seminativi. La Società, nell'ottica di riqualificare le aree da un punto di vista agronomico e di produttività dei suoli, ha scelto di adottare la soluzione impiantistica con sistema fisso.

Con la soluzione impiantistica proposta, si tenga presente che:

- su 25 Ha di superficie totale, quella effettivamente occupata dai moduli è pari a 5,56 Ha (pari del 20%);
- la superficie occupata da altre opere di progetto (strade interne all'impianto, cabine di conversione e trasformazione, locale servizi) è di circa 1,6 Ha;
- impianto di olive da olio;
- impianto di alberi di noce per la produzione di frutta a guscio;
- Copertura permanente con leguminose da granello per la realizzazione di superfici destinate al pascolo apistico.

1.2. Oggetto e scopo

Il presente documento si configura come la Relazione Descrittiva delle strutture e dei manufatti che compongono il progetto definitivo del Campo agro-fotovoltaico che la Società intende realizzare nel comune di Nicosia (EN).

Scopo del documento è quello di descrivere le caratteristiche tecniche dei componenti, nonché le relative modalità realizzative, ai fini dell'ottenimento delle autorizzazioni/benestare/pareri previsti dalla normativa vigente, propedeutici per la costruzione ed esercizio dell'impianto agro-fotovoltaico.

2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

2.1. Descrizione generale

Il componente principale di un impianto fotovoltaico è un modulo composto da celle di silicio che grazie all'effetto fotovoltaico trasforma l'energia luminosa dei fotoni in corrente elettrica continua. Dal punto di vista elettrico più moduli fotovoltaici vengono collegati in serie a formare una stringa e più stringhe vengono collegate in parallelo tramite quadri di parallelo DC (denominati "string box"). L'energia prodotta è convogliata attraverso cavi DC dalle string box ad un gruppo di conversione (Inverter) e successivamente da un trasformatore elevatore. A questo punto l'energia elettrica sarà raccolta all'interno del quadro elettrico generale da dove partono 2 dorsali MT fino alle due Cabine Utente e successivamente immessa nella rete di e-distribuzione (Impianto di Utenza). Si veda come riferimento lo schema elettrico unifilare generale.

Schematicamente, l'impianto agro-fotovoltaico è dunque caratterizzato dai seguenti elementi:

Sezione A

- N°3 unità di generazione(1A-2A-3A) da circa 2200kW costituite da moduli fotovoltaici.
- N°39 unità di conversione (Inverter) da 150 kW dove avviene la conversione DC/AC;
- N°3 trasformatori elevatori An 2000 kVA – Vn= 20kV;
- N°1 cabina Utente DG 2092;
- N°1cabina di consegna (284329981) e relativo collegamento aereo con la CP di Nicosia si faccia riferimento al progetto definitivo dell'impianto utenza).

Sezione B

- N°3 unità di generazione(1B,2B,3B) da circa 2200kW costituite da moduli fotovoltaici.
- N°39 unità di conversione (Inverter) da 150 kW dove avviene la conversione DC/AC;
- N°3 trasformatori elevatori An 2000 kVA - Vn 20KV;
- N°1 cabina Utente DG 2092;
- N°1cabina di consegna (284329167) e relativo collegamento aereo con la CP di Nicosia si faccia riferimento al progetto definitivo dell'impianto utenza).

In conclusione, dall'unione delle due sezioni abbiamo 802 stringhe che generano una potenza complessiva in DC di 12.992,40 kWp e un numero di unità di conversione (inverter) pari a 78 per una potenza complessiva AC di 11.700 kW.

Impianto elettrico, costituito da:

- Una rete elettrica interna a bassa tensione per l'alimentazione dei servizi ausiliari di centrale (controllo, sicurezza, illuminazione, TVCC, forza motrice ecc.);
- Una rete telematica interna di monitoraggio in fibra ottica e/o RS485 per il controllo dell'impianto fotovoltaico (parametri elettrici relativi alla generazione di energia) e trasmissione dati via modem o via satellite;
- Una rete di distribuzione dell'energia elettrica in MT in elettrodotto interrato costituito da un cavo a 20 kV per la connessione dei trasformatori al Quadro generale;
- Una rete di distribuzione dell'energia elettrica in MT in elettrodotto interrato costituito da un cavo a 20 kV per la connessione tra i Quadri generali e le Cabine Utente;
- Due cabine di consegna MT relativo collegamento alla rete di e-distribuzione (si faccia riferimento al progetto definitivo dell'Impianto di Rete per la Connessione);
- Opere civili di servizio, costituite principalmente da basamenti cabine, sale controllo, opere di viabilità, posa cavi, recinzione.

Committente:

SALOMONE 1 S.R.L.

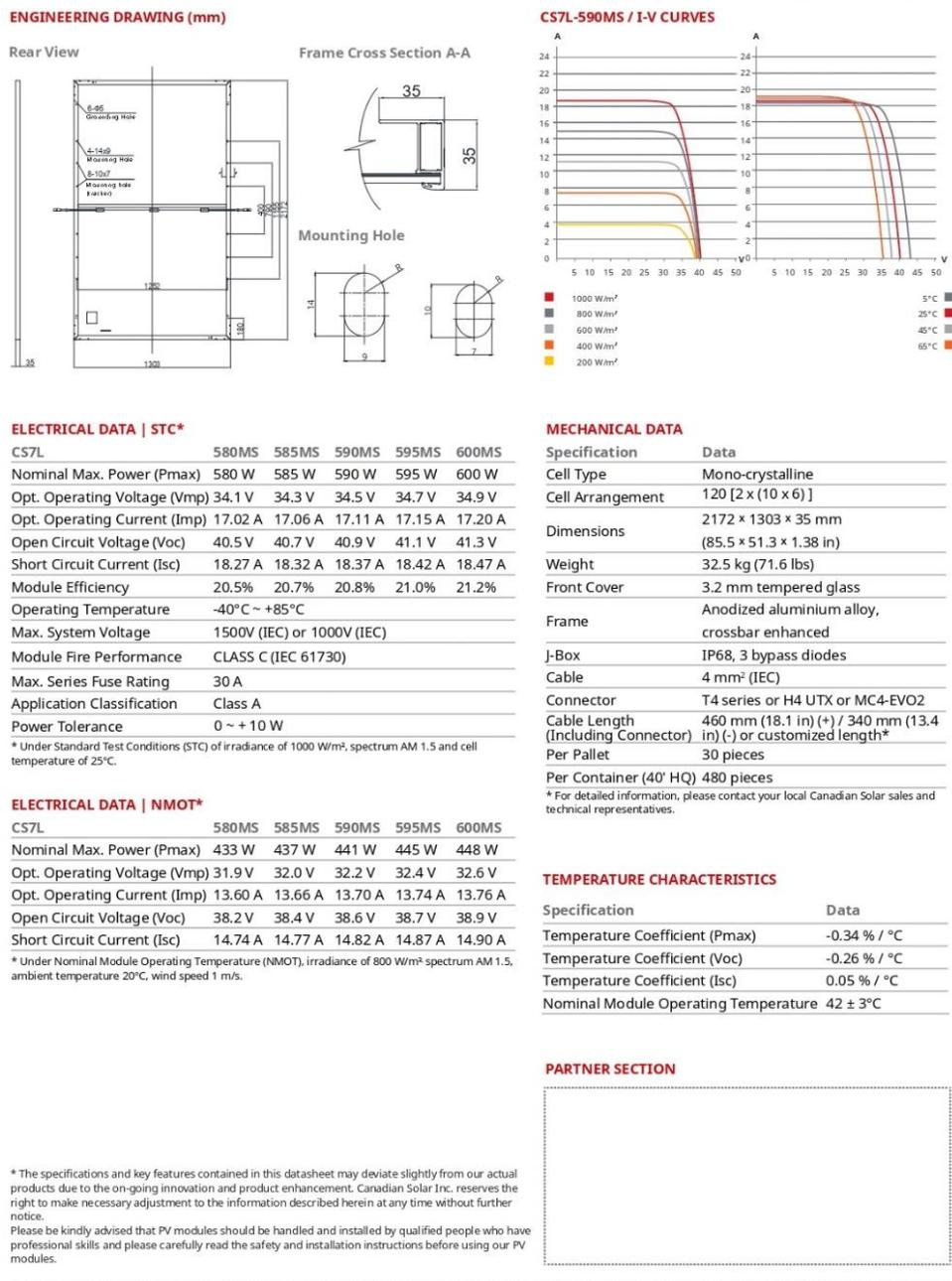
Progettista:



Pag. 5 | 13

2.2. Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici sono del tipo in silicio monocristallino ad alta efficienza (>21%) e ad elevata potenza nominale (600Wp). Questa soluzione permette di ridurre il numero totale di moduli necessari per coprire la taglia prevista dell'impianto, ottimizzando l'occupazione del suolo. La tipologia specifica sarà definita in fase di progettazione esecutiva, utilizzando la migliore tecnologia disponibile al momento della costruzione, cercando di favorire la filiera di produzione locale. Le caratteristiche preliminari dei moduli utilizzati per il dimensionamento dell'impianto sono riportate nella seguente figura:



CANADIAN SOLAR INC.
545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, www.csisolar.com, support@csisolar.com

October 2020. All rights reserved. PV Module Product Datasheet V1.3_EN

Figura 1 – Scheda tecnica dei moduli fotovoltaici previsti

Committente:

SALOMONE 1 S.R.L.

Progettista:



Pag. 6 | 13

2.3. Gruppi di conversione CC/CA e trasformazione BT/MT

Il layout di impianto prevede l'utilizzo di 78 inverter di stringa distribuiti su n° 6 trasformatori BT/MT. I gruppi inverter hanno la funzione di riportare la potenza generata in corrente continua dai moduli fotovoltaici alla frequenza di rete, mentre i trasformatori provvedono ad innalzare la tensione a 20 kV. I componenti del gruppo di conversione sono selezionati sulla base delle seguenti caratteristiche principali:

- Conformità alle normative europee di sicurezza;
- Funzionamento automatico, e quindi semplicità di uso e di installazione;
- Sfruttamento ottimale del campo fotovoltaico con la funzione MPPT;
- Elevato rendimento globale;
- Massima sicurezza, con il trasformatore di isolamento a frequenza di rete integrato;
- Forma d'onda d'uscita perfettamente sinusoidale.

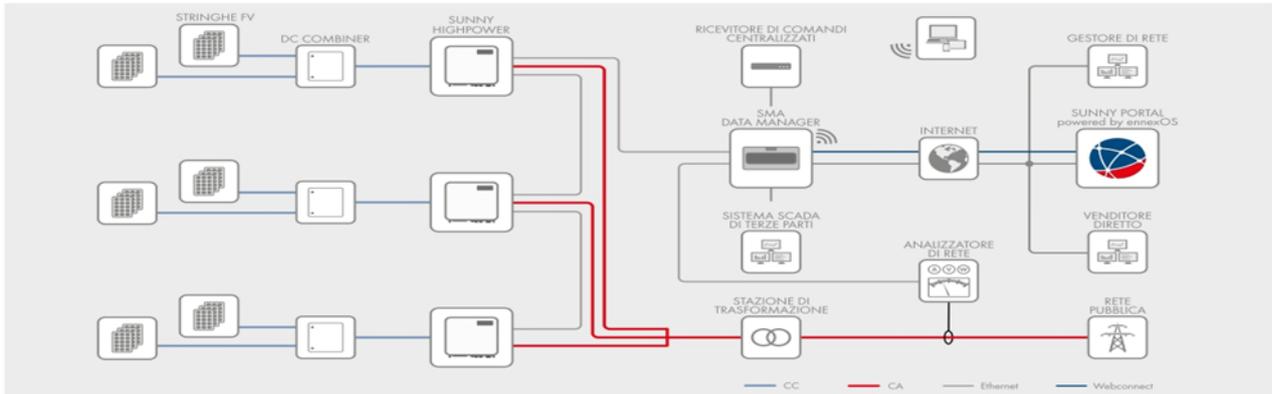
Per ogni sottocampo è prevista l'installazione di una cabina P25, dove sarà alloggiato il trasformatore dei servizi ausiliari e il sistema di controllo e monitoraggio, per un totale di n. 2 cabine (P25).

Il layout di impianto prevede l'utilizzo di inverter di stringa aventi una potenza di 150 kW e trasformatori elevatori in resina da 2.000 kVA installati all'interno di cabine elettriche prefabbricate tipo P57. I gruppi di conversione invece verranno alloggiati all'interno di apposite cassette installate nelle strutture portamoduli.

Tale soluzione è compatta, versatile ed efficiente, che ben si presta per il luogo di installazione e la configurazione dell'impianto.

Le caratteristiche preliminari dei componenti utilizzati per il dimensionamento dell'impianto sono riportate nella seguente tabella.

TIPO SUNNY HIGHPOWER PEAK3 150-20	N. Inverter	Potenza Inverter	Potenza AC Sottocampo	Potenza Trasformatore BT/MT
SOTTOCAMPO 1.A	13	150 kVA	1.950 kW	2.000 kVA
SOTTOCAMPO 2.A	13	150 kVA	1.950 kW	2.000 kVA
SOTTOCAMPO 3.A	13	150 kVA	1.950 kW	2.000 kVA
SOTTOCAMPO 1.B	13	150 kVA	1.950 kW	2.000 kVA
SOTTOCAMPO 2.B	13	150 kVA	1.950 kW	2.000 kVA
SOTTOCAMPO 3.B	13	150 kVA	1.950 kW	2.000 kVA
TOTALE	78		11.700 kW	12.000 kVA



Dati tecnici	Sunny Highpower 100-20	Sunny Highpower 150-20
Ingresso (CC)		
Potenza max del generatore fotovoltaico	150000 Wp	225000 Wp
Tensione d'ingresso max	1000 V	1500 V
Range di tensione MPP / Tensione nominale d'ingresso	590 V a 1000 V / 590 V	880 V a 1450 V / 880 V
Corrente d'ingresso max / Corrente di cortocircuito max	180 A / 325 A	180 A / 325 A
Numero di inseguitori MPP indipendenti	1	1
Numero d'ingressi	1 o 2 (opzionale) per quadri di campo esterni	
Uscita (CA)		
Potenza nominale alla tensione nominale	100000 W	150000 W
Potenza apparente CA max	100000 VA	150000 VA
Tensione nominale CA / Range di tensione CA	400 V / 304 V a 477 V	600 V / 480 V a 690 V
Frequenza di rete CA / Range	50 Hz / 44 Hz a 55 Hz 60 Hz / 54 Hz a 66 Hz	50 Hz / 44 Hz a 55 Hz 60 Hz / 54 Hz a 66 Hz
Frequenza di rete nominale	50 Hz	50 Hz
Corrente d'uscita max	151 A	151 A
Fattore di potenza alla potenza nominale / Fattore di sfasamento regolabile	1 / Da 0 induttivo a 0 capacitivo	1 / Da 0 induttivo a 0 capacitivo
Distorsione armonica totale (THD)	< 3%	< 3%
Fasi di immissione / Collegamento CA	3 / 3-PE	3 / 3-PE
Grado di rendimento		
Grado di rendimento max / grado di rendimento europeo	98,8% / 98,6%	99,1% / 98,8%
Dispositivi di protezione		
Monitoraggio della dispersione verso terra / Monitoraggio della rete / Protezione contro l'inversione della polarità CC	● / ● / ●	● / ● / ●
Resistenza ai cortocircuiti CA / Separazione galvanica	● / -	● / -
Unità di monitoraggio correnti di guasto sensibile a tutti i tipi di corrente	● / ●	● / ●
Scaricatori di sovratensioni (tipo II) CA/CC controllati	● / ●	● / ●
Classe di isolamento (secondo IEC 62109-1) / Categoria di sovratensione (secondo IEC 62109-1)	I / CA: III; CC: II	I / CA: III; CC: II
Dati generali		
Dimensioni (L / A / P)	770 mm / 830 mm / 444 mm (30,3" / 32,7" / 17,5")	
Peso	98 kg (216 lb)	
Range di temperature di funzionamento	-25 °C a +60 °C (-13 °F a +140 °F)	
Rumorosità, valore tipico	< 69 dB(A)	
Autoconsumo (notturno)	< 5 W	
Topologia	Senza trasformatore	
Principio di raffreddamento	OptiCool, raffreddamento attivo, ventole a regime controllato	
Grado di protezione (secondo IEC 60529)	IP65	
Valore massimo ammissibile per l'umidità relativa (senza condensa)	100%	
Dotazione / Funzione / Accessori		
Collegamento CC / Collegamento CA	Capocorda (fino a 300 mm ²) / Morsetto (fino a 150 mm ²)	
Indicatori LED (stato / errore / comunicazione)	● / ● / ●	
Interfaccia Ethernet	● (2 porte)	
Interfaccia dati: SMA Modbus / SunSpec Modbus / Speedwire	● / ● / ●	
Tipo di montaggio	Montaggio su telaio	
OptiTrac / Integrated Plant Control / Q on Demand 24/7	● / ● / ●	
Idoneità off-grid / Compatibile con SMA Fuel Save Controller	● / ● / ●	
Garanzia: 5 / 10 / 15 / 20 anni	● / ● / ● / ●	
Certificati e omologazioni (selezione)	IEC/EN 62109-1/-2, VDE-AR-N 4110/4120, IEC 62116, IEC 61727, EN 50549, C10/11, CEI 0-16, G99/1 (>16A), PO 12.3, ABNT NBR 16149	
● Dotazione di serie ○ Opzionale - Non disponibile		
Dati riferiti alle condizioni nominali Aggiornamento dei dati: 10/2020		
Denominazione del tipo	SHP 100-20	SHP 150-20

SMA-Italia.com

SMA Solar Technology

Figura 2 – Scheda tecnica Inverter SG250HX

Committente:

SALOMONE 1 S.R.L.

Progettista:



Pag. 8 | 13

TRASFORMATORE TRIFASE IN RESINA EPOSSIDICA					2000 kVA
Famiglia di perdite		AoAk-Reg548	Installazione		indoor
Gruppo vettoriale		Dyn11	Tipo di raffreddamento		AN
Frequenza	Hz	50	Altitudine di installazione	m.s.l	<1000
Numero fasi		3	Distorsione armonica tot.	THDv	<5%

	Avvolgimento Primario	Avvolgimento Secondario	
Potenza nominale serv. Cont.	2000kVA	2000kVA	
Tensione nominale (a vuoto)	20kV	400V	
Variatione tensione	+2X2,5%		
Collegamento	Delta	star+n	
Classe d'isolamento	24kV	<1,1kV	
AC	(50kV)	(3kV)	
BIL	L1 (95kV)	-	
Materiale avvolgimenti	AL/AL		
Tipo di avvolgimento	Inglobato in stampo sotto vuoto	Impregnato sotto vuoto	

CLASSE TERMICA E ISOLAMENTI		Temperatura ambiente °C		40°C
		Avvolgimento Primario	Avvolgimento Secondario	
Classe termica	°C	155°C	155°C	
Sovratemperatura	K	100	100	
Classe Amb.,Clim.,di Comp. Al Fuoco E2 - C2 - F1 (Type Test Certificate CESI A9032391)				

GARANZIE RIFERITE AL RAPPORTO:				V	20kV / 400V
(Tolleranze secondo le norme)				kVA	2000kVA
Perdite a vuoto, Po	W	2600	Tolleranza, Po	%	0%
Corrente a vuoto, Io	%	0,5	Tolleranza, Io	%	+30%
Perdite in c.c. Pk at 120°C	W	16000	Tolleranza, Pk 120°C	%	0%
Tensione di c.c. Uk	%	6	Tolleranza, Uk	%	+/-10%
Valore delle scariche parziali	pC				<5
Livello acustico, Lwa	dB(A)				70

DIMENSIONI DI INGOMBRO E PESO (Valori indicativi)						
Lung x larg x altezza (IP00)	mm	2050	1310	2200	Peso CRT (kg)	5600
Lung x larg x altezza (Ipxx)	mm				Peso BOX (kg)	
Interasse ruote	mm	1070 x 1070				

VERNICIATURA (I colori possono variare per esigenze tecnico - produttive)				
Nucleo magnetico	RAL	9005	Box	RAL
Armature	RAL	9005		

Conforme al regolamento 548/2014
 Frame antisismico (Picco acceleraz orizz): <=0,2g (sisma leggero)

Figura 3 – Scheda Trasformatori BT/MT in resina

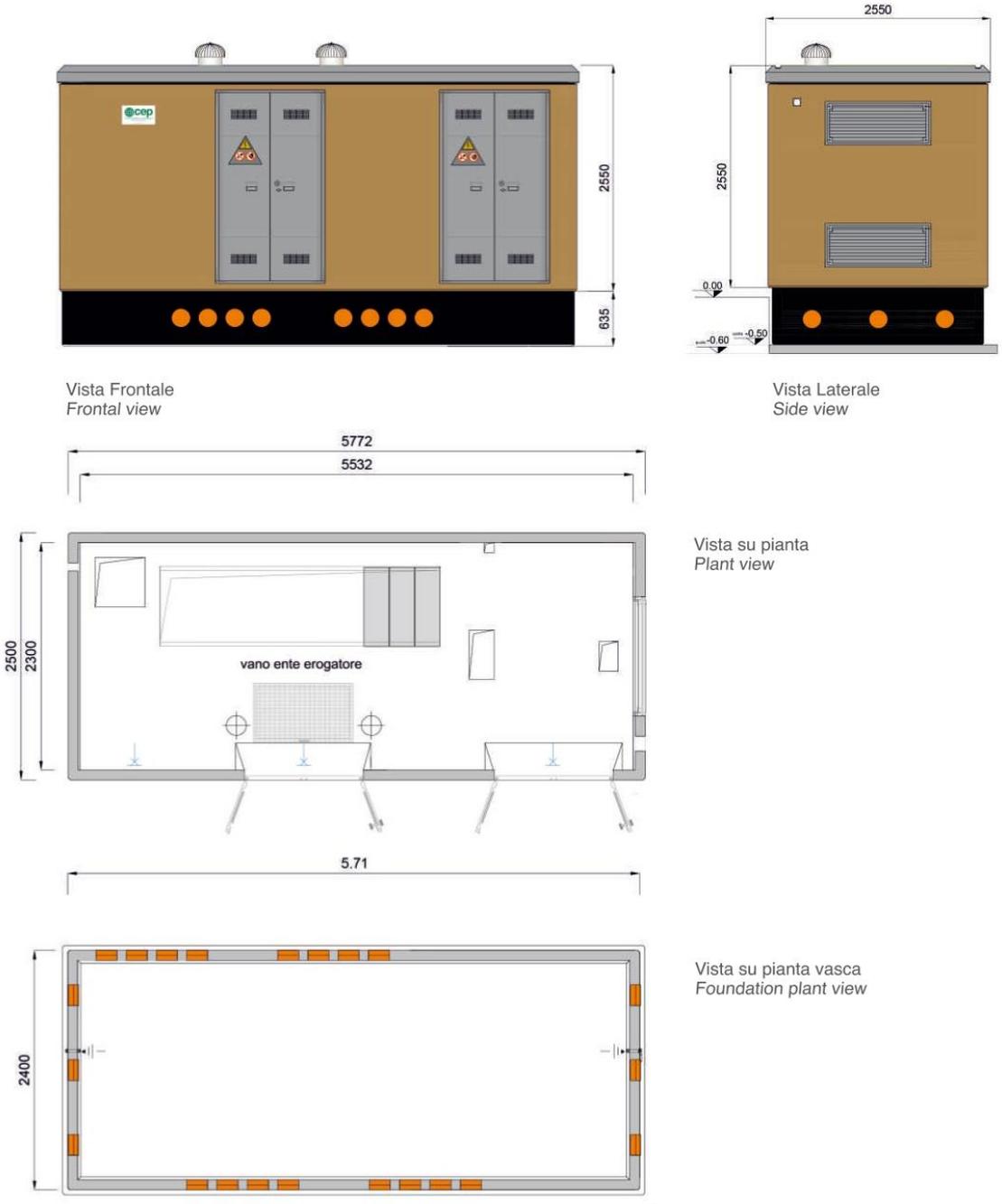
Committente:

SALOMONE 1 S.R.L.

Progettista:



Box P57 e-distribuzione DG2061 Ed.08

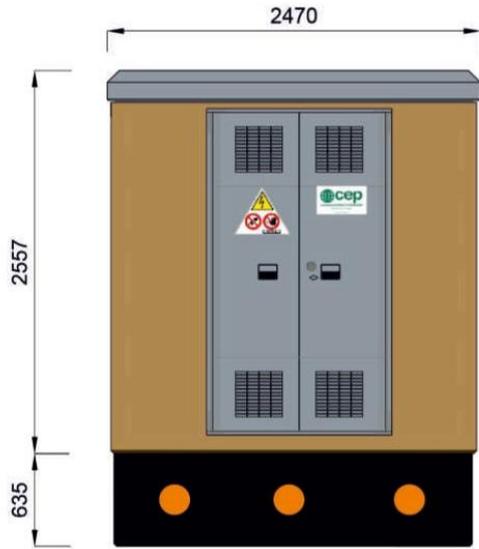


Quote e dimensioni scavo Digging quota and dimensions		
Lunghezza - Length	m	8,00
Larghezza - Width	m	3,50
Profondità - Depth	m	0,60

Figura 4 – Cabina P57 alloggio Trasformatori BT/MT

12

Box P25



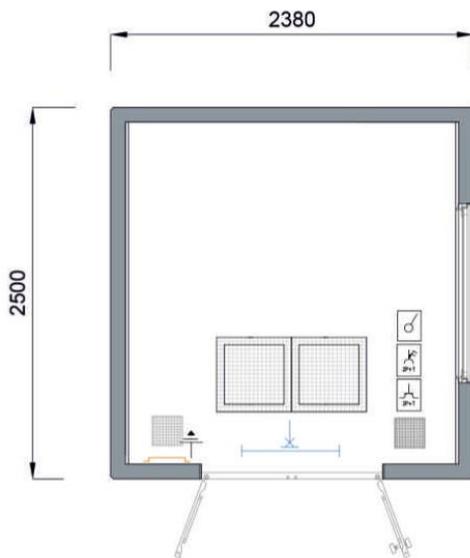
Vista Frontale
Frontal view

Quote e dimensioni scavo
Digging quota and dimensions

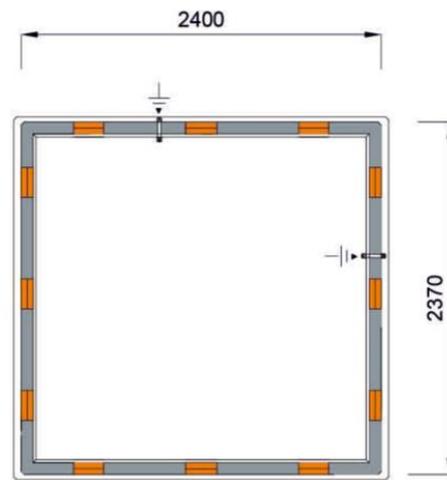
Lunghezza - Length	m	3,00
Larghezza - Width	m	3,50
Profondità - Depth	m	0,60



I disegni potrebbero non essere in scala. The drawings may not be to scale.



Vista su pianta
Plant view



Vista su pianta vasca
Foundation plant view



Figura 5 – Cabina P25 alloggio Trasformatori BT/MT servizi ausiliari e sistema di controllo

Committente:

Progettista:

SALOMONE 1 S.R.L.



Pag. 11 | 13

2.4. Sala controllo e magazzino

Vista la cubatura realizzabile nel fondo, pari a m^3 7.521,33 data dal seguente calcolo:

- S_f Superficie Fondo 250.711 m^2
- I_f Indice fondiario 0,03 m^3 /metro quadrato (Vedi allegato CDU)
- Altezza massima degli edifici 6,5m

$$\text{Calcolo Cubatura} = S_f \times I_f = 250.711 \times 0,03 = 7.521,33 \text{ m}^3 \text{ (realizzabili)}$$

La Società, nelle due isole ricavate all'interno del campo, posizionate in prossimità degli ingressi principali all'area di impianto, ha previsto di posizionare due container adibiti a sala controllo. Le sale controllo saranno del tipo prefabbricato, mentre le fondazioni saranno realizzate in calcestruzzo armato. Di seguito, si riportano le principali misure dei locali con il calcolo della quadratura e della cubatura.

Dimensioni Lineari:

- Sala controllo, dimensioni 6,80x2,80 altezza massima 3,00 m;

Calcolo quadratura:

- Sala controllo 19,04 m^2 cad. una (tot. 38,08 m^2);

Calcolo Cubatura:

- Totale cubatura Sale controllo 114,24 m^3 .



Figura 6 – Planimetria e prospetti sala controllo e magazzino

Committente:

SALOMONE 1 S.R.L.

Progettista:



Pag. 12 | 13

2.5. Strutture di sostegno

L’impianto in progetto prevede l’installazione di strutture di supporto dei moduli fotovoltaici di tipo fisso, la scelta si è resa conveniente per evitare opere di movimento terra importanti, in quanto tali strutture si adattano perfettamente all’orografia del terreno, come in questo caso. Le strutture portamoduli (realizzate in materiale metallico) saranno disposte in file parallele con l’asse principale rivolto perfettamente verso Sud ed avranno un angolo tilt di 30° in modo da massimizzare la produzione dei pannelli fotovoltaici, l’interasse medio (pitch) sarà di 7,3 m, in modo da ridurre gli effetti degli ombreggiamenti.

Le strutture di supporto sono costituite essenzialmente da due componenti:

- Pali in acciaio zincato, direttamente infissi nel terreno per le fondazioni (nessuna fondazione prevista);
- Struttura porta moduli, montata sulla testa dei pali, composta da profilati in alluminio, sulla quale viene posata una fila di moduli fotovoltaici (in totale 27 moduli disposti su tre file in orizzontale).

Le strutture saranno opportunamente dimensionate per sopportare il peso dei moduli fotovoltaici, considerando il carico da neve e da vento della zona di installazione.

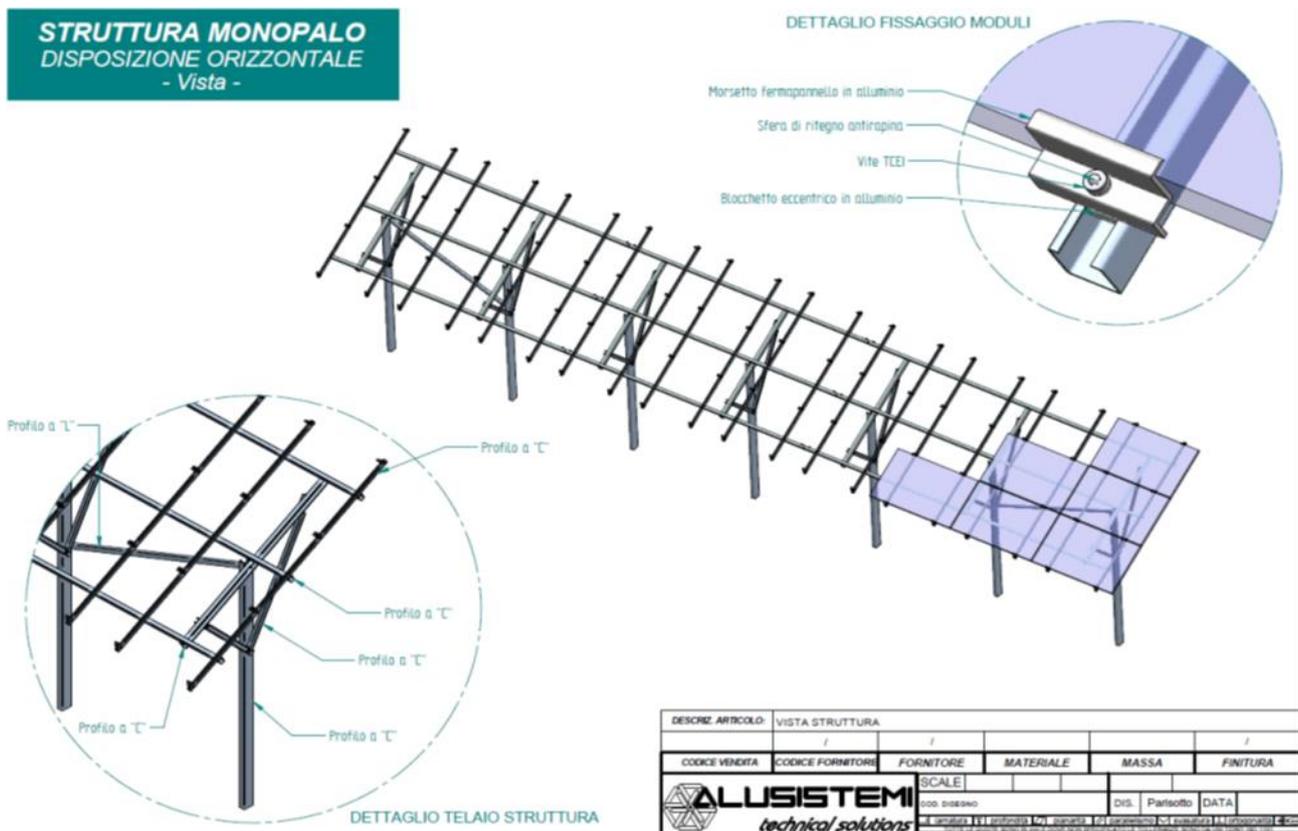


Figura 7 – Particolare strutture portamoduli

Committente:

SALOMONE 1 S.R.L.

Progettista:



Pag. 13 | 13

Regione Siciliana



Comune di Nicosia

Libero Consorzio Comunale di Enna

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO COLLEGATO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE MT CON COD. PRATICA 284329167 E 284329981, AVENTE UNA POTENZA COMPLESSIVA DC 12.992,40 kWp E UNA POTENZA COMPLESSIVA AC 11.700 kW DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI NICOSIA (EN) - C/DA PARRIZZO



Elaborato:	RELAZIONE CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE		
Relazione:	Redatto:	Approvato:	Rilasciato:
REL_04		AP ENGINEERING	AP ENGINEERING
		Foglio A4	Prima Emissione
Progetto:	Data:	Committente:	
IMPIANTO SALOMONE 1	26/04/2022	SALOMONE 1 S.R.L. Piazza Roma, 30 - Modena	
Cantiere:	Progettista:		
SALOMONE 1 C/DA PARRIZZO	 Firmato digitalmente da PILATI ALBERTO C: IT		



1. PREMESSA	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3. DESCRIZIONE DELLE OPERE	5
4. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO	10
5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO	11
6. CARICHI AGENTI	13
6.1. CARICO DOVUTO ALLA NEVE	13
6.2. AZIONE SISMICA	14
6.3. AZIONE DEL VENTO	15
7. RELAZIONE SUI MATERIALI	20
7.1. GENERALITÀ	20
7.2. CLASSIFICAZIONE DEL CALCESTRUZZO	20
7.3. CLASSI DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE	21
7.4. CLASSI DI RESISTENZA	23
7.5. CONSISTENZA	25
7.6. SPECIFICHE PER LA PRODUZIONE DEL CALCESTRUZZO	27
<i>Acqua d'impasto</i>	27
<i>Cemento</i>	27
<i>Aggregati</i>	28
<i>Additivi</i>	29
7.7. COPRIFERRO E DIMENSIONE DEGLI INERTI	29
7.8. MODALITÀ DI MESSA IN OPERA E DISARMO	29
7.9. CALCESTRUZZO NON STRUTTURALE	29
7.10. PRESCRIZIONI SULLE TIPOLOGIE DI ACCIAIO	30
7.11. ACCIAIO STRUTTURALE	30
8. CRITERI DI CALCOLO DELLE STRUTTURE	33
8.1. CRITERI USATI PER LA MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA	33
8.2. COMBINAZIONI DI CALCOLO	34
8.1. ANALISI SISMICA DINAMICA	35
8.2. VERIFICHE	35
8.3. SISTEMI DI RIFERIMENTO	37
8.4. UNITÀ DI MISURA	39
8.5. CONVENZIONE SUI SEGNI	39
9. ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO	40
9.1. AFFIDABILITÀ ¹ DEI CODICI UTILIZZATI	40
9.2. VALIDAZIONE DEI CODICI	40
9.3. INFORMAZIONI SULL'ELABORAZIONE	40
9.4. GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ ¹	41
9.5. PRESTAZIONI ATTESE AL COLLAUDO	42
9.6. DURABILITÀ	42
10. TABULATI DI CALCOLO	43
10.1. SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA INPUT	43
10.2. SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA MATERIALI	43
10.3. SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA ASTE	44
10.4. SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA COORDINATE NODI	47

10.5.	SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA SHELL SPAZIALI	48
10.6.	SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA CARICHI	49
10.7.	SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA OUTPUT	51
10.8.	SPECIFICHE CAMPI TABELLE DI STAMPA SHELL.....	52
10.9.	PIASTRA DI FONDAZIONE CABINE.....	57
10.9.1	<i>Tabulato di INPUT</i>	57
10.9.2	<i>Tabulato di OUTPUT</i>	59
11.	FONDAZIONI DI TIPO INDIRETTO: VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO DI TIPO GEOTECNICO	63
11.1.	GENERALITÀ	63
11.2.	CARICO LIMITE DEI PALI AD ELICA SOGGETTI A COMPRESSIONE.....	64
11.3.	VERIFICA DEI PALI DI FONDAZIONE SOGGETTI A TRAZIONE	66
12.	FONDAZIONI DI TIPO DIRETTO: VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO DI TIPO GEOTECNICO	68
12.1.	VERIFICHE GEOTECNICHE DELLE FONDAZIONI DIRETTE	68
12.2.	VERIFICHE GEOTECNICHE FONDAZIONE PIASTRA	73

1. PREMESSA

La presente relazione di calcolo è stata redatta nell'ambito del progetto definitivo relativo alla realizzazione di un impianto agro-fotovoltaico da collegare alla rete e-distribuzione con potenza complessiva DC 12.992,40 kWp e potenza complessiva AC 11.700 kWp da realizzare in contrada Parrizzo, nel Comune di Nicosia (EN).

La soluzione progettuale prevede la possibilità di realizzare un impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica integrato con il paesaggio agrario così da poter proseguire con l'attività agricola e zootecnica.

In particolare, nella presente relazione verrà riportato il calcolo e la verifica strutturale, nonché la verifica geotecnica delle fondazioni, delle seguenti opere:

- Verifica geotecnica delle opere di fondazione indirette delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici;
- Piastra di fondazione delle seguenti cabine prefabbricate:
 - Cabine di Controllo tipo CEP P25;
 - Cabine Quadro Generale tipo CEP P57;
 - Cabine Quadro Generale del tipo prefabbricato CEP P87;
 - Cabina Control Room.

Non saranno oggetto di calcolo e di verifica le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici i cui calcoli e dettagli costruttivi saranno forniti dalla ditta fornitrice dei pannelli fotovoltaici.

Il campo fotovoltaico sarà formato dalle strutture di sostegno dei moduli disposte su file parallele con interasse pari a 7,30 m, con asse longitudinale Est-Ovest al fine di avere i singoli moduli con esposizione ottimale a Sud.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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

Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.I.L.L.P.P. - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018.

Si farà inoltre riferimento alle seguenti norme:

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”.

Eurocodice 3 “*Progettazione delle strutture in acciaio*” Parte 1-1: *Regole generali e regole e per gli edifici*

Eurocodice 8 “*Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture*”.

3. DESCRIZIONE DELLE OPERE

Nel presente capitolo si riporta una breve descrizione delle opere oggetto di calcolo.

Sistemi fissi di sostegno

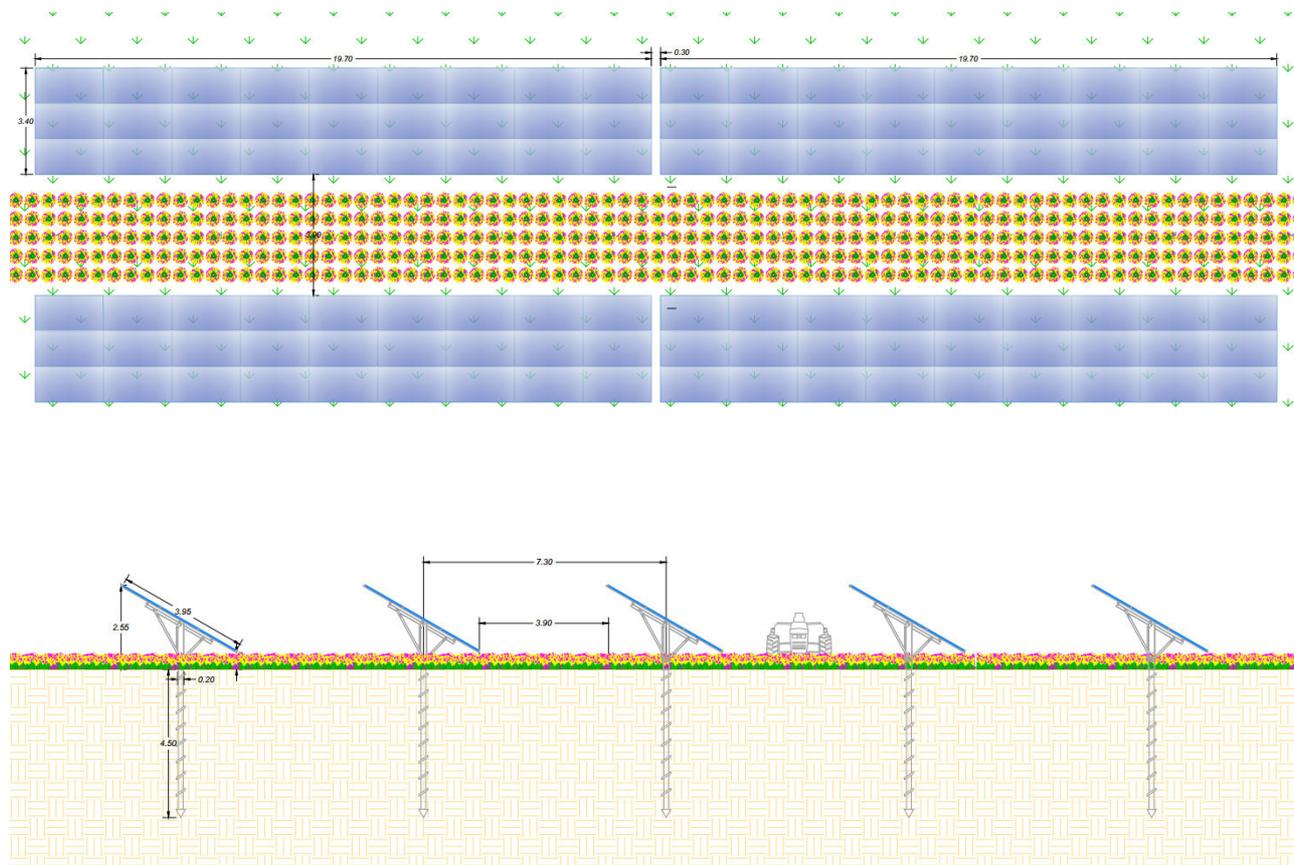
Le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici saranno realizzate con un ordito di profili in acciaio inox a loro volta fissate al terreno mediante pali di fondazione.

Nel loro complesso i trackers presentano una lunghezza di 19,70 m. Su ogni singola struttura trovano alloggio 27 moduli fotovoltaici fissati alla struttura mediante bulloni opportunamente serrati.

La fondazione di ogni singola struttura sarà del tipo indiretta e realizzata mediante 8 pali ad elica infissi nel terreno per 4,50 m.

Le strutture sono fisse e presenteranno un'altezza massima fuori terra pari a circa 2,55 m e minima pari a 0,50 m.

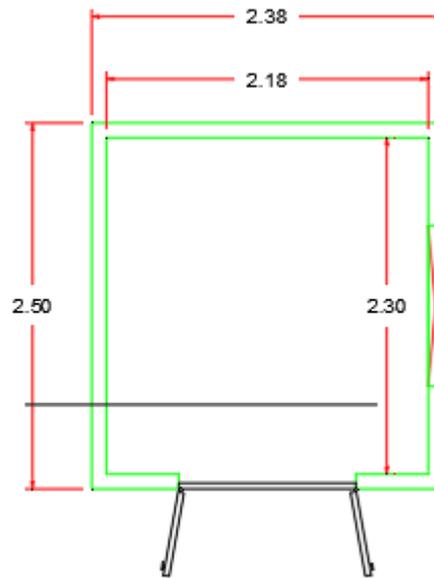
Nelle immagini seguenti si riportano alcune immagini delle strutture in progetto con le caratteristiche dimensionali.



Cabine prefabbricate

Per quanto attiene i manufatti prefabbricati (cabine), essi saranno alloggiati su piastre in c.a. e di opportuno spessore (vedi calcoli riportati di seguito). A vantaggio di sicurezza, il dimensionamento verrà effettuato per la cabina che presenta il maggior carico trasmesso al suolo e il risultato, in termini di spessore e armatura, sarà esteso anche alle altre piastre meno sollecitate.

Cabine di Controllo tipo CEP P25



Lunghezza 2,38 m

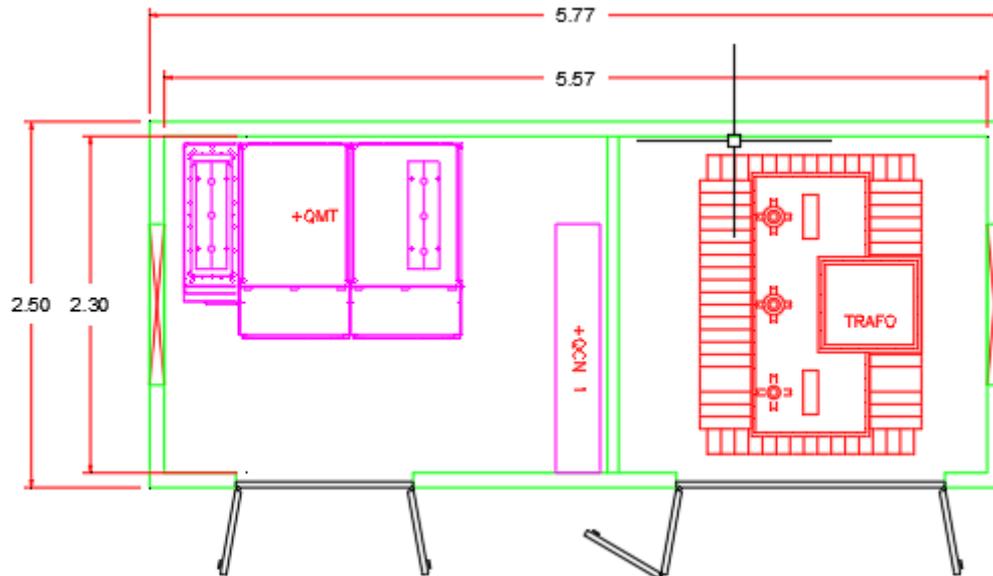
Larghezza 2,50 m

Peso a vuoto compreso vasca passacavi 10700 kg

Sovraccarico Impianti 1000 kg

CARICO PERMANENTE DISTRIBUITO TOTALE = 1966,39 kg/m²

Cabine Quadro Generale tipo CEP P57



Lunghezza 5,77 m

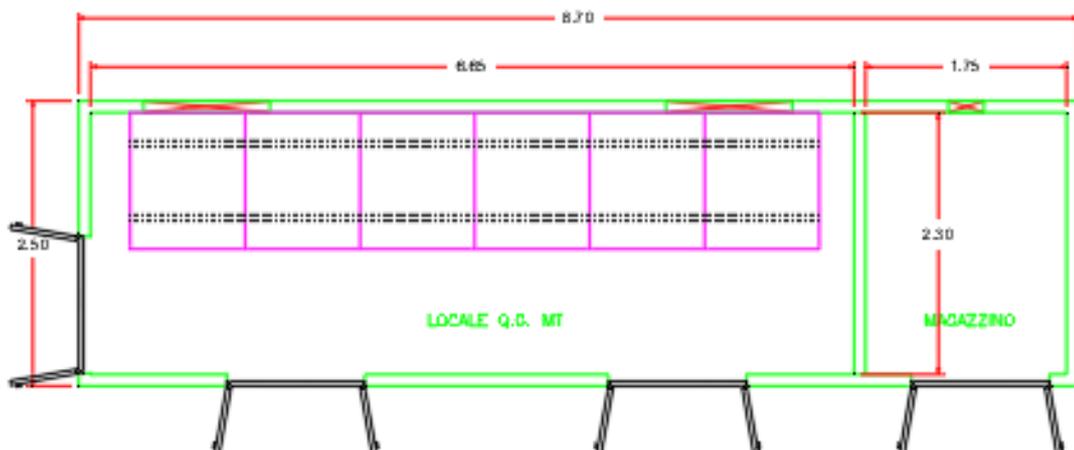
Larghezza 2,50 m

Peso a vuoto compreso vasca passacavi 22000 kg

Sovraccarico Impianti 6000 kg

CARICO PERMANENTE DISTRIBUITO TOTALE = 1941,07 kg/m²

Cabine Quadro Generale del tipo prefabbricato CEP P87



Lunghezza 8,70 m

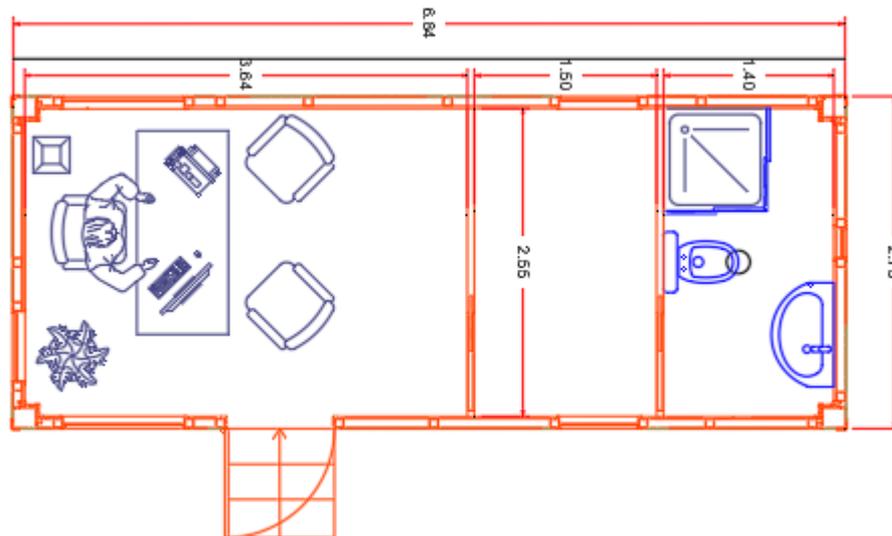
Larghezza 2,50 m

Peso a vuoto compreso vasca passacavi 28000 kg

Sovraccarico Impianti 6000 kg

CARICO PERMANENTE DISTRIBUITO TOTALE = 1563,22 kg/m²

Cabina Control Room



Lunghezza 6,84 m

Larghezza 2,75 m

Peso cabina 17200 kg

Sovraccarico 3800 kg

CARICO PERMANENTE DISTRIBUITO TOTALE = 1116,43 kg/m²

Sulla scorta di quanto sopra riportato, il valore massimo del carico trasmesso al terreno si evidenzia nel caso della tipologia di Cabine P25 con un valore di tensione pari a 1966,39 kg/m². Nel proseguo si riporta il dimensionamento strutturale e la verifica geotecnica di una piastra di fondazione soggetta ad un carico pari a 2000 kg/m².

La piastra di base di ciascuna cabina avrà dimensioni in pianta pari a quelle della cabina stessa ma maggiorate di 0,55 m per lato. Presenteranno uno spessore pari a 40 cm e armate con una rete metallica doppia e simmetrica formata da ferri $\phi 14/15$.

La piastra verrà, inoltre, posta su un letto di posa realizzato con un magrone in calcestruzzo Rck 200 spesso 10 cm armato con singola maglia di rete elettrosaldata $\phi 8/20$.

Sopra la piastra di fondazione saranno poste le vasche in c.a. passacavi aventi un'altezza lorda di 65 cm, e su queste saranno posate le cabine. Il vuoto rimanente ai lati tra lo scavo eseguito e la piastra sarà riempito sempre con pietrame arido di cava con pezzatura media e fine e sovrastante strado di materiale arido inerte di pezzatura fine.

4. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

In base al D.M. 17/01/2018 si è classificato il sito, su base della divisione dei terreni in 7 classi di suolo compreso tra il piano d'imposta delle fondazioni e la formazione di base rigida, basandosi sulla stima della velocità media delle onde sismiche di taglio nei primi 30 m di profondità (V_{s30}).

La valutazione della velocità media delle onde sismiche di taglio nei primi 30 m di profondità V_{s30} è stata condotta mediante il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves). Essa è una tecnica di indagine non invasiva (non è necessario eseguire perforazioni o scavi e ciò limita i costi), che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo, essendo la velocità delle onde di Rayleigh pari circa al 90% di quella delle onde di taglio.

Tali onde viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo.

La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo.

Quindi onde di Rayleigh di diversa lunghezza d'onda forniscono informazioni a diverse profondità del sito. Le informazioni sulla velocità delle onde di taglio V_s del sito fornite sono da intendersi come informazioni medie lungo la profondità.

Nell'impianto in esame sono state condotte diverse prove MASW che hanno fornito valori diversi di V_{s30} . A vantaggio di sicurezza nel seguito si considera il valore minimo dei risultati ottenuti **che fanno rientrare il suolo del sito in esame nella categoria C.**

CATEGORIE DI SOTTOSUOLO - TABELLA 3.2.II DELLE N.T.C., D.M. DEL 17 GENNAIO 2018

C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente con sistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO

Nel seguito si riporta una breve descrizione geologica dell'area dove insisteranno le opere.

Dall'analisi dei risultati delle indagini viene restituito un modello litostratigrafico e geotecnico rappresentativo dell'area oggetto di studio utile ai fini progettuali per la valutazione delle opere di fondazione previste per l'impianto in oggetto.

Attuando un approccio cautelativo alla progettazione si riportano i parametri geotecnici minimi riscontrati dalle indagini effettuate. Tali valori sono ricavati da correlazioni empiriche/statistiche e che quindi dovranno essere integrate e confermate con prove più dettagliate in fase esecutiva.

Di seguito viene riportata in maniera sintetica la stratigrafia dei terreni di fondazione:

- Coltre superficiale (da piano campagna fino a circa 2,00 m di profondità).

Costituito da un livello di areato superficiale (suolo agrario) composto da terreni a grana medio fine, poco consistenti e con scarse caratteristiche fisico-meccaniche. Tale coltre è formata da materiali superficiali alterati litologicamente di natura argillo-limosi. All'interno dello strato 1 a luoghi, a profondità variabile a partire da circa 0,80 mt, in particolare nella zona meridionale dell'area di progetto, si possono ritrovare litologie più competenti afferenti a lenti di areniti silicoclastiche. Per tale strato si possono definire i seguenti parametri geotecnici:

- $c_u = 0,06 \text{ kg/cm}^2$ (coesione non drenata);
- $\phi' = 21^\circ$ (angolo di resistenza a taglio);
- $\gamma = 1780 \text{ kg/m}^3$ (peso dell'unità di volume);
- $\nu = 0,39$ (modulo di Poisson);
- $E_d = 257 \text{ MPa}$ (modulo di compressione edometrica).

- Argille limose da poco a moderatamente consistenti (da 2,00 m fino a 5,50 metri di profondità).

Costituito prevalentemente da litologie argillo-limose parzialmente alterate da poco a mediamente consistenti a grana medio fine aventi mediocri caratteristiche fisicomeccaniche. Per tale strato si possono definire i seguenti parametri geotecnici:

- $c_u = 0,13 \text{ kg/cm}^2$ (coesione non drenata);
- $\phi' = 20,5^\circ$ (angolo di resistenza a taglio);
- $\gamma = 1750 \text{ kg/m}^3$ (peso dell'unità di volume);
- $\nu = 0,39$ (modulo di Poisson);

- $E_d = 340 \text{ MPa}$ (modulo di compressione edometrica).

- Argille limose consistenti (da 5,50 m fino a 12,50 metri di profondità).

Tale livello risulta essere la continuazione verso il basso dello strato precedente ma con migliori caratteristiche meccaniche. Per tale strato si possono definire i seguenti parametri geotecnici:

- $c_u = 0,38 \text{ kg/cm}^2$ (coesione non drenata);

- $\phi' = 24,5^\circ$ (angolo di resistenza a taglio);

- $\gamma = 1850 \text{ Kg/m}^3$ (peso dell'unità di volume);

- $\nu = 0,39$ (modulo di Poisson);

- $E_d = 819 \text{ MPa}$ (modulo di compressione edometrica).

I parametri ottenuti da tale prova sono stati successivamente assunti dal sottoscritto Ing. Vincenzo Agosta a base dei calcoli.

6. CARICHI AGENTI

I carichi che si sono considerati agenti sulla struttura in acciaio del capannone sono:

- Peso proprio della struttura intelaiata;
- Sovraccarico permanente pari al peso dei pannelli di copertura. Tale peso ricavato da cataloghi tecnici è assunto pari a 13,50 kg/m²;
- Sovraccarico accidentale in copertura pari a 50 kg/m², ricavato secondo quanto previsto al punto H della tabella 3.1.II del D.M. 17/01/2018 poiché si tratta di solai accessibili per sola manutenzione;
- Sovraccarico accidentale dovuto alla neve, calcolato secondo quanto previsto al successivo punto 6.1;
- Sovraccarico accidentale dovuto alla spinta del vento, calcolata secondo quanto previsto al successivo punto 6.3;
- Azione termica, assunta pari a ± 25°C essendo strutture esposte alle azioni atmosferiche, secondo quanto previsto al punto 3.5.5 del D.M. 17/01/2018;
- Azione sismica.

6.1. CARICO DOVUTO ALLA NEVE

Il carico della neve sulle opere di copertura degli edifici 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_s è il carico neve sulla copertura;

μ_i è il coefficiente di forma della copertura;

q_{sk} è il valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo [kN/m²], per un periodo di ritorno di 50 anni;

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 Enna è posta in zona III. Poiché il sito in esame si trova a circa 750 m s.l.m., q_{sk} è determinato come:

$$q_{sk} = 0,51 * \left[1 + \left(a_s / 481 \right)^2 \right]$$
$$q_{sk} = 1,75 \text{ kN/m}^2$$

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

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

Il coefficiente μ_i , poiché la copertura è leggermente inclinata, è pari a 0,80, secondo quanto riportato nella tabella 3.4.II.

Tenendo conto delle considerazioni sopra riportate, si ottiene un valore di carico della neve q_s pari a $1,40 \text{ kN/m}^2 \approx 143 \text{ kg/m}^2$.

6.2. 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: Longitudine = 14,304369°
Latitudine = 37,805508°
- 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 (Punto 3.2.2 del D.M. 17/01/2018);
- categoria topografica: T2 (Tabella 3.2.III del D.M. 17/01/2018);
- coefficiente di condizione topografica: 1,2 (Tabella 3.2.VI del D.M. 17/01/2018).

6.3. AZIONE DEL VENTO

Le azioni 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 sui singoli elementi che compongono la costruzione va determinata considerando la combinazione più gravosa delle pressioni agenti sulle due facce di ogni elemento.

Tali azioni si possono considerare come delle azioni statiche, il cui modulo viene determinato secondo l'espressione:

$$p = q_r c_e c_p c_d$$

dove:

- q_r è la pressione cinetica di riferimento;
- c_e è il coefficiente di esposizione;
- c_p è il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione 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.

Pressione cinetica di riferimento q_r

La pressione cinetica di riferimento q_r è data dall'espressione:

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

dove:

- v_r è la velocità di riferimento del vento;
- ρ è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1,25 kg/m³.

Velocità di riferimento

La velocità di riferimento v_r è il valore medio su 10 minuti, a 10 m di altezza dal suolo su un terreno pianeggiante e omogeneo di categoria di esposizione II, riferito al periodo di ritorno di progetto T_R . Tale velocità è definita dalla relazione:

$$v_r = v_b * c_r$$

dove:

- v_b è la velocità base di riferimento;
- c_r è il coefficiente di ritorno, funzione del periodo di ritorno di progetto T_R .

Il coefficiente di ritorno è fornito dalla relazione seguente:

$$c_r = 0,75 \sqrt{1 - 0,2 * \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T_R} \right) \right]}$$

dove T_R è il periodo di ritorno espresso in anni.

Ove non specificato diversamente, si assume $T_R = 50$ anni, cui corrisponde $c_r = 1$.

Di conseguenza:

$$v_r = v_b$$

Velocità base di riferimento

La velocità base di riferimento v_b è il valore medio su 10 minuti, a 10 m di altezza sul suolo su un terreno pianeggiante e omogeneo di categoria di esposizione II, riferito ad un periodo di ritorno $T_R = 50$ anni.

In mancanza di specifiche ed adeguate indagini statistiche, v_b è data dall'espressione:

$$v_b = v_{b,0} * c_a$$

dove:

- $v_{b,0}$ è la velocità base di riferimento al livello del mare, assegnata nella Tab. 3.3.I del D.M. 17/01/2018 in funzione della zona in cui sorge la costruzione;
- c_a è il coefficiente di altitudine fornito dalla relazione:

$$c_a = 1$$

$$a_s \leq a_0$$

$$c_a = 1 + k_a \left(\frac{a_s}{a_0} - 1 \right)$$

$$a_0 < a_s \leq 1500 \text{ m}$$

dove:

- a_0 e k_s sono parametri forniti nella Tab. 3.3.I del D.M. 17/01/2018 in funzione della zona in cui sorge la costruzione;
- a_s è l'altitudine sul livello del mare del sito ove sorge la costruzione.

I valori di riferimento per la Sicilia sono:

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

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

$$k_a = 0,36$$

Nel caso in esame $a_s = 750 \text{ m}$. Essendo $a_s > a_0$, si ottiene

$$c_a = 1 + k_a \left(\frac{a_s}{a_0} - 1 \right) = 1,18$$

e quindi $v_b = c_a * v_{b,0} = 1,18 * 28 = 33,04 \text{ m/sec}$.

In ultima analisi si ottiene una velocità di riferimento $v_r = 33,04 \text{ m/sec}$ e noto tale valore si determina la pressione cinetica di riferimento:

$$q_r = \frac{1}{2} \rho v_r^2 = 682,28 \text{ N/m}^2$$

Coefficiente di esposizione c_e

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 ove 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:

$$c_e(z) = k_r^2 c_t \ln \left(\frac{z}{z_0} \right) \left[7 + c_t \ln \left(\frac{z}{z_0} \right) \right] \quad z \geq z_{\min}$$
$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad z < z_{\min}$$

dove:

k_r , z_0 , z_{\min} sono assegnati in Tab. 3.3.II in funzione della categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione;

ct è il coefficiente di topografia. Il coefficiente di topografia ct è posto generalmente pari a 1, sia per le zone pianeggianti sia per quelle ondulate, collinose e montane.

Tab. 3.3.II - Parametri per la definizione del coefficiente di esposizione

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

Per quanto riguarda la categoria di esposizione essa viene determinata in funzione della classe di rugosità del terreno, riportata nella tabella seguente:

Tabella 3.3.III - Classi di rugosità del terreno

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 15m
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
D	Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,...)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Affinché una costruzione possa dirsi ubicata in classe A o B è necessario che la situazione che contraddistingue la classe permanga intorno alla costruzione per non meno di 1 km e comunque non meno di 20 volte l'altezza della costruzione. Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, a meno di analisi dettagliate, verrà assegnata la classe più sfavorevole.

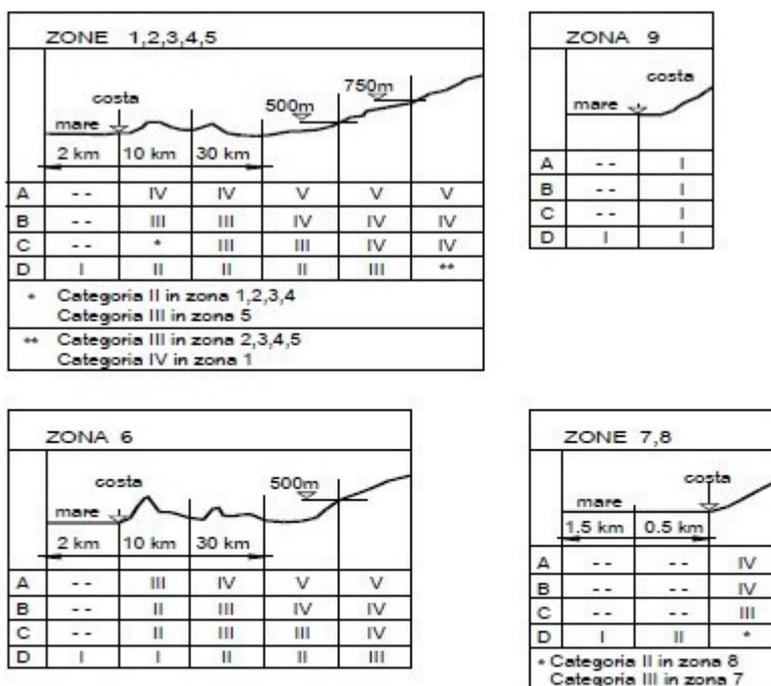


Figura 3.3.2 - Definizione delle categorie di esposizione

Il sito in esame presenta una classe di rugosità D. Poiché la Sicilia si trova in zona 4 e il sito in esame si trova a circa 750 m s.l.m., dalla tabella precedente si determina una categoria di esposizione III.

Dalla Tabella 3.3.II si ricava:

$$k_r = 0,20$$

$$z_0 = 0,10 \text{ m}$$

$$z_{\min} = 5 \text{ m}$$

Coefficiente dinamico c_d

Il coefficiente dinamico tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alla risposta dinamica della struttura.

Esso può essere assunto cautelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali.

Coefficiente di forma c_p

Ai fini della valutazione del coefficiente di forma si assume:

- per elementi sopravento (cioè direttamente investiti dal vento), con inclinazione sull'orizzontale $\alpha \geq 60^\circ$, $c_{pe} = + 0,8$
- per elementi sopravento, con inclinazione sull'orizzontale $20^\circ < \alpha < 60^\circ$, $c_{pe} = +0,03\alpha - 1$
- per elementi sopravento, con inclinazione sull'orizzontale $0^\circ \leq \alpha \leq 20^\circ$ e per elementi sottovento (intendendo come tali quelli non direttamente investiti dal vento o quelli investiti da vento radente) $c_{pe} = - 0,4$

Nella tabella seguente si riportano le sollecitazioni agenti, sia nel caso di azione sopravento che sottovento:

z [m]	qref [N/m ²]	ce	cp	cd	p [N/m ²]
0.5	682.276	0.773262	-0.1	1	-52.7578
2.55	682.276	1.551651	-0.1	1	-105.865
0.5	682.276	0.773262	-0.4	1	-211.031
2.55	682.276	1.551651	-0.4	1	-423.462

7. RELAZIONE SUI MATERIALI

7.1. GENERALITÀ

Per poter garantire la durabilità delle opere in c.a. ed i livelli di sicurezza prefissati è di fondamentale importanza definire i requisiti delle materie prime usate che la definizione delle modalità di esecuzione. Per tale motivo, il calcestruzzo viene specificato come «miscela progettata» con riferimento alle proprietà richieste (calcestruzzo a prestazione).

Con «calcestruzzo a prestazione» secondo le Linee Guida e la norma UNI 9858 si intende un calcestruzzo per il quale il Progettista ha la responsabilità di specificare le prestazioni richieste ed eventuali ulteriori caratteristiche e per il quale l'Appaltatore è responsabile della fornitura di una miscela conforme alle prestazioni richieste e alle eventuali ulteriori caratteristiche.

Tutti i materiali dovranno essere:

- identificati univocamente a cura del produttore;
- qualificati sotto la responsabilità del produttore;
- accettati dal Direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione.

Il calcestruzzo viene specificato come «miscela progettata» con riferimento alle proprietà richieste (calcestruzzo a prestazione) ed in conformità alle norme UNI di riferimento (UNI 9858 – UNI 8981 – UNI 9917 – UNI 9420 – etc.).

L'acciaio dovrà essere prodotto da stabilimenti dotati di un sistema permanente di controllo interno alla produzione che deve assicurare il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito.

Il sistema di qualità del prodotto deve essere predisposto in coerenza alla Norma UNI EN ISO 9001:2000 e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006.

Ai fini della certificazione del sistema di gestione della qualità del processo produttivo, il produttore e l'organismo di certificazione del processo potranno fare utile riferimento alle indicazioni contenute nelle Norme UNI EN 10080:2005, della serie UNI EN 10025:2005, UNI EN 10210:2006 e UNI EN 10219:2006.

7.2. CLASSIFICAZIONE DEL CALCESTRUZZO

I dati fondamentali per i calcestruzzi a prestazione, specificati nel seguito, comprendono:

a- classe di esposizione ambientale;

- b- classe di resistenza;**
- c- classe di consistenza;**
- d- acqua da impasto;**
- e- tipo di cemento,**
- f- tipo di aggregati e loro dimensione massima;**
- g- additivi;**
- h- valore nominale del copri ferro.**

Dopo avere definito ciascuno degli elementi sopra riportati, si potrà procedere alla caratterizzazione prestazionale del calcestruzzo da impiegare per la costruzione delle strutture in cemento armato. Di seguito si procederà con l'analisi e la scelta di ciascuno di tali elementi caratteristici.

7.3. CLASSI DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE

In accordo con la normativa europea UNI EN 206-1 e con quella italiana UNI 11104, il livello di rischio per una determinata opera dipende dalle azioni chimico-fisiche alle quali si presume che potrà essere esposto il calcestruzzo durante il periodo di vita delle opere e che causa effetti che non possono essere classificati come dovuti a carichi o ad azioni indirette quali deformazioni impresse, cedimenti e variazioni. A tal fine, le norme suddette suddividono gli ambienti in base alla tipologia del degrado atteso per le armature e per l'acciaio, individuando delle classi di esposizione ambientale. Ai fini di una corretta prescrizione del calcestruzzo, occorre, quindi, classificare l'ambiente nel quale ciascun elemento strutturale risulterà inserito.

A seconda delle condizioni ambientali, vengono individuate le classi e sottoclassi di esposizione ambientale del calcestruzzo, riportate nella tabella 3.1.

Tabella 3.1 - Classi di esposizione ambientale del calcestruzzo

Classe	Ambiente di esposizione	Esempi di condizioni ambientali
1 - Nessun rischio di corrosione delle armature o di attacco al calcestruzzo		
X0	molto secco	Interni di edifici con umidità relativa molto bassa
2 - Corrosione delle armature indotta da carbonatazione del calcestruzzo		
XC1	Secco	Interni di edifici con umidità relativa bassa
XC2	bagnato, raramente secco	Parti di strutture di contenimento liquidi; fondazioni
XC3	umidità moderata	Interni di edifici con umidità da moderata ad alta; calcestruzzo all'esterno riparato dalla pioggia
XC4	Ciclicamente secco e bagnato	Superfici soggette a contatto con acqua non comprese nella classe XC2
3 - Corrosione indotta dai cloruri		
XD1	umidità moderata	Superfici esposte a spruzzi diretti d'acqua contenente cloruri
XD2	bagnato, raramente secco	Piscine; calcestruzzo esposto ad acque industriali contenenti cloruri
XD3	Ciclicamente secco e bagnato	Parti di ponti; pavimentazioni; parcheggi per auto
4 - Corrosione indotta dai cloruri dell'acqua di mare		
XS1	Esposizione alla salsedine marina ma non in contatto diretto con acqua di mare	Strutture sulla costa o in prossimità
XS2	Sommerse	Parti di strutture marine
XS3	nelle zone di maree, nelle zone soggette a spruzzi	Parti di strutture marine
5 - Attacco da cicli di gelo/disgelo		
XF1	grado moderato di saturazione, in assenza di agenti disgelanti	Superfici verticali esposte alla pioggia e al gelo
XF2	grado moderato di saturazione, in presenza di sali disgelanti	Superfici verticali di opere stradali esposte al gelo e ad agenti disgelanti nebulizzati nell'aria
XF3	grado elevato di saturazione, in assenza di sali disgelanti	Superfici orizzontali esposti alla pioggia e al gelo
XF4	grado elevato di saturazione, in presenza di sali disgelanti	Superfici verticali e orizzontali esposte al gelo e a spruzzi d'acqua contenenti sali disgelanti
6 - Attacco chimico		
XA1	Aggressività debole	
XA2	Aggressività moderata	
XA3	Aggressività forte	

Poiché la classificazione di tabella 3.1 differisce da quella della Norma UNI 9858, si fornisce una correlazione tra le classi di esposizione ambientale dei due documenti (tabella 3.3) e le caratteristiche del calcestruzzo ai fini della durabilità delle opere (tabella 3.4).

Tabella 3.2- Correlazione tra classi di esposizione ambientale

Ambiente d'esposizione (UNI 9858)	Classi di esposizione	
	UNI 9858	Linee Guida / prEN206
Secco/ molto secco ⁽⁰⁾	1	X0 ⁽⁰⁾
Umido senza gelo	2a	XC1 XC2
Debolmente aggressivo	5a	XC3 XD1 XA1 ⁽²⁾
Umido con gelo	2b ⁽¹⁾	XF1
Marino senza gelo	4a	XS1 XD2
Moderatamente aggressivo	5b	XA2 ⁽²⁾ XC4
Umido con gelo e sali disgelanti	3 ⁽¹⁾	XF2 ⁽¹⁾
Marino con gelo	4b ⁽¹⁾	XF3 ⁽¹⁾
Fortemente aggressivo	5c	XD3 XS2 XS3 XF4 ⁽¹⁾ XA3 ⁽²⁾

(0) L'ambiente della classe X0 è definito nelle Linee Guida come «molto secco».

Nel presente progetto, si è considerata una classe di esposizione XC2 per tutti gli elementi strutturali, a cui corrisponde la classe di esposizione 2a secondo la UNI 9858.

Per ogni classe di esposizione ambientale, la normativa impone il rispetto di alcuni requisiti minimi (norma UNI 11140). Tali requisiti sono:

- classe di resistenza caratteristica a compressione minima;
- rapporto acqua/cemento;
- dosaggio minimo di cemento.

7.4. CLASSI DI RESISTENZA

La resistenza a compressione del calcestruzzo è espressa in termini di resistenza caratteristica, definita come quel valore di resistenza al di sotto del quale si può attendere di trovare il 5% della popolazione di tutte le misure di resistenza.

La resistenza caratteristica cubica R_{ck} viene dedotta sulla base dei valori ottenuti da prove a compressione a 28 giorni effettuate su cubi di 150 mm di lato, per aggregati con diametro massimo fino a 32 mm, o di 200 mm di lato per aggregati con diametro massimo maggiore.

La resistenza caratteristica cilindrica f_{ck} viene dedotta sulla base dei valori ottenuti da prove a compressione a 28 giorni effettuate su cilindri di 150 mm di diametro e 300 mm di altezza.

Per indicare la classe di resistenza si utilizza la simbologia Cxx/yy ove xx individua il valore della resistenza caratteristica cilindrica f_{ck} e yy il valore della resistenza caratteristica cubica R_{ck} , entrambi espressi in N/mm^2 ($1 N/mm^2 \approx 10 Kg/cm^2$).

Tabella 3.2 - Classi di resistenza del calcestruzzo

Classe di resistenza	f_{ck} (N/mm^2)	R_{ck} (N/mm^2)	Categoria del calcestruzzo
C8/10	8	10	NON STRUTTURALE
C12/15	12	15	
C16/20	16	20	ORDINARIO
C20/25	20	25	
C25/30	25	30	
C30/37	30	37	
C35/45	35	45	
C40/50	40	50	
C45/55	45	55	

Tabella 3.4 – Caratteristiche del calcestruzzo

Classe di esposizione ambientale	Rapporto a/c massimo	R_{ck} minima (N/mm^2)
XS2 XS3 XA3 XD3 XF4	0.45	45
XS1 XD2 XA2 XC4 XF2 XF3	0.50	40
XA1 XD1 XC3 XF1 XC4	0.55	37
XC1 XC2	0.60	30
1 (UNI 9858) – X0	0.65	25 ⁽¹⁾

(1) Per ambiente molto secco (U.R. < 45%, classe di esposizione X0) è ammesso l'uso di calcestruzzo R_{ck} 20.

Le resistenze caratteristiche R_{ck} di tabella 3.4 sono da considerarsi quelle minime in relazione agli usi indicati nella tabella 3.1.

La definizione di una soglia minima per il dosaggio di cemento risponde all'esigenza di garantire in ogni caso una sufficiente quantità di pasta di cemento, condizione essenziale per ottenere un calcestruzzo indurito a struttura chiusa e poco permeabile. Nelle normali condizioni operative il rispetto dei valori di

Rck e a/c di tabella 3.4 possono comportare dosaggi di cemento anche sensibilmente più elevati del valore minimo indicato.

Tabella 3.5 – Contenuto minimo in cemento

Classe di esposizione ambientale	Contenuto minimo in cemento [Kg/m ³]
XC1 XC2	300
XC3 XD1 XF1 XA1	320
XC4 XS1 XD2 XF2 XF3 XA2	340
XS2 XS3 XD3 XF4 XA3	360

La realizzazione delle opere di fondazione diretta dovrà avvenire utilizzando un conglomerato cementizio confezionato per garantire una resistenza Rck 30 N/mm², $\sigma_{amm}=9,75$ N/mm², cioè di classe di resistenza C25/30, con un rapporto acqua/cemento minore o uguale a 0,60 ed un contenuto minimo in cemento pari a 300 Kg/m³.

7.5. CONSISTENZA

La lavorabilità, indice delle proprietà e del comportamento del calcestruzzo nell'intervallo di tempo tra la produzione e la compattazione dell'impasto nella cassaforma, viene comunemente valutata attraverso la misura della consistenza.

La consistenza, come la lavorabilità, è il risultato di più proprietà reologiche: di conseguenza può essere valutata solo in modo relativo, sulla base del comportamento dell'impasto fresco a determinate modalità di prova.

Per la classificazione della consistenza del calcestruzzo si fa riferimento ai seguenti metodi:

- abbassamento del cono (UNI 9418);
- spandimento (UNI 8020 – metodo B).

I valori di riferimento per ciascun metodo di prova sono indicati nelle tabelle 3.5 e 3.6.

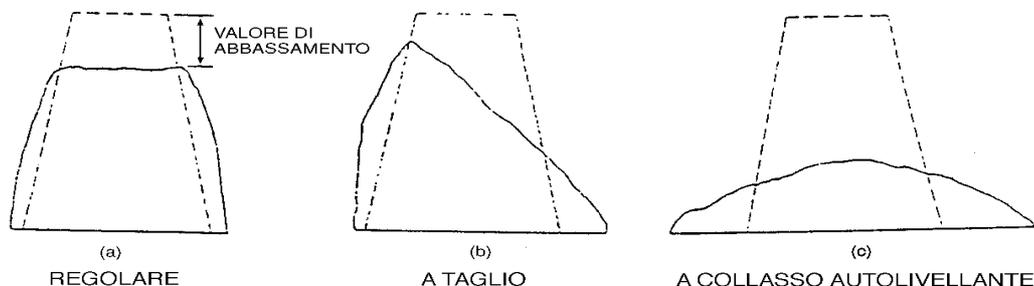
Tabella 3.5 Classi di consistenza - misura dell'abbassamento al cono

Classe di consistenza	Abbassamento mm	Denominazione corrente
S3	da 100 a 150	Semifluida
S4	da 160 a 210	Fluida
S5	> 210	Superfluida

Tabella 3.6 - Classi di consistenza - misura dello spandimento

Classe di consistenza	Spandimento mm
F3	da 420 a 480
F4	da 490 a 550
F5	da 560 a 620
F6	≥ 630

Nella misura dell'abbassamento al cono si hanno tre principali forme di abbassamento:



La prima forma, con abbassamento uniforme senza alcuna rottura della massa, indica comportamento regolare. La seconda forma, con abbassamento asimmetrico (a taglio), spesso indica mancanza di coesione; essa tende a manifestarsi con miscele facili alla segregazione. In caso di persistenza, a prova ripetuta, il calcestruzzo è da ritenere non idoneo al getto.

La terza forma, con abbassamento generalizzato (collasso), indica miscele magre oppure molto umide o, nel caso di calcestruzzi autolivellanti, additate con superfluidificanti.

Per miscele magre tendenti alla rigidità un abbassamento regolare facilmente si può tramutare in uno di tipo a taglio o a collasso. In tal caso ci si dovrà accertare del fenomeno, onde evitare che si indichino valori diversi di abbassamento per campioni della stessa miscela.

La classe di consistenza del calcestruzzo al momento della posa dovrà essere sempre pari o superiore alla classe di abbassamento al cono S4.

7.6. SPECIFICHE PER LA PRODUZIONE DEL CALCESTRUZZO

Come detto in precedenza, per poter garantire la durabilità delle opere in c.a. ed i livelli di sicurezza prefissati, è fondamentale la scelta accurata delle materie prime con cui realizzare il calcestruzzo, quali:

- acqua;
- cemento;
- aggregati;
- additivi;
- aggiunte.

ACQUA D'IMPASTO

L'acqua ha un ruolo fondamentale nella produzione del calcestruzzo, poiché una sua errata scelta o dosaggio può dare origine a fenomeni di ritardo o di accelerazione nel processo di presa e di indurimento, con un possibile conseguente degrado delle strutture. Al fine di evitare tali inconvenienti è necessario che l'acqua di impasto possenga i requisiti previsti dalla norma UNI EN 1008.

Poiché il calcestruzzo usato per opere interrato è un calcestruzzo autocompattante, la norma vieta l'uso di acque di riciclo. Le acque da riciclo, infatti, poiché possono contenere sostanze solide in sospensione, potrebbero compromettere la reologia del calcestruzzo.

CEMENTO

Per il confezionamento del calcestruzzo devono essere usati i cementi che posseggono marcatura CE e siano conformi alle prescrizioni definite dalla norma UNI EN 197-1. Tale norma individua 162 classi di cemento suddivisi per composizione e prestazione.

Nel caso di strutture esposte all'acqua di mare, come nel caso in oggetto, si devono usare cementi pozzolanici o d'altoforno, i quali presentano una maggiore resistenza alla penetrazione dell'agente corrosivo all'interno dell'elemento strutturale.

Nel caso in oggetto, si raccomanda l'uso di cemento Portland definito dalla UNI EN 197-1 come CEM II/A oppure cemento d'altoforno definito dalla UNI EN 197-1 come CEM III/A o CEM III/B. In ogni caso si dovrà garantire la classe di cemento 32.5R.

AGGREGATI

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi riciclo, ottenuti da frantumazione di macerie provenienti dalla demolizione di edifici, di strutture in calcestruzzo armato o dagli scarti di produzione degli stabilimenti di calcestruzzo, conformi alla Norma Europea UNI EN 12620 e della UNI EN 8520-2 e, per gli aggregati leggeri, alla Norma Europea UNI EN 13055-1. I limiti per l'uso di aggregati di riciclo è riportato nella tabella seguente:

Aggregati di riciclo provenienti da	Classe di resistenza del calcestruzzo	Percentuale massima di impiego
Demolizione di edifici	C8/10	Fino al 100%
Demolizione di solo calcestruzzo o c.a.	≤ C30/37	≤ 30%
	≤ C20/27	Fino al 60%

Il sistema di attestazione della conformità di tali aggregati, ai sensi del DPR n°246/93, della Direttiva 89/106/CEE e del D.M. 14/01/2008, è indicato nella seguente tabella:

Specificata tecnica Europea armonizzata di riferimento	Uso previsto	Sistema di attestazione di conformità
Aggregati per calcestruzzo UNI EN 12620 e UNI EN 13055-1	Calcestruzzo strutturale	2+

Gli aggregati dovranno comunque presentare una massa volumica non inferiore a 2600 Kg/m³, al fine di evitare l'uso di materiale poroso che può compromettere la resistenza caratteristica a compressione del calcestruzzo.

Nella realizzazione della malta cementizia dovranno essere usate:

- Sabbia viva con grani assortiti da 0 a 7 mm, non proveniente da rocce in decomposizione, scricchiolante alla mano, pulita, priva di materiale organico o di salsedine;
- Ghiaia, non friabile, priva di sostanze estranee, terra o salsedine. Se sporca, dovrà essere accuratamente lavata.

Gli aggregati usati dovranno, inoltre, essere non gelivi, cioè la capacità di assorbimento di acqua dovrà essere inferiore all'1% in peso, in modo tale da evitare eventuali fenomeni di congelamento interno alla struttura.

ADDITIVI

Gli additivi per calcestruzzo sono classificati dalla norma UNI EN 934-2 in base all'azione che essi hanno sulle proprietà dell'impasto.

Nel caso di opere interrato, per le quali si prevede l'uso di calcestruzzi auto compattanti, si dovrà ricorrere a:

- additivi superfluidificanti provvisti di marcature CE conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 della norma UNI EN 934-2, nel caso in cui il getto sia effettuato nei mesi invernali;
- additivo superfluidificante ritardante provvisto di marcatura CE conforme ai prospetti 11.1 ed 11.2 della norma UNI EN 934-2; nel caso in cui il getto sia realizzato nei mesi estivi.

7.7. COPRIFERRO E DIMENSIONE DEGLI INERTI

Ai fini di preservare le armature dai fenomeni di aggressione ambientale, dovrà essere previsto un idoneo copriferro il cui valore va misurato tra la parete interna del cassero e la generatrice dell'armatura metallica più vicina. Vale pertanto: $c_{nom} = c_{min} + \Delta h$.

In accordo con il D.M. 17/01/2018, il valore minimo del copriferro viene posto pari a 3,50 cm.

7.8. MODALITÀ DI MESSA IN OPERA E DISARMO

I getti saranno opportunamente stipati e vibrati e la loro superficie verrà tenuta umida per almeno tre giorni. Sarà comunque vietata l'esecuzione di getti quando la temperatura esterna è minore di zero gradi.

Il disarmo delle casseformi, nelle costruzioni in cemento armato normale, nelle migliori condizioni atmosferiche, dovrà avvenire:

- non prima di tre giorni per le opere di fondazione.

7.9. CALCESTRUZZO NON STRUTTURALE

Al di sotto di tutte le opere di fondazione delle strutture in cemento armato, per livellare nel miglior modo possibile il piano di posa delle fondazioni, si dovrà eseguire un getto di calcestruzzo magro. Poiché tale calcestruzzo non ha nessuna funzione strutturale, si potrà eseguire il getto con un calcestruzzo di classe C12/15.

7.10. PRESCRIZIONI SULLE TIPOLOGIE DI ACCIAIO

Nel presente progetto dovrà essere usato acciaio saldabile tipo B450C, qualificato secondo le Norme riportate in premessa. L'acciaio B450C dovrà essere caratterizzato dai seguenti valori nominali di tensioni caratteristiche di snervamento e rottura:

$f_{y,nom}$	450	N/mm ²
$f_{t,nom}$	540	N/mm ²

Tali tensioni sono poste a base dei calcoli.

Inoltre deve rispettare i requisiti riportati nella tabella seguente:

Caratteristiche		Requisiti
Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	$\geq f_{y,nom}$
Tensione caratteristica di rottura	f_{tk}	$\geq f_{t,nom}$
$(f_t/f_y)_k$		$\geq 1,15$
		$\leq 1,35$
$(f_y/f_{y,nom})_k$		$\leq 1,25$
Allungamento		$\geq 7,5\%$
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche		
$12 \leq \phi \leq 16$ mm		5 ϕ

L'acciaio per cemento armato deve essere prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti e tralicci.

Prima della fornitura in cantiere i singoli elementi possono essere saldati, presagomati o preassemblati sotto la vigilanza del Direttore dei Lavori o in centri di trasformazione.

Tutti gli acciai usati come ferri d'armatura per il calcestruzzo devono essere ad aderenza

7.11. ACCIAIO STRUTTURALE

I prodotti in acciaio adoperati nella costruzione metallica presentano due tipi di caratteristiche che intervengono nei calcoli di resistenza dei materiali. Si tratta, da una parte, delle caratteristiche meccaniche intrinseche, funzione del tipo di acciaio, e, dall'altra parte, delle caratteristiche geometriche e d'inerzia proprie del prodotto e che dipendono dalle sue dimensioni e dalla sua geometria.

La nozione di non fragilità a bassa temperatura che si esprime in energia di rottura (Resilienza) costituisce un elemento fondamentale per la scelta degli acciai ad alto limite di elasticità destinati alla

costruzione metallica, in modo particolare per le strutture molto sollecitate e sottoposte a basse temperature.

Gli acciai sono anche caratterizzati dalla loro composizione chimica che non interviene direttamente nella resistenza dei materiali ma che ha un ruolo importante in particolare su aspetti quali la saldabilità e nel comportamento alla corrosione delle opere metalliche.

I calcoli di resistenza dei materiali devono tenere in conto le seguenti caratteristiche meccaniche fondamentali degli acciai:

- il carico unitario di snervamento R_e in N/mm^2 . Fintanto che le tensioni in servizio non superano il valore di R_e , l'elemento sollecitato dall'azione ritorna allo stato iniziale al cessare dell'azione stessa. Nelle formule di resistenza dei materiali, la tensione elastica è designata da σ_e il cui limite è R_e . R_e è un dato fondamentale nei calcoli di resistenza dei materiali. Dato che per certi acciai la soglia di limite elastico non è sempre marcata, si definiscono allora dei limiti convenzionali dove si valutano un allungamento permanente debole ma misurabile con precisione come il 0,2 % per esempio. Questo valore è indicato con $R_{p0,2}$.

- il modulo di elasticità E in N/mm^2 . È il coefficiente di proporzionalità tra l'azione interna (o la tensione) e l'allungamento in campo elastico. È un dato costante per tutti gli acciai: $E = 210000 N/mm^2$. Lo stesso valore può essere usato per la maggior parte degli acciai inossidabili. Questa caratteristica E ha una incidenza diretta sulla freccia delle travi sottoposte a sollecitazioni di flessione.

- l'allungamento alla rottura A in %. Questo dato caratterizza in parte la capacità di deformazione dell'acciaio. Nel caso di superamento accidentale del limite elastico, l'allungamento può apparire come una riserva di sicurezza che può evitare il crollo dell'opera. Mentre le norme impongono allungamenti minimi funzione del tipo di acciaio dell'ordine del 20%, l'Eurocode 3 ammette un limite minimo del 15%.

- Un altro dato di base è fornito contemporaneamente alle precedenti caratteristiche, trattasi della resistenza a trazione R_m in N/mm^2 . Queste caratteristiche intrinseche di un acciaio sono determinate da prove di trazioni effettuate su provette prelevate, in accordo a modalità normalizzate, su un campione del prodotto in questione.

Per la realizzazione della struttura portante in acciaio si dovranno usare profilati in acciaio avente le seguenti caratteristiche:

- Acciaio S275JR secondo UNI EN 10025, zincabile, avente le seguenti caratteristiche meccaniche:

- tensione di rottura a trazione $f_t \geq 400 N/mm^2$

- tensione di snervamento $f_y \geq 225 \text{ N/mm}^2$

- allungamento percentuale longitudinale = 22 %

- Saldature: le saldature dovranno essere realizzate per fusione, secondo la tipologia di giunti “testa a testa” e di classe I come richiesto dalla UNI 7278.

8. CRITERI DI CALCOLO DELLE STRUTTURE

Sono illustrati con la presente i risultati dei calcoli che riguardano il progetto delle armature, la verifica delle tensioni di lavoro dei materiali con riferimento alla struttura intelaiata in c.a..

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 le masse ai fini del calcolo delle forze di piano siano concentrate alle loro quote.

8.1. CRITERI USATI PER LA MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA

La struttura è stata modellata con il metodo degli elementi finiti utilizzando vari elementi di libreria specializzati per schematizzare i vari elementi strutturali.

Per gli elementi strutturali bidimensionali quali pareti a taglio, setti, nuclei irrigidenti, piastre o superfici generiche viene utilizzato un modello finito a 3 o 4 nodi di tipo shell che modella sia il comportamento membranale (lastra) che flessionale (piastra).

Tale elemento finito di tipo isoparametrico viene modellato con funzioni di forma di tipo polinomiale che rappresentano una soluzione congruente ma non esatta nello spirito del metodo FEM.

Per questo tipo di elementi finiti la precisione dei risultati ottenuti dipenderà quindi dalla forma e densità della MESH.

Il metodo è efficiente per il calcolo degli spostamenti nodali ed è sempre rispettoso dell'equilibrio a livello nodale con le azioni esterne.

La precisione nel calcolo delle tensioni è inferiore a quella ottenuta nel calcolo degli spostamenti, inoltre è fortemente dipendente dalla mesh.

Le verifiche saranno effettuate sia direttamente sullo stato tensionale ottenuto, per le azioni di tipo statico e di esercizio, mentre per le azioni dovute al sisma ed in genere per le azioni che provocano elevata domanda di deformazione anelastica, sulle risultanti (forze e momenti) agenti globalmente su una sezione dell'oggetto strutturale (muro a taglio, trave accoppiamento, etc..)

Nel modello vengono tenuti in conto i disassamenti tra i vari elementi strutturali schematizzandoli come vincoli cinematici rigidi.

La presenza di eventuali orizzontamenti sono tenuti in conto o con vincoli cinematici rigidi o modellando la soletta con elementi SHELL.

L'analisi delle sollecitazioni viene condotta in fase elastica lineare tenendo conto eventualmente degli effetti del secondo ordine.

I vincoli tra i vari elementi strutturali e con il terreno sono modellati in maniera congruente al reale comportamento strutturale, in particolare per le connessioni tra aste in acciaio o legno.

I legami costitutivi utilizzati nelle analisi globali finalizzate al calcolo delle sollecitazioni sono elastico lineari.

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 rigidezza 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.

Nel modello vengono tenuti in conto i disassamenti tra i vari elementi strutturali schematizzandoli come vincoli cinematici rigidi.

Le sollecitazioni derivanti dalle azioni sismiche possono essere ottenute sia da analisi statiche equivalenti che da analisi dinamiche modali.

8.2. COMBINAZIONI DI CALCOLO

Le combinazioni di calcolo considerate 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 del D.M. 17/01/2018; queste sono:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU) (equazione 2.5.1 del D.M. 17/01/2018)
- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili (equazione 2.5.3 del D.M. 17/01/2018)

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine (equazione 2.5.4 del D.M. 17/01/2018)

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_{Gi} e γ_{Qi} sono riportati nella tabella 2.6.I del D.M. 17/01/2018.

8.1. ANALISI SISMICA DINAMICA

L'analisi sismica dinamica è stata svolta con il metodo dell'analisi modale; la ricerca dei modi e delle relative frequenze è stata perseguita con il metodo di Jacobi.

I modi di vibrazione considerati sono in numero tale da assicurare l'eccitazione di più dell'85% della massa totale della struttura.

Per ciascuna direzione di ingresso del sisma si sono valutate le forze applicate spazialmente agli impalcati di ogni piano (forza in X, forza in Y e momento).

Le forze orizzontali così calcolate vengono ripartite fra gli elementi irrigidenti (pilastri e pareti di taglio), ipotizzando i solai dei piani sismici infinitamente rigidi assialmente.

Per la verifica della struttura si è fatto riferimento all'analisi modale, pertanto sono prima calcolate le sollecitazioni e gli spostamenti modali e poi viene calcolato il loro valore efficace.

I valori stampati nei tabulati finali allegati sono proprio i suddetti valori efficaci e pertanto l'equilibrio ai nodi perde di significato. I valori delle sollecitazioni sismiche sono combinate linearmente (in somma e in differenza) con quelle per carichi statici per ottenere le sollecitazioni per sisma nelle due direzioni di calcolo.

Gli angoli delle direzioni di ingresso dei sismi sono valutati rispetto all'asse X del sistema di riferimento globale.

8.2. VERIFICHE

Il metodo di verifica della sicurezza adottato è quello degli Stati Limite (SL) che prevede due insiemi di verifiche rispettivamente per gli stati limite ultimi S.L.U. e gli stati limite di esercizio S.L.E..

La sicurezza viene quindi garantita progettando i vari elementi resistenti in modo da assicurare che la loro resistenza di calcolo sia sempre maggiore della corrispondente domanda in termini di azioni di calcolo.

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.

Le prestazioni della struttura e la vita nominale sono riportati nei successivi tabulati di calcolo della struttura.

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

Si è concordato con il committente 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 (SLO)**
- **Stato Limite di Danno (SLD)**

Gli stati limite ultimi sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)**
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC)**

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR , 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%

In particolare si è verificata:

- la sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi (**SLU**) 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 sono stati 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. I valori utilizzati sono riportati nei tabulati di calcolo.
- La sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio (**SLE**) che possono limitare nell'uso e nella durata l'utilizzo della struttura per le azioni di esercizio. I valori limite, così come definiti nelle norme tecniche, sono riportati nei tabulati di calcolo.
- La sicurezza nei riguardi dello stato limite del danno (**SLD**) causato da azioni sismiche con opportuni periodi di ritorno, definiti dalle norme vigenti per le costruzioni in zona sismica.

- Per quando riguarda le fasi costruttive intermedie la struttura non risulta cimentata in maniera più gravosa della fase finale.

Secondo quanto previsto dalla normativa le verifiche devono essere effettuate almeno nei confronti dei seguenti stati limite:

- *SLU di tipo geotecnico (GEO)*
 - collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno
 - collasso per scorrimento sul piano di posa
 - stabilità globale
- *SLU di tipo strutturale (STR)*
 - raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali, accertando per ogni stato limite considerato la sollecitazione agente sia minore o al più uguale a quella resistente.

La verifica di stabilità globale deve essere effettuata secondo l'Approccio 1:

- Combinazione 2: (A2+M2+R2)

tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II per le azioni e i parametri geotecnici e nella Tabella 6.8.I per le resistenze globali.

La rimanenti verifiche devono essere effettuate applicando la combinazione (A1+M1+R3) di coefficienti parziali prevista dall'Approccio 2, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.4.I.

- Un'unica combinazione (A1+M1+R3).

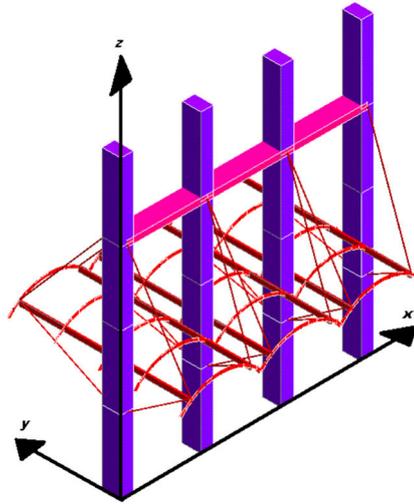
La ripartizione dei carichi, data la natura matriciale del calcolo, tiene automaticamente conto della rigidità relativa delle varie travate convergenti su ogni nodo.

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.

8.3. SISTEMI DI RIFERIMENTO

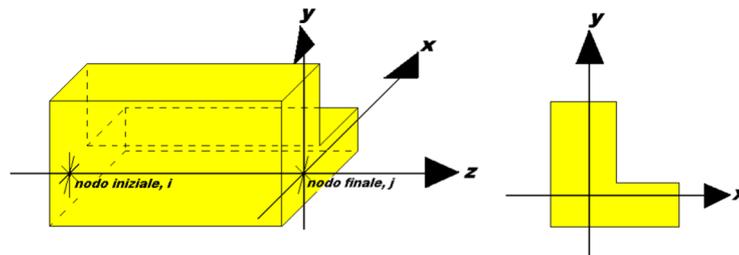
1) SISTEMA GLOBALE DELLA STRUTTURA SPAZIALE

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:



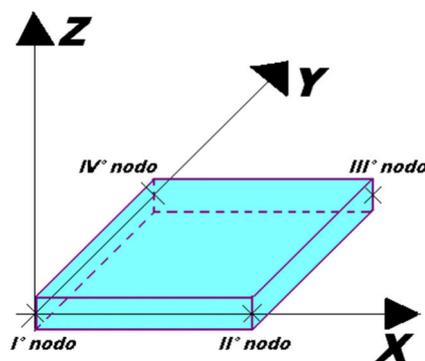
2) SISTEMA LOCALE DELLE ASTE

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:



8.4. UNITÀ DI MISURA

Si adottano le seguenti unità di misura:

[lunghezze] = m

[forze] = kgf / daN

[tempo] = sec

[temperatura] = °C

8.5. CONVENZIONE 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.

9. ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO

Produttore	S.T.S. srl
Titolo	CDSWin
Versione	Rel. 2020
Nro Licenza	24058

Ragione sociale completa del produttore del software:

S.T.S. s.r.l. Software Tecnico Scientifico S.r.l.

Via Tre Torri n°11 – Complesso Tre Torri

95030 Sant'Agata li Battiati (CT).

9.1. AFFIDABILITA' DEI CODICI UTILIZZATI

L'affidabilità del codice utilizzato e la sua idoneità al caso in esame, è stata attentamente verificata sia effettuando il raffronto tra casi prova di cui si conoscono i risultati esatti sia esaminando le indicazioni, la documentazione ed i test forniti dal produttore stesso.

La S.T.S. s.r.l., a riprova dell'affidabilità dei risultati ottenuti, fornisce direttamente on-line i test sui casi prova liberamente consultabili all' indirizzo:

<http://www.stsweb.it/STSWeb/ITA/homepage.htm>

9.2. VALIDAZIONE DEI CODICI

L'opera in esame non è di importanza tale da necessitare un calcolo indipendente eseguito con altro software da altro calcolista.

9.3. INFORMAZIONI SULL'ELABORAZIONE

Il software è dotato di propri filtri e controlli di autodiagnostica che intervengono sia durante la fase di definizione del modello sia durante la fase di calcolo vero e proprio.

In particolare il software è dotato dei seguenti filtri e controlli:

- Filtri per la congruenza geometrica del modello generato
- Controlli a priori sulla presenza di elementi non connessi, interferenze, mesh non congruenti o non adeguate.

Filtri sulla precisione numerica ottenuta, controlli su labilità o eventuali mal condizionamenti delle matrici, con verifica dell'indice di condizionamento.

Controlli sulle verifiche sezionali e sui limiti dimensionali per i vari elementi strutturali in funzione della normativa utilizzata.

Controlli e verifiche sugli esecutivi prodotti.

Rappresentazioni grafiche di post-processo che consentono di evidenziare eventuali anomalie sfuggite all' autodiagnostica automatica.

In aggiunta ai controlli presenti nel software si sono svolti appositi calcoli su schemi semplificati, che si riportano nel seguito, che hanno consentito di riscontrare la correttezza della modellazione effettuata per la struttura in esame.

9.4. GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA'

Il software utilizzato ha permesso di modellare analiticamente il comportamento fisico della struttura utilizzando la libreria disponibile di elementi finiti.

Le funzioni di visualizzazione ed interrogazione sul modello hanno consentito di controllare sia la coerenza geometrica che la adeguatezza delle azioni applicate rispetto alla realtà fisica.

Inoltre la visualizzazione ed interrogazione dei risultati ottenuti dall'analisi quali: sollecitazioni, tensioni, deformazioni, spostamenti e reazioni vincolari, hanno permesso un immediato controllo di tali valori con i risultati ottenuti mediante schemi semplificati della struttura stessa.

Si è inoltre riscontrato che le reazioni vincolari sono in equilibrio con i carichi applicati, e che i valori dei taglianti di base delle azioni sismiche sono confrontabili con gli omologhi valori ottenuti da modelli SDOF semplificati.

Sono state inoltre individuate un numero di travi ritenute significative e, per tali elementi, è stata effettuata una apposita verifica a flessione e taglio.

Le sollecitazioni fornite dal solutore per tali travi, per le combinazioni di carico indicate nel tabulato di verifica del CDSWin, sono state validate effettuando gli equilibri alla rotazione e traslazione delle dette travi, secondo quanto meglio descritto nel calcolo semplificato, allegato alla presente relazione.

Si sono infine eseguite le verifiche di tali travi con metodologie semplificate e, confrontandole con le analoghe verifiche prodotte in automatico dal programma, si è potuto riscontrare la congruenza di tali risultati con i valori riportati dal software.

Si è inoltre verificato che tutte le funzioni di controllo ed autodiagnostica del software abbiano dato tutte esito positivo.

Da quanto sopra esposto si può quindi affermare che il calcolo è andato a buon fine e che il modello di calcolo utilizzato è risultato essere rappresentativo della realtà fisica, anche in funzione delle modalità e sequenze costruttive.

9.5. PRESTAZIONI ATTESE AL COLLAUDO

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

Ai fini della verifica delle prestazioni il collaudatore farà riferimento ai valori di tensioni, deformazioni e spostamenti desumibili dall'allegato fascicolo dei calcoli statici per il valore delle le azioni pari a quelle di esercizio.

9.6. DURABILITÀ

Particolare cura è stata posta per garantire la durabilità della struttura, con la consapevolezza che tutte le prestazioni attese potranno essere garantite solo mediante opportune procedure da seguire non solo in fase di progettazione, ma anche di costruzione, manutenzione e gestione dell'opera; si dovranno, inoltre, utilizzare 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.

Per garantire la durabilità della struttura sono stati presi in considerazioni opportuni stati limite di esercizio (SLE) in funzione dell'uso e dell'ambiente in cui la struttura dovrà vivere limitando sia gli stati tensionali sia, nel caso delle opere in calcestruzzo, l'ampiezza delle fessure. La definizione quantitativa delle prestazioni, la classe di esposizione e le verifiche sono riportati nei tabulati di calcolo.

10. TABULATI DI CALCOLO

10.1. SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA INPUT

Le sezioni delle aste in c.a.o. riportate nel seguito sono state raggruppate per tipologia. Le tipologie disponibili sono le seguenti:

1) RETTANGOLARE

2) a T

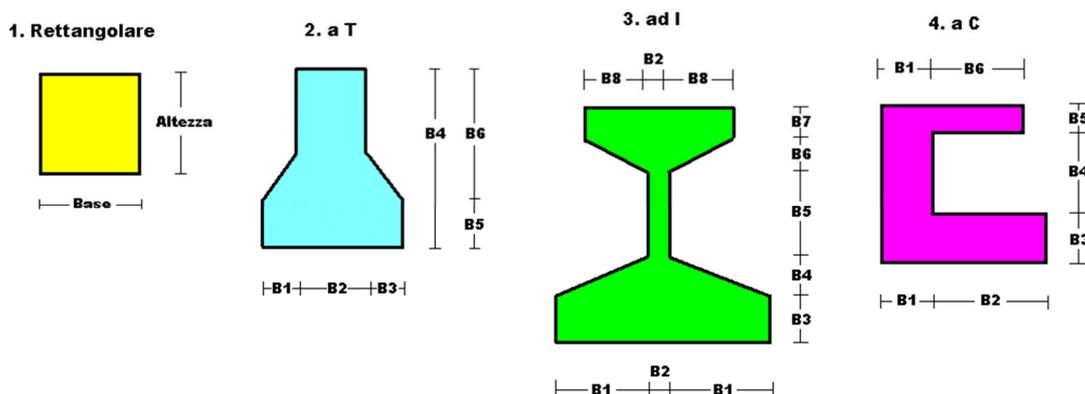
3) ad I

4) a C

5) CIRCOLARE

6) POLIGONALE

Nelle tabelle sono usate alcune sigle il cui significato è spiegato dagli schemi riportati in appresso:



Per quanto attiene alla tipologia poligonale le diciture V1, V2, ..., V10 individuano i vertici della sezione descritta per coordinate.

In coda alle presenti stampe viene riportata la tabellina riassuntiva delle caratteristiche statiche delle sezioni in parola in termini di area, momenti di inerzia baricentrici rispetto all'asse X ed Y (I_{xg} ed I_{yg}) e momento d'inerzia polare (I_p).

10.2. SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA MATERIALI

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

Materiale	:	<i>Numero identificativo del materiale in esame</i>
N.ro	:	
Densità	:	<i>Peso specifico del materiale</i>
Ex * 1E3	:	<i>Modulo elastico in direzione x moltiplicato per 10 al cubo</i>
Ni.x	:	<i>Coefficiente di Poisson in direzione x</i>
Alfa.x	:	<i>Coefficiente di dilatazione termica in direzione x</i>
Ey * 1E3	:	<i>Modulo elastico in direzione y moltiplicato per 10 al cubo</i>
Ni.y	:	<i>Coefficiente di Poisson in direzione y</i>
Alfa.y	:	<i>Coefficiente di dilatazione termica in direzione y</i>
E11 * 1E3	:	<i>Elemento della matrice elastica moltiplicato per 10 al cubo, 1a riga - 1a colonna</i>
E12 * 1E3	:	<i>Elemento della matrice elastica moltiplicato per 10 al cubo, 1a riga - 2a colonna</i>
E13 * 1E3	:	<i>Elemento della matrice elastica moltiplicato per 10 al cubo, 1a riga - 3a colonna</i>
E22 * 1E3	:	<i>Elemento della matrice elastica moltiplicato per 10 al cubo, 2a riga - 2a colonna</i>
E23 * 1E3	:	<i>Elemento della matrice elastica moltiplicato per 10 al cubo, 2a riga - 3a colonna</i>
E33 * 1E3	:	<i>Elemento della matrice elastica moltiplicato per 10 al cubo, 3a riga - 3a colonna</i>

10.3. SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA ASTE

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

Crit.N.ro	:	<i>Numero indicativo del criterio di progetto</i>
Elem.	:	<i>Tipo di elemento strutturale</i>
%Rig.Tors.	:	<i>Percentuale di rigidità torsionale</i>
Mod. E	:	<i>Modulo di elasticità normale</i>
Poisson	:	<i>Coefficiente di Poisson</i>
Sgmc	:	<i>Tensione massima di esercizio del calcestruzzo</i>
tauc0	:	<i>Tensione tangenziale minima</i>
tauc1	:	<i>Tensione tangenziale massima</i>
Sgmf	:	<i>Tensione massima di esercizio dell'acciaio</i>
Om.	:	<i>Coefficiente di omogeneizzazione</i>
Gamma	:	<i>Peso specifico del materiale</i>
Copristaffa	:	<i>Distanza tra il lembo esterno della staffa ed il lembo esterno della sezione in calcestruzzo</i>
Fi min.	:	<i>Diametro minimo utilizzabile per le armature longitudinali</i>
Fi st.	:	<i>Diametro delle staffe</i>
Lar. st.	:	<i>Larghezza massima delle staffe</i>
Psc	:	<i>Passo di scansione per i diagrammi delle caratteristiche</i>
Pos.pol.	:	<i>Numero di posizioni delle armature per la verifica di sezioni poligonali</i>
D arm.	:	<i>Passo di incremento dell'armatura per la verifica di sezioni poligonali</i>
Iteraz.	:	<i>Numero massimo di iterazioni per la verifica di sezioni poligonali</i>
Def. Tag.	:	<i>Deformabilità a taglio (si, no)</i>
%Scorr.Staf	:	<i>Percentuale di scorrimento da far assorbire alle staffe</i>
P.max staffe	:	<i>Passo massimo delle staffe</i>
P.min.staff e	:	<i>Passo minimo delle staffe</i>
tMt min.	:	<i>Tensione di torsione minima al di sotto del quale non si arma a torsione</i>
Ferri parete	:	<i>Presenza di ferri di parete a taglio</i>
Ecc.lim.	:	<i>Eccentricità M/N limite oltre la quale la verifica viene effettuata a flessione pura</i>
Tipo ver.	:	<i>Tipo di verifica (0 = solo Mx; 1 = Mx e My separate; 2 = deviata)</i>
Fl.rett.	:	<i>Flessione retta forzata per sezioni dissimmetriche ma simmetrizzabili (0 = no; 1 = si)</i>

- Den.X pos.** : Denominatore della quantità q^*l^*l per determinare il momento M_x minimo per la copertura del diagramma positivo
- Den.X neg.** : Denominatore della quantità q^*l^*l per determinare il momento M_x minimo per la copertura del diagramma negativo
- Den.Y pos.** : Denominatore della quantità q^*l^*l per determinare il momento M_y minimo per la copertura del diagramma positivo
- Den.Y neg.** : Denominatore della quantità q^*l^*l per determinare il momento M_y minimo per la copertura del diagramma negativo
- %Mag.car.** : Percentuale di maggiorazione dei carichi statici della prima combinazione di carico
- Linear.** : Coefficiente descrittivo del comportamento dell'asta:
1 = comportamento lineare sia a trazione che a compressione
2 = comportamento non lineare sia a trazione che a compressione.
3 = comportamento lineare solo a trazione.
4 = comportamento non lineare solo a trazione.
5 = comportamento lineare solo a compressione.
6 = comportamento non lineare solo a compressione.
- Appesi** : Flag di disposizione del carico sull'asta (1 = appeso, cioè applicato all'intradosso; 0 = non appeso, cioè applicato all'estradosso)
- Min. T/sigma** : Verifica minimo T/σ (1 = si; 0 = no)
- Verif.Alette** : Verifica alette travi di fondazione (1 = si; 0 = no)
- Kwinkl.** : Costante di sottofondo del terreno

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

- Cri.Nro** : Numero identificativo del criterio di progetto
- Tipo Elem.** : Tipo di elemento: trave di elevazione, trave di fondazione, pilastro
- fck** : Resistenza caratteristica del calcestruzzo
- fcd** : Resistenza di calcolo del calcestruzzo

rcd	:	<i>Resistenza di calcolo a flessione del calcestruzzo (massimo del diagramma parabola rettangolo)</i>
fyk	:	<i>Resistenza caratteristica dell'acciaio</i>
fyd	:	<i>Resistenza di calcolo dell'acciaio</i>
Ey	:	<i>Modulo elastico dell'acciaio</i>
ec0	:	<i>Deformazione limite del calcestruzzo in campo elastico</i>
ecu	:	<i>Deformazione ultima del calcestruzzo</i>
eyu	:	<i>Deformazione ultima dell'acciaio</i>
Ac/At	:	<i>Rapporto dell'incremento fra l'armatura compressa e quella tesa</i>
Mt/Mtu	:	<i>Rapporto fra il momento torcente di calcolo e il momento torcente resistente ultimo del calcestruzzo al di sotto del quale non si arma a torsione</i>
Wra	:	<i>Ampiezza limite della fessura per combinazioni rare</i>
Wfr	:	<i>Ampiezza limite della fessura per combinazioni frequenti</i>
Wpe	:	<i>Ampiezza limite della fessura per combinazioni permanenti</i>
σ^c Rara	:	<i>Sigma massima del calcestruzzo per combinazioni rare</i>
σ^c Perm	:	<i>Sigma massima del calcestruzzo per combinazioni permanenti</i>
σ^f Rara	:	<i>Sigma massima dell'acciaio per combinazioni rare</i>
SpRar	:	<i>Rapporto fra la lunghezza dell'elemento e lo spostamento massimo per combinazioni rare</i>
SpPer	:	<i>Rapporto fra la lunghezza dell'elemento e lo spostamento massimo per combinazioni permanenti</i>
Coef.Visc.:	:	<i>Coefficiente di viscosità</i>

10.4. SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA COORDINATE NODI

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella coordinate nodi.

Nodo3d : *Numero del nodo spaziale*

Coord.X	: <i>Coordinata X del punto nel sistema di riferimento globale</i>
Coord.Y	: <i>Coordinata Y del punto nel sistema di riferimento globale</i>
Coord.Z	: <i>Coordinata Z del punto nel sistema di riferimento globale</i>
Filo	: <i>Numero del filo per individuare le travate in c.a.</i>
Piano Sism.	: <i>Numero del piano rigido di appartenenza del nodo</i>
Peso	: <i>Peso sismico del nodo; ogni canale di carico è stato moltiplicato per il proprio coefficiente di riduzione del sovraccarico</i>

10.5. SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA SHELL SPAZIALI

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella dati di shell spaziale.

Shell	: <i>Numero dello shell spaziale</i>
Filo 1	: <i>Numero del filo del primo nodo</i>
Filo 2	: <i>Numero del filo del secondo nodo</i>
Filo 3	: <i>Numero del filo del terzo nodo</i>
Filo 4	: <i>Numero del filo del quarto nodo</i>
Quota 1	: <i>Quota del primo nodo</i>
Quota 2	: <i>Quota del secondo nodo</i>
Quota 3	: <i>Quota del terzo nodo</i>
Quota 4	: <i>Quota del quarto nodo</i>
Nod3d 1	: <i>Numero del primo nodo</i>

Nod3d 2	: Numero del secondo nodo
Nod3d 3	: Numero del terzo nodo
Nod3d 4	: Numero del quarto nodo
Sez. N.ro	: Numero in archivio della sezione
Spess	: Spessore dello shell
Kwinkl	: Costante di Winkler del terreno se l'elemento è di fondazione; 0 se è di elevazione
Tipo Mat.	: Numero dell'archivio per il tipo di materiale
Mesh X	: Numero di suddivisioni del macro elemento sull'asse X locale
Mesh Y	: Numero di suddivisioni del macro elemento sull'asse Y locale

10.6. SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA CARICHI

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nelle tabelle carichi termici aste, carichi distribuiti aste, carichi concentrati, carichi termici shell e carichi shell.

CARICHI ASTE

- Asta3d	: Numero dell'asta spaziale
- Dt	: Delta termico costante
- ALI.SISMICA	: Coefficiente di riduzione del sovraccarico per la condizione in stampa ai fini del calcolo della massa sismica
- Riferimento	: Sistema di riferimento dei carichi (0 globale ; 1 locale)
- Qx	: Carico distribuito in direzione X sul nodo iniziale
- Qy	: Carico distribuito in direzione Y sul nodo iniziale
- Qz	: Carico distribuito in direzione Z sul nodo iniziale

- **Qx** : Carico distribuito in direzione X sul nodo finale
- **Qy** : Carico distribuito in direzione Y sul nodo finale
- **Qz** : Carico distribuito in direzione Z sul nodo finale
- **Mt** : Momento torcente distribuito

CARICHI CONCENTRATI

- **Nodo3d** : Numero del nodo spaziale
- **Fx** : Forza in direzione X nel sistema di riferimento globale
- **Fy** : Forza in direzione Y nel sistema di riferimento globale
- **Fz** : Forza in direzione Z nel sistema di riferimento globale
- **Mx** : Momento in direzione X nel sistema di riferimento globale
- **My** : Momento in direzione Y nel sistema di riferimento globale
- **Mz** : Momento in direzione Z nel sistema di riferimento globale

CARICHI SHELL

- **Shell** : Numero dello shell spaziale
- **Dt** : Delta termico costante
- **Riferimento** : Sistema di riferimento delle pressioni e dei carichi distribuiti; verticale è la direzione dell'asse Z del sistema di riferimento globale, normale è la direzione ortogonale all'elemento per le pressioni e ortogonale al lato per i carichi distribuiti. Codici:

0 = pressione verticale e carico normale

1 = pressione normale e carico verticale

2 = pressione normale e carico normale

3 = pressione verticale e carico verticale

- **P.a** : Pressione sul primo vertice dello shell
- **P.b** : Pressione sul secondo vertice dello shell
- **P.c** : Pressione sul terzo vertice dello shell
- **P.d** : Pressione sul quarto vertice dello shell
- **Q.ab** : Carico distribuito sul lato ab
- **Q.bc** : Carico distribuito sul lato bc
- **Q.cd** : Carico distribuito sul lato cd
- **Q.da** : Carico distribuito sul lato da

10.7. SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA OUTPUT

- Filo N.ro** : *Numero del filo del nodo inferiore o superiore*
- Quota inf/sup** : *Quota del nodo inferiore e del nodo superiore*
- Nodo inf/sup** : *Numero dei nodi inferiore e superiore per la determinazione degli spostamenti sismici relativi*
- Sisma N.ro** : *Numero del sisma per cui è massimo il valore dello spostamento totale per $\lambda=9$; un numero negativo indica che detto valore è calcolato con verso negativo per il sisma*
- eta.t lamb.=9** : *valore dello spostamento totale calcolato con $\lambda=9$; per il controllo delle connessioni nei vincoli o per il martellamento*
- Sisma N.ro** : *Numero del sisma per cui è massimo il valore dello spostamento totale per $\lambda = 2, 3$ o 4 ; un numero negativo indica che detto valore è calcolato con verso negativo per il sisma*

- eta.t** : *valore dello spostamento totale calcolato*
lambda = xxx con lambda = 2 se I = 1.0,
con lambda = 3 se I = 1.2,
con lambda = 4 se I = 1.4.
- (I = coefficiente di protezione sismica)*
- eta limite** : *valore dello spostamento limite di eta.t con lambda = 2, 3 o 4*
- Sisma N.ro** : *Numero del sisma per cui sono riportati i valori dello spostamento combinato*
- eta.t lamda=9** : *Valore dello spostamento combinato per lambda = 9 e sisma positivo*
- sisma+:**
- eta.t lamda=9** : *Valore dello spostamento combinato per lambda = 9 e sisma negativo*
- sisma-:**
- eta.t lamda=x** : *Valore dello spostamento combinato per lambda = 2, 3 o 4 e sisma positivo*
- sisma+**
- eta.t lamda=x** : *Valore dello spostamento combinato per lambda = 2, 3 o 4 e sisma negativo*
- sisma-**

Se l'ultimo sisma ha direzione verticale gli spostamenti dovuti a questo vengono combinati con gli spostamenti dei sismi orizzontali conformemente al punto C.6.3 del D.M. del 16/01/96.

10.8. SPECIFICHE CAMPI TABELLE DI STAMPA SHELL

SISTEMA DI RIFERIMENTO LOCALE (s.r.l.): *Il sistema di riferimento locale dell'elemento shell è così definito:*

- Origine** : *1° punto di inserimento dello shell*
- Asse 1** : *Asse X nel s.r.l., definito dal punto origine e dal II° punto di inserimento, nel verso di quest'ultimo*
- Piano12** : *Piano XY nel s.r.l., definito dai punti origine, II° e III° di inserimento*
- Asse 2** : *Asse Y nel s.r.l., ottenuto nel piano 12 con una rotazione antioraria di 90° dell'asse X intorno al punto origine, in modo che l'asse I-II si sovrapponga all'asse I-III con un angolo < 180°*

Asse 3 *Asse Z nel s.r.l., ortogonale al piano 12, in modo da formare una terna destra con gli assi 1 e 2*

Le tensioni di lastra (S) sono costanti lungo lo spessore. Le tensioni di piastra (M) variano linearmente lungo lo spessore, annullandosi in corrispondenza del piano medio (diagramma emisimmetrico o “a farfalla”). I valori del tensore degli sforzi sono riferiti alla faccia positiva (superiore nel s.r.l.) di normale 3 (esempio: X_{ij} tensione X agente sulla faccia di normale i e diretta lungo j).

Le altre grandezze descritte di seguito si riferiscono a ciascun nodo dell'elemento bidimensionale:

Shell Nro	:	<i>numero dell'elemento bidimensionale</i>
nodo N.ro	:	<i>numero del nodo dell'elemento bidimensionale a cui sono riferite le tensioni S di lastra e M piastra</i>
S11	:	<i>tensione normale di lastra</i>
S22	:	<i>tensione normale di lastra</i>
S12	:	<i>tensione tangenziale di lastra (S12 = S21)</i>
M11	:	<i>tensione normale di piastra sulla faccia positiva</i>
M22	:	<i>tensione normale di piastra sulla faccia positiva</i>
M12	:	<i>tensione tangenziale di piastra sulla faccia positiva</i>

SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa della verifica degli elementi bidimensionali allo stato limite ultimo.

- Quota N.ro : Quota a cui si trova l'elemento.
- Perim. N.ro: Numero identificativo del macroelemento il cui perimetro è stato definito prima di eseguire la verifica.
- Nodo 3d N.ro: Numero del nodo relativo alla suddivisione del macroelemento in microelementi.
- N_x : Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
- N_y : Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale.
- T_{xy} : Sforzo tagliante sul piano dell'elemento con direzione y e agente sulla faccia di normale x del sistema locale.(Ovvero anche, per la simmetria delle tensioni tangenziali, sforzo tagliante sul piano dell'elemento con direzione x e agente sulla faccia di normale y del sistema locale)

- M_x : Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. Per le verifiche è accoppiato allo sforzo normale N_x . Questo momento è incrementato per tenere in conto il valore del momento torcente M_{xy}
- M_y : Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale. Per le verifiche è accoppiato allo sforzo normale N_y . Questo momento è incrementato per tenere in conto il valore del momento torcente M_{xy}
- M_{xy} : Momento torcente con asse vettore x e agente sulla sezione di normale x . (Ovvero anche, per la simmetria delle tensioni tangenziali momento torcente con asse vettore y e agente sulla sezione di normale y)
- $\epsilon_x \cdot 10000$: Deformazione del calcestruzzo nella faccia di normale $x \cdot 10000$ (Es. $.35\% = 35$)
- $\epsilon_y \cdot 10000$: Deformazione del calcestruzzo nella faccia di normale $y \cdot 10000$ (Es. $.35\% = 35$)
- $\epsilon_f x \cdot 10000$: Deformazione dell'acciaio nella faccia di normale $x \cdot 10000$ (Es. $1\% = 100$)
- $\epsilon_f y \cdot 10000$: Deformazione dell'acciaio nella faccia di normale $x \cdot 10000$ (Es. $1\% = 100$)
- A_x superiore: Area totale armatura superiore diretta lungo x . (Area totale è l'area della pressoflessione più l'area per il taglio riportata dopo)
- A_y superiore: Area totale armatura superiore diretta lungo y .
- A_x inferiore: Area totale armatura inferiore diretta lungo x .
- A_y inferiore: Area totale armatura inferiore diretta lungo y .
- A_{tag} : Area per il taglio su ciascuna faccia per le due direzioni
- σ : Tensione massima di contatto con il terreno.
- E_t : Abbassamento verticale del nodo in esame.
- F_{punz} : Forza punzonante sulla piastra
- A_{punz} : Armatura sufficiente da sola ad assorbire la forza punzonante

SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle verifiche agli stati limite di esercizio degli elementi bidimensionali.

- Quota: Quota a cui si trova l'elemento.
- Perim.: Numero identificativo del macroelemento il cui perimetro è stato definito prima di eseguire la verifica.
- Nodo: Numero del nodo relativo alla suddivisione del macroelemento in microelementi.
- Comb.: Indicatore della matrice di combinazione; la prima riga.

- Cari: individua la matrice delle combinazioni rare, la seconda la matrice delle combinazioni frequenti, la terza quella permanenti.
- Fes lim: Fessura limite espressa in mm.
- Fess.: Fessura di calcolo espressa in mm; se sull'elemento non si aprono fessure tutta la riga sarà nulla.
- Dist mm: Distanza fra le fessure.
- Combin: Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima fessura.
- Mf X: Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale.(Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
- N X: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale.
- Mf Y: Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale.(Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
- N Y: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale.
- Cos teta: Coseno dell'angolo teta tra l'armatura in direzione X e la direzione della tensione principale di trazione.
- Sin teta: Seno dell'angolo teta.
- Combina: Indicatore della matrice di combinazione; la prima riga.
- Carico: individua la matrice delle combinazioni rare per la verifica della tensione sul cls, la seconda la matrice delle combinazioni rare per la verifica della tensione sull'acciaio, la terza la matrice delle combinazioni permanenti per la verifica della tensione sul cls.
- σ lim: Valore della tensione limite in Kg/cm².
- σ cal: Valore della tensione di calcolo in Kg/cm² sulla faccia di normale x.
- Conbin: Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione.
- Mf X: Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale.(Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
- N X: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale.
- σ cal: Valore della tensione di calcolo in Kg/cm² sulla faccia di normale y.
- Combin: Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione.
- Mf Y: Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale.
- N Y: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale.

10.9. PIASTRA DI FONDAZIONE CABINE

10.9.1 TABULATO DI INPUT

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
2	0	2000	300	0	Categ. B	0.7	0.5	0.3		Carico su piastra

MATERIALI SHELL IN C.A.

IDEN	%	CARATTERISTICHE					DURABILITA'			COPRIFERRO	
Mat. N.ro	Rig Fls	Classe CLS	Classe Acciaio	Mod. E kg/cmq	Pois-son	Gamma kg/mc	Tipo Ambiente	Tipo Armatura	Toll. Copr.	Setti (cm)	Piastre (cm)
1	100	C25/30	B450C	314758	0.20	2500	XC2/XC3	POCO SENS.	0.00	3.5	3.5

CRITERI DI PROGETTO GEOTECNICI - FONDAZIONI SUPERFICIALI E SU PALI

IDEN	CARATTER. MECCANICHE				IDEN	CARATTER. MECCANICHE				IDEN	CARATTER. MECCANICHE			
Crit N.ro	KwVert. kg/cmc	KwOriz. kg/cmc	Qlim. kg/cm		Crit N.ro	KwVert. kg/cmc	KwOriz. kg/cmc	Qlim. kg/cm		Crit N.ro	KwVert. kg/cmc	KwOriz. kg/cmc	Qlim. kg/cm	
1	15.00	0.00	Trz/Cmp		2	10.00	0.00	Trz/Cmp						

DATI GENERALI DI STRUTTURA

DATI GENERALI DI STRUTTURA

Massima dimens. dir. X (m)	9.80	Altezza edificio (m)	0.00
Massima dimens. dir. Y (m)	3.60	Differenza temperatura(°C)	15

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	9.80	0.00
3	9.80	3.60	4	0.00	3.60
5	2.00	0.00	6	2.00	3.60
7	4.00	0.00	8	4.00	3.60
9	6.00	0.00	10	6.00	3.60
11	8.00	0.00	12	8.00	3.60
13	9.80	2.40	14	0.00	2.40
15	2.00	2.40	16	4.00	2.40
17	6.00	2.40	18	8.00	2.40
19	9.80	0.90	20	0.00	0.90
21	2.00	0.90	22	4.00	0.90
23	6.00	0.90	24	8.00	0.90

GEOMETRIA PIASTRE ALLA QUOTA 0 m

Piastra N.ro	Filo 1	Filo 2	Filo 3	Filo 4	Tipo Car.	Quota Filo1	Quota Filo2	Quota Filo3	Quota Filo4	Tipo Sez.	Spess. cm	Kwinkl. kg/cmc	Tipo Mat.
1	6	4	14	15	2	0	0	0	0	1	40.0	10.0	1
2	12	18	13	3	2	0	0	0	0	1	40.0	10.0	1
3	6	15	16	8	2	0	0	0	0	1	40.0	10.0	1
4	8	16	17	10	2	0	0	0	0	1	40.0	10.0	1
5	10	17	18	12	2	0	0	0	0	1	40.0	10.0	1
6	18	24	19	13	2	0	0	0	0	1	40.0	10.0	1
7	15	21	22	16	2	0	0	0	0	1	40.0	10.0	1
8	16	22	23	17	2	0	0	0	0	1	40.0	10.0	1
9	17	23	24	18	2	0	0	0	0	1	40.0	10.0	1
10	24	11	2	19	2	0	0	0	0	1	40.0	10.0	1
11	21	5	7	22	2	0	0	0	0	1	40.0	10.0	1
12	22	7	9	23	2	0	0	0	0	1	40.0	10.0	1
13	23	9	11	24	2	0	0	0	0	1	40.0	10.0	1

GEOMETRIA PIASTRE ALLA QUOTA 0 m													
Piastra N.ro	Filo 1	Filo 2	Filo 3	Filo 4	Tipo Car.	Quota Filo1	Quota Filo2	Quota Filo3	Quota Filo4	Tipo Sez.	Spess. cm	Kwinkl. kg/cmc	Tipo Mat.
14	14	20	21	15	2	0	0	0	0	1	40.0	10.0	1
15	20	1	5	21	2	0	0	0	0	1	40.0	10.0	1

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

DESCRIZIONI	1
Peso Strutturale	1.30
Perm.Non Strutturale	1.50
Sovraccarico accidentale	1.50

COMBINAZIONI RARE - S.L.E.

DESCRIZIONI	1
Peso Strutturale	1.00
Perm.Non Strutturale	1.00
Sovraccarico accidentale	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI - S.L.E.

DESCRIZIONI	1
Peso Strutturale	1.00
Perm.Non Strutturale	1.00
Sovraccarico accidentale	0.50

COMBINAZIONI PERMANENTI - S.L.E.

DESCRIZIONI	1
Peso Strutturale	1.00
Perm.Non Strutturale	1.00
Sovraccarico accidentale	0.30

10.9.2 TABULATO DI OUTPUT

TENS. PESO PROPRIO: SHELL														
Shell N.ro	Nodo N.ro	S11 kg/cmq	S22 kg/cmq	S12 kg/cmq	M11 kg/cmq	M22 kg/cmq	M12 kg/cmq	Nodo N.ro	S11 kg/cmq	S22 kg/cmq	S12 kg/cmq	M11 kg/cmq	M22 kg/cmq	M12 kg/cmq
1	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22	8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24	40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26	42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27	43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28	12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29	45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30	46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
31	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
32	35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
33	14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
34	16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
35	17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
36	13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
37	53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
38	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
39	39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
40	15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

TENS. SOVRACCARICO PERMAN.: SHELL														
Shell N.ro	Nodo N.ro	S11 kg/cmq	S22 kg/cmq	S12 kg/cmq	M11 kg/cmq	M22 kg/cmq	M12 kg/cmq	Nodo N.ro	S11 kg/cmq	S22 kg/cmq	S12 kg/cmq	M11 kg/cmq	M22 kg/cmq	M12 kg/cmq
1	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Progetto di un impianto agro-fotovoltaico da collegare alla rete e-distribuzione con potenza complessiva DC 12.992,40 kWp e potenza complessiva AC 11.700 kWp da realizzare in contrada Parrizzo, nel Comune di Nicosia

S.L.E. - VERIFICA FESSURAZIONEVERIFICA PUNZONAMENTO PIASTRE - QUOTA: 0 ELEMENTO: 1																							
Quo N.r.	Per N.r.	Nodo N.ro	Comb. Cari	Fes lim	Fess mm	dis mm	Co mb	FESSURAZIONI					TENSIONI		DIREZIONE X					DIREZIONE Y			
								MfX (t*m)	NX (t)	MfY (t*m)	NY (t)	cos teta	sin teta	Combina Carico	σ lim. Kg/cmq	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t*m)	N (t)	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t*m)	N (t)
0	1	47	Rara																				
			Freq	0.4	0.00	0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	RaraClc	150.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
			Perm	0.3	0.00	0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	RaraFer	3600	0	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0
0	1	48	Rara																				
			Freq	0.4	0.00	0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	RaraClc	150.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
			Perm	0.3	0.00	0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	RaraFer	3600	0	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0
0	1	49	Rara																				
			Freq	0.4	0.00	0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	RaraClc	150.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
			Perm	0.3	0.00	0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	RaraFer	3600	0	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0
0	1	50	Rara																				
			Freq	0.4	0.00	0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	RaraClc	150.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
			Perm	0.3	0.00	0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	RaraFer	3600	0	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0
0	1	51	Rara																				
			Freq	0.4	0.00	0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	RaraClc	150.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
			Perm	0.3	0.00	0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	RaraFer	3600	0	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0
0	1	52	Rara																				
			Freq	0.4	0.00	0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	RaraClc	150.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
			Perm	0.3	0.00	0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	RaraFer	3600	0	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0
0	1	53	Rara																				
			Freq	0.4	0.00	0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	RaraClc	150.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
			Perm	0.3	0.00	0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	RaraFer	3600	0	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0
0	1	54	Rara																				
			Freq	0.4	0.00	0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	RaraClc	150.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
			Perm	0.3	0.00	0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	RaraFer	3600	0	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0
0	1	55	Rara																				
			Freq	0.4	0.00	0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	RaraClc	150.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
			Perm	0.3	0.00	0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	RaraFer	3600	0	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0

11. FONDAZIONI DI TIPO INDIRETTO: VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO DI TIPO GEOTECNICO

11.1. GENERALITÀ

Nel presente paragrafo vengono riportate le teorie di calcolo e i risultati delle verifiche geotecniche della fondazione di tipo indiretto delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici.

Su ogni singola struttura trovano alloggio 28 moduli fotovoltaici fissati alla struttura mediante bulloni opportunamente serrati.

Come già detto nel precedente Capitolo 3, essi saranno posti su 8 pali ad elica infissi nel terreno per 4,50 m.

In particolare, secondo quanto stabilito al punto 6.4.3, nei confronti delle fondazioni di tipo indiretto devono essere condotte le seguenti verifiche:

- SLU di tipo geotecnico (GEO)
 - collasso per carico limite della palificata nei confronti di carichi assiali;
 - collasso per carico limite della palificata nei confronti di carichi trasversali;
 - collasso per carico limite di sfilamento nei confronti di carichi assiali di trazione.

Tali verifiche devono essere effettuate, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tab. 6.2.I (coefficienti moltiplicativi per le azioni), 6.2.II (coefficienti moltiplicativi per i parametri geotecnici) e 6.4.I (coefficienti divisori della resistenza), seguendo almeno uno dei due approcci:

Approccio 1:

- Combinazione 1: (A1+M1+R1)
- Combinazione 2: (A2+M2+R2)

La combinazione 1 è generalmente più severa nei confronti del dimensionamento strutturale delle opere a contatto con il terreno, mentre la seconda combinazione è generalmente più severa nei riguardi del dimensionamento geotecnico.

Approccio 2:

- Un'unica combinazione (A1+M1+R3).

Nel presente progetto è stato seguito l'Approccio 2.

Per le verifiche agli SLU di tipo strutturale si rimanda alla relazione di calcolo strutturale.

Dai calcoli della struttura in elevazione si sono dedotte le sollecitazioni impresse in testa ad ogni singolo micropalo nelle diverse condizioni di carico.

Dai tabulati di calcolo si evince, inoltre, che i micropali non saranno soggetti a carichi assiali di trazione: per tale motivo non sono state condotte le relative verifiche di stabilità agli SLU.

Inoltre, risultano anche molto piccole le sollecitazioni di taglio: per tale motivo non sono state condotte le relative verifiche di stabilità agli SLU.

11.2. CARICO LIMITE DEI PALI AD ELICA SOGGETTI A COMPRESSIONE

I pali ad elica utilizzano le proprietà della vite per creare un forte contrasto sia alle azioni esterne di compressione che di trazione. Sono costituiti da un fusto tubolare cilindrico in acciaio ad alta resistenza, armato con viti elicoidali e dotati di punta di perforazione.

L'avanzamento nel terreno alla profondità desiderata avviene attraverso un processo di "avvitatura". Contemporaneamente alla rotazione, viene applicata sulla testa del palo un'azione di compressione.

Il calcolo della capacità portante dei pali ad elica segue la trattazione teorica del carico limite di una fondazione superficiale, secondo la formulazione proposta dal Terzaghi:

$$q_{ult} = c'N_c + \gamma'DN_q + 0,5\gamma'BN_\gamma$$

dove:

- c' è la coesione efficace;
- γ' è il peso dell'unità di volume efficace;
- D è la profondità della singola elica rispetto al piano di campagna;
- B è il diametro dell'elica;
- N_c , N_q ed N_γ sono i fattori di capacità portante che dipendono dalla coesione, dal peso dell'unità del volume e dalla tensione verticale.

In termini di tensioni efficaci, si trascura il termine $c'N_c$ e la relazione diviene:

$$Q_H = A_H(\sigma'_{v0}N_q + 0,5\gamma'BN_\gamma)$$

dove:

- $\sigma'_{v,0}$ è la tensione efficace verticale alla profondità D ;
- A_h è l'area effettiva del piatto dell'elica

Il fattore N_q viene calcolato con la relazione di Fang e Winterkorn

$$N_q = 0.5 * (12 * \varphi')^{(\varphi'/54)}$$

La capacità portante di un sistema multielica, in trazione o compressione, dipende dalla geometria del palo, dal numero di eliche e dalla loro spaziatura. Nel caso in esame si considera un palo ad elica avente le seguenti caratteristiche geometriche:

Diametro palo	76 mm
Spessore palo	5.5 mm
Diametro interno	65 mm
Diametro elica	300 mm
Intervallo eliche	500 mm

Nella tabella seguente si riportano i valori di Q_H alle varie profondità, considerando un palo ad elica di lunghezza di infissione pari a 4,50 m:

h [m]	σ'_{vo} [kN/mq]	ϕ'	Portanza elica [kN]
0	0	21	0
0.4	5.184	21	1.572625
0.8	10.368	21	3.14525
1.2	15.552	21	4.717875
1.6	20.736	21	6.2905
2.0	25.92	21	7.863125
2.4	59.784	20.5	17.07407
2.8	69.748	20.5	19.91974
3.2	79.712	20.5	22.76542
3.6	89.676	20.5	25.6111
4.0	99.64	20.5	28.45678
4.5	112.095	20.5	32.01387

Come già detto in precedenza, non sono oggetto di calcolo e di verifica le strutture di sostegno, i cui calcoli e dettagli costruttivi saranno forniti dalla ditta fornitrice dei pannelli fotovoltaici.

Tuttavia, dal dimensionamento di massima delle strutture si determinano le sollecitazioni agenti in testa ai pali di fondazione, in numero pari a 8, e riportate nella tabella seguente:

Progetto di un impianto agro-fotovoltaico da collegare alla rete e-distribuzione con potenza complessiva DC 12.992,40 kWp e potenza complessiva AC 11.700 kWp da realizzare in contrada Parrizzo, nel Comune di Nicosia

STAMPA PROGETTO S.L.U. - AZIONI S.L.V. - ACCIAIO + VERIFICA S.L.E.																		
VERIFICHE ASTE IN ACCIAIO 3D																		
DATI DI ASTA	Fili N.ro	Quota (m)	Tra tto	Cmb N.r	N Sd (kg)	MxSd (kg*m)	MySd (kg*m)	VxSd (kg)	VySd (kg)	T Sd (kg*m)	N Rd kg	MxV.Rd kg*m	MyV.Rd kg*m	VxplRd Kg	VyplRd Kg	T Rd kg*m	fy rid Kg/cmq	Rap %
Sez.N.	71	20	1.37	10	-1843	-1	-264	-288	580	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	6
		qn=	0	10	-1882	411	-59	-288	580	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	6
Asta:	19	20	0.00	10	-1918	794	131	-288	580	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	11
Instab.:=		137.0	β*1=	95.9	-1918	476	106	cl= 1 ε=	1.00	lmd= 19	Rpf= 9	Rft= 9	Wmax/rel/lim=	0.4	0.1	5.5	mm	
Sez.N.	71	21	1.37	10	-617	5	52	57	561	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	1
		qn=	0	10	-656	404	11	57	561	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	4
Asta:	20	21	0.00	10	-693	774	-26	57	561	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	9
Instab.:=		137.0	β*1=	95.9	-693	466	21	cl= 1 ε=	1.00	lmd= 19	Rpf= 6	Rft= 6	Wmax/rel/lim=	0.4	0.1	5.5	mm	
Sez.N.	71	22	1.37	10	-1071	3	-5	-5	564	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	1
		qn=	0	10	-1110	403	-1	-5	564	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	4
Asta:	21	22	0.00	10	-1146	775	2	-5	564	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	8
Instab.:=		137.0	β*1=	95.9	-1146	466	2	cl= 1 ε=	1.00	lmd= 19	Rpf= 6	Rft= 6	Wmax/rel/lim=	0.4	0.1	5.5	mm	
Sez.N.	71	23	1.37	10	-1002	3	0	0	562	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	1
		qn=	0	10	-1041	403	0	0	562	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	4
Asta:	22	23	0.00	10	-1077	773	0	0	562	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	8
Instab.:=		137.0	β*1=	95.9	-1077	465	0	cl= 1 ε=	1.00	lmd= 19	Rpf= 6	Rft= 6	Wmax/rel/lim=	0.4	0.1	5.5	mm	
Sez.N.	71	24	1.37	10	-1071	3	5	6	564	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	1
		qn=	0	10	-1110	403	1	6	564	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	4
Asta:	23	24	0.00	10	-1146	775	-2	6	564	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	8
Instab.:=		137.0	β*1=	95.9	-1146	466	2	cl= 1 ε=	1.00	lmd= 19	Rpf= 6	Rft= 6	Wmax/rel/lim=	0.4	0.1	5.5	mm	
Sez.N.	71	25	1.37	10	-617	5	-51	-56	561	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	1
		qn=	0	10	-656	404	-11	-56	561	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	4
Asta:	24	25	0.00	10	-692	774	26	-56	561	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	9
Instab.:=		137.0	β*1=	95.9	-692	466	21	cl= 1 ε=	1.00	lmd= 19	Rpf= 6	Rft= 6	Wmax/rel/lim=	0.4	0.1	5.5	mm	
Sez.N.	71	26	1.37	10	-1843	-1	263	287	580	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	6
		qn=	0	10	-1882	411	59	287	580	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	6
Asta:	25	26	0.00	10	-1918	794	-130	287	580	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	11
Instab.:=		137.0	β*1=	95.9	-1918	476	106	cl= 1 ε=	1.00	lmd= 19	Rpf= 9	Rft= 9	Wmax/rel/lim=	0.4	0.1	5.5	mm	
Sez.N.	71	19	1.37	11	75	0	0	0	0	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	0
		qn=	0	11	36	0	0	0	0	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	0
Asta:	26	19	0.00	19	0	0	0	0	0	0	120479	8698	2989	33867	14440	192	2238	0
Instab.:=		137.0	β*1=	95.9	0	0	0	cl= 1 ε=	1.00	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	1.6	0.0	5.5	mm	

Il valore massimo della sollecitazione verticale N in testa al singolo palo è pari a 1918 kg, pari a circa 18,81 kN.

Poiché $Q_T > N$, la verifica si ritiene soddisfatta.

11.3. VERIFICA DEI PALI DI FONDAZIONE SOGGETTI A TRAZIONE

Nel caso di pali soggetti a trazione, dal dimensionamento di massima delle strutture si determinano le sollecitazioni agenti in testa ai pali di fondazione, in numero pari a 8, e riportate nella tabella seguente:

Progetto di un impianto agro-fotovoltaico da collegare alla rete e-distribuzione con potenza complessiva DC 12.992,40 kWp e potenza complessiva AC 11.700 kWp da realizzare in contrada Parrizzo, nel Comune di Nicosia

STAMPA PROGETTO S.L.U. - AZIONI S.L.V. - ACCIAIO + VERIFICA S.L.E.																		
VERIFICHE ASTE IN ACCIAIO 3D																		
DATI DI ASTA	Fili N.ro	Quota (m)	Tra tto	Cmb N.r	N Sd (kg)	MxSd (kg*m)	MySd (kg*m)	VxSd (kg)	VySd (kg)	T Sd (kg*m)	N Rd kg	MxV.Rd kg*m	MyV.Rd kg*m	VxplRd Kg	VyplRd Kg	T Rd kg*m	fy rid Kg/cmq	Rap %
Sez.N.	71	20	1.37	16	-280	6	-58	-76	47	0	120478	8698	2989	33867	14440	192	2238	2
HEA200	qn=	0	10	835	-333	21	103	-470	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	4	
Asta:	19	20	0.00	10	799	-643	-47	103	-470	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	8
Instab.:l=	137.0	β*l=	95.9	799	643	94	cl= 1	ε= 1.00	lmd= 19	Rpf= 2	Rft= 9	Wmax/rel/lim=	0.3	0.1	5.5	mm		
Sez.N.	71	21	1.37	14	-25	3	14	57	10	0	120478	8698	2989	33867	14440	192	2238	1
HEA200	qn=	0	10	397	-329	-4	-20	-460	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	4	
Asta:	20	21	0.00	10	361	-632	9	-20	-460	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	8
Instab.:l=	137.0	β*l=	95.9	361	632	18	cl= 1	ε= 1.00	lmd= 19	Rpf= 1	Rft= 7	Wmax/rel/lim=	0.3	0.1	5.5	mm		
Sez.N.	71	22	1.37	10	597	-2	2	2	-459	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	0
HEA200	qn=	0	10	534	-328	0	2	-459	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	3	
Asta:	21	22	0.00	10	521	-631	-1	2	-459	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	7
Instab.:l=	137.0	β*l=	95.9	521	631	2	cl= 1	ε= 1.00	lmd= 19	Rpf= 1	Rft= 7	Wmax/rel/lim=	0.3	0.1	5.5	mm		
Sez.N.	71	23	1.37	10	573	-2	0	0	-458	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	0
HEA200	qn=	0	10	534	-327	0	0	-458	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	3	
Asta:	22	23	0.00	10	497	-630	0	0	-458	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	7
Instab.:l=	137.0	β*l=	95.9	497	630	0	cl= 1	ε= 1.00	lmd= 19	Rpf= 1	Rft= 7	Wmax/rel/lim=	0.3	0.1	5.5	mm		
Sez.N.	71	24	1.37	10	597	-2	-2	-2	-459	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	0
HEA200	qn=	0	10	558	-328	0	-2	-459	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	3	
Asta:	23	24	0.00	10	521	-631	1	-2	-459	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	7
Instab.:l=	137.0	β*l=	95.9	521	631	2	cl= 1	ε= 1.00	lmd= 19	Rpf= 1	Rft= 7	Wmax/rel/lim=	0.3	0.1	5.5	mm		
Sez.N.	71	25	1.37	12	-25	2	-14	-57	11	0	120478	8698	2989	33867	14440	192	2238	1
HEA200	qn=	0	10	397	-329	4	20	-460	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	4	
Asta:	24	25	0.00	10	361	-632	-9	20	-460	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	7
Instab.:l=	137.0	β*l=	95.9	361	632	18	cl= 1	ε= 1.00	lmd= 19	Rpf= 1	Rft= 7	Wmax/rel/lim=	0.3	0.1	5.5	mm		
Sez.N.	71	26	1.37	18	-280	6	58	76	47	0	120478	8698	2989	33867	14440	192	2238	2
HEA200	qn=	0	10	836	-333	-21	-102	-470	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	4	
Asta:	25	26	0.00	10	799	-643	46	-102	-470	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	8
Instab.:l=	137.0	β*l=	95.9	799	643	94	cl= 1	ε= 1.00	lmd= 19	Rpf= 2	Rft= 9	Wmax/rel/lim=	0.3	0.1	5.5	mm		
Sez.N.	71	19	1.37	11	75	0	0	0	0	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	0
HEA200	qn=	0	11	36	0	0	0	0	0	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	0
Asta:	26	19	0.00	19	0	0	0	0	0	0	120479	8698	2989	33867	14440	192	2238	0
Instab.:l=	137.0	β*l=	95.9	0	0	0	cl= 1	ε= 1.00	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	0.7	0.0	5.5	mm		

Il valore massimo della sollecitazione verticale di trazione T in testa al singolo palo è pari a 799 kg, pari a circa 7,83 kN.

Poiché $Q_T > T$, la verifica si ritiene soddisfatta.

12. FONDAZIONI DI TIPO DIRETTO: VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO DI TIPO GEOTECNICO

Il presente capitolo ha lo scopo di descrivere le verifiche geotecniche del complesso terreno-fondazioni delle seguenti strutture in c.a.:

- Piastra di fondazione delle cabine assunta pari a (9,80x3,60) m.

12.1. VERIFICHE GEOTECNICHE DELLE FONDAZIONI DIRETTE

La resistenza offerta dal terreno nei confronti dei carichi trasmessi da una sovrastruttura dipende da una serie di fattori sia interni, facenti parte cioè della natura costitutiva del terreno, che esterni, quali ad esempio le caratteristiche geometriche della fondazione, il livello della falda idrica e le condizioni di stress al contorno.

Nella sostanza il modello reologico del terreno di fondazione influenza in maniera determinante il suo comportamento sotto carico statico e/o dinamico.

Nella pratica geotecnica, così come nel presente studio, si adotta l'ipotesi di comportamento rigido-plastico; si assume cioè che prima della rottura, il terreno non subisca alcuna deformazione apprezzabile, deformazione che si manifesta contemporaneamente lungo tutti i punti della superficie di scivolamento lì dove gli sforzi di taglio mobilitati raggiungono il valore massimo (resistenza a taglio disponibile). Si fa quindi riferimento alla condizione di rottura generale.

La verifica della capacità portante consiste nel confronto tra la pressione verticale di esercizio in fondazione e la pressione limite per il terreno.

Le verifiche sono state condotte secondo la teoria di Brinch-Hansen:

$$q_{lim} = q N_q Y_q i_q d_q b_q g_q s_q + c N_c Y_c i_c d_c b_c g_c s_c + \frac{1}{2} G B' N_g Y_g i_g b_g s_g$$

dove:

Caratteristiche geometriche della fondazione:

q = carico sul piano di fondazione

B = lato minore della fondazione

L = lato maggiore della fondazione

D = profondità della fondazione

α = inclinazione base della fondazione

G = peso specifico del terreno

B' = larghezza di fondazione ridotta = B - 2 eB

L' = lunghezza di fondazione ridotta = L - 2 eL

Caratteristiche di carico sulla fondazione:

- H = risultante delle forze orizzontali
N = risultante delle forze verticali
eB = eccentricità del carico verticale lungo B
eL = eccentricità del carico verticale lungo L
FhB = forza orizzontale lungo B
FhL = forza orizzontale lungo L

Caratteristiche del terreno di fondazione:

- β = inclinazione terreno a valle
c = Cu = coesione non drenata (condizioni non drenate)
c = c' = coesione drenata (condizioni drenate)
 Γ = peso specifico apparente (condizioni non drenate)
 $\Gamma = \Gamma'$ = peso specifico sommerso (condizioni drenate)
 $\phi = 0$ = angolo di attrito interno (condizioni non drenate)
 $\phi = \phi'$ = angolo di attrito interno (condizioni drenate)

Fattori di capacità portante:

$$Nq = \tan^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right) \exp(\pi + \tan \phi) \quad (\text{Prandtl-Cauchot-Meyerhoff})$$

$$Ng = 2(Nq + 1) \tan \phi \quad (\text{Vesic})$$

$$N_c = \frac{N_q - 1}{\text{tg}\phi'} \quad \text{in condizioni drenate} \quad (\text{Reissner-Meyerhoff})$$

$$N_c = 5,14 \quad \text{in condizioni non drenate}$$

Indici di rigidezza (condizioni drenate):

$$I_r = \frac{G}{c' + q' \text{tg}\phi'} \quad \text{indice di rigidezza}$$

$$G = \frac{E}{2(1 + \mu)} \quad \text{modulo elastico tangenziale}$$

E = modulo elastico normale

μ = coefficiente di Poisson

$$I_{cr} = \frac{1}{2} \exp \left[\frac{3,3 - 0,45 \frac{B}{L}}{\operatorname{tg} \left(45 - \frac{\phi'}{2} \right)} \right] \quad \text{indice di rigidezza critico}$$

Coefficienti di punzonamento (Vesic):

$$Y_q = Y_g = \exp \left[\left(0,6 \frac{B}{L} - 4,4 \right) \tan \phi' + \frac{3,07 \sin \phi' \log(2Ir)}{1 + \sin \phi'} \right] \quad \text{in condizioni drenate, per } Ir \leq I_{cr}$$

$$Y_c = Y_q - \frac{1 - Y_q}{N_q \times \tan \phi'}$$

Coefficienti di inclinazione del carico (Vesic):

$$i_g = \left(\frac{1 - H}{N + B \times L \times c' \times \cot \operatorname{ang} \phi'} \right)^{m+1}$$

$$i_q = \left(\frac{1 - H}{N + B \times L \times c' \times \cot \phi'} \right)^m$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_c * \operatorname{tg} \phi'} \quad \text{in condizioni drenate}$$

$$i_c = 1 - \frac{m \times H}{B \times L \times c_u \times N_c} \quad \text{in condizioni non drenate}$$

essendo:

$$m = mB \cos^2 \Theta + mL \sin^2 \Theta$$

$$mB = \frac{2 + \frac{B'}{L'}}{1 + \frac{B'}{L'}} \quad m L = \frac{2 + \frac{L'}{B'}}{1 + \frac{L'}{B'}} \quad \Theta = \tan^{-1} \frac{Fh \times B}{Fh \times L}$$

Coefficienti di affondamento del piano di posa (Brinch-Hansen):

$$dq = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \operatorname{arctg} \frac{D}{B'} \quad \text{per } D > B'$$

$$dq = 1 + 2 \frac{D}{B'} \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \quad \text{per } D \leq B'$$

$$dc = dq - \frac{1 - dq}{N_c \times \tan \phi} \quad \text{in condizioni drenate}$$

$$dc = 1 + 0,4 \arctan \frac{D}{B'} \quad \text{per } D > B' \text{ in condizioni non drenate}$$

$$dc = 1 + 0,4 \frac{D}{B'} \quad \text{per } D \leq B' \text{ in condizioni non drenate}$$

Coefficienti di inclinazione del piano di posa:

$$bg = \exp(-2,7\alpha \tan \phi)$$

$$b_c = b_q = \exp(-2\alpha \tan \phi') \quad \text{in condizioni drenate}$$

$$b_c = 1 - \frac{\alpha}{147} \quad \text{in condizioni non drenate}$$

$$b_q = 1 \quad \text{in condizioni non drenate}$$

Coefficienti di inclinazione del terreno di fondazione:

$$gc = gq = \sqrt{1 - 0,5 \tan \beta} \quad \text{in condizioni drenate}$$

$$gc = 1 - \frac{\beta}{147} \quad \text{in condizioni non drenate}$$

$$gq = 1 \quad \text{in condizioni non drenate}$$

Coefficienti di forma (De Beer):

$$sg = 1 - 0,4 \frac{B'}{L'}$$

$$sq = 1 + \frac{B'}{L'} \tan \phi$$

$$sc = 1 + \frac{B' Nq}{L' Nc}$$

Secondo quanto stabilito al punto 6.4.2.1 del D.M. 17/01/2018, per le opere di fondazione diretta devono essere condotte le verifiche nei confronti dei seguenti stati limite ultimi:

- *SLU di tipo geotecnico (GEO)*
 - collasso per carico limite del complesso fondazione-terreno;
 - collasso per scorrimento sul piano di posa;
 - stabilità globale.

La verifica di stabilità globale deve essere effettuata secondo l'Approccio 1:

- Combinazione 2: (A2+M2+R2)

tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II per le azioni e i parametri geotecnici e nella Tabella 6.8.I per le resistenze globali.

La rimanenti verifiche devono essere effettuate applicando la combinazione (A1+M1+R3) di coefficienti parziali prevista dall'Approccio 2, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.4.I.

- Un'unica combinazione (A1+M1+R3).

Come si evince dai tabulati di calcolo allegati, **tutte le verifiche di portanza sono verificate.**

12.2. VERIFICHE GEOTECNICHE FONDAZIONE PIASTRA

VERIFICHE GEOTECNICHE FONDAZIONE PIASTRA

TERRENO		ATTENZIONE	
$\beta 1$	= 0 °	inclinazione fondazione	$\beta 1 + \beta 2$ < 45°
$\beta 2$	= 0 °	inclinazione piano campagna	
$\gamma 1$	= 17.80 kN/mc	peso terreno sopra il piano della fondazione	
γ	= 17.80 kN/mc	peso terreno sotto il piano della fondazione	
c	= 0.00 kN/mq	coesione c'	
φ	= 21 °	attrito interno terreno sottostante la fondazione	φ'
Zw	= 0.00 m	profondità falda	

GEOMETRIA FONDAZIONE

FONDAZIONE RIDOTTA	
B	= 980 cm lato fondazione
L	= 360 cm lunghezza fondazione
D	= 80 cm profondità di posa
eb	= 0.00 m --> B' = 9.80 m
el	= 0.00 m --> L' = 3.60 m

AZIO	Gk		Qk		Tipo APPROCCIO
NI	1375.9				
N	= 2 kN	1058.40	0.00	0.00	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>● A1+M1+R1 ○ A2+M2+R2</p> <p style="text-align: center;">1</p> </div>
Mb	= 0.00 kNm	0.00	0.00	0.00	
MI	= 0.00 kNm	0.00	0.00	0.00	
Tb	= 0.00 kN	0.00	0.00	0.00	
TI	= 0.00 kN	0.00	0.00	0.00	
Ht	= 0.00 kN	0.00	0.00	0.00	

Progetto di un impianto agro-fotovoltaico da collegare alla rete e-distribuzione con potenza complessiva DC 12.992,40 kWp e potenza complessiva AC 11.700 kWp da realizzare in contrada Parrizzo, nel Comune di Nicosia

CARICO LIMITE	PRESSIONE AGENTE	FS
q _{lim} = 44.52 kN/mq	q = 39.00 kN/mq	1.14
FATTORE DI SICUREZZA ALLO SCORRIMENTO: S_d / H_d		scorrimento assente
		OK verificato

DATI FONDAZIONE E PRESSIONE per i valori caratteristici G_k + Q_k

B	9.80 m	larghezza
L	3.60 m	lunghezza
q	30.00 kN/mq	Pressione Agente

DATI TERRENO per stima dei cedimenti secondo Poulos e Davis 1974

Strato	Litologia	strato	E	ν	cedimento
-	-	m	kN/mq	-	cm
1	Coltre superficiali	2.0	257000	0.39	0.02
2	Argille limose	5.5	340000	0.39	0.01
3	Strato di base	12.5	819000	0.39	0.00
4	-	0.0	0	0.00	0.00

CEDIMENTO TOTALE CALCOLATO 0.03 cm

PIANO DI MANUTENZIONE DELLE OPERE

INDICE

1. INTRODUZIONE E RIFERIMENTI NORMATIVI	77
2. PROGRAMMA DI MANUTENZIONE	79
1.1. SOTTOPROGRAMMA DEGLI INTERVENTI.....	79
1.2. SOTTOPROGRAMMA DEI CONTROLLI.....	79
1.3. SOTTOPROGRAMMA DELLE PRESTAZIONI.....	80
3. MANUALE DI MANUTENZIONE	81
4. MANUALE D'USO.....	82

1. INTRODUZIONE E RIFERIMENTI NORMATIVI

L'art 10 del D. M. 17/01/2018, prevede che i progetti esecutivi strutturali siano accompagnati da un piano di manutenzione della parte strutturale dell'opera, di cui la presente relazione generale costituisce parte integrante.

Ai fini della compilazione dei piani di manutenzione, si fa riferimento alla UNI 7867, 9910, 10147, 10604 e 10874, nonché alla legge 11 febbraio 1994 n°109 ed il relativo regolamento di attuazione (D.P.R. n°554 del 21/12/1999 - art.40).

Vengono di seguito riportate le definizioni più significative:

- **Manutenzione** (UNI 9910) “Combinazione di tutte le azioni tecniche ed amministrative, incluse le azioni di supervisione, volte a mantenere o a riportare un'entità in uno stato in cui possa eseguire la funzione richiesta”.
- **Piano di manutenzione** (UNI 10874) “Procedura avente lo scopo di controllare e ristabilire un rapporto soddisfacente tra lo stato di funzionalità di un sistema o di sue unità funzionali e lo standard qualitativo per esso/a assunto come riferimento. Consiste nella previsione del complesso di attività inerenti la manutenzione di cui si presumono la frequenza, gli indici di costo orientativi e le strategie di attuazione nel medio lungo periodo”.
- **Unità tecnologica** (UNI 7867) – Sub sistema – “Unità che si identifica con un raggruppamento di funzioni, compatibili tecnologicamente, necessarie per l'ottenimento di prestazioni ambientali”.
- **Componente** (UNI 10604) “Elemento costruttivo o aggregazione funzionale di più elementi facenti parte di un sistema”.
- **Elemento, entità** (UNI 9910) – Scheda – “Ogni parte, componente, dispositivo, sottosistema, unità funzionale, apparecchiatura o sistema che può essere considerata individualmente”:

Facendo riferimento alla norma UNI 10604 si sottolinea che l'obiettivo della manutenzione di un immobile è quello di “garantire l'utilizzo del bene, mantenendone il valore patrimoniale e le prestazioni iniziali entro limiti accettabili per tutta la vita utile e favorendone l'adeguamento tecnico e normativo alle iniziali o nuove prestazioni tecniche scelte dal gestore o richieste dalla legislazione”.

L'art. 40 del succitato D.P.R. 554/99 prevede che sia redatto, da parte dei professionisti incaricati della progettazione, un Piano di Manutenzione dell'opera e delle sue parti. Tale piano è un “documento

complementare al progetto esecutivo e prevede, pianifica e programma, tenendo conto degli elaborati progettuali esecutivi effettivamente realizzati, l'attività di manutenzione".

Il Piano di Manutenzione, pur con contenuto differenziato in relazione all'importanza e alla specificità dell'intervento, deve essere costituito dai seguenti documenti operativi:

- il programma di manutenzione
- il manuale di manutenzione
- il manuale d'uso

oltre alla presente relazione generale.

2. PROGRAMMA DI MANUTENZIONE

Lo scopo fondamentale della programmazione manutentiva è quello di garantire che gli interventi ritenuti necessari vengano realizzati con la massima economia e che il lavoro eseguito risponda a criteri di produttività ed efficienza.

La caratteristica essenziale della programmazione manutentiva consiste nella sua capacità di prevedere le avarie e di predisporre un insieme di procedure per la prevenzione dei guasti e l'eventuale rettifica degli stessi, attraverso un equilibrio economico e tecnico tra due sistemi complementari e interconnessi:

- il sistema di manutenzione preventiva;
- il sistema di manutenzione a guasto.

Il programma di manutenzione contiene tutte le informazioni di tipo tecnico necessarie per la programmazione nel tempo dei controlli periodici (manutenzione secondo condizione) e per la programmazione a scadenza fissa degli interventi manutentivi e di conduzione (manutenzione preventiva).

Si pone inoltre l'obiettivo di prevedere le avarie e di predisporre un insieme di procedure per la prevenzione dei guasti e l'eventuale rettifica degli stessi. I dati informativi che costituiscono il programma devono essere classificati e organizzati, per facilità di utilizzazione, in forma di schede.

Il programma di manutenzione è suddiviso nei tre sottoprogrammi:

- **sottoprogramma degli Interventi**
- **sottoprogramma dei Controlli**
- **sottoprogramma delle Prestazioni**

ciascuno dei quali è organizzato in schede.

1.1. Sottoprogramma degli Interventi

Il sottoprogramma degli interventi di manutenzione riporta in ordine temporale i differenti interventi di manutenzione al fine di fornire le informazioni per una corretta conservazione del bene.

1.2. Sottoprogramma dei Controlli

Il sottoprogramma dei controlli di manutenzione definisce il programma di verifiche e dei controlli al fine di rilevare il livello prestazionale nei successivi momenti di vita utile dell'opera, individuando la

dinamica della caduta di prestazioni aventi come estremi il valore di collaudo e quello minimo di norma.

1.3. Sottoprogramma delle Prestazioni

Il sottoprogramma delle prestazioni prende in considerazione, secondo la classe di requisito, le prestazioni fornite dal bene e dalle sue parti nel corso del suo ciclo di vita.

3. MANUALE DI MANUTENZIONE

Il manuale di manutenzione si configura come strumento di supporto all'esecuzione delle attività manutentive previste e programmate nel programma di manutenzione, fornisce agli operatori tecnici del servizio di manutenzione le indicazioni necessarie per l'esecuzione di una corretta manutenzione edile ed impiantistica. Il suo obiettivo è quello di rendere razionale, economica ed efficiente la manutenzione delle parti più importanti dell'immobile, in particolare degli impianti tecnologici presenti. Oltre ai contenuti sopra descritti, il manuale fornisce le schede per la costruzione dell'anagrafica tecnico-amministrativa dell'immobile, le check-list di controllo per l'individuazione dei difetti e dei relativi interventi riparativi.

I contenuti dovranno essere sottoposti, al termine della realizzazione dell'intervento, al controllo ed alla verifica di validità, di completezza e congruenza, compreso gli eventuali aggiornamenti resi necessari dai problemi emersi durante l'esecuzione dei lavori.

Gli elementi informativi del manuale di manutenzione, necessari per una corretta manutenzione:

1. la collocazione nell'intervento delle parti menzionate;
2. la rappresentazione grafica;
3. il livello minimo delle prestazioni (diagnostica);
4. le anomalie riscontrabili;
5. le manutenzioni eseguibili dall'utente;
6. le manutenzioni da eseguire a cura del personale specializzato.

4. MANUALE D'USO

Rappresenta il manuale di istruzioni riferite all'uso delle parti più importanti del bene, ed in particolare degli impianti tecnologici. Il manuale deve contenere l'insieme delle informazioni atte a permettere all'utente di conoscere le modalità di fruizione del bene, nonché tutti gli elementi necessari per limitare il più possibile i danni derivanti da un cattivo uso; per consentire di eseguire tutte le operazioni necessarie alla sua conservazione che non richiedano conoscenze specialistiche e per riconoscere tempestivamente fenomeni di deterioramento anomalo al fine di sollecitare interventi specialistici. Gli elementi informativi che devono fare parte del manuale d'uso, elencati nell'ultimo regolamento di attuazione, sono:

1. la collocazione nell'intervento delle parti menzionate;
2. la rappresentazione grafica;
3. la descrizione;
4. le modalità d'uso corretto.

Anagrafe dell'Opera

Dati Generali:

Descrizione opera:

Progetto di un impianto agro-fotovoltaico connesso alla Rete di Trasmissione Nazionale

Ubicazione: Contrada Parrizzo, Comune di Nicosia

CORPI D'OPERA:

I corpi d'opera considerati sono:

- Struttura intelaiata
- Opere di fondazione indiretta
- Opere di fondazione diretta

UNITA' TECNOLOGICHE:

- o Sistema strutturale

COMPONENTI:

- o Sistema strutturale
 - Strutture in fondazione
 - Strutture in elevazione

ELEMENTI MANUTENTIBILI:

- o Sistema strutturale
 - Strutture in fondazione
 - *Fondazioni indirette*
 - *Fondazioni dirette*
 - Strutture in elevazione
 - *Pilastro in acciaio*
 - *Trave in acciaio*

COMUNE DI NICOSIA

PROVINCIA DI ENNA

PIANO DI MANUTENZIONE

PROGRAMMA DI MANUTENZIONE

SOTTOPROGRAMMA DEGLI INTERVENTI

Sistema strutturale – Su_002

Strutture in fondazione – Co-002		
CODICE	INTERVENTI	FREQUENZA
Sc-001	Fondazioni profonde	
Sc-001/In-001	<p>Intervento: Interventi strutturali In seguito alla comparsa di segni di cedimenti strutturali (lesioni, fessurazioni, rotture), effettuare accurati accertamenti per la diagnosi e la verifica delle strutture, da parte di tecnici qualificati, che possano individuare la causa/effetto del dissesto ed evidenziare eventuali modificazioni strutturali tali da compromettere la stabilità delle strutture, in particolare verificare la perpendicolarità del fabbricato. Procedere quindi al consolidamento delle stesse a secondo del tipo di dissesti riscontrati. Ditte Specializzate: Tecnici di livello superiore</p>	Quando occorre
CODICE	INTERVENTI	FREQUENZA
Sc-002	Fondazioni dirette	
Sc-002/In-001	<p>Intervento: Interventi strutturali In seguito alla comparsa di segni di cedimenti strutturali (lesioni, fessurazioni, rotture), effettuare accurati accertamenti per la diagnosi e la verifica delle strutture, da parte di tecnici qualificati, che possano individuare la causa/effetto del dissesto ed evidenziare eventuali modificazioni strutturali tali da compromettere la stabilità delle strutture, in particolare verificare la perpendicolarità del fabbricato. Procedere quindi al consolidamento delle stesse a secondo del tipo di dissesti riscontrati. Ditte Specializzate: Tecnici di livello superiore</p>	Quando occorre
CODICE	INTERVENTI	FREQUENZA
Strutture in elevazione – Co-003		
Sc-005	Pilastro in acciaio	
Sc-005/In-001	<p>Intervento: Interventi strutturali Gli interventi riparativi dovranno effettuarsi secondo necessità e secondo del tipo di anomalia accertata. Fondamentale è la previa diagnosi, a cura di tecnici specializzati, delle cause del difetto accertato. Ditte Specializzate: Tecnici di livello superiore</p>	Quando occorre
Sc-006	Trave in acciaio	
Sc-006/In-001	<p>Intervento: Interventi strutturali Gli interventi riparativi dovranno effettuarsi secondo necessità e secondo del tipo di anomalia accertata. Fondamentale è la previa diagnosi, a cura di tecnici specializzati, delle cause del difetto accertato. Ditte Specializzate: Tecnici di livello superiore</p>	Quando occorre

COMUNE DI NICOSIA

PROVINCIA DI ENNA

PIANO DI MANUTENZIONE

PROGRAMMA DI MANUTENZIONE
SOTTOPROGRAMMA DEI CONTROLLI

(Articolo 40 D.P.R. 554/99)

Sistema strutturale – Su_002

Strutture in fondazione – Co-002			
CODICE	INTERVENTI	CONTROLLO	FREQUENZA
Sc-001	Fondazioni profonde		
Sc-001/Cn-001	<p>Cause possibili delle anomalie: Anomalie generalizzate Possono derivare da errori nella concezione, o da una cattiva esecuzione, sia da modificazioni nella resistenza e nella consistenza del suolo, dipendenti da:</p> <ul style="list-style-type: none"> - la variazione del tenore d'acqua nel terreno; - dispersioni d'acqua di una certa entità nelle vicinanze; - penetrazioni d'acqua per infiltrazioni; - variazioni nel livello della falda freatica dovute a piogge intense o a un periodo di siccità. <p>Anomalie puntuali o parziali Possono derivare da una evoluzione localizzata della portanza del suolo dovuta a:</p> <ul style="list-style-type: none"> - crescita del tenore d'acqua nel terreno; - l'apertura di scavi o l'esecuzione di sbancamenti di dimensioni significative in prossimità; - la circolazione molto intensa di veicoli pesanti; - uno scivolamento del terreno; - un sovraccarico puntuale. <p>Controllo: Controllo periodico Le anomalie più frequenti a carico delle fondazioni si manifestano generalmente attraverso fenomeni visibili a livello delle strutture di elevazione. Bisogna controllare periodicamente l'integrità delle pareti e dei pilastri verificando l'assenza di eventuali lesioni e/o fessurazioni. Controllare eventuali smottamenti del terreno circostante alla struttura che possano essere indicatori di cedimenti strutturali. Effettuare verifiche e controlli approfonditi particolarmente in corrispondenza di manifestazioni a calamità naturali (sisma, nubifragi, ecc.). Requisiti da verificare: -Resistenza meccanica Anomalie: -Cedimenti, -Difetti nella verticalità, -Efflorescenze, -Fessurazioni, -Lesioni, -Macchie, -Umidità Ditte Specializzate: Tecnici di livello superiore</p>	Controllo a vista	360 giorni
CODICE	INTERVENTI	CONTROLLO	FREQUENZA
Sc-002	Fondazioni dirette		
Sc-002/Cn-001	<p>Cause possibili delle anomalie: Anomalie generalizzate Possono derivare da errori nella concezione, o da una cattiva esecuzione, sia da modificazioni nella resistenza e nella consistenza del suolo, dipendenti da:</p> <ul style="list-style-type: none"> - la variazione del tenore d'acqua nel terreno; - dispersioni d'acqua di una certa entità nelle vicinanze; - penetrazioni d'acqua per infiltrazioni; - variazioni nel livello della falda freatica dovute a piogge intense o a un periodo di siccità. <p>Anomalie puntuali o parziali Possono derivare da una evoluzione localizzata della portanza del suolo dovuta a:</p> <ul style="list-style-type: none"> - crescita del tenore d'acqua nel terreno; - l'apertura di scavi o l'esecuzione di sbancamenti di dimensioni significative in prossimità; - la circolazione molto intensa di veicoli pesanti; - uno scivolamento del terreno; - un sovraccarico puntuale. <p>Controllo: Controllo periodico Le anomalie più frequenti a carico delle fondazioni si manifestano generalmente attraverso fenomeni visibili a livello delle strutture verticali. Controllare eventuali smottamenti del terreno circostante alla struttura che possano essere indicatori di cedimenti strutturali. Effettuare verifiche e controlli approfonditi particolarmente in corrispondenza di manifestazioni a calamità naturali (sisma, nubifragi, ecc.). Anomalie: -Cedimenti, -Difetti nella verticalità, -Fessurazioni, -Lesioni, -Macchie, -Umidità Ditte Specializzate: Tecnici di livello superiore</p>	Controllo a vista	360 giorni
Strutture in elevazione – Co-003			
CODICE	INTERVENTI	CONTROLLO	FREQUENZA

<p>Sc-005</p> <p>Sc-005/Cn-001</p>	<p>Pilastro in acciaio</p> <p>Cause possibili delle anomalie: Origine dei difetti di stabilità o di geometria: -errori nel calcolo o nella concezione; -valutazione errata dei carichi e dei sovraccarichi; -non desolidarizzazione della struttura portante rispetto ad elementi di attrezzatura; -difetti di fabbricazione in officina; -tipi di acciaio non corretti, saldature difettose, non rispetto delle tolleranze di dilatazione; -difetti di montaggio (connessioni difettose, stralli assenti, contraventature insufficiente); -appoggi bloccati che impediscono la dilatazione; -sovraccarichi eccezionali non previsti; -sovraccarichi puntuali non controllati; -movimenti delle fondazioni; -difetti di collegamento tra gli elementi.</p> <p>Origine delle anomalie di derivazione chimica: -assenza di protezione del metallo; -ambiente umido; -ambiente aggressivo; -assenza di accesso alla struttura (nel caso di protezione contro l'incendio).</p> <p>Controllo: Controllo periodico Ispezione visiva dello stato dell'elemento strutturale metallico con identificazione e rilievo delle anomalie quali ruggine, rimozione protezione antincendio etc. Ricerca della causa del degrado e controllo della qualità dell'acciaio. Analisi dell'opportunità di ricorrere ad uno specialista. Requisiti da verificare: <i>-Regolarità delle finiture, -Resistenza meccanica</i> Anomalie: <i>-Decolorazione, -Disgregazione, -Distacco, -Erosione superficiale, -Patina biologica, -Presenza di vegetazione</i> Ditte Specializzate: Tecnici di livello superiore</p>	<p>Controllo a vista</p>	<p>360 giorni</p>
<p>Sc-006</p> <p>Sc-006/Cn-001</p>	<p>Trave in acciaio</p> <p>Cause possibili delle anomalie: Origine dei difetti di stabilità o di geometria: -errori nel calcolo o nella concezione; -valutazione errata dei carichi e dei sovraccarichi; -non desolidarizzazione della struttura portante rispetto ad elementi di attrezzatura; -difetti di fabbricazione in officina; -tipi di acciaio non corretti, saldature difettose, non rispetto delle tolleranze di dilatazione; -difetti di montaggio (connessioni difettose, stralli assenti, contraventature insufficiente); -appoggi bloccati che impediscono la dilatazione; -sovraccarichi eccezionali non previsti; -sovraccarichi puntuali non controllati; -movimenti delle fondazioni; -difetti di collegamento tra gli elementi.</p> <p>Origine delle anomalie di derivazione chimica: -assenza di protezione del metallo; -ambiente umido; -ambiente aggressivo; -assenza di accesso alla struttura (nel caso di protezione contro l'incendio).</p> <p>Controllo: Controllo periodico Ispezione visiva dello stato dell'elemento strutturale metallico con identificazione e rilievo delle anomalie quali ruggine, rimozione protezione antincendio etc. Ricerca della causa del degrado e controllo della qualità dell'acciaio. Analisi dell'opportunità di ricorrere ad uno specialista. Requisiti da verificare: <i>-Regolarità delle finiture, -Resistenza meccanica</i> Anomalie: <i>-Decolorazione, -Deposito superficiale, -Distacco, -Erosione superficiale, -Patina biologica, -Presenza di vegetazione</i> Ditte Specializzate: Tecnici di livello superiore</p>	<p>Controllo a vista</p>	<p>360 giorni</p>

COMUNE DI NICOSIA

PROVINCIA DI ENNA

PIANO DI MANUTENZIONE

PROGRAMMA DI MANUTENZIONE

SOTTOPROGRAMMA DELLE PRESTAZIONI

Classe Requisito

Di stabilità

Sistema strutturale - Su_001

CODICE	INTERVENTI	CONTROLLO	FREQUENZA
Co-002	Strutture in fondazione		
Co-002/Re-016	<p>Requisito: Resistenza meccanica <i>Le strutture in sottosuolo dovranno essere in grado di contrastare le eventuali manifestazioni di deformazioni e cedimenti rilevanti dovuti all'azione di determinate sollecitazioni (carichi, forze sismiche, ecc.).</i></p> <p>Livello minimo per la prestazione: Per i livelli minimi si rimanda alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia.</p> <p>Normativa: -Legge 5.11.1971 n.1086 (G.U. 21.12.1971 n.321): "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica"; - Legge 2.21974 n.64: "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"; - D.M.LL.PP. 14.01.2008: "Norme tecniche per le costruzioni"; - Circolare 14.12.1999, n.346/STC: "Concessione ai laboratori per prove sui materiali da costruzione, di cui alla Legge 5 novembre 1971 n.1086, art.20"; - UNI 6130/1; - UNI 6130/2; - UNI 8290-2; - UNI EN 384; - UNI EN 1356; - UNI ENV 1992 Eurocodice 2; - UNI ENV 1995/1/1. STRUTTURE IN CALCESTRUZZO: - D.M. 14.01.2008: "Norme tecniche per le costruzioni"; STRUTTURE IN ACCIAIO: - D.M. 14.01.2008: "Norme tecniche per le costruzioni"; - UNI 8634; - UNI 9503; - UNI ENV 1993 Eurocodice 3; - UNI ENV 1999 Eurocodice 9; - SS UNI U50.00.299.0. STRUTTURE MISTE: - D.M. 14.01.2008: "Norme tecniche per le costruzioni"; - UNI ENV 1994 Eurocodice 4.</p>		
Sc-001/Cn-001	<p>Controllo: Controllo periodico Le anomalie più frequenti a carico delle fondazioni si manifestano generalmente attraverso fenomeni visibili a livello delle strutture di elevazione. Bisogna controllare periodicamente l'integrità delle pareti e dei pilastri verificando l'assenza di eventuali lesioni e/o fessurazioni. Controllare eventuali smottamenti del terreno circostante alla struttura che possano essere indicatori di cedimenti strutturali. Effettuare verifiche e controlli approfonditi particolarmente in corrispondenza di manifestazioni a calamità naturali (sisma, nubifragi, ecc.).</p>	Controllo a vista	360 giorni
Sc-002/Cn-001	<p>Controllo: Controllo periodico Ispezione visiva dello stato delle superfici degli elementi in calcestruzzo armato individuando la presenza di eventuali anomalie come fessurazioni, disgregazioni, distacchi, riduzione del copriferro e relativa esposizione a processi di corrosione dei ferri d'armatura. Verifica dello stato del calcestruzzo e controllo del degrado e/o eventuali processi di carbonatazione.</p>	Controllo a vista	360 giorni

Classe Requisito

Co-003	Strutture in elevazione		
Co-003/Re-016	<p>Requisito: Resistenza meccanica <i>Le strutture in elevazione dovranno essere in grado di contrastare le eventuali manifestazioni di deformazioni e cedimenti rilevanti dovuti all'azione di determinate sollecitazioni (carichi, forze sismiche, ecc.).</i></p> <p>Livello minimo per la prestazione: Per i livelli minimi si rimanda alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia.</p> <p>Normativa: -Legge 5.11.1971 n.1086 (G.U. 21.12.1971 n.321): "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica"; - Legge 2.21974 n.64: "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"; - D.M. 14.1.2008: "Norme tecniche per le costruzioni"; - Circolare 31.7.1979 n.19581: "Legge 5 novembre 1971 n.1086 art.7, Collaudo statico"; - UNI 6130/1; - UNI 6130/2; - UNI 8290-2; - UNI EN 384; - UNI EN 1356; - UNI ENV 1992 Eurocodice 2; - UNI ENV 1995/1/1.</p>		
Sc-005/Cn-001	<p>Controllo: Controllo periodico Ispezione visiva dello stato delle superfici degli elementi in calcestruzzo armato individuando la presenza di eventuali anomalie come fessurazioni, disgregazioni,</p>	Controllo a vista	360 giorni

distacchi, riduzione del copriferro e relativa esposizione a processi di corrosione dei ferri d'armatura. Verifica dello stato del calcestruzzo e controllo del degrado e/o eventuali processi di carbonatazione.	
---	--

Protezione antincendio

Classe Requisito

Sistema strutturale - Su_002			
CODICE	INTERVENTI	CONTROLLO	FREQUENZA
Co-002	Strutture in fondazione		
Co-002/Re-012	<p>Requisito: Resistenza al fuoco <i>La resistenza al fuoco rappresenta l'attitudine degli elementi che costituiscono le strutture a conservare, in un tempo determinato, la stabilità (R), la tenuta (E) e l'isolamento termico (I). Essa è intesa come il tempo necessario affinché la struttura raggiunga uno dei due stati limite di stabilità e di integrità, in corrispondenza dei quali non è più in grado sia di reagire ai carichi applicati sia di impedire la propagazione dell'incendio.</i></p> <p>Livello minimo per la prestazione: In particolare gli elementi costruttivi delle strutture di elevazione devono avere la resistenza al fuoco indicata di seguito, espressa in termini di tempo entro il quale le strutture di elevazioni conservano stabilità, tenuta alla fiamma, ai fumi ed isolamento termico: Altezza antincendio (m): da 12 a 32 - Classe REI (min): 60; Altezza antincendio (m): da oltre 32 a 80 - Classe REI (min): 90; Altezza antincendio (m): oltre 80 - Classe REI (min): 120.</p> <p>Normativa: -D.M. 30.11.1983 (Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi); -D.M. 6.3.1986 (Calcolo del carico d'incendio per locali aventi strutture portanti in legno); -D.M. 16.5.1987 (Norme di sicurezza antincendi per gli edifici di civile abitazione); -D.M. 26.08.1992; -C.M. Interno 14.9.1961 n.91 (Norme di sicurezza per la protezione contro il fuoco dei fabbricati in acciaio destinati ad uso civile); -UNI FA 100; -UNI FA 100-83; -UNI 7678; -UNI 8290-2; -UNI 9502; -UNI 9503; -UNI 9504; -UNI 9723; -UNI 9504; -ISO 834; -ISO 1182; -C.N.R. 37/1973.</p>		
Sistema strutturale - Su_002			
CODICE	INTERVENTI	CONTROLLO	FREQUENZA
Co-004	Solai		
Co-004/Re-007	<p>Requisito: Reazione al fuoco <i>Livello di partecipazione al fuoco dei materiali combustibili costituenti i solai.</i></p> <p>Livello minimo per la prestazione: I livelli prestazionali variano in funzione delle prove di classificazione di reazione al fuoco e omologazione dei materiali: - della velocità di propagazione della fiamma; - del tempo di post - combustione; - del tempo di post - incadescenza; - dell'estensione della zona danneggiata.</p> <p>Normativa: -D.M. 30.11.1983 (Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi); -D.M. 26.6.1984 (Classificazione di reazione al fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi); -D.M. 14.1.1985 (Attribuzione ad alcuni materiali della classe di reazione al fuoco 0 (zero) prevista dall'allegato A1.1 del decreto ministeriale 26.6.1984); -D.M. 16.5.1987 (Norme di sicurezza antincendio per gli edifici di civile abitazione); -UNI 8290-2; -UNI 8456 (metodo di prova equivalente al metodo CSE RF 1/75/A); -UNI 8457 (metodo di prova equivalente al metodo CSE RF 2/75/A); -UNI 9174 (metodo di prova equivalente al metodo CSE RF 3/77); -UNI 9177; -UNI ISO 1182.</p>		
Co-004/Re-012	<p>Requisito: Resistenza al fuoco <i>E' l'attitudine a conservare, per un tempo determinato, in tutto o in parte la stabilità meccanica, la tenuta al gas e ai vapori e l'isolamento termico.</i></p> <p>Livello minimo per la prestazione: In particolare gli elementi costruttivi dei solai devono avere la resistenza al fuoco indicata di seguito, espressa in termini di tempo entro il quale il solaio conserva stabilità, tenuta alla fiamma e ai fumi e isolamento termico: Altezza antincendio (m): da 12 a 32 - Classe REI (min): 60; Altezza antincendio (m): da oltre 32 a 80 - Classe REI (min): 90; Altezza antincendio (m): oltre 80 - Classe REI (min): 120.</p> <p>Normativa: -D.M. 30.11.1983 (Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi); -D.M. 6.3.1986 (Calcolo del carico d'incendio per locali aventi strutture portanti in legno); -D.M. 16.5.1987 (Norme di sicurezza antincendio per gli edifici di civile abitazione);</p>		

Progetto di un impianto agro-fotovoltaico da collegare alla rete e-distribuzione con potenza complessiva DC 12.992,40 kWp e potenza complessiva AC 11.700 kWp da realizzare in contrada Parrizzo, nel Comune di Nicosia

-D.M. 26.08.1992 (Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica) -UNI 7678; -C.M. Interno 14.9.1961 n.91 (Norme di sicurezza per la protezione contro il fuoco dei fabbricati in acciaio destinati ad uso civile); -UNI 7678 FA 100 - 83; -UNI 8290-2; -UNI 9502; -UNI 9503; -UNI 9504; -UNI 9723; -UNI 9723: 1990/A1; -C.N.R.37/1973; -ISO 834.	
--	--

Classe Requisito

Protezione dagli agenti chimici ed organici

Sistema strutturale - Su_002			
CODICE	INTERVENTI	CONTROLLO	FREQUENZA
Co-004	Solai		
Co-004/Re-009	<p>Requisito: Resistenza agli agenti aggressivi <i>I materiali costituenti i solai non debbono subire dissoluzioni o disgregazioni e mutamenti di aspetto a causa dell'azione di agenti aggressivi chimici.</i></p> <p>Livello minimo per la prestazione: I livelli prestazionali variano in funzione dei prodotti di rivestimenti utilizzati. Generalmente la resistenza agli aggressivi chimici, per prodotti per rivestimenti di pavimentazione, si suddivide in tre classi: - C0, rivestimenti utilizzati in ambienti privi di prodotti chimici; - C1, rivestimenti utilizzati in ambienti a contatto in modo accidentale con prodotti chimici; - C2, rivestimenti utilizzati in ambienti frequentemente a contatto con prodotti chimici.</p> <p>Normativa: -UNI 8290-2; -UNI 8298/4; -UNI 8403; -UNI 8903; -UNI EN 106; -UNI EN 122; -UNI ISO 175; -UNI Progetto di norma E09.10.648.0; -ISO 143.</p>		
Co-002	Strutture in fondazione		
Co-002/Re-009	<p>Requisito: Resistenza agli agenti aggressivi <i>Le strutture in sottosuolo non debbono subire dissoluzioni o disgregazioni e mutamenti di aspetto a causa dell'azione di agenti aggressivi chimici.</i></p> <p>Livello minimo per la prestazione: La superficie dell'armatura resistente, comprese le staffe, deve distare dalle facce esterne del conglomerato di almeno 0,8 cm nel caso di solette, setti e pareti, e di almeno 2 cm nel caso di travi e pilastri. Tali misure devono essere aumentate, e rispettivamente portate a 2 cm per le solette e a 4 cm per le travi ed i pilastri, in presenza di salsedine marina, di emanazioni nocive, od in ambiente comunque aggressivo. Copriferrì maggiori possono essere utilizzati in casi specifici (ad es. opere idrauliche)".</p> <p>Normativa: -D.M. 14.01.2008; -Capitolato Generale Opere Pubbliche; -UNI 7699; -UNI 8290-2; -UNI 8403; -UNI 8744; -UNI 8903; -UNI 8981-7; -UNI 9388; -UNI 9398; -UNI 9535; -UNI 9535 FA 1-92; -UNI 9747; -UNI 9747 FA 1-94; -UNI 9944; -UNI 10322.</p>		
Co-002/Re-010	<p>Requisito: Resistenza agli attacchi biologici <i>Le strutture in fondazione e di contenimento a seguito della presenza di organismi viventi (animali, vegetali, microrganismi) non dovranno subire riduzioni delle sezioni del copriferro con conseguenza della messa a nudo delle armature.</i></p> <p>Livello minimo per la prestazione: I valori minimi di resistenza agli attacchi biologici variano in funzione dei materiali, dei prodotti utilizzati, delle classi di rischio, delle situazioni generali di servizio, dell'esposizione a umidificazione e del tipo di agente biologico.</p> <p>DISTRIBUZIONE DEGLI AGENTI BIOLOGICI PER CLASSI DI RISCHIO (UNI EN 335-1) CLASSE DI RISCHIO: 1; Situazione generale di servizio: non a contatto con terreno, al coperto (secco); Descrizione dell'esposizione a umidificazione in servizio: nessuna; Distribuzione degli agenti biologici: a) funghi: -; b)*insetti: U; c)termiti: L; d)organismi marini: -.</p> <p>CLASSE DI RISCHIO: 2; Situazione generale di servizio: non a contatto con terreno, al coperto (rischio di umidificazione); Descrizione dell'esposizione a umidificazione in servizio: occasionale; Distribuzione degli agenti biologici: a) funghi: U; b)*insetti: U; c)termiti: L; d)organismi marini: -.</p> <p>CLASSE DI RISCHIO: 3; Situazione generale di servizio: non a contatto con terreno, non al coperto; Descrizione dell'esposizione a umidificazione in servizio: frequente; Distribuzione degli agenti biologici: a) funghi: U; b)*insetti: U; c)termiti: L; d)organismi marini: -;</p> <p>CLASSE DI RISCHIO: 4; Situazione generale di servizio: a contatto con terreno o acqua dolce;</p>		

Progetto di un impianto agro-fotovoltaico da collegare alla rete e-distribuzione con potenza complessiva DC 12.992,40 kWp e potenza complessiva AC 11.700 kWp da realizzare in contrada Parrizzo, nel Comune di Nicosia

	<p>Descrizione dell'esposizione a umidificazione in servizio: permanente; Distribuzione degli agenti biologici: a)funghi: U; b)*insetti: U; c)termiti: L; d)organismi marini: -; CLASSE DI RISCHIO: 5; Situazione generale di servizio: in acqua salata; Descrizione dell'esposizione a umidificazione in servizio: permanente; Distribuzione degli agenti biologici: a)funghi: U; b)*insetti: U; c)termiti: L; d)organismi marini: U. DOVE: U = universalmente presente in Europa L = localmente presente in Europa * il rischio di attacco può essere non significativo a seconda delle particolari situazioni di servizio. Normativa: -UNI 8290-2; -UNI 8662/1; -UNI 8662/2; -UNI 8662/3; -UNI 8789; -UNI 8795; -UNI 8859; -UNI 8940; -UNI 8976; -UNI 9090; -UNI 9092/1; -UNI EN 335/1; -UNI EN 335/2; -UNI ENV 1099.</p>		
Co-002/Re-013	<p>Requisito: Resistenza al gelo <i>Le strutture in sottosuolo non dovranno subire disgregazioni e variazioni dimensionali e di aspetto in conseguenza della formazione di ghiaccio.</i> Livello minimo per la prestazione: I valori minimi variano in funzione del materiale impiegato. La resistenza al gelo viene determinata secondo prove di laboratorio su provini di calcestruzzo (provenienti da getti effettuati in cantiere, confezionato in laboratorio o ricavato da calcestruzzo già indurito) sottoposti a cicli alternati di gelo (in aria raffreddata) e disgelo (in acqua termostattizzata). Le misurazioni della variazione del modulo elastico, della massa e della lunghezza ne determinano la resistenza al gelo. Normativa: -UNI 6395; -UNI 7087; -UNI 7103; -UNI 7109; -UNI 7549/10; -UNI 8290-2; -UNI 8458; -UNI 8520/1; -UNI 8942/1; -UNI 8942/2; -UNI 8942/3; -UNI 8981-4; -UNI 9417; -UNI 9858; -UNI EN 1328; -CNR BU 89; -ISO/DIS 4846.</p>		
Co-003	Strutture in elevazione		
Co-003/Re-002	<p>Requisito: Contenimento delle dispersioni elettriche <i>Le strutture in elevazione dovranno in modo idoneo impedire eventuali dispersioni elettriche.</i> Livello minimo per la prestazione: Essi variano in funzione delle modalità di progetto. Normativa: - D.M. 14.01.2008; -UNI 8290-2; -CEI 11-1; -CEI 11-8; -CEI 1-11; -CEI 64-8; -CEI 81-1; -CEI S.423.</p>		
Co-003/Re-009	<p>Requisito: Resistenza agli agenti aggressivi <i>Le strutture in elevazione non debbono subire dissoluzioni o disgregazioni e mutamenti di aspetto a causa dell'azione di agenti aggressivi chimici.</i> Livello minimo per la prestazione: La superficie dell'armatura resistente, comprese le staffe, deve distare dalle facce esterne del conglomerato di almeno 0,8 cm nel caso di solette, setti e pareti, e di almeno 2 cm nel caso di travi e pilastri. Tali misure devono essere aumentate, e rispettivamente portate a 2 cm per le solette e a 4 cm per le travi ed i pilastri, in presenza di salsedine marina, di emanazioni nocive, od in ambiente comunque aggressivo. Copriferrì maggiori possono essere utilizzati in casi specifici (ad es. opere idrauliche)." Normativa: -D.M. 14.01.2008; -Capitolato Generale Opere Pubbliche; -UNI 7699; -UNI 8290-2; -UNI 8403; -UNI 8744; -UNI 8903; -UNI 8981-7; -UNI 9388; -UNI 9398; -UNI 9535; -UNI 9535 FA 1-92; -UNI 9747; -UNI 9747 FA 1-94; -UNI 9944; -UNI 10322.</p>		
Co-003/Re-010	<p>Requisito: Resistenza agli attacchi biologici <i>Le strutture in elevazione a seguito della presenza di organismi viventi (animali, vegetali, microrganismi) non dovranno subire riduzioni delle sezioni del copriferro con conseguenza della messa a nudo delle armature.</i> Livello minimo per la prestazione: I valori minimi di resistenza agli attacchi biologici variano in funzione dei materiali, dei prodotti utilizzati, delle classi di rischio, delle situazioni generali di servizio, dell'esposizione a umidificazione e del tipo di agente biologico.</p> <p>DISTRIBUZIONE DEGLI AGENTI BIOLOGICI PER CLASSI DI RISCHIO (UNI EN 335-1) CLASSE DI RISCHIO: 1; Situazione generale di servizio: non a contatto con terreno, al coperto (secco); Descrizione dell'esposizione a umidificazione in servizio: nessuna; Distribuzione degli agenti biologici: a)funghi: -; b)*insetti: U; c)termiti: L; d)organismi marini: -; CLASSE DI RISCHIO: 2; Situazione generale di servizio: non a contatto con terreno, al coperto (rischio di umidificazione); Descrizione dell'esposizione a umidificazione in servizio: occasionale; Distribuzione degli agenti biologici: a)funghi: U; b)*insetti: U; c)termiti: L; d)organismi marini: -; CLASSE DI RISCHIO: 3;</p>		

Progetto di un impianto agro-fotovoltaico da collegare alla rete e-distribuzione con potenza complessiva DC 12.992,40 kWp e potenza complessiva AC 11.700 kWp da realizzare in contrada Parrizzo, nel Comune di Nicosia

	<p>Situazione generale di servizio: non a contatto con terreno, non al coperto; Descrizione dell'esposizione a umidificazione in servizio: frequente; Distribuzione degli agenti biologici: a)funghi: U; b)*insetti: U; c)termiti: L; d)organismi marini: -; CLASSE DI RISCHIO: 4;</p> <p>Situazione generale di servizio: a contatto con terreno o acqua dolce; Descrizione dell'esposizione a umidificazione in servizio: permanente; Distribuzione degli agenti biologici: a)funghi: U; b)*insetti: U; c)termiti: L; d)organismi marini: -; CLASSE DI RISCHIO: 5;</p> <p>Situazione generale di servizio: in acqua salata; Descrizione dell'esposizione a umidificazione in servizio: permanente; Distribuzione degli agenti biologici: a)funghi: U; b)*insetti: U; c)termiti: L; d)organismi marini: U.</p> <p>DOVE: U = universalmente presente in Europa L = localmente presente in Europa * il rischio di attacco può essere non significativo a seconda delle particolari situazioni di servizio.</p> <p>Normativa: -UNI 8662/1; -UNI 8662/2; -UNI 8662/3; -UNI 8290-2; -UNI 8789; -UNI 8795; -UNI 8859; -UNI 8940; -UNI 8976; -UNI 9090; -UNI 9092/1; -UNI EN 335/1; -UNI EN 335/2; -UNI ENV 1099.</p>		
Co-003/Re-013	<p>Requisito: Resistenza al gelo <i>Le strutture in elevazione non dovranno subire disgregazioni e variazioni dimensionali e di aspetto in conseguenza della formazione di ghiaccio.</i></p> <p>Livello minimo per la prestazione: I valori minimi variano in funzione del materiale impiegato. La resistenza al gelo viene determinata secondo prove di laboratorio su provini di calcestruzzo (provenienti da getti effettuati in cantiere, confezionato in laboratorio o ricavato da calcestruzzo già indurito) sottoposti a cicli alternati di gelo (in aria raffreddata) e disgelo (in acqua termostattizzata). Le misurazioni della variazione del modulo elastico, della massa e della lunghezza ne determinano la resistenza al gelo.</p> <p>Normativa: -UNI 6395; -UNI 7087; -UNI 7103; -UNI 7109; -UNI 7549/10; -UNI 8290-2; -UNI 8458; -UNI 8520/1; -UNI 8942/1; -UNI 8942/2; -UNI 8942/3; -UNI 8981-4; -UNI 9417; -UNI 9858; -UNI EN 1328; -CNR BU 89; -ISO/DIS 4846.</p>		

Classe Requisito

Termici ed igrotermici

Sistema strutturale - Su_002			
CODICE	INTERVENTI	CONTROLLO	FREQUENZA
Co-004	Solai		
Co-004/Re-003	<p>Requisito: Contenimento dell'inerzia termica <i>Contribuisce, con l'accumulo di calore, al benessere termico.</i></p> <p>Livello minimo per la prestazione: A titolo indicativo i valori del fattore di inerzia possono essere: - < 150 kg/m², per edifici a bassa inerzia termica; - 150 - 300 kg/m², per edifici a media inerzia; - > 300 kg/m², per edifici ad alta inerzia.</p> <p>Normativa: -Legge 9.1.1991 n.10 (Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia); -CER, Quaderno del Segretariato Generale n.2, 1983; -CER, Quaderno del Segretariato Generale n.6, 1984; -UNI 8290-2.</p>		
Co-004/Re-006	<p>Requisito: Isolamento termico <i>La prestazione di isolamento termico è da richiedere quando il solaio separa due ambienti sovrapposti nei quali possono essere presenti stati termici differenti. Si calcola in fase di progetto attraverso il calcolo della termotrasmissione.</i></p> <p>Livello minimo per la prestazione: I livelli minimi variano in funzione dei parametri dettati dalle normative vigenti.</p> <p>Normativa: -Legge 5.3.1990 n.46 (Norme per la sicurezza degli impianti); -Legge 9.1.1991 n.10 (Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia); -D.M. 10.3.1977 (Determinazione delle zone climatiche e dei valori minimi e massimi dei relativi coefficienti volumici globali di dispersione termica); -D.M. 30.7.1986 (Aggiornamento dei coefficienti di dispersione termica degli edifici); -C.M. LL.PP.27.5.1967 n.3151 (Criteri di valutazione delle grandezze atte a rappresentare le proprietà termiche, igrometriche, di ventilazione e di illuminazione nelle costruzioni edilizie);</p>		

Progetto di un impianto agro-fotovoltaico da collegare alla rete e-distribuzione con potenza complessiva DC 12.992,40 kWp e potenza complessiva AC 11.700 kWp da realizzare in contrada Parrizzo, nel Comune di Nicosia

	-UNI 7357; -UNI FA 83; -UNI 7745; -UNI FA 112; -UNI 7891; -UNI FA 113; -UNI 8290-2; -UNI FA 101; -UNI FA 264; -UNI 8804; -UNI 9252; -CSTB DTU Règles Th K77; -ASTM C 236; -ISO DIS 8301; -ISO DIS 8302.		
Co-004/Re-017	Requisito: Tenuta all'acqua <i>La tenuta all'acqua è intesa come non passaggio di acqua negli ambienti sottostanti.</i> Livello minimo per la prestazione: I livelli prestazionali variano in funzione delle categorie di prodotti utilizzati. Normativa: -C.M. LL.PP.22.5.1967 n.3151 (Criteri di valutazione delle grandezze atte a rappresentare le proprietà termiche, igrometriche, di ventilazione e di illuminazione nelle costruzioni edilizie); -UNI 7979; -UNI 8290-2; -UNI EN 86.		

Classe Requisito

Visivi

Sistema strutturale - Su_002			
CODICE	INTERVENTI	CONTROLLO	FREQUENZA
Co-004	Solai		
Co-004/Re-008	Requisito: Regolarità delle finiture <i>I materiali costituenti i solai devono avere gli strati superficiali in vista privi di difetti, fessurazioni, distacchi, ecc. e/o comunque esenti da caratteri che possano rendere difficile la lettura formale.</i> Livello minimo per la prestazione: Essi variano in funzione dei materiali utilizzati per i rivestimenti superficiali. Normativa: -UNI 7823; -UNI 8290-2; -UNI 8813; -UNI 8941; -UNI EN 98.		
Sc-003/Cn-001	Controllo: Controllo periodico Ispezione visiva dello stato delle superfici dei solai, finalizzata alla ricerca di fessurazioni e lesioni	Controllo a vista	Quando occorre
Co-003	Strutture in elevazione		
Co-003/Re-008	Requisito: Regolarità delle finiture <i>Le pareti debbono avere gli strati superficiali in vista privi di difetti, fessurazioni, scagliature o screpolature superficiali e/o comunque esenti da caratteri che possano rendere difficile la lettura formale.</i> Livello minimo per la prestazione: I livelli minimi variano in funzione delle varie esigenze di aspetto come: la planarità; l'assenza di difetti superficiali; l'omogeneità di colore; l'omogeneità di brillantezza; l'omogeneità di insudiciamento, ecc.. Normativa: -UNI 7959; -UNI 7823; -UNI 8290-2; -UNI 8813; -UNI 8941-1; -UNI 8941-2; -UNI 8941-3; -UNI EN ISO 10545-2; -ICITE UEAtc _ Direttive Comuni _ Rivestimenti plastici continui.		
Sc-005/Cn-001	Controllo: Controllo periodico Ispezione visiva dello stato delle superfici degli elementi in calcestruzzo armato individuando la presenza di eventuali anomalie come fessurazioni, disgregazioni, distacchi, riduzione del copriferro e relativa esposizione a processi di corrosione dei ferri d'armatura. Verifica dello stato del calcestruzzo e controllo del degrado e/o eventuali processi di carbonatazione.	Controllo a vista	360 giorni

Classe Requisito

Protezione elettrica

Sistema strutturale - Su_002			
CODICE	INTERVENTI	CONTROLLO	FREQUENZA
Co-002	Strutture in fondazione		
Co-002/Re-002	Requisito: Contenimento delle dispersioni elettriche <i>Le strutture in sottosuolo dovranno, in modo idoneo, impedire eventuali dispersioni elettriche.</i> Livello minimo per la prestazione: Essi variano in funzione delle modalità di progetto. Normativa: -Legge 1.3.1968 n.186; -Legge 5.3.1990 n.46; -D.P.R. 27.4.1995 n.547; -D.Lgs 19.9.1994 n.626; -D.Lgs 14.8.1996 n.494; -UNI 8290-2; -CEI 11-1; -CEI 11-8; -CEI 1-11; -CEI 64-8; -CEI 81-1; -CEI S.423.		

COMUNE DI NICOSIA

PROVINCIA DI ENNA

PIANO DI MANUTENZIONE

MANUALE DI MANUTENZIONE

Sistema strutturale - Su_002 - Elenco Componenti -

Su_002/Co-002	Strutture in fondazione
Su_002/Co-003	Strutture in elevazione

Strutture in fondazione - Su_002/Co-002

Si definisce fondazione quella parte della struttura del sistema edilizio destinata a sostenere nel tempo il peso della sovrastante costruzione e a distribuirlo, insieme alle risultanti delle forze esterne, sul terreno di fondazione senza che si verifichino dissesti sia nel suolo che nella costruzione.

Ubicazione:

Indicazione sul posizionamento locale del componente: *Le strutture di fondazione sono collocate al di sotto del piano di campagna*

Strutture in fondazione - Su_002/Co-002 - Elenco Schede -

Su_002/Co-002/Sc-001	Fondazioni dirette
Su_002/Co-003/Sc-002	Fondazioni indirette

Fondazioni dirette - Su_002/Co-002/Sc-002

Insieme degli elementi tecnici orizzontali del sistema edilizio direttamente adagiate sul suolo di fondazione. Fanno parte di questa tipologia elementi come le travi rovesce, plinti diretti, piastre di fondazione e platee nervate

Diagnostica:

Cause possibili delle anomalie:

Anomalie generalizzate

Possono derivare da errori nella concezione, o da una cattiva esecuzione, sia da modificazioni nella resistenza e nella consistenza del suolo, dipendenti da:

- la variazione del tenore d'acqua nel terreno;
- dispersioni d'acqua di una certa entità nelle vicinanze;
- penetrazioni d'acqua per infiltrazioni;
- variazioni nel livello della falda freatica dovute a piogge intense o a un periodo di siccità.

Anomalie puntuali o parziali

Possono derivare da una evoluzione localizzata della portanza del suolo dovuta a:

- crescita del tenore d'acqua nel terreno;
- l'apertura di scavi o l'esecuzione di sbancamenti di dimensioni significative in prossimità;
- la circolazione molto intensa di veicoli pesanti;
- uno scivolamento del terreno;
- un sovraccarico puntuale.

Requisiti e Prestazioni:

Sc-002/Re-016 - Requisito: Resistenza meccanica

Classe Requisito: Di stabilità

Le strutture in sottosuolo dovranno essere in grado di contrastare le eventuali manifestazioni di deformazioni e cedimenti rilevanti dovuti all'azione di determinate sollecitazioni (carichi, forze sismiche, ecc.).

Prestazioni: *Le strutture in sottosuolo, sotto l'effetto di carichi statici, dinamici e accidentali devono assicurare stabilità e resistenza.*

Livello minimo per la prestazione: *Per i livelli minimi si rimanda alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia.*

Anomalie Riscontrabili:

Sc-002/An-001 – Cedimenti

Dissesti dovuti a cedimenti di natura e causa diverse, talvolta con manifestazioni dell'abbassamento del piano di imposta della fondazione.

Sc-002/An-002 - Difetti nella verticalità

Difetti nella verticalità, sia dei muri, sia delle connessioni a causa di dissesti o eventi di natura diversa.

Sc-002/An-003 – Efflorescenze

Formazione di sostanze, generalmente di colore biancastro e di aspetto cristallino o polverulento o filamentoso, sulla superficie del manufatto. Nel caso di efflorescenze saline, la cristallizzazione può talvolta avvenire all'interno del materiale provocando spesso il distacco delle parti più superficiali: il fenomeno prende allora il nome di criptoefflorescenza o subefflorescenza.

Sc-002/An-004 – Fessurazioni

Presenza di rotture singole, ramificate, ortogonale o parallele all'armatura che possono interessare l'intero spessore del manufatto.

Sc-002/An-005 – Lesioni

Si manifestano con l'interruzione del tessuto murario. Le caratteristiche e l'andamento ne caratterizzano l'importanza e il tipo.

Progetto di un impianto agro-fotovoltaico da collegare alla rete e-distribuzione con potenza complessiva DC 12.992,40 kWp e potenza complessiva AC 11.700 kWp da realizzare in contrada Parrizzo, nel Comune di Nicosia

Sc-002/An-006 – Macchie

Pigmentazione accidentale e localizzata della superficie.

Sc-002/An-007 – Umidità

Presenza di umidità dovuta spesso per risalita capillare.

Controlli eseguibili dall'utente

Sc-002/Cn-001 - Controllo periodico

Procedura: Controllo a vista

Frequenza: 360 giorni

Le anomalie più frequenti a carico delle fondazioni si manifestano generalmente attraverso fenomeni visibili a livello delle strutture di elevazione. Bisogna controllare periodicamente l'integrità delle pareti e dei pilastri verificando l'assenza di eventuali lesioni e/o fessurazioni. Controllare eventuali smottamenti del terreno circostante alla struttura che possano essere indicatori di cedimenti strutturali. Effettuare verifiche e controlli approfonditi particolarmente in corrispondenza di manifestazioni a calamità naturali (sisma, nubifragi, ecc.).

Requisiti da verificare: -Resistenza meccanica

Anomalie: -Cedimenti, -Difetti nella verticalità, -Efflorescenze, -Fessurazioni, -Lesioni, -Macchie, -Umidità

Ditte Specializzate: Tecnici di livello superiore

Interventi eseguibili dal personale specializzato

Sc-002/In-001 - Interventi strutturali

Frequenza: Quando occorre

In seguito alla comparsa di segni di cedimenti strutturali (lesioni, fessurazioni, rotture), effettuare accurati accertamenti per la diagnosi e la verifica delle strutture, da parte di tecnici qualificati, che possano individuare la causa/effetto del dissesto ed evidenziare eventuali modificazioni strutturali tali da compromettere la stabilità delle strutture, in particolare verificare la perpendicolarità del fabbricato. Procedere quindi al consolidamento delle stesse a secondo del tipo di dissesti riscontrati.

Ditte Specializzate: Tecnici di livello superiore

Note:

Nota:

Tutte le prescrizioni di manutenzione vanno realizzate secondo il disciplinare

Fondazioni indirette - Su_002/Co-002/Sc-001

Insieme degli elementi tecnici orizzontali del sistema edilizio direttamente adagiate sul suolo di fondazione. Fanno parte di questa tipologia elementi come le travi rovescie, plinti diretti, piastre di fondazione e platee nervate

Diagnostica:

Cause possibili delle anomalie:

Anomalie generalizzate

Possono derivare da errori nella concezione, o da una cattiva esecuzione, sia da modificazioni nella resistenza e nella consistenza del suolo, dipendenti da:

- la variazione del tenore d'acqua nel terreno;
- dispersioni d'acqua di una certa entità nelle vicinanze;
- penetrazioni d'acqua per infiltrazioni;
- variazioni nel livello della falda freatica dovute a piogge intense o a un periodo di siccità.

Anomalie puntuali o parziali

Possono derivare da una evoluzione localizzata della portanza del suolo dovuta a:

- crescita del tenore d'acqua nel terreno;
- l'apertura di scavi o l'esecuzione di sbancamenti di dimensioni significative in prossimità;
- la circolazione molto intensa di veicoli pesanti;
- uno scivolamento del terreno;
- un sovraccarico puntuale.

Requisiti e Prestazioni:

Sc-001/Re-016 - Requisito: Resistenza meccanica

Classe Requisito: Di stabilità

Le strutture in sottosuolo dovranno essere in grado di contrastare le eventuali manifestazioni di deformazioni e cedimenti rilevanti dovuti all'azione di determinate sollecitazioni (carichi, forze sismiche, ecc.).

Prestazioni: *Le strutture in sottosuolo, sotto l'effetto di carichi statici, dinamici e accidentali devono assicurare stabilità e resistenza.*

Livello minimo per la prestazione: *Per i livelli minimi si rimanda alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia.*

Anomalie Riscontrabili:

Sc-001/An-001 – Cedimenti

Progetto di un impianto agro-fotovoltaico da collegare alla rete e-distribuzione con potenza complessiva DC 12.992,40 kWp e potenza complessiva AC 11.700 kWp da realizzare in contrada Parrizzo, nel Comune di Nicosia

Dissesti dovuti a cedimenti di natura e causa diverse, talvolta con manifestazioni dell'abbassamento del piano di imposta della fondazione.

Sc-001/An-002 - Difetti nella verticalità

Difetti nella verticalità, sia dei muri, sia delle connessioni a causa di dissesti o eventi di natura diversa.

Sc-001/An-003 – Efflorescenze

Formazione di sostanze, generalmente di colore biancastro e di aspetto cristallino o polverulento o filamentoso, sulla superficie del manufatto. Nel caso di efflorescenze saline, la cristallizzazione può talvolta avvenire all'interno del materiale provocando spesso il distacco delle parti più superficiali: il fenomeno prende allora il nome di criptoefflorescenza o subefflorescenza.

Sc-001/An-004 – Fessurazioni

Presenza di rotture singole, ramificate, ortogonale o parallele all'armatura che possono interessare l'intero spessore del manufatto.

Sc-001/An-005 – Lesioni

Si manifestano con l'interruzione del tessuto murario. Le caratteristiche e l'andamento ne caratterizzano l'importanza e il tipo.

Sc-001/An-006 – Macchie

Pigmentazione accidentale e localizzata della superficie.

Sc-001/An-007 – Umidità

Presenza di umidità dovuta spesso per risalita capillare.

Controlli eseguibili dall'utente

Sc-001/Cn-001 - Controllo periodico

Procedura: Controllo a vista

Frequenza: 360 giorni

Le anomalie più frequenti a carico delle fondazioni si manifestano generalmente attraverso fenomeni visibili a livello delle strutture di elevazione. Bisogna controllare periodicamente l'integrità delle pareti e dei pilastri verificando l'assenza di eventuali lesioni e/o fessurazioni. Controllare eventuali smottamenti del terreno circostante alla struttura che possano essere indicatori di cedimenti strutturali. Effettuare verifiche e controlli approfonditi particolarmente in corrispondenza di manifestazioni a calamità naturali (sisma, nubifragi, ecc.).

Requisiti da verificare: -Resistenza meccanica

Anomalie: -Cedimenti, -Difetti nella verticalità, -Efflorescenze, -Fessurazioni, -Lesioni, -Macchie, -Umidità

Ditte Specializzate: Tecnici di livello superiore

Interventi eseguibili dal personale specializzato

Sc-001/In-001 - Interventi strutturali

Frequenza: Quando occorre

In seguito alla comparsa di segni di cedimenti strutturali (lesioni, fessurazioni, rotture), effettuare accurati accertamenti per la diagnosi e la verifica delle strutture, da parte di tecnici qualificati, che possano individuare la causa/effetto del dissesto ed evidenziare eventuali modificazioni strutturali tali da compromettere la stabilità delle strutture, in particolare verificare la perpendicolarità del fabbricato. Procedere quindi al consolidamento delle stesse a secondo del tipo di dissesti riscontrati.

Ditte Specializzate: Tecnici di livello superiore

Note:

Nota:

Tutte le prescrizioni di manutenzione vanno realizzate secondo il disciplinare

Sistema strutturale - Su_002

Il sistema strutturale rappresenta l'insieme di tutti gli elementi portanti che, nell'organismo architettonico che ne deriva, hanno funzione statica principale.

Strutture in elevazione - Su_002/Co-003 - Elenco Schede -

Su_002/Co-003/Sc-005 Pilastro in acciaio

Su_002/Co-003/Sc-006 Trave in acciaio

Pilastro in acciaio - Su_002/Co-003/Sc-005

Elemento costruttivo verticale con profilato metallico di forma diversa (IPE, HE, UPN etc.) che permette di sostenere i carichi trasmessi dalle strutture sovrastanti.

Diagnostica:

Cause possibili delle anomalie:

Origine dei difetti di stabilità o di geometria:

- errori nel calcolo o nella concezione;
- valutazione errata dei carichi e dei sovraccarichi;
- non desolidarizzazione della struttura portante rispetto ad elementi di attrezzatura;
- difetti di fabbricazione in officina;
- tipi di acciaio non corretti, saldature difettose, non rispetto delle tolleranze di dilatazione;
- difetti di montaggio (connessioni difettose, stralli assenti, contraventature insufficiente);
- appoggi bloccati che impediscono la dilatazione;
- sovraccarichi eccezionali non previsti;
- sovraccarichi puntuali non controllati;
- movimenti delle fondazioni;
- difetti di collegamento tra gli elementi.

Origine delle anomalie di derivazione chimica:

- assenza di protezione del metallo;
- ambiente umido;
- ambiente aggressivo;
- assenza di accesso alla struttura (nel caso di protezione contro l'incendio).

Anomalie Ricontrabili:

Sc-005/An-001 - Crosta

Deposito superficiale di spessore variabile, duro e fragile, generalmente di colore nero.

Sc-005/An-002 - Decolorazione

Alterazione cromatica della superficie.

Sc-005/An-003 - Deposito superficiale

Accumulo di pulviscolo atmosferico o di altri materiali estranei, di spessore variabile, poco coerente e poco aderente alla superficie del rivestimento.

Sc-005/An-004 - Disgregazione

Decoesione caratterizzata da distacco di granuli o cristalli sotto minime sollecitazioni meccaniche.

Sc-005/An-005 - Distacco

Disgregazione e distacco di parti notevoli del materiale che può manifestarsi anche mediante espulsione di elementi prefabbricati dalla loro sede.

Sc-002/An-006 - Erosione superficiale

Asportazione di materiale dalla superficie dovuta a processi di natura diversa. Quando sono note le cause di degrado, possono essere utilizzati anche termini come erosione per abrasione o erosione per corrosione (cause meccaniche), erosione per corrosione (cause chimiche e biologiche), erosione per usura (cause antropiche).

Sc-005/An-007 - Esfoliazione

Degradazione che si manifesta con distacco, spesso seguito da caduta, di uno o più strati superficiali subparalleli fra loro, generalmente causata dagli effetti del gelo.

Sc-005/An-008 - Macchie e graffi

Imbrattamento della superficie con sostanze macchianti in grado di aderire e penetrare nel materiale.

Sc-005/An-009 - Mancanza

Caduta e perdita di parti del materiale del manufatto.

Sc-005/An-010 - Patina biologica

Strato sottile, morbido e omogeneo, aderente alla superficie e di evidente natura biologica, di colore variabile, per lo più verde. La patina biologica è costituita prevalentemente da microrganismi cui possono aderire polvere, terriccio.

Sc-005/An-011 - Penetrazione di umidità

Comparsa di macchie di umidità dovute all'assorbimento di acqua.

Sc-005/An-012 - Polverizzazione

Decoesione che si manifesta con la caduta spontanea dei materiali sotto forma di polvere o granuli.

Sc-005/An-013 - Presenza di vegetazione

Presenza di vegetazione caratterizzata dalla formazione di licheni, muschi e piante lungo le superficie.

Sc-005/An-014 - Rigonfiamento

Variatione della sagoma che interessa l'intero spessore del materiale e che si manifesta soprattutto in elementi lastriformi.

Controlli eseguibili dall'utente

Sc-005/Cn-001 - Controllo periodico

Procedura: Controllo a vista

Frequenza: 360 giorni

Ispezione visiva dello stato dell'elemento strutturale metallico con identificazione e rilievo delle anomalie quali ruggine, rimozione protezione antincendio etc.

Ricerca della causa del degrado e controllo della qualità dell'acciaio. Analisi dell'opportunità di ricorrere ad uno specialista.

Requisiti da verificare: *-Regolarità delle finiture, -Resistenza meccanica*

Anomalie: *-Decolorazione, -Disgregazione, -Distacco, -Erosione superficiale, -Patina biologica, -Presenza di vegetazione*

Ditte Specializzate: Tecnici di livello superiore

Interventi eseguibili dal personale specializzato

Sc-005/In-001 - Interventi strutturali

Frequenza: Quando occorre

Gli interventi riparativi dovranno effettuarsi secondo necessità e secondo del tipo di anomalia accertata. Fondamentale è la previa diagnosi, a cura di tecnici specializzati, delle cause del difetto accertato.

Ditte Specializzate: Tecnici di livello superiore

Trave in acciaio - Su_002/Co-003/Sc-006

Elemento costruttivo orizzontale o inclinato in acciaio di forma diversa che permette di sostenere i carichi trasmessi dalle strutture sovrastanti.

Diagnostica:

Cause possibili delle anomalie:

Origine dei difetti di stabilità o di geometria:

- errori nel calcolo o nella concezione;
- valutazione errata dei carichi e dei sovraccarichi;
- non desolidarizzazione della struttura portante rispetto ad elementi di attrezzatura;
- difetti di fabbricazione in officina;
- tipi di acciaio non corretti, saldature difettose, non rispetto delle tolleranze di dilatazione;
- difetti di montaggio (connessioni difettose, stralli assenti, contraventature insufficiente);
- appoggi bloccati che impediscono la dilatazione;
- sovraccarichi eccezionali non previsti;
- sovraccarichi puntuali non controllati;
- movimenti delle fondazioni;
- difetti di collegamento tra gli elementi.

Origine delle anomalie di derivazione chimica:

- assenza di protezione del metallo;
- ambiente umido;
- ambiente aggressivo;
- assenza di accesso alla struttura (nel caso di protezione contro l'incendio).

Anomalie Riscontrabili:

Sc-006/An-001 - Crosta

Deposito superficiale di spessore variabile, duro e fragile, generalmente di colore nero.

Sc-006/An-002 - Decolorazione

Alterazione cromatica della superficie.

Sc-006/An-003 - Deposito superficiale

Accumulo di pulviscolo atmosferico o di altri materiali estranei, di spessore variabile, poco coerente e poco aderente alla superficie del rivestimento.

Sc-006/An-004 - Distacco

Disgregazione e distacco di parti notevoli del materiale che può manifestarsi anche mediante espulsione di elementi prefabbricati dalla loro sede.

Sc-006/An-005 - Efflorescenze

Formazione di sostanze, generalmente di colore biancastro e di aspetto cristallino o polverulento o filamentoso, sulla superficie del manufatto. Nel caso di efflorescenze saline, la cristallizzazione può talvolta avvenire all'interno del materiale provocando spesso il distacco delle parti più superficiali: il fenomeno prende allora il nome di criptoefflorescenza o subefflorescenza.

Sc-006/An-006 - Erosione superficiale

Asportazione di materiale dalla superficie dovuta a processi di natura diversa. Quando sono note le cause di degrado, possono essere utilizzati anche termini come erosione per abrasione o erosione per corrosione (cause meccaniche), erosione per corrosione (cause chimiche e biologiche), erosione per usura (cause antropiche).

Sc-006/An-007 - Mancanza

Caduta e perdita di parti del materiale del manufatto.

Sc-006/An-008 - Patina biologica

Strato sottile, morbido e omogeneo, aderente alla superficie e di evidente natura biologica, di colore variabile, per lo più verde. La patina biologica è costituita prevalentemente da microrganismi cui possono aderire polvere, terriccio.

Sc-006/An-009 - Presenza di vegetazione

Presenza di vegetazione caratterizzata dalla formazione di licheni, muschi e piante lungo le superficie.

Controlli eseguibili dall'utente

Sc-006/Cn-001 - Controllo periodico

Procedura: Controllo a vista
Frequenza: 360 giorni

Ispezione visiva dello stato dell'elemento strutturale metallico con identificazione e rilievo delle anomalie quali ruggine, rimozione protezione antincendio etc.

Ricerca della causa del degrado e controllo della qualità dell'acciaio. Analisi dell'opportunità di ricorrere ad uno specialista.

Requisiti da verificare: *-Regolarità delle finiture, -Resistenza meccanica*

Anomalie: *-Decolorazione, -Deposito superficiale, -Distacco, -Erosione superficiale, -Patina biologica, -Presenza di vegetazione*

Ditte Specializzate: Tecnici di livello superiore

Interventi eseguibili dal personale specializzato

Sc-006/In-001 - Interventi strutturali

Frequenza: Quando occorre

Gli interventi riparativi dovranno effettuarsi secondo necessità e secondo del tipo di anomalia accertata. Fondamentale è la previa diagnosi, a cura di tecnici specializzati, delle cause del difetto accertato.

Ditte Specializzate: Tecnici di livello superiore

COMUNE DI NICOSIA

PROVINCIA DI ENNA

PIANO DI MANUTENZIONE

MANUALE D'USO

Sub Sistema Su_002 - Sistema strutturale

Il sistema strutturale rappresenta l'insieme di tutti gli elementi portanti che, nell'organismo architettonico che ne deriva, hanno funzione statica principale.

Elenco Componenti

Su_002/Co-002	Strutture in fondazione
Su_002/Co-003	Strutture in elevazione

Componente Su_002/Co-002 - Strutture in fondazione

Si definisce fondazione quella parte della struttura del sistema edilizio destinata a sostenere nel tempo il peso della sovrastante costruzione e a distribuirlo, insieme alle risultanti delle forze esterne, sul terreno di fondazione senza che si verifichino dissesti sia nel suolo che nella costruzione.

Elenco Schede

Su_002/Co-002/Sc-002	Fondazioni dirette
Su_002/Co-002/Sc-001	Fondazioni indirette

Fondazioni dirette - Su_001/Co-002/Sc-002

Insieme degli elementi tecnici orizzontali del sistema edilizio direttamente adagiate sul suolo di fondazione. Fanno parte di questa tipologia elementi come le travi rovescie e i plinti diretti.

Modalità d'uso corretto: *L'utente dovrà soltanto accertarsi della comparsa di eventuali anomalie che possano anticipare l'insorgenza di fenomeni di dissesto o cedimenti strutturali, causate da sollecitazioni di diverso tipo, attacchi acidi, esposizione a solfati, con graduale corrosione degli strati superficiali di calcestruzzo.*

Diagnostica:

Cause possibili delle anomalie:

Anomalie generalizzate

Possono derivare da errori nella concezione, o da una cattiva esecuzione, sia da modificazioni nella resistenza e nella consistenza del suolo, dipendenti da:

- la variazione del tenore d'acqua nel terreno;
- dispersioni d'acqua di una certa entità nelle vicinanze;
- penetrazioni d'acqua per infiltrazioni;
- variazioni nel livello della falda freatica dovute a piogge intense o a un periodo di siccità.

Anomalie puntuali o parziali

Possono derivare da una evoluzione localizzata della portanza del suolo dovuta a:

- crescita del tenore d'acqua nel terreno;
- l'apertura di scavi o l'esecuzione di sbancamenti di dimensioni significative in prossimità;
- la circolazione molto intensa di veicoli pesanti;
- uno scivolamento del terreno;
- un sovraccarico puntuale.

Anomalie Riscontrabili:

Sc-002/An-001 - Cedimenti

Dissesti dovuti a cedimenti di natura e causa diverse, talvolta con manifestazioni dell'abbassamento del piano di imposta della fondazione.

Sc-002/An-002 - Difetti nella verticalità

Difetti nella verticalità, sia dei muri, sia delle connessioni a causa di dissesti o eventi di natura diversa.

Sc-002/An-003 - Efflorescenze

Formazione di sostanze, generalmente di colore biancastro e di aspetto cristallino o polverulento o filamentoso, sulla superficie del manufatto. Nel caso di efflorescenze saline, la cristallizzazione può talvolta avvenire all'interno del materiale provocando spesso il distacco delle parti più superficiali: il fenomeno prende allora il nome di criptoefflorescenza o subefflorescenza.

Sc-002/An-004 - Fessurazioni

Presenza di rotture singole, ramificate, ortogonale o parallele all'armatura che possono interessare l'intero spessore del manufatto.

Sc-002/An-005 - Lesioni

Si manifestano con l'interruzione del tessuto murario. Le caratteristiche e l'andamento ne caratterizzano l'importanza e il tipo.

Sc-002/An-006 - Macchie

Pigmentazione accidentale e localizzata della superficie.

Sc-002/An-007 - Umidità

Presenza di umidità dovuta spesso per risalita capillare.

Controlli eseguibili dall'utente

Sc-002/Cn-001 - Controllo periodico

Procedura: Controllo a vista
Frequenza: 360 giorni

Le anomalie più frequenti a carico delle fondazioni si manifestano generalmente attraverso fenomeni visibili a livello delle strutture di elevazione. Bisogna controllare periodicamente l'integrità delle pareti e dei pilastri verificando l'assenza di eventuali lesioni e/o fessurazioni. Controllare eventuali smottamenti del terreno circostante alla struttura che possano essere indicatori di cedimenti strutturali. Effettuare verifiche e controlli approfonditi particolarmente in corrispondenza di manifestazioni a calamità naturali (sisma, nubifragi, ecc.).

Requisiti da verificare: -Resistenza meccanica

Anomalie: -Cedimenti, -Difetti nella verticalità, -Efflorescenze, -Fessurazioni, -Lesioni, -Macchie, -Umidità

Note:

Nota:

Tutte le prescrizioni di manutenzione vanno realizzate secondo il disciplinare

Fondazioni indirette - Su_002/Co-002/Sc-001

Insieme degli elementi tecnici orizzontali del sistema edilizio direttamente adagiate sul suolo di fondazione.

Modalità d'uso corretto: *L'utente dovrà soltanto accertarsi della comparsa di eventuali anomalie che possano anticipare l'insorgenza di fenomeni di dissesto o cedimenti strutturali, causate da sollecitazioni di diverso tipo, attacchi acidi, esposizione a solfati, con graduale corrosione degli strati superficiali di calcestruzzo.*

Diagnostica:

Cause possibili delle anomalie:

Anomalie generalizzate

Possono derivare da errori nella concezione, o da una cattiva esecuzione, sia da modificazioni nella resistenza e nella consistenza del suolo, dipendenti da:

- la variazione del tenore d'acqua nel terreno;
- dispersioni d'acqua di una certa entità nelle vicinanze;
- penetrazioni d'acqua per infiltrazioni;
- variazioni nel livello della falda freatica dovute a piogge intense o a un periodo di siccità.

Anomalie puntuali o parziali

Possono derivare da una evoluzione localizzata della portanza del suolo dovuta a:

- crescita del tenore d'acqua nel terreno;
- l'apertura di scavi o l'esecuzione di sbancamenti di dimensioni significative in prossimità;
- la circolazione molto intensa di veicoli pesanti;
- uno scivolamento del terreno;
- un sovraccarico puntuale.

Anomalie Ricontrabili:

Sc-001/An-001 - Cedimenti

Dissesti dovuti a cedimenti di natura e causa diverse, talvolta con manifestazioni dell'abbassamento del piano di imposta della fondazione.

Sc-001/An-002 - Difetti nella verticalità

Difetti nella verticalità, sia dei muri, sia delle connessioni a causa di dissesti o eventi di natura diversa.

Sc-001/An-003 - Efflorescenze

Formazione di sostanze, generalmente di colore biancastro e di aspetto cristallino o polverulento o filamentoso, sulla superficie del manufatto. Nel caso di efflorescenze saline, la cristallizzazione può talvolta avvenire all'interno del materiale provocando spesso il distacco delle parti più superficiali: il fenomeno prende allora il nome di criptoefflorescenza o subefflorescenza.

Sc-001/An-004 - Fessurazioni

Presenza di rotture singole, ramificate, ortogonale o parallele all'armatura che possono interessare l'intero spessore del manufatto.

Sc-001/An-005 - Lesioni

Si manifestano con l'interruzione del tessuto murario. Le caratteristiche e l'andamento ne caratterizzano l'importanza e il tipo.

Sc-001/An-006 - Macchie

Pigmentazione accidentale e localizzata della superficie.

Sc-001/An-007 - Umidità

Presenza di umidità dovuta spesso per risalita capillare.

Controlli eseguibili dall'utente

Sc-001/Cn-001 - Controllo periodico

Procedura: Controllo a vista
Frequenza: 360 giorni

Le anomalie più frequenti a carico delle fondazioni si manifestano generalmente attraverso fenomeni visibili a livello delle strutture di elevazione.

Progetto di un impianto agro-fotovoltaico da collegare alla rete e-distribuzione con potenza complessiva DC 12.992,40 kWp e potenza complessiva AC 11.700 kWp da realizzare in contrada Parrizzo, nel Comune di Nicosia

Bisogna controllare periodicamente l'integrità delle pareti e dei pilastri verificando l'assenza di eventuali lesioni e/o fessurazioni. Controllare eventuali smottamenti del terreno circostante alla struttura che possano essere indicatori di cedimenti strutturali. Effettuare verifiche e controlli approfonditi particolarmente in corrispondenza di manifestazioni a calamità naturali (sisma, nubifragi, ecc.).

Requisiti da verificare: -Resistenza meccanica

Anomalie: -Cedimenti, -Difetti nella verticalità, -Efflorescenze, -Fessurazioni, -Lesioni, -Macchie, -Umidità

Note:

Nota:

Tutte le prescrizioni di manutenzione vanno realizzate secondo il disciplinare

Componente Su_002/Co-003 - Strutture in elevazione

Si definiscono strutture di elevazione gli insiemi degli elementi tecnici del sistema edilizio aventi la funzione di resistere alle azioni di varia natura agenti sulla parte di costruzione fuori terra, trasmettendole alle strutture di fondazione e quindi al terreno.

Elenco Schede

Su_002/Co-003/Sc-005 Pilastro in acciaio

Su_002/Co-003/Sc-006 Trave in acciaio

Pilastro in acciaio - Su_002/Co-003/Sc-005

Elemento costruttivo verticale con profilato metallico di forma diversa (IPE, HE, UPN etc.) che permette di sostenere i carichi trasmessi dalle strutture sovrastanti.

Modalità d'uso corretto: *Non è consentito apportare modifiche o comunque compromettere l'integrità delle strutture per nessuna ragione. Occorre controllo periodicamente il grado di usura delle parti in vista, al fine di riscontrare eventuali anomalie. In caso di accertata anomalia (presenza di lesioni, rigonfiamenti, avallamenti) occorre consultare al più presto un tecnico abilitato.*

Diagnostica:

Cause possibili delle anomalie:

Origine dei difetti di stabilità o di geometria:

- errori nel calcolo o nella concezione;
- valutazione errata dei carichi e dei sovraccarichi;
- non desolidarizzazione della struttura portante rispetto ad elementi di attrezzatura;
- difetti di fabbricazione in officina;
- tipi di acciaio non corretti, saldature difettose, non rispetto delle tolleranze di dilatazione;
- difetti di montaggio (connessioni difettose, stralli assenti, contraventature insufficienti);
- appoggi bloccati che impediscono la dilatazione;
- sovraccarichi eccezionali non previsti;
- sovraccarichi puntuali non controllati;
- movimenti delle fondazioni;
- difetti di collegamento tra gli elementi.

Origine delle anomalie di derivazione chimica:

- assenza di protezione del metallo;
- ambiente umido;
- ambiente aggressivo;
- assenza di accesso alla struttura (nel caso di protezione contro l'incendio).

Anomalie Riscontrabili:

Sc-005/An-001 - Crosta

Deposito superficiale di spessore variabile, duro e fragile, generalmente di colore nero.

Sc-005/An-002 - Decolorazione

Alterazione cromatica della superficie.

Sc-005/An-003 - Deposito superficiale

Accumulo di pulviscolo atmosferico o di altri materiali estranei, di spessore variabile, poco coerente e poco aderente alla superficie del rivestimento.

Sc-005/An-004 - Disgregazione

Decoesione caratterizzata da distacco di granuli o cristalli sotto minime sollecitazioni meccaniche.

Sc-005/An-005 - Distacco

Disgregazione e distacco di parti notevoli del materiale che può manifestarsi anche mediante espulsione di elementi prefabbricati dalla loro sede.

Sc-005/An-006 - Erosione superficiale

Asportazione di materiale dalla superficie dovuta a processi di natura diversa. Quando sono note le cause di degrado, possono essere utilizzati anche termini come erosione per abrasione o erosione per corrasione (cause meccaniche), erosione per corrosione (cause chimiche e biologiche), erosione per usura (cause antropiche).

Progetto di un impianto agro-fotovoltaico da collegare alla rete e-distribuzione con potenza complessiva DC 12.992,40 kWp e potenza complessiva AC 11.700 kWp da realizzare in contrada Parrizzo, nel Comune di Nicosia

Sc-005/An-007 - Esfoliazione

Degradazione che si manifesta con distacco, spesso seguito da caduta, di uno o più strati superficiali subparalleli fra loro, generalmente causata dagli effetti del gelo.

Sc-005/An-008 - Macchie e graffi

Imbrattamento della superficie con sostanze macchianti in grado di aderire e penetrare nel materiale.

Sc-005/An-009 - Mancanza

Caduta e perdita di parti del materiale del manufatto.

Sc-005/An-010 - Patina biologica

Strato sottile, morbido e omogeneo, aderente alla superficie e di evidente natura biologica, di colore variabile, per lo più verde. La patina biologica è costituita prevalentemente da microrganismi cui possono aderire polvere, terriccio.

Sc-005/An-011 - Penetrazione di umidità

Comparsa di macchie di umidità dovute all'assorbimento di acqua.

Sc-005/An-012 - Polverizzazione

Decoesione che si manifesta con la caduta spontanea dei materiali sotto forma di polvere o granuli.

Sc-005/An-013 - Presenza di vegetazione

Presenza di vegetazione caratterizzata dalla formazione di licheni, muschi e piante lungo le superficie.

Sc-005/An-014 - Rigonfiamento

Variazione della sagoma che interessa l'intero spessore del materiale e che si manifesta soprattutto in elementi lastriformi.

Controlli eseguibili dall'utente

Sc-005/Cn-001 - Controllo periodico

Procedura: Controllo a vista

Frequenza: 360 giorni

Ispezione visiva dello stato dell'elemento strutturale metallico con identificazione e rilievo delle anomalie quali ruggine, rimozione protezione antincendio etc.

Ricerca della causa del degrado e controllo della qualità dell'acciaio. Analisi dell'opportunità di ricorrere ad uno specialista.

Requisiti da verificare: -Regolarità delle finiture, -Resistenza meccanica

Anomalie: -Decolorazione, -Disgregazione, -Distacco, -Erosione superficiale, -Patina biologica, -Presenza di vegetazione

Trave in acciaio - Su_002/Co-003/Sc-006

Elemento costruttivo orizzontale o inclinato in acciaio di forma diversa che permette di sostenere i carichi trasmessi dalle strutture sovrastanti.

Modalità d'uso corretto: Non è consentito apportare modifiche o comunque compromettere l'integrità delle strutture per nessuna ragione. Occorre controllo periodicamente il grado di usura delle parti in vista, al fine di riscontrare eventuali anomalie. In caso di accertata anomalia (presenza di lesioni, rigonfiamenti, avallamenti) occorre consultare al più presto un tecnico abilitato.

Diagnostica:

Cause possibili delle anomalie:

Origine dei difetti di stabilità o di geometria:

- errori nel calcolo o nella concezione;
- valutazione errata dei carichi e dei sovraccarichi;
- non desolidarizzazione della struttura portante rispetto ad elementi di attrezzatura;
- difetti di fabbricazione in officina;
- tipi di acciaio non corretti, saldature difettose, non rispetto delle tolleranze di dilatazione;
- difetti di montaggio (connessioni difettose, stralli assenti, contraventature insufficiente);
- appoggi bloccati che impediscono la dilatazione;
- sovraccarichi eccezionali non previsti;
- sovraccarichi puntuali non controllati;
- movimenti delle fondazioni;
- difetti di collegamento tra gli elementi.

Origine delle anomalie di derivazione chimica:

- assenza di protezione del metallo;
- ambiente umido;
- ambiente aggressivo;
- assenza di accesso alla struttura (nel caso di protezione contro l'incendio).

Anomalie Riscontrabili:

Sc-006/An-001 - Crosta

Deposito superficiale di spessore variabile, duro e fragile, generalmente di colore nero.

Sc-006/An-002 - Decolorazione

Alterazione cromatica della superficie.

Sc-006/An-003 - Deposito superficiale

Accumulo di pulviscolo atmosferico o di altri materiali estranei, di spessore variabile, poco coerente e poco aderente alla superficie del rivestimento.

Sc-006/An-004 - Distacco

Disgregazione e distacco di parti notevoli del materiale che può manifestarsi anche mediante espulsione di elementi prefabbricati dalla loro sede.

Sc-006/An-005 - Efflorescenze

Formazione di sostanze, generalmente di colore biancastro e di aspetto cristallino o polverulento o filamentoso, sulla superficie del manufatto. Nel caso di efflorescenze saline, la cristallizzazione può talvolta avvenire all'interno del materiale provocando spesso il distacco delle parti più superficiali: il fenomeno prende allora il nome di cripto-efflorescenza o subefflorescenza.

Sc-006/An-006 - Erosione superficiale

Asportazione di materiale dalla superficie dovuta a processi di natura diversa. Quando sono note le cause di degrado, possono essere utilizzati anche termini come erosione per abrasione o erosione per corrosione (cause meccaniche), erosione per corrosione (cause chimiche e biologiche), erosione per usura (cause antropiche).

Sc-006/An-007 - Mancanza

Caduta e perdita di parti del materiale del manufatto.

Sc-006/An-008 - Patina biologica

Strato sottile, morbido e omogeneo, aderente alla superficie e di evidente natura biologica, di colore variabile, per lo più verde. La patina biologica è costituita prevalentemente da microrganismi cui possono aderire polvere, terriccio.

Sc-006/An-009 - Presenza di vegetazione

Presenza di vegetazione caratterizzata dalla formazione di licheni, muschi e piante lungo le superficie.

Controlli eseguibili dall'utente

Sc-006/Cn-001 - Controllo periodico

Procedura: Controllo a vista

Frequenza: 360 giorni

Ispezione visiva dello stato dell'elemento strutturale metallico con identificazione e rilievo delle anomalie quali ruggine, rimozione protezione antincendio etc.

Ricerca della causa del degrado e controllo della qualità dell'acciaio. Analisi dell'opportunità di ricorrere ad uno specialista.

Requisiti da verificare: *-Regolarità delle finiture, -Resistenza meccanica*

Anomalie: *-Decolorazione, -Deposito superficiale, -Distacco, -Erosione superficiale, -Patina biologica, -Presenza di vegetazione*