

COMUNI DI
TORRE SANTA SUSANNA-MESAGNE-ERCHIE
PROVINCIA DI BRINDISI



PROGETTO

Ingveprogetti s.r.l.s.

via Geofilo n.7-72023, Mesagne (BR)
email: info@ingveprogetti.it

RESPONSABILE DEL PROGETTO
Ing. Giorgio Vece

COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO DENOMINATO "SPARPAGLIATA", DELLE OPERE ED INFRASTRUTTURE CONNESSE, SITO NEI COMUNI DI TORRE SANTA SUSANNA, MESAGNE ED ERCHIE (BR), CON POTENZA NOMINALE PARI A 30.000,000 KWn E POTENZA DI PICCO PARI A 33.888,78 KWp.

Oggetto: Calcoli preliminari Strutture

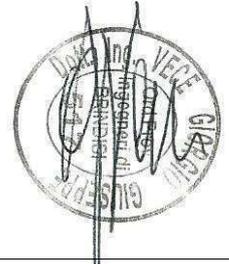
NOME FILE:

C9DVVB4_
CalcoliPrelStrutture_Rev2

PROGETTISTA:

Ing. Giorgio Vece

TIMBRO E FIRMA



STATO DEL PROGETTO

PROGETTO DEFINITIVO PER V.I.A.

N.	DATA	DESCRIZIONE	VERIFICATO	APPROVATO
00	OTTOBRE 2020	Prima emissione	Ing. Giorgio Vece	
01	DICEMBRE 2020	Integrazione	Ing. Giorgio Vece	
02	FEBBRAIO 2021	Integrazione	Ing. Giorgio Vece	

Powertis

Luminora Sparpagliata S.r.l
Via Venti Settembre 1, 00187 Roma
C.F. e P.IVA 15954411003

Sommario

1. PREMESSA	4
2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO	4
Le opere in progetto si articolano in:	4
✓ Opere di utenza	4
✓ Opere di rete	4
Come di seguito definite.....	4
3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
3.1 ZONIZZAZIONE SISMICA	7
3.2 AZIONE DEL VENTO	8
3.3 AZIONE DELLE NEVE.....	9
4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL TERRENO	9
4.1 Caratteristiche geologiche e geotecniche.....	9
4.2 Caratterizzazione sismica del sito	10
PARAMETRI SISMICI:	12
COEFFICIENTI SISMICI:.....	13
4.3 Caratteristiche geotecniche del sito	13
5. REQUISITI DEI MATERIALI IMPIEGATI	15
5.1 Leganti idraulici	15
5.2 Inerti.....	15
5.3 Classe dei calcestruzzi	16
5.4 Acciaio per cemento armato	16
5.5 Cabine prefabbricate.....	16
5.6 Fondazione prefabbricata del tipo "VASCA DI FONDAZIONE"	18
6. CALCOLO PRELIMINARE SULLE STRUTTURE DI SOSTEGNO.....	19
6.1 Azione del vento.....	19
6. Verifica a ribaltamento	21
7.1 DESCRIZIONE DEI SOSTEGNI.....	25
7.2 AZIONI DI PROGETTO.....	26
7.3 Pesì propri strutturali (G1)	26
7.4 Carichi Permanenti non strutturali (G2)	26
7.5 Carichi variabili (Q).....	26
7. Verifica fondazione sostegno	27

INGVEPROGETTI s.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO- "SPARPAGLIATA "- Torre Santa Susanna-Mesagne-Erchie (BR)- Calcoli Preliminari Strutture	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L
--	---	--

Dati Corpo illuminante..... 27

8. VERIFICA EDIFICIO STAZIONE DI UTENZA..... 30

1. PREMESSA

La presente relazione è descrittiva delle strutture del progetto dell'impianto "Sarpagliata".

L'impianto (agrovoltaico) denominato "Sarpagliata" si realizzerà su area agricole entro i territori dei comuni di Torre Santa Susanna, Mesagne e Erchie.

Il parco d'impianto Sarpagliata è un impianto fotovoltaico articolato in cinque lotti di impianto, denominati "lotto SP_1, lotto SP_2, lotto SP_3, lotto SP_4, lotto SP_5" ognuno dei quali converge in un'unica linea di connessione alla RTN. Proponente dell'impianto fotovoltaico è la LUMINORA SPARPAGLIATA s.r.l. con sede in via XX settembre, 1 a Roma.

2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Le opere in progetto si articolano in:

- ✓ Opere di utenza
- ✓ Opere di rete

Come di seguito definite.

Opere di utenza

1. Generatore fotovoltaico
2. Cavidotto di connessione
3. Cabine di sezionamento
4. Stazione di elevazione
5. Cavidotto interrato in AT di connessione alla SE Erchie

Generatore fotovoltaico

L'impianto fotovoltaico prevede i seguenti elementi strutturali:

Generatore fotovoltaico	n. strutture di sostegno (tracker)	n. pannelli	n. cabine prefabbricate
Lotto SP_1	381	20.574	11
Lotto SP_2	74	3.996	4
Lotto SP_3	134	7.236	5
Lotto SP_4	37	1.998	4
Lotto SP_5	475	25.650	11

Cavidotto di connessione

Il cavidotto di connessione del generatore fotovoltaico è realizzato in cavidotto interrato con cavo interrato con cavo isolato in XLPE tipo cordato ad elica visibile

Cabine di sezionamento e cabine impianto

Ai fini di rendere meglio gestibile in termini di sicurezza e manutenzione lungo il cavidotto sono state posizionate due cabine prefabbricate di sezionamento di tipo unificato ENEL . Le cabine svolgeranno funzione di rompi-tratta e saranno dotate di apparecchiature elettromeccaniche di sezionamento, motorizzate al fine di essere tele controllate a distanza.

Le cabine di sezionamento e le cabine di impianto sono del tipo prefabbricate, omologate e dotate di "Attestato di Qualificazione per la produzione di componenti prefabbricati in c.a/c.a.p." rilasciato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Pertanto le cabine non sono soggette a deposito dei calcoli statici.

Per esse l'attività in opera in c.a. è la zattera di appoggio non è soggetta a deposito dei calcoli in c.a. ne a calcolo statico.

Stazione di elevazione 150/30 kV

La Stazione di Utenza è finalizzata alla elevazione in alta tensione della tensione prodotta dalle singole società proponenti. La Stazione, condivisa, sarà progettata conformemente alla Norma CEI EN 61936-1 e costituita da:

- ✓ edifici delle società proponenti
- ✓ trasformatori elevatori di tensione
- ✓ recinzione in muratura
- ✓ edifici in muratura a pianta rettangolare

Strutture di sostegno pannelli fotovoltaici

Le strutture di sostegno sono di tipo realizzate in stabilimento con fondazioni vibro-infisse.

Il dimensionamento delle strutture di sostegno segue la direttiva macchine.

la struttura di sostegno deve essere in grado di:

- ✓ reggere il peso proprio (dei pannelli e delle relative strutture di sostegno)
- ✓ carico neve
- ✓ azione del vento
- ✓ azioni sismiche

Il fissaggio al suolo delle strutture portamoduli avviene mediante l'utilizzo di un sistema di ancoraggio al

suolo denominato "T-Block" (Fig. 2). Si presenta come una grossa vite autofilettante che penetra nel terreno fino ad una profondità di 1,6 m.

Il T-Block viene piantato nel terreno, grazie ad un apposito macchinario, nel punto desiderato costituendo un punto di ancoraggio fermo capace di contrastare il momento di ribaltamento e l'azione di scivolamento indotta dalla sollecitazione del vento posteriore.

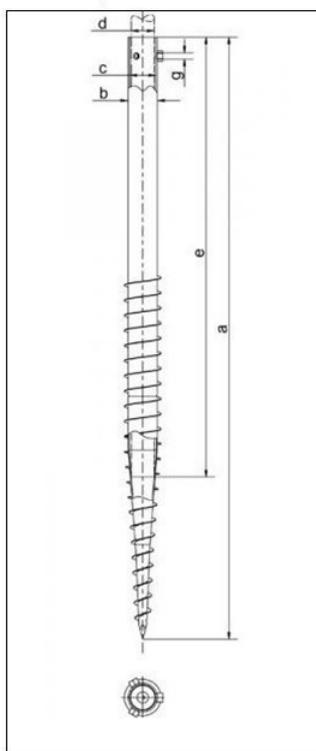


Fig . 2

3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D.M. 17/01/2018 – Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" (NTC2018);
- O.P.C.M. n. 3519 del 28/04/2006 - Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone
- O.P.C.M. n. 3431 del 03/05/2005 - Ulteriori modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante "Primi elementi in

INGVEPROGETTI s.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO- “SPARPAGLIATA ”- Torre Santa Susanna-Mesagne-Erchie (BR)- Calcoli Preliminari Strutture	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L
---	---	---

- materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”
- D.G.R. n. 260 del 07/03/2005 – “L.R. 20/00 – O.P.C.M. 3274/03 – Individuazione delle zone sismiche del territorio regionale e relativi adempimenti – Recepimento O.P.C.M. n. 3379/04 – Prolungamento del periodo temporale stabilito con il 7° disposto della deliberazione G.R. n. 153/04”
 - D.G.R. n. 597 del 27/04/2004 – “L.R. 20/00 - O.P.C.M. 3274/03 - Individuazione delle zone sismiche del territorio regionale e relativi adempimenti - Recepimento O.P.C.M. n. 3333/04 e conseguente rettifica della deliberazione G.R. n. 153/04”
 - D.G.R. n. 153 del 02/03/2004 - L.R. 20/00. O.P.C.M. 3274/03. Individuazione delle zone sismiche del territorio regionale e delle tipologie di edifici ed opere strategici e rilevanti. Approvazione del programma temporale e delle indicazioni per le verifiche tecniche da effettuarsi sugli stessi
 - D.M. 16/01/1996 - Norme tecniche relative ai Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi, e relativa Circolare Ministeriale n. 156 del 04/07/1996;
 - Lg. n. 64 del 02/02/1974 - Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche
 - Lg. n. 1086 del 05/11/1971 - Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica;
 - Allegato alla Lg. n. 1684 del 25/11/1962 - Elenco dei Comuni e frazioni e parti di Comune nei quali è obbligatoria l'osservanza delle norme tecniche di edilizia per le località sismiche della 1ª e della 2ª categoria;

3.1 ZONIZZAZIONE SISMICA

Con l’ordinanza n° 3274 del 20/03/2003 del Presidente del Consiglio dei Ministri, modificata dall’OPCM n° 3431 del 03/05/2005 sono approvati i “Criteri per l’individuazione delle zone sismiche – individuazione, formazione e aggiornamento degli elenchi delle medesime zone”, nonché le connesse “Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l’adeguamento sismico degli edifici”, “Norme tecniche per il progetto sismico dei ponti” e le “Norme tecniche per il progetto sismico delle opere di fondazione e sostegno dei terreni”. Secondo la nuova classificazione sismica dei comuni italiani il territorio di Mesagne, Torre Santa Susanna ed Erchie rientra nelle “Zone sismiche4”.



3.2 AZIONE DEL VENTO

Per l'azione del vento sono state prese in considerazione quelle delle NTC 2018 ossia:

1. Tipologia di struttura: Strutture isolate
2. Zona di riferimento: Zona 3 (Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria))



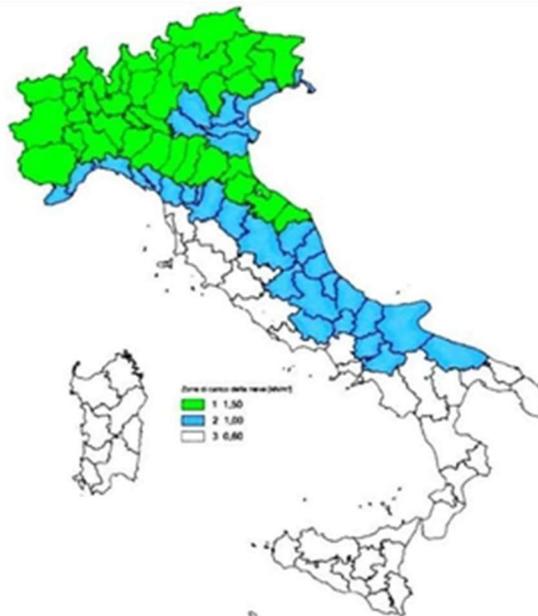
In zona 3 abbiamo I seguenti parametri:

- ✓ coefficiente di esposizione: In mancanza di analisi specifiche, la categoria di esposizione è assegnata in funzione della posizione geografica del sito ove sorge la costruzione e della classe di rugosità del terreno nelle fasce entro i 40 km dalla costa delle zone 1, 2, 3, 4, 5 e 6, la categoria di esposizione è indipendente dall'altitudine del sito
- ✓ Rugosità del terreno: Classe D (Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi, ...))

3.3 AZIONE DELLE NEVE

Per l'azione della neve sono state prese in considerazione quelle delle NTC 2018 ossia: Il comune Mesagne, Torre Santa Susanna ed Erchie si colloca in zona 3.

<p>Zona III Agrigento, Brindisi, Cagliari, Caltanissetta, Carbonia-Iglesias, Caserta, Catania, Catanzaro, Cosenza, Crotone, Enna, Grosseto, Latina, Lecce, Livorno, Matera, Medio Campidano, Messina, Napoli, Nuoro, Ogliastra, Olbia-Tempio, Oristano, Palermo, Pisa, Potenza, Ragusa, Reggio Calabria, Roma, Salerno, Sassari, Siena, Siracusa, Taranto, Terni, Trapani, Vibo Valentia, Viterbo</p>	<p>$q_{sk} = 0,60 \text{ kN/m}^2$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{sk} = 0,51 [1+(a_s/481^2)] \text{ kN/m}^2$ $a_s > 200 \text{ m}$</p>
--	---



4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL TERRENO

4.1 Caratteristiche geologiche e geotecniche

Di seguito si estrapolano i dati riportati nella relazione geologica del dott. Geologo Dario Fischetto.

L'area oggetto di studio ubicata nei comuni di Torre Santa Susanna, Mesagne ed Erchie, ad una quota compresa tra i 50 e i 65 mt s.l.m.m., è caratterizzata da una morfologia decisamente pianeggiante, con escursioni altimetriche estremamente modeste intorno al 1,5%.

L'area oggetto di interesse progettuale, al di sotto di una più o meno spessa copertura di terreno vegetale alterato, è caratterizzata dalla presenza in affioramento:

INGVEPROGETTI s.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO- “SPARPAGLIATA ”- Torre Santa Susanna-Mesagne-Erchie (BR)- Calcoli Preliminari Strutture	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L
--	---	--

- ❖ dei “depositi calcarenitici” nella parte a sud dell’area, formazione costituita dall’alternanza di livelli sabbiosi e di calcare organogeno a grado di cementazione variabile, tuttavia, a luoghi, dove il substrato calcareo risulta dislocato a maggiore profondità nel sottosuolo, alle calcareniti si sovrappone gradualmente, seppur con spessori esigui, una successione di depositi sabbioso-limoso-argillosi,
- ❖ componente arenatica nella restante parte ad a nord-est,

4.2 Caratterizzazione sismica del sito

Dalla relazione del Dott. Fischetto si riprendono gli elementi della caratterizzazione sismica dei terreni su cui si articolerà l’impianto fotovoltaico.

seguito si riportano.

a) Lotto SP_1: Unità prevalente calcarea o dolomitica

Tabella: Classificazione della categoria di sottosuolo

$V_{S_{eq}}$ (m/s)	Descrizione	Stima categoria sottosuolo
995,00	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.	A

b) Lotto SP_2 : Unità prevalente componente arenatica

Tabella: Classificazione della categoria di sottosuolo

$V_{S_{eq}}$ (m/s)	Descrizione	Stima categoria sottosuolo
895,00	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.	A

c) Lotto SP_3 : Unità prevalente componente arenatica

Tabella: Classificazione della categoria di sottosuolo

$V_{S_{eq}}$ (m/s)	Descrizione	Stima categoria sottosuolo
895,00	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.	A

INGVEPROGETTI s.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO- “SPARPAGLIATA ”- Torre Santa Susanna-Mesagne-Erchie (BR)- Calcoli Preliminari Strutture	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L
--	---	--

d) **Lotto SP_4: Unità prevalente componente siltoso e/oarenitica**

Tabella: Classificazione della categoria di sottosuolo

$V_{s_{eq}}$ (m/s)	Descrizione	Stima categoria sottosuolo
345,00	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.	C

e) **Lotto SP_5: Unità prevalente componente siltoso e/oarenitica**

Tabella: Classificazione della categoria di sottosuolo

$V_{s_{eq}}$ (m/s)	Descrizione	Stima categoria sottosuolo
345,00	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.	C

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tab. 3.2.III - NTC-2018):

Tabella 3.2.III – Categorie topografiche

CATEGORIA	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Come osservato dal Dott. Fischetto trovandoci in condizioni superficiali semplici sulla base di quanto sopra esposto, è possibile classificare le condizioni topografiche dell'area indagata come rientranti nella categoria **T1** "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ".

I parametri sismici $v_{1.5}$ associati a ciascun stato limite secondo le NTC 2018 e la Circolare Ministeriale n. 7 del 21.01.2019, sono:

INGVEPROGETTI s.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO- "SPARPAGLIATA "- Torre Santa Susanna-Mesagne-Erchie (BR)- Calcoli Preliminari Strutture	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L
--	---	--

PARAMETRO		VALORE
Tipo di costruzione (Tab. 2.4.I NTC-2018)		2. Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale
Vita nominale di progetto (V_N) (Tab. 2.4.I NTC-2018)		Valore minimo $V_N \geq 50$ anni
Classe d'uso dell'opera (§ 2.4.2 NTC-2018)		Classe II - Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali,....
Coefficiente d'uso (§ 2.4.2 NTC-2018, Tab. 2.4.II)		$C_u = 1,0$
Categoria di sottosuolo (§ 3.2.2 NTC-2018 Tab. 3.2.II)		B ($V_{S,eq} = 416,00$ m/s)
Categoria topografica (§ 3.2.2 NTC-2018 Tab. 3.2.III)		T1
Periodo di riferimento per l'azione sismica (§ 2.4.3 NTC-2018 Tab. 2.4.II)		$V_R = V_N \cdot C_U = 50$ anni
Classificazione sismica (Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274/03 come recepita dalla Regione Puglia con DGR n. 153 del 02.03.2004) come da figura di seguito riportata		Comune di Torre Santa Susanna, Mesagne ed Erchie (BR) – ZONA 4

PARAMETRI SISMICI:

STATO LIMITE	Probabilità di superamento (%)	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
SLO	81	30	0,014	2,412	0,157
SLD	63	50	0,019	2,405	0,208
SLV	10	475	0,052	2,385	0,489
SLC	5	975	0,068	2,474	0,540

SLO = Stato Limite di Operatività - SLD = Stato Limite di Danno - SLV = Stato Limite di salvaguardia della Vita - SLC = Stato Limite di prevenzione del Collasso – T_R = Tempo di ritorno – 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.

COEFFICIENTI SISMICI:

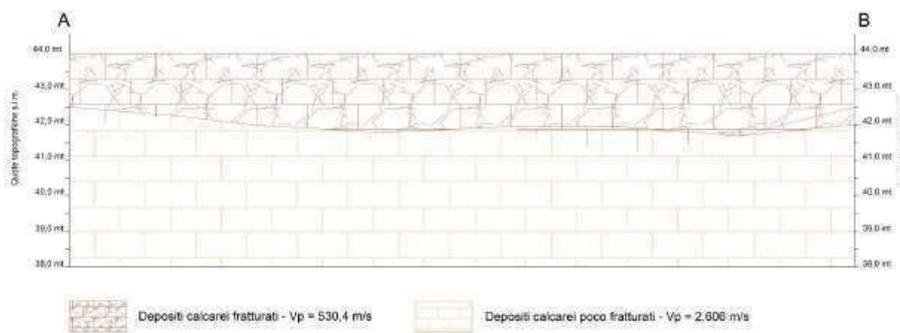
STATO LIMITE	S_S [-]	C_c [-]	S_T [-]	K_h [-]	K_v [-]	A_{max} [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,200	1,590	1,000	0,003	0,002	0,166	0,200
SLD	1,200	1,510	1,000	0,005	0,002	0,222	0,200
SLV	1,200	1,270	1,000	0,013	0,006	0,615	0,200
SLC	1,200	1,240	1,000	0,016	0,008	0,800	0,200

S_S = coefficiente di amplificazione stratigrafica - S_T = coefficiente di amplificazione topografica - C_c = coefficiente funzione della categoria di sottosuolo - K_h = Coefficiente sismico orizzontale - K_v = Coefficiente sismico verticale - A_{max} = Accelerazione orizzontale massima attesa - Beta = Coefficiente di riduzione per A_{max} .

4.3 Caratteristiche geotecniche del sito

L'area di interesse, al di sotto di una più o meno spessa copertura di terreno vegetale alterato, è caratterizzata dalla presenza in affioramento:

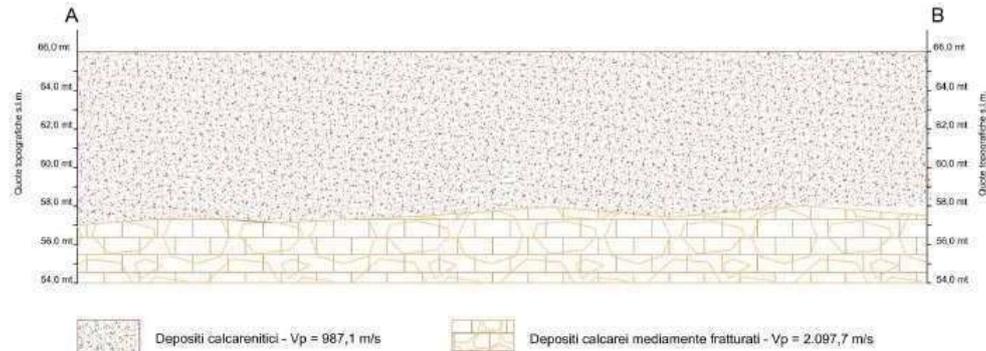
1) Lotto SP_1



VELOCITÀ - MODULI ELASTICI - PARAMETRI GEOTECNICI											
Sismostrato	Litologia	Prof. (m)	V_p (m/sec)	V_s (m/sec)	ν	γ (t/m ³)	E_d (Mpa)	E_s (Mpa)	ϕ (°)	C_u (Kg/cm ²)	G_D (Mpa)
1	Terreno vegetale	0,00 ÷ 0,50	=	=	=	=	=	=	=	=	=
2	Calcarei fratturati	0,50 ÷ 1,50	530,40	326,00	0,20	1,94	1400	169	28	0,03	436
3	Calcarei mediamente fratturati	1,50 ÷ 6,00	2.606	984,00	0,42	2,37	8484	1.022	32	0,27	2483

V_p = Velocità longitudinale; V_s = Velocità trasversale; ν = Modulo di Poisson; γ = Peso per unità di volume; E_d = Modulo elastico dinamico; E_s = Modulo elastico statico; ϕ = Angolo di resistenza al taglio (angolo di attrito); C_u = Coesione non drenata; G_D = Modulo di taglio.

2) Lotto SP_2



VELOCITÀ - MODULI ELASTICI - PARAMETRI GEOTECNICI											
Sismo-strato	Litologia	Prof. (m)	Vp (m/sec)	Vs (m/sec)	v	γ (t/m ³)	Ed (Mpa)	Es (Mpa)	ϕ (°)	Cu (Kg/cm ²)	G _s (Mpa)
1	Depositi calcarenitici mediamente cementati	0,00 ÷ 8,50	987,1	448,0	0,37	1,74	1928	232	32	0,05	572
2	Depositi calcarei da fratturati a mediamente fratturati	8,50 ÷ 14,0	2.097,7	998,0	0,35	2,1	12545	1511	38	0,28	3741

Vp = Velocità longitudinale; Vs = Velocità trasversale; v = Modulo di Poisson; γ = Peso per unità di volume; Ed = Modulo elastico dinamico; Es = Modulo elastico statico; ϕ = Angolo di resistenza al taglio (angolo di attrito); Cu = Coesione non drenata; G_s = Modulo di taglio.

3) Lotto SP_4 e lotto SP_5

LITOLOGIA (ORIZZONTE)	PROFONDITA' dal P.C. (mt)		PARAMETRI GEOTECNICI	CORRELAZIONE	VALORE
	DA	A			
Terreno vegetale limo argilloso (ORIZZONTE 1)	0,00	0,40	Coesione (C)	=	0,0 (Kg/cmq)
			Angolo di attrito	[Meyerhof (1965)]	24°
			Modulo Elastico (di Young)	[Schiermann (1978)]	16,94 (Kg/cmq)
			Modulo Edometrico	[Bjerrmann (1974)]	33,59 (Kg/cmq)
			Classificazione AGI (1977)	AGI (1977)	SCIOLTO
			Modulo di Poisson	A.G.I.	0,35
			Peso unità di volume naturale (γ)	[Meyerhof 1951]	1,45 (t/mc)
			Peso unità di volume saturo (γ_s)	[Terzaghi-Peck 1948-1967]	1,86 (t/mc)
			Coefficiente spinta a Riposo K ₀ =Sigma _H /P ₀	[Navac 1971-1982]	0,51
			Falda superficiale dal p.c.	=	NON RILEVATA
Limo sabbioso con argilla (ORIZZONTE 2)	0,40	5,00	Coesione (C)	=	0,0 (Kg/cmq)
			Angolo di attrito	[Meyerhof (1965)]	28,00°
			Modulo Elastico (di Young)	[Schiermann (1978)]	55,36 (Kg/cmq)
			Modulo Edometrico	[Bjerrmann (1974)]	46,12 (Kg/cmq)
			Classificazione AGI (1977)	AGI (1977)	POCO ADDENSATO
			Modulo di Poisson	A.G.I.	0,34
			Peso unità di volume naturale (γ)	[Meyerhof 1951]	1,70 (t/mc)
			Peso unità di volume saturo (γ_s)	[Terzaghi-Peck 1948-1967]	1,91 (t/mc)
			Coefficiente spinta a Riposo K ₀ =Sigma _H /P ₀	[Navac 1971-1982]	1,90
			Falda superficiale dal p.c.	=	NON RILEVATA
Sabbia limosa con presenza di trovanti di natura arenacea (ORIZZONTE 3)	5,00	7,00	Coesione (C)	=	0,0 (Kg/cmq)
			Angolo di attrito	[Meyerhof (1965)]	30°
			Modulo Elastico (di Young)	[Schiermann (1978)]	95,04 (Kg/cmq)
			Modulo Edometrico	[Bjerrmann (1974)]	59,06 (Kg/cmq)
			Classificazione AGI (1977)	AGI (1977)	MODERATAMENTE ADDENSATO
			Modulo di Poisson	A.G.I.	0,32
			Peso unità di volume naturale (γ)	[Meyerhof 1951]	1,89 (t/mc)
			Peso unità di volume saturo (γ_s)	[Terzaghi-Peck 1948-1967]	1,96 (t/mc)
			Coefficiente spinta a Riposo K ₀ =Sigma _H /P ₀	[Navac 1971-1982]	3,20
			Falda superficiale dal p.c.	=	NON RILEVATA

INGVEPROGETTI s.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO- "SPARPAGLIATA "- Torre Santa Susanna-Mesagne-Erchie (BR)- Calcoli Preliminari Strutture	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L
---	---	--

5. REQUISITI DEI MATERIALI IMPIEGATI

I materiali che verranno usati dovranno essere tutti perfettamente idonei ed approvati dalla D.L.. In ogni caso tutti i materiali dovranno corrispondere a quanto prescritto dalle NTC 2018 al quale si fa riferimento per il tipo ed il numero dei controlli e le prove sui materiali da eseguire. Il rapporto acqua cemento dovrà essere scelto opportunamente in modo da consentire la realizzazione di calcestruzzi di elevata impermeabilità e compattezza e da migliorare la resistenza alla carbonatazione ed all'attacco dei cloruri; dovrà essere comunque utilizzato un rapporto acqua/cemento non superiore a:

- ✓ 0,45 per tutti gli elementi strutturali in c.a.
- ✓ 0,50 per tutti gli altri elementi

Il controllo di quanto sopra prescritto sarà effettuato, su richiesta della D.L., verificando sia la quantità di acqua immessa nell'impasto, sia l'umidità degli inerti (metodo Speedy Test).

L'acqua dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruri e solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate.

5.1 Leganti idraulici

I leganti idraulici da impiegare devono essere conformi alle prescrizioni e definizioni contenute nella Legislazione vigente ed alla norma UNI 9858 e UNI ENV 197-1. Per le opere destinate ad ambiente umido deve essere utilizzato cemento tipo pozzolanica. Il dosaggio minimo di cemento per m³ di calcestruzzo deve essere determinato in funzione del diametro minimo degli inerti, secondo la Norma UNI 8981, Parte Seconda, sulla durabilità del calcestruzzo.

5.2 Inerti

Gli inerti potranno provenire sia da cave naturali che dalla frantumazione di rocce di cave coltivate con esplosivo e potranno essere sia di natura silicea che calcarea, purché di alta resistenza alle sollecitazioni meccaniche. Saranno accuratamente vagliati e lavati, privi di sostanze terrose ed organiche, provenienti da rocce non scistose, né gelive opportunamente miscelati con sabbia di fiume silicea, aspra al tatto, di forma angolosa e granulometricamente assortita.

Dovranno soddisfare i requisiti richiesti nel Decreto Ministeriale del 9/01/96 "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche ed essere conformi alle prescrizioni relative alla Categoria A della Norma UNI 8520.

La granulometria degli inerti deve essere scelta in modo tale che il calcestruzzo possa essere gettato e

INGVEPROGETTI s.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO- "SPARPAGLIATA "- Torre Santa Susanna-Mesagne-Erchie (BR)- Calcoli Preliminari Strutture	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L
--	---	--

compattato attorno alle barre senza pericolo di segregazione

(UNI 9858) ed in particolare:

- ✓ D15 per spessori di calcestruzzo minori o uguali a 15 cm
- ✓ D30 per spessori di calcestruzzo maggiori di 15 cm

5.3 Classe dei calcestruzzi

La conformità degli inerti e delle miscele di inerti a quanto prescritto dalle Norme sopra citate deve essere comprovata da apposite prove condotte da un Laboratorio Ufficiale, il quale ne deve rilasciare attestato mediante Relazione Tecnica che dovrà essere esibita alla D.L. dall'Appaltatore.

5.4 Acciaio per cemento armato

L'acciaio dovrà corrispondere alle caratteristiche specifiche dalle NTC 2018.

Sarà impiegato acciaio in barre ad aderenza migliorata dei tipo:

B450C (acciaio laminato a caldo):

- ✓ caratterizzato da una tensione di rottura non inferiore a 540 N/mm²;
- ✓ da una tensione di snervamento non inferiore a 450 N/mm² e da un allungamento totale a carico massimo non inferiore al 7,5%;

B450A (acciaio trafilato a freddo):

- ✓ caratterizzato da una tensione di rottura non inferiore a 540 N/mm²;
- ✓ da una tensione di snervamento non inferiore a 450 N/mm² e da un allungamento totale a carico massimo non inferiore al 3% (minore duttilità rispetto al precedente).

A seconda di quanto previsto negli elaborati di progetto, per tutte le opere, e rete elettrosaldata in vari diametri e maglie, dei tipo conforme alle specifiche dei D.M.sopracitato.

L'Appaltatore dovrà fornire i certificati di controllo come prescritto dalla normativa sopracitata, per ciascuna partita di acciaio approvvigionato, in originale o copia conforme.

5.5 Cabine prefabbricate

La cabina prefabbricata in cemento armato vibrato, realizzata con struttura monolitica autoportante, dovrà essere conforme alla normativa CEI 0-16.

In particolare la struttura prefabbricata in cemento armato vibrato dovrà rispondere alle seguenti

normative di riferimento :

- legge 5 novembre 1971 N° 1086 (La nuova disciplina per le opere in conglomerato cementizio armato)
- D.M. 09 Gennaio 1996 (Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche)
- Circolare M.LL.PP. 15 Ottobre 1996 n. 252 (Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per il calcolo l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche)
- legge 2 febbraio 1974 N° 64 (Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche)
- D.M. 3 dicembre 1987 (Norme per le costruzioni prefabbricate)
- D.M. 16 gennaio 1996 (Norme tecniche per le costruzioni in zonesismiche)
- Circolare M.LL.PP. 10 Aprile 1997 n.65 (Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche in zone sismiche)
- D.M. 16 Gennaio 1996 (Norme tecniche per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi)
- Circolare M.LL.PP. 4 Luglio 1996 n.156 (Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per carichi e sovraccarichi)

La Cabina monoblocco è costituita da:

- ❖ Struttura scatolare composta dalle quattro pareti laterali e dal pannello pavimento realizzate con un unico getto di calcestruzzo aventi spessore minimo 70 mm
- ❖ Pannello di copertura in calcestruzzo della struttura avente spessore minimo 80mm
- ❖ Eventuali pannelli di divisione interna, in calcestruzzo spessore minimo 70 mm, in lamiera o rete spessore minimo 3 mm, a delimitazione dei vari locali (CONSEGNA, Misure, Utente 1, ecc.);

Caratteristiche :

- Calcestruzzo avente classe Rck 350 Kg/cm² opportunamente additivato con superfluidificante e con impermeabilizzante idonei a garantire una adeguata protezione contro le infiltrazioni di acqua per capillarità.
- Armatura metallica interna a tutti i pannelli costituita da doppia rete elettrosaldata e ferro nervato, entrambi in FeB44 K controllato.

INGVEPROGETTI s.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO- "SPARPAGLIATA "- Torre Santa Susanna-Mesagne-Erchie (BR)- Calcoli Preliminari Strutture	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L
---	---	--

- Collegamento mediante saldatura di tutte le armature metalliche in modo da realizzare e garantire una maglia equipotenziale di terra uniformemente distribuita in tutta la cabina onde consentire il collegamento elettrico all' impianto di terra esterno.
- Pannello di copertura avente spessore minimo in gronda di cm 8.00 e dimensionato in modo da supportare sovraccarichi accidentali di 400 Kg/mq.
- Pannello di pavimentazione avente spessore minimo di 80 mm e dimensionato in modo da supportare un carico permanente di 500 Kg/mq e i carichi concentrati dei trasformatori di tensione.
- Predisposizione del pannello pavimento di appositi cavedi, per il passaggio dei cavi MT/BT in entrata ed in uscita dalla cabina., e di inserti filettati per il fissaggio delle apparecchiature elettromeccaniche.
- Impermeabilizzazione della copertura mediante l'applicazione a caldo di una guaina bituminosa di mm 4.00 di spessore dopo aver trattato il sottofondo con una mano di Primer.
- Pareti interne, lisce e senza nervature, tinteggiate con pitture al quarzo di colore bianco.
- Pareti esterne, tinteggiate con pitture al quarzo ad effetto bucciato, idonee a resistere agli agenti atmosferici anche in ambiente marino, montano, industriale altamente inquinato.
 - La struttura portante dovrà essere dimensionata e calcolata per consentire lo spostamento del monoblocco completo delle apparecchiature elettromeccaniche, trasformatore ad olio compreso;
 - Il monoblocco dovrà essere dotato di dispositivi di sollevamento, costituiti da idonei inserti filettati, posizionati nello spessore delle pareti a contatto con il pannello di copertura in modo tale che dopo la posa in opera non rimangano in vista nella superficie esterna delle pareti onde evitare l'ossidazione che potrebbe macchiare e deteriorare il calcestruzzo e il rivestimento esterno; dopo il montaggio i dispositivi dovranno essere opportunamente ingrassati e chiusi con idoneo sistema che ne impedisca l'ossidazione;

Al contempo le cabine monoblocco consentono una facile rimozione per una successiva reinstallazione in altra località.

5.6 Fondazione prefabbricata del tipo "VASCA DI FONDAZIONE"

La cabina verrà posata su fondazione prefabbricata tipo vasca avente altezza esterna di cm. 40 (e dotata di fori per tubo corrugato), a frattura prestabilita in modo da consentire l'ingresso e l'uscita dei cavi MT/BT nei quattro lati (attraverso una botola ricavata sul pavimento della Cabina è possibile accedere alla vasca).

INGVEPROGETTI s.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO- "SPARPAGLIATA "- Torre Santa Susanna-Mesagne-Erchie (BR)- Calcoli Preliminari Strutture	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L
---	---	--

Le caratteristiche costruttive e i materiali dovranno essere identici a quelli impiegati per la costruzione della cabina monoblocco.

L'uso della vasca di fondazione prefabbricata permette di eseguire opere edili sul posto veramente limitate in quanto è necessario un semplice scavo e riportare sul fondo uno strato di calcestruzzo magro spianato di 8-10cm o un equivalente strato di sabbia ben costipata.

6. CALCOLO PRELIMINARE SULLE STRUTTURE DI SOSTEGNO

6.1 Azione del vento

L'azione del vento è calcolata in conformità a quanto previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni.

In particolare è stata valutata l'entità dell'azione del vento gravante sulle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici, nella ipotesi di struttura isolata:

Zona 3 [Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)]

Pertanto avremo

- Classe di rugosità del terreno: D [Aree prive di ostacoli]
- Categoria di esposizione: nelle fasce entro i 40km dalla costa delle zone 1,2,3,4,5 e 6 la categoria di esposizione è indipendente dall'altitudine del sito.

a_s (altitudine sul livello del mare della costruzione):

Distanza dalla costa

T_R (Tempo di ritorno):

Categoria di esposizione

150	[m]
21	[km]
50	[anni]
II	

La velocità di riferimento del vento ricavata dalla NTA

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s	C_a
3	27	500	0,37	1,000

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

$c_a = 1$ per $a_s \leq a_0$
 $c_a = 1 + k_s (a_s/a_0 - 1)$ per $a_0 < a_s \leq 1500$ m

v_b (velocità base di riferimento) 27,00 m/s

$$v_r = v_b * c_r$$

C_r coefficiente di ritorno 1,00

v_r (velocità di riferimento) 27,02 m/s

q_r (pressione cinetica di riferimento [N/mq])

$$q_r = 1/2 \cdot \rho \cdot v_r^2 \quad (\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3)$$

Pressione cinetica di riferimento q_r 456,29 [N/m²]

Coefficiente di esposizione

- Coefficiente dinamico $c_d=1,00$
- Coefficiente topografico $c_t=1,00$

Da cui il Coefficiente di esposizione è dato da :

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

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

k_r	z_0 [m]	z_{min} [m]
0,19	0,05	4,00

Coefficiente di esposizione minimo	$c_{e,min}$	1,80	$z < 4,00$
Coefficiente di esposizione alla gronda	$c_{e,gronda}$	1,80	$z = 3,00$
Coefficiente di esposizione al colmo	$c_{e,colmo}$	1,80	$z = 3,00$

Sempre dalle NTA si ottiene:

- Coefficiente di forma

(1) parete sopravento	c_p
	0,40
(2) copertura sopravento	c_p
	-0,80
(3) copertura sottovento	c_p
	-0,80
(4) parete sottovento	c_p
	-0,80

Quindi per il calcolo della pressione del vento si prendono in considerazione

Combinazione più sfavorevole per pareti e copertura:

Valori massimi della pressione per ogni elemento

$$p \text{ (pressione del vento)} = q_r \cdot c_d \cdot c_t \cdot c_e \cdot c_p$$

c_d (coefficiente dinamico) c_t (coefficiente topografico) c_e (coefficiente di esposizione)

c_p (coefficiente di forma)

	p [kN/m ²]	c_d	c_t	c_e	c_p	P [kN/m ²]
(1) par. sopravent.	0,456	1,00	1,00	1,801	0,40	0,33
(2) cop. sopravent.	0,456	1,00	1,00	1,801	-0,80	-0,66
(3) cop. Sottovent.	0,456	1,00	1,00	1,801	-0,80	-0,66
(4) par. sottovent.	0,456	1,00	1,00	1,801	-0,80	-0,66

L'azione del vento tangente per unità di superficie parallela alla direzione del vento, con 1.25 la densità dell'aria, è pari a :

$$q_{\tan} 8,22 [\text{N/m}^2]$$

6. Verifica a ribaltamento

L'azione del vento può essere convenzionalmente assimilata ad un carico orizzontale statico, diretto ortogonalmente all'asse dell'oggetto di modellazione e/o diretto nelle direzioni più sfavorevoli per alcuni dei suoi elementi.

Pertanto, come dato per il calcolo dell'azione del vento si considera una pressione P nella

condizione più sfavorevole, ortogonale alla struttura:

Altitudine: $a_s = 100 \text{ m s.l.m.}$

Distanza dalla costa: terra - entro 10 Km

Classe di rugosità terreno: D

Altezza manufatto: $h = 2.00 \text{ m}$

Periodo di ritorno: $T_R = 50.0 \text{ anni} \Rightarrow$

$$T_R = 0.75 \{1 - 0.2 \ln[-\ln(1 - 1/T_R)]\}^{0.5} = 1.00$$

Velocità di riferimento del vento: $V_b = V_{b,0}$ per $a_s \leq a_0$

$$V_b = V_{b,0} + K_a (a_s - a_0) \quad \text{per } a_s > a_0$$

$$V_b = 27.000 \text{ m/s}$$

$$V_b(T_R) = V_b = 27.020 \text{ m/s}$$

Coefficiente dinamico: $C_d = 1.00$

Coefficiente di forma: $C_p = 0.80$

Coefficiente di attrito: $C_f = 0.01$

Coefficiente di topografia: $C_t = 1.00$

INGVEPROGETTI s.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO- "SPARPAGLIATA "- Torre Santa Susanna-Mesagne-Erchie (BR)- Calcoli Preliminari Strutture	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L
---	---	--

Coefficiente di esposizione: $C_e(z) = K^2 C_t \ln(z/z_0) [7 + C_t \ln(z/z_0)]$ per $z \geq z_{min}$

$C_e(z) = C_e(z_{min})$ per $z < z_{min}$

$C_e(z) = 1.80$

Le azioni del vento si traducono in pressioni (positive) e depressioni (negative) agenti normalmente alla superficie degli elementi che compongono la costruzione. La pressione agente su un singolo elemento è data dall'espressione:

$$p = q_b C_e C_p C_d = 657,07 \text{ Pa}$$

dove,

$q_b = 1/2 \rho v_b^2$ è la pressione cinetica di riferimento;

$\rho = 1,25 \text{ Kg/m}^3$ è la densità dell'aria.

L'azione tangente per unità di superficie parallela alla direzione del vento è:

$$p_f = q_b C_e C_f = 8.22 \text{ Pa}$$

$$P = 660,00 \text{ Pa};$$

Le strutture di sostegno dell'impianto in trazione sono semplicemente infisse pertanto nel calcolo delle azioni resistenti al ribaltamento si considera solo la azione "T" dovuta all'attrito tra il terreno e il palo infisso.

- Per terreni coesivi $T = \alpha A u$

Dove

A: Area di contatto del montante

α : Fattore di adesione, uguale a $\alpha = 0,9 - 0,0625 u$ se $u < 0,8 \text{ Kg/cm}^2$

u : Coesione non drenata del terreno che nelle condizioni più sfavorevoli indicate nella relazione del Dott. Fischetto è pari a $0,03 \text{ Kg/cm}^2$

- $T = 2 v$

Dove

- 2: Area pannelli fotovoltaici riferita ad un singolo montante
v: Forza del vento distribuita su un metro quadro

considerando la vie vibroinfissa

$$T = (94.2 \times 200) \times (0,9 - 0,0625 \times 0,03) \times 0,03 =$$

$$T = 18.840 \times 0,88125 \times 0,03 = 498,08 \text{ Kg}$$

$$F = 4.76 \times 6.75 \times 70 = 2.249 \text{ Kg}$$

Pertanto si consideri la Forza T, che espressa in Newton è pari a:

$$T = 1586,25 \text{ Kg} \times 9,8 = 4.980,8 \text{ N}$$

Per la verifica al ribaltamento la pressione indicata in Pascal, viene convertita in N, considerando una fascia di lunghezza unitaria per la larghezza della struttura. Pertanto:

$$F = 657,07 \text{ Pa} \times (6,055 \text{ m} \times 1 \text{ m}) = 3979,23 \text{ N};$$

Tale forza F, viene applicata al centro della struttura. Al fine della verifica da ribaltamento, si considererà la forza F:

$$F_p = F = 3979,23 \text{ N}$$

Considerando i coefficienti moltiplicativi indicati nelle tabelle delle NTC per le verifiche a ribaltamento

SLU, il valore per il coefficiente moltiplicativo EQU, per le azioni permanenti sfavorevoli è pari a 1,1. Il valore del coefficiente moltiplicativo EQU, per le azioni favorevoli è invece pari a 0,9.

Quindi si eseguono i calcoli nella condizione più sfavorevole con il pannello inclinato a 60° rispetto l'orizzontale:

$$M_d = F_p \times b \times EQU = 3979,23 \text{ N} \times 0,50 \text{ m} \times 2.38 = 5.207 \text{ Nm};$$

Dove b è il centro dell'applicazione della forza del vento F_p .

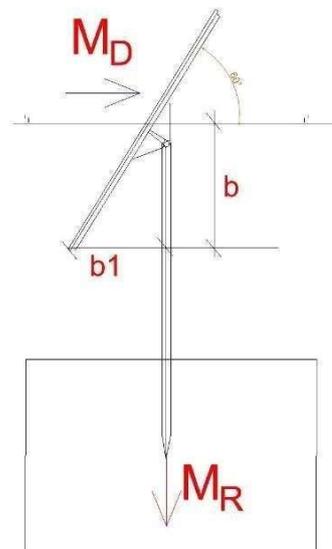
Il Momento resistente M_R (con la forza del vento applicate su un metro quadrato al centro del pannello) sarà dato da :

$$M_R = (T \cdot b_1) \cdot E_{QU} = (4.980,82 \text{ N} \cdot 1.24 \text{ m}) \cdot 0,9 = 5.558,60 \text{ Nm};$$

Pertanto si ha che :

$$M_R \gg M_D$$

Quindi la verifica a ribaltamento risulta ampiamente soddisfatta.



7. CALCOLO PRELIMINARE SULLE SOSTEGNO VIDEOSORVEGLIANZA

7.1 DESCRIZIONE DEI SOSTEGNI

I sostegni in progetto saranno tutti della tipologia in lamiera di acciaio a sezione poligonale (LAMS/POL), con fondazione normale affiorante, vale a dire in blocchi di fondazione di tipo monolitico con calcestruzzo cementizio dosato di modo da ottenere una resistenza caratteristica non inferiore ai 150 Kg/cm^2 .

7.2 AZIONI DI PROGETTO

Si riporta nel seguito la descrizione dei carichi e dei sovraccarichi considerati per il dimensionamento delle strutture in oggetto, valutati in accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni (DM 14/01/2008). Le azioni sismiche sono da ritenere trascurabili rispetto agli altri carichi e non verranno considerate.

7.3 Pesi propri strutturali (G1)

Il pesi propri degli elementi strutturali sono riferiti ai plinti in c.a. determinati con riferimento ai valori dei pesi dell'unità di volume riportati nella Tab. 3.1.I. delle N.T.C. 2008 (c.a.: $\gamma_{cls}=25.0 \text{ KN/m}^3$) e quelli dei pali di sostegno. Sono stati inoltre considerati i traversi aggettanti in vetroresina $\phi 55$ per i sostegni a mensola valutati con $4,5 \text{ daN/m}$.

7.4 Carichi Permanenti non strutturali (G2)

I carichi permanenti non strutturali principali sono dovuti al peso dei corpi illuminanti

7.5 Carichi variabili (Q)

Il carico variabile applicato è quello del vento, la sua determinazione soddisfa i requisiti della norma NTC 2008, tale procedura di calcolo è riconosciuta anche dalle Norme CEI EN 50119 facendo esplicito riferimento al par.6.2.4.1 alla possibilità di impiegare metodi standard previsti dalla normativa vigente.

E' stata dunque individuata la velocità di riferimento v_b definita come il valore caratteristico della velocità del vento a 10m dal suolo su un terreno di categoria di esposizione II, mediata su 10 minuti e riferita ad un periodo di ritorno di 50 anni. Trovandosi l'opera ad una quota inferiore ai 500m, $v_b=v_{b,0}=27 \text{ m/s}$. Successivamente si è determinata la pressione del vento data dall'espressione:

$$p = q_b C_e C_p C_d$$

dove:

- q_b è la pressione cinetica di riferimento $q_b=1/2 \rho v_b^2$ e $\rho =1,25 \text{ kg/m}^3$. Dunque $q_b=455,63 \text{ N/m}^2$;

INGVEPROGETTI s.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO- "SPARPAGLIATA "- Torre Santa Susanna-Mesagne-Erchie (BR)- Calcoli Preliminari Strutture	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L
--	---	--

- $c_e(z)$ è il coefficiente di esposizione 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.

Per altezze non superiori a $z=200m$ è dato dalla formula $c_e(z) = k^2 c_t \ln(z/z_0) [7+c_t \ln(z/z_0)] = 1,75$ avendo desunto k_r , z_0 e z_{min} indicati dalla tab.3.3.II con una categoria di esposizione del sito pari a II e una classe di rugosità del terreno pari a "C";

- c_p coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore viene preso pari a 0,70 per superfici cilindriche (v.re circ. 3.3.10.5).

- c_d è il coefficiente dinamico con cui si tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità. E' stato assunto cautelativamente pari ad 1.

In definitiva la pressione del vento così calcolata è pari a 55,87 daN/m².

7. Verifica fondazione sostegno

Dati Corpo illuminante

Peso corpo illuminante	P = 69 N
Area impronta vento	SA X = 0.0168 m ² SA Y = 0.0600 m ²
<u>Coefficiente di pressione</u>	C _p = 1

Dati palo

Altezza totale	H _{tot} = 6800 mm
Altezza fuori terra	H _{ft} = 6000 mm Tipologia fusto
Conico	
Tipo sezione	Circolare
Diametro sezione di testa	D _{top} = 60 mm
Spessore lamiera	s = 3 mm

INGVEPROGETTI s.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO- "SPARPAGLIATA "- Torre Santa Susanna-Mesagne-Erchie (BR)- Calcoli Preliminari Strutture	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L
---	---	--

Materiale

Tensione di snervamento	$\gamma = 235 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico	$E = 210000 \text{ N/mm}^2$
Modulo tangenziale	$G = 80000 \text{ N/mm}^2$
Peso unitario	$\rho = 75600 \text{ N/m}^3$

Parametri di calcolo

Coefficienti parziali di sicurezza

Materiale	$\gamma_M = 1.05$
Carichi verticali	$\gamma_{L,G} = 1.2$
Carichi orizzontali (vento)	$\gamma_{L,W} = 1.2$
Classe di resistenza	B

- Azione del vento (Parametri di calcolo EN40-3-1)
- Velocità di riferimento $v_{ref,10} = 27 \text{ m/sec}$
- Categoria di terreno IV
- Coefficiente di topografia $C_t = 1$
- Periodo di ritorno 50 anni
- Velocità di calcolo del vento a 6m di altezza riferito alla pressione $q(6)$ ed al coeff. d'esposizione $C_e(6)$ $v(6) = 35.36 \text{ m/sec,}$

Calcolo e Verifica palo H 6m Verifica di deformabilità verifica soddisfatta

Freccia

Requisiti relativi alla freccia (stato limite di servizio)

Freccia orizzontale calcolata $f_y = 120,80 \text{ mm}$

Accettazione della progettazione relativa alla freccia – CLASSE 1

Freccia orizzontale massima $0,04(h) = 0,04(6000) = 240 \text{ mm}$
 (h altezza palo)

Verifica di deformabilità:	SODDISFATTA
-----------------------------------	--------------------

MOMENTI

Calcolo Momenti
 CC. Peso + Vento X CC.
 Peso + Vento Y
 Azioni alla base del fusto

Vento X
 $N = 560 \text{ N}$
 $VX = 515 \text{ N}$
 $M X = 1612 \text{ Nm}$

Vento Y

$$N = 560 \text{ N} \quad V_Y = 548 \text{ N} \quad M_Y = 1825 \text{ Nm}$$

$$\text{combinazione dei momenti } M_p = \sqrt{M_x^2 + M_y^2} = 2434 \text{ Nm}$$

VERIFICA DI RESISTENZA ALLA BASE DEL PALO

Resistenza a flessione

$$M_{ux} = M_{uy} = M_{up} = f_y \frac{I_{zp}}{10^3} \gamma_m = 10844 \text{ Nm}$$

Verifica di resistenza alla base del palo

VERIFICATO

VERIFICA AL RIBALTAMENTO DEL PALO

Il momento ribaltante alla base del palo è stato già calcolato, sia in direzione X che in direzione Y. La verifica viene condotta con la combinazione tra i due momenti:

Momento ribaltante

$$M_p = \sqrt{M_x^2 + M_y^2} = 2434 \text{ Nm}$$

Considerando un plinto di dimensioni 1,0 x 1,0 x 1,0 si ha:

Momento stabilizzate

$$M_s = 25000 \times (1,0 \times 1,0 \times 1,0 - ((0,25/2)^2 \times 3,14) \times 0,8 - 0,3 \times 0,3 \times 0,8) \times 0,90/2 = 9.523 \text{ Nm}$$

Coefficiente di sicurezza.

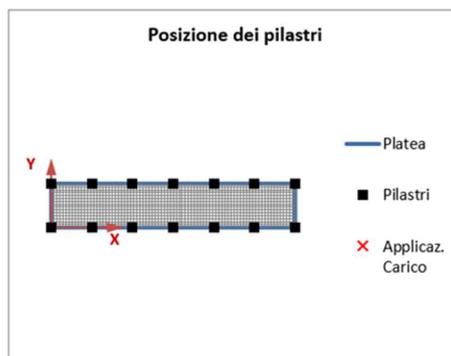
$$M_s/M_r = 9.523 / 2434 = 3.91 \quad \text{VERIFICATO}$$

8. VERIFICA EDIFICIO STAZIONE DI UTENZA

Di seguito si procede con la verifica geotecnica della piastra di fondazione dell'edificio comandi della stazione di utenza.

Si ricava la costante di winkler dalle tabelle del Pozzati

Lx =	24,00	m	Lunghezza della piastra lungo X
Ly =	4,50	m	Lunghezza della piastra lungo Y
s =	40,00	cm	Spessore della piastra
$\Delta X = \Delta Y =$	0,30	m	Distanza fra i nodi del reticolo
$\Delta =$	0,300	m	Distanza fra i nodi lungo X e Y
Il calcolo richiede 1 min, 8 s			
(M;N) =	(81;16)		Numero di nodi del reticolo
E =	31.500	N/mm ²	Modulo elastico del calcestruzzo
v =	0,125		Coeffic. di Poisson del calcestr. (0.125 da Normativa)
k =	98668	kN/m ³	Costante elastica di Winkler del sottosuolo
k =	9,87	kg/cm ³	Costante elastica di Winkler del sottosuolo



Inserimento Pilastri: coordinate e sollecitazioni

Nota: non lasciare righe vuote fra un pilastro e il successivo

n. pil.	X [m]	Y [m]	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Nodo ret. (M,N)
1	0,00	0,00	31,00	0,00	0,00	(1;1)
2	4,00	0,00	62,00	0,00	0,00	(14;1)
3	8,00	0,00	62,00	0,00	0,00	(28;1)
4	12,00	0,00	62,00	0,00	0,00	(41;1)
5	16,00	0,00	62,00	0,00	0,00	(54;1)
6	20,00	0,00	62,00	0,00	0,00	(68;1)
7	24,00	0,00	31,00	0,00	0,00	(81;1)
8	0,00	4,50	31,00	0,00	0,00	(1;16)
9	4,00	4,50	62,00	0,00	0,00	(14;16)
10	8,00	4,50	62,00	0,00	0,00	(28;16)
11	12,00	4,50	62,00	0,00	0,00	(41;16)
12	16,00	4,50	62,00	0,00	0,00	(54;16)
13	20,00	4,50	62,00	0,00	0,00	(68;16)
14	24,00	4,50	31,00	0,00	0,00	(81;16)



Spostamenti e sollecitazioni - Massimi e minimi			
$w_{min} =$	0,01	mm	Spostamento minimo (positivo verso il basso)
$w_{max} =$	0,36	mm	Spostamento massimo (positivo verso il basso)
$M_{x,max} =$	52,94	kNm/m	Momento massimo su faccia di normale x
$M_{x,min} =$	-18,60	kNm/m	Momento minimo su faccia di normale x
$M_{y,max} =$	0,00	kNm/m	Momento massimo su faccia di normale y
$M_{y,min} =$	-19,97	kNm/m	Momento minimo su faccia di normale y
$M_{xy,max} =$	16,53	kNm/m	Momento torcente massimo
$M_{xy,min} =$	-16,53	kNm/m	Momento torcente minimo
$T_{x,max} =$	97,96	kN/m	Taglio massimo su faccia di normale x
$T_{x,min} =$	-97,96	kN/m	Taglio minimo su faccia di normale x
$T_{y,max} =$	202,78	kN/m	Taglio massimo su faccia di normale y
$T_{y,min} =$	-202,78	kN/m	Taglio minimo su faccia di normale y

Mesagne 30/09/2020