

REGIONE MOLISE

Provincia di Campobasso

COMUNI DI MACCHIA VALFORTORE – MONACILIONI - PIETRACATELLA

PROGETTO

POTENZIAMENTO DELL'IMPIANTO EOLICO DI MACCHIA VALFORTORE – MONACILIONI – PIETRACATELLA – S.ELIA A PIANISI



PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE

ERG Wind 4



PROGETTISTA

CESI ASMES
IPM
EQU
ESTRADA
CESI-S.p.A. ¶
Via Rubattino 54 ¶
I-20134 Milano -- Italy ¶

OGGETTO DELL'ELABORATO

815.R.011-00 – Relazione tecnica impianto eolico



ERG Wind 4 srl

Società con unico socio ERG Wind 4 s.p.a. (Italy) con oggetto di attività di gestione e coordinamento di ERG s.p.a.

www.erg.eu

Torre WTC Via De Marini 1
16149 Genova Italia
ph +39 010 24011
fax +39 010 2401490

Sede Legale: Torre WTC Via De Marini 1 16149 Genova Italia Cap. Soc. euro 6.632.737,00 I.V. R.E.A. Genova 477792 Reg. Impr. GE Cod. Fisc e P. IVA 02269650640

Rev.
Data di emissione

00
15/12/2018

RAPPORTO

USO RISERVATO APPROVATO B8024044

Cliente ERG Power Generation S.p.A.

Oggetto Potenziamento dell'impianto eolico di Macchia Valfortore – Monacilioni-Pietracatella – S. Elia a Pianisi (CB)
Progetto definitivo
Rapporto 815.R.011
Relazione tecnica dell'impianto eolico

Ordine 4700026165 del 06/06/2018 e 4700026592 del 05/10/2018

Note Rev. 00
WBS A1300001447X002 e A1300000815X002
Lettera di trasmissione prot B8024995

Progettista civile: Ing Rita Pellegrini, dipendente CESI, incarico interno B8019000 del 21/09/2018 e B8024162 del 27/11/2018

La parziale riproduzione di questo documento è permessa solo con l'autorizzazione scritta del CESI.



N. pagine	30	N. pagine fuori testo	
Data	15/12/2018		
Elaborato	Rita Pellegrini		
Verificato	Andrea Nardi		
Approvato	Francesco Carnevale		

Indice

1	PREMESSA	3
2	DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI PROGETTUALI	4
2.1	Criteri progettuali.....	9
2.2	Tipologia degli aerogeneratori	10
3	DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO	11
3.1	Sito d'installazione.....	11
3.2	Potenza totale.....	12
3.3	Regime del vento del sito	12
4	CRITERI DI SCELTA DELLE SOLUZIONI IMPIANTISTICHE DI PROTEZIONE CONTRO I FULMINI.	30

STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
00	B8024044	15/12/2018	Prima emissione

1 PREMESSA

ERG Power Generation S.p.A. ha incaricato CESI di redigere il progetto definitivo relativo al potenziamento di 2 parchi eolici adiacenti tuttora in esercizio, di potenza complessiva pari a 37,26 MW, costituiti da n. 53 aerogeneratori ubicati nei territori Comunali di Monacilioni, Pietracatella, Sant’Elia a Pianisi e Macchia Valfortore, in Provincia di Campobasso; così suddivisi:

- impianto di Monacilioni – Pietracatella – Sant’Elia; costituito da n. 41 aerogeneratori di potenza unitaria 0,66 MW, così distribuiti: n. 23 aerogeneratori in Comune di Monacilioni, n. 15 aerogeneratori in Comune di Pietracatella, n. 3 aerogeneratori in Comune di Sant’Elia a Pianisi;
- impianto di Macchia Valfortore costituito da n. 12 aerogeneratori di potenza unitaria 0,85 MW ubicati in Comune di Macchia Valfortore.

Il progetto di potenziamento consiste nella totale sostituzione degli aerogeneratori presenti nei due impianti, con 16 aerogeneratori di grande taglia, per una potenza massima installabile di 72 MW; così suddivisi:

- n. 5 aerogeneratori di potenza compresa tra 3,6 e 4,5 MW in Comune di Monacilioni;
- n. 5 aerogeneratori di potenza compresa tra 3,6 e 4,5 MW in Comune di Pietracatella;
- n. 6 aerogeneratori di potenza compresa tra 3,6 e 4,5 MW in Comune di Macchia Valfortore.

Gli aerogeneratori in progetto sono indicati con il suffisso:

- R-MN – ramo Monacilioni
- R-PC – ramo Pietracatella
- R-MC - ramo Macchia Valfortore

I nuovi aerogeneratori sono ubicati sostanzialmente lungo i tratti di crinale già interessati dall’esistente parco eolico con criteri compatibili con le dimensioni degli aerogeneratori e della producibilità. I nuovi aerogeneratori occuperanno aree attualmente impegnate dalle torri esistenti o, comunque, poste a distanza sempre inferiore al centinaio di metri, fatta salva una sola posizione (R-MC06) posta ad oltre 300 metri dalla torre esistente più vicina.

L’impianto attuale è connesso alla adiacente stazione elettrica di proprietà Enel, situata nel Comune di Pietracatella in provincia di Campobasso.

Il progetto prevede il collegamento alla linea AT nel punto dell’attuale Stazione Elettrica, che sarà oggetto di opportuni interventi di ampliamento. Sono identificate due unità

produttive, una comprende gli aerogeneratori posti sui crinali di Monacilioni e Pietracatella, l'altra quelli di Macchia Valfortore.

I cavidotti interrati, integrati con i brevi raccordi di collegamento alle nuove postazioni eoliche, e gli accessi, ripercorrono quelli già in essere.

Questa relazione descrive i componenti dell'impianto, motivando le soluzioni adottate, e ne individua e descrive il funzionamento complessivo.

2 DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI PROGETTUALI

Il nuovo layout ripotenziato si sviluppa nell'area del parco già esistente e prevede, adeguatamente collocati lungo gli stessi crinali, un numero totale di 16 aerogeneratori multi-megawatt.

L'impianto esistente copre un'area vasta, con estensione Nord-Sud di 7.2 km, Est-Ovest di 5.3 km, sul territorio di quattro comuni nella provincia di Campobasso: Macchia Valfortore, Pietracatella, Sant'Elia a Pianisi e Monacilioni. Il parco attuale è costituito da 41 macchine VESTAS V47 da 660 kW e 12 macchine VESTAS V52 da 850 kW, per un totale di 37.26 MW. Il nuovo parco ripotenziato è composto da 16 aerogeneratori multi-megawatt e si sviluppa nell'area dell'impianto esistente.

L'impianto esistente si sviluppa su due aree ben distinte, come riportato in figura 1a. L'area Nord comprende le turbine da MN01 a MN15, l'area Sud include le turbine da MN16 a MN22 e quelle di Macchia Valfortore, Pietracatella e Sant'Elia a Pianisi. Le due aree del parco sono separate da una vasta area boschiva.

L'area Nord dell'impianto si sviluppa principalmente lungo un crinale a Nord-Est del comune di Monacilioni, per un'estensione di 2.8 km. Fa eccezione l'aerogeneratore MN01, situato a Nord della Strada Statale 87.

L'area Sud dell'impianto comprende le 4 turbine MN16 MN17 MN18 e MN19, situate immediatamente a Sud dell'area boschiva, e le restanti turbine, che si sviluppano lungo tre crinali distinti. Il primo si sviluppa in direzione Est-Sud-Est verso Macchia Valfortore, per un'estensione di 2.3 km. I restanti due si sviluppano in direzione Sud-Sud-Est, in direzione della località di Pietracatella, e Sud.

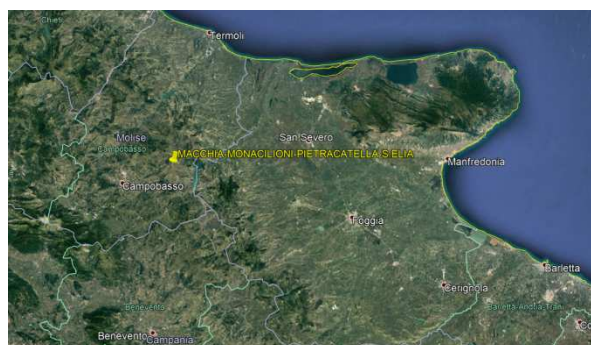


Fig. 1a – Posizione geografica del sito

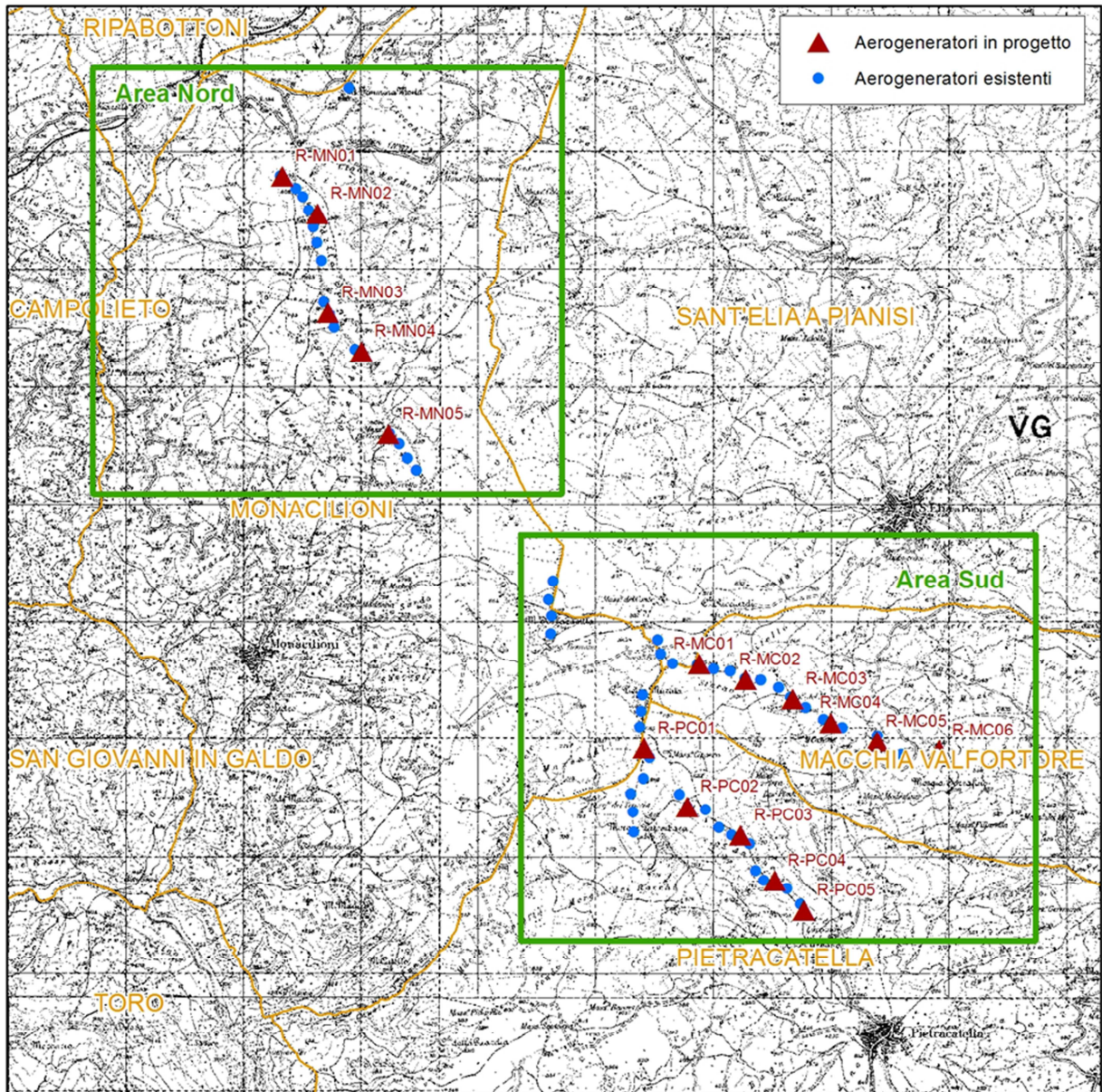


Fig. 1b Lay-out sovrapposto aerogeneratori esistenti e in progetto. Inquadrate area Nord e Area Sud.



Figura 2: Vista dell'area nord del sito, crinale sviluppo direzione nord-ovest



Figura 1: Vista dell'area sud del sito, crinale sviluppo direzione est- sud-est



Figura 2: Vista dell'area sud del sito, crinali sviluppo direzione sud- sud-est

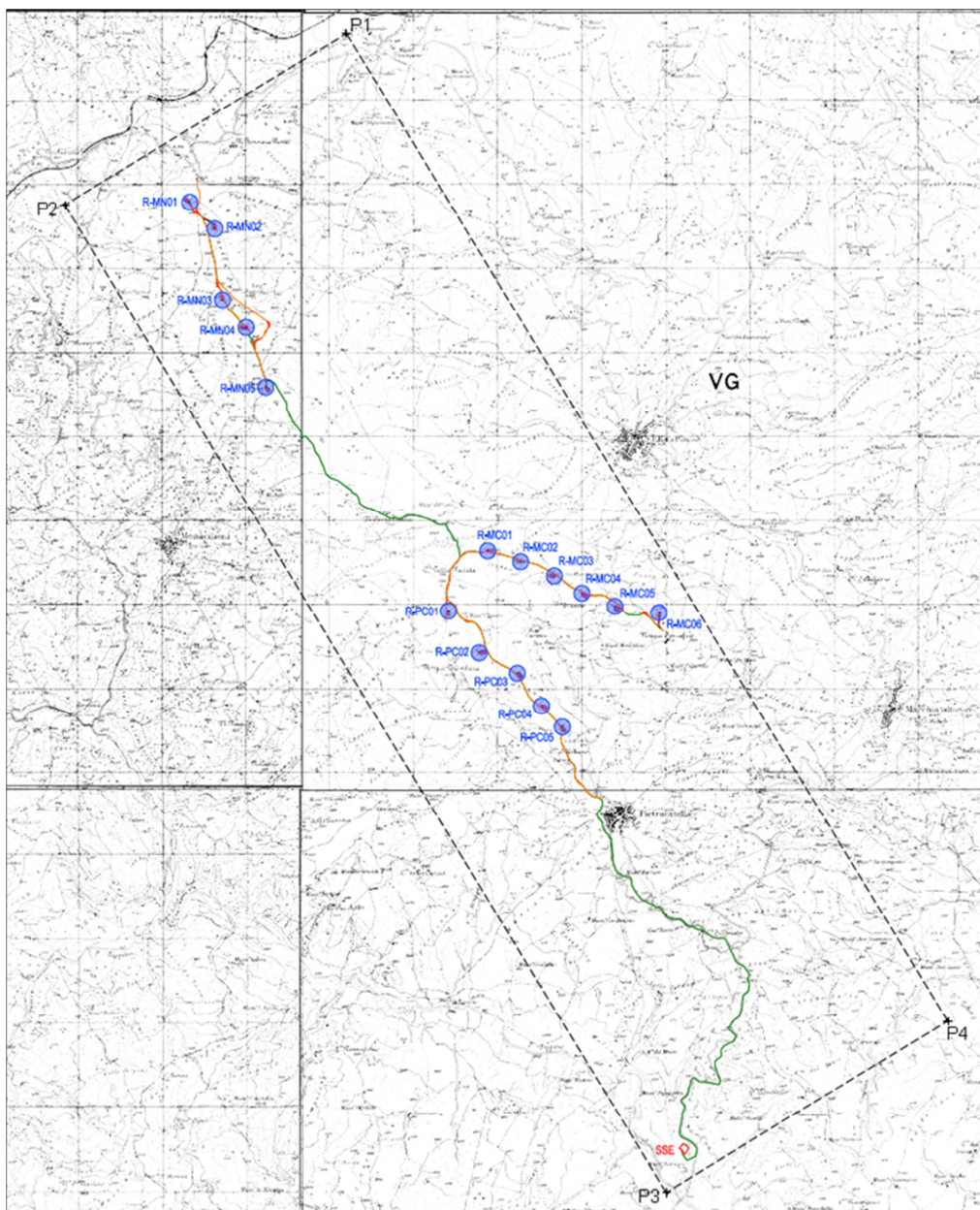


Figura 5: Il nuovo impianto su stralcio carta con localizzazione georeferenziata
(rif. doc. 815.D.005)

I nuovi aerogeneratori, come detto, ricadono sostanzialmente lungo i tratti di crinale già interessati dall'esistente parco eolico.

In particolare:

- nel Comune di Monacilioni saranno installati 5 nuovi aerogeneratori da 4,5 MW, identificati con le seguenti sigle: R-MN-01, R-MN-05.
- nel Comune di Pietracatella saranno installati 5 nuovi aerogeneratori da 4,5 MW, identificati con le seguenti sigle: R-PC-01, R-PC-05.
- nel Comune di Macchia Valfortore saranno installati 6 nuovi aerogeneratori da 4,5 MW, identificati con le seguenti sigle: R-MC-01, R-MC-06.

La scelta dell'ubicazione degli aerogeneratori ha tenuto conto, nel rispetto dei vincoli, principalmente delle condizioni di ventosità dell'area (direzione, intensità e durata), della natura geologica del terreno, nonché del suo andamento piano - altimetrico.

L'assetto idrogeologico dell'area non subirà modifiche sostanziali considerando che:

- saranno evitate le opere di impermeabilizzazione del substrato quali la bitumatura;
- ove occorra saranno approntate opere di regolazione del deflusso superficiale;
- sarà ripristinato l'andamento naturale del terreno alle condizioni precedenti alla realizzazione.

2.1 Criteri progettuali

I criteri che hanno guidato l'analisi progettuale al fine di minimizzare il disturbo ambientale dell'opera sono stati:

- criteri di localizzazione;
- criteri strutturali.

Per quanto riguarda i criteri di localizzazione, la redazione del progetto di re-powering si è sviluppata coerentemente con quanto prescritto dal Piano Energetico e Ambientale Regionale (P.E.A.R.) tenendo conto delle indicazioni delle Linee Guida Nazionali (D.M. 10 settembre 2010 Ministero dello Sviluppo Economico, e Regionali (DGR 4 agosto 2011, n. 621) per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili. In particolare:

- l'area di insediamento del futuro parco eolico occupa il sito dell'impianto esistente ed è coerente con gli strumenti pianificatori e vincolistici vigenti;
- la presenza di un'idonea risorsa eolica è verificata dai dati anemologici;
- la viabilità di accesso all'area del parco è ben sviluppata ed idonea;
- la distanza minima da strade nazionali e provinciali è maggiore di 150 m.
- la distanza minima da nuclei abitati è maggiore di 1080 m.

Il progetto interessa marginalmente aree caratterizzate da situazioni di dissesto e/o rischio idrogeologico perimetrate nei Piani di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) adottati dalle competenti Autorità di Bacino ai sensi del D.L. n. 180/1998 e s.m.i ed adotta soluzioni tecniche di regimazione idraulica superficiale e di fondazione appropriate per la difesa delle opere dall'erosione superficiale.

I criteri strutturali che hanno condotto all'ottimizzazione della disposizione delle macchine, delle opere e degli impianti al fine di ottenere la migliore resa energetica, compatibilmente con il minimo disturbo ambientale ed il vincolo ad occupare il sito dell'esistente impianto eolico sono stati:

- scelta dei punti di collocazione per le macchine, per gli impianti e per le opere civili in aree non coperte da vegetazione di pregio;
- distanza da edifici adibiti ad abitazione, risultata maggiore di 200 m;
- condizioni morfologiche favorevoli per minimizzare gli interventi sul suolo,
- ricerca di soluzioni progettuali a basso impatto, ad esempio i nuovi tratti stradali saranno realizzati in misto granulare stabilizzato con legante naturale per favorirne l'inserimento nel territorio naturale;

- percorsi dei cavidotti interni al parco sotterranei realizzati nella maggior parte su tracciati stradali già esistenti per ottemperare alle esigenze di minor disturbo ambientale.
- Allargamenti stradali di limitata entità vista la buona accessibilità al sito per il trasporto delle pale degli aerogeneratori e degli altri componenti.

2.2 Tipologia degli aerogeneratori

Gli aerogeneratori che saranno installati, saranno scelti tra diversi fornitori fra quelli in grado di sviluppare 4,5 MW di potenza massima. Di seguito i modelli presi a riferimento.

Il primo aerogeneratore è il Vestas V136 4.2.

Modello	V136 4.2
Produttore	Vestas
Potenza (MW)	4.2
Diametro (m)	136
Altezza del mozzo (m)	112

Il secondo aerogeneratore preso in esame è Nordex N131 3.9:

Modello	N131 3.9
Produttore	Nordex
Potenza (MW)	3.9
Diametro (m)	131
Altezza del mozzo (m)	114

Il terzo aerogeneratore preso in considerazione è il Senvion M140 4.2

Modello	M140 4.2
Produttore	Senvion
Potenza (MW)	4.2
Diametro (m)	140
Altezza del mozzo (m)	110

L'ultimo aerogeneratore preso in esame è il Siemens Gamesa SG145 4.5

Modello	SG145 4.5
Produttore	Siemens Gamesa
Potenza (MW)	4.5
Diametro (m)	145
Altezza del mozzo (m)	107.5

L'altezza massima complessiva del sistema torre-pale rispetto al piano campagna è pari a 180 m.

La struttura di fondazione dell'aerogeneratore è di tipo indiretto, composto da:

- Pali di fondazione di diametro non inferiore a 1,20 m, di profondità non inferiore a 25 m e in numero non inferiore a 16, da definire nella successiva fase di progettazione esecutiva.

- Plinto di fondazione di collegamento tra pali e sostegno dell'aerogeneratore. Il plinto, interamente interrato, avrà esemplificativamente forma troncoconica di diametro massimo 21,40 m e con altezza minima di 1,60 m; le dimensioni finali si potranno consolidare solo nella successiva fase di progettazione esecutiva e una volta eseguiti i sondaggi nei terreni. All'interno del plinto è annegato un elemento in acciaio denominato *anchor cage*, cui collegare la prima sezione del sostegno di cui al punto successivo. Le dimensioni sopra riportate sono da interpretarsi come orientative.
- Sostegno dell'aerogeneratore costituito da una struttura in acciaio di forma troncoconica, di altezza massima pari a 114 m.

3 DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

3.1 Sito d'installazione

La scelta dell'ubicazione degli aerogeneratori ha tenuto conto, principalmente, delle condizioni di ventosità dell'area (direzione, intensità e durata), della natura geologica del terreno, nonché del suo andamento piano - altimetrico.

Il sito d'impianto occupa una vasta area con estensione Nord-Sud di circa 7,2 km e Est-Ovest di circa 5,3 km, che si sviluppa sul territorio di quattro Comuni nella provincia di Campobasso: Macchia Valfortore, Pietracatella, Sant'Elia a Pianisi e Monacilioni.

Il Parco esistente si sviluppa su due aree ben distinte (Figura 1b):

- l'area nord si sviluppa sul territorio Comunale di Monacilioni;
- l'area sud ricade nel territorio Comunale di Macchia Valfortore, Pietracatella e Sant'Elia a Pianisi.

Le due aree del parco sono separate da un'estesa area boscata denominata "Bosco Cerreto" ricompresa nell'omonima area "SIC".

L'area Nord dell'impianto si sviluppa principalmente lungo un crinale a Nord-Est dell'abitato di Monacilioni, in località "Serra della Spina" e si sviluppa in direzione nord-ovest (ad una quota media di 880m s.l.m.), per un'estensione di 2,8 km, che raggiunge in sommità la località "Femmina Morta" (a quota 894m s.l.m.).

L'area Sud dell'impianto si sviluppa a sud dell'area boschiva, lungo tre distinti crinali.

Un crinale si trova a sud-ovest dell'abitato di Sant'Elia a Pianisi e si sviluppa in direzione Est-Sud-Est (da quota 870m a quota 690m s.l.m.), nel territorio Comunale di Macchia Valfortore, per un'estensione di 2,3 km.

Gli altri due crinali, contigui, si trovano a nord-ovest dell'abitato di Pietracatella e si sviluppano in direzione Sud-Sud-Est (da quota 884m a quota 736m s.l.m.), tra le località "Colle Pietra Murata" e "Colle Sant'Urbano".

L'intera area è di tipo collinare, con un'alternanza di utilizzo del suolo tra pascolo e agricolo.

L'assetto morfologico dell'area è caratterizzato da rilievi organizzati in numerosi gruppi collinari e montuosi con ampi ed articolati versanti.

I centri abitati più vicini sono Sant'Elia a Pianisi e Pietracatella distanti circa 1,5 km dall'impianto.

Di seguito sono presentate le caratteristiche di producibilità delle macchine prescelte nelle condizioni di ventosità del sito, valutazioni a cui è dedicata la Relazione di progetto 815.R.007 *Studio anemologico*.

3.2 Potenza totale

Il parco eolico si compone di 16 aerogeneratori di potenza nominale massima di 4.5 MW, dislocati all'interno di territori comunali di Macchia, Monacilioni, S. Elia e Pietracatella. Considerata la vastità del sito, esso, ai fini delle stime di produzione è stato suddiviso in due Aree di studio, Area Sud ed Area Nord (Figura 1b).

Area Nord: ramo Monacilioni

Area Sud: rami Pietracatella e Macchia Valfortore

3.3 Regime del vento del sito

La stima del potenziale eolico delle aree così identificate è stata basata sulla conduzione di una adeguata campagna anemometrica in sito, impiegando complessivamente cinque torri anemometriche:

Stazione anemometrica	Coord est	Coord nord	Altezza (m)
MAC03	487865	4606433	10
MN01	487423	4606560	10
PC04	488737	4604245	30
MN06	485069	4608715	30
SE02	484750	4611340	30

In particolare ricadono in

Area Sud: torri MAC03, MN01, PC04

Area Nord: torri SE02, MN06

Dall'analisi dei dati registrati, sono state ottenute le seguenti statistiche di ventosità a 50m dal suolo :

site name	MAC03-50_4		
filename	MAC03-4		
measurement period	01.01.01 - 01.07.17	# records = 6025	
position	x = 487864.0	y = 4606433.0	z (agl) = 50.0
Weibull param., average speed	k = 2.10	A = 7.36	average = 6.72

Table 1. Climatology characteristics, including Weibull (k, A) and average wind speed (m/s) of all sectors.

Frequency distribution

◀ ▶ Sector: all Sectors

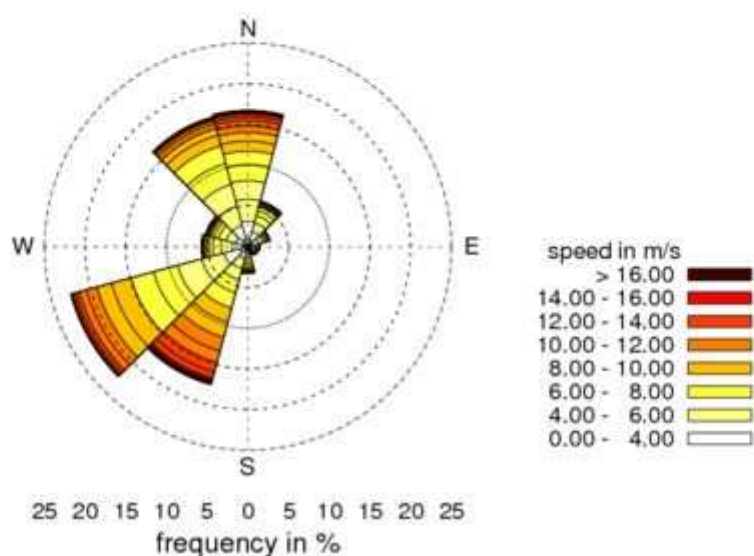


Fig. 6a: Tabella di frequenze anemometro MAC03-50m

filename	6379MN01-50-3		# records =
measurement period	04.01.08 - 27.08.15		62003
position	x = 487423.0	y = 4606560.0	z (agl) = 50.0
Weibull param., average speed	k = 1.63	A = 6.89	average = 6.07

Table 1. Climatology characteristics, including Weibull (k, A) and average wind speed (m/s) of all sectors.

Frequency distribution

◀ ▶ Sector: all Sectors

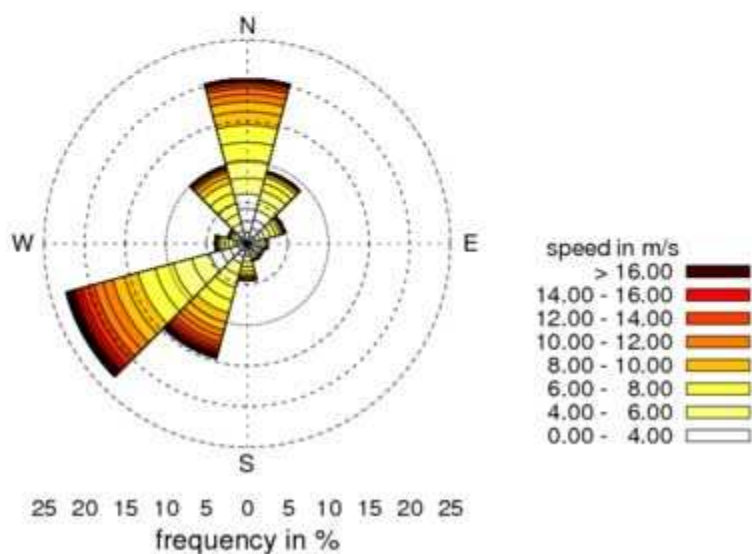


Fig. 6b: Tabella di frequenze anemometro MN01-50m

site name	PC04-50-4		
filename	PC04-50-4		
measurement period	04.01.08 - 02.03.15	# records = 62003	
position	x = 488737.0	y = 4604245.0	z (agl) = 50.0
Weibull param., average speed	k = 1.52	A = 6.81	average = 5.99

Table 1. Climatology characteristics, including Weibull (k, A) and average wind speed (m/s) of all sectors.

Frequency distribution

◀ ▶ Sector: all Sectors

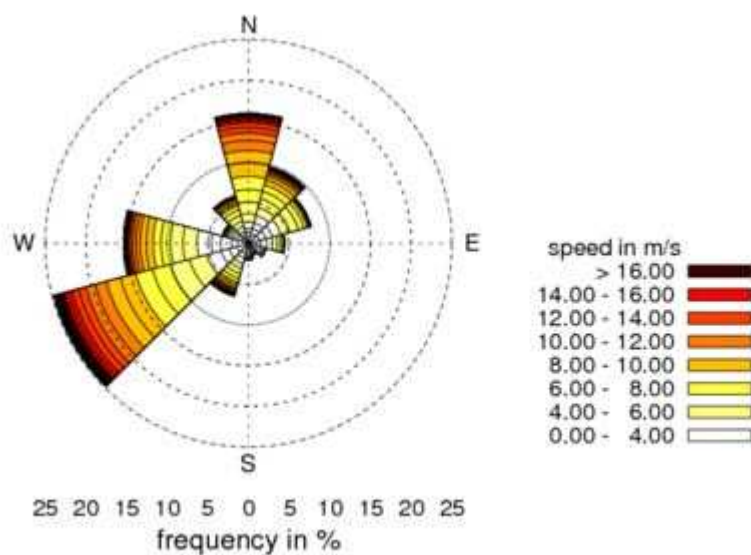


Fig. 6c: Tabella di frequenze anemometro PC04-50m

site name	MN06-50-3		
filename	MN06-50-3		
measurement period	04.01.08 - 02.03.15	# records = 62003	
position	x = 485069.0	y = 4608715.0	z (agl) = 50.0
Weibull param., average speed	k = 1.49	A = 6.47	average = 5.69

Table 1. Climatology characteristics, including Weibull (k, A) and average wind speed (m/s) of all sectors.

Frequency distribution

◀ ▶ Sector: all Sectors

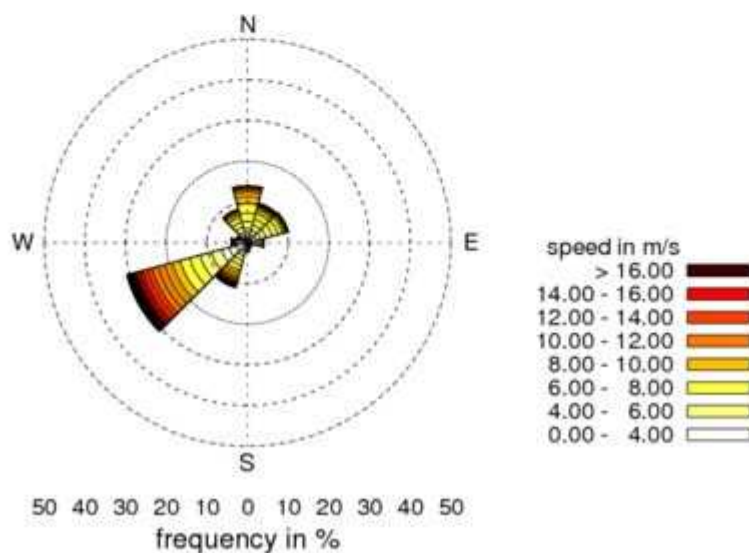


Fig. 6d: Tabella di frequenze anemometro MN06-50m

site name	SE02-50-3		
filename	SE02-50-3		
measurement period	04.01.08 - 27.08.15	# records = 66325	
position	x = 484750.0	y = 4611340.0	z (agl) = 50.0
Weibull param., average speed	k = 1.67	A = 6.41	average = 5.64

Table 1. Climatology characteristics, including Weibull (k,A) and average wind speed (m/s) of all sectors.

Frequency distribution
 ◀ ▶ Sector: all Sectors

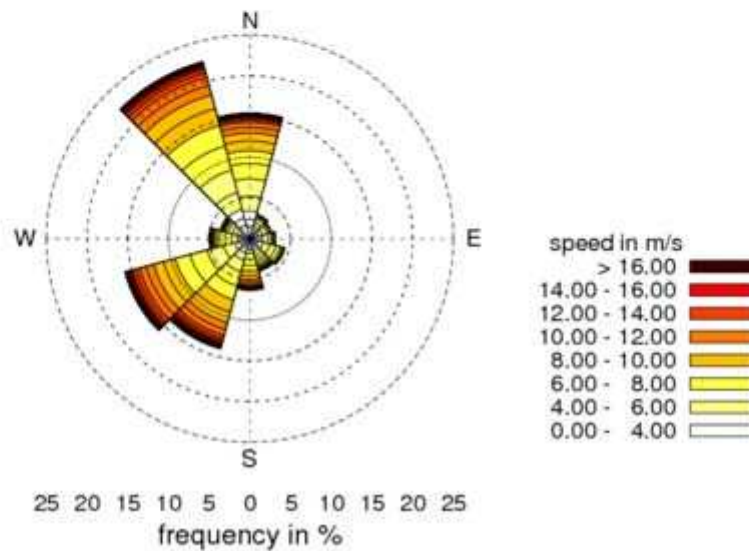


Fig. 6e: Tabella di frequenze anemometro MN06-50m

Per la stima di producibilità energetica dell’Impianto sono state prese in esame quattro diverse tipologie di aerogeneratori, in particolare

- Vestas V136 4.2 MW HH112 ,
- Nordex N131 3.9 MW HH114,
- Senvion M140 4.2 MW HH 110
- Siemens Gamesa SG145 4.5MW HH107.5

di cui si riportano di seguito le relative caratteristiche e curve di potenza garantite dal costruttore a densità dell’aria, media di sito.

Di seguito la curva di potenza del primo modello analizzato, V136, fornita dal costruttore alla densità media di sito:

Velocità del vento (m/s)	V136 [$\rho=1.125 \text{ m}^3/\text{kg}$] (kW)
3	41.0
4	201.0
5	436.0
6	781.0
7	1263.0
8	1899.0
9	2670.0
10	3397.0
11	3936.0
12	4163.0
13	4197.0
14	4200.0
15	4200.0
16	4200.0
17	4200.0
18	4200.0
19	4200.0
20	4200.0
21	4200.0
22	4200.0
23	4200.0
24	4200.0
25	4200.0

Il secondo aerogeneratore preso in esame è Nordex N131 la cui curva di potenza fornita dal costruttore alla densità media di sito ($\rho=1.125 \text{ kg/m}^3$) è la seguente:

Velocità del vento (m/s)	N131 [$\rho=1.1250 \text{ m}^3/\text{kg}$] (kW)
3	14.0
4	165.0
5	408.0
6	764.0
7	1205.0
8	1807.0
9	2537.0
10	3281.0
11	3730.0
12	3892.0
13	3900.0
14	3900.0
15	3900.0
16	3900.0
17	3900.0
18	3900.0
19	3900.0
20	3900.0
21	3771.0
22	3327.0
23.0	2906.0
24.0	2855.0
25.0	2820.0

Il terzo aerogeneratore preso in esame è Senvion M140 la cui curva di potenza fornita dal costruttore alla densità media di sito ($\rho=1.120 \text{ kg/m}^3$) per l'aerogeneratore è la seguente:

Velocità del vento (m/s)	M140 [$\rho=1.120 \text{ m}^3/\text{kg}$] (kW)
3	24
4	191
5	446
6	829
7	1329
8	1975
9	2802
10	3591
11	4097
12	4200
13	4200
14	4200
15	4200
16	4200
17	4200
18	4200
19	4200
20	4200
21	4200
22	3948
23	3360
24	2520
25	1680
26	840

Il quarto aerogeneratore preso in esame è Siemens Gamesa SG145 la cui curva di potenza fornita dal costruttore alla densità media di sito ($\rho=1.120 \text{ kg/m}^3$) per l'aerogeneratore è la seguente:

Velocità del vento (m/s)	SG145 [$\rho=1.120 \text{ m}^3/\text{kg}$] (kW)
3	48.0
4	217.0
5	503.0
6	918.0
7	1494.0
8	2244.0
9	3103.0
10	3877.0
11	4348.0
12	4480.0
13	4495.0
14	4499.0
15	4500.0
16	4500.0
17	4500.0
18	4499.0
19	4495.0
20	4475.0
21	4423.0
22	4326.0
23.0	4185.0
24.0	4020.0
25.0	3856.0
26.0	3709.0
27.0	3593.0

Una prima stima della producibilità energetica prevista per l'aerogeneratore che rappresenta la media dell'impianto, e quindi dell'intero parco, risulta dalla somma dei prodotti tra il numero di ore/anno e la potenza certificata per ogni bin di velocità del vento:

	V136	N131	M140	SG145
Produzione media lorda attesa (MWh/anno)	207607	195445	213331	232443

Tale stima si è avvalsa anche di serie storiche di produzione degli impianti esistenti.

L'output del modello, in termini di energia annua producibile, deve essere decurtato di tutte le perdite esterne, al fine di poter determinare la producibilità annua netta, meglio nota come P50.

Le perdite esterne, oltre alle perdite per effetto scia, sono elencate nella tabella seguente per l'Unità produttiva che interessa i rami Monacilioni e Pietracatella S.Elia:

Monacilioni-Pietracatella	
Perdite per mancata disponibilità di sistema (WTG + BOS) dell'impianto	3,00%
Perdite elettriche (cavidotto MT – consegna in AT)	5,00%
Perdite varie (basate sull'esperienza, in funzione dell'indice di turbolenza del vento)*	2,00%
Perdite varie (basate sull'esperienza delle condizioni climatiche)	1,60%
Perdite dovute al rumore	1,00%
Totale perdite escluso scie**	12,03%
*1.5% per SG145	
**11.58% per SG145	

E nella tabella seguente per la seconda unità produttiva, che interessa il ramo Macchia Valfortore:

Macchia	
Perdite per mancata disponibilità di sistema (WTG + BOS) dell'impianto	3,00%
Perdite elettriche (cavidotto MT – consegna in AT)	3,00%
Perdite varie (basate sull'esperienza, in funzione dell'indice di turbolenza del vento)*	2,00%
Perdite varie (basate sull'esperienza delle condizioni climatiche)	1,60%
Perdite dovute al rumore	1,00%
Totale perdite escluso scie**	10,17%
*1.5% per SG145	
**9.72% per SG145	

La produzione netta attesa per singolo aereogeneratore, ovvero quella che viene ritenuta più probabile, risulta quindi pari a:

	V136	N131	M140	SG145
Produzione netta WTG (*) - P50 (MWh/anno)	11044	10383	11362	12406

(*) la produzione netta WTG è stata calcolato come la media delle produzioni medie delle due diverse UP (Macchia e Monacilioni-Pietracatella-S.Elia)

Da cui risulta il valore della producibilità netta P50 specifica per ogni MW installato:

$$Prod_{netta_specifica} = \frac{Prod_{netta_WTG}}{Pot_{nom_WTG}}$$

V136	Velocità del vento a quota mozzo (m/s)	Producibilità netta specifica P50 (ore equivalenti)
R-MN01	6,49	2558
R-MN02	6,54	2436
R-MN03	7,18	2862
R-MN04	7,00	2731
R-MN05	6,54	2495
R-PC01	7,16	2892
R-PC02	6,70	2528
R-PC03	6,80	2647
R-PC04	6,68	2568
R-PC05	6,52	2554
R-MC01	7,20	2916
R-MC02	7,01	2763
R-MC03	6,90	2715
R-MC04	6,58	2525
R-MC05	6,50	2462
R-MC06	6,33	2420
Media	6,76	2630

N131	Velocità del vento a quota mozzo (m/s)	Producibilità netta specifica P50 (ore equivalenti)
R-MN01	6,50	2595
R-MN02	6,55	2458
R-MN03	7,19	2886
R-MN04	7,01	2757
R-MN05	6,55	2534
R-PC01	7,17	2934
R-PC02	6,71	2562
R-PC03	6,80	2675
R-PC04	6,69	2595
R-PC05	6,53	2580
R-MC01	7,22	2954
R-MC02	7,02	2797
R-MC03	6,91	2749
R-MC04	6,59	2562
R-MC05	6,51	2498
R-MC06	6,34	2459
Media	6,77	2662

M140	Velocità del vento a quota mozzo (m/s)	Producibilità netta specifica P50 (ore equivalenti)
R-MN01	6,48	2630
R-MN02	6,52	2504
R-MN03	7,18	2935
R-MN04	6,99	2799
R-MN05	6,52	2556
R-PC01	7,15	2976
R-PC02	6,68	2602
R-PC03	6,79	2724
R-PC04	6,68	2640
R-PC05	6,51	2621
R-MC01	7,19	3013
R-MC02	7,00	2852
R-MC03	6,90	2801
R-MC04	6,57	2600
R-MC05	6,49	2539
R-MC06	6,31	2492
Media	6,75	2705

SG145	Velocità del vento a quota mozzo (m/s)	Producibilità netta specifica P50 (ore equivalenti)
R-MN01	6,45	2688
R-MN02	6,50	2558
R-MN03	7,16	3001
R-MN04	6,96	2866
R-MN05	6,48	2612
R-PC01	7,13	3039
R-PC02	6,66	2636
R-PC03	6,77	2779
R-PC04	6,66	2690
R-PC05	6,49	2668
R-MC01	7,17	3077
R-MC02	6,98	2894
R-MC03	6,88	2841
R-MC04	6,54	2649
R-MC05	6,47	2586
R-MC06	6,29	2526
Media	6,72	2757

Moltiplicando la produzione media netta a WTG delle rispettive Unità Produttive (Macchia e Monacilioni-Pietracatella-S.Elia) per il numero di WTG dell'impianto si ottiene la stima P50 della produzione netta dell'impianto:

$$Prod_{netta_tot} = Prod_{netta_WTG} \times N_{WTG}$$

	V136
Numero WTG	16
Produzione netta P50 dell'intero impianto (MWh/anno)	176703
	N131
Numero WTG	16
Produzione netta P50 dell'intero impianto (MWh/anno)	166121
	M140
Numero WTG	16
Produzione netta P50 dell'intero impianto (MWh/anno)	181795
	SG145
Numero WTG	16
Produzione netta P50 dell'intero impianto (MWh/anno)	198491

Una volta ottenuto il valore P50, rappresentativo di tutto l'impianto, sono stati individuati i relativi valori di producibilità P62.5 P75 e P90 delle Unità Produttive, a valle di una specifica analisi di incertezza (o analisi di confidenza).

Questo tipo di analisi determina la relativa incertezza di calcolo:

Monacilioni	V136	N131	M140	SG145
incertezza sulla storicizzazione del sito	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%
incertezza sul processo di micrositing	8,8%	9,0%	8,7%	8,5%
incertezza sulla misura della curva di potenza	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%
Incetezza complessiva	11,5%	11,7%	11,4%	11,3%

Pietracatella	V136	N131	M140	SG145
incertezza sulla storicizzazione del sito	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%
incertezza sul processo di micrositing	11,9%	12,0%	11,7%	11,5%
incertezza sulla misura della curva di potenza	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%
Incetezza complessiva	14,0%	14,1%	13,8%	13,6%

Macchia	V136	N131	M140	SG145
incertezza sulla storicizzazione del sito	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%
incertezza sul processo di micrositing	16,4%	15,7%	16,1%	15,7%
incertezza sulla misura della curva di potenza	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%
Incetezza complessiva	18,0%	17,3%	17,7%	17,4%

Considerando proprio l'incetezza complessiva ottenuta, si possono infine determinare, a partire dal P50, i percentili P62.5, P75 e P90.

V136		
P50 (GWh/anno - ore equivalenti)	176,7	2630
P62.5 (GWh/anno - ore equivalenti)	167,2	2487
P75 (GWh/anno - ore equivalenti)	156,5	2329
P90 (GWh/anno - ore equivalenti)	138,3	2058

N131		
P50 (GWh/anno - ore equivalenti)	166,1	2662
P62.5 (GWh/anno - ore equivalenti)	157,0	2516
P75 (GWh/anno - ore equivalenti)	146,9	2353
P90 (GWh/anno - ore equivalenti)	129,5	2075

M140		
P50 (GWh/anno - ore equivalenti)	181,8	2705
P62.5 (GWh/anno - ore equivalenti)	172,1	2561
P75 (GWh/anno - ore equivalenti)	161,3	2400
P90 (GWh/anno - ore equivalenti)	142,9	2126

SG145		
P50 (GWh/anno - ore equivalenti)	198,5	2757
P62.5 (GWh/anno - ore equivalenti)	188,1	2613
P75 (GWh/anno - ore equivalenti)	176,5	2452
P90 (GWh/anno - ore equivalenti)	156,8	2178

4 CRITERI DI SCELTA DELLE SOLUZIONI IMPIANTISTICHE DI PROTEZIONE CONTRO I FULMINI.

Rimandando per maggiori approfondimenti alla specifica documentazione di riferimento contenuta nel progetto elettrico, sinteticamente si illustrano i criteri di scelta delle soluzioni impiantistiche di protezione contro i fulmini adottati.

L'efficienza della rete di terra di un'officina elettrica (centrali, sottostazioni, cabine ecc..) e quindi anche di un impianto eolico, si può ritenere raggiunta quando, alla presenza delle massime correnti di corto circuito legate al sistema elettrico d'alimentazione dell'impianto stesso, non si determinino tensioni di contatto e di passo pericolose per persone all'interno ed alla periferia dell'area interessata. L'efficienza della rete di terra è quindi legata ad una sufficiente capacità di disperdere la corrente di guasto (basso valore di resistenza totale) ma, in misura maggiore, ad un'uniformità del potenziale su tutta l'area dell'impianto utilizzatore (tensioni di passo e di contatto, gradienti periferici e differenze di potenziale fra diverse masse metalliche di valore limitato).

L'impianto di terra sarà pertanto costituito dalle seguenti parti:

- n. 1 dispersore lineare di collegamento equipotenziale di tutte le macchine e le relative cabine di macchina;
- rete di terra per la cabina di impianto e la stazione di consegna.

Per integrare e quindi migliorare le capacità disperdenti, il dispersore dovrà essere interconnesso in più punti anche con le armature dei plinti di fondazione degli aerogeneratori. Per quanto riguarda la protezione contro i fulmini di impianti eolici, i problemi principali riguardano il possibile danneggiamento degli aerogeneratori eolici per fulminazione diretta ed il possibile deterioramento dei sistemi di monitoraggio e di controllo per fulminazioni generalmente indirette che interessano, non solo gli aerogeneratori installati ma l'impianto eolico nel suo complesso. Infatti, le fulminazioni dirette sugli aerogeneratori possono danneggiare in modo particolare le pale, mentre i fulmini nell'impianto generano sovratensioni transitorie che interessano i circuiti degli aerogeneratori, delle cabine di macchina, della cabina di impianto e che possono danneggiare i loro sistemi elettronici (che sono particolarmente vulnerabili).

Nello specifico ci si riferisce al solo dispersore di terra, poiché gli aerogeneratori risultano essere già predisposti con un idoneo sistema di protezione, collegato al dispersore di terra in due punti.