



COMUNE DI CERIGNOLA

PROVINCIA DI FOGGIA



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO

RICHIESTA DI AUTORIZZAZIONE UNICA

D.Lgs. 387/2003

PROCEDIMENTO UNICO AMBIENTALE (PUA)

Valutazione di

Impatto Ambientale (V.I.A.)

D.Lgs. 152/2006 ss.mm.ii. (Art.27)

“Norme in materia ambientale”

PROGETTO

ALPHA 2

DITTA

SEANERGY s.r.l.

A 28

Titolo dell'allegato:

RELAZIONE TECNICA IMPIANTI

PAGG. 79

REV	DESCRIZIONE	DATA
1	EMISSIONE	03/06/2020

CARATTERISTICHE GENERALI D'IMPIANTO

GENERATORE - Altezza mozzo: fino a 140 m.
Diametro rotore: fino a 170 m.
Potenza unitaria: fino a 6 MW.

IMPIANTO - Numero generatori: 22
Potenza complessiva: fino a 132 MW.

Il proponente:

SEANERGY s.r.l.
P.zza Giovanni Paolo II, 8
71017 Torremaggiore (FG)
0882/393197
seanergy@pec.it

Il progettista:

ATS Engineering s.r.l.
P.zza Giovanni Paolo II, 8
71017 Torremaggiore (FG)
0882/393197
atseng@pec.it

Il tecnico:

Ing. Eugenio Di Gianvito
atsing@atsing.eu

INDICE

1.	PREMESSA	5
2.	DESCRIZIONE DELL'AREA DI PROGETTO	5
	2.1. Inquadramento dell'area di progetto	5
	2.2. Inquadramento di area vasta	7
	2.3. Producibilità del sito	9
3.	CARATTERISTICHE E CRITERI PROGETTUALI	11
	3.1. Descrizione del sito	11
	3.2. Distanza tra gli aerogeneratori	11
	3.3. Sicurezza	12
	3.4. Distanza dalle strade	13
	3.5. Distanza di rispetto sotto servizi	13
	3.6. Ulteriori criteri per la scelta della posizione definitiva	13
	3.7. Opere edili e superfici tecniche di occupazione diretta	13
	3.8. Assetto del progetto degli aerogeneratori	14
4.	IMPATTI DELL'OPERA SULL'AMBIENTE.....	15
	4.1. Impatto acustico	15
	4.1.1. Tutela dell'udito	15
	4.1.2. Tutela della possibilità di comunicazione	15
	4.1.3. Tutela del benessere acustico	16
	4.2. Impatto elettromagnetico	17
	4.3. Inserimento dell'opera nel paesaggio	19
5.	STRUTTURE E IMPIANTI PRINCIPALI.....	21
6.	AEROGENERATORE TIPO.....	22
	6.1 Enercon E-126	24
	6.2 Gamesa G-136	26
	6.3 Repower 3.2M114	30



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	1

7.	FODAZIONI AEROGENERATORE	33
	7.1. Descrizione geometrica del Plinto	33
	7.2. Materiali impiegati	36
	7.3. Carichi impressi al plinto dall'aerogeneratore	36
	7.4. Modello agli elementi finiti	41
8.	STRADE E PIAZZOLE	42
	8.1. Piazzole aerogeneratori.....	42
	8.2. Strade di accesso e viabilità di servizio	43
9.	CAVIDOTTO INTERRATO AT A 150 KV	44
	9.1. Premessa.....	44
	9.2. Aree impegnate e fasce di rispetto.....	44
	9.3. Descrizione del tracciato dell'elettrodotto.....	45
	9.4. Province e comuni interessati	45
	9.5. Vincoli.....	45
	9.6. Progetto dell'elettrodotto	47
	9.6.1. Premessa	47
	9.6.2. Normativa di riferimento	47
	9.6.3. Caratteristiche elettriche del collegamento in cavo	47
	9.6.4. Giunti di transizione XLPE/XLPE	50
	9.6.5 Sistema di telecomunicazioni.....	50
	9.6.6. Composizione del collegamento.....	51
	9.7. Fasi di costruzione	52
10.	CAVIDOTTO INTERNO MT	53
	10.1. Introduzione.....	53
	10.2. Opere impiantistiche elettriche - il sistema di generazione e distribuzione dell'energia	54
	10.4. Riferimenti normativi.....	56
	10.5. Descrizione delle linee MT, terra e fibre ottiche.....	56
	10.6. Esecuzione di pozzetti e camerette	59



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	2

10.7. Esecuzione delle giunzioni e delle terminazioni a MT.....	59
10.8. Messa a terra dei rivestimenti metallici.....	60
10.9. Protezione lato MT.....	60
10.10. Protezione di interfaccia.....	60
11. STAZIONE ELETTRICA DI UTENZA.....	60
11.1. Premessa.....	60
11.2. Oggetto e scopo.....	61
11.3. Condizioni ambientali di riferimento.....	61
11.4. Consistenza della sezione in alta tensione a 150 kV.....	62
11.5. Consistenza della sezione in media tensione a 20 kV.....	62
11.6. Sistema di protezione, monitoraggio, comando e controllo.....	62
11.7. Servizi ausiliari in c.a. e c.c.....	63
11.8. Dimensionamento di massima della rete di terra.....	63
11.9. Dimensionamento termico del dispersore.....	64
11.10. Tensioni di contatto e di passo.....	64
11.11 Inquadramento geologico generale.....	65
11.12 Fabbricati.....	65
11.13 Fondazioni e cunicoli cavi.....	67
11.14. Strade e piazzole.....	67
11.15. Ingressi e recinzioni.....	67
11.16. Smaltimento acque meteoriche e fognarie.....	68
11.17. Illuminazione.....	68
11.18. Campi elettromagnetici interni.....	68
11.19. Rumore.....	69
11.20. Caratteristiche delle principali apparecchiature dell'impianto.....	69
12. IMPIANTO DI TERRA.....	73
13. SISTEMA DI MONITORAGGIO.....	73
14. TRASPORTO E INSTALLAZIONE.....	74



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	3

14.1. Trasporto ed installazione	74
14.2. Modalità di trasporto	74
14.3. Piste d'accesso	76
14.4. Installazione	77



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	4

1. PREMESSA

La presente *Relazione Tecnica Impianti* viene allegata al progetto dell'impianto eolico *ALPHA 2*, ubicato nel territorio comunale di Cerignola (FG) e commissionato dalla società *Seanergy s.r.l.*, con sede in Torremaggiore alla P.zza Giovanni Paolo II, n. 8. Il layout prevede l'installazione di 22 aerogeneratori con potenza fino a 6 MW che produrranno una potenza complessiva fino a 132 MW.

2. DESCRIZIONE DELL'AREA DI PROGETTO

2.1. Inquadramento dell'area di progetto

Il Progetto eolico *ALPHA 2* sorgerà nel territorio comunale di Cerignola (FG).

L'area occupata da ogni singolo aerogeneratore, comprensivo di fondazioni, cabina e strada d'accesso sarà pari a 5.000 m², e pertanto raggiungerà il valore di 110.000 m² considerando il progetto nella sua interezza.

Il posizionamento definitivo è scaturito dall'analisi condotta attraverso lo studio delle diverse condizioni climatiche e di ventosità connesse all'orografia principale dei luoghi. In base a questo studio, le torri vengono disposte in modo da ottenere il maggior introito energetico e il minimo effetto di interferenza (*effetto di schiera - effetto di scia*).

Oltre alle caratteristiche proprie dell'area, si è tenuto conto della presenza di zone vincolate dai piani attualmente vigenti a livello regionale, provinciale e comunale, nonché della pianificazione di settore. L'analisi condotta ha portato a determinare oltre che le tipologie delle macchine, anche il posizionamento più idoneo a massimizzare il numero di ore di funzionamento previsto ed in grado di massimizzare la quantità di energia prodotta.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	5

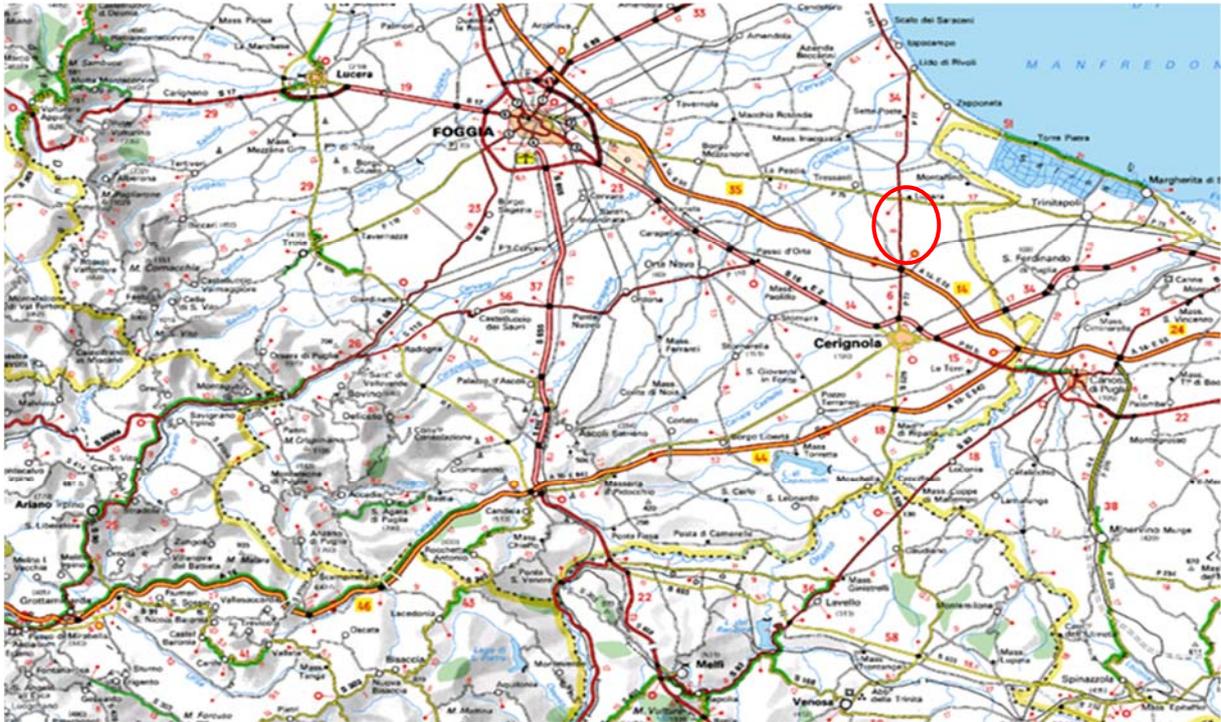


Figura 2.1: Inquadramento dell'area di progetto - www.viamichelin.it

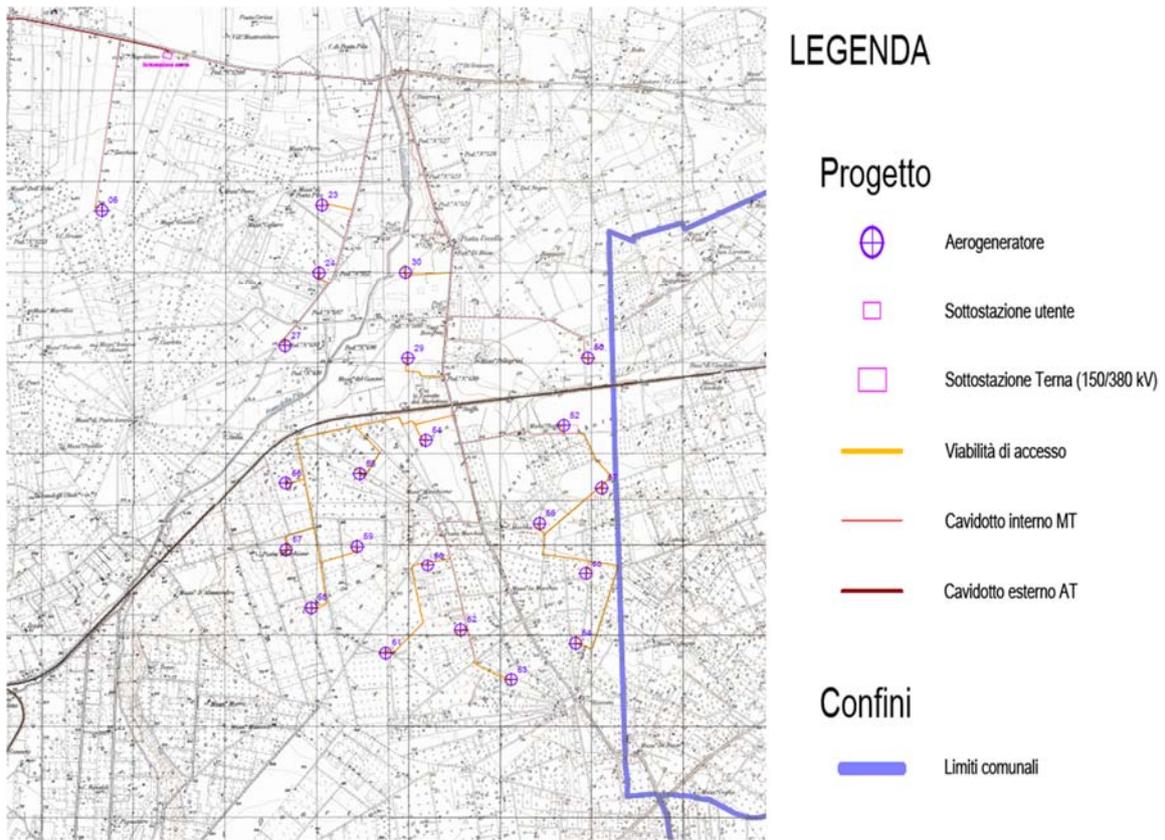


Figura 2.2: Corografia - 1:25000



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 - A28 - Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	6

Nella tabella sono riportate le coordinate relative all'ubicazione georeferenziata delle singole turbine nel sistema di riferimento *Gauss-Boaga Roma 40 – Fuso Est*.

Numero WTG	Gauss-Boaga (Roma 40)-Fuso Est	
	Est	Nord
6	2.596.597,08	4.579.511,87
23	2.599.002,03	4.579.569,33
24	2.598.970,33	4.578.821,75
27	2.598.598,45	4.578.012,90
29	2.599.939,58	4.577.875,78
30	2.599.914,60	4.578.828,23
50	2.601.906,85	4.577.878,83
52	2.601.643,70	4.577.136,75
54	2.600.138,20	4.576.973,42
55	2.599.412,79	4.576.605,74
56	2.598.603,91	4.576.504,11
57	2.598.609,05	4.575.769,94
58	2.598.882,67	4.575.119,96
59	2.599.384,96	4.575.804,19
60	2.600.157,14	4.575.592,74
61	2.599.697,66	4.574.623,17
62	2.600.517,52	4.574.879,45
63	2.601.070,19	4.574.332,11
64	2.601.772,26	4.574.731,82
65	2.601.885,13	4.575.499,54
66	2.601.379,47	4.576.059,67
67	2.602.058,63	4.576.448,25

Tabella 2.1: Coordinate aerogeneratori nel sistema di riferimento - Gauss Boaga Roma 40 - Fuso Est

2.2. Inquadramento di area vasta

La scelta del sito di ubicazione del parco eolico *Alpha 2* è stata effettuata partendo da studi preliminari sull'esposizione alle correnti e sulla ventosità dell'area, accessibilità all'area, vicinanza alla rete di trasmissione e distribuzione alla quale saranno collegati gli aerogeneratori, compatibilità con la vincolistica territoriale e la presenza o meno di altri impianti eolici.

Successivamente si è passati a considerare le caratteristiche geomorfologiche del sito, che non dovevano risultare proibitive, e la presenza di reti di collegamento stradale preesistenti che potessero essere sfruttate come vie di accesso al parco e alle singole torri. Quest'ultima considerazione mira a evitare gli effetti negativi e i costi che deriverebbero dalla necessità di costruire ex novo le vie di accesso o di sottoporre quelle già presenti a pesanti lavori di ammodernamento.



Secondo la classificazione riportata sul PUTT della Regione Puglia, tutti gli aerogeneratori del Progetto *Alpha 2* cadono in un territorio al di fuori di aree delimitate come Ambiti Territoriali Estesi "A" e "B".

L'area vasta interessata dall'installazione dell'impianto eolico, collocata all'interno del comune di Cerignola si estende a Nord-Est dell'abitato nell'area compresa tra l'autostrada A14 e la costa.

Il Paesaggio è quello caratteristico delle aree pianeggianti a morfologia poco ondulata, caratterizzato da un sistema di piccoli corsi d'acqua a carattere occasionale che confluiscono verso il mare.

L'area è raggiungibile mediante varie tipologie di infrastrutture:

- Autostrada A16 Napoli - Canosa;
- Autostrada A14 Adriatica;
- Strada Statale SS16 Adriatica;
- Strada Statale SS544 Foggia Ofanto;
- Strada Statale SS159 Strada Statale delle Saline;
- Strada Provinciale S.P. 62 Cerignola – Trinitapoli - Saline;
- Strada Provinciale S.P. 65 S.S. 544 – Ponte Canosa;
- Strada Provinciale S.P. 66 Trinitapoli Zapponeta;
- Strada Provinciale S.P. 77 Rivolese;
- Strade comunali e interpoderali per raggiungere le zone destinate ad accogliere il parco eolico.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	8

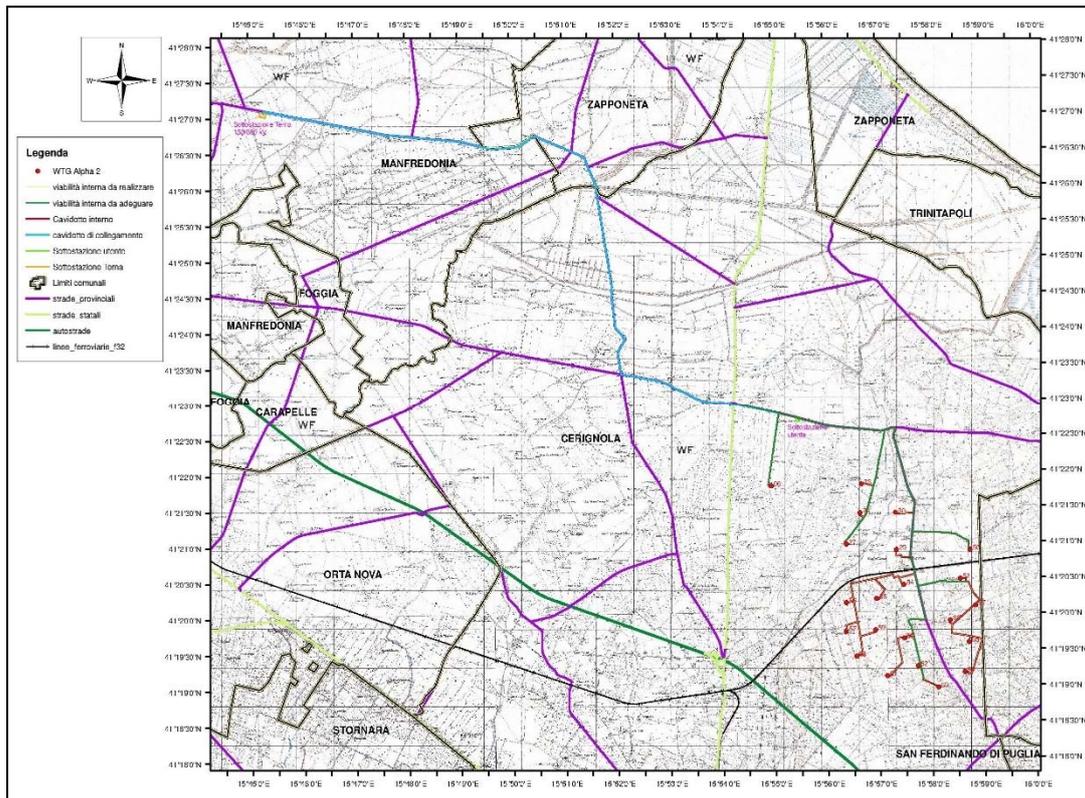


Fig. 3 – Rete delle infrastrutture su area di Progetto

2.3. Producibilità del sito

L’area oggetto di studio, inserita nell’area a sud-ovest del Tavoliere delle Puglie, è in posizione ideale per la realizzazione di un parco eolico, essa è infatti esposta alle correnti che spirano prevalentemente da W-NW, dall’Appennino verso il mare.

Per valutare l’azione del vento e quindi la producibilità delle turbine si è ricorso a dati provenienti dall’*Atlante Eolico d’Italia* interattivo a cura del C.E.S.I. e dal CREA (Centro Ricerca Energia & Ambiente) dell’Università del Salento.

Il CREA (Centro Ricerca Energia & Ambiente) dell’Università del Salento, in risposta alla direttive emanate dalla Regione Puglia e alla sempre crescente richiesta di installazione di impianti eolici, ha analizzato le peculiarità atte alla caratterizzazione eolica delle circoscrizioni provinciali dei comuni pugliesi, riportando per ciascuna gli elementi utili alla valutazione di idoneità eolica in relazione ai criteri tecnici richiesti dalle direttive Regionali.

Gli studi del CREA, ricostruendo le caratteristiche meteorologiche, anemologiche e geomorfologiche del territorio regionale, hanno ottenuto informazioni su:



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	9

- direzione prevalente del vento;
- velocità media del vento, ponderata sulla potenza.

Per ciascuno dei 258 comuni della regione è stata realizzata una scheda riassuntiva delle caratteristiche territoriali del comune di riferimento (estensione e altitudine), oltre che dei dati di velocità del vento, deviazione standard e direzione prevalente ottenuti dall'elaborazione dei rilevamenti effettuati ogni 10 minuti per un periodo di 6 anni (dal 1 Gennaio 2000 al 31 Dicembre 2006) in corrispondenza di 4 differenti quote (35-60-80-100 m sul livello del terreno).

Il sito presenta un'altezza compresa tra i 100 e i 250 m slm. Dai dati si evince come alla quota di 100 metri sul livello del suolo, inferiore all'altezza al mozzo d 140 m, la direzione del vento sia in prevalenza da Ovest, Nord-Ovest.

La mappa del vento desunta dall'Atlante Eolico Italiano, affiancata ai dati sulla producibilità specifica, permette un'analisi dettagliata delle caratteristiche anemologiche del territorio.

Nelle figure sottostanti è possibile vedere come, per l'area di interesse, la ventosità media a 100 m sul livello del suolo sia compresa tra i 6 e i 7 m/sec e la producibilità tra le 2000 e le 2500 ore l'anno, le mappe sono state redatte dal C.E.S.I. - Università degli Studi di Genova (Dipartimento di Fisica) nell'ambito del Progetto ENERIN.

Nella figura sottostante è possibile visualizzare la mappa dell'Atlante Eolico della Puglia realizzato dal C.R.E.A. dell'Università di Lecce relativa ai comuni di Cerignola.

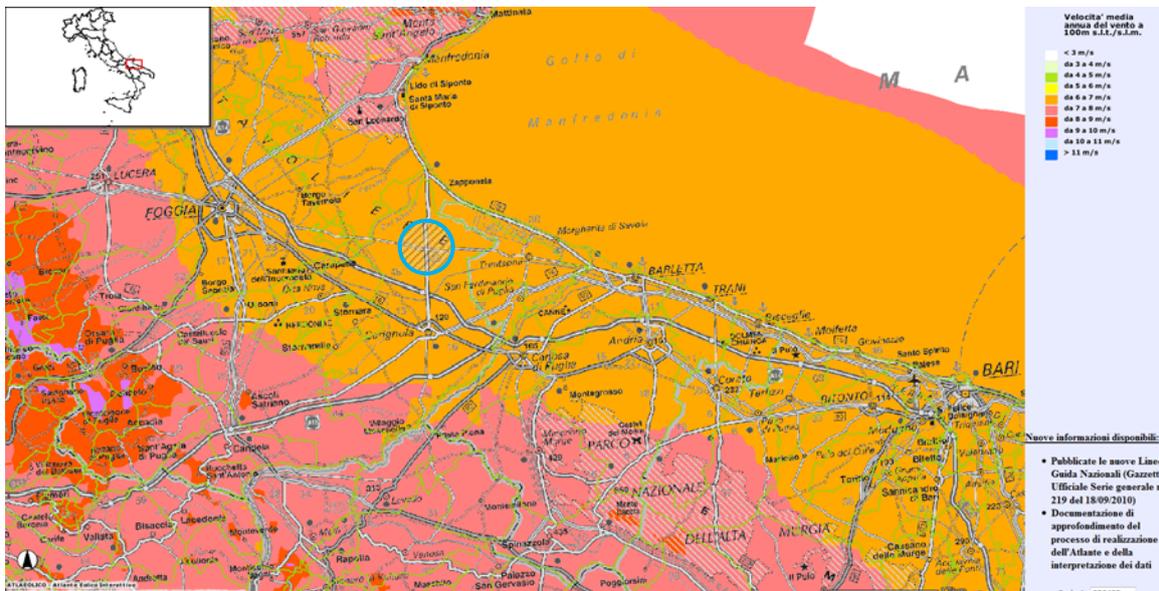


Figura 2.5: Area di intervento su atlante eolico interattivo con velocità media a 100m - C.E.S.I.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	10

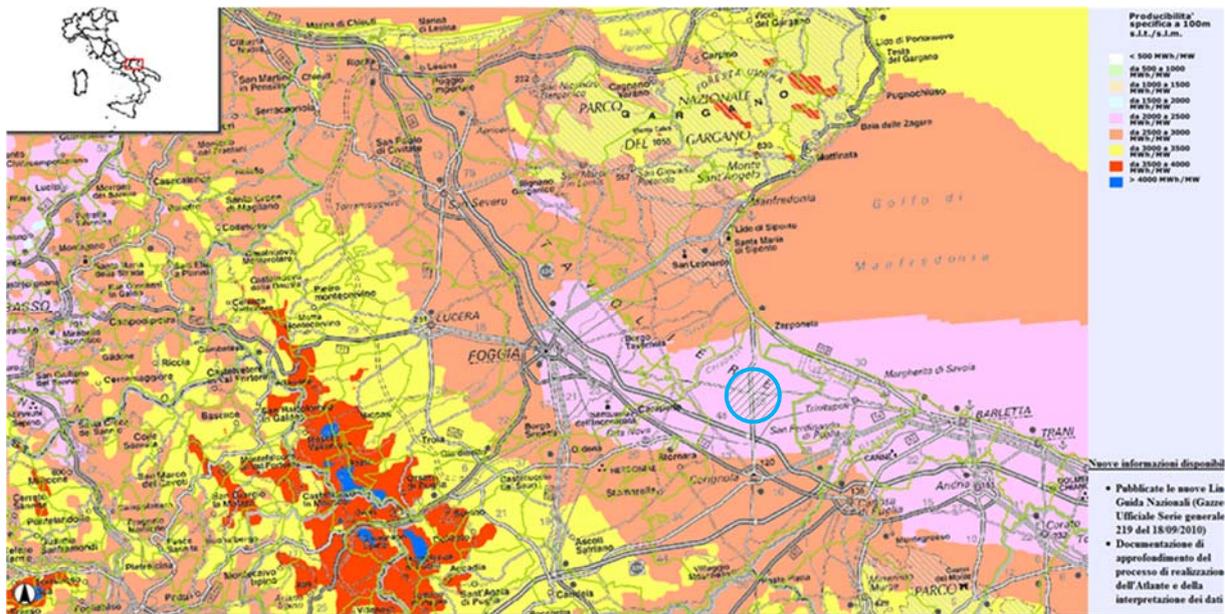


Figura 2.6: Area di intervento su atlante eolico interattivo con producibilità specifica a 100m - C.E.S.I.

Dai dati si evince come alla quota di 100 metri sul livello del suolo, comunque inferiore all’altezza del mozzo di 140 m, la direzione del vento sia in prevalenza da W- NW e la velocità media del vento pari a 6.5 m/s.

3. CARATTERISTICHE E CRITERI PROGETTUALI

3.1. Descrizione del sito

Il sito su cui destinare all’attività di cui sopra ricade nel comune di Cerignola, in provincia di Foggia. Il sito, in particolare, è stato individuato, per le caratteristiche di fattibilità registrate dopo un’attenta analisi basata su parametri come:

- rilevazioni anemometriche;
- orografia dei luoghi;
- contesto sociale;
- accessibilità;
- vicinanza alla rete di trasmissione e distribuzione cui saranno collegati gli aerogeneratori eolici.

3.2. Distanza tra gli aerogeneratori

Uno degli aspetti caratterizzanti il parco eolico è quello della mutua distanza assai elevata tra le



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	11

turbine, la distanza media tra due aerogeneratori è di oltre 850 metri (5 d, dove "d" è il diametro del rotore pari a 170 m).

La scelta di torri poste a una distanza elevata è stata dettata principalmente a due diversi aspetti progettuali, uno legato *all'effetto scia* - tanto più lontane sono le turbine tanto minore sarà la perdita di efficienza del parco - l'altro relativo all'inserimento paesaggistico delle stesse.

Tutti i piani consigliano di posizionare le torri a distanze elevate per diminuire gli effetti barriera e scia.

3.3. Sicurezza

Per evitare problemi legati al rumore connesso al funzionamento dell'impianto ed ai campi magnetici legati al trasporto della corrente elettrica prodotta, la progettazione dell'impianto è stata effettuata in modo da risultare opportunamente distante dalle abitazioni.

Va sottolineato che per quel che concerne l'impatto acustico, dall'analisi dei dati simulati, e dall'applicazione del metodo assoluto sopra richiamato, si evince che il valore del livello di pressione sonora stimato ed immesso nell'ambiente esterno dai generatori è inferiore al valore limite fissato dalla normativa che all'art. 8 comma 1 del D.P.C.M. 14.11.1997 "*Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*", nel caso di comuni sprovvisti di un Piano di Zonizzazione Acustica, stabilisce il confronto tra i valori assoluti di immissione con i limiti di accettabilità della tabella di cui art. 6 del D.P.C.M. 01.03.1991 "*Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno*", di seguito riportati:

ZONIZZAZIONE	LIMITE DIURNO Leq (A)	LIMITE NOTTURNO LEQ (A)
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A (D.M. n. 1444/68)	65	55
Zona B (D.M. n. 1444/68)	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70

Tabella 8: Art. 6 del D.P.C.M. 01.03.1991

Pertanto, i limiti previsti dal D.P.C.M. sono di 70 dB(A) – diurni – e di 60 dB(A) – notturni - per aree di tipo misto e la rumorosità ambientale prevista rientra nei limiti massimi consentiti dalla legislazione vigente.



3.4. Distanza dalle strade

Relativamente a questo vincolo tutti gli aerogeneratori sono ubicati ad una distanza superiore ai 300 m da tutte le infrastrutture viarie principali (autostrade, ferrovie, strade statali, strade provinciali).

3.5. Distanza di rispetto sotto servizi

Sono stati effettuati dei sopralluoghi in modo da poter verificare la posizione dei sotto servizi.

Sulla base della cartografia reperita dagli Enti gestori delle principali reti e sotto servizi esistenti, della modalità stabilita per la connessione alla rete e del punto di consegna è stato possibile delineare il tracciato della rete elettrica del parco eolico ed è stato possibile individuare le zone di potenziale intersezione tra questi ultimi e la soluzione proposta per l'elettrodotto.

Lungo il percorso dei cavidotti sono riscontrabili alcuni punti di intersezione tra questo e le reti di sotto servizi. Nei punti di intersezione gli attraversamenti saranno realizzati con geometria ortogonale riducendo per quanto possibile i parallelismi fra le condutture allo scopo di minimizzare i fenomeni di induzione ed interferenza elettrica. Nei tratti di intersezione, ove necessario, verranno messi in protezione i sotto servizi interessati.

Per informazioni più dettagliate si rimanda alla relazione specialistica sulla risoluzione delle interferenze allegata allo *Studio di Impatto Ambientale*.

3.6. Ulteriori criteri per la scelta della posizione definitiva

Individuate le zone in cui sarebbe stato possibile installare gli aerogeneratori, è stata successivamente valutata la disponibilità dei proprietari delle aree ad accogliere l'impianto e l'indice di ventosità.

La posizione è stata scelta anche in funzione del fatto che a seguito dell'installazione della macchina si prevede di lasciare una congrua zona di rispetto attorno ad essa di dimensione pari alla dimensione presunta del Plinto di fondazione.

3.7. Opere edili e superfici tecniche di occupazione diretta

Le opere edili previste consistono nella realizzazione:

- delle fondazioni delle torri degli aerogeneratori;
- della stazione di utenza;
- della viabilità interna, tale da consentire il collegamento di ciascuna delle postazioni con la viabilità principale;



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	13

- dei cavidotti AT e MT per la distribuzione dell'energia.

Le fondazioni di supporto all'aerogeneratore sono dimensionate e progettate tenendo in debito conto le massime sollecitazioni che l'opera trasmette al terreno (platea circolare con diametro di 36 m ancorata a pali infissi in profondità).

La stazione di utenza (ricezione dai gruppi di aerogeneratori e trasformazione), sarà costituita da elementi prefabbricati in C.A.V., omologati ENEL, le cui dimensioni saranno tali da consentire tutte le operazioni necessarie per la corretta gestione dell'impianto, ivi inclusa anche la manutenzione.

La viabilità da realizzare consiste in una serie di strade e di piazzole al fine di raggiungere agevolmente tutti i siti in cui verranno sistemati gli aerogeneratori. Dette strade saranno in futuro solo utilizzate per la manutenzione degli aerogeneratori e saranno realizzate seguendo l'andamento topografico esistente in loco, cercando di ridurre al minimo eventuali movimenti di terra, utilizzando come sottofondo materiale calcareo e rifinandole con una pavimentazione stradale a macadam. Il layout delle torri, in una wind farm, scaturisce da uno studio approfondito che, oltre a tener conto di tutti i fattori ambientali e dell'orografia dei luoghi, analizza la direzione e velocità dei venti, la vegetazione o ostacoli presenti, tutto ciò in relazione al tipo di aerogeneratore prescelto.

Le risultanze delle elaborazioni compiute hanno consentito di ottimizzare il layout definitivo del parco, minimizzando, ad esempio, l'impegno di superfici sia direttamente utilizzate per il posizionamento delle torri eoliche, sia di quelle necessarie al montaggio e gestione delle stesse e considerando la superficie strettamente necessaria e di pertinenza di ogni singola torre, per le fondazioni ed il piazzale, per la cabina di trasformazione ed il locale tecnico.

In tale ipotesi progettuale, pertanto, la connotazione e l'uso dei suoli attualmente esistente non subirà significative trasformazioni.

3.8. Assetto del progetto degli aerogeneratori

Il posizionamento definitivo è scaturito dall'analisi condotta attraverso lo studio delle diverse condizioni climatiche e di ventosità connesse alla orografia principale dei luoghi.

L'analisi condotta ha portato a determinare oltre che le tipologie delle macchine, anche il posizionamento più idoneo a massimizzare il numero di ore di funzionamento previsto ed in grado di massimizzare la quantità di energia prodotta. La centrale eolica fa capo ad una cabina elettrica di raccolta e l'impianto elettrico necessario al collegamento con la rete nazionale. Il parco eolico viene, inoltre, dotato della rete viaria per assicurare l'accesso ad ogni aerogeneratore per l'effettuazione dei controlli e manutenzioni periodiche.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	14

4. IMPATTI DELL'OPERA SULL'AMBIENTE

4.1. Impatto acustico

Il suono è una forma di energia che si propaga in forma di onde producendo delle compressioni e rarefazioni dell'aria che sono l'analogo di variazioni di pressione a cui l'orecchio umano è sensibile e che producono quindi una sensazione sonora. Le onde sonore si propagano alla velocità di 344 m/s. Ai fini della valutazione di un contesto ambientale dal punto di vista dell'inquinamento acustico, è opportuna una preliminare definizione delle esigenze specifiche di tale ambiente in quanto, in determinate situazioni possono non essere tollerati livelli sonori e/o tipologie di rumore che in altri contesti risultano invece accettabili.

Sono state individuate fondamentalmente tre esigenze, più o meno comuni a tutti gli ambienti, la cui verifica può essere senz'altro assunta come principale obiettivo dell'intervento:

- tutela dell'udito;
- tutela della possibilità di comunicazione;
- tutela del benessere acustico.

4.1.1. Tutela dell'udito

Per quanto riguarda la tutela dell'udito (ipoacusie da rumore) gli orientamenti attuali del quadro normativo prevedono: il riferimento al livello sonoro globale equivalente, determinato con curva di ponderazione "A", considerato come grandezza che rappresenta l'indice di rischio per rumori di tipo continuo e a banda larga; l'adozione di modalità di misura e/o di calcolo particolari, nel caso in cui ci si trovi in presenza di rumori di tipo impulsivo e/o caratterizzati dalla presenza di componenti tonali, e precisamente: livello equivalente misurato in modo da seguire con buona approssimazione la reale variabilità del livello sonoro (adozione di una costante di tempo adeguatamente contenuta); incremento, in misura fissa (ad esempio: di $5 \div 10$ dB), del valore ottenuto mediante l'adozione di una costante di tempo elevata (slow) e curva di ponderazione "A"; livello sonoro globale calcolato una costante di tempo che consenta la determinazione dei valori di cresta degli impulsi sonori (peak), nonché la limitazione del livello e del numero di eventi nell'ambito della giornata lavorativa.

4.1.2. Tutela della possibilità di comunicazione

Con riferimento ai consueti ambienti di vita e di lavoro, le modalità fondamentali di comunicazione possono prevedere l'utilizzo:



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	15

- di segnali sonori a banda relativamente ristretta (tipicamente sirene, segnali di allarme, ecc.) e frequenza ampiamente variabile, di cui risulta importante averne una percezione distinta;
- della comunicazione verbale, cioè di quei suoni le cui frequenze si trovano in una banda ampia (indicativamente $100 \div 7000$ Hz), per cui risulta importante l'intelligibilità.

Per quanto riguarda i segnali a banda stretta essi vengono mascherati da rumori di frequenza prossima a quelle proprie del segnale. Indicativamente, per la percezione del segnale stesso, il suo livello sonoro deve essere almeno dello stesso ordine di grandezza del livello di fondo. Una distinta e chiara percezione del segnale si ha già con differenze sul livello sonoro dell'ordine di 10 dB.

Inoltre, l'intelligibilità della comunicazione verbale risulta determinata da numerosi fattori, alcuni dei quali di tipo non strettamente acustico (ad esempio: prevedibilità e/o ridondanza del messaggio). In generale è tuttavia possibile valutare le possibilità di comunicazione in un determinato ambiente sonoro utilizzando indici semplificati di valutazione (A.I., S.I.L., ecc.).

4.1.3. Tutela del benessere acustico

L'eventuale disagio percepito da un individuo, come conseguenza delle caratteristiche dell'ambiente sonoro, risulta determinato sia dal livello sonoro globale (aspetto quantitativo) sia dalle specifiche caratteristiche del suono (aspetto qualitativo). In linea generale si ritiene che un ambiente possieda una "qualità sonora" tanto migliore quanto più la rumorosità ivi presente soddisfi i seguenti requisiti:

- distribuzione bilanciata della energia sonora in un'ampia banda di frequenze;
- assenza di caratteristiche tonali percepibili (fischi, rombi, ecc.);
- assenza di brusche variazioni, ritmiche o casuali, del livello sonoro.

Dal punto di vista del disagio vengono proposti fondamentalmente due criteri di valutazione di un ambiente:

- basato sul livello sonoro in dB(A), con riferimento ai valori limite;
- basato sulle curve di riferimento (NC, RC, NR, ecc.), il cui andamento tende a soddisfare le esigenze relative alla qualità sonora sopra indicate.

Il rumore emesso dagli impianti eolici ha due diverse origini:

- l'interazione della vena fluida con le pale del rotore in movimento ed in tal caso il rumore aerodinamico associato può essere minimizzato in sede di progettazione e realizzazione delle



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	16

pale;

- di tipo meccanico, da parte del moltiplicatore di giri e del generatore elettrico, e anche in questo caso il miglioramento della tecnologia ha permesso una riduzione notevole del rumore che viene peraltro circoscritto il più possibile nella navicella con l'impiego di materiali isolanti.

Nella realizzazione di un parco eolico è importante valutare che sia minimo il disturbo, generato dalle macchine, sul centro abitato ma anche sulla fauna presente, in quanto tale rumore può essere causa di allontanamento per le specie all'interno del sito.

La distanza più opportuna tra i potenziali corpi ricettori ed il parco eolico dipende dalla topografia locale, dal rumore di fondo esistente, nonché dalla taglia della struttura da realizzare.

Dall'analisi dei dati rilevati e simulati attraverso il software WindPro, si evince che il valore del livello di pressione sonora stimato ed immesso nell'ambiente esterno dai generatori è inferiore al valore limite fissato dalla normativa $L_{eq} = 70.0$ dB(A) per il periodo di riferimento diurno e $L_{eq} = 60.0$ dB(A) per il periodo di riferimento notturno, pertanto la rumorosità ambientale prevista rientra nei limiti massimi consentiti dalla legislazione vigente.

Per informazioni più dettagliate è possibile consultare la relazione acustica allegata al progetto.

4.2. Impatto elettromagnetico

Il progetto prevede la realizzazione di un campo eolico di complessive 22 unità produttive (torri eoliche), con potenza nominale di ciascuna fino a 6 MW e tra loro interconnesse con una rete di media tensione a 20 KV (trasformatori dell'aerogeneratore multi tensione), realizzata con linee in cavo interrate ad una profondità minima di -150 cm, posate entro tubazioni in PVC o direttamente interrate in base al tipo di cavo utilizzato, di diametro opportunamente dimensionato.

All'interno del parco eolico sono presenti numerose tipologie e configurazioni di linee e tubazioni dei cavidotti interrati che realizzano il collegamento delle unità produttive, nella relativa relazione di impatto elettromagnetico (inclusa nel presente progetto), sono state prese in considerazione le condizioni maggiormente significative al fine di valutare la rispondenza ai requisiti di legge dei nuovi cavidotti, se tali condizioni fossero verificate, per il caso più sfavorevole dal punto di vista dell'emissione elettromagnetica, automaticamente lo sarebbe anche in tutte le altre situazioni in esame.

Si fa presente che, nella relativa relazione di impatto elettromagnetico, le quote prese in considerazione, per la valutazione degli impatti elettromagnetici, sono quelle a 0 metri e quella a +1 dal livello del suolo, nel caso specifico per la determinazione delle fasce di rispetto abbiamo utilizzato



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	17

le curve elettromagnetiche a quota "zero", a tutto vantaggio di sicurezza.

Di seguito vengono riportati i diagrammi del campo elettromagnetico delle linee MT interrate o cavo elicordato o a cavo unipolare, per entrambi alla quota 0 m dal suolo e alla quota + 1 m dal suolo, dai quali si evince chiaramente che il volume di rispetto cilindrico *non oltrepassa la quota zero e quindi non esiste alcuna interazione con recettori sensibili pertanto* sono rispettati i limiti vigenti. Per specifiche si rimanda alla *Relazione di impatto elettromagnetico cavidotti interrati MT a 33 Kv per connessioni interne.*

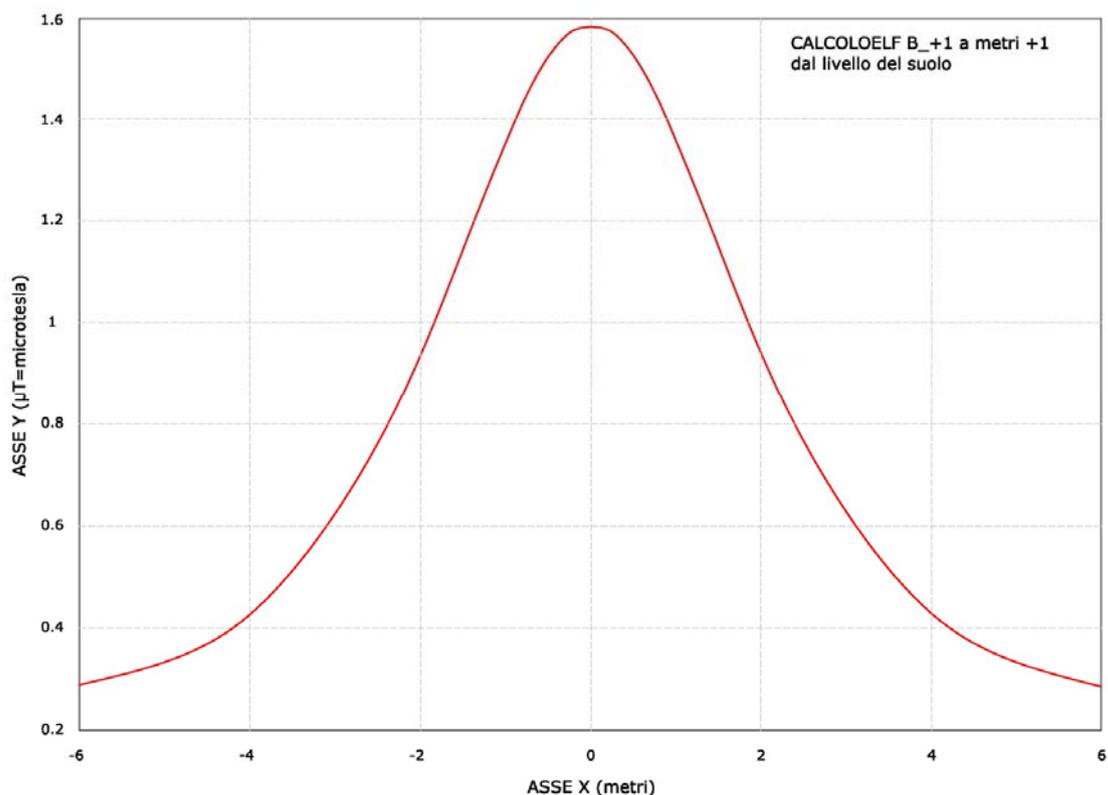


Diagramma campo magnetico delle linee MT interrate in cavo elicordato a quota 0 m dal suolo



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	18

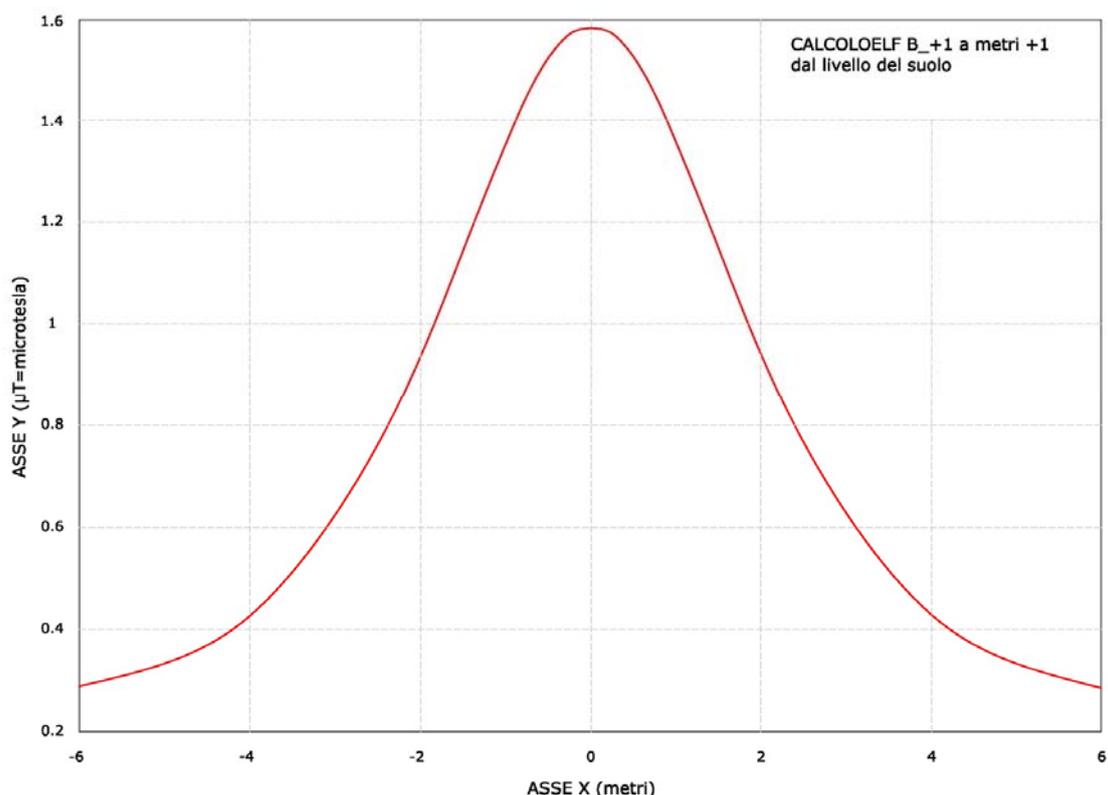


Diagramma campo magnetico delle linee MT interrate in cavo elicordato a quota +1 m dal suolo.

Per quanto riguarda il campo elettromagnetico generato dalle singole apparecchiature installate in sottostazione, non esistendo un modello matematico che permetta il calcolo preventivo, si sottolinea comunque che tutte le apparecchiature installate rispetteranno i requisiti di legge e tutte le normative tecniche di prodotto riguardo la compatibilità e le emissioni elettromagnetiche.

All'interno delle fasce di rispetto sopra definite non esistono recettori sensibili, strutture all'interno della quale fosse possibile ipotizzare una presenza di persone per un tempo superiore alle 4 ore, inoltre in tale area sarà consentita la sola presenza di personale che effettuerà le sporadiche ed eventuali operazioni di manutenzione effettuate in un tempo modesto. Si può concludere che *non sussistono pericoli per la salute umana*. Per maggiori delucidazioni è possibile consultare la relazione tecnica elettromagnetica allegata a questa relazione.

4.3. Inserimento dell'opera nel paesaggio

Il layout delle torri scaturisce da uno studio approfondito che, oltre a tener conto di tutti i fattori ambientali, analizza la direzione e la velocità dei venti, l'orografia dei luoghi, la vegetazione o ostacoli presenti, tutto ciò in relazione al tipo di aerogeneratore prescelto.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	19

Dall'osservazione della documentazione fotografica seguente, si osserva come l'impianto non produrrà un impatto visivo notevole, né andrà ad alterare l'integrità del paesaggio, già fortemente compromessa dalla forte antropizzazione subita.

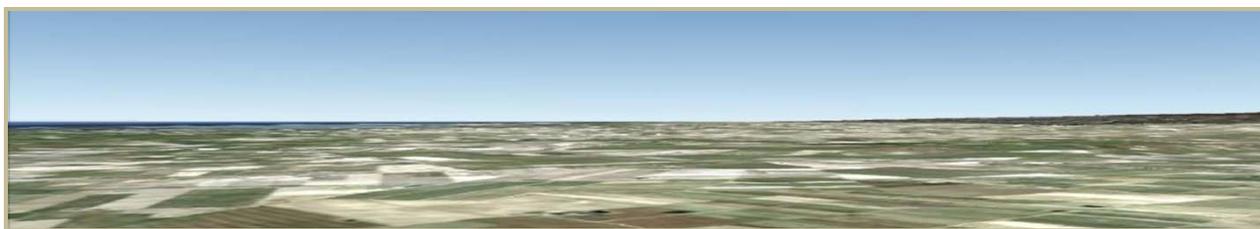


Figura 4.1: visione ante- e post- operam lato Ovest.

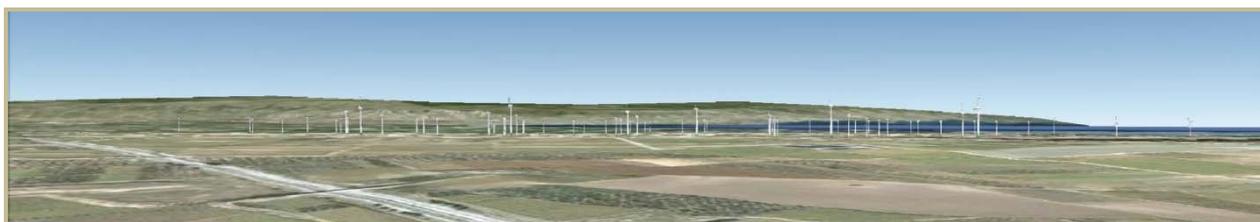
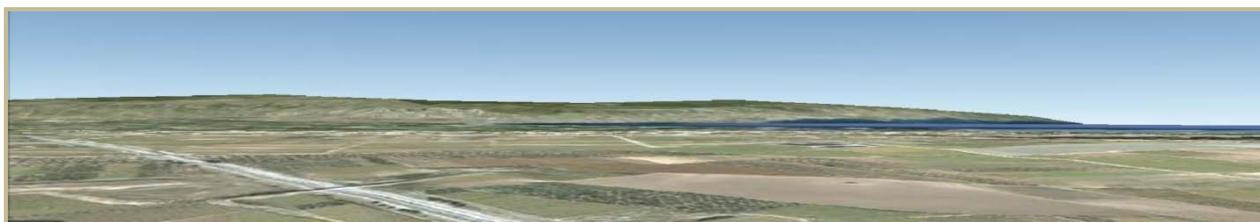


Figura 4.2: visione ante- e post- operam lato Sud.

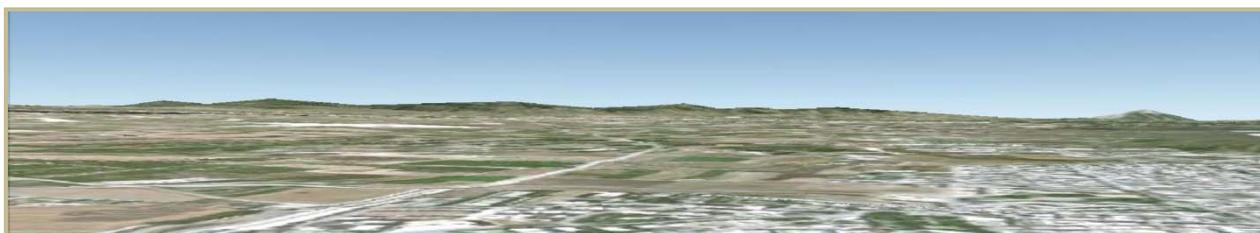




Figura 4.3: visione ante- e post- operam lato Est.



Figura 4.4: visione ante- e post- operam lato Nord.

5. STRUTTURE E IMPIANTI PRINCIPALI

Lo scopo principale della relazione è quello di esporre le caratteristiche principali degli impianti presenti nel parco eolico. Nei seguenti capitoli saranno espone in modo più dettagliato tutte le strutture e tutti gli impianti presenti all'interno del parco eolico.

Le strutture e gli impianti principali sono i seguenti:

- N° 22 aerogeneratori ognuno di potenza fino a 6 MW, con trasformatori interni multi tensione in uscita a 20 KV, 50 HZ;
- N° 22 fondazioni aerogeneratori, plinti circolari su pali di fondazione;
- Strade e piazzole;
- Cavidotto interrato AT a 150 KV, per connessione alla sottostazione AT/AT di Terna
- Cavidotto interrato interno MT che collega gli aerogeneratori in gruppi, e i gruppi alla cabina di smistamento sita all'interno della stazione di utenza;

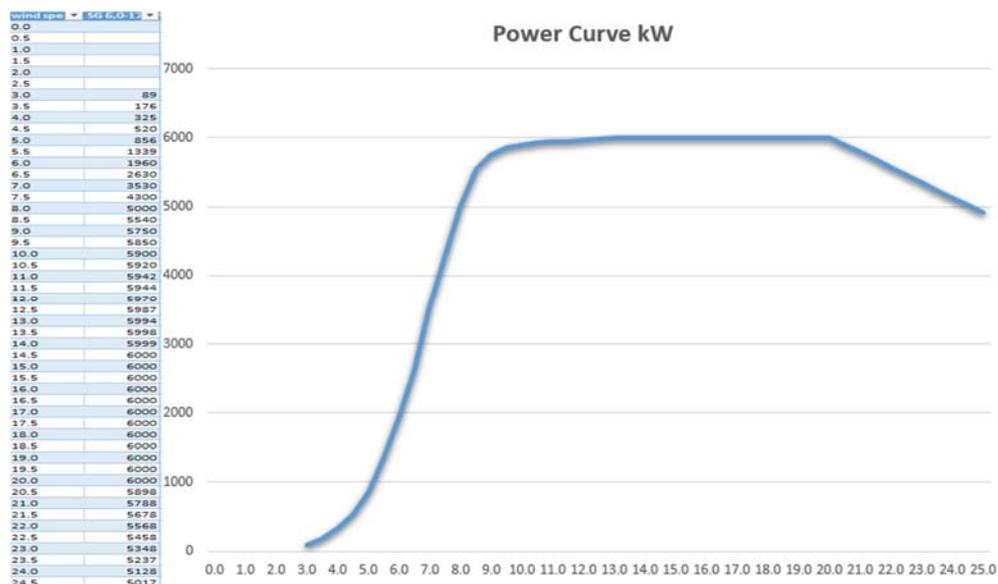
- N° 1 stazione di utenza AT/MT sita nel territorio Macchina Rotonda (FG);
- Rete telematica di monitoraggio interna per il controllo dell'impianto mediante trasmissione dati via modem;
- Per maggiori dettagli si farà riferimento alle relazioni specifiche allegate al presente progetto.

6. AEROGENERATORE TIPO

Il mercato di aerogeneratori è in continua evoluzione, i produttori spingono in maniera costante sulla ricerca, e mettono a disposizione degli investitori macchine caratterizzate da sempre maggiore efficienza, per cui in prospettiva futura in fase esecutiva, potrebbero essere utilizzate delle macchine equivalenti a quella che prenderemo come aerogeneratore tipo di riferimento. Il seguente elaborato è stato redatto per mettere in evidenza le caratteristiche delle torri aerogeneratori. La prima parte pone in evidenza le caratteristiche tecniche dell'aerogeneratore tipo: colori, curva di potenza, caratteristiche sonore ecc; la seconda parte pone in evidenza le caratteristiche delle fondazioni in modo generale. In questa fase di progetto è stato predisposto un aerogeneratore tipo, con le seguenti caratteristiche:

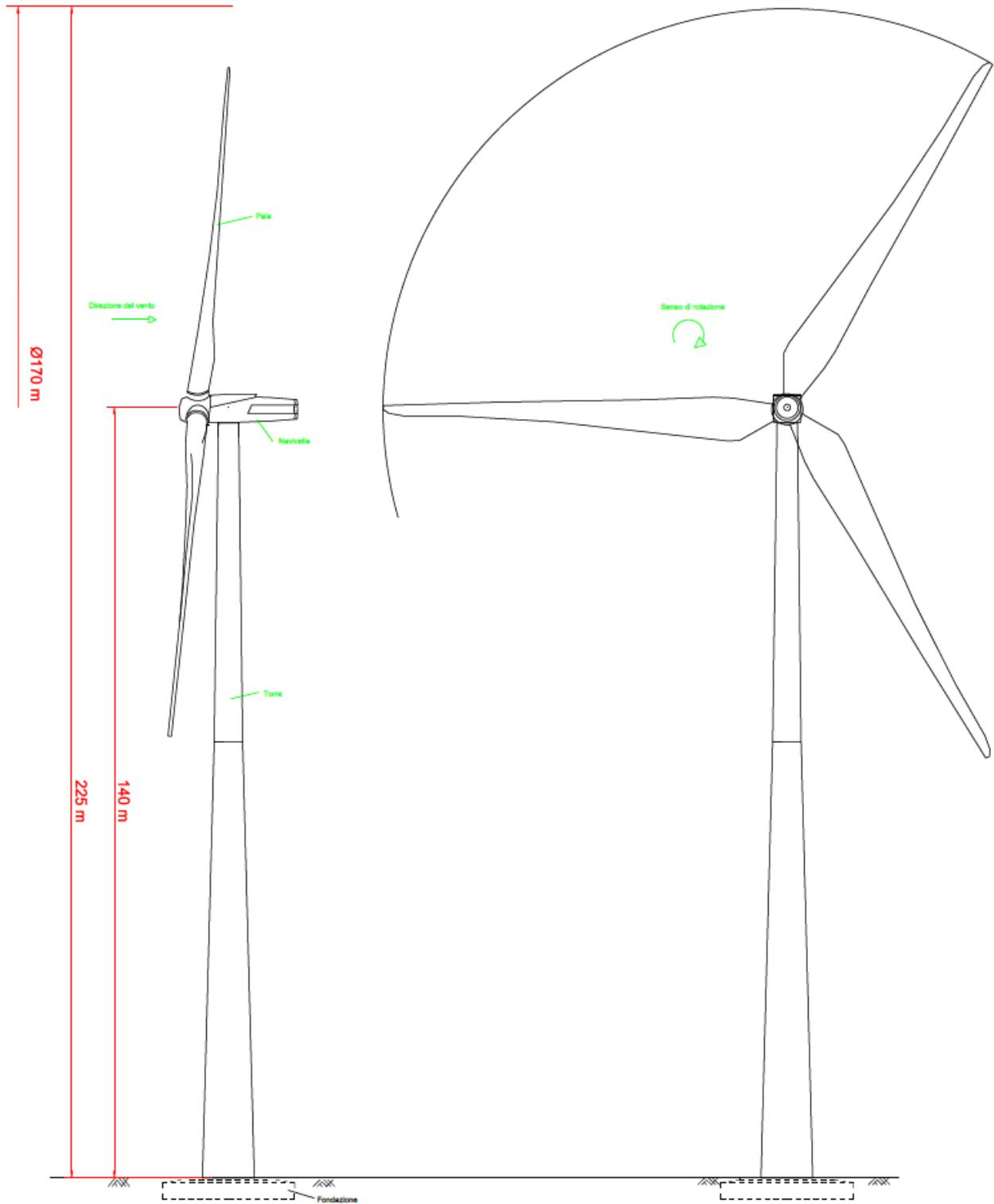
Altezza al Mozzo	fino a 140 m
Diametro rotore	fino a 170 m
Potenza aerogeneratore	fino a 6 MW

Tab. 6.1: Dimensioni sintetiche dell'aerogeneratore tipo



Esempio curva di potenza per aerogeneratore tipo





Tale aerogeneratore tipo permette la elaborazione di tutti studi necessari alle verifiche tecniche per i necessari iter autorizzativi.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	23

Tre modelli presenti sul mercato che più si avvicinano alle caratteristiche dell'aerogeneratore tipo, sono rispettivamente la **ENERCON E-126** (potenza **6 Mw**, rotore 127 metri, altezza al mozzo 135 metri), la **GAMESA G-128/G-136** (potenza 4,5 Mw, **rotore 136** metri, altezza al mozzo 120 metri) e la **REPOWER 3.2M114** (potenza 3,2 Mw, rotore 114 metri, **altezza al mozzo 140 metri**), si tratta di macchine di nuova generazione che garantiscono elevate prestazioni e ottima producibilità, minimizzando i costi di fondazione, trasporto e installazione.

6.1 Enercon E-126

Alla sommità dell'Aerogeneratore, vi è una navicella rotante che ospita un generatore, un rotore e altre unità funzionali. Il rotore è costituito da un asse di rotazione su cui sono collegate tre pale orientabili, queste sono studiate in modo da avere una aerodinamica ottimizzata.

Brevemente in seguito saranno esposte le caratteristiche dimensionali dell'aerogeneratore tipo.

Rotor	
Type	E-126
Rotor diameter	127 m
Swept area	12,668 m ²
Power regulation	Pitch
RPM	variable, 5-12 min ⁻¹
Cut in wind	2.5 m/s
Cut out wind	28 – 34 m/s (ENERCON storm control)
Survival wind speed	70 m/s
Gear Box	
Not applicable	No gearbox
Blades	
Manufacturer	ENERCON
Blade length	appr. 59,35 m
Material	steel / GRP (Epoxy)
Lightning protection	included

Tab.6.2: Specifiche Tecniche Aerogeneratore



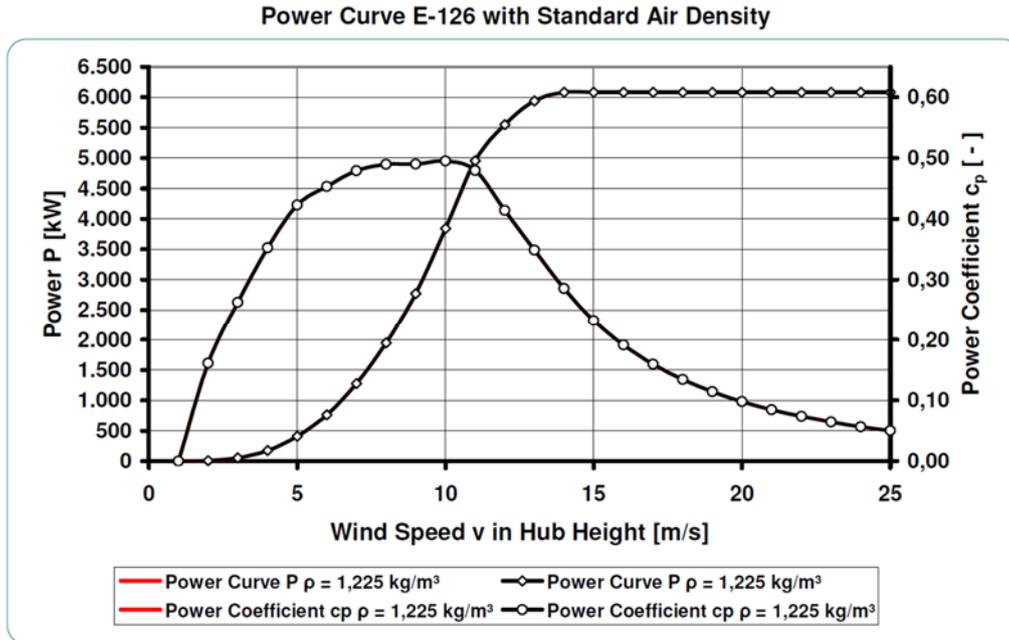
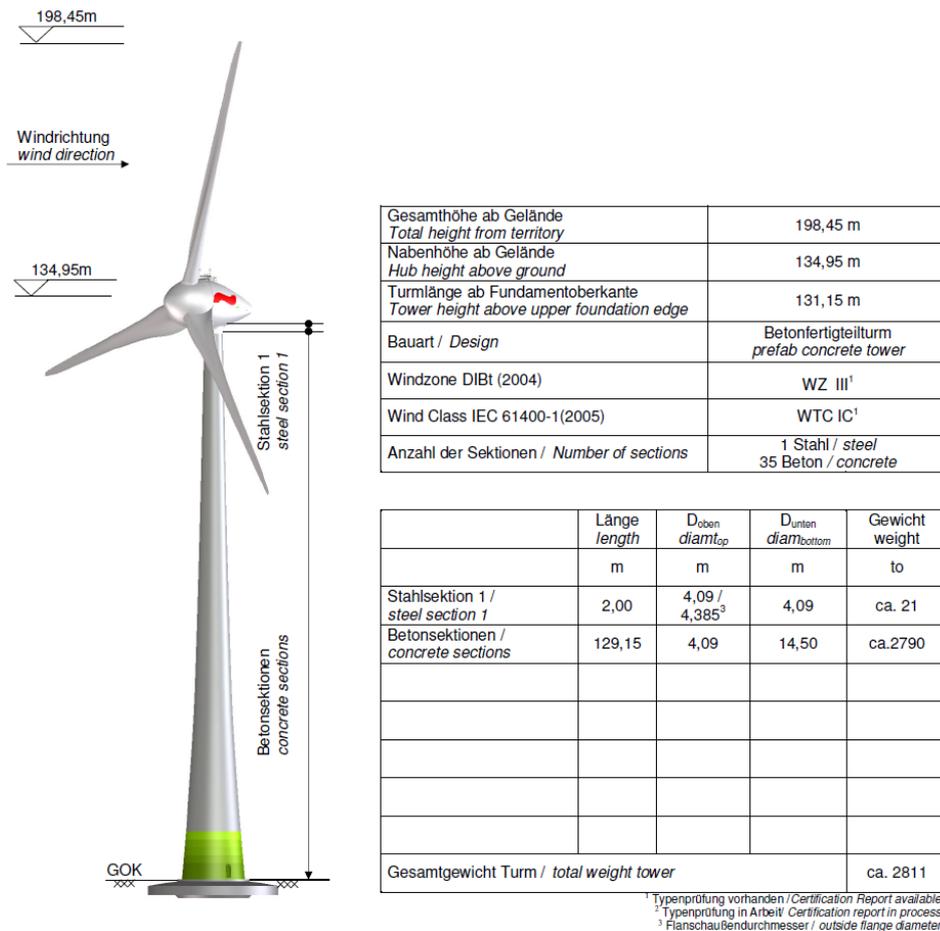


Fig.6.3: Curva di Potenza dell'aerogeneratore



Tab.6.4: Principali dimensioni Aerogeneratore



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	25

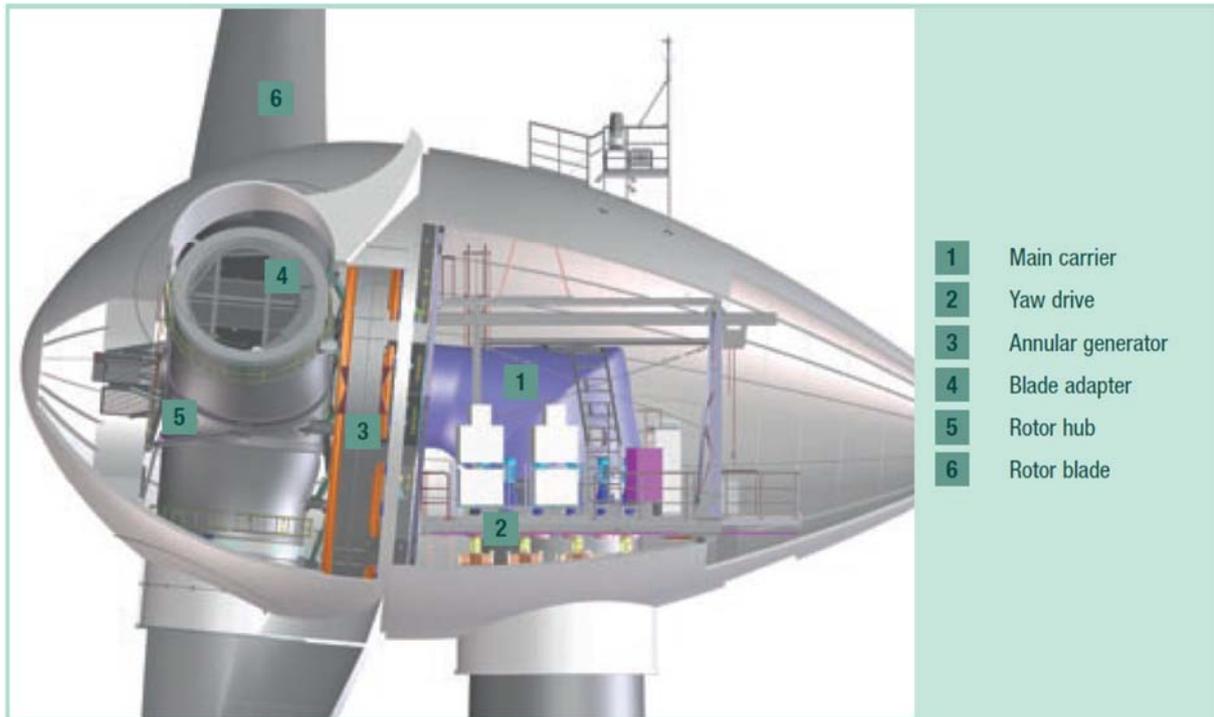


Fig.6.5: Schema Costruttivo Navicella

L'aerogeneratore ha al suo interno una cabina di trasformazione costituito da quattro trasformatori multi tensione, essi innalzano la tensione portandola da **400 V** a **20 KV** o a **20 KV**. Il tipo di trasformatore è un trifase chiuso ermeticamente con raffreddamento ad olio di silicone. Questo è uno speciale olio sintetico con un punto di infiammabilità di oltre 300°C e permette il raffreddamento del trasformatore.

6.2 Gamesa G-136

Alla sommità dell'Aerogeneratore, vi è una navicella rotante che ospita un generatore, un rotore e altre unità funzionali. Il rotore è costituito da un asse di rotazione su cui sono collegate tre pale orientabili, queste sono studiate in modo da avere una aerodinamica ottimizzata. Brevemente in seguito saranno esposte le caratteristiche dimensionali dell'aerogeneratore tipo.

Caratteristiche Tecniche	
Potenza nominale	4,5 MW
Frequenza	50-60 Hz
Diametro rotore	128/136 m (G-128/G-136)



Altezza Asse Rotore	120 m
Velocità Rotazione	Velocità variabile
Regolazione della Pala	Regolazione dell'angolo di incidenza
Intensità turbolenza	10 %

Tab.6.6: Principali dimensioni Aerogeneratore



Fig.6.7: Vista Aerogeneratore

	Gamesa G128-4.5 MW	Gamesa G136-4.5 MW
ROTOR		
Diameter	128 m	136 m
Swept area	12,868 m ²	14,527 m ²
BLADES		
Number of blades	3	3
Length	62.5 m	66.5 m
Material	Organic matrix composite reinforced with fiber glass or carbon fiber	Organic matrix composite reinforced with fiber glass or carbon fiber
TOWERS		
Tower type	Conical tubular concrete and steel tower	Conical tubular concrete and steel tower
Height	120 m	120 m
GEAR BOX		
Type	2-stage planetary gearbox	2-stage planetary gearbox
Ratio	1:37.88	1:37.88
GENERATOR 4.5 MW		
Type	permanent magnet synchronous generator with independent modules in parallel	permanent magnet synchronous generator with independent modules in parallel
Nominal power	4500 kW	4500 kW
Voltage	690 V AC	690 V AC
Frequency	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz
Protection class	IP 54	IP 54
Rotation speed	448 rpm	448 rpm
Power factor	0.9 CAP - 0.9 IND for the entire power range *	0.9 CAP - 0.9 IND for the entire power range *

* Power factor at output terminals of the wind turbine on the low voltage side before entering the transformer, at the rated grid voltage.

Tab.6.8: Specifiche Tecniche Aerogeneratore

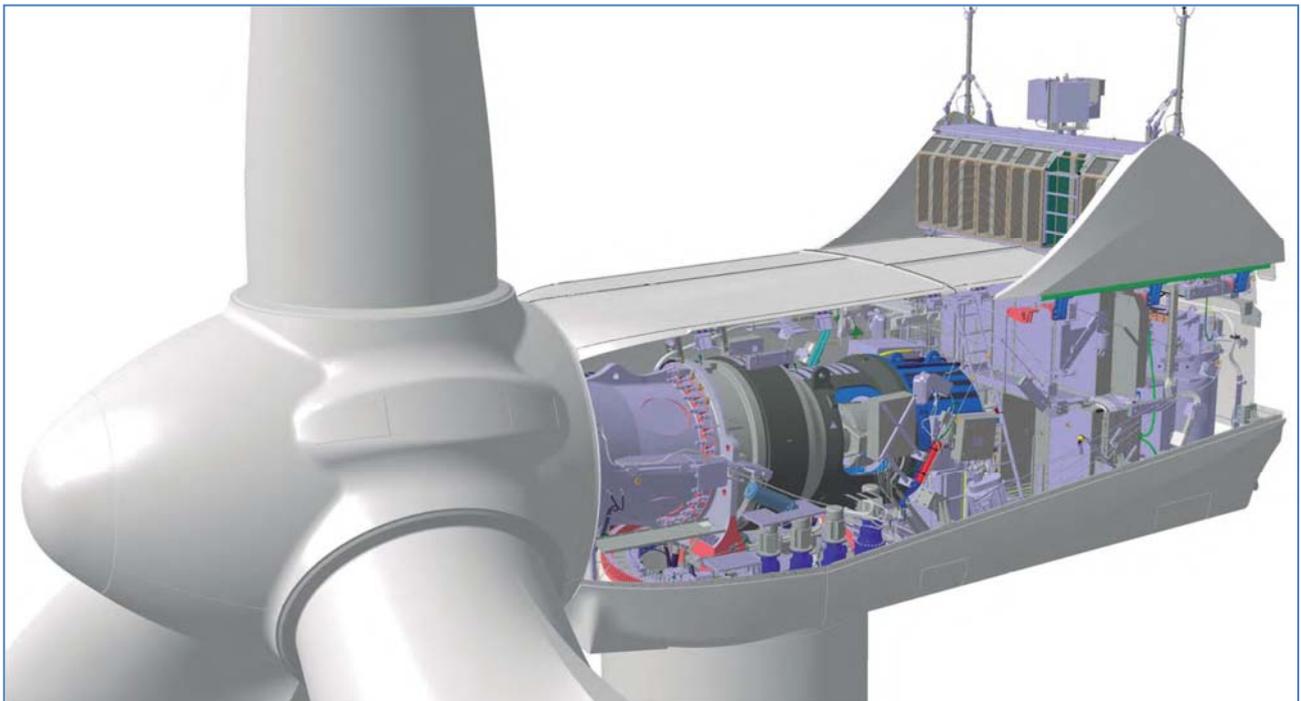


Fig.6.9: Schema Costruttivo Navicella

La curva di potenza è data in base alla densità dell'aria ($\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$):

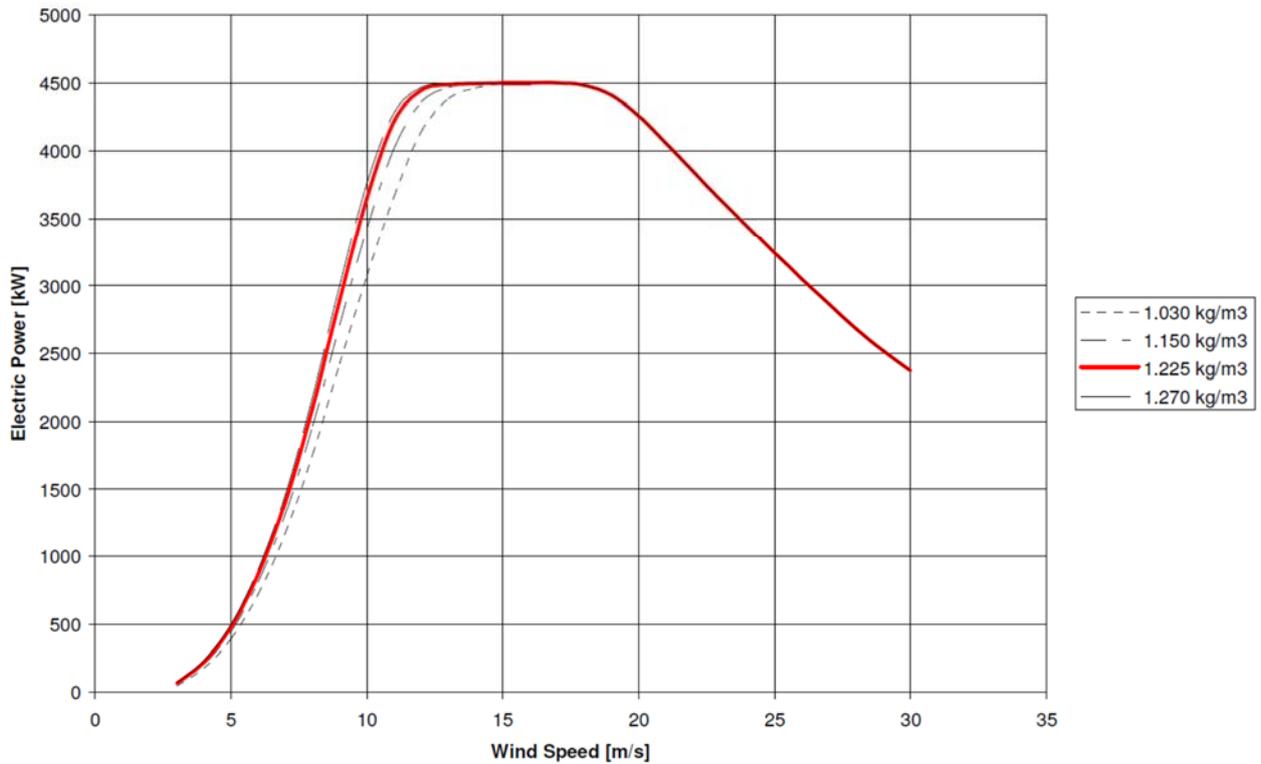


Fig.6.10: Curva di Potenza dell'aerogeneratore

W10 [m/s]	Ws [m/s]	LW [dB(A)]
2	3.0	85.6
3	4.4	94.0
4	5.9	100.4
5	7.3	105.1
6	8.9	107.2
7	10.3	107.2
8	11.7	107.2
9	13.3	107.2
10	14.7	107.2

Tab.6.11: Parametri tabellati dei livelli sonori (dB) in funzione della velocità del vento

6.3 Repower 3.2M114

Alla sommità dell'Aerogeneratore, vi è una navicella rotante che ospita un generatore, un rotore e altre unità funzionali. Il rotore è costituito da un asse di rotazione su cui sono collegate tre pale orientabili, queste sono studiate in modo da avere una aerodinamica ottimizzata. Brevemente in seguito saranno esposte le caratteristiche dimensionali dell'aerogeneratore tipo.

Caratteristiche Tecniche	
Potenza nominale	3.2 MW
Frequenza	50-60 Hz
Diametro rotore	114 m
Altezza Asse Rotore	140 m
Velocità Rotazione	12.6/min (+16.0%)
Intensità turbolenza	10 %

Tab.6.12: Principali dimensioni Aerogeneratore





Fig.6.13: Vista Aerogeneratore



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	31

Potenza nominale	3,170 kW (MV-side) 3,200 kW (LV-side)
Velocità di cut-in	3,0 m/s
Velocità nominale	12,0 m/s
Velocità di cut-off	22,0 m/s
Zona di vento	up to DIBt Profi le coast
Classe di vento	IEC A
Altezza mozzo	140 m
Diametro rotore	114,0 m
Area spezzata	10,207 m ²
Velocità di rotazione	ca. 12,6 giri/min (+16,0 %)
Lunghezza pale	55,8 m
Tipo pale	Fibre di vetro con rinforzi in plastica
Costruzione del sistema di imbardata	Cuscinetto a 4 punti di appoggio e dentature esterna
Azionamento	Motori elettrici
Stazionamento	Freni a disco
Moltiplicatore	Trasmissione combinata cilindrico planetaria a 3 stadi
Trasmissione	i=approx. 99,5
Tensione nominale	10/20/30 kV
Frequenza nominale	50 Hz
Generatore	Asincrono a doppia alimentazione
Classe di protezione del generatore	IP 54
Tensione dello statore	950 V
Velocità nominale del generatore	1200 giri/min
Intervallo di velocità	640-1200 giri/min
Convertitore	PWM (raffreddamento ad acqua)
Controllo di Potenza	Controllo del passo e del numero di giri del rotore

Tab.6.14: Specifiche Tecniche Aerogeneratore



Fig.6.15: Curva di Potenza dell'aerogeneratore



7. FODAZIONI AEROGENERATORE

L'aerogeneratore tipo da utilizzare per il parco eolico che più collima con le nostre esigenze, ha una potenza fino a 6 MW, diametro delle eliche fino a 170 metri e altezza mozzo fino a 140 metri.

In questa relazione preliminare tutti i calcoli sono stati eseguiti secondo gli usuali metodi della Scienza delle Costruzioni e in ossequio alle normative attualmente vigenti. In particolare, il criterio di progettazione e verifica adottato è quello degli stati limite.

Nel seguente calcolo preliminare, al fine di dimensionare la struttura di fondazione, si utilizza la condizione di carico più gravosa rispetto a quelle previste in progetto. Le competenze del progettista delle fondazioni, partendo dalle sollecitazioni alla base della torre fornite dal produttore degli aerogeneratori, si limitano al predimensionamento geometrico delle opere in calcestruzzo armato progetto e delle relative armature.

7.1. Descrizione geometrica del Plinto

Il plinto è concepito come una fondazione ad anello circolare con un diametro esterno di 36 metri e un diametro interno medio di 14,8 metri. Il plinto presenta una zona cava all'interno, che nella parte superiore termina con un anello (ghiera di interfaccia Torre-Plinto) di cemento disposto a sbalzo (vedi figg. 7.1 e 7.2). Tale interfaccia avrà una scanalatura superiore dove si andrà ad alloggiare la base della torre, essa supporta la massa totale della torre e tutte le combinazioni di carico connesse a sisma e vento. I tenditori in acciaio che fuoriescono dalla base inferiore della torre si inseriscono all'interno di guide in acciaio inghisate nella ghiera di interfaccia Torre-Plinto, la parte finale di tale guida presenta un bicchiere in acciaio con diametro maggiore della guida, la superficie creata dalla differenza dei due diametri, diventa una superficie di battuta sulla quale si andrà a scaricare la pressione generata dalle forze di trazione dei tiranti, le forze risultanti sulla ghiera saranno rivolte verso l'alto, mentre sulla scanalatura superiore della ghiera andranno ad agire tutte forze di pressione con direzione verso il basso. L'altezza totale della fondazione è pari a 3,90 mt.

L'altezza della fondazione nella zona tronco-conica varia da 3,40 mt a raggio 8,25 mt fino a 2,95 mt sul bordo esterno.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	33

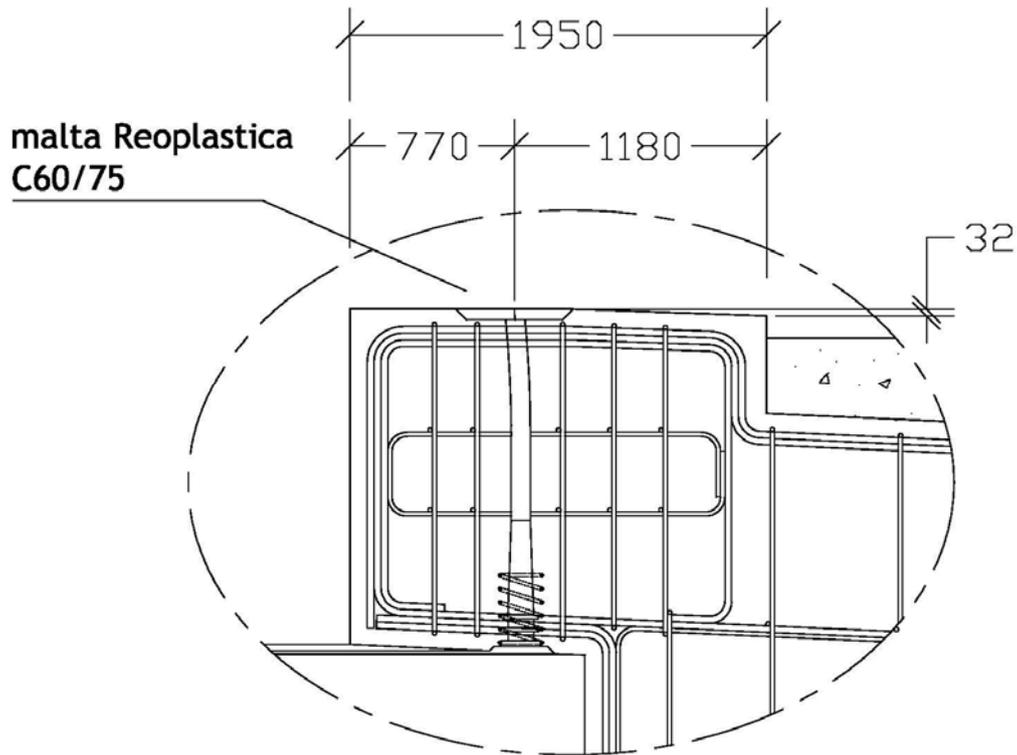


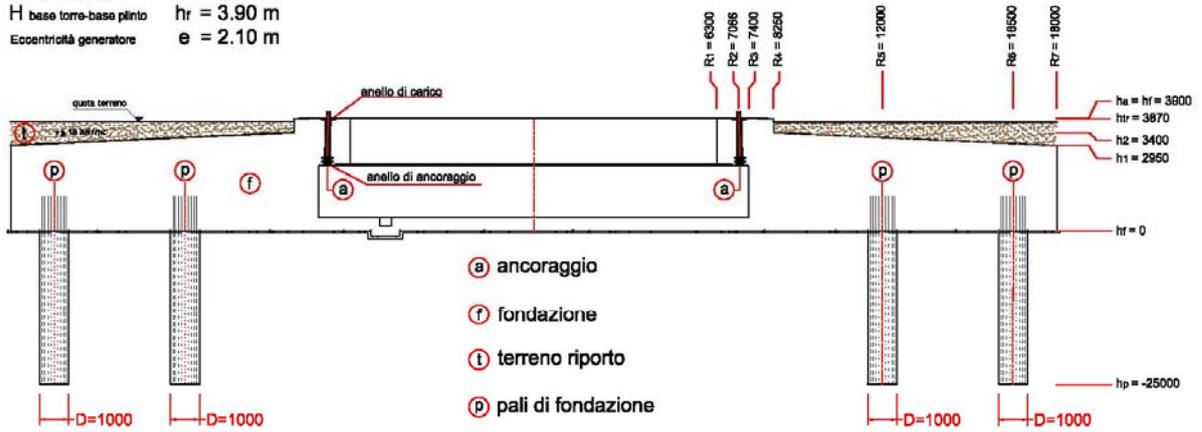
Figura 7.1: Sezione di interfaccia Torre-Plinto

La parte superiore della fondazione è situato a 20 cm sopra il livello del suolo. L'area della piastra di fondazione al di là della base è coperta da materiale di recupero con massa volumica a secco di 18 kN/m². L'altezza dello strato di copertura del plinto varia tra, 30 cm e 80 centimetri sul bordo. La fondazione è rinforzata in direzione radiale e tangenziale con armatura metallica.

Si prevede di realizzare plinti su pali, in funzione delle analisi geologiche e geotecniche espletate in fase esecutiva. In questa prima fase si prevedono di utilizzare per le fondazioni indirette n° 54 pali con diametro di 100 cm posti su due file, rispettivamente i primi 36 pali posti su un raggio di 16,5 mt, i restati 18 pali posti su un raggio pari a 12 mt. Le congiungenti degli assi di due generici pali contigui con il centro del plinto forma un angolo di 10° per la fila più esterna e 20° per quella più interna.

SEZIONE A-A

H mozzo-base torre $h_m = 135 \text{ m}$
 H base torre-base plinto $h_r = 3.90 \text{ m}$
 Eccentricità generatore $e = 2.10 \text{ m}$



PIANTA ESTRADOSSO

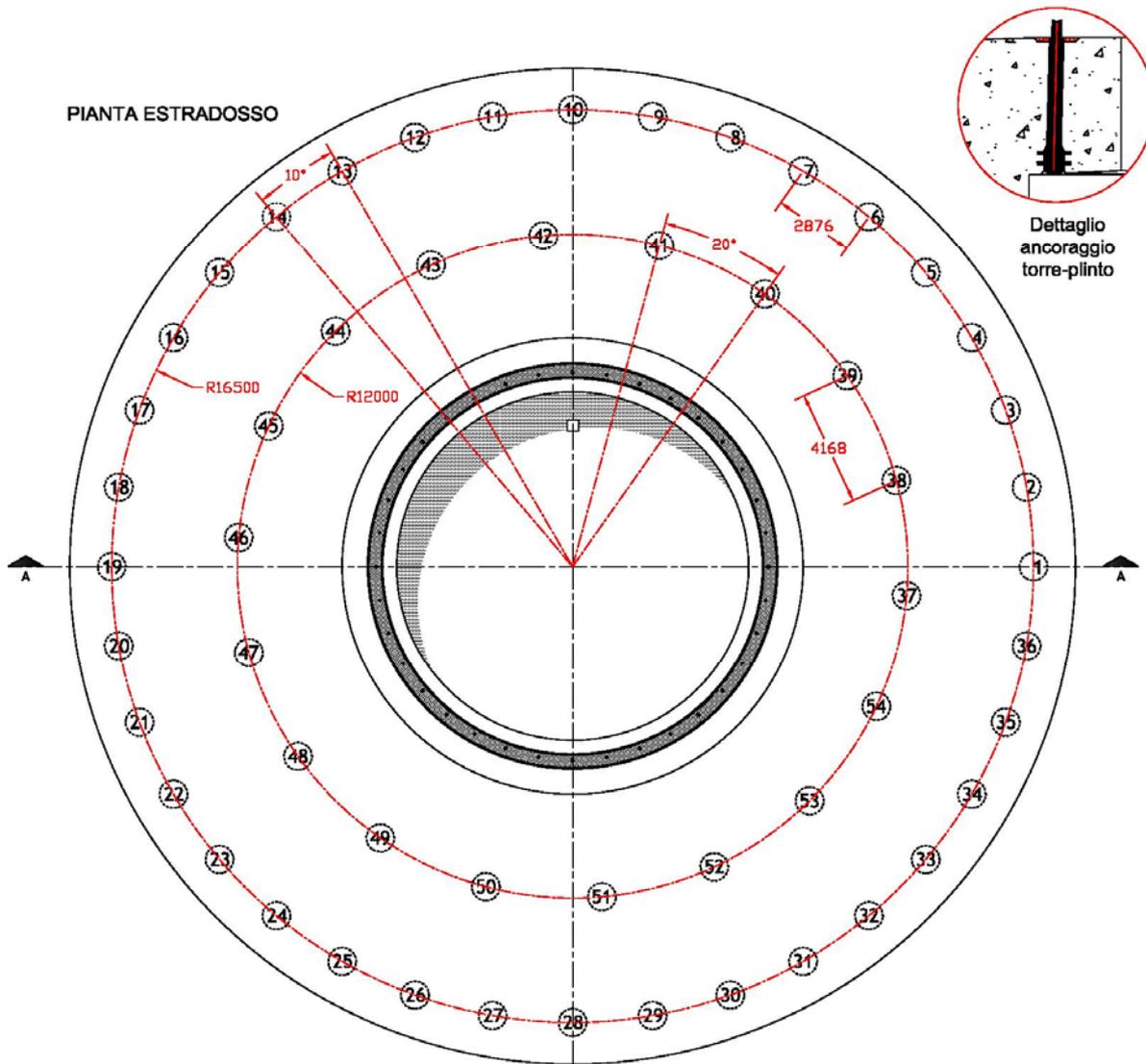


Figura 7.2: Pianta Plinto di fondazione



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 - A28 - Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	35

7.2. Materiali impiegati

Sono stati utilizzati i seguenti materiali:

1. Calcestruzzo di classe C 30/37 UNI EN 206-1 per il plinto e i pali di fondazione
 - Classe di esposizione XC4, XF1, XA1 (secondo la norma EN 206)
 - Consistenza S4
 - Max pezzatura inerte 2,5 centimetri
 - $f_{ck} = 30,71$ MPa
 - $f_{cd} = 20,46$ MPa
 - $f_{ctd} = 2,31$ MPa
 - $\gamma_{cls} = 2500$ Kgf/m³

2. Calcestruzzo di classe C 16/20 UNI EN 206-1 per lo strato di sottofondazione;
 - Consistenza S4
 - Max pezzatura inerte 2,5 centimetri
 - $f_{ck} = 16,60$ MPa
 - $f_{cd} = 10,66$ MPa
 - $f_{ctd} = 1,52$ MPa
 - $\gamma_{cls} = 2500$ Kgf/m³

3. Ferro per armature plinto e pali di fondazione B450C UNI EN 10080 - barre ad aderenza migliorata poco sensibile alle aggressioni chimiche.
 - $f_R = 540$ Mpa (rottura)
 - $f_s = 450$ Mpa (snervamento)

7.3. Carichi impressi al plinto dall'aerogeneratore

I carichi relativi alle sollecitazioni vengono forniti dal produttore e tengono presente quanto prescritto nella IEC 61400-1 in particolare si dividono in condizioni normali di funzionamento e in condizioni estreme ossia:

Extreme 6.1: Parcheggio (macchina ferma o funzionante a vuoto) con raffica 50 anni ($V = 42.5$ m/s ed $\alpha = -8^\circ$);

Extreme 6.2: Parcheggio (macchina ferma o funzionante a vuoto) con possibile perdita di rete elettrica con raffica 50 anni ($V = 42.5$ m/s ed $\alpha = 200^\circ$);



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 - A28 - Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	36

Normal 1.0: Produzione di potenza;

Normal 5.1: Arresto di emergenza ($V = 12.0$ m/s ed $\alpha = 0^\circ$);

Il sistema di riferimento adottato è quello riportato in fig 5.1.1

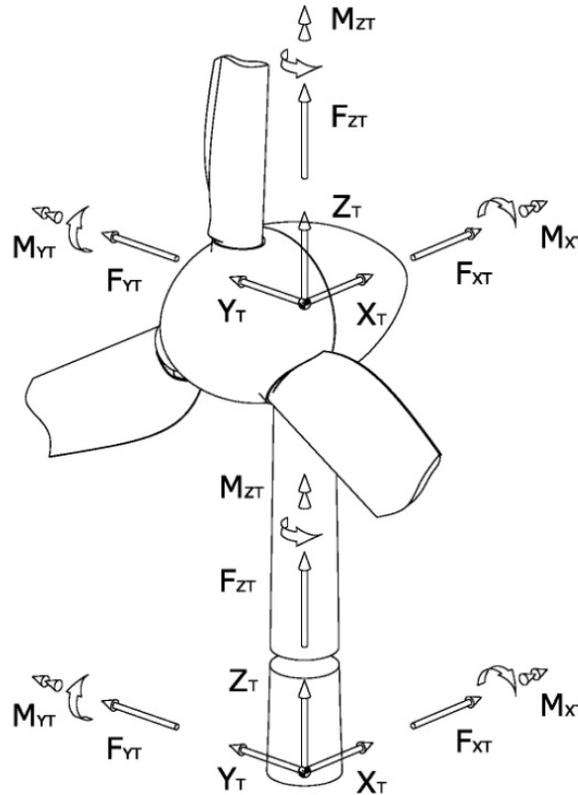


Figura 7.3: Sistema di riferimento adottato



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	37

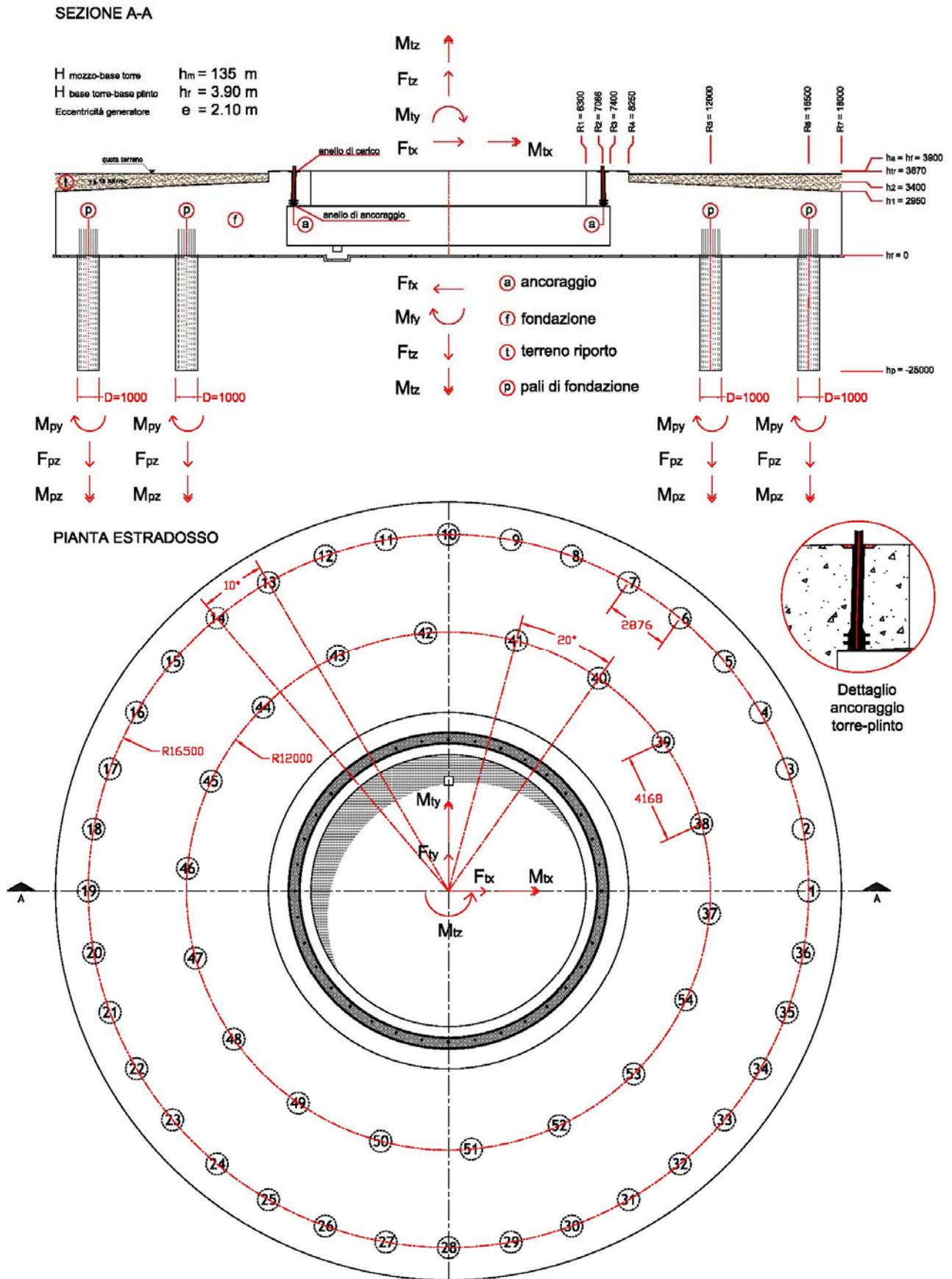


Figura 7.4: Forze applicate all'estradosso di fondazione



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 - A28 - Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	38

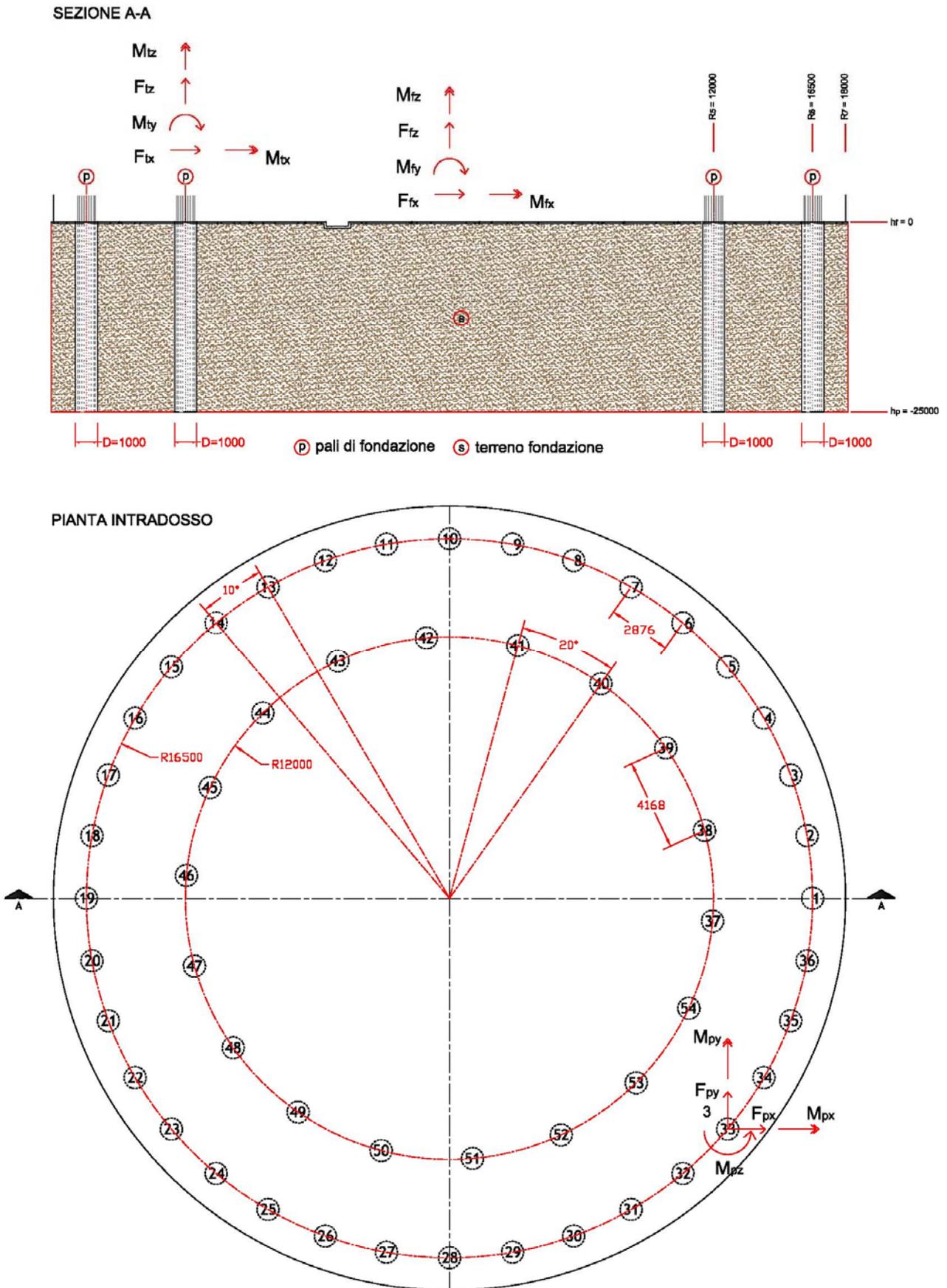


Figura 7.5: Forze applicate all'intradosso di fondazione



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 - A28 - Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	39

I carichi si dividono in:

F_{xy}: carico risultante orizzontale;

F_z: carico verticale;

M_{xy}: momento risultante;

M_z: momento agente intorno all'asse z;

Nel seguente *calcolo esemplificativo*, al fine di dimensionare la struttura di fondazione, si utilizza la condizione di carico più gravosa per una torre da 6 MW con diametro delle eliche fino a 140 mt e altezza mozzo fino a 135 mt.

I dati riportati in tabella sono le condizioni di carico più gravose, e sono quelle che utilizzeremo per effettuare il seguente calcolo strutturale.

Ipotesi di carico	γ_{aereo}	γ_{masse}	F _{xy}	F _z	M _{xy}	M _z
			kN	kN	kNm	kNm
Extreme 6.2	1,00	1,00	2480	-70156	289542	11700

Il carico prodotto dal vento non sarà mai statico su una sola direzione, ma potrà variare su 360 gradi, per tale motivo nella successiva progettazione delle armature prenderemo in considerazione la zona più sollecitata (evidenziata in rosso nei diagrammi delle aree minime) per il calcolo delle armature all'interno del plinto, armando in modo omogeneo (in senso radiale e anulare) tutti i 360 gradi che compongono il plinto di fondazione.

La condizione di carico sismica nella definizione dello stato limite ultimo, non sarà mai concomitante con quella per vento estremo inoltre quest'ultima è molto più gravosa e quindi non è verosimile e non previsto dalle norme la combinazione di carico Vento + Sisma.

Condizioni	Concentrat	Lineari	Superficiali	Termici	Potenziali	Incompatibilità	Combinazioni
Pesi strutturali (1)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vento (2)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Delta T (3)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sisma X SLV (4)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sisma Y SLV (5)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Sisma Z SLV (6)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Eccentricità Y per sisma X SLV (7)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Eccentricità X per sisma Y SLV (8)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Sisma X SLD (9)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Sisma Y SLD (10)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Sisma Z SLD (11)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Eccentricità Y per sisma X SLD (12)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Eccentricità X per sisma Y SLD (13)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 7.6: Incompatibilità Vento e Sisma



Famiglia "SLU"				
Descrizione	Pesi strutturali	Vento	Delta T	
1		1	0	0
2		1	1,5	0
3		1,3	0	0
4		1,3	1,5	0

Figura 7.7: Combinazioni di carico SLU

7.4. Modello agli elementi finiti

Per il progetto e la verifica del plinto di fondazione si è utilizzato un programma di calcolo agli elementi finiti. Il plinto di fondazione è stato modellato utilizzando 180 conci disposti su cinque file inferiori e 36 nella zona centrale questi sono quelli a diretto contatto con il terreno e che si interfacciano con i pali di fondazione, la struttura viene completata da un anello superiore composto da 36 conci, tale anello è fondamentale nel calcolo in quanto è la zona di interfaccia con la torre eolica. In totale quindi la struttura è composta da 252 conci. Nella modellazione FEM abbiamo impostato una maglia con lato minimo di 80 cm, il programma in automatico ha creato un numero ben definito di punti tale numero è riportato nei tabulati di calcolo allegati alla presente relazione. Naturalmente si è tenuto conto della variazione dell'altezza geometrica del plinto definendo 7 sottogruppi facilmente individuabili graficamente in base alle figure riportate in basso, inoltre le caratteristiche dei gruppi sono riportati sulla tabella riportata in seguito.

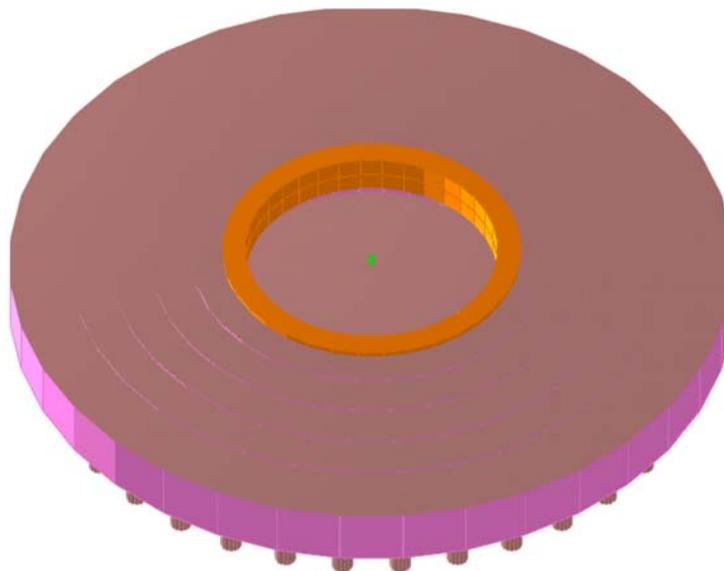


Figura 7.8: Assonometria Plinto di Fondazione



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	41

8. STRADE E PIAZZOLE

La viabilità da realizzare consiste in una serie di strade e di piazzole al fine di raggiungere agevolmente tutti i siti in cui verranno sistemati gli aerogeneratori. Dette strade saranno in futuro solo utilizzate per la manutenzione degli aerogeneratori e saranno realizzate seguendo l'andamento topografico esistente in loco, cercando di ridurre al minimo eventuali movimenti di terra, utilizzando come sottofondo materiale calcareo e rifinendole con una pavimentazione stradale a macadam.

8.1. Piazzole aerogeneratori

In corrispondenza di ciascun aerogeneratore è prevista la realizzazione di una piazzola pressoché pianeggiante, dove troveranno collocazione la torre di sostegno dell'aerogeneratore e la relativa fondazione, i dispersori di terra e le necessarie vie cavo. Adiacente a tale piazzola è collocata un'area pressoché pianeggiante da utilizzare per l'assemblaggio della grata della suddetta gru di sollevamento, tale area ha dimensioni tali che dipendono da tipo di gru tralicciata presa in esame.

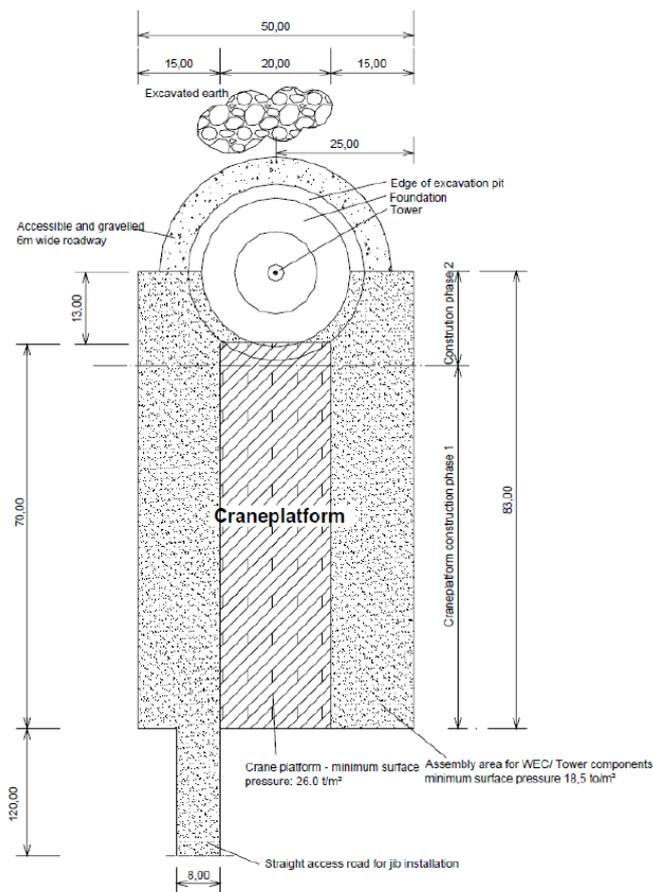


Figura 8.1: Tipico piazzola aerogeneratore

La funzione di tale piazzola e anche quella di accogliere i mezzi di sollevamento durante la fase di

cantieramento ed installazione nonché i mezzi di servizio durante la fase di cantieramento ed installazione nonché i mezzi di servizio durante la vita dell'impianto. La porzione della piazzola adibita allo stazionamento dei mezzi di sollevamento durante l'installazione, sarà realizzata con fondazione in misto di cava dello spessore da 50 a 60 cm più 30 cm di misto granulometrico stabilizzato e finitura a graniglia per 5 cm.

8.2. Strade di accesso e viabilità di servizio

La viabilità interna al campo eolico è costituita quasi totalmente dalle strade comunali, strade provinciali e strade statali esistenti e da nuovi tratti di viabilità da realizzare a servizio dei singoli aerogeneratori. La viabilità esistente, oggetto di interventi di manutenzione che consentiranno di ricondurre la stessa ad una larghezza minima di 4,5 ml, sarà integrata da nuovi brevi tratti di viabilità di servizio per assicurare l'accesso alle piazzole degli aerogeneratori.

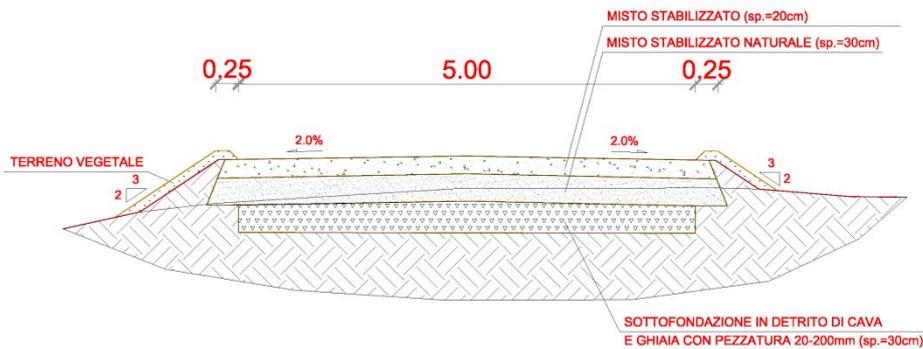


Figura 8.2: Tipico strade di accesso e viabilità di servizio

Per l'esecuzione dei nuovi tratti di viabilità interna si effettuerà uno scotico del terreno per uno spessore di 80 cm circa, ricoprendolo con un misto di cava.

La sezione tipo sarà costituita da una piattaforma stradale di 4,5 ml di larghezza formata da materiale rilevato e uno spessore di circa 40 cm di misto cava. Lungo la viabilità esistente e di nuova realizzazione sarà posta particolare cura alle scarpate, con interventi di sostegno e di realizzazione di opere d'arti minori (tombini, attraversamenti, cunette,...) ai fini della regimazione delle acque per il miglior inserimento delle opere stesse.

9. CAVIDOTTO INTERRATO AT A 150 KV

9.1. Premessa

La *Seanergy s.r.l* nell'ambito dei suoi piani di sviluppo di impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, ha previsto la realizzazione di un impianto eolico nel comune di Cerignola (FG) pertanto si rende necessario connettere tali impianti alla RTN.

Per la connessione dell'impianto eolico ALPHA 2 alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) è stata inoltrata istanza all'Ente Gestore (TERNA). L'ipotesi di soluzione prevede che il Parco Eolico sia collegato in antenna con la sezione a 150 KV di una futura Stazione Elettrica Terna, nei pressi della *Azienda Agricola Macchia Rotonda* Comune di Manfredonia (FG).

Il presente documento fornisce la descrizione generale del progetto definitivo del nuovo elettrodotto a 150 KV che collega una futura Stazione Elettrica di Terna con l'impianto eolico *ALPHA 2*.

9.2. Aree impegnate e fasce di rispetto

Le aree interessate da un elettrodotto interrato sono individuate, ai sensi del D.P.R n. 327 del 8 giugno 2001 - *Testo Unico sulle espropriazioni per pubblica utilità* – e s.m.i., come *Aree Impegnate*, ossia aree necessarie per la sicurezza dell'esercizio e manutenzione dell'elettrodotto; nel caso specifico esse hanno un'ampiezza di 1.5 m dall'asse linea per parte per il tratto in cavo interrato.

Il vincolo preordinato all'esproprio sarà invece apposto sulle *aree potenzialmente impegnate*, che equivalgano alle zone di rispetto di cui all'art. 52quater, comma 6, del Testo Unico citato e successive modificazioni, all'interno delle quali poter inserire eventuali modeste varianti al tracciato dell'elettrodotto senza che le stesse comportino la necessità di nuove autorizzazioni.

L'ampiezza delle zone di rispetto sarà di circa 3 m dall'asse del tratto in cavo interrato. Pertanto, ai fini dell'apposizione del vincolo preordinato all'esproprio, le aree potenzialmente impegnate coincidono con le zone di rispetto; di conseguenza i terreni ricadenti all'interno di dette zone risulteranno soggetti al suddetto vincolo.

In fase di progetto esecutivo dell'opera si procederà alla delimitazione delle aree effettivamente impegnate dalla stessa con conseguente riduzione delle porzioni di territorio soggette a vincolo preordinato all'esproprio e servitù.

Le *fasce di rispetto* sono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n. 36 - *Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici* - e s.m.i., all'interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario,



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	44

ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore, da determinare in conformità alla metodologia di cui al D.P.C.M. 08/07/2003, emanata con Decreto MATT del 29 Maggio 2008.

Le simulazioni di campo magnetico riportate nei paragrafi seguenti sono state elaborate tramite l'ausilio di software, le cui routine di calcolo fanno riferimento alla norma CEI 211-4; norma di riferimento anche per la metodologia di calcolo utilizzata nella CEI 106-11.

9.3. Descrizione del tracciato dell'elettrodotto

Il tracciato dell'elettrodotto in cavo interrato è stato studiato in armonia con quanto dettato dall'art.121 del T.U. 11/12/1933 n° 1775, comparando le esigenze della pubblica utilità delle opere con gli interessi sia pubblici che privati coinvolti.

Esso utilizza interamente corridoi già impegnati dalla viabilità stradale principale e secondaria esistente e di piano, con posa dei cavi il più possibile al margine della sede stradale.

L'elettrodotto è stato progettato in modo tale da recare minor sacrificio possibile alle proprietà interessate, avendo cura di vagliare le situazioni esistenti sui fondi da asservire rispetto anche alle condizioni dei terreni limitrofi. La lunghezza totale del cavidotto AT esterno all'impianto eolico è di **19,119 Km** della quale **7,131 km** attraversa il comune di **Manfredonia**; **2,173 km** il comune di **Zapponeta**; **9,815 km** il comune di **Cerignola**.

9.4. Province e comuni interessati

Il tracciato dell'elettrodotto interessa i comuni di Manfredonia, Zapponeta e Cerignola, in provincia di Foggia.

9.5. Vincoli

Il tracciato dell'elettrodotto in cavo interrato in oggetto interferisce con aree soggette a vincolo. In quanto è interrata presso la SP 70 per 9029 m circa, SP 69 per 5067 metri circa, SS 544 per 5023 metri circa.

AREE NATURALI PROTETTE:

- **Corsi d'acqua:**

- *Attraversamento del Torrente "Carapelle" nei pressi della Masseria "Inacquata";*
- *Attraversamento Canale "Peluso" nei pressi della Masseria "Inacquata";*
- *Attraversamento del Canale "Macchia Rotonda" in Località "Panetteria del Conte";*
- *Attraversamento del F.so "Marana di Castello" nei pressi della Masseria*



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	45

"Tressanti";

- Attraversamento del Canale "Carapellotto" in località "Colmo d'Ischia".

PUTT ATD

- **Tratturi:**

- *Tratturello "Foggia-Zapponeta" (che coincide col percorso stradale esistente, interessa una tratta di cavidotto pari a 7300 metri,);*

- *Tratturello "Foggia-Tressanti-Barletta" (che coincide col percorso stradale esistente, interessa una tratta di cavidotto pari a 5600 metri).*

- **Acque superficiali:**

- *Attraversamento del Torrente "Carapelle" nei pressi della Masseria "Inaquata";*

- *Attraversamento Canale "Peluso" nei pressi della Masseria "Inaquata";*

- *Attraversamento del Canale "Macchia Rotonda" in Località "Panetteria del Conte";*

- *Attraversamento del F.so "Marana di Castello" nei pressi della Masseria "Tressanti";*

- *Attraversamento del Canale "Carapellotto" in località "Colmo d'Ischia".*

- **Boschi:**

- *Nei pressi del Borgo "Tressanti" (che coincide col percorso stradale esistente, interessa una tratta di cavidotto pari a 230 metri).*

PAI

- **Alta pericolosità inondazione:**

- *che coincide col percorso stradale esistente, attraversa la zona ad alta pericolosità per una tratta di cavidotto pari a 190 metri circa.*

- **Media pericolosità inondazione:**

- *che coincide col percorso stradale esistente, attraversa la zona a media pericolosità per una tratta di cavidotto pari a 644 metri circa.*

- **Bassa pericolosità inondazione:**

- *che coincide col percorso stradale esistente, attraversa la zona a bassa pericolosità per una tratta di cavidotto pari a 2270 metri circa.*

- **Rischio R4:**



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	46

- coincide col percorso stradale esistente interessa una tratta di cavidotto pari a 1150 metri circa.

- **Rischio R3:**

- coincide col percorso stradale esistente interessa una tratta di cavidotto pari a 750 metri circa.

- **Rischio R2:**

- coincide col percorso stradale esistente interessa una tratta di cavidotto pari a 2837 metri circa.

I lavori per la realizzazione del cavidotto verranno effettuati nel rispetto dei limiti imposti dalla legislazione vigente in modo da garantire la salvaguardia dell'ecosistema.

L'intero cavidotto sarà contiguo alla sede stradale, effettuando un ridotto scavo, non si andrà di fatto a modificare visivamente lo stato dei luoghi.

9.6. Progetto dell'elettrodotta

9.6.1. Premessa

L'elettrodotta sarà costituita da una terna composta di tre cavi unipolari realizzati con conduttore in rame, isolante in XLPE, schermatura in alluminio e guaina esterna in polietilene. Ciascun conduttore di energia avrà una sezione *indicativa* di circa 630 mm².

9.6.2. Normativa di riferimento

Il progetto dei cavi e le modalità per la loro messa in opera rispondono alle norme contenute nel D.M. 21.03.1988, regolamento di attuazione della Legge n. 339 del 28.06.1986, per quanto applicabile, ed alle Norme CEI 11-17.

9.6.3. Caratteristiche elettriche del collegamento in cavo

Il collegamento dovrà essere in grado di trasportare la potenza massima dell'impianto.

Se si considera il funzionamento a $\cos\varphi$ 0,95, poiché l'impianto è costituito da 22 aerogeneratori di potenza pari a 6 MW, si ha:

$$I = \frac{P/3}{\sqrt{3}V \cos \varphi} = 542 \text{ A}$$

Dalle tabelle dei cavi, per un cavo di sezione pari a 630 mm² considerando la posa a trifoglio e una distanza dei cavi di 40 cm, otteniamo un valore di corrente massima I_0 pari 890 A.

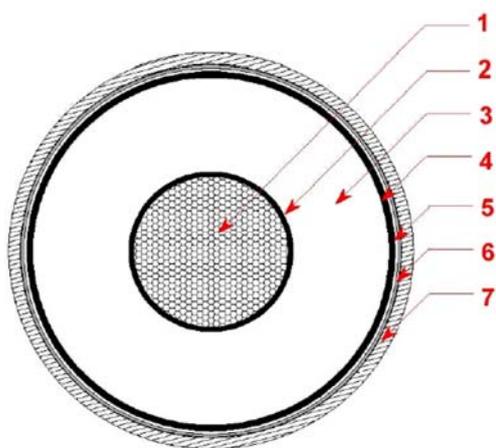
Nel seguito sono riassunte le caratteristiche elettriche principali del collegamento:



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	47

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	150 kV
Tensione di isolamento	170 kV
Intensità di corrente massima nelle condizioni di posa	694 A
Sezione cavo	630 mm ²
Portata massima	890 A
Potenza nominale dell'impianto eolico da collegare	150 MW
Intensità di corrente nominale (per fase):	623 A
Tipo di conduttore	Unipolare in XLPE (polietilene reticolato)
Schermo semiconduttore esterno (sull'isolante)	A base di polietilene drogato
Materiale della guaina metallica	Rame corrugato
Materiale della blindatura in guaina anticorrosiva	Polietilene, con grafite refrigerante
Materiale della guaina esterna	Polietilene

In base ai calcoli precedentemente effettuati, ciascun cavo d'energia a 150 kV sarà costituito da un conduttore in Rame compatto di sezione indicativa pari a circa 630 mm².



- 1 Conduttore compatto
- 2 Schermo del conduttore (Strato semiconduttore interno)
- 3 Isolante
- 4 Schermo dell'isolante



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	48

- 5 Barriera igroscopica
- 6 Schermo metallico
- 7 Guaina esterna

Figura 9.1: Cavo AT

Cross-section of conductor	Diameter of conductor	Insulation thickness	Diameter over insulation	Cross-section of screen	Outer diameter of cable	Cable weight (Al-conductor)	Cable weight (Cu-conductor)	Capacitance	Charging current per phase at 50 Hz	Inductance		Surge impedance
										mH/km	mH/km	
mm ²	mm	mm	mm	mm ²	mm	kg/m	kg/m	µF/km	A/km	mH/km	mH/km	Ω

Table 31

Single-core cables, nominal voltage 150 kV (U _m = 170 kV)												
240	18	21.0	61.7	95	74.0	5.2	6.7	0.12	3.3	0.47	0.65	45.3
300	20.5	20.0	62	95	74.0	5.3	7.2	0.13	3.6	0.45	0.62	41.3
400	23.1	19.0	62.8	95	75.0	5.6	8.1	0.15	4.1	0.42	0.60	36.5
500	26.4	18.0	64.4	95	76.0	5.9	9.0	0.17	4.6	0.40	0.58	32.4
630	30.2	17.0	66.0	95	78.0	6.3	10.2	0.19	5.2	0.38	0.55	28.7
800	33.7	17.0	69.9	95	83.0	7.1	12.1	0.21	5.7	0.37	0.54	26.4
1000	37.9	17.0	74.1	95	87.0	8.0	14.2	0.23	6.2	0.35	0.52	24.1
1200	44	17.0	82.0	95	94.0	9.0	16.5	0.26	7.1	0.34	0.50	21.9
1400	49	17.0	87.0	95	101.0	10.3	19.0	0.28	7.6	0.33	0.48	20.3
1600	52	17.0	90.0	95	105.0	11.1	21.0	0.29	8.0	0.33	0.48	19.5
2000	56	17.0	94.0	95	109.0	12.5	24.9	0.31	8.4	0.32	0.47	18.3
2500	66	17.0	104.0	95	120.0	14.8	30.3	0.35	9.5	0.31	0.41	16.1
3000	72	17.0	110.0	95	126.0	16.7	35.3	0.38	10.2	0.31	0.39	14.9

Tabella 9.2: Dati elettrici cavi

Dimensions/Cross Section		mm ²	630
Conductor, Al/Cu, round, stranded, diameter		mm	30.2
XLPE insulation		mm	17
Screen, copper wire, cross section		mm ²	95
Outer diameter		mm	78
Cable weight (Cu)		kg/m	10.2
Permissible pulling force (Cu)		kN	32
Bending radius during laying at terminations		m	2.25
Electrical Data			
Al conductor DC resistance at 20°C		Ω/km	0.0283
Al conductor AC resistance at 90°C		Ω/km	0.0391
Field strength at U ₀ at conductor screen		kV/mm	9.2
Capacitance per core		nF/km	0.19
Inductance		mH/km	0.38
Current Ratings			
Cu conductor cables		A	890



Tabella 9.3: Dati tecnici cavo AT adottato

Tali dati potranno subire adattamenti comunque non essenziali dovuti alla successiva fase di progettazione esecutiva e di cantierizzazione, anche in funzione delle soluzioni tecnologiche adottate dai fornitori e/o appaltatori.

9.6.4. Giunti di transizione XLPE/XLPE

I giunti unipolari saranno posizionati lungo il percorso del cavo, a circa 500 m l'uno dall'altro, ed ubicati all'interno di opportune buche giunti che avranno una configurazione come descritto in allegato. Il posizionamento dei giunti sarà determinato in sede di progetto esecutivo in funzione delle interferenze sotto il piano di campagna e della possibilità di trasporto.

9.6.5 Sistema di telecomunicazioni

Il sistema di telecomunicazioni sarà realizzato per la trasmissione dati dalla futura Stazione Elettrica nei pressi della Azienda Agricola Macchia Rotonda alla stazione di utenza. Sarà costituito da un cavo con 12 o 24 fibre ottiche. Nella figura seguente è riportato lo schema del cavo f.o. che potrà essere utilizzato per il sistema di telecomunicazioni.

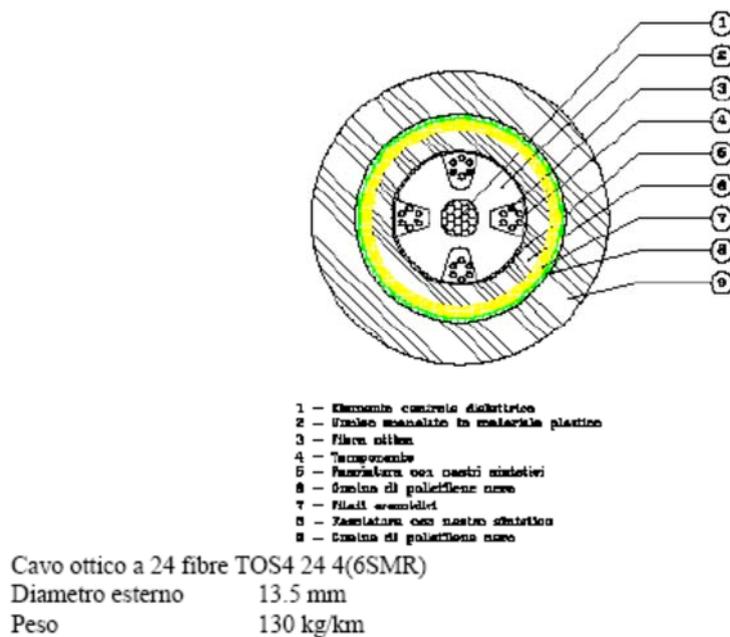


Figura 9.2: Schema cavo fibre ottiche

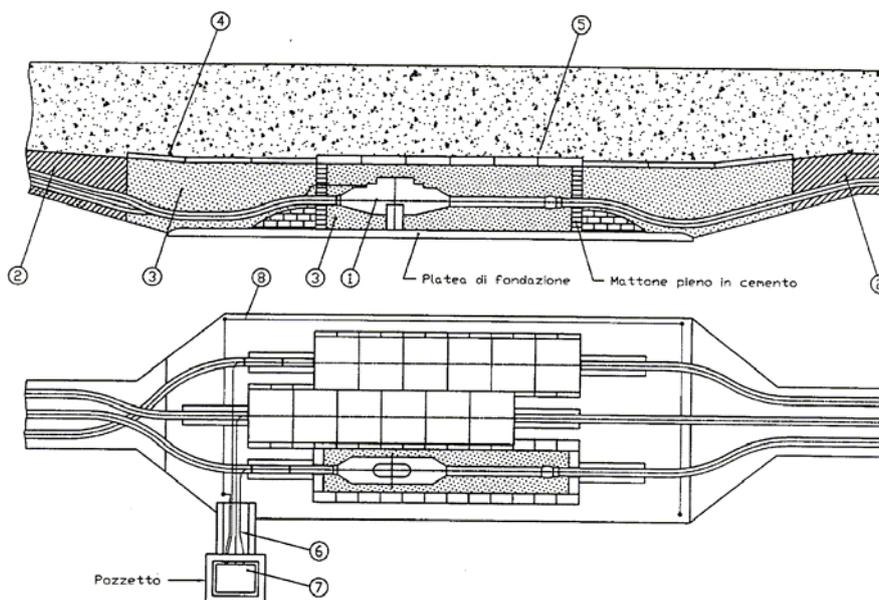


Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	50

9.6.6. Composizione del collegamento

Descrizione dei materiali:

1. Giunti unipolari sezionati
2. Cemento magro
3. Sabbia a bassa resistività termica
4. Lastra protezione cavi
5. Lastra protezione giunti
6. Cavo concentrico
7. Cassetta sezionamento guaine
8. Collegamento di messa a terra guaine metalliche.
- 9.



Dimensioni standard della buca giunti sezionati		
Lunghezza (m)	Larghezza (m)	Profondita' (m)
8	2,5	2

Figura 9.3: Buca giunti



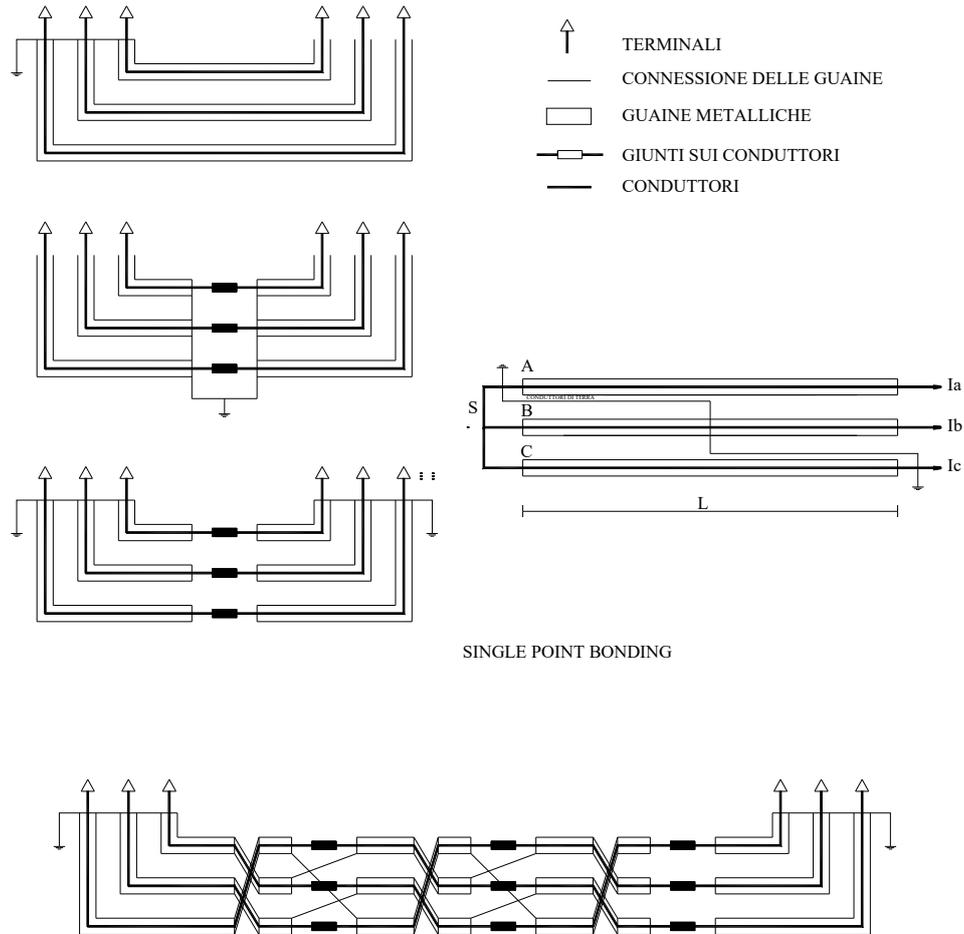


Figura 9.4: Schema di connessione delle guaine metalliche

9.7. Fasi di costruzione

La realizzazione dell'opera avverrà per fasi sequenziali di lavoro che permettano di contenere le operazioni in un tratto limitato (circa 500 metri) della linea in progetto, avanzando progressivamente sul territorio.

In generale le operazioni si articoleranno secondo le fasi elencate nel modo seguente:

- realizzazione delle infrastrutture temporanee di cantiere;
- apertura della fascia di lavoro e scavo della trincea;
- posa dei cavi e realizzazione delle giunzioni;
- ricopertura della linea e ripristini;

In alcuni casi particolari e comunque dove si renderà necessario, in particolare per tratti interni ai centri abitati e in corrispondenza di attraversamenti, si potrà procedere anche con modalità diverse da quelle su esposte.

In particolare si evidenzia che in alcuni casi sarà necessario procedere con:

- posa del cavo in tubo interrato;
- staffeggio su ponti o strutture preesistenti;
- perforazione teleguidata;
- realizzazione manufatti per attraversamenti corsi d'acqua;

Al termine dei lavori civili ed elettromeccanici sarà effettuato il collaudo della linea.

10. CAVIDOTTO INTERNO MT

10.1. Introduzione

Il documento ha lo scopo di fornire una descrizione tecnica, le scelte ed i calcoli degli impianti elettrici necessari alla realizzazione e alla connessione interna in MT del Parco Eolico *ALPHA 2*.

La società *Seanergy s.r.l.* nell'ambito dei suoi piani di sviluppo di impianti per produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, prevede la realizzazione di un impianto eolico nel comune di Cerignola (FG), costituito da 22 aerogeneratori, pertanto si rende necessario realizzare un cavidotto interrato a 20 kV di tipo entra-esci per collegare gli aerogeneratori tra di loro (settori) e successivamente convogliare l'energia prodotta alla stazione di utenza.

La centrale eolica prevede l'installazione di n. 22 aerogeneratori di potenza nominale fino a 6 MW per un totale fino a 132 MW, e gli aerogeneratori sono collegati alla RTN mediante collegamento in antenna definiti da TERNA S.p.A. e pertanto dovranno essere collegati alla rete secondo le normative tecniche vigenti.

In particolare il progetto riguarda gli impianti necessari per permettere il collegamento degli aerogeneratori, a valle della sezione di trasformazione BT/MT (interna agli aerogeneratori), fino alla sottostazione di trasformazione MT/AT. Tutti i calcoli di seguito riportati e la relativa scelta di materiali, sezioni e dimensioni andranno verificati in sede di progettazione esecutiva, con particolare riferimento alle specifiche forniture da parte delle imprese esecutrici, e potranno pertanto subire variazioni anche sostanziali per mantenere i necessari livelli di sicurezza.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	53

10.2. Opere impiantistiche elettriche - il sistema di generazione e distribuzione dell'energia

Il parco eolico in progetto è costituito da 22 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale fino a 6 MW, con una potenza nominale complessivamente installata fino 132 MW ed una producibilità attesa oltre i 18.700.000 KWh/anno.

Vista la conformazione del territorio il parco è stato suddiviso in 5 gruppi, così composti:

- gruppo A _ Aerogeneratori AE06-AE023-AE24-AE27;
- gruppo B _ Aerogeneratori AE50-AE30-AE29-AE54;
- gruppo C _ Aerogeneratori AE61-AE60-AE62-AE63;
- gruppo D _ Aerogeneratori AE55-AE56-AE57-AE59-AE58;
- gruppo E _ Aerogeneratori AE52-AE67-AE66-AE65-AE64.

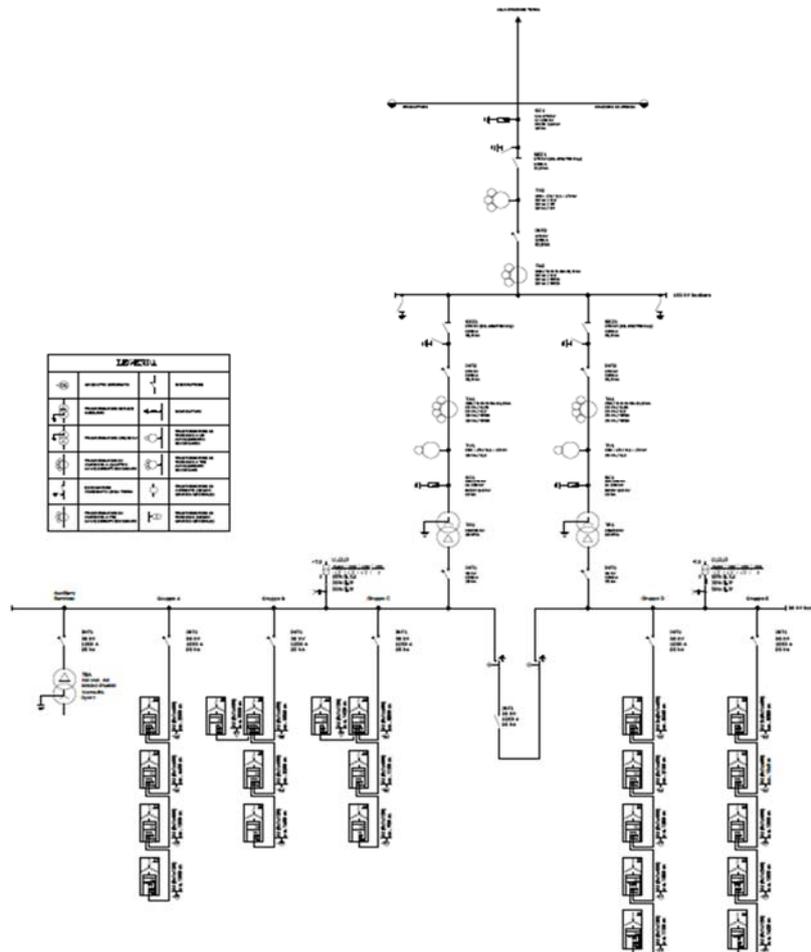


Figura 10.1: Schema a blocchi impianto elettrico parco eolico

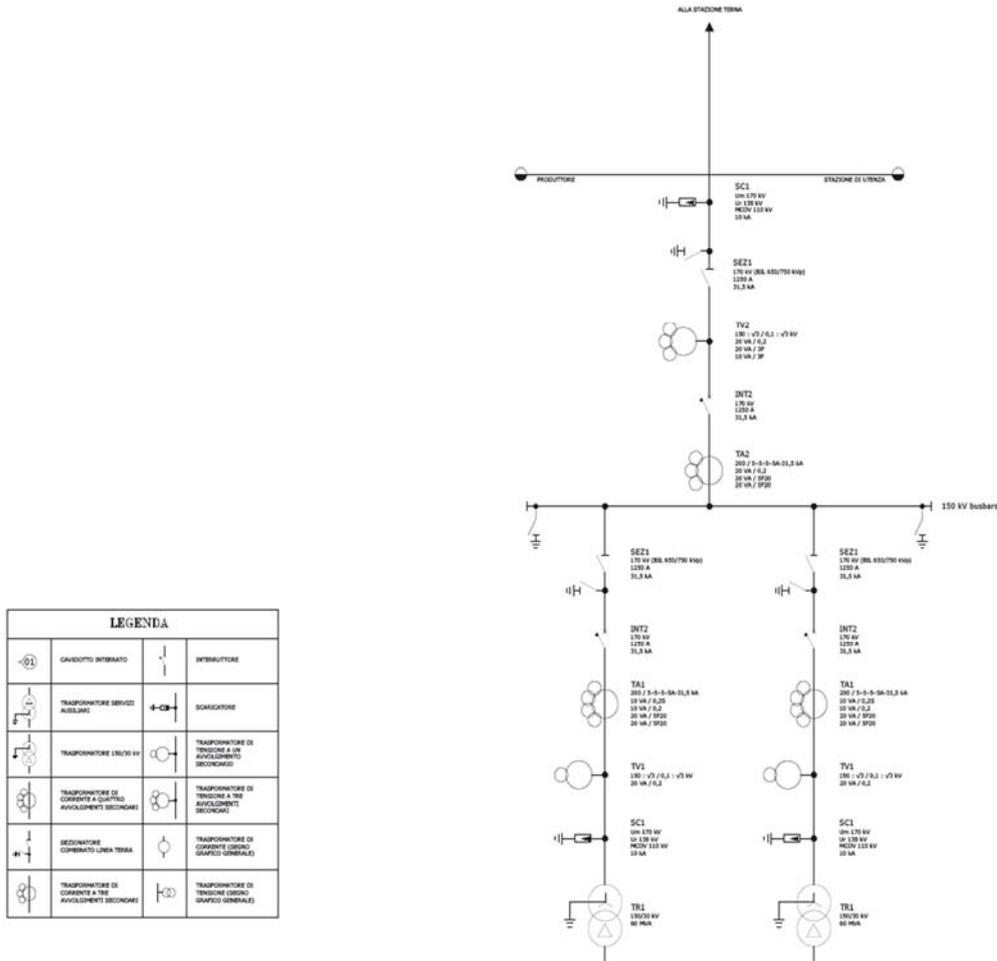


Figura 10.2: Ingrandimento A - Schema a blocchi impianto elettrico parco eolico

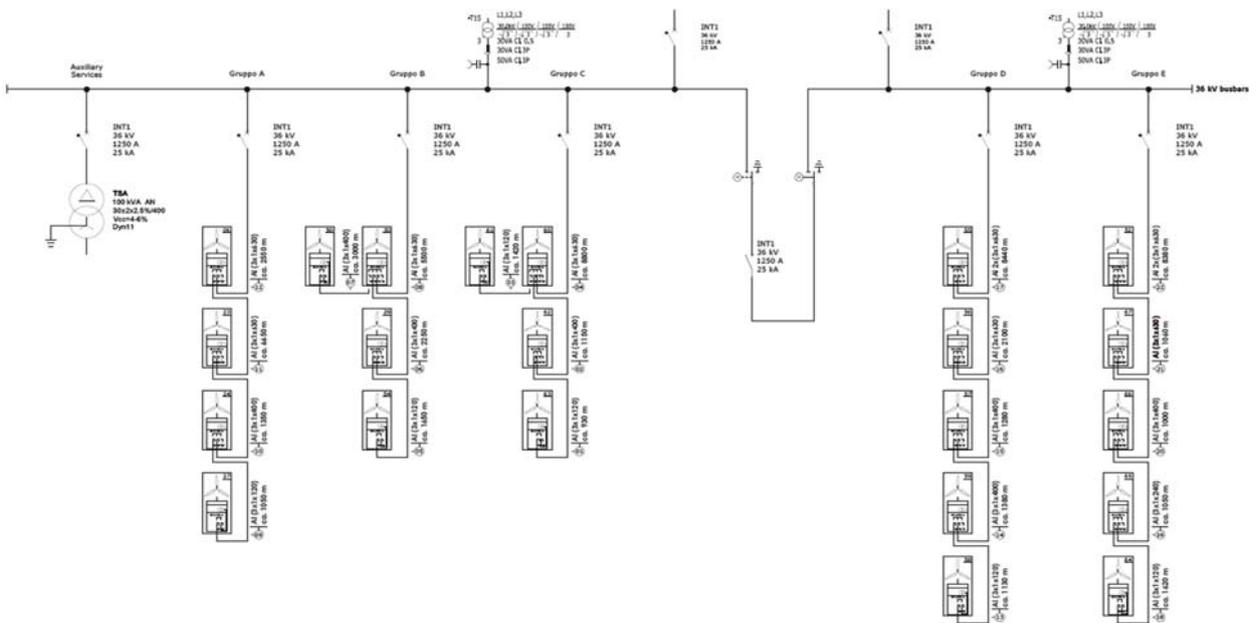


Figura 10.3: Ingrandimento B- Schema a blocchi impianto elettrico parco eolico



Gli aerogeneratori di ciascun gruppo sono tra loro collegati mediante linea trifase interrata, in configurazione entra-escei.

Dall'ultimo aerogeneratore di ciascun gruppo (cluster), la stessa linea interrata prosegue fino alla "Cabina di Smistamento MT/MT", ubicata all'interno della Stazione di Utenza.

Le linee provenienti dai 5 gruppi vengono interconnesse all'interno della cabina di smistamento MT-MT, dalla quale ripartono poi le tre cavi in MT principali, che collegano la cabina di smistamento MT-MT alla sezione di trasformazione MT/AT. Dalla sezione di trasformazione MT/AT interna alla Stazione di Utenza parte un cavo tripolare interrato (a trifoglio) in AT a 150 KV, che arriva fino allo stallo di consegna della sezione in AT a 150 KV, della futura Stazione Elettrica di TERNA.

La stazione di utenza, e sita all'interno di un'area recintata di circa 63 m x 46 m, il trasformatore MT/AT e tutta la sezione impiantistica in AT a 150 kV, sono posizionati all'aperto, mentre le sezioni MT e BT all'interno di un manufatto in muratura ordinaria e/o strutture prefabbricate leggere (avente le seguenti dimensioni complessive: circa 29,4 m x 6,7 m con altezza interna di 3 m), suddiviso in vari locali funzionali: locale quadri MT; locale trasformatore MT/BT per servizi ausiliari di cabina; locale Misure; locale sistema di telecontrollo.

10.4. Riferimenti normativi

Nella redazione del presente progetto sono state e dovranno essere osservate anche in fase di esecuzione dei lavori di installazione, le disposizioni di legge vigenti in materia e le norme tecniche del CEI. In particolare, si richiamano le seguenti Norme e disposizioni di legge:

- Impianti elettrici in generale: CEI 64-8, CEI 81-1, CEI 81-3, CEI 81-8, CEI 0-2, CEI 0-3;
- Connessione alla rete: CEI 11-20
- Impianti di terra: CEI 11-1
- Cavidotti e cavi: CEI 20-21, CEI 11-17, DPR 16/12/ 92 N. 945 con successivi chiarimenti e deroghe, CEI EN 50086-2-4,
- Sicurezza del lavoro: DPR 547/55, DPR 164/56, DPR 303/56, L. 46/90 ed attuativi, D.Lgs 626/94 con modifiche ed attuativi, D.Lgs 81/08 con modifiche ed attuativi.

10.5. Descrizione delle linee MT, terra e fibre ottiche

I cavi provenienti dalla navicella, che trasportano l'energia elettrica prodotta in bassa tensione pari a 400 V, saranno collegati, tramite cavi di potenza, a trasformatori BT/MT, che eleveranno il valore della tensione a 20 kV. I trasformatori sono posizionati all'interno della torre, non comportando



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	56

dunque alcun ulteriore ingombro. L'energia prodotta da ogni aerogeneratore sarà quindi adattata, con i suddetti trasformatori elevatori, alle caratteristiche [frequenza (50 Hz) e tensione (20 kV)], e sarà quindi convogliata verso la stazione di utenza con dei cavi di sezione adatta alla potenza trasportata, ed aventi caratteristiche di isolamento funzionali alla tensione di trasmissione (18/30 kV). I cavi utilizzati saranno del tipo con conduttori in corda compatta di rame stagnato, con isolamento in mescola elastomerica reticolata di qualità G7 rispondente alle Norme CEI 20-11, provvisti di strati semiconduttivi interni ed esterni all'isolante primario, lo schermo metallico sarà costituito da fili di rame avvolti ad elica, la guaina esterna è costituita da una mescola termoplastica in PVC di qualità RZ di colore rosso, sigla di riferimento (RG7H1OR o RG7H1R) 18/30 kV.

I suddetti cavi saranno interrati ad una profondità di circa 1,5/2 metri, e la posa sarà effettuata realizzando una trincea a sezione costante di circa 60 centimetri di larghezza (minima), ponendo sul fondo dello scavo, opportunamente livellato un letto sabbia fine o di terreno escavato se dalle buone caratteristiche geo meccaniche.

Sul fondo dello scavo sarà posato il conduttore di protezione costituito da una corda di rame stagnata avente una sezione di 50 mm² o in alluminio di sezione equivalente, tale conduttore sarà interamente ricoperto dalla terra compattata.

Al di sopra di tale strato si poseranno quindi le terne di conduttori a media tensione, avvolte ognuna ad elica, il cui verso di avvolgimento sarà invertito ogni 500 metri in modo da compensare le reattanze di linea. I cavi saranno poi ricoperti da uno strato di circa 15/20 centimetri di terra vagliata e compattata. Al di sopra di tale strato saranno posate per tutta la lunghezza dello scavo, ed in corrispondenza dei cavi, delle beole in CLS rosso, aventi la funzione di protezione da eventuali colpi di piccone o altro attrezzo da scavo, in caso di dissotterramenti futuri, nonché quella di indicare la posizione dei cavi stessi. Dopo la posa delle beole, si procederà al reiterno dello scavo con la terra proveniente allo scavo stesso debitamente compattata, fino ad una quota inferiore di 15 centimetri al piano campagna. A tale quota si poserà quindi, una rete di plastica rossa o altro mezzo indicativo simile (nastri plastificati rossi, etc) atto a segnalare la presenza dei cavi sottostanti.

In caso di percorso totalmente su terreno vegetale, lo scavo sarà completato con il rinterro di altro terreno vegetale, proveniente dallo scavo stesso, fino alla quota del piano campagna. In caso di attraversamenti stradali o di percorsi lungo una strada, la trincea di posa verrà realizzata secondo le indicazioni dei diversi Enti Gestori (Amm.ne Comunale e/o Provinciale). Tutto il percorso dei cavi sarà opportunamente segnalato con l'infissione periodica (ogni 50 metri circa) di cartelli metallici indicanti l'esistenza dei cavi a M.T. sottostanti. Tali cartelli potranno essere eventualmente, sostituiti da mattoni collocati a filo superiore dello scavo e riportanti le indicazioni relative ai cavi sottostanti (Profondità di posa, Tensione di esercizio). Ogni cinquecento metri, o a distanza diversa, dipendente



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	57

dalle lunghezze commerciali dei cavi, si predisporranno delle camere cavi, costituite da pozzetti di ispezione 80 cm x 80 cm, adatte ad eseguire le giunzioni necessarie fra le diverse tratte di cavi.

Si riporta un riepilogo delle indicazioni.

Il sistema di linee interrate a servizio del parco, che per la quasi totalità del suo sviluppo segue il percorso delle piste di accesso, è realizzato con le seguenti modalità:

- scavo a sezione ristretta obbligata (trincea) con dimensioni variabili da circa 60 x 150 cm di altezza (un solo cavo tripolare MT) a circa 150 x 150 cm di altezza (12 cavi tripolari MT);
- letto di sabbia di circa 10 cm, per la posa delle linee MT;
- tubazioni in PVC, idonee per il contenimento di cavi MT, diametro 160/200 mm;
- cavi tripolari MT 18/30 kV, collocati all'interno delle tubazioni protettive di contenimento;
- rinfiacco e copertura delle tubazioni PVC (contenenti i cavi MT) con sabbia, per almeno 10 cm;
- corda nuda in rame, per la protezione di terra, e tubazioni PVC per il contenimento dei cavi di segnale e della fibra ottica, posati direttamente sulla sabbia, all'interno dello scavo;
- riempimento per almeno 20 cm con sabbia;
- nastro in PVC di segnalazione;
- rinterro con materiale proveniente dallo scavo o con materiale inerte.

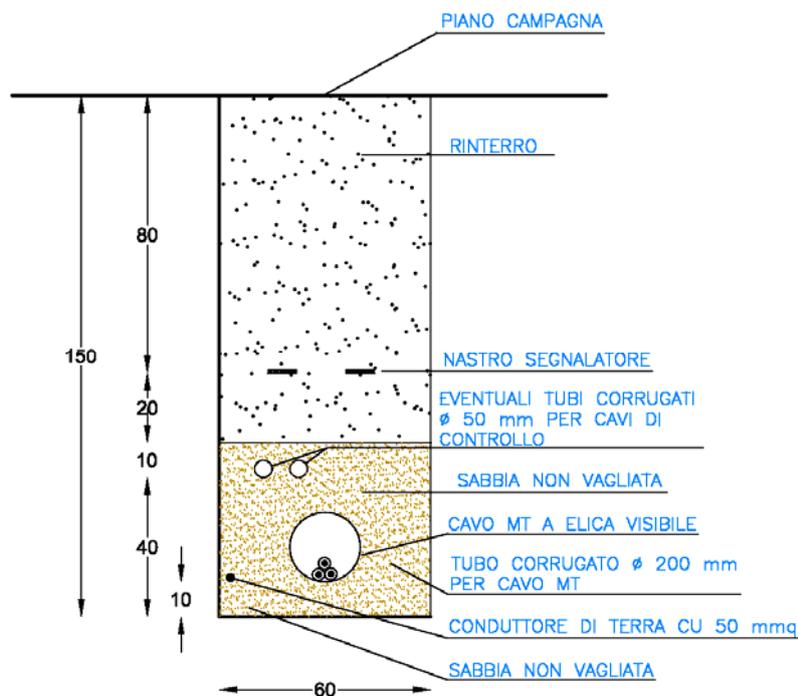


Figura 10.2: Cavo MT di settore

C12 – SEZIONE CAVIDOTTO A DODICI TERNE DI CAVI

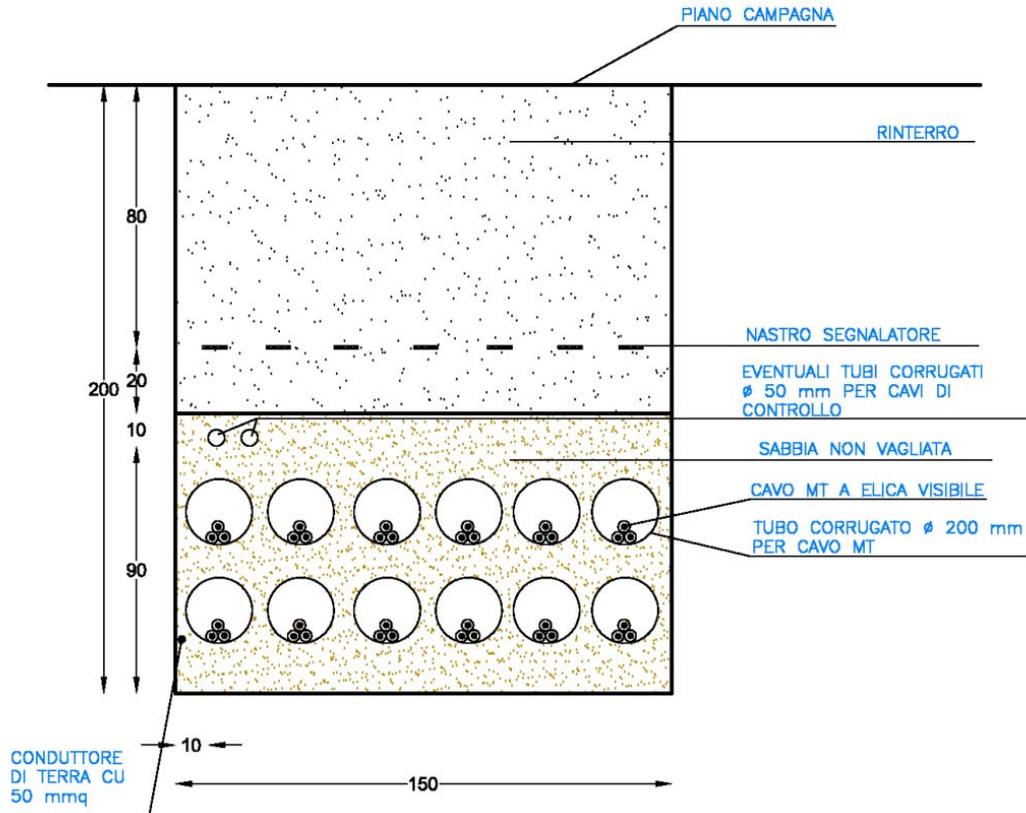


Figura 10.3: Cavi MT di consegna presso cabina MT/AT

10.6. Esecuzione di pozzetti e camerette

Per la costruzione ed il dimensionamento di pozzetti e camerette occorre tenere presente che:

- si devono poter introdurre ed estrarre i cavi senza recare danneggiamenti alle guaine;
- il percorso dei cavi all'interno deve potersi svolgere ordinatamente rispettando i raggi di curvatura;

10.7. Esecuzione delle giunzioni e delle terminazioni a MT

L'esecuzione delle giunzioni e delle terminazioni su cavi a MT deve avvenire con la massima accuratezza, seguendo le indicazioni contenute in ciascuna confezione.

In particolare occorre:

- prima di tagliare i cavi controllare l'integrità della chiusura e l'eventuale presenza di umidità;
- non interrompere mai il montaggio del giungo o terminale;



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	59

- utilizzare esclusivamente i materiali contenuti nella confezione.

10.8. Messa a terra dei rivestimenti metallici

Lo schermo dei cavi a MT deve essere messo a terra ad entrambe le estremità della linea. È vietato usare lo schermo dei cavi come conduttore di terra per altre parti dell'impianto. Ai sensi della CEI 11-27, essendo il tratto più lungo del cavidotto oltre i 4 km, gli schermi dei cavi MT saranno sempre aterrati alle estremità e possibilmente nella mezzeria del tratto più lungo collegandoli alla corda di terra presente nello scavo.

10.9. Protezione lato MT

La sottostazione sarà dotata di interruttori automatici MT separati per i vari gruppi di generazione, sezionatori di terra, lampade di presenza rete ad accoppiamento capacitivo, trasformatori di misura. Gli interruttori MT (con azionamento motorizzato) forniranno tramite relè indiretto la protezione dai corto circuiti, dai sovraccarichi, dai guasti a terra.

Sarà presente anche un trasformatore MT/BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari di sottostazione. L'energia assorbita da tali utenze sarà misurata attraverso apposito misuratore ai fini fiscali.

10.10. Protezione di interfaccia

Tale protezione ha lo scopo di separare i gruppi di generazione a MT dalla rete di trasmissione ad alta tensione in caso di malfunzionamento della rete. Sarà realizzata tramite rilevatori di minima e massima tensione, minima e massima frequenza, minima tensione omeopolare.

La protezione agirà sugli interruttori delle linee in partenza verso i gruppi di generazione e sarà realizzata anche una protezione di ricalzo (con ritardo di 0.5 s) nei confronti dell'interruttore MT del trasformatore MT/AT (protezione di macchina) per mancato intervento dei primi dispositivi di interfaccia.

11. STAZIONE ELETTRICA DI UTENZA

11.1. Premessa

La *Seanergy s.r.l.* nell'ambito dei suoi piani di sviluppo di impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, ha previsto la realizzazione di un impianto eolico nel comune di Cerignola (FG), pertanto si rende necessario connettere tali impianti alla RTN.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	60

L'allacciamento di un campo eolico alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) è subordinato alla richiesta di connessione alla rete, da presentare al Gestore o in alternativa all'ente distributore qualora la rete non faccia parte della rete di trasmissione nazionale.

Sostanzialmente possono presentarsi due casi:

- La connessione alla RTN o alla rete di distribuzione avviene attraverso una stazione esistente;
- La connessione avviene attraverso la realizzazione di una nuova stazione elettrica.

Gli Enti suddetti definiscono i requisiti e le caratteristiche di riferimento delle nuove stazioni elettriche, poiché ovviamente esse devono essere compatibili con la rete esistente, oltre alle dimensioni delle stesse nel caso in cui debbano avere future espansioni.

Per il campo eolico *ALPHA 2*, il Gestore prescrive che l'impianto debba essere collegato in antenna con la sezione a 150 kV di una futura Stazione Elettrica nei pressi della *Azienda Agricola Macchia Rotonda* Comune di Manfredonia (FG).

Il collegamento alla RTN necessita della realizzazione di una stazione AT/MT di utenza che serve ad elevare la tensione di impianto al livello di 150 kV, per il successivo smistamento alla Stazione di Rete, che sarà realizzato con un cavo interrato isolato a 150 kV.

La stazione elettrica di utenza sarà ubicata nel Comune di Cerignola (FG).

L'impianto occuperà un'area di circa 3000 m². La stazione sarà costituita da una sezione a 150 kV con isolamento in aria. Lo schema unifilare, la planimetria elettromeccanica e le sezioni dell'impianto sono riportati nelle tavole allegate.

11.2. Oggetto e scopo

Oggetto del presente documento è la stazione elettrica di utenza per la connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale dell'impianto eolico *ALPHA 2*, che verrà realizzata nel Comune di Cerignola (FG) in un'area appositamente dedicata, nei pressi della *Località Lupara*, distante 19,510 km circa dalla futura Stazione Elettrica nei pressi della *Azienda Agricola Macchia Rotonda* nel comune di Manfredonia (FG).

Scopo del documento è quello di descrivere le caratteristiche tecniche dell'opera, nonché le relative modalità realizzative ai fini del rilascio delle autorizzazioni previste dalla vigente normativa.

11.3. Condizioni ambientali di riferimento

Valore minimo temperatura ambiente all'interno: -5°C



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	61

Valore minimo temperatura ambiente all'esterno: -25°C

Temperatura ambiente di riferimento per la portata delle condutture: 30°C

Grado di inquinamento: III

Irraggiamento: 1000 W/m²

Altitudine e pressione dell'aria: poiché l'altitudine è inferiore ai 1000 m s.l.m. non si considerano variazioni della pressione dell'aria

Umidità all'interno: 95%

Umidità all'esterno: fino al 100% per periodi limitati.

Classificazione sismica (OPCM 3274 del 2003): zona 1

Accelerazione orizzontale massima: 0,25g

11.4. Consistenza della sezione in alta tensione a 150 kV

La sezione in alta tensione a 150 kV è composta da n° 3 stalli di trasformazione, un sistema di sbarre a 150 kV e uno stallo di partenza linea interrata, con apparati di misura e protezione (TV e TA). Ciascun stallo di trasformazione è comprensivo di interruttore, scaricatore di sovratensione, sezionatori e trasformatori di misura (TA e TV) per le protezioni, secondo quanto previsto dagli standard e dalle prescrizioni Terna. Dai terminali dello stallo di partenza parte un cavidotto interrato in AT a 150 KV, per il collegamento alla sezione a 150 kV della futura Stazione Elettrica di TERNA.

11.5. Consistenza della sezione in media tensione a 20 kV

La sezione in media tensione è composta dal quadro MT a 20 kV, che prevede:

- Un sistema con tre semi-sbarre, con relativi congiuntori;
- 5 Montanti arrivo linea da sotto campo (gruppi)
- 2 Montanti partenza trasformatore
- 2 Montanti alimentazione trasformatore ausiliari
- 2 montanti banco rifasamento

11.6. Sistema di protezione, monitoraggio, comando e controllo

La stazione può essere controllata da un sistema centralizzato di controllo in sala quadri e un sistema di telecontrollo da una o più postazioni remote.

I sistemi di controllo (comando e segnalazione), protezione e misura dei singoli stalli sono collegati con cavi tradizionali multifilari alle apparecchiature di alta tensione dello stallo e con cavi a fibre



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	62

ottiche alla sala quadri centralizzata. Essi hanno la funzione di provvedere al comando, al rilevamento segnali e misure e alla protezione dello stallo, agli interblocchi tra le apparecchiature di stallo e tra queste e apparecchiature di altri stalli, alla elaborazione dei comandi in arrivo dalla sala quadri e a quella dei segnali e misure da inoltrare alla stessa, alle previste funzioni di automazione dello stallo, all'oscilloperturbografia di stallo e all'acquisizione dei dati da inoltrare al registratore cronologico di eventi. I sistemi di controllo, di protezione e di misura centralizzati sono installati nell'edificio di stazione ed interconnessi tra loro e con le apparecchiature installate tramite cavi a fibre ottiche e hanno la funzione di connettere l'impianto con i sistemi remoti di telecontrollo, di provvedere al controllo e all'automazione a livello di impianto di tutta la stazione, alla restituzione dell'oscilloperturbografia e alla registrazione cronologica degli eventi.

Dalla sala quadri centralizzata è possibile il controllo della stazione qualora venga a mancare il sistema di teletrasmissione o quando questo è messo fuori servizio per manutenzione. In sala quadri la situazione dell'impianto (posizione degli organi di manovra), le misure e le segnalazioni sono rese disponibili su un display video dal quale è possibile effettuare le manovre di esercizio.

11.7. Servizi ausiliari in c.a. e c.c.

Il sistema dei servizi ausiliari in c.a. è costituito da:

- quadro MT;
- trasformatori MT/BT;
- quadro BT centralizzato di distribuzione;

I servizi ausiliari in c.c. a 110 V sono alimentati da due raddrizzatori carica-batteria in tampone con una batteria prevista per un'autonomia di 4 ore. Ciascuno dei due raddrizzatori è in grado di alimentare i carichi di tutto l'impianto e contemporaneamente di fornire la corrente di carica della batteria; in caso di anomalia su un raddrizzatore i carichi vengono commutati automaticamente sull'altro.

Il sistema dei servizi ausiliari in c.c. è costituito da: batteria, raddrizzatori, quadro di distribuzione centralizzato e quadri di distribuzione nei chioschi (comuni per c.a. e c.c.).

11.8. Dimensionamento di massima della rete di terra

La rete di terra sarà dimensionata in accordo alla Norma CEI 11-1.

In particolare si procederà:

- al dimensionamento termico del dispersore e dei conduttori di terra in accordo all'Allegato B



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	63

della Norma CEI 11-1;

- alla definizione delle caratteristiche geometriche del dispersore, in modo da garantire il rispetto delle tensioni di contatto e di passo secondo la curva di sicurezza di cui alla Fig.C-2 della Norma CEI 11-1.

11.9. Dimensionamento termico del dispersore

Il dispersore sarà realizzato con corda nuda in rame, la cui sezione può essere determinata con la seguente formula:

$$A = \frac{I}{K} \sqrt{\frac{t}{\ln \frac{\Theta_f + \beta}{\Theta_i + \beta}}}, \text{ dove:}$$

A = sezione minima del conduttore di terra, in mm²

I = corrente del conduttore, in A

t = durata della corrente di guasto, in s

K = 226 Amm-2s^{1/2} (rame)

β = 234,5 °C

Θ_i = temperatura iniziale in °C

Θ_f = temperatura finale in °C

Assumendo un tempo t = 0,45 s si ottengono i seguenti valori di sezione minima, in funzione del valore di corrente di guasto a terra:

I _g	S teorica	S scelta
31,5 kA	114	120 mm ²

11.10. Tensioni di contatto e di passo

La definizione della geometria del dispersore al fine di garantire il rispetto dei limiti di tensione di contatto e di passo sarà effettuata in fase di progetto definitivo, quando saranno noti i valori di resistività del terreno, da determinare con apposita campagna di misure;

In via preliminare, sulla base degli standard normalmente adottati e di precedenti esperienze, può essere ipotizzato un dispersore orizzontale a maglia, con lato di maglia di 5 m.



In caso di terreno non omogeneo con strati superiori ad elevata resistività si potrà procedere all'installazione di dispersori verticali (picchetti) di lunghezza sufficiente a penetrare negli strati di terreno a resistività più bassa, in modo da ridurre la resistenza di terra dell'intero dispersore.

In ogni caso, qualora risultasse la presenza di zone periferiche con tensioni di contatto superiori ai limiti, si procederà all'adozione di uno o più dei cosiddetti provvedimenti "M" di cui all'Allegato D della Norma CEI 11-1.

11.11 Inquadramento geologico generale

Date le profondità di scavo previste per la realizzazione delle fondazioni è da escludere la presenza di falde idriche che possano interferire con i lavori e/o con le fondazioni stesse.

In considerazione delle caratteristiche dimensionali delle opere costituenti gli "Impianti" si ritiene che le stesse potranno essere, di norma, di tipo diretto poggianti sulla formazione "in posto".

In fase esecutiva si renderà necessario effettuare opportuni accertamenti geognostici e geotecnici al fine di determinare in dettaglio la litologia e le caratteristiche geotecniche del terreno di substrato, permettendo adeguata scelta e dimensionamento delle strutture di fondazione delle opere in progetto.

11.12 Fabbricati

I fabbricati sono costituiti da un edificio quadri comando e controllo, composto da un locale comando e controllo e telecomunicazioni; un locale controllo aerogeneratori; un locale per i trasformatori MT/BT, un locale quadri MT ed un locale misure. Il pavimento potrà essere realizzato di tipo flottante con area sottostante adibita al passaggio cavi.

Nella stazione sarà realizzato un edificio in muratura (edificio quadri e comando e controllo) a pianta rettangolare di dimensioni esterne 29,40 x 6,70 m circa, con altezza fuori terra di ca. 3 m.

All'interno dell'edificio di comando verranno realizzati i seguenti locali:

- sala celle MT;
- sala comandi e retro quadro e telecomunicazioni;
- locale misure;



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	65

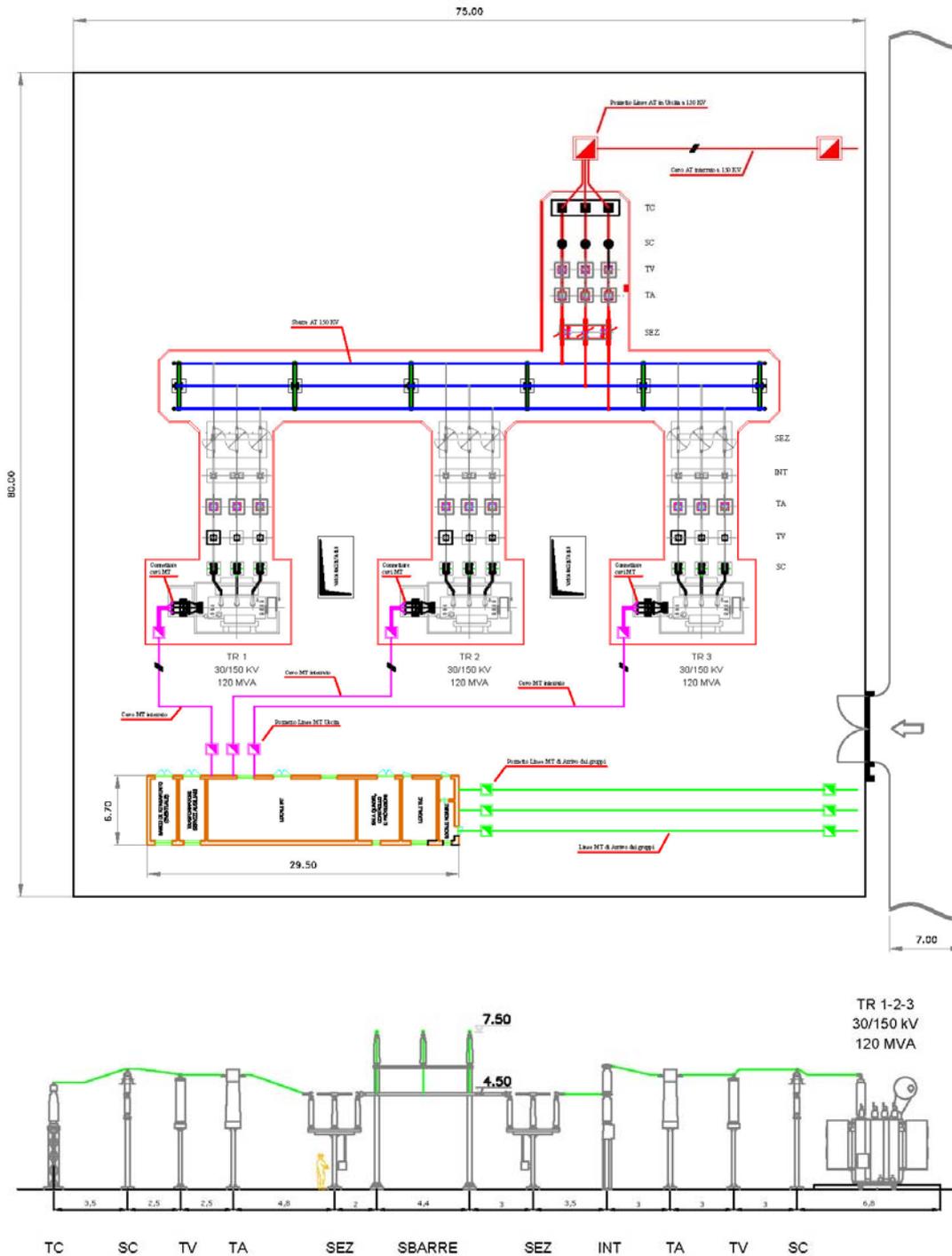


Figura 11.1: Schema stazione di utenza

La superficie coperta sarà di ca. 200 m² e la cubatura totale di ca. 600 m³.

La copertura di tutti gli edifici sarà a tetto piano e opportunamente coibentata e impermeabilizzata; gli infissi saranno in alluminio anodizzato naturale.

La superficie occupata dalla stazione elettrica è di circa 2.900 m².



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	66

11.13 Fondazioni e cunicoli cavi

Le fondazioni dei sostegni sbarre, delle apparecchiature e degli ingressi di linea in stazione, sono realizzate in calcestruzzo armato gettato in opera; per le sbarre e per le apparecchiature, con l'esclusione degli interruttori, potranno essere realizzate anche fondazioni di tipo prefabbricato con caratteristiche, comunque, uguali o superiori a quelle delle fondazioni gettate in opera.

Esse sono state calcolate in tempi recenti a seguito della redazione del progetto unificato ENEL per le stazioni, e tengono conto di pressioni massime sul terreno pari a 0,8 da N/cm². In fase di progettazione esecutiva sarà verificata la adeguatezza delle fondazioni ai sensi della vigente normativa sismica.

Le caratteristiche delle fondazioni delle principali apparecchiature, secondo il progetto unificato, sono riportate nei disegni allegati.

Le coperture dei pozzetti e dei cunicoli facenti parte delle suddette fondazioni, saranno in PRFV con resistenza di 2000 da N.

I cunicoli per cavetteria saranno realizzati in calcestruzzo armato gettato in opera, oppure prefabbricati; le coperture in PRFV saranno carrabili con resistenza di 5000 da N.

11.14. Strade e piazzole

Le strade interne all'area della stazione saranno asfaltate e con una larghezza non inferiore a 4 m, le piazzole per l'installazione delle apparecchiature saranno ricoperte con adeguato strato di ghiaione stabilizzato; tali finiture superficiali contribuiranno a ridurre i valori di tensione di contatto e di passo effettive in caso di guasto a terra sul sistema AT.

11.15. Ingressi e recinzioni

Il collegamento dell'impianto alla viabilità ordinaria sarà garantito da una strada di accesso locale nei pressi della *Località Lupara*, sulla SP 75 al km 32, che avrà una larghezza opportuna e sarà realizzata con caratteristiche idonee per qualsiasi tipo di mezzo di trasporto su strada. Per l'ingresso alla stazione, è previsto un cancello carrabile largo m 7,00 di tipo scorrevole ed un cancello pedonale, ambedue inseriti fra pilastri e pannellature in conglomerato cementizio armato.

La recinzione perimetrale deve essere conforme alla norma CEI 11-1.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	67

11.16. Smaltimento acque meteoriche e fognarie

Per la raccolta delle acque meteoriche sarà realizzato un sistema di drenaggio superficiale che convoglierà la totalità delle acque raccolte dalle strade e dai piazzali in appositi collettori (tubi, vasche di prima pioggia, pozzi perdenti, ecc.).

Lo smaltimento delle acque, meteoriche, è regolamentato dagli enti locali; pertanto, a seconda delle norme vigenti, si dovrà realizzare il sistema di smaltimento più idoneo, che potrà essere in semplice tubo, da collegare alla rete fognaria mediante sifone o pozzetti ispezionabili, da un pozzo perdente, da un sistema di sub-irrigazione o altro.

11.17. Illuminazione

L'illuminazione della stazione sarà realizzata pali tradizionali di tipo stradale, con proiettori orientabili.

11.18. Campi elettromagnetici interni

L'impianto sarà progettato e costruito in modo da rispettare i valori di campo elettrico e magnetico, previsti dalla normativa statale vigente (Legge 36/2001 e D.P.C.M. 08/07/2003).

Si rileva inoltre che nella Stazione Elettrica, che sarà normalmente esercita in tele conduzione, non è prevista la presenza di personale, se non per interventi di manutenzione ordinaria o straordinaria.

E' da notare che generalmente per tali impianti le fasce di rispetto, determinate dal luogo in cui i valori dell'induzione magnetica sono entro i limiti ammessi, sono interne alla recinzione dell'impianto, come si legge, tra l'altro, al paragrafo 5.2.2 del Decreto MATT 29 maggio 2008.

Le apparecchiature previste e le geometrie dell'impianto di AT sono analoghe a quelle di altri impianti già in esercizio, dove sono state effettuate verifiche sperimentali dei campi elettromagnetici al suolo nelle diverse condizioni di esercizio, con particolare attenzione alle zone di transito del personale (strade interne).

I valori di campo elettrico al suolo risultano massimi nelle zone di uscita linee con valori attorno a qualche kV/m, ma si riducono a meno di 0,5 kV/m a ca. 20 m di distanza dalla proiezione dell'asse della linea.

I valori di campo magnetico al suolo sono massimi nelle stesse zone di cui sopra, ma variano in funzione delle correnti in gioco: con correnti sulle linee pari al valore di portata massima in esercizio normale delle linee si hanno valori pari a qualche decina di microtesla, che si riducono a meno di 15 μ T a 20 m di distanza dalla proiezione dell'asse della linea. I valori in corrispondenza alla recinzione della stazione sono notevolmente ridotti ed ampiamente sotto i limiti di legge.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	68

11.19. Rumore

Nella stazione non sono installate apparecchiature sorgenti di rumore permanente, fatta eccezione per il trasformatore, per il quale si può considerare un livello di pressione sonora L_p (A) a vuoto alla tensione nominale non superiore a 72 dB(A) a 0,3 metri in funzionamento ONAN e 78 dB(A) a 2 metri in funzionamento ONAF: esso però generalmente non viene percepito all'esterno del perimetro di recinzione.

Solo gli interruttori durante le manovre (di brevissima durata e pochissimo frequenti) possono provocare un rumore trasmissibile all'esterno. In ogni caso il rumore sarà contenuto nei limiti previsti dal DPCM 01-03-1991 e la legge quadro sull'inquinamento acustico del 26 ottobre 1995 n. 447.

11.20. Caratteristiche delle principali apparecchiature dell'impianto.

Tutto l'impianto e le apparecchiature installate saranno corrispondenti alle prescrizioni delle Norme CEI generali (11-1) e specifiche.

Le caratteristiche principali sono le seguenti:

- tensione massima: 170 kV;
 - tensione nominale di tenuta a frequenza industriale sul sezionamento: 325 kV;
 - tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico sul sezionamento: 750 kV.
- a) Interruttori tripolari in SF6:
- corrente nominale: 2000 A;
 - potere di interruzione nominale in cto cto: 31,5 kA.
- b) Sezionatori tripolari verticali di sbarra, orizzontali con lame di messa a terra sulle partenze di linea:
- corrente nominale: 2000 A (non lame di terra);
 - corrente nominale di breve durata: 31,5 kA.
- c) Sezionatore tripolare di messa a terra sbarre:
- corrente nominale di breve durata: 31.5 kA.
- d) Trasformatori di corrente:
- rapporto di trasformazione nominale: 400-1600/5 A/A;
 - corrente massima permanente: 1,2 I primaria nominale;
 - corrente nominale termica di cto cto: 31,5 kA.
- e) Trasformatori di tensione:
- rapporto di trasformazione nominale: $150.000 : \sqrt{3} / 100 : \sqrt{3}$;



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	69

- le prestazioni verranno definite in sede di progetto esecutivo.

I trasformatori di tensione saranno di tipo capacitivo, eccetto quelli dedicati alle misure contrattuali che potranno essere di tipo induttivo.

f) Sbarre:

- corrente nominale: 2000 A.

g) Trasformatori trifase in olio minerale

- Tensione massima: 170 kV;
- Frequenza: 50 Hz;
- Rapporto di trasformazione: 150/20 oppure 150/30 kV;
- Livello d'isolamento nominale all'impulso atmosferico: 750 kV;
- Livello d'isolamento a frequenza industriale: 325 kV;
- Tensione di corto circuito: 12 %;
- Collegamento avvolgimento Primario: Stella;
- Collegamento avvolgimento Secondario : Triangolo;
- Potenza in servizio continuo (ONAN): 350 MVA;
- Peso di ciascun trasformatore completo: circa 110 t.

Caratteristiche di massima dei componenti MT:

- tensione di esercizio nominale V_n : 30 kV;
- tensione di isolamento nominale: 36 kV;
- tensione di prova a 50 Hz : (1 min) a 70 kV;
- tensione di tenuta ad impulso: (1 impulso) a 70 kV;
- frequenza nominale: 50 Hz;
- corrente nominale in servizio continuo I_n : 2000 A;
- corrente ammissibile di breve durata I_K : 16 kA;
- corrente di cresta I_P : $2,5 \cdot I_K$;
- temperatura di esercizio: $-5 \div +40$ °C.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	70

GRANDEZZE NOMINALI		
Tipologia	Tipo 1	Tipo 2
Salinità di tenuta a 98 kV (Kg/m ²) valori minimi consigliati	da 14 a 56 (*)	
Poli (n°)	3	
Tensione massima (kV)	170	
Corrente nominale (A)	1250	2000
Frequenza nominale (Hz)	50	
Tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico verso massa (kV)	750	
Tensione nominale di tenuta a frequenza industriale verso massa (kV)	325	
Corrente nominale di corto circuito (kA)	20	31,5
Potere di stabilimento nominale in corto circuito (kA)	50	80
Durata nominale di corto circuito (s)	1	
Sequenza nominale di operazioni	O-0,3"-CO-1'-CO	
Potere di interruzione nominale in discordanza di fase (kA)	5	8
Potere di interruzione nominale su linee a vuoto (A)	63	
Potere di interruzione nominale su cavi a vuoto (A)	160	
Potere di interruzione nominale su batteria di condensatori (A)	600	
Potere di interruzione nominale di correnti magnetizzanti (A)	15	
Durata massima di interruzione (ms)	60	
Durata massima di stabilimento/interruzione (ms)	80	
Durata massima di chiusura (ms)	150	
Massima non contemporaneità tra i poli in chiusura (ms)	5,0	
Massima non contemporaneità tra i poli in apertura (ms)	3,3	

(*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati.

Tabella 11.1: Interruttore a tensione nominale 150 kV

GRANDEZZE NOMINALI	
Poli (n°)	3
Tensione massima (kV)	145-170
Corrente nominale (A)	2000
Frequenza nominale (Hz)	50
Corrente nominale di breve durata:	
- valore efficace (kA)	20-31,5
- valore di cresta (kA)	50-80
Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)	1
Tensione di prova ad impulso atmosferico:	
- verso massa (kV)	650
- sul sezionamento (kV)	750
Tensione di prova a frequenza di esercizio:	
- verso massa (kV)	275
- sul sezionamento (kV)	315
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:	
- orizzontale longitudinale (N)	800
- orizzontale trasversale (N)	270
Tempo di apertura/chiusura (s)	≤15
Prescrizioni aggiuntive per il sezionatore di terra	
- Classe di appartenenza	A o B, secondo CEI EN 61129
- Tensioni e correnti induttive nominali elettromagnetiche ed elettrostatiche (kV,A)	Secondo classe A o B, Tab.1 CEI EN 61129

Tabella 11.2: Sezinatori orizzontali a tensione nominale 150 kV con lame di messa a terra

GRANDEZZE NOMINALI	
Poli (n°)	3
Tensione massima (kV)	145-170
Frequenza nominale (Hz)	50
Corrente nominale di breve durata:	
- valore efficace (kA)	20-31,5
- valore di cresta (kA)	50-80
Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)	1
Tensione di prova ad impulso atmosferico:	
- verso massa (kV)	650
Tensione di prova a frequenza di esercizio:	
- verso massa (kV)	275
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:	
- orizzontale trasversale (N)	600
Tempo di apertura/chiusura (s)	≤15

Tabella 11.3 Sezionatore di terra sbarre a tensione nominale di 150 kV



GRANDEZZE NOMINALI	
Poli (n°)	3
Tensione massima (kV)	145-170
Corrente nominale (A)	2000
Frequenza nominale (Hz)	50
Corrente nominale di breve durata:	
- valore efficace (kA)	20-31.5
- valore di cresta (kA)	50-80
Corrente nominale commutazione di sbarra (A)	1600
Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)	1
Tensione di prova ad impulso atmosferico:	
- verso massa (kV)	650
- sul sezionamento (kV)	750
Tensione di prova a frequenza di esercizio:	
- verso massa (kV)	275
- sul sezionamento (kV)	315
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:	
- orizzontale longitudinale (N)	1250
- orizzontale trasversale (N)	400
Tempo di apertura/chiusura (s)	≤15

Tabella 11.4: Sezionatori verticali a tensione nominale 150 kV

GRANDEZZE NOMINALI		
Tensione massima	(kV)	170
Frequenza	(Hz)	50
Rapporto di trasformazione(**)	(A/A)	400/5 800/5 1600/5
Numero di nuclei(**)	(n°)	3
Corrente massima permanente	(p.u.)	1.2
Corrente termica di corto circuito	(kA)	31,5
Impedenza secondaria II e III nucleo a 75°C	(Ω)	≤0,4
Reattanza secondaria alla frequenza industriale	(Ω)	Trascurabile
Prestazioni(**) e classi di precisione:		
- I nucleo	(VA)	30/0,2 50/0,5
- II e III nucleo	(VA)	30/5P30
Fattore sicurezza nucleo misure		≤10
Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto	(kV)	325
Tensione di tenuta a impulso atmosferico	(kV)	750
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV	(kg/m ³)	da 14 a 56(*)
Sforzi meccanici nominali sui morsetti		
Secondo la Tab.8, Classe II della Norma CEI EN 60044-1.		

(*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati.
 (**) I valori relativi ai rapporti di trasformazione, alle prestazioni ed al numero dei nuclei devono intendersi come raccomandati; altri valori potranno essere adottati in funzione delle esigenze dell'impianto.

Tabella 11.5: Trasformatore di corrente a tensione nominale di 150 kV

GRANDEZZE NOMINALI	
Tensione massima di riferimento per l'isolamento (kV)	170
Rapporto di trasformazione	$\frac{150.000 / \sqrt{3}}{100 / \sqrt{3}}$
Frequenza nominale (Hz)	50
Capacità nominale (pF)	4000
Prestazioni nominali (VA/classe)	40/0,2-75/0,5-100/3P(**)
Fattore di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s	1,5
Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto (kV)	325
Tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV)	750
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m ³)	Da 14 a 56(*)
Scarti della capacità equivalente serie in AF dal valore nominale a frequenza di rete	-20% + 50%
Resistenza equivalente in AF (Ω)	≤ 40
Capacità e conduttanza parassite del terminale di bassa tensione a frequenza compresa tra 40 e 500 kHz, compresa l'unità elettromagnetica di misura:	
- C _{pa} (pF)	≤(300+0,05 C _n)
- G _{pa} (μS)	≤50
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:	
- orizzontale, applicato a 600 mm sopra la flangia B (N)	2000
- verticale, applicato sopra alla flangia B (N)	5000

(*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati.
 (**) I valori relativi alle prestazioni e al numero dei nuclei devono essere intesi come raccomandati altri valori potranno essere adottati in funzione delle esigenze dell'impianto.

Tabella 11.6: Trasformatore di tensione capacitivo a tensione nominale di 150 kV



GRANDEZZE NOMINALI	
Tensione massima di riferimento per l'isolamento (kV)	170
Tensione nominale primaria (V)	150.000/√3
Tensione nominale secondaria (V)	100/√3
Frequenza nominale (Hz)	50
Prestazione nominale (VA)(**)	50
Classe di precisione	0,2-0,5-3P
Fattore di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s	1,5
Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto (kV)	325
Tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV)	750
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m ³)	Da 14 a 56(*)
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:	
- orizzontale (N)	Tab. 9 Norma CEI EN 60044-2
- verticale (N)	

(*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati
 (**) I valori relativi alle prestazioni e al numero dei nuclei devono essere intesi come raccomandati; altri valori potranno essere adottati in funzione delle esigenze dell'impianto.

Tabella 11.7: Trasformatore di tensione induttivo a tensione nominale di 150 kV

GRANDEZZE NOMINALI	
Tensione di servizio continuo (kV)	110
Frequenza (Hz)	50
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m ³)	Da 14 a 56(*)
Massima tensione temporanea per 1s (kV)	158
Tensione residua con impulsi atmosferici di corrente (alla corrente nominale 8/20 μs) (kV)	396
Tensione residua con impulsi di corrente a fronte ripido (10 kA - fronte 1 μs) (kV)	455
Tensione residua con impulsi di corrente di manovra (500 A, 30/60 μs) (kV)	318
Corrente nominale di scarica (kA)	10
Valore di cresta degli impulsi di forte corrente (kA)	100
Classe relativa alla prova di tenuta ad impulsi di lunga durata	2
Valore efficace della corrente elevata per la prova del dispositivo di sicurezza contro le esplosioni (kA)	31,5

(*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati

Tabella 11.8: Scaricatori per tensione nominale a 150 kV

12. IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra sarà costituito, conformemente alle prescrizioni del Cap. 9 della Norma CEI 11-1 ed alle prescrizioni della guida 11-37, da una maglia di terra realizzata con conduttori nudi in rame elettrolitico di sezione pari a 125 mm², interrati ad una profondità di almeno 0.7 m. Per le connessioni agli armadi verranno impiegati conduttori di sezione pari a 70 mm². Sarà posata nello scavo degli elettrodotti una corda di terra in rame elettrolitico di sezione di 35x50 mm² per collegare l'impianto di terra della sottostazione con gli impianti di terra della SSE e degli aerogeneratori.

13. SISTEMA DI MONITORAGGIO

Una rete di fibre ottiche consentirà di monitorare il funzionamento dell'impianto eolico, sia dalla sottostazione, sia da una postazione remota di monitoraggio e controllo che provvede normalmente alla risoluzione di oltre l'80 % delle problematiche che si possono presentare nella ordinaria gestione



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	73

del sito, riducendosi così sostanzialmente la necessità di interventi manutentivi e straordinari da realizzarsi in situ. Il sistema di monitoraggio e controllo a distanza (Remote Monitoring and Control - RM&C), permette di rilevare, in pochi secondi, un messaggio di avviso o di errore da parte dell'impianto. Il servizio di RM&C è attivo 24 h su 24 h per 365 giorni all'anno ed è in grado di provvedere alla risoluzione dei problemi, direttamente on-line quando possibile, oppure mediante interventi diretti sull'impianto da parte di tecnici.

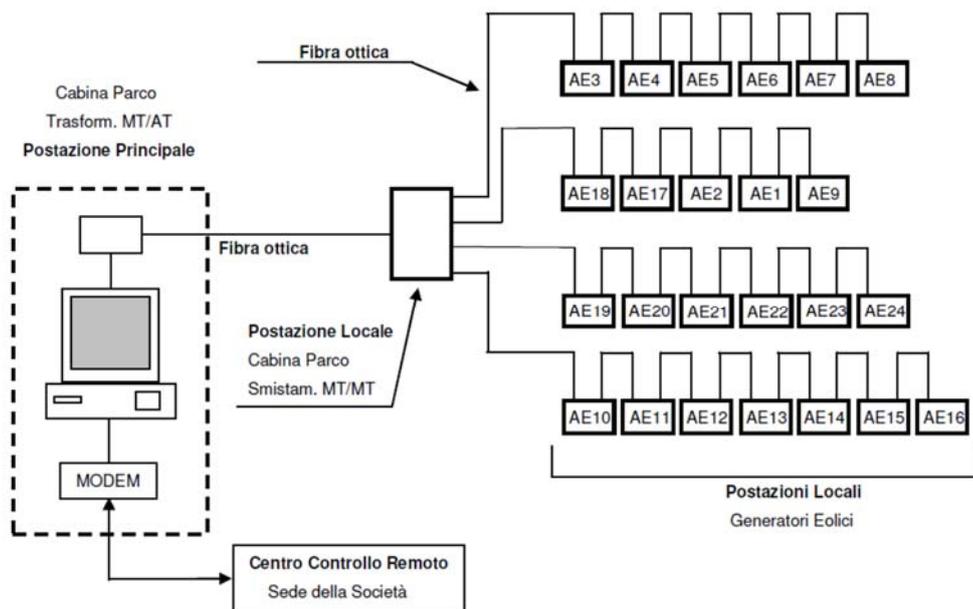


Figura 13.1: Esempio schema a blocchi tipico sistema di telecontrollo

14. TRASPORTO E INSTALLAZIONE

14.1. Trasporto ed installazione

Trattandosi di zona semi-pianeggiante ad agricolo e arbustiva in espansione la viabilità quando non esistente è di semplice realizzazione, e le infrastrutture presenti non dovrebbero necessitare di lavori di adeguamento. Nel caso in cui, la viabilità in progetto non fosse realizzata, in tutto o in parte, al momento dell'installazione delle apparecchiature, il soggetto promotore provvederà a realizzare la viabilità di accesso ai siti delle installazioni; tali piste avranno il corpo stradale con caratteristiche (spessori e tipologia materiali) previste dai progetti.

14.2. Modalità di trasporto

La velocità di trasporto dei principali componenti delle turbine eoliche (sezioni della torre, navicella, pale, etc.) è di 5-10 km/h. Il peso totale al momento del trasporto del componente più pesante sarà di



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	74

circa 144 t (consegna della navicella) mentre la capacità di carico per asse non sarà superiore a 12 ton per asse. Dovrà esser garantito il passaggio ad autoarticolati di lunghezza fino a 40-50 m (trasporto delle pale e dell'ultima sezione della torre).

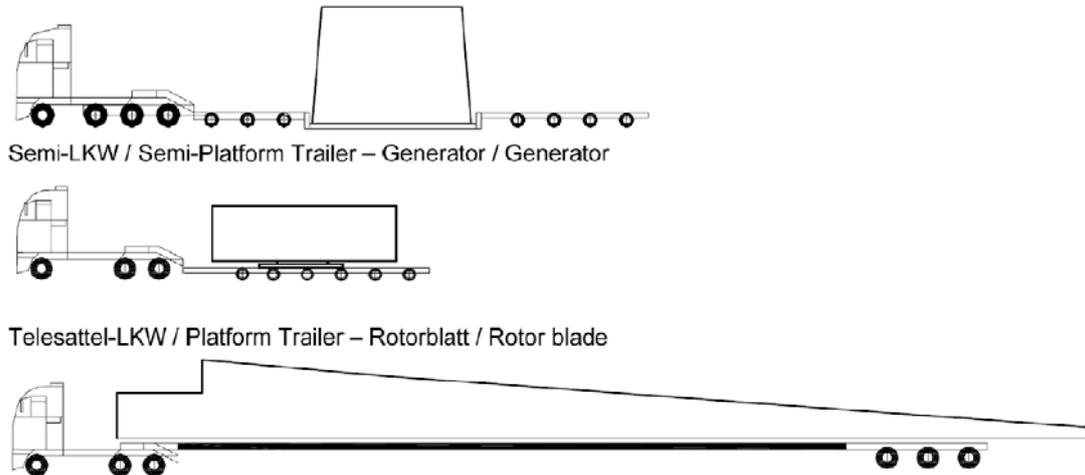


Figura 14.1: Dimensioni autoarticolato

Inoltre tutte le strade d'accesso dovranno prevedere una larghezza minima di 5 m ; sarà necessario verificare che la stessa misura venga rispettata in direzione ortogonale al percorso in modo da salvaguardare la presenza di rami, linee elettriche e telefoniche. Facendo riferimento alla figura si ha $W = 5\text{ m}$ ed $H = 5\text{ m}$

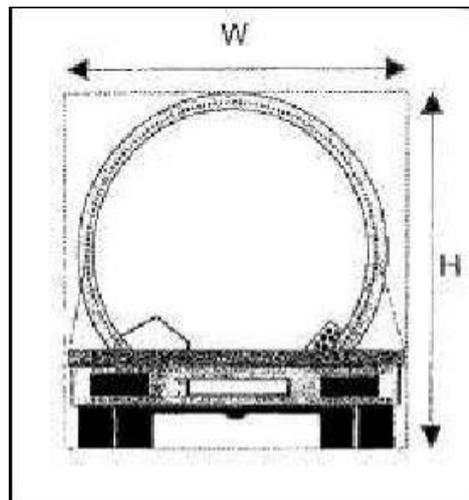


Figura 14.2: Larghezza minima da rispettare in direzione ortogonale al percorso

Per quel che riguarda il raggio di curvatura longitudinale della strada questo dovrà avere un valore minimo di 500 metri sia nel caso concavo che convesso. Il raggio di curvatura trasversale minimo previsto è di 25 metri circa. Il gradiente longitudinale massimo raccomandato è pari al 6%: questo valore può essere aumentato al 10 - 12% nel caso vengano utilizzate motrici trainanti di maggiore

potenza di quelle fornite per il trasporto. Infine il valore del gradiente trasversale è pari ad un massimo del 2%.

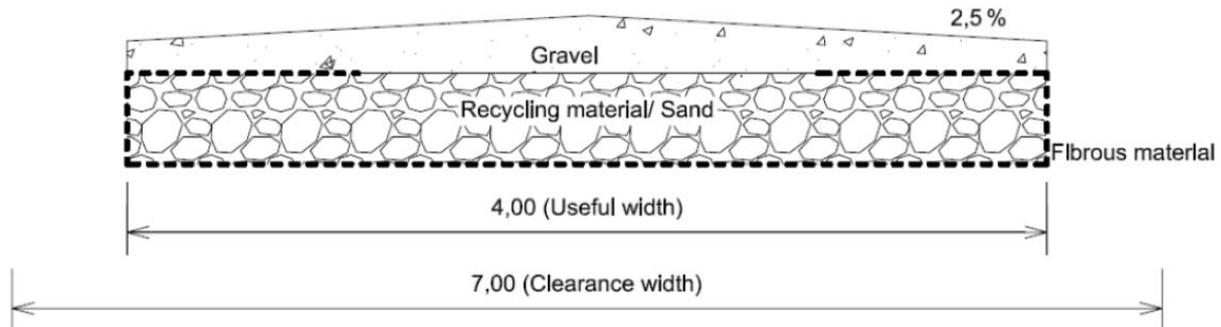


Figura 14.3: Massima pendenza trasversale

14.3. Piste d'accesso

Le pendenze trasversali delle piste di accesso ai singoli aerogeneratori unitamente alla realizzazione di fossi di guardia e opere idrauliche di incanalamento ed allontanamento delle acque meteoriche permetteranno il drenaggio dalla sede stradale scongiurando il pericolo di ristagni sulla stessa e sui terreni limitrofi. La struttura del corpo stradale sarà la seguente: uno strato di fondazione realizzato mediante sabbia e ghiaia di diversa granulometria proveniente da frantumazione di spessore 30 cm uno strato di finitura della pista con spessore minimo 30 cm anch'esso realizzato mediante ghiaia di diversa granulometria proveniente da frantumazione di rocce opportunamente compattate.

Le fasi di realizzazione delle piste saranno pertanto:

- rimozione dello strato di terreno vegetale;
- predisposizione delle trincee e delle tubazioni necessario al passaggio dei cavi a MT, dei cavi per la protezione di terra e delle fibre ottiche per il controllo degli aerogeneratori;
- riempimento delle trincee;
- realizzazione dello strato di fondazione;
- realizzazione dei fossi di guardia e predisposizione delle opere idrauliche per il drenaggio della strada e dei terreni circostanti;
- realizzazione dello strato di finitura.

Il progetto prevede la formazione di piazzole per l'assemblaggio delle torri, realizzate livellando il terreno mediante piccoli scavi e riporti più o meno accentuati a seconda dell'orografia del terreno e

compattando la superficie interessata in modo tale da renderla idonea alle lavorazioni.

14.4. Installazione

La turbina prescelta richiede una serie di spazi per il montaggio, manutenzione e smantellamento dell'impianto; tali aree, per le cui misure si rimanda agli specifici allegati, non sono di rispetto assoluto, nel senso che per esse è solo richiesto che siano liberabili all'occorrenza e quindi che non ospitino costruzioni permanenti. Nelle figure sottostanti vengono mostrati gli spazi caratteristici necessari all'installazione degli aerogeneratori.

Il montaggio degli aerogeneratori avverrà secondo schemi prestabiliti e collaudati da numerose esperienze analoghe servendosi di due gru che vengono collocate nelle piazzole riservate all'assemblaggio. Un esempio della disposizione delle gru rispetto alle fondamenta ed all'autoarticolato adibito al trasporto dei componenti è dato in Figura sottostante.

Le fasi principali possono essere riassunte nei seguenti punti:

- sollevamento, posizionamento e fissaggio alla fondazione della parte inferiore della torre;
- sollevamento, posizionamento e fissaggio alla parte inferiore della torre dei tronconi intermedi;
- sollevamento, posizionamento e fissaggio alla parte intermedia della torre del troncone di sommità;
- sollevamento della navicella e fissaggio alla parte sommitale della torre;
- assemblaggio del rotore ai piedi della torre;
- sollevamento e fissaggio del rotore alla navicella;
- realizzazione dei collegamenti elettrici e delle fibre ottiche per il funzionamento ed il controllo delle apparecchiature.

Tutte le fasi di montaggio dei componenti gli aerogeneratori necessitano di spazi di manovra orizzontali e la presenza in cantiere di due gru.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 2	ALPHA 2 – A28 – Relazione tecnica impianti - Rev0.doc	0	77

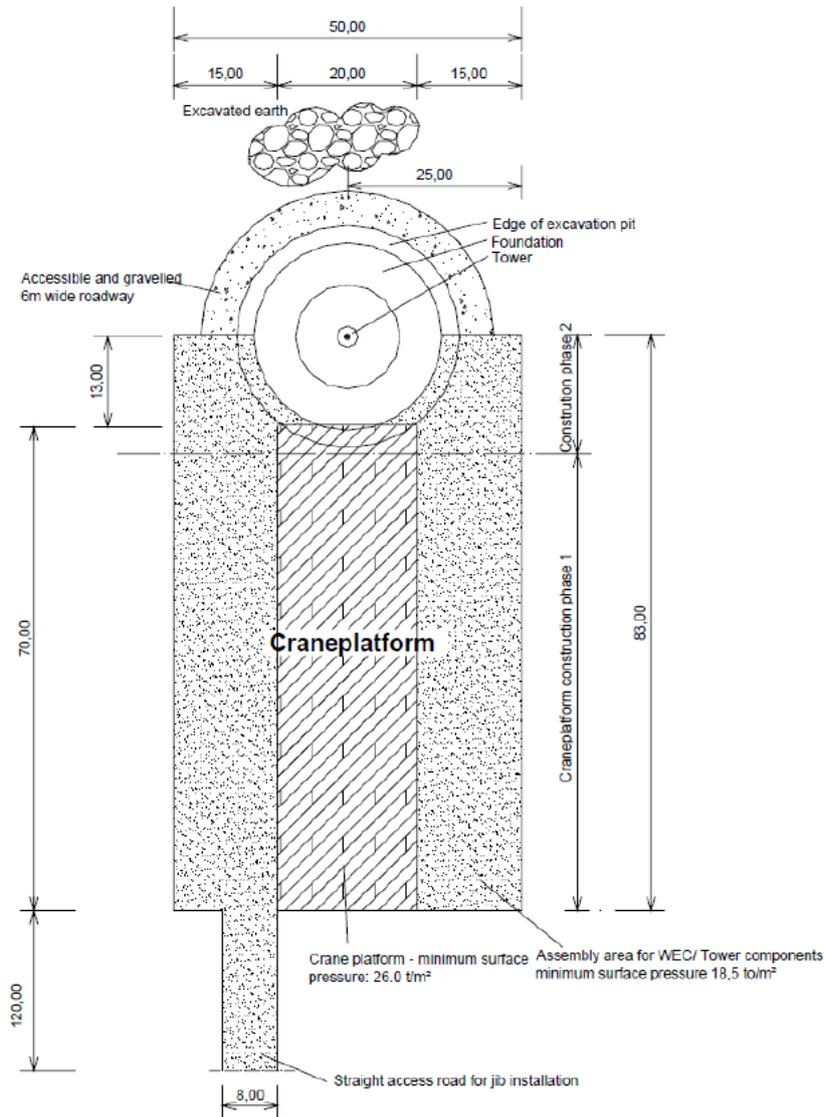


Figura 14.4: Disposizione delle gru rispetto alle fondazioni ed all'autoarticolato

La prima di dimensioni contenute si rende necessaria sia nella prima fase di scarico dei vari componenti dai mezzi di trasporto alle piazzole di assemblaggio sia nella fase di sollevamento dei tre tronchi componenti la torre sia in quella di sollevamento del rotore. Per queste operazioni infatti collabora con una seconda gru per mantenere stabili i componenti durante il sollevamento evitandone oscillazioni e per impedire danneggiamenti degli stessi nel primo distacco da terra. Tale seconda gru ha come vincolo operativo la necessità di essere collocata ad una distanza non superiore a 12 m dal centro del posizionamento del pilone. Infine, tutte le operazioni di trasporto e montaggio degli aerogeneratori sono state congegnate in modo tale da far sovrapporre l'ultima fase di montaggio di una torre con la prima del trasporto della successiva, ottimizzando così i tempi per la realizzazione dell'intero impianto.