

INDICE

PREMESSA	3
1.1 L'ENERGIA EOLICA	3
1.2 FUNZIONAMENTO DI UN PARCO EOLICO	4
1.3 BENEFICI	4
2. OGGETTO DELLO STUDIO	5
2.1 GENERALITÀ SUL SITO	5
2.2 ASPETTI OROGRAFICI E GEOMORFOLOGICI	5
2.3 ACCESSIBILITÀ	5
2.4 VINCOLI E/O DISPOSIZIONI LEGISLATIVE	6
2.5 L'IMPIANTO EOLICO	6
3. OPERE CIVILI ED ELETTRMECCANICHE	8
3.1 ACCESSIBILITÀ AL SITO	8
3.2 VIABILITÀ INTERNA E SPAZI DI MANOVRA	9
3.3 PORTANZA GEOTECNICA	9
3.4 AMPIEZZA DELLA CARREGGIATA	9
3.5 AREA DI SPAZZATA	9
3.6 PENDENZA	11
3.7 DRENAGGI	12
3.8 FONDAZIONI DEGLI AEROGENERATORI	12
3.9 AREE DI STOCCAGGIO DEL MATERIALE	12
3.10 PIAZZOLE DI MONTAGGIO	13
3.11 RETE INTERNA PER LA TRASMISSIONE DELL'ENERGIA PRODOTTA E PER IL CONTROLLO DELL'IMPIANTO (CAVIDOTTI INTERRATI)	14
3.12 STAZIONE DI TRASFORMAZIONE MT/AT E PUNTO DI CONSEGNA	15
3.13 APPARECCHIATURE ELETTRMECCANICHE	15
3.14 OPERE CIVILI	16

3.15 AREA DI STAZIONE, EDIFICIO SERVIZI E EDIFICIO CONTROLLO	17
3.16 VIE DI TRANSITO E PIAZZALI	17
3.17 MAGLIA DI TERRA	18
3.18 CAVIDOTTI	18
3.19 FONDAZIONI	18
3.20 IMPIANTO DI TERRA	19
3.21 PROGETTO ELETTRICO	20
3.21.1 DESCRIZIONE GENERALE	21
3.21.2 RIFERIMENTI NORMATIVI	21
4.0 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO	23
4.1 AEROGENERATORE	23
4.2 IMPIANTO DI TERRA	23
4.3 CAVIDOTTI	24
4.4 SOTTOSTAZIONE MT/AT (MT/150KV)	27
4.5 SOTTOSTAZIONE AT/AT (150/380 KV)	29
4.6 DIMENSIONI	29
4.7 TEMPI DI COSTRUZIONE	30
4.8 ORGANIZZAZIONE DEL CANTIERE	30
5. DESCRIZIONE TECNICA TORRI E GENERATORI EOLICI	32
5.1 GENERALITÀ	32
5.2 TORRE DI SOSTEGNO	32
5.3 ROTORE E PALE	32
5.4 SISTEMA DI TRASMISSIONE	34
5.5 IMPIANTO ELETTRICO DEL GENERATORE EOLICO	35
5.6 BASAMENTO E INVOLUCRO DELLA NAVICELLA	36
5.7 SISTEMA DI IMBARDATA	36
5.8 SISTEMA DI CONTROLLO	37

PREMESSA

1.1 L'energia eolica

La radiazione solare, assorbita in modo disuniforme dall'atmosfera terrestre, dà luogo a masse d'aria a differenti temperature e, pertanto, a differenti densità e pressioni. Spostandosi dalle zone ad alta verso quelle a bassa pressione, l'aria in movimento dà origine al vento e, inoltre, come risultato dell'azione di altre forze, si creano delle perturbazioni e, su base locale, fenomeni dovuti alla specifica orografia del terreno.

L'energia del vento che è possibile sfruttare con una macchina eolica è direttamente proporzionale alla densità dell'aria, alla superficie dell'area spazzata dalle pale e al cubo della velocità del vento. Si stima che l'energia contenuta nei venti sia pari approssimativamente al 2% del totale dell'energia solare che annualmente raggiunge la terra, il che equivale a quasi due miliardi di tonnellate equivalenti di petrolio [tep] (200 volte il consumo di tutte le nazioni del pianeta); in pratica, a causa della sua aleatorietà e dispersione, soltanto una parte di questa energia, circa il 5%, può essere vantaggiosamente utilizzata. Ciò spiega perché si guarda all'energia eolica come ad una delle fonti energetiche rinnovabili a maggior potenziale.

L'energia elettrica prodotta dagli aerogeneratori, una volta trasportata dai siti dove sono ubicati i parchi eolici, è pronta per essere consegnata agli utilizzatori finali attraverso la rete di distribuzione.

Le società elettriche acquistano i chilowattora eolici dai produttori, potendo così far fronte ai consumi dei propri clienti con un'energia più pulita.

Negli ultimi decenni, a causa dell'incremento del costo dei combustibili fossili e dei problemi ambientali derivanti dal loro massiccio impiego, stiamo assistendo ad una rinascita dell'energia rinnovabile.

Le fonti energetiche rinnovabili sono inesauribili, pulite e consentono un utilizzo molto decentralizzato, dal momento che si possono utilizzare a poca distanza dai siti di produzione; inoltre, presentano il vantaggio di complementarsi a vicenda.

L'energia eolica, al pari delle altre fonti energetiche rinnovabili, ha trovato legittimità nella legge n.10 del 09/01/91 che all'art. 1 comma 4 così recita: *"L'utilizzazione delle fonti di energia di cui al comma 3 (l'energia eolica) è considerata di pubblico interesse e di pubblica utilità e le opere relative sono equiparate alle opere pubbliche dichiarate indifferibili ed urgenti ai fini dell'applicazione delle leggi sulle opere pubbliche"*.

Lo Stato Italiano con il Decreto 29/12/2003 N. 387 ha dato attuazione alla Direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica da fonti rinnovabili nel mercato interno dell'energia.

La scrivente società ha intenzione di realizzare nei comuni di Maruggio, Sava e Torricella un impianto per la produzione di energia da fonte eolica, costituito da 49 aerogeneratori della potenza unitaria massima di 2,05 MW per complessivi 100,45 MW. L'energia elettrica prodotta dai generatori verrà convogliata, attraverso una rete a MT realizzata con cavidotto interrato, ad una sottostazione MT/AT sita nel territorio comunale di Manduria (TA) che si collegherà ad una sottostazione AT/AAT sita nel territorio comunale di Erchie (BR) nei pressi della Masseria

Cicirella a circa 4 Km di distanza dalla precedente e poi immessa sulla rete a 380 kV del Gestore Della Rete.

I rapporti tra "Enel Green Power S.r.l." ed i comuni di Maruggio, Torricella e Sava saranno regolati da un'apposita convenzione secondo uno schema già proposto dalla Società al Comune che si è riservato di esaminarlo.

I comuni si stanno dotando di PRIE; l'intero progetto del parco eolico ricade nelle aree eleggibili, definite nel PRIE.

In particolare il Regolamento Regionale 4 ottobre 2006, n. 16 chiarisce all'art. 4 comma 1 "Piani regolatori per l'installazione di impianti eolici (PRIE)" *sono finalizzati all'identificazione delle cosiddette aree non idonee ovvero quelle aree nelle quali non è consentito localizzare gli aerogeneratori, in aggiunta a quelle di cui all'art. 6 comma 3 del presente Regolamento).*

1.2 Funzionamento di un parco eolico

Gli aerogeneratori o turbine eoliche producono energia elettrica utilizzando la forza naturale del vento per mantenere in rotazione un generatore elettrico.

Gli aerogeneratori sono costituiti da un rotore le cui pale ruotano intorno a un asse orizzontale; questo è unito a un giunto di trasmissione meccanica o moltiplicatore di giri che, a sua volta, è collegato a un generatore elettrico; entrambi sono ubicati nella navicella collocata in cima alla torre.

I principali componenti di un generatore eolico sono:

- Il rotore (costituito da 3 pale), che può funzionare a velocità costante o variabile.
- Le pale, realizzate in fibra di vetro e rinforzate in poliestere o in resina epossidica.
- Il controllo di potenza automatico in funzione della velocità del vento, con bloccaggio alle alte velocità (sicurezza meccanica); il controllo si realizza andando ad agire sull'angolo di inclinazione delle pale (pitch) o sulla loro aerodinamica (stall).
- Il moltiplicatore di giri (in alcuni casi, si ricorre alla trasmissione diretta asse-generatore elettrico).
- Il sistema di orientamento automatico secondo la direzione di provenienza del vento, basato su sensori di monitoraggio.
- La torre tubolare in acciaio (di colore grigio chiaro).

La potenza degli aerogeneratori varia tra alcune centinaia di kilowatt e alcuni megawatt, essendo il diametro della turbina il parametro fondamentale: ad una maggior lunghezza delle pale, corrisponde una maggiore area spazzata dal rotore e dunque una maggiore energia prodotta.

L'energia prodotta da un aerogeneratore varia dunque in funzione del potenziale eolico specifico di ciascun sito (col cubo della velocità del vento), del fattore di disponibilità della stessa macchina (capacità di operare in presenza del vento: tipicamente maggiore del 98%) e della disposizione delle macchine nel parco eolico (per effetto dell'interferenza tra le macchine).

1.3 Benefici

L'energia eolica presenta grandi vantaggi sotto il profilo ambientale rispetto alle fonti di energia convenzionali.

I benefici ambientali dell'eolico possono essere valutati analizzando gli impatti che non si producono e che vanno invece ascritti ad altre fonti energetiche:

- Non vi sono grandi movimenti di terreno, né di alterazione delle falde acquifere, né di contaminazione da particolato, né di accumulo di residui radioattivi, né di produzione di agenti chimici aggressivi, di contaminanti acidi o di gas tossici
- Non si brucia alcun combustibile, non si dà luogo ad emissioni di gas climalteranti in atmosfera, non si causa inquinamento termico e non si producono rifiuti che potrebbero dare origine a incendi
- Non sono necessarie grandi quantità di energia e di acqua, non sono richiesti grandi trasporti ricorrenti, non esistono rischi di esplosione, né di inquinamento dell'ambiente marino e dell'atmosfera
- Non si ricorre alla fissione di combustibile, il che equivale ad azzerare il rischio di incidenti nucleari.

Inoltre, grazie alla diffusione dell'energia eolica e al fiorire del relativo indotto, si creano numerosi posti di lavoro.

In definitiva, pur essendo quella eolica un'energia ecologica, non va dimenticato che tutti i processi di trasformazione dell'energia, incluso l'eolico, comportano un impatto ambientale. Pertanto, la realizzazione e l'esercizio di un parco eolico richiedono l'implementazione di un processo continuo di verifiche e di controlli ambientali nonché di specifici programmi di monitoraggio.

2. OGGETTO DELLO STUDIO

2.1 Generalità sul sito

Il sito individuato e ritenuto idoneo alla realizzazione di un parco eolico ricade all'interno dei territori comunali di Maruggio, Sava e Torricella (TA).

Il sito è prevalentemente adibito ad attività agricola, in grado quindi di coesistere con la presenza di turbine eoliche. A tal proposito si fa rilevare che l'utilizzo di turbine eoliche di grande taglia determina una occupazione del suolo, lasciando inalterata la destinazione d'uso attuale.

L'installazione di turbine eoliche (di potenza massima pari a 2,05 MW) è ritenuta possibile grazie alle caratteristiche di accessibilità riscontrate in sito ed alla conformazione orografica del terreno. I dati previsionali di potenziale eolico disponibili per il sito permettono peraltro, con l'utilizzo di tali aerogeneratori, un'occupazione del terreno ottimale in rapporto alla produzione energetica ottenibile.

2.2 Aspetti orografici e geomorfologici

Da un punto di vista orografico il sito presenta un andamento pressochè pianeggiante con altitudine compresa tra 110 m s.l.m. e 15 m s.l.m. con le altitudini minori nella parte estrema orientale dell'area di intervento.

2.3 Accessibilità

La viabilità consente il raggiungimento delle zone interessate con facilità; le strade di accesso al sito possono essere molteplici a seconda della direzione di provenienza.

L'area dell'impianto sita nel Comune di Sava e Torricella è facilmente raggiungibile dalla SS 7 ter e, successivamente percorrendo, a seconda degli aerogeneratori da raggiungere, la SP 86, o la circonvallazione Ovest di Sava e la SP 118, continuando il tragitto su strade vicinali.

L'area dell'impianto sita in Comune di Maruggio, invece, può essere raggiunta, provenendo da Sava, percorrendo la SP 129 Sava-Torricella e la SP 130 Torricella-Maruggio, oppure la SP 134 Sava Maruggio, proseguendo poi il tragitto su strade vicinali.

Anche la viabilità locale per arrivare in prossimità del sito è sufficientemente adeguata per il trasporto degli aerogeneratori. Sul sito sono presenti delle strade sterrate già percorribili, che necessitano di qualche adeguamento per il transito dei mezzi pesanti.

Altri percorsi interni sono invece da realizzarsi.

2.4 Vincoli e/o disposizioni legislative

Il sito ricade interamente al di fuori dei vincoli che definiscono le aree escluse dallo sfruttamento della risorsa eolica ed in particolare lo stesso sito non ricade all'interno delle zone delimitate come pSIC, ZPS, Zone Umide, Natura 2000 e IBA; gli altri vincoli e le altre criticità ambientali sono analizzate nello screening ambientale allegato al progetto. È opportuno notare che l'area individuata per l'installazione della sottostazione di connessione alla rete elettrica AT ricade all'interno del territorio comunale di Erchie, in provincia di Brindisi.

Oltre a quanto già evidenziato non risultano inoltre essere in atto per l'area interessata dalle installazioni ulteriori vincoli di tipo urbanistico e paesaggistico.

Gli strumenti urbanistici comunali classificano l'area come zona agricola "E", pertanto, ai sensi del D.Lgs. 387/2003, per l'esecuzione di quanto in progetto non è necessaria alcuna variante dello strumento urbanistico in quanto, come previsto dall'art. 12 comma 7 del D.Lgs. 387/2003, gli impianti di produzione di energia possono essere ubicati anche in zona agricola.

2.5 L'impianto eolico

Sulla base delle informazioni ad oggi disponibili, si ritiene che nell'area di interesse individuata per la realizzazione dell'impianto eolico possano essere posizionati n. 49 aerogeneratori di potenza unitaria massima pari a 2050 kW, per una potenza nominale complessiva di impianto massimo pari a 100,45 MW.

In realtà, la potenzialità del sito ad ospitare aerogeneratori sarebbe anche maggiore. Nell'ambito del presente progetto, non è tuttavia ritenuto obiettivo primario l'installazione della massima potenza nominale, bensì il rispetto delle normali procedure di installazione degli stessi ponendo particolare attenzione all'ambiente e secondi i criteri di ottimizzazione del rendimento complessivo del parco.

Per rendimento complessivo del parco si vuole intendere sì la sua producibilità in termini energetici, ma anche e soprattutto la sua integrazione nell'ambiente circostante, il rispetto di esigenze e vincoli che insistono sul territorio, la valorizzazione di tutte le risorse del bacino interessato dal parco che siano coinvolgibili nella

realizzazione del progetto per una maggiore soddisfazione ed apprezzabilità dell'opera.

Il completo rispetto delle direttive regionali è già un'ottima garanzia di sostenibilità del progetto oltre alle possibili dichiarazioni di intenti che possono essere prese congiuntamente con le locali amministrazioni ai vari livelli.

Il layout del parco eolico, con l'ubicazione degli aerogeneratori, il percorso dei cavidotti, il posizionamento dell'area per la realizzazione della sottostazione elettrica, è stato progettato in accordo con le Linee Guida per la realizzazione di impianti eolici della Regione Puglia.

Il progetto è stato dunque ideato secondo i seguenti criteri:

- scelta di aerogeneratori di grande taglia per minimizzare l'occupazione del suolo a parità di produzione energetica.
- Utilizzo di torri ubicate con l'inserimento all'interno della torre del trasformatore BT/MT.
- Ottimizzazione dei percorsi dei cavidotti interrati delle linee MT, posizionandoli ove possibile lungo la viabilità esistente.
- Ubicazione di una sottostazione di elevazione in prossimità del parco da MT/AT.
- Ubicazione linea interrata AT di connessione tra sottostazione MT/AT e stazione 380.
- Ubicazione del punto di connessione stazione 380 kV in corrispondenza di una linea AT a 380 kV, in fase di autorizzazione.
- Torri, navicelle e rotore realizzati con colori che si inseriscono armonicamente nell'ambiente circostante, fatte salve altre tonalità derivanti da disposizioni per la segnalazione alla navigazione aerea.

La scelta delle turbine è stata effettuata sostanzialmente seguendo il criterio di massimizzazione della taglia della singola turbina per ottenere nel sito il miglior rapporto energia elettrica prodotta/terreno occupato.

In conseguenza delle analisi effettuate, si può pertanto ad oggi prevedere un layout costituito da:

- n. 49 aerogeneratori di potenza nominale unitaria massima pari a 2050 kW, altezza mozzo fino a 100 m, diametro rotore pari a 92,5 m;
- n. 49 cabine elettriche di macchina collocate all'interno degli stessi aerogeneratori e dunque non visibili dall'esterno;
- n. 1 sottostazione di elevazione MT/AT per la raccolta ed elevazione collegata alla sottostazione in Erchie (BR) tramite linea di AT 150 kV;
- N° 1 stallo in sottostazione 150/380 kV sita in Erchie (Br);
- Viabilità interna di impianto, la cui nuova realizzazione sarà ridotta al minimo prevedendo per quanto possibile l'utilizzo della viabilità esistente, eventualmente risistemata;
- cavidotti interni di impianto che saranno interrati ad una profondità minima di 1,20 m;
- cabina di trasformazione e/o raccolta e smistamento.

Oltre all'installazione dei macchinari (aerogeneratori), per la realizzazione dell'impianto sono anche da prevedersi le seguenti opere ed infrastrutture:

- Opere civili: comprendenti l'esecuzione dei plinti di fondazione delle macchine eoliche, la posa in opera della cabina prefabbricata di impianto, la realizzazione delle cabina di trasformazione e consegna AT, nonché la realizzazione delle piazzole degli aerogeneratori, l'adeguamento/ampliamento della rete viaria esistente nel sito per la realizzazione della viabilità di servizio interna all'impianto.
- Opere elettromeccaniche: comprendenti l'installazione degli aerogeneratori, le apparecchiature elettromeccaniche, l'esecuzione dei collegamenti elettrici in cavidotti interrati e della rete di terra, nonché la realizzazione del sistema di monitoraggio e controllo della centrale e dei singoli aerogeneratori.

Le caratteristiche dell'impianto e la sua disposizione (layout) in rapporto al territorio, così come previsto dal presente progetto, sono meglio descritti nei disegni allegati.

3. OPERE CIVILI ED ELETTROMECCANICHE

La realizzazione di un parco eolico prevede l'esecuzione di opere di natura civile ed elettromeccanica essenziali alla corretta ed efficace installazione, esercizio e manutenzione degli aerogeneratori.

Queste opere sono funzionali all'impianto al fine di garantire la raggiungibilità dei punti di installazione degli aerogeneratori, l'ancoraggio degli stessi, l'allestimento di adeguati spazi di montaggio e stoccaggio dei materiali e la connessione elettrica dell'impianto alla rete nazionale.

Le opere in parola prevedono adeguamenti delle infrastrutture esistenti o la realizzazione di nuove e constano essenzialmente in interventi su:

- accessibilità al sito;
- viabilità interna e spazi di manovra;
- fondazioni delle torri degli aerogeneratori;
- aree per lo stoccaggio materiali;
- piazzole di montaggio;
- rete interna per la trasmissione dell'energia prodotta e per il controllo dell'impianto

(cavidotti interrati);

- stazione di trasformazione MT/AT e punto di consegna.

3.1 Accessibilità al sito

I tratti di viabilità studiati nella presente relazione sono quelli necessari per il raggiungimento del sito da parte degli elementi costituenti gli aerogeneratori per la realizzazione della centrale eolica.

Di seguito si illustra il percorso stradale necessario per condurre le turbine eoliche al sito di installazione, nonché gli eventuali interventi ritenuti a tutt'oggi necessari per l'adeguamento della viabilità esistente allo scopo. Il trasporto, a partire dal porto di Taranto o altro eventuale porto, avverrà per mezzo di auto articolati che

raggiungeranno il sito di installazione percorrendo la Superstrada Taranto - Grottaglie senza la necessità di alcun intervento di adeguamento. Dalla Superstrada è prevista l'immissione sulla Strada Statale n. 7 ter tramite Ponte Punta Penna Pizzone o tramite la Strada Provinciale n. 91 (Circum Mar Piccolo). Il tracciato e gli interventi di adeguamento dello stesso sono dettagliati nelle Tavv PD.09 A e B, allegata alla presente relazione.

Semplici interventi di rimozione temporanea di cartellonistica stradale o pubblicitaria, guard-rail e eventuali barriere non sono evidenziati poiché trattasi di interventi di lieve entità e di immediato ripristino.

3.2 Viabilità interna e spazi di manovra

Il quadro della viabilità interna e degli spazi di manovra comprende una serie di strade secondarie che, partendo dai tracciati menzionati al precedente paragrafo, consentono ai mezzi di trasporto eccezionale ed ai mezzi d'opera di raggiungere le piazzole di montaggio degli aerogeneratori.

La realizzazione della viabilità interna e degli spazi di manovra consta essenzialmente in:

- Adeguamento viabilità esistente
- Messa in opera di viabilità di progetto

Le opere saranno eseguite a perfetta regola d'arte, nel pieno rispetto di eventuali prescrizioni degli enti di competenza, in conformità con specifiche tecniche che ne garantiscano la corretta funzionalità sopraccitata.

Per la realizzazione delle opere si prevede di sfruttare al massimo i percorsi esistenti costituiti in parte da strade semi asfaltate ed in parte da strade sterrate, sulle quali sono previsti interventi che ne migliorino la percorribilità e ne conferiscano adeguate caratteristiche di portanza. Dove indispensabile, principalmente per brevi tratti di collegamento con le piazzole di montaggio degli aerogeneratori, si prevede di realizzare nuove piste che, comunque, seguiranno, per quanto possibile, l'andamento orografico del sito al fine di ridurre al minimo eventuali movimenti di terra.

In particolare le strade da realizzare e quelle da adeguare dovranno possedere i requisiti descritti nel seguito.

3.3 Portanza geotecnica

La portanza, ovvero la capacità del fondo stradale di sopportare le sollecitazioni di compressione dovute ad un oggetto o mezzo di trasporto sovrastante, sarà tale da consentire un carico non inferiore a 15 t per asse e, salvo non sia già posseduta dalla sede stradale considerata, sarà ottenuta mediante scavo e/o riporto di terre e rocce provenienti da scavo, posa in opera di misto stabilizzato da cava, con compattazione del 95%, in una sede opportunamente preparata attraverso scoticamento di 20-40 cm di terreno di coltivo e posa in opera di geotessuto.

3.4 Ampiezza della carreggiata

Tutte le strade dovranno possedere un'ampiezza minima di circa 5 metri nei tratti rettilinei, mentre in curva si realizzerà un ampliamento della carreggiata, definito area di manovra, dimensionato in funzione del raggio di curvatura del tratto considerato, così come esemplificato nelle figure 2 e 3 di seguito riportate.

3.5 Area di spazzata

Per il passaggio dei convogli speciali per il trasporto delle pale dell'aerogeneratore, in prossimità di alcune curve

sarà necessario rendere libera da ostacoli artificiali e/o naturali un'area per il passaggio aereo della porzione di pala caricata a sbalzo sul convoglio stesso, ovvero della parte fra l'asse della ruota e la parte più esterna del veicolo. Detta area è denominata area di spazzata ed i suoi ingombri sono esemplificati nelle figure 2 e 3 di seguito riportate.

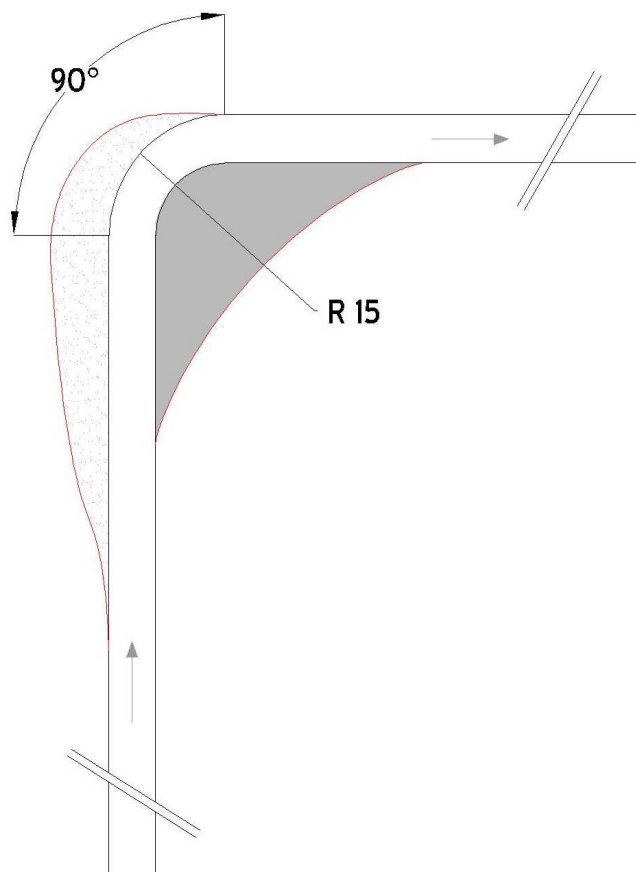


Figura 1 – indicazione della ampiezza della carreggiata e delle aree di spazzata e di manovra in caso di curva a 90° con raggio di curvatura di 15m

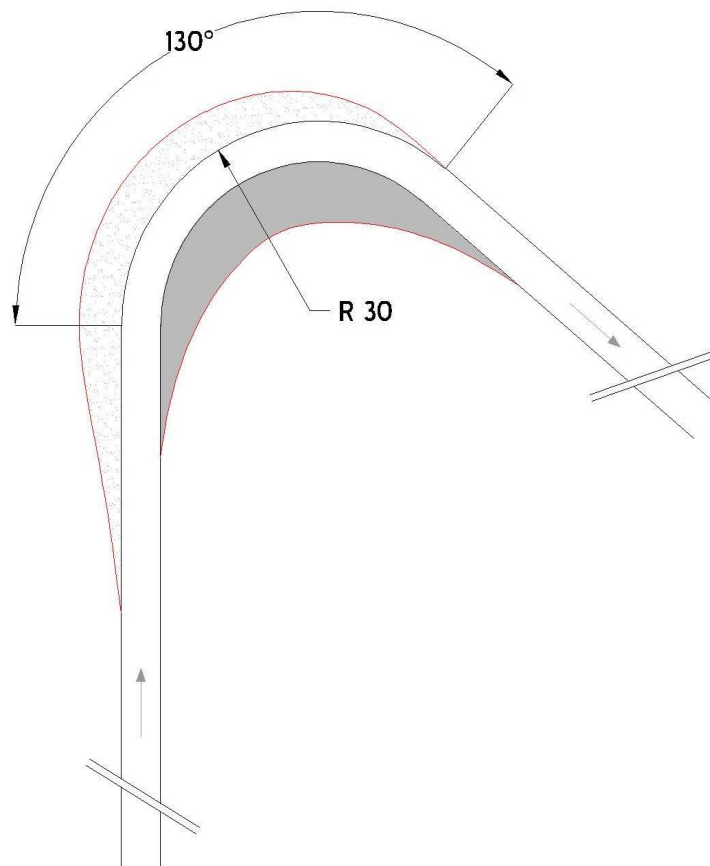


Figura 2 – indicazione della ampiezza della carreggiata e delle aree di spazzata e di manovra in caso di curva a 130° con raggio di curvatura di 30m

3.6 Pendenza

Tutte le strade, nel caso in cui il fondo sia sufficientemente compattato in modo da garantire un adeguato coefficiente d'attrito con le ruote dei mezzi di trasporto, dovranno possedere una pendenza longitudinale massima pari a 8°, corrispondente al 14%.

Nei tratti di viabilità compresi tra un aerogeneratore ed il successivo la pendenza non supererà il 10%, mentre nei tratti in cui siano presenti curve con un cambio di direzione maggiore di 45°, la pendenza non supererà il 5%.

Tutte le strade saranno realizzate con una pendenza trasversale massima di circa 2°, corrispondente al 3,5%.

Tab. 1. Pendenza massima viabilità e spazi di manovra

Parametri	Unità	Valore
Massima pendenza longitudinale della strada	angolo	8° ≈ 14%
Massima pendenza laterale della strada	angolo	2° ≈ 3,5%

3.7 Drenaggi

Tutte le strade saranno realizzate a perfetta regola d'arte e, pertanto, ove necessario, prevedranno la realizzazione di adeguate opere di regimazione delle acque meteoriche per il convogliamento delle stesse verso l'impluvio naturale esistente.

Detto accorgimento tecnico permette di evitare sovrappressioni idrostatiche nelle opere con conseguente danneggiamento delle stesse. Il drenaggio che verrà effettuato per mezzo di pozzetti e/o trincee drenanti consente di abbassare la quota piezometrica e conferisce maggiore consolidamento ai pendii e alle scarpate anche se tendenzialmente soggetti a frane superficiali.

I tracciati da realizzare e gli interventi di adeguamento di quelli esistenti sono dettagliati nelle Tavv PD.09 A e B, allegate alla presente relazione.

3.8 Fondazioni degli aerogeneratori

Le sezioni della torre degli aerogeneratori saranno assicurate a conci di fondazione ancorati all'armatura metallica e annegati nel calcestruzzo del plinto (o fondazione).

Le dimensioni e la forma dell'opera, così come previsto nel testo unico per l'edilizia D.P.R. n°380/2001 potranno variare in ragione delle scelte progettuali che verranno adottate in funzione delle caratteristiche geotecniche del terreno e delle sollecitazioni statiche e dinamiche esercitate a terra dagli aerogeneratori.

Dalle risultanze, inoltre, delle indagini geologiche e geognostiche che saranno effettuate in fase di progettazione esecutiva, potranno essere eventualmente adottate ulteriori misure per garantire la stabilità degli elementi come, per esempio, palificazioni in calcestruzzo armato di dimensioni adeguate.

Di seguito ed alla tavola PD.06 e alla relazione RP.02 è dettagliato il dimensionamento di massima del plinto di fondazione dell'aerogeneratore.

3.9 Aree di stoccaggio del materiale

A servizio del cantiere per la realizzazione e per il deposito delle parti di ricambio durante la fase di esercizio del parco eolico saranno realizzate delle aree per lo stoccaggio degli elementi degli aerogeneratori e dei materiali costituenti l'impianto e le relative opere ausiliarie.

Dette aree sono di forma tipicamente quadrangolare e saranno realizzate in maniera tale che posseggano una pendenza longitudinale e trasversale massima di circa 2°, corrispondente al 3,5% mediante scavo e/o riporto di terre e rocce provenienti da scavo.

Saranno realizzate due differenti tipologie di area di stoccaggio, una prima prevede unicamente la sagomatura orografica in maniera tale da garantire i livelli di pendenza sopraccitati ed una seconda in cui, oltre alla pendenza, saranno conferiti specifici valori di portanza mediante la successiva posa in opera di misto stabilizzato da cava, con compattazione del 95%, in una sede opportunamente preparata attraverso scoticamento di 20-40 cm di terreno di coltivo e posa in opera di geotessuto e misto granulare compattato e stabilizzato.

3.10 Piazzole di montaggio

In corrispondenza di ogni aerogeneratore saranno realizzate delle piazzole di montaggio atte all'adeguato posizionamento della gru di sollevamento e di quella ausiliaria per l'installazione degli aerogeneratori.

Le piazzole di montaggio saranno realizzate con la tipica forma trapezoidale esemplificata nella figura 4 riportata nel seguito e con le dimensioni massime di cui alla relativa tabella. La realizzazione prevedrà una opportuna sagomatura orografica mediante scavo e/o riporto di terre e rocce provenienti da scavo e la posa in opera di misto stabilizzato da cava, con compattazione del 95%, in una sede opportunamente preparata attraverso scoticamento di 20-40 cm di terreno di coltivo e posa in opera di geotessuto.

Dette opere conferiranno alla piazzola di montaggio una pendenza longitudinale e trasversale massima di circa 1°, corrispondente al 1,7% ed una portanza geotecnica adeguata alla sicura stabilizzazione dei mezzi di sollevamento durante le fasi di installazione degli aerogeneratori e di eventuale sostituzione di parti di ricambio degli stessi durante l'esercizio dell'impianto.

Così come indicato nella figura 4, in corrispondenza di ogni piazzola dovrà essere resa disponibile un'area per il montaggio della gru di sollevamento (gru principale) e per le manovre che essa dovrà eseguire, che posseda una pendenza massima trasversale e longitudinale non superiore a 2°, corrispondente al 3,5%, e che sia sgombrata da ostacoli. L'eventuale adeguamento di dette aree prevede operazioni di scavo e/o riporto di terre e rocce provenienti da scavo e, laddove necessario, la rimozione anche temporanea di ostacoli naturali o artificiali.

La localizzazione delle aree sopraccitate e le relative caratteristiche progettuali sono dettagliate nelle Tavv. PD.01, PD.02, PD.03, PD.04, PD.12, PD.13 rispettivamente, allegate alla presente relazione.

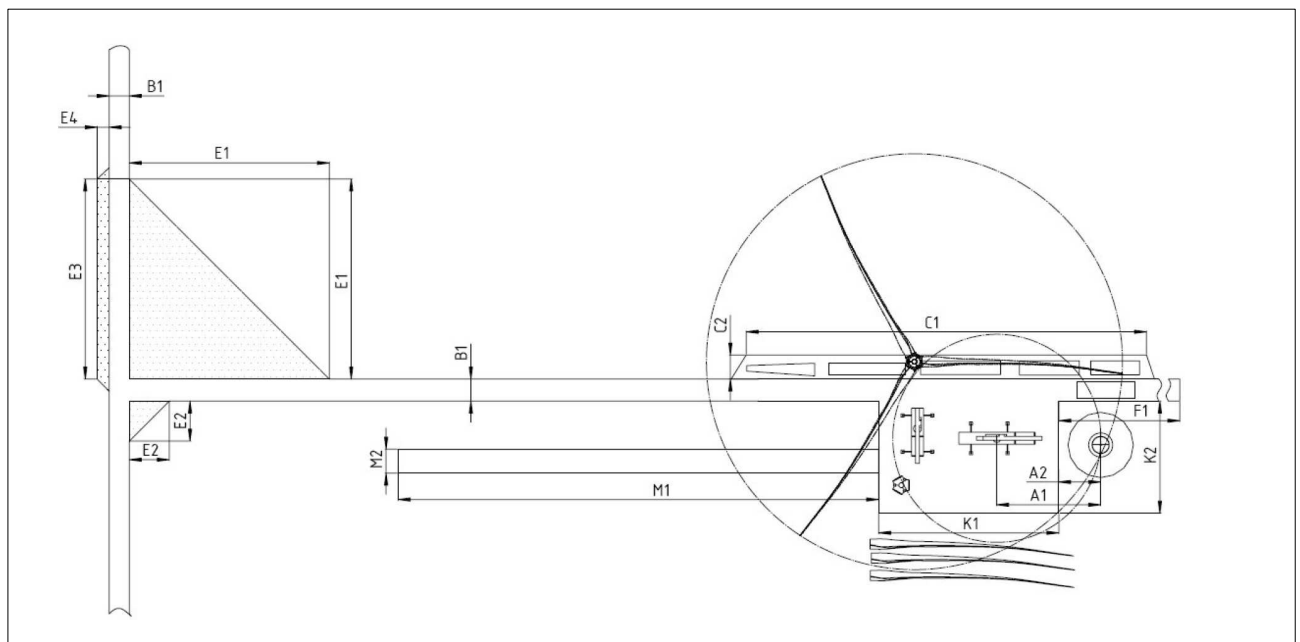


Figura 3 – Esempi di piazzole di montaggio aerogeneratori (Example1–terminale; example2 e 3 intermedi)

Tab. 2 Dimensioni delle piazzole di montaggio

B1	Profondità della strada d'accesso	5 m
E1	Strada d'accesso a imbuto	36 x 36 m
E2	Strada di uscita a imbuto	10 x 10 m
E3	Lunghezza area di svolta della gru libera da ostacoli	36 m
E4	Larghezza area di svolta della gru libera da ostacoli	3 m
K1	Lunghezza dell'area gru	45 m
K2	Larghezza dell'area gru	25 m
M1	Lunghezza dell'area necessaria all'assemblaggio del braccio gru	120 m
M2	Larghezza dell'area necessaria all'assemblaggio del braccio gru	6 m
C1	Lunghezza area di deposito per i componenti della torre	120 m
C2	Larghezza area di deposito per i componenti della torre	6 m
A1	Distanza tra il centro dell'area assemblaggio del rotore e il centro della fondazione	23-26 m
A2	Distanza dell'area gru dal centro della fondazione	10 m
D	Diametro dell'area di assemblaggio del rotore	92 m
F1	Lunghezza della carreggiata alla fondazione	

3.11 Rete interna per la trasmissione dell'energia prodotta e per il controllo dell'impianto (cavidotti interrati)

Per la trasmissione dell'energia prodotta da ogni singolo aerogeneratore alla rete elettrica nazionale, previa adeguata trasformazione della tensione, e per il controllo dell'impianto, verrà realizzata una rete di cavidotti interrati in cui verranno posati cavi di potenza in media tensione e cavi in fibra ottica per il trasferimento dati.

I cavidotti verranno realizzati mediante:

- l'esecuzione di scavi a sezione obbligata di dimensioni adeguate;
- la posa in opera di uno strato di sabbia vagliata;
- la posa dei cavi di potenza e dei cavi per il trasferimento dati ad una profondità minima di un metro dalla superficie del piano stradale;
- la posa in opera di un ulteriore strato di sabbia vagliata (reinterro parziale);
- la posa in opera, in corrispondenza dei cavi, di tegoli in laterizio o di lastre protettive;
- la posa di uno strato di materiale arido;

- la sistemazione di un nastro monitore;

Nei casi in cui il cavidotti preveda l'attraversamento di tratti di strada esistente asfaltata, il reinterro finale sarà sostituito da:

- uno strato di Bynder di adeguato spessore;
- uno tappetino di usura di asfalto;

in conformità alle eventuali prescrizioni degli enti competenti per le sedi stradali interessate.

I cavidotti seguiranno i percorsi interrati indicati nelle tavole PD.03 e presenteranno le caratteristiche progettuali riportate nella tavola PD.03 allegata alla presente relazione.

Gli aerogeneratori sono elettricamente suddivisi in gruppi funzionali denominati sottocampi, così come dettagliato nello schema elettrico unifilare di cui alla Tav. PD.08 allegata al presente documento. All'interno di ciascun sottocampo gli aerogeneratori saranno connessi con cavi elettrici di potenza mediante una congiunzione di tipo entra-esce. I cavi terminali di potenza dei vari sottocampi saranno quindi convogliati al quadro generale di media tensione collocato all'interno di un apposito locale della stazione elettrica di trasformazione MT/AT (locale quadri).

3.12 Stazione di trasformazione MT/AT e punto di consegna

La stazione elettrica di trasformazione MT/AT è l'elemento della centrale eolica ove l'energia prodotta viene convogliata in media tensione, così come dettagliato al precedente paragrafo, ed è deputato all'innalzamento della tensione ai livelli di alta tensione richiesti per l'immissione di detta energia nella rete elettrica nazionale.

L'energia generata e trasformata in AT nella stazione di trasformazione sarà immessa nella rete elettrica nazionale attraverso l'impianto di consegna dettagliato che rimarrà di proprietà e gestione di Terna o altro gestore della RTN.

La stazione elettrica di trasformazione MT/AT o sottostazione ed il punto di consegna, constano di:

apparecchiature elettromeccaniche, opere civili ad esse afferenti, così come nel seguito descritte e dettagliate nello schema unifilare di cui alla tav. 14 e nelle tavv. 15 ed 16 allegate alla presente relazione.

3.13 Apparecchiature elettromeccaniche

Le apparecchiature elettromeccaniche si compongono essenzialmente in apparecchiature in AT, in cui ogni stallo è formato da:

- 3 trasformatori di tensione capacitivi (TVC) per misura e protezione;
- 3 trasformatori di tensione induttivi (TVI) per la misura e contabilizzazione dell'energia (metering);
- 1 sezionatore con dispositivo di messa a terra;
- 3 trasformatori di corrente (TA) per misura, protezione e metering;
- 1 interruttore di montante;
- 3 scaricatori per la protezione del trasformatore MT/AT,

- 1 trasformatore MT/AT,

da apparecchiature in media tensione o **quadro MT** che sarà costituito da montanti affiancati composti da elementi modulari, componibili e standardizzati; ciascun montante avrà una struttura autoportante e sarà completo di:

- organi di comando dei sezionatori con relativi interblocchi;
- organo di comando per la carica locale delle molle di chiusura;
- indicatore meccanico della posizione dell'interruttore e dello stato delle molle;
- pulsante di apertura locale;
- morsettiere alle quali faranno capo tutti i circuiti di segnalazioni, misure e controllo indicate negli schemi elettrici dei montanti;
- relè ausiliari e componentistica per realizzare le logiche richieste;
- schema sinottico per interruttori e sezionatori collocato sul fronte quadro;
- segnalazioni per allarmi ed anomalie (pressione del gas, mancanza tensione ausiliaria, scatto,

da **servizi ausiliari**, alimentati da uno scomparto della sezione MT di interfaccia con il parco eolico mediante trasformatore MT/BT, ed in un **sistema di controllo e supervisione** dell'impianto che verrà realizzato, in tecnologia digitale, con apparati e logiche tali da assicurare le seguenti funzioni principali:

- comando e controllo;
- protezione;
- misura;
- allarmi, monitoraggio e diagnostica;
- teleconduzione;
- metering;
- analisi transitori e perturbazioni di rete con oscillografoperturbografo (opzionale).

Il sistema di controllo e supervisione riguarderà il montante AT, il trasformatore MT/AT ed i servizi ausiliari di stazione ma si dovrà integrare in modo coordinato con il sistema di controllo, protezione e comando della sezione MT (escluso dalla presente fornitura).

3.14 Opere civili

Le opere civili comprenderanno essenzialmente le seguenti lavorazioni:

- scavi, rilevati, livellamenti, compattazioni ed eventuali opere di sostegno del terreno;
- opere di consolidamento, sostituzione, bonifica geotecnica del terreno (se necessarie)

- realizzazione dell'edificio servizi;
- realizzazione di strade e piazzali;
- realizzazione dei basamenti in cemento armato;
- realizzazione della maglia di terra;
- realizzazione del sistema di smaltimento delle acque meteoriche e degli scarichi idrici;
- realizzazione di cavidotti (in cunicolo in cemento armato e in tubazione di PVC);
- completamento e finitura delle opere e dell'area della stazione elettrica.

3.15 Area di stazione, edificio servizi e edificio controllo

La stazione di trasformazione sarà delimitata all'esterno da una recinzione realizzata con pannelli metallici tipo Orsogrill su cordolo o muretto di base (altre tipologie di recinzione in funzione di eventuali diverse richieste da parte degli enti autorizzanti).

La stazione di trasformazione sarà dotata di ingresso indipendente realizzato tramite cancello metallico e di un impianto antintrusione.

All'interno dell'area di stazione sarà realizzato un edificio servizi o edificio di comando, destinato ad alloggiare le apparecchiature di misura controllo e supervisione, nonché tutti i circuiti elettrici in bassa e media tensione.

Al suo interno saranno ubicati tutti gli apparati del sistema di comando e supervisione e dei servizi ausiliari nonché le apparecchiature MT di interfaccia con l'impianto eolico ed un edificio di controllo dove saranno alloggiati i punti di telecontrollo del parco eolico, magazzini per ricambi di consumo ed un ufficio.

Gli edifici saranno realizzati tramite assemblaggio di elementi prefabbricati in cemento armato, opportunamente dimensionati. La copertura dovrà essere adeguatamente impermeabilizzata e coibentata. Internamente la copertura dovrà essere finita con intonaco a base cementizia. La faccia interna ed esterna delle pareti dovrà essere intonacata. Esternamente ed internamente il manufatto sarà tinteggiato con colore da definire.

I serramenti, saranno di tipo antisfondamento.

Nei locali apparati destinati ai servizi ausiliari ed al sistema di controllo e supervisione, sarà posto in opera un pavimento modulare sopraelevato, mentre nei locali quadro MT e trasformatore servizi sarà realizzato un cunicolo per i cavi MT ed opportuni cavidotti per i collegamenti BT.

3.16 Vie di transito e piazzali

Le vie di transito e i piazzali asfaltati saranno composti da:

- sottofondo in misto di cava;
- base in misto stabilizzato;
- strato di tout-venant bitumato debitamente rullato (binder);

- tappetino d’usura debitamente rullato;
- cordonata in elementi di cemento vibrocompresso;

La sagoma trasversale della carreggiata e dei piazzali sarà realizzata in tratti rettilinei con pendenza verso i pozzetti di raccolta delle acque meteoriche.

La posa in opera del materiale sarà effettuata con una corretta umidificazione ed un adeguato costipamento, preceduto, se necessario, da un mescolamento per evitare la segregazione.

La posa in sottofondo sarà preceduta da accurata costipazione del terreno in sito.

3.17 Maglia di terra

L'impianto di terra sarà costituito essenzialmente da un dispersore intenzionale interrato ed immerso in terreno vegetale, a cui saranno collegate le armature di tutte le opere civili (dispersori di fatto), le strutture metalliche e le apparecchiature di impianto.

3.18 Cavidotti

Saranno realizzati i cavidotti dedicati ai cavi MT e BT in modo da garantire l'interconnessione delle apparecchiature AT, del trasformatore MT/AT e dei loro ausiliari con il fabbricato servizi.

I vari livelli di tensione dovranno seguire percorsi fisicamente separati.

I cavidotti saranno costituiti essenzialmente da:

- Cunicoli in cemento armato dotati di lastre di copertura;
- tubi in PVC serie pesante interrati e rinfiacati con calcestruzzo rck 150;
- pozzetti che potranno essere gettati in opera oppure di tipo prefabbricato;
- cunicoli gettati in opera in esecuzione carrabile.

3.19 Fondazioni

I basamenti delle apparecchiature elettromeccaniche saranno realizzati in calcestruzzo armato previo magrone di sottofondazione in calcestruzzo.

Così come previsto dalla normativa vigente, al fine di realizzare la raccolta dell’olio che, in caso di guasto, può eventualmente fuoriuscire dal trasformatore, sarà realizzata una vasca di raccolta incorporata o una cisterna interrata separata dalla base del trasformatore che possieda una capacità adeguata al volume dell’olio presente all’interno del trasformatore.

Sul lato MT del trasformatore MT/AT sarà predisposta anche la fondazione per il cavalletto di ammarro dei cavi MT che interconetteranno lo stesso trasformatore con il quadro MT del parco eolico alloggiato nel locale dedicato del fabbricato servizi.

3.20 Impianto di terra

L'impianto di terra è costituito essenzialmente da:

- dispersore intenzionale, ovvero un corpo conduttore tipicamente una corda di rame in contatto elettrico con il terreno, che realizza un collegamento elettrico con la terra è costituito da più anelli di terra realizzati su ogni area di sedime dell'aerogeneratore che ne circoscrivono la torre, tutti gli anelli sono interconnessi fra loro mediante un dispersore lineare interrato;
- collettori (o prese) di terra, ovvero l'elemento di collegamento al dispersore dei conduttori di protezione;
- conduttori di terra per il collegamento delle armature metalliche delle opere civili (dispersore di fatto) al dispersore intenzionale, nonché per i collegamenti dei collettori di terra, masse e masse estranee con il dispersore intenzionale;
- conduttori di protezione ed equipotenziali per i collegamenti fra masse o masse estranee e i collettori di terra.

Caratteristiche dei componenti da utilizzare

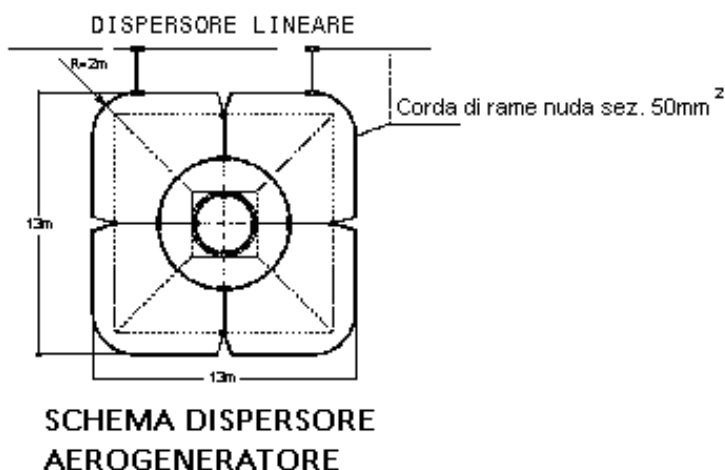
In accordo con la normativa nazionale vigente, Norma CEI 11-1 e con la Norma CEI 81-1, IIIa edizione, il dispersore risponderà, nelle sue diverse parti, ai requisiti di seguito esposti.

Corda di rame nuda

La corda di rame da utilizzare per la costituzione del dispersore intenzionale di centrale (anelli di terra su ogni area di sedime e interconnessione fra questi) avrà le seguenti caratteristiche tecniche di massima:

- Materiale: rame elettrolitico CU-ETP 99.9%
- Stato superficiale: nudo
- Stato fisico: crudo o ricotto
- Tolleranza: secondo norme CEI 7-1/1977
- Sezione: 50 mm²

La corda di rame nuda da 50 mm² che costituirà il dispersore intenzionale (anelli di terra sulle singole piazzole e dispersore lineare di interconnessione fra queste) sarà interrata ad una profondità di circa 1,1 metri rispetto ai piani finiti di strade, piazzali o quota del piano di campagna e sarà posata direttamente a contatto con uno strato di terreno vegetale di spessore non inferiore a 20 cm.



Cavi in PVC

I cavi per i collegamenti elettrici di terra (conduttori di terra, di protezione ed equipotenziali) saranno del tipo "N07V-K", con guaina di colore giallo-verde. Risponderanno ai requisiti ed alle caratteristiche previste dalla norma CEI 7-1 e saranno scelti tra quelli indicati rispettivamente nelle tabelle UNEL 01417 e 01437.

Collettori di terra

All'interno della torre aerogeneratore, sarà presente un collettore di terra, il quale sarà utilizzato per la messa a terra di tutte le apparecchiature elettriche presenti all'interno della torre. Tale collettore è connesso alle 4 piastre presenti all'interno della torre, le quali sono opportunamente collegate tra di loro tramite una corda di rame (anello interno alla torre) che servirà per la messa a terra di tutte le altre masse presenti all'interno della torre.

Le quattro piastre saranno interconnesse con l'anello intermedio (esterno all'aerogeneratore), facente parte del dispersore dell'aerogeneratore.

I conduttori che afferiranno alle piastre saranno fissati alle stesse mediante collegamento tipo capocorda più bullone.

3.21 Progetto elettrico

Nel seguito sono descritti i criteri operativi adottati per la progettazione elettrica di massima dell'impianto eolico.

La filosofia generale di progettazione, una volta individuate le caratteristiche del complesso prevede la seguente articolazione:

- individuazione dei riferimenti normativi in relazione alle caratteristiche del complesso e dei lavori da eseguire;
- individuazione e descrizione, in relazione allo stato dei luoghi, degli interventi da realizzare;

- redazione di elaborati grafici;
- dimensionamenti (da realizzare in fase esecutiva):
 - a) delle linee elettriche;
 - b) dei quadri elettrici;
 - c) delle canalizzazioni;
 - d) dell'impianto di terra.

3.21.1 Descrizione generale

La centrale eolica è costituita da aerogeneratori con potenza nominale unitaria massima pari a 2050 kW.

Il trasformatore BT/MT con la relativa quadristica di media tensione fa parte dell'aerogeneratore ed è interamente installato all'interno dell'aerogeneratore stesso, a base torre.

Per appoggiare l'energia prodotta da ogni aerogeneratore alla rete elettrica nazionale si prevede di realizzare una linea elettrica in media tensione che colleghi l'impianto con la cabina di consegna MT/AT, come da layout elettrico allegato.

Si intende realizzare tali collegamenti con elettrodotti interrati ad una profondità minima di 1,20 m che, per le loro caratteristiche in relazione a quelle del terreno interessato, rappresentano una soluzione ottimale per minimizzare l'impatto ambientale e paesaggistico. Sempre nell'ottica della minimizzazione dell'impatto ambientale, per la realizzazione dei cavidotti si seguiranno percorsi preferenziali su strade esistenti.

Con linea interrata in cavo a MT trifase senza neutro, anch'essa interrata come le linee in MT all'interno dell'impianto, si fornisce energia alla cabina di consegna innalzando la tensione da MT a 150 kV e poi successivamente tramite cavidotti anch'essi interrati si trasporta energia alla stazione 380kV.

L'energia prodotta dalla centrale eolica verrà fornita alla rete elettrica nazionale mediante la realizzazione di una cabina di trasformazione e di consegna MT/AT.

In relazione alle condizioni di esercizio delle infrastrutture di rete a 150 kV limitrofe all'impianto, lo schema di allacciamento alla RTN prevede che la centrale venga collegata in antenna con la stazione a 150 kV della futura stazione elettrica a 380 kV che sarà collegata in entra-esce sulla linea a 380 kV "Galatina-Taranto Nord".

Tale cabina di trasformazione e consegna sarà localizzata ad una distanza pari a circa 8 km dal parco eolico.

3.21.2 Riferimenti normativi

In particolare per gli aspetti generali degli impianti si è tenuto conto della Legge n. 186 del 1 Marzo del 1968 e delle seguenti Norme in materia dell'attualmente in vigore:

- D.M. 16/05/87 n. 246 e successivi aggiornamenti e/o chiarimenti;
- D.P.R. 12/01/98 n. 37;
- Norma CEI 11-1: Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV;
- Norma CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica- linee in cavo;
- Norma CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori e tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c.;
- D.P.R. 547 del 27/04/55: Norme per la prevenzione infortuni negli impianti elettrici e successivi adeguamenti;
- Legge 46/90.

In definitiva dall'esame coordinato delle Norme CEI e dalla Legge 46/90 è stata delineata la filosofia progettuale più idonea per l'impianto elettrico in questione.

4.0 Descrizione dell'impianto

L'impianto eolico è costituito da un gruppo di 49 aerogeneratori con una potenza massima di 2050 kW di potenza nominale unitaria, disposti sul territorio in modo da meglio sfruttare la risorsa eolica del sito; gli aerogeneratori sono connessi fra loro elettricamente attraverso un cavidotto interrato. All'impianto eolico è associata una cabina-stazione di consegna che, a sua volta è connessa alla rete elettrica nazionale.

4.1 Aerogeneratore

Per l'impianto in questione si utilizzeranno aerogeneratori di grande taglia, macchine a controllo di passo, con rotore tripla pala e diametro di 92,5 m.

La generatrice asincrona è da 2050 kW di potenza, tensione 690 V e frequenza 50 Hz.

Alla base delle torri saranno presenti delle cabine di trasformazione BT/MT che trasformano la tensione da 690 V a 30000 V; essendo trasformatori e quadri collocati all'interno della torre, sono considerati come facenti parte integrante dell'aerogeneratore e dunque inclusi nella fornitura degli stessi, sotto la completa responsabilità del fornitore di macchina, permettendo inoltre un'occupazione del terreno limitata alla sola fondazione dell'aerogeneratore e alla piazzola di cantiere senza l'utilizzo di opere murarie per la cabina di trasformazione BT/MT a terra.

4.2 Impianto di terra

Tutti gli aerogeneratori, le cabine, le strutture metalliche, ivi comprese le armature delle fondazioni, verranno messe a terra tramite anello realizzato con corda di rame da 50 mm² avente conduttori elementari di sezione non inferiore a 1,8 mm², e con dispersori a picchetto indicativamente di lunghezza 4 m e diametro 14 mm. Tutte le dimensioni saranno definite in dettaglio in fase di progettazione esecutiva.

Il collegamento di terra delle masse ai dispersori avverrà tramite dei collettori generali di terra cui fanno capo i conduttori di protezione.

L'impianto di terra della cabina MT/AT sarà realizzato con rete magliata e con tutte le prescrizioni atte ad eliminare la presenza di tensioni di passo e di contatto pericolose.

L'impianto sarà realizzato secondo quanto prescritto dalla Norma CEI 11-1.

4.3 Cavidotti

La distribuzione dell'energia dagli aerogeneratori alla centrale MT/AT sarà realizzata in cavidotti interrati, con un collegamento fino alla sottostazione del parco.

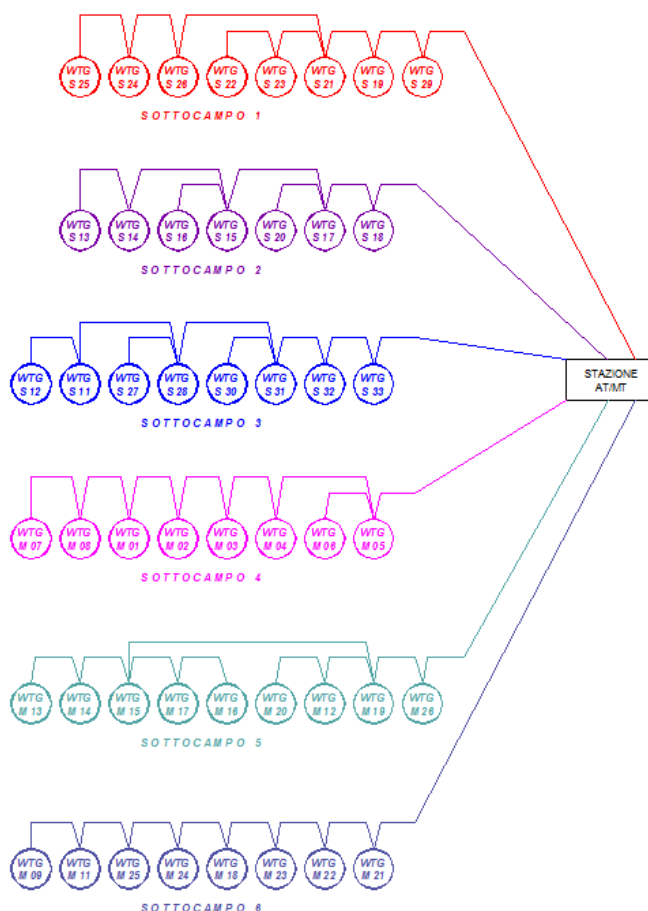
Il trasporto dell'energia in MT secondo quanto descritto dalla modalità N della Norma CEI 11-17.

In corrispondenza degli eventuali attraversamenti stradali, lo strato di sabbia viene chiuso in superficie, a contatto con il manto stradale, da un getto di calcestruzzo magro di altezza 30 cm.

Oltre al suddetto cavidotto verrà posizionata nello scavo un'ulteriore linea di segnale in fibra ottica direttamente interrata ed una corda di rame nuda.

La sezione dei cavi di ciascun tronco è indicata nelle tabelle riportate di seguito nel paragrafo 4.4 ed è tale da essere adeguata ai carichi da trasportare nelle condizioni di massima produzione delle turbine (2050 kW); di seguito si illustra la suddivisione in sottocampi del parco eolico con lo schema di collegamento tra gli aerogeneratori e tra questi e la stazione AT/MT.

Collegamenti centrale eolica



Per il dimensionamento dei vari tronchi si è fatto riferimento ai valori di portata indicati nella tabella 16 della Norma Tecnica CEI-UNEL 35027:2009-04, di seguito riportata.

Si precisa che le condizioni di interrimento dei cavi di progetto sono differenti da quelle a cui la suddetta tabella fa riferimento; pertanto ai valori di portata sono stati applicati i dovuti coefficienti correttivi indicati nella Norma Tecnica, in particolare:

- coefficiente di correzione per la temperatura ambiente del terreno diversa da 20 °C (tabella 18)
 $k_{tt}=0,88$ (per temperatura del terreno pari a 30 °C)
- coefficiente di correzione per valori di profondità di posa diversi da 0,8 m (tabella 20)
 $k_p=0,96$ (per cavi tripolari e profondità di posa pari a 1,25 m)
- coefficiente di correzione per spaziatura tra cavi tripolari pari a 250 mm (anziché 70 mm) (tabella 19)

$k_d=1,06$ (posa di due cavi tripolari direttamente interrati)

$k_d=1,09$ (posa di tre cavi tripolari direttamente interrati)

Tabella 16 – Cavi tripolari – Posa interrata
Tensione di isolamento $U_0/U = 18/30$ kV

Tipo di cavo Tensione nominale	Sezione mm ²	Modalità di posa e portate di corrente (A)					
		D1	D2	D3	E1	E2	E3
RG7H10R $U_0/U=18/30$ kV	10	-	-	-	-	-	-
	16	-	-	-	-	-	-
	25	-	-	-	-	-	-
	35	-	-	-	-	-	-
	50	180	152	134	162	138	122
	70	220	185	163	198	169	148
	95	264	221	194	237	202	177
	120	299	251	220	270	229	201
	150	335	280	246	302	257	225
	185	378	316	277	342	290	254
	240	438	365	319	397	336	294
300	494	411	359	450	380	332	

Temperatura massima del conduttore 90 °C
 Temperatura ambiente 20 °C
 Profondità di posa (al centro del circuito) 0,8 m
 Resistività termica media radiale 1,5 K · m/W
 Connessione schermi metallici in cortocircuito e a terra ad entrambe le estremità

4.4 Sottostazione MT/AT (MT/150kV)

La sottostazione di elevazione e consegna MT/AT sarà ubicata nel punto indicato negli elaborati grafici di progetto. Al fine di minimizzare ogni tipo di impatto ambientale, il progetto prevede l'interramento di tutte le linee elettriche di convogliamento dell'energia prodotta dal parco eolico al punto di connessione.

La sottostazione MT/AT sarà suddivisa in due parti: una dell'utente e l'altra del gestore della rete.

Il layout generale della cabina è riportato negli elaborati grafici allegati, mentre di seguito si riporta la verifica della caduta di tensione che si ha lungo i vari tratti di cavidotto di collegamento tra aerogeneratori e stazione AT/MT 150 kV; tale caduta di tensione non deve superare il 5%, dall'ultima cabina MT/BT, in uscita verso la sottostazione 150 kV.

VERIFICA CADUTE DI TENSIONE e PORTATE

1° sottocampo: aerogeneratori S25 S24 S26 S21 S23 S22 S19 S29

	LUNGHEZZE m	POTENZE MW	CARICO A	TENSIONE V	SEZIONE mmq	Δv (V/km A)	$\Delta V\%$
Aerogeneratori S25-->S24	510	2	38,49	30000	70	0,99	0,06
Aerogeneratori S24-->S26	385	4	76,98	30000	70	0,99	0,10
Aerogeneratori S26-->S21	3247	6	115,47	30000	70	0,99	1,24
Aerogeneratori S22-->S23	510	2	38,49	30000	70	0,99	0,06
Aerogeneratori S23-->S21	680	4	76,98	30000	70	0,99	0,17
Aerogeneratore S21 -->S19	5.500	12	230,94	30000	240	0,337	1,43
Aerogeneratore S19 -->S29	5.038	14	269,43	30000	240	0,337	1,52
Aerogeneratore S29 - - > PO	8.965	16	307,92	30000	240	0,337	3,10

2° sottocampo: aerogeneratori S13 S14 S15 S16 S17 S20 S18

	LUNGHEZZE m	POTENZE MW	CARICO A	TENSIONE V	SEZIONE mmq	Δv (V/km A)	$\Delta V\%$
Aerogeneratori S13-->S14	466	2	38,49	30000	70	0,99	0,06
Aerogeneratori S14-->S15	481	4	76,98	30000	70	0,99	0,12
Aerogeneratori S16-->S15	563	2	38,49	30000	70	0,99	0,07
Aerogeneratori S15-->S17	1.277	8	153,96	30000	70	0,99	0,65
Aerogeneratori S20-->S17	1.454	2	38,49	30000	70	0,99	0,18
Aerogeneratore S17 -->S18	2.075	12	230,94	30000	240	0,337	0,54
Aerogeneratore S18 - - > PO	13.081	14	269,43	30000	240	0,337	3,96

3° sottocampo: aerogeneratori S11 S12 S27 S28 S30 S31 S32 S33

	LUNGHEZZE m	POTENZE MW	CARICO A	TENSIONE V	SEZIONE mmq	Δv (V/km A)	$\Delta V\%$
Aerogeneratori S12-->S11	526	2	38,49	30000	70	0,99	0,07
Aerogeneratori S11-->S28	1.813	4	76,98	30000	70	0,99	0,46
Aerogeneratori S27-->S28	1.274	2	38,49	30000	70	0,99	0,16
Aerogeneratori S28-->S31	2.247	8	153,96	30000	240	0,337	0,39
Aerogeneratori S30-->S31	471	2	38,49	30000	70	0,99	0,06
Aerogeneratore S31 -->S32	1.030	12	230,94	30000	240	0,337	0,27
Aerogeneratore S32 -->S33	1.320	14	269,43	30000	240	0,337	0,40
Aerogeneratore S33 - - >P0	5.157	16	307,92	30000	240	0,337	1,78

4° sottocampo: aerogeneratori M07 M08 M01 M02 M10 M03 M04 M05 M06

	LUNGHEZZE m	POTENZE MW	CARICO A	TENSIONE V	SEZIONE mmq	Δv (V/km A)	$\Delta V\%$
Aerogeneratori M07-->M08	730	2	38,49	30000	70	0,99	0,09
Aerogeneratori M08-->M01	800	4	76,98	30000	70	0,99	0,20
Aerogeneratori M01-->M02	599	6	115,47	30000	70	0,99	0,23
Aerogeneratori M02-->M10	688	8	153,96	30000	70	0,99	0,35
Aerogeneratori M10-->M03	523	10	192,45	30000	240	0,337	0,11
Aerogeneratore M03 -->M04	665	12	230,94	30000	240	0,337	0,17
Aerogeneratore M04 -->M05	873	14	269,43	30000	240	0,337	0,26
Aerogeneratore M06 -->M05	498	2	38,49	30000	70	0,99	0,06
Aerogeneratore M05 - - >P0	8.235	18	346,41	30000	300	0,283	2,69

5° sottocampo: aerogeneratori M13 M14 M15 M16 M17 M19 M20 M12 M26

	LUNGHEZZE m	POTENZE MW	CARICO A	TENSIONE V	SEZIONE mmq	Δv (V/km A)	$\Delta V\%$
Aerogeneratori M14-->M15	590	4	76,98	30000	70	0,99	0,15
Aerogeneratori M13-->M14	480	2	38,49	30000	70	0,99	0,06
Aerogeneratori M17-->M16	428	2	38,49	30000	70	0,99	0,05
Aerogeneratori M16-->M15	476	4	76,98	30000	70	0,99	0,12
Aerogeneratori M15-->M19	790	10	192,45	30000	240	0,337	0,17
Aerogeneratore M20 -->M12	629	2	38,49	30000	70	0,99	0,08
Aerogeneratore M12 -->M19	963	4	76,98	30000	70	0,337	0,08
Aerogeneratore M19 -->M26	1.090	16	307,92	30000	240	0,337	0,38
Aerogeneratore M26 - - >P0	7.191	18	346,41	30000	300	0,283	2,35

6° sottocampo: aerogeneratori M09 M11 M25 M24 M18 M23 M22 M21

	LUNGHEZZE m	POTENZE MW	CARICO A	TENSIONE V	SEZIONE mmq	Δv (V/km A)	$\Delta V\%$
Aerogeneratori M09-->M11	2.609	2	38,49	30000	70	0,99	0,33
Aerogeneratori M11-->M25	2.225	4	76,98	30000	70	0,99	0,57
Aerogeneratori M25-->M24	1.600	6	115,47	30000	70	0,99	0,61
Aerogeneratori M24-->M18	1.570	8	153,96	30000	240	0,337	0,27
Aerogeneratori M18-->M23	1.331	10	192,45	30000	240	0,337	0,29
Aerogeneratore M23 -->M22	1.092	12	230,94	30000	240	0,337	0,28
Aerogeneratore M22 -->M21	929	14	269,43	30000	240	0,337	0,28
Aerogeneratore M21 - - >PO	2.298	16	307,92	30000	240	0,337	0,29

4.5 Sottostazione AT/AT (150/380 kV)

La sottostazione di elevazione e consegna AT/AT sarà ubicata nel punto indicato negli elaborati grafici di progetto.

Al fine di minimizzare ogni tipo di impatto ambientale, il progetto prevede l'interramento di tutte le linee elettriche di convogliamento dell'energia prodotta dal parco eolico al punto di connessione.

La sottostazione AT/AT sarà suddivisa in due parti: una dell'utente e l'altra del gestore della rete.

Il layout generale della cabina è riportato negli elaborati grafici allegati.

Tratta	Lunghezza (m)
Cavidotto esterno (dalla sottostazione di elevazione alla stazione 380 kV)	19.0000

4.6 Dimensioni

Le strutture necessarie alla produzione di energia eolica occupano soltanto una piccola parte del territorio interessato, la cui quantificazione resta pertanto di non semplice definizione.

Gli aerogeneratori sono distribuiti sul territorio rispettando le distanze reciproche minime al fine di evitare interferenze aerodinamiche tra loro; per le macchine di cui è previsto l'utilizzo, ed in conseguenza delle caratteristiche del vento nella zona di installazione, si è fissata una distanza minima tra un aerogeneratore ed il successivo pari a 277,5 m e 462,5 m.

Come si potrà vedere dal layout, per il progetto in questione sono state mantenute distanze fra gli aerogeneratori generalmente superiori ai suddetti valori minimi che sarebbero comunque tecnicamente sufficienti ad evitare problemi, con l'obiettivo di non generare un eccessivo addensamento di macchine in un'area ristretta e dunque di minimizzare l'impatto visivo.

4.7 Tempi di costruzione

Per quanto riguarda i tempi di costruzione la prassi in merito alla valutazione degli effetti ambientali di qualunque iniziativa prevede che si tenga conto sia della fase di esercizio che di quella di realizzazione. Se la prima discende sostanzialmente dalla vita tecnica degli impianti, pari ad almeno 20 anni come ampiamente dimostrato dagli impianti di prima generazione ancora funzionanti, la seconda è spesso funzione dell'organizzazione del cantiere e dell'efficacia della pianificazione e del coordinamento del progetto. È infatti possibile procedere nelle diverse fasi realizzative (vie di accesso, cavidotti, fondazioni, installazione turbine, ampliamento sottostazione) in successione ed in modo continuativo, gestendo in parallelo le diverse attività.

Quest'ultimo approccio, che è anche economicamente il più conveniente, può consentire sensibili riduzioni nei tempi di realizzazione della centrale.

Per impianti eolici delle dimensioni pari a quelle del parco oggetto del presente studio, l'ultimazione dei lavori di costruzione rispetterà i tempi dettati a norma di legge.

4.8 Organizzazione del cantiere

Si premette che le aree interessate dall'impianto eolico saranno oggetto di studi ed indagini geologico-geotecniche con conseguente analisi di stabilità globale dei pendii sia nella situazione ex ante che in quella ex post agli interventi di costruzione.

Nell'allestimento e nella gestione dell'impianto di cantiere, l'Appaltatore provvederà al rispetto di quanto disposto dalla Normativa Nazionale, regionale e da eventuali Regolamenti Comunali in materia di sicurezza ed ambiente.

L'Appaltatore provvederà alla realizzazione, manutenzione e rimozione dell'impianto di cantiere e di tutte le eventuali opere provvisorie quali ad esempio ponteggi, slarghi, adattamenti, piste, ecc.

Le opere da realizzare consistono essenzialmente nelle seguenti fasi:

1. realizzazione della nuova viabilità prevista nel progetto esecutivo per il raggiungimento e collegamento delle aree previste per le piazzole degli aerogeneratori con piste di transito di larghezza di 5 m, e opere minori ad essa collegate;
2. formazione delle piazzole per l'alloggiamento degli aerogeneratori e delle relative opere di contenimento e sostegno;
3. realizzazione delle fondazioni in calcestruzzo armato degli aerogeneratori;
4. realizzazione delle opere minori di regimazione idraulica superficiale quali canalette in terra, cunette, trincee drenanti, ecc;

5. realizzazione di opere varie di sistemazione ambientale;
6. realizzazione dei cavidotti interrati interni all'impianto.

Le attrezzature di cantiere e gli automezzi impiegati per i lavori di movimento terra e posa di cavi saranno rispondenti alle caratteristiche richieste dalla legislazione vigente; a tal fine saranno accompagnati dalla documentazione atta a dimostrarne tale rispondenza e certificarne la conformità.

Si prevede la posa contemporanea di containers di cantiere per il tempo strettamente necessario alla realizzazione delle opere di impianto.

I materiali di risulta dovranno essere riutilizzati, per quanto possibile, nell'ambito del cantiere per formazione di rilevati, di riempimenti o altro; il rimanente materiale di risulta prodotto dal cantiere e non utilizzato sarà trasportato a discarica autorizzata individuata nelle vicinanze delle aree di interesse.

Si può quindi affermare che la fase di costruzione della centrale eolica non produrrà alcun impatto poiché le aree di cantiere verranno ripristinate come “ante operam” anche operando, ove necessario e richiesto, interventi di inerbimento e ripiantumazione con essenze autoctone.

5. DESCRIZIONE TECNICA TORRI E GENERATORI EOLICI

5.1 Generalità

Ciascuna torre eolica sarà essenzialmente costituita da:

- la torre di sostegno propriamente detta;
- il rotore a tre pale;
- la navicella con la turbina e tutti gli organi meccanici di trasmissione.

5.2 Torre di sostegno

L'aerogeneratore presenta una torre di sostegno di tipo tubolare con una struttura in acciaio ed un'altezza di 100 m, con una forma tronco-conica e costituita da quattro tronconi.

I quattro tronconi saranno realizzati in officina quindi trasportati e montati in cantiere.

Alla base della torre ci sarà una porta che permetterà l'accesso ad una scala montata all'interno, dotata ovviamente di opportuni sistemi di protezione (parapetti). Per ogni troncone è prevista una piattaforma di riposo. E' previsto inoltre un sistema di illuminazione di emergenza interno.

La torre sarà protetta contro la corrosione da un sistema di verniciatura multistrato. In conformità alla norma ISO 12944-5 sarà assicurata una classe di protezione alla corrosione C4 “alta (durata certificata per un periodo superiore a 15 anni)”.

Tutte le saldature saranno controllate con sistemi ad ultrasuoni o a raggi X.

Allo scopo di ridurre al minimo la necessità di raggiungere la navicella tramite le scale il sistema di controllo del convertitore e di comando dell'aerogeneratore saranno sistemati in quadri montati su una piattaforma separata alla base della torre.

L'energia elettrica prodotta viene trasmessa alla base della torre tramite cavi installati su una passerella verticale ed opportunamente schermati.

Per la trasmissione dei segnali di controllo alla navicella saranno installati cavi a fibre ottiche.

5.3 Rotore e pale

Il rotore combinato con un sistema di regolazione del passo delle pale, fornisce la migliore resa possibile adattandosi nel contempo alle specifiche della rete elettrica (accoppiamento con generatore) e minimizzando le emissioni acustiche.

Le pale avranno una lunghezza di 46,25 m, pertanto poiché il rotore è installato in cima alla torre ad un'altezza massima di 100 m, il massimo sviluppo verticale del sistema torre-pale sarà di massimo 146,25 m.

Le pale, a profilo alare, sono ottimizzate per operare a velocità variabile e saranno protette dalle scariche atmosferiche da un sistema parafulmine integrato. Saranno verniciate con colore Reichold 8091 (leggermente più scuro del RAL 7035).

L'interfaccia tra il rotore ed il sistema di trasmissione del moto è il mozzo. I cuscinetti delle pale sono imbullonati direttamente sul mozzo, che sostiene anche le flange per gli attuatori di passo e le corrispondenti unità di controllo. Il gruppo mozzo è schermato secondo il principio della gabbia di Faraday, in modo da fornire la protezione ottimale ai componenti elettronici installati al suo interno.

Il mozzo sarà realizzato in ghisa fusa a forma combinata di stella e sfera, in modo tale da ottenere un flusso di carico ottimale con un peso dei componenti ridotto e con dimensioni esterne contenute. La costruzione in ghisa sferoidale GGG 40.3 combina elevata resistenza meccanica e duttilità.

Durante il funzionamento sistemi di controllo della velocità e del passo interagiscono per ottenere il rapporto ottimale tra massima resa e minimo carico.

Con bassa velocità del vento e a carico parziale il generatore eolico opera a passo delle pale costante e velocità del rotore variabile, sfruttando costantemente la miglior aerodinamica possibile al fine di ottenere un'efficienza ottimale.

A potenza nominale ed ad alte velocità del vento il sistema di controllo del rotore agisce sull'attuatore del passo delle pale per mantenere una generazione di potenza costante. Le raffiche di vento fanno accelerare il rotore che viene gradualmente rallentato dal controllo del passo. Questo sistema di controllo permette una riduzione significativa del carico sul generatore eolico fornendo contemporaneamente alla rete energia ad alto livello di compatibilità.

Le pale sono collegate al mozzo mediante cuscinetti a doppia corona di rulli a quattro contatti ed il passo è regolato autonomamente per ogni pala. Gli attuatori del passo, che ruotano con le pale, sono motori a corrente continua ed agiscono sulla dentatura interna dei cuscinetti a quattro contatti tramite un ingranaggio epicicloidale a bassa velocità. Per sincronizzare le regolazioni delle singole pale viene utilizzato un controller sincrono molto rapido e preciso.

Per mantenere operativi gli attuatori del passo in caso di guasti alla rete o all'aerogeneratore ogni pala del rotore ha un proprio set di batterie che ruotano con la pala. Gli attuatori del passo, la carica batteria ed il sistema di controllo sono posizionati nel mozzo del rotore in modo da essere completamente schermati e quindi protetti in modo ottimale contro gli agenti atmosferici o i fulmini.

Oltre a controllare la potenza in uscita il controllo del passo serve da sistema di sicurezza primario. Durante la normale azione di frenaggio i bordi d’attacco delle pale vengono ruotati in direzione del vento. Il meccanismo di controllo del passo agisce in modo indipendente su ogni pala. Pertanto nel caso in cui l’attuatore del passo dovesse venire a mancare su due pale, la terza può ancora riportare il rotore sotto controllo ad una velocità di rotazione sicura nel giro di pochi secondi. In tal modo si ha un sistema di sicurezza a tripla ridondanza.

Quando l’aerogeneratore è in posizione di parcheggio le pale del rotore vengono messe a bandiera. Ciò riduce nettamente il carico sull’aerogeneratore, e quindi sulla torre. Tale posizione, viene pertanto attuata in condizioni climatiche di bufera.

5.4 Sistema di trasmissione

Il posizionamento delle strutture portanti è un’applicazione del principio del cono inclinato, permette un trasferimento ottimale dei carichi del rotore alla torre con una disposizione ottimale dei carichi di tutti i componenti.

Il sistema di trasmissione poggia su tre punti situati immediatamente al di sopra della flangia superiore della torre. L’inclinazione dell’asse e del cono del rotore consente di mantenere una distanza estremamente ridotta tra il piano del rotore e l’asse della torre, riducendo in tal modo il peso del ‘naso’ dell’aerogeneratore ed evitando in tal modo l’esigenza di ricorrere a materiali dotati di particolari caratteristiche meccaniche.

I carichi vengono trasferiti dall’albero del rotore al basamento mediante tre punti di supporto. Il cuscinetto a rulli oscillanti dal lato rotore è montato direttamente sul basamento come cuscinetto fisso. Il cuscinetto mobile è integrato nella scatola di ingranaggi e collegato all’albero di trasmissione mediante un disco calettato a caldo. I carichi sui supporti che agiscono sulla scatola degli ingranaggi vengono trasferiti al basamento attraverso sospensioni elastiche in gomma.

Il cuscinetto a rulli oscillanti dal lato rotore è sostenuto in una sede adattata appositamente che integra anche il dispositivo di blocco del rotore, il quale permette di fissare il rotore con bulloni durante i lavori di manutenzione. La sede del cuscinetto è realizzata in ghisa sferoidale GGG 40.3. Il cuscinetto oscillante a rulli è lubrificato con grasso e protetto dagli agenti esterni da efficaci tenute a labirinto e V-rings.

L’albero del rotore è un componente forgiato, in particolare su di esso è forgiata una flangia in acciaio inossidabile 30CrNiMo8. L’estremità dell’albero dal lato rotore è inserita direttamente nell’ingranaggio epicicloidale e fissata alla scatola ingranaggi con disco calettato a caldo.

La scatola ingranaggi è a tre stadi con una ruota epicicloidale e due ruote dentate cilindriche. La dentatura delle ruote è ottimizzata per l’efficienza e la riduzione delle emissioni acustiche. Negli elementi di sospensione al

basamento sono integrate delle bussole elastiche. La sospensione elastica della scatola ingranaggi permette di avere sia un supporto mobile che una grande efficacia di disaccoppiamento della scatola ingranaggi dal basamento riducendo la rumorosità e le vibrazioni. Di particolare qualità è il materiale delle bussole elastiche per garantire una lunga durata.

Nell'accoppiamento elastico della scatola ingranaggi al generatore è stato integrato un freno a disco con due pinze ad alta resistenza termica in caso di frenata di emergenza.

L'accoppiamento compensa ogni spostamento tra la scatola ingranaggi ed il generatore causato dalla sospensione elastica della scatola stessa. Inoltre l'accoppiamento dispone di una frizione di sicurezza che protegge la scatola ingranaggi prevedendo il trasferimento di momenti torcenti nell'eventualità di un corto circuito al generatore.

Il freno a disco meccanico funge da sistema di sicurezza addizionale. Esso viene attivato solo nel caso di grave malfunzionamento, quale un guasto ai sistemi di sicurezza primari (i meccanismi di regolazione delle pale), e quindi crea un quarto livello di sicurezza in aggiunta ai tre sistemi indipendenti di regolazione del passo. Anche il freno a disco è progettato a prova di guasto. Esso viene attivato da molle e azionato idraulicamente.

5.5 Impianto elettrico del generatore eolico

L'impianto elettrico è un componente fondamentale per un rendimento ottimale ed una fornitura alla rete di energia di prima qualità. Il generatore asincrono a doppio avvolgimento consente il funzionamento a velocità variabile con limitazione della potenza da inviare al circuito del convertitore, ed in tal modo garantisce le condizioni di maggior efficienza dell'aerogeneratore.

Con vento debole la bassa velocità di inserimento va a tutto vantaggio dell'efficienza, riduce l'emissioni acustiche, migliora le caratteristiche di fornitura alla rete. Il generatore a velocità variabile livella le fluttuazioni di potenza in condizioni di carico parziale ed offre un livellamento quasi totale in condizioni di potenza nominale.

Ciò porta a condizioni di funzionamento più regolari dell'aerogeneratore e riduce nettamente i carichi dinamici strutturali. Le raffiche di vento sono “immagazzinate” dall'accelerazione del rotore e sono convogliate gradualmente alla rete. La tensione e la frequenza fornite alla rete restano assolutamente costanti. Inoltre il sistema di controllo del convertitore può venire adattato ad una grande varietà di condizioni di rete e può persino servire reti deboli.

Il generatore è completamente incapsulato ed ha una classe di protezione IP54. Il calore in eccesso viene disperso nell'atmosfera mediante uno scambiatore aria-aria che fa uso di canali fonoassorbenti.

Il convertitore è controllato attraverso circuiti di elettronica di potenza da un microprocessore a modulazione di ampiezza d'impulso. La fornitura di corrente è quasi completamente priva di flicker, la gestione regolabile della

potenza reattiva, la bassa distorsione, ed il minimo contenuto di armoniche definiscono una fornitura di energia eolica di alta qualità. La bassa potenza di cortocircuito permette una migliore utilizzazione della capacità di rete disponibile e può evitare costosi interventi di potenziamento della rete.

5.6 Basamento e involucro della navicella

La sospensione su tre punti del gruppo di trasmissione con un cuscinetto centrale del rotore e due supporti elastici a sostegno della scatola ingranaggi, nella sua configurazione a cono inclinato (brevettata) permette di ottenere una costruzione leggera, molto compatta del basamento che seppure in acciaio saldato, ha tuttavia un alto grado di rigidità. L'alta impedenza del basamento rigido apporta un efficace disaccoppiamento dei rumori originati dalla scatola di ingranaggi. Tutti i componenti sono assemblati modularmente sul basamento. Ciò consente l'utilizzo di una gru di dimensioni ridotte per l'assemblaggio in sito e semplifica i successivi lavori di manutenzione e riparazione.

L'involucro della navicella combina le compatte dimensioni esterne (che consentono di trasportare l'aerogeneratore su strada con l'involucro chiuso nonostante le dimensioni) con un design piacevole ed elegante. L'ogiva è grande a sufficienza per consentire di accedere direttamente dalla navicella ai sistemi di controllo del passo situati all'interno del mozzo per eseguire la manutenzione. Per l'assorbimento acustico l'intera navicella è rivestita di materiale fonoassorbente.

5.7 Sistema di imbardata

L'aerogeneratore è dotato di due banderuole riscaldate a controllo incrociato per l'esatta corrispondenza dei segnali. Esse forniscono una misurazione molto accurata della direzione del vento. L'esatto allineamento del rotore alla direzione del vento è un requisito essenziale per ottimizzare la resa e contemporaneamente evitare carichi aggiuntivi sull'aerogeneratore causati da un flusso d'aria obliquo.

Il basamento è collegato alla torre per mezzo di una ralla a quattro contatti con dentatura esterna. L'imbardata della navicella è ottenuta per mezzo di quattro motoriduttori. Tra un movimento di imbardata e l'altro la navicella viene ancorata per mezzo di dieci pinze (freno d'imbardata) in modo da evitare che l'anello di imbardata sia soggetto a momenti d'imbardata esterni. Durante il movimento la pressione del freno viene solo ridotta per evitare l'inversione di direzione della dentatura durante l'imbardata e quindi proteggerla.

I freni di imbardata ricevono la necessaria pressione da una centralina oleodinamica così come il freno di sicurezza del sistema di trasmissione. Per garantire la sicurezza del funzionamento in ogni condizione, l'impianto

idraulico è dotato di diversi accumulatori che garantiscono la necessaria pressione dei freni anche nel caso in cui venisse a mancare l'alimentazione.

5.8 Sistema di controllo

Tutto il funzionamento dell'aerogeneratore è controllato da un sistema a microprocessori che attua un'architettura multiprocessore in tempo reale. Tale sistema è collegato a un gran numero di sensori mediante cavi a fibre ottiche. In tal modo si garantisce la più alta rapidità di trasferimento del segnale e la maggior sicurezza contro le correnti vaganti o i colpi di fulmine. Il computer installato nell'impianto definisce i valori di velocità del rotore e del passo delle pale e funge quindi anche da sistema di supervisione dell'unità di controllo distribuite dell'impianto elettrico e del meccanismo di controllo del passo alloggiato nel mozzo.

La tensione di rete, la fase, la frequenza, la velocità del rotore e del generatore, varie temperature, livelli di vibrazione, la pressione dell'olio, l'usura delle pastiglie dei freni, l'avvolgimento dei cavi, nonché le condizioni meteorologiche vengono monitorate continuamente. Le funzioni più critiche e sensibili ai guasti vengono monitorate con ridondanza. In caso di emergenza si può far scattare un rapido arresto mediante un circuito cablato in emergenza, persino in assenza del computer e dell'alimentazione esterna.

Tutti i dati possono essere monitorati a distanza da un PC collegato mediante una linea telefonica, in modo che l'operatore e il personale della manutenzione possano ricevere in qualsiasi momento informazioni complete sullo stato dell'aerogeneratore. Sono previsti vari livelli, protetti da password, che permettono persino il telecomando dell'aerogeneratore sulla base di appropriati privilegi di accesso.