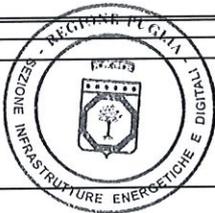


**Regione Puglia
Comune di Stornara (FG)**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO
EOLICO NEL COMUNE DI STORNARA LOCALITA'
"POSTICCIOLA"**



PROGETTO DEFINITIVO

**Titolo: DISCIPLINARE DESCRITTIVO
E PRESTAZIONALE ELEMENTI TECNICI**

Tavola

R 02

<p>Progettazione:</p> <p>STUDIO DI INGEGNERIA</p> <p>Ing. MARSEGLIA Mariano via N. Sacco 19, 71045 Orta Nova (FG). Tel. 338-8600146 E-mail: ing.marianomarseglia@gmail.com</p> <p>Ing. Mariano MARSEGLIA</p>  <p>COLLABORATORE: Geom. Claudio ZINGARELLI</p>	<p>Proponente:</p> <p>INERGIA S.p.a.</p> <p>Sede Operativa: Via Cola D'Amatrice n. 1 63100 ASCOLI PICENO Tel.: 0736/342490 Fax: 0736/341243</p> <p>Sede legale: Via Amo, 21 - 00198 ROMA Tel.: 06/97746380 Fax: 06/97746381</p> <p>www.inergia.it e-mail: info@inergia.it</p> 	<p>Visti:</p> <p>REGIONE PUGLIA DIPARTIMENTO SVILUPPO ECONOMICO - INNOVAZIONE ISTRUZIONE - FORMAZIONE E LAVORO - SEZIONE INFRASTRUTTURE ENERGETICHE E DIGITALI</p> <p>La presente copia, composta da n°....<u>36</u>... facciate, è conforme all'originale, depositato presso la Sezione Infrastrutture Energetiche e Digitali.</p> <p>12-12-2018 Bari, li</p> <p>L'INCARICATO</p> <p>Questo elaborato, parte integrante del progetto definitivo, è allegato all'atto Dirigenziale della Sezione Infrastrutture Energetiche e Digitali.</p> <p>n. <u>202</u> del <u>12-12-2018</u></p>
--	--	--

Scala:	Formato Stampa:	Tipo	Progetto	Fase	Categoria	Cont.	Rev.
	A4/A3	E O	T C 2	P D	E T P	0 4	B

Rev.	Data	Descrizione revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
A	Apr 2011	Prima emissione	TAZZOLI	CORRADETTI	CAIROLI
B	Mag 2018	Aggiornamento parere V.I.A. - D.D n. 2283 del 06/10/2015 Adeguamenti Formulati in Conferenza di Servizi	MARSEGLIA / ZINGARELLI	CORRADETTI	CAIROLI

Sommario

1. INTRODUZIONE.....	2
2. Caratteristiche generali del campo eolico.....	2
3. SEZIONE I - STRADE DI ACCESSO AL PARCO EOLICO E DI COLLEGAMENTO TRA GLI AEROGENERATORI.....	4
4. SEZIONE II- PIAZZOLE DI MONTAGGIO DEI COMPONENTI DEGLI AEROGENERATORI	12
5. SEZIONE III-LAVORI DI SCAVO PER LA REALIZZAZIONE DEL PIANO DI POSA DEI PLINTI DEGLI AEROGENERATORI E RIPRISTINO FINALE	14
6. SEZIONE IV-REALIZZAZIONE DEI PLINTI DI FONDAZIONE DELLE TORRI.....	18
7. SEZIONE V - REALIZZAZIONE DELLA SOTTOSTAZIONE DI TRASFORMAZIONE E CONSEGNA (30/150 kV).....	24
8. SEZIONE VI - Opere civili relative alle opere elettriche	28
9. SEZIONE VII -AEROGENERATORI.....	32

REGIONE PUGLIA
DIRETTORATO SVILUPPO ECONOMICO - INNOVAZIONE
- ISTRUZIONE - FORMAZIONE E LAVORO
SEZIONE INFRASTRUTTURE ENERGETICHE E DIGITALI
L'incaricato

Questo elaborato, parte integrante
del progetto definitivo, è allegato all'atto
d'incarico della Sezione Infrastrutture
Energetiche e Digitali.

INERZIA S.p.A.

1. INTRODUZIONE

Oggetto della presente è la progettazione definitiva del parco eolico sito nel Comune di Stornara (FG) in località “Posticciola” e delle opere elettriche accessorie.

Il progetto è stato rivisto in conformità alla Determina Dirigenziale n. 2283 del 6 ottobre 2015 della Provincia di Foggia – Settore Ambiente – che ha espresso parere favorevole di VIA, per la realizzazione del parco eolico limitatamente per gli aerogeneratori contraddistinti con i nn. 1 – 2 – 5 - 6 – 7; e alla nota della Regione Puglia Sezione Infrastrutture Energetiche e Digitali prot. 2079 del 16/05/2018 che comunicava la conclusione positiva del procedimento di autorizzazione unica ai sensi del D.Lgs. 387/03, confermando la riduzione a n. 5 aerogeneratori, della potenza unitaria nominale pari a 2,0 MW, per una potenza totale di 10,00 MW.

Gli impianti ed opere da eseguire sono quelli sinteticamente sotto raggruppati:

- rete di distribuzione interna a MT (30 kV) in cavo interrato per la interconnessione degli aerogeneratori costituenti il parco eolico.
- Il progetto e la fornitura dell'impianto elettrico interno agli aerogeneratori, compreso il trasformatore MT/BT e i quadri a MT in configurazione entra-esce, sono di competenza del fornitore degli aerogeneratori stessi;
- linea di vettoriamento a MT (30 kV) in cavo interrato dall'ultima wtg alla sottostazione;
- sottostazione di trasformazione AT/MT;
- rete in fibra ottica tra le torri eoliche con la cabina di smistamento e da questa alla sottostazione;
- impianti di messa a terra.

2. CARATTERISTICHE GENERALI DEL CAMPO EOLICO

Il parco eolico di Stornara, oggetto del presente progetto definitivo, prevede una potenza installata di 10,00 MW equivalenti alla installazione di n° 5 aerogeneratori, della potenza unitaria nominale pari a 2,00 MW.

L'impianto eolico per la produzione di energia elettrica avrà le seguenti caratteristiche generali:

- ◆ n° 5 aerogeneratori del tipo Vestas V110, o similare, di potenza unitaria nominale pari a 2,00 MW, comprensivi al loro interno di cabine elettriche di trasformazione BT/MT;
- ◆ Strade di accesso agli impianti
- ◆ N. 5 piazzole di montaggio degli aerogeneratori;
- ◆ rete elettrica interna a 30 kV dai singoli aerogeneratori eolici;
- ◆ Sottostazione elettrica.

Le opere da eseguire sono così di seguito suddivise:

SEZIONE I

Strade di accesso al parco eolico e di collegamento tra gli aerogeneratori;

SEZIONE II

Piazzole di montaggio dei componenti degli aerogeneratori;

SEZIONE III

Lavori di scavo per la realizzazione del piano di posa dei plinti degli aerogeneratori;

SEZIONE IV

Realizzazione dei plinti di fondazione degli aerogeneratori;

SEZIONE V

Realizzazione delle sottostazioni;

SEZIONE VI

Opere civili relative alle opere elettriche;

SEZIONE VII

Aerogeneratori .

3. SEZIONE I - STRADE DI ACCESSO AL PARCO EOLICO E DI COLLEGAMENTO TRA GLI AEROGENERATORI.

3.1 Strade di accesso e viabilità di servizio

Gli interventi di realizzazione e sistemazione delle strade di accesso all'impianto si suddividono in due fasi:

FASE 1 — STRADE DI CANTIERE (sistemazioni provvisorie)

FASE 2 — STRADE DI ESERCIZIO (sistemazioni finali)

La viabilità interna all'impianto risulterà costituita principalmente dall'adeguamento delle carrarecce esistenti, integrata da tratti di strade da realizzare *ex-novo*, per raggiungere le postazioni di macchina.

I nuovi tracciati avranno lunghezze e pendenze delle livellette tali da seguire, la morfologia propria del terreno evitando eccessive opere di scavo o di riporto così come si evince dalle tavole dei profili stradali del progetto definitivo.

3.1.1 fase 1 — strade di cantiere

Il percorso rappresentato nel progetto definitivo è stato concepito per far coincidere totalmente le strade di esercizio con quelle di cantiere, limitando le divisioni delle singole proprietà. Le strade durante la fase di cantiere dovranno avere una fondazione stradale di circa 5,0 m.l. per uno spessore di 40 cm e uno strato di finitura di circa 4,0 m.l. per uno spessore di 20 cm. Inoltre le livellette seguono quasi fedelmente le pendenze attuali del terreno per ridurre scavi e riporti ed il tracciato ha un raggio di curvatura minimo di 30 m.l.

In questa fase la sezione stradale, avrà larghezza variabile, rispetto a quella standard pari a 5,0 ml definita indicativamente nelle tavole delle sezioni stradali del progetto, al fine di permettere senza intralcio il transito dei mezzi di trasporto e di montaggio necessari al tipo di attività che si svolgeranno in cantiere in fase di trasporto e montaggio degli aerogeneratori.

Piccole variazioni possono essere consentite, soprattutto per quel che riguarda la consistenza del corpo stradale che potrebbe subire delle riduzioni dello spessore (stimato mediamente in 0,60 ml), in tratti ove l'andamento e la consistenza del terreno lo consentono.

Altre minime modifiche, possono essere consentite nel tracciato, sia planimetricamente che altimetricamente, al fine di ottimizzare il lavoro, ma garantendo sempre solidalmente:

- l'esecuzione ed il completamento di tutte le attività all'interno del campo (soprattutto passaggio degli automezzi e dei componenti),
- la percorribilità senza cedimenti e deformazioni localizzate della strada,
- l'occupazione dei suoli terreni contrattualizzati dalla Committente.

La viabilità dovrà comunque essere capace di permettere il transito nella fase di cantiere delle autogrù necessarie ai sollevamenti ed ai montaggi dei vari componenti dell'aerogeneratore, oltre che dei mezzi di trasporto dei componenti stessi dell'aerogeneratore, poiché tali automezzi potranno raggiungere anche i 60 ml di lunghezza e le 70 t. di massa complessiva.

Tale funzionalità della strada, che dovrà essere confermata dalle ditte che provvederanno ai trasporti ed ai montaggi degli aerogeneratori, sarà comunque garantita dal rispetto del progetto e delle specifiche

tecniche e dall'osservanza di quanto disposto dalla Direzione Lavori.

L'adeguamento o la costruzione ex-novo della viabilità di cantiere deve obbligatoriamente essere tale da garantire il deflusso regolare delle acque e il convogliamento delle stesse nei compluvi naturali o artificiali oggi esistenti in loco. Le opere di convogliamento delle acque saranno realizzate in maniera tale da evitare sversamenti non regimentati nei terreni adiacenti alle sedi stradali; pertanto dovranno prevedersi, caso per caso e secondo le specifiche sezioni stradali raccordate al naturale pendio del terreno, scoline di raccolta trasversali o ubicate ai margini della sezione stradale, e fossi di guardia posizionati a monte e al piede dei rilevati nei casi in cui la strada sia ricavata in trincea o in scavo e rinterro; particolare attenzione si dovrà prestare nei punti di raccordo tra la nuova viabilità e quella esistente, al fine di salvaguardare l'attuale sistema di convogliamento delle acque meteoriche e al fine di evitare sversamenti diretti delle acque provenienti dalle nuove opere stradali su quelle esistenti. Per ovviare a inconvenienti del genere si dovrà prevedere la posa eventuale di tubazioni metalliche che attraversano il corpo stradale e canali di raccolta per intercettare le acque e permettere il loro corretto convogliamento e deflusso. Tali accorgimenti andranno presi anche nei punti di raccordo tra la nuova viabilità e le piazzole necessarie per il montaggio degli aerogeneratori.

Tanto premesso le opere connesse alla viabilità di cantiere saranno costituite dalle seguenti attività:

Tracciamento stradale: comprende la determinazione dei punti fissi e delle quote di progetto della viabilità, la pulizia del terreno consistente nello scotico del terreno vegetale per uno spessore medio di 20 cm, il carico, trasporto a rifiuto o reimpiego del materiale; comprende lo sradicamento delle ceppaie e la selezione e l'accantonamento in situ del cotico erboso per il successivo reimpiego in fase di rinaturalizzazione delle aree di cantiere; In ogni tratto stradale bisognerà prestare particolare attenzione alle alberature agli arbusti esistenti, che dovranno essere salvaguardati anche per la natura stessa delle aree di intervento.

Realizzazione dello strato di fondazione: è il primo livello della soprastruttura, ed ha la funzione di distribuire i carichi sul sottofondo. Lo strato di fondazione, costituito da un opportuno misto di cava, deve essere messo in opera in modo tale da ottenere a costipamento avvenuto uno spessore di circa 40/45 cm. Il misto richiesto, sia esso di cava che di frantumazione, deve essere costituito da elementi sani, duri, puliti, pertanto non potranno essere utilizzati misti granulari costituiti da clasti teneri, quali breccie calcaree, arenarie, tuffi, pozzolane, ecc, e dovranno essere assolutamente assenti materiali dannosi, sia in forma pellicolare che come aggregati indipendenti. Per il costipamento si raccomanda l'impiego di un rullo liscio vibrante di peso compreso tra 6 e 8 t, agente sulla superficie da trattare ad una velocità massima di 1,5 Km/h, ed inoltre ogni singola striscia deve essere rullata con un minimo di 6 passate, con una percentuale di ricoprimento maggiore o uguale al 25%, iniziando dai bordi esterni per terminare con la fascia centrale.

Realizzazione dello strato di finitura: costituisce lo strato a diretto contatto con le ruote dei veicoli e poiché non è previsto il manto bituminoso, al di sopra dello strato di base deve essere messo in opera uno strato di finitura per uno spessore finito di circa 20 cm, che si distingue dallo strato di base in quanto caratterizzato da una pezzatura con diametro massimo di 30mm, mentre natura e caratteristiche del misto, modalità di stesa e di costipamento, rimangono gli stessi definiti per lo strato di fondazione. Già in fase di cantiere dovrebbe essere realizzata la pavimentazione stradale costituita da: fornitura, stesa, innaffiamento e rullatura di uno strato di frantumato di cava di colore scuro di 3 cm, e la sagomatura della massicciata per il drenaggio spontaneo delle acque meteoriche, prevedendo altresì bande laterali di circa 50 cm

costituite da materiale lapideo di maggiore pezzatura non costipato al fine di garantire il drenaggio delle acque.

3.1.2 Fase 2 — Strade di esercizio

Le fase seconda prevede la regolarizzazione del tracciato stradale utilizzato in fase di cantiere, secondo gli andamenti precisati nel progetto della viabilità di esercizio; prevede altresì il ripristino della situazione ante operam di tutte le aree esterne alla viabilità finale e utilizzate in fase di cantiere nonché la sistemazione di tutti gli eventuali materiali e inerti accumulati provvisoriamente.

L'andamento della strada dovrà essere regolarizzato e la sezione della carreggiata utilizzata in fase di cantiere dovrà essere ristretta a 4,00 ml, mentre tutti i cigli dovranno essere conformati e realizzati secondo le indicazioni della direzione lavori, e comunque particolare pregio; qualora si rendano necessari, per la corretta esecuzione delle opere eventuali tagli di arbusti e/o alberature, l'appaltatore, prima di procedere, è tenuto obbligatoriamente a darne comunicazione alla Direzione Lavori, la quale, previa autorizzazione delle Autorità Competenti, darà l'eventuale autorizzazione.

Formazione della sezione stradale: comprende opere di scavo e formazione di rilevati nonché opere di consolidamento delle scarpate e dei rilevati nelle zone di maggiore pendenza; in particolare gli eventuali consolidamenti potranno essere realizzati facendo uso di gabbionate in pietrame, materiale ritenuto particolarmente idoneo per le caratteristiche drenanti, per le capacità di contenimento delle spinte, per la facilità di montaggio e smontaggio e per la predisposizione al facile attecchimento di specie arbustive. Le pendenze delle scarpate devono essere realizzate tenendo conto dell'auto portanza del terreno e devono garantire la stabilità anche in condizioni atmosferiche avverse. I materiali di scavo possibilmente dovranno essere reimpiegati in situ sia per la formazione dei rilevati di altri tratti stradali che delle piazzole. Prima di riutilizzare il materiale scavato per la formazione dei rilevati, l'appaltatore dovrà essere autorizzato dalla Direzione Lavori, che provvederà a constatare l'idoneità del materiale da reimpiegare. Per quanto riguarda il riutilizzo in situ di materiale scavato per ripristinare le aree di cantiere non necessarie alla fase di esercizio dell'impianto, l'Appaltatore dovrà separare e stoccare in aree predisposte, il terreno vegetale dal materiale arido, per consentire alla Direzione Lavori la constatazione delle caratteristiche del materiali e per stabilirne quindi il loro corretto riutilizzo.

In nessun caso, seppure sollecitato dai proprietari, l'Appaltatore può disseminare nei terreni limitrofi il materiale scavato e non riutilizzabile, senza l'autorizzazione della Direzione Lavori; questo al fine di salvaguardare le caratteristiche del sito, per rispettare i criteri progettuali adottati e per tenere fede a quanto dichiarato in tutti gli elaborati grafici e descrittivi del progetto autorizzato.

Formazione del sottofondo: è costituito dal terreno, naturale o di riporto, sul quale viene messa in opera la soprastruttura, a sua volta costituita dallo strato di fondazione e dallo strato di finitura. La superficie di posa deve essere priva di acque stagnanti e sagomata secondo la pendenza trasversale prevista per la realizzazione del piano transitabile finale. Qualche che sia la natura dei terreni costituenti il sottofondo, esso deve essere opportunamente costipato ricorrendo ai più idonei rulli di costipamento, poiché per il sottofondo visto la mole di carichi che transiteranno all'interno del cantiere, si richiede un grado di costipamento maggiore o uguale al 95% della densità massima di riferimento (AASHTO Modificato), per uno spessore dell'ordine di 20 ÷ 40 cm. Qualora la natura del sottofondo sia tale per cui nonostante il corretto trattamento dello stesso non è possibile riutilizzando terreno proveniente dagli scavi seguendo

pedissequamente il tracciato della viabilità di esercizio.

Le opere connesse alla viabilità di esercizio saranno così realizzate:

- eventuale ripristino finale della pavimentazione stradale già realizzata in fase di cantiere costituita da: fornitura, stesa, innaffiamento e rullatura di uno strato di frantumato di cava di colore scuro di 3 cm;
- Sagomatura della massiciata per il drenaggio spontaneo delle acque meteoriche e eventuali ripristini delle bande laterali drenanti già previste in fase di cantiere;
- Modellazione con terreno vegetale dei cigli della strada e delle scarpate e dei rilevati;
- Ripristino della situazione ante operam delle aree esterne alla viabilità di esercizio, delle zone utilizzate durante la fase di cantiere.

3.2 Oneri, prescrizioni esecutive per particolari tipi di opere connesse alla realizzazione della viabilità, e criteri di misurazione

3.2.1 Scavi di sbancamento a sezione ampia

Le relative specifiche sono analoghe a quelle descritte alla SEZIONE III, capitolo dedicato ai Lavori di scavo per la realizzazione del piano di posa dei plinti degli aerogeneratori e ripristino finale;

3.2.2 Riporti e rilevati

Si tratteranno esclusivamente i riporti eseguiti con:

- materiali provenienti da scavi e/o da depositi esistenti nell'area di cantiere;
- materiali provenienti da cave all'interno e/o all'esterno dell'area di cantiere

In base alla destinazione i riporti vengono così distinti:

- a) riporti e/o rilevati destinati a costituire riempimento generale di aree per impianti fino alle quote di progetto;
- b) riporti destinati a costituire il corpo di rilevati stradali, escluse le fondazioni stradali propriamente dette;

L'esecuzione dei riporti, essendo subordinata al programma generale di esecuzione degli impianti, può subire variazioni, sia nel programma che nelle modalità esecutive.

Per i criteri da seguire nel progetto e nell'esecuzione dei lavori, per quanto non specificato, si rinvia alle "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno della terra e delle opere di fondazione" contenute nel D.M. 11/3/1988, ed a quanto indicato nella Circolare del MINISTERO LL.PP. n. 30483 del 24/9/1988" in seguito "**norme tecniche DM 11/3/88**".

3.2.2.1 Prescrizioni esecutive per riporti e rilevati

Preparazione del piano di posa dei riporti

Per la preparazione del piano di posa dei riporti, se necessario, si deve provvedere al taglio delle piante, all'estirpamento delle ceppaie, radici, arbusti, ecc. ed al loro trasporto fuori dall'area di cantiere. Si deve altresì provvedere all'asportazione dello strato superficiale di terreno vegetale.

La prefissata profondità di 20-30 cm relativa alla pulizia del terreno ed all'asportazione del terreno vegetale, può essere maggiorata qualora la Direzione Lavori lo ritenga necessario. La Direzione Lavori

può richiedere che il terreno vegetale degli strati superficiali venga trattenuto ed accatastato ai lati dell'area per essere successivamente utilizzato per il rivestimento di scarpate, banchine, ecc. In tal caso l'Appaltatore deve assicurare il regolare smaltimento delle acque e che non venga ostacolato il lavoro di cantiere. La successiva sistemazione del terreno vegetale sarà compensata come da Prezziario.

Effettuata la rimozione dello strato di terreno vegetale, o raggiunta a seguito di sbancamento la quota d'imposta del riporto, deve essere eseguita, ove ritenuta necessaria a giudizio della Direzione Lavori, la compattazione del piano di posa del riporto con numero di otto passate di rullo compressore avente un peso minimo di 6 t.

Quando i riporti da eseguire devono poggiare su declivi con pendenza superiore al 15%, si deve provvedere all'esecuzione, lungo il pendio, di gradoni con inclinazione del 2-3% inversa a quella del terreno.

Lo scavo di sbancamento per la formazione dei gradoni verrà eseguito secondo le prescrizioni, gli oneri ed i compensi indicati dal Prezziario.

Qualora il riporto abbia uno spessore maggiore di 50 cm, la Direzione Lavori, a sua discrezione, può richiedere che il piano di posa dello stesso, per uno spessore di almeno 30 cm, venga compattato fino a raggiungere il 90% della densità AASHTO Modificata.

La Direzione Lavori, potrà verificare il grado di costipamento; nel caso il limite sia inferiore al 90%, si dovrà operare affinché detto valore sia raggiunto, senza alcun onere da parte della Committente.

Materiali

La Direzione Lavori indicherà per ogni riporto il tipo di terra richiesto, autorizzando preventivamente l'utilizzo di materiali proveniente da scavi eseguiti in cantiere;

Per la formazione dei riporti alle quote prescritte, devono essere impiegati, in generale, e salvo quanto più avanti prescritto, fino al loro totale esaurimento, tutti i materiali provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti nel corso dei lavori, se e in quanto disponibili, ed adatti a giudizio della Direzione Lavori stessa;

In ogni caso prima di utilizzare tali materiali si deve chiedere l'autorizzazione alla Direzione Lavori.

L'onere del loro trasporto dalla zona di scavo alla zona di utilizzazione nell'area di cantiere, è compreso nel prezzo dello scavo (salvo che lo scavo non sia eseguito da altro appaltatore, nel qual caso sarà concordato il relativo prezzo).

Qualora i materiali di cui sopra vengano a mancare in tutto o in parte, i materiali occorrenti devono essere prelevati da cave gestite da terzi, o da cave di prestito predisposte all'uopo dall'Appaltatore.

L'Appaltatore deve tener conto della distanza della/e cava/e dal luogo d'impiego. Qualora si ricorra a cave di prestito, queste devono essere coltivate a totale cura e spese dell'Appaltatore in modo che, tanto durante l'esecuzione degli scavi, quanto a scavo ultimato, non si abbiano a verificare franamenti, ristagni d'acqua e comunque condizioni pregiudizievoli per la salute e l'incolumità pubblica.

I materiali provenienti da cave, se diversi da quelli prescritti, per essere resi idonei alla formazione di riporti in conformità alle richieste, possono essere sottoposti ad adeguati trattamenti preliminari (vagliature, frantumazione, miscelazione od altro), tali da farli rientrare nel tipo di terra prescritta, il tutto a cura e spese dell'Appaltatore.

La necessità di procedere a tali trattamenti, nonché il tipo e le modalità esecutive del trattamento stesso, devono essere stabiliti tra Appaltatore e Direzione Lavori a seguito di indagini in situ e/o prove di laboratorio, eseguite a cura e spese dell'Appaltatore.

In casi particolari, e sempre previa autorizzazione della Direzione Lavori, le cave di prestito possono essere ubicate anche all'interno dell'area di cantiere.

Nel caso di utilizzazione di cave interne i riporti vengono valutati come segue:

- la cavatura viene compensata con il prezzo relativo allo sbancamento in base al volume rilevato a compattazione eseguita;
- la formazione del riporto viene compensata con i prezzi relativi alla sistemazione di riporti con impiego di materiale proveniente dagli scavi in cantiere previsti nel Prezziario.

Tuttavia, nel caso che i materiali, per poter corrispondere alle caratteristiche prescritte, richiedano trattamenti preliminari speciali e/o la miscelazione con inerti non reperibili in sito, verrà stabilito, caso per caso, un sovrapprezzo a compenso di detti oneri. Tale approvvigionamento dei materiali, sia presso cave gestite da terzi che da cave di prestito, tanto in terreni privati che di Enti Pubblici e/o Demaniali, intendendosi compresa la sistemazione delle cave a lavori ultimati, nel caso si tratti di cave di prestito:

- a) realizzazione di rampe, piste di accesso, ecc. (scavi, riporti, costipamenti) le cui quantità non verranno contabilizzate;
- b) prove di laboratorio sui materiali, ed alle prove da effettuare per verificare il raggiungimento delle densità richieste. Le prove suddette sono definite, nel numero e nelle modalità, di comune accordo tra Committente e Appaltatore;
- c) eventuali trattamenti preliminari dei materiali, al fine di renderli idonei all'impiego.

Si devono consegnare i riporti con scarpate regolari e spianate con i cigli bene allineati e profilati, compiendo, durante l'esecuzione dei lavori e fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e la sistemazione delle scarpate e l'espurgo delle eventuali cunette.

L'impiego dei mezzi costipanti deve conferire in ogni caso, ai singoli strati di materiale, un grado di costipamento uguale o superiore al 90% della densità AASHTO Modificata.

La Committente, a cura e spese dell'Appaltatore potrà verificare il grado di costipamento; nel caso il limite sia inferiore al 90%, l'Appaltatore dovrà operare affinché detto valore sia raggiunto, senza alcun onere da parte della Committente.

Rivestimenti con terra vegetale

Nella costruzione dei rilevati si deve tener conto, riducendo opportunamente la sezione del progetto del rilevato, che le scarpate a richiesta della Committente, possono venire rivestite con terreno vegetale per uno spessore di almeno 15 cm, ma non superiore a 20 cm; il terreno necessario può provenire sia dagli scoticamenti in cantiere, che da altra origine purché posseda, a giudizio della Direzione Lavori, caratteristiche tali da assicurare l'attecchimento e lo sviluppo della vegetazione. Il rivestimento con terreno vegetale deve essere eseguito procedendo a cordoni orizzontali, da costiparsi con mezzi idonei onde evitare distacchi e/o scoscendimenti.

Inghiaimento superficiale

L'inghiaimento superficiale è un trattamento di finitura di aree non pavimentate, ottenuto eseguendo la stesa di ghiaietto o pietrischetto in uno strato uniforme e con superficie regolare. Il ghiaietto e il pietrischetto devono avere la pezzatura massima di 25 mm, con coefficiente di uniformità superiore a 4 e

con meno del 5% di passante al setaccio 0,075 mm, classificabile nel gruppo "GW" secondo la Tabella U.S.C.S..

Il materiale deve essere perfettamente pulito ed esente da corpi estranei e lo spessore minimo dello strato non deve essere inferiore a 5 cm.

3.2.3 Lavori stradali e pavimentazioni esterne

L'esecuzione di strade e piazzali, potendo essere inserita nel programma generale di esecuzione di impianti industriali, può subire variazioni, sia nel programma che nelle modalità esecutive. Per quanto sopra l'Appaltatore non può richiedere maggiori compensi, a qualsiasi titolo, per lavori eseguiti in concomitanza con lavori di montaggi industriali. Fanno unicamente eccezione gli eventuali rifacimenti di quanto già eseguito, purché non causati da difetto dell'opera, e l'eventuale "fermo cantiere", se richiesti esplicitamente dalla Committente.

3.2.3.1 Materiali e prescrizioni

Sottofondo

Prima di procedere alla messa in opera dello strato di fondazione si deve rendere idonea la superficie del sottofondo, sia essa ricavata in scavo o costituita da riporto. La superficie di posa deve essere priva di acque stagnanti e sagomata secondo la pendenza trasversale prevista per la realizzazione del piano transitabile finale.

Quale sia la natura delle terre costituenti il sottofondo, esso deve essere opportunamente costipato ricorrendo ai più idonei rulli di costipamento. Salvo quanto di diverso specificato in progetto, per il sottofondo si richiede un grado di costipamento maggiore o uguale al 95% della densità massima di riferimento (AASHTO Modificato), per uno spessore dell'ordine di 20 ÷ 40 cm. Il modulo di deformazione "Md" ottenuto mediante prova di carico con piastra rigida, deve risultare uguale o maggiore a 30 Mpa.

Qualora la natura del sottofondo sia tale per cui nonostante il corretto trattamento dello stesso non è possibile il raggiungimento del modulo suddetto, salvo quanto già di specifico indicato in progetto, tra Committente ed Appaltatore debbono essere definiti gli interventi più idonei alla corretta bonifica del sottofondo stesso, il cui costo sarà oggetto di specifica trattativa.

Strato di Fondazione

Lo strato di fondazione, costituito da un opportuno misto granulare, deve essere messo in opera in due strati separati e sovrapposti, tali da ottenere a costipamento avvenuto uno spessore di 40-60 cm. Le due stese devono essere comunque tali per cui, prima del costipamento, lo spessore di ogni stesa non sia maggiore di 25 cm.

Il misto granulare richiesto, sia esso di cava che di frantumazione, deve essere costituito da elementi sani, duri, puliti. Salvo diversamente indicato in progetto, per lo strato di base non possono essere utilizzati misti granulari costituiti da clasti teneri, cioè da brecce calcaree, arenarie, tuffi, pozzolane, ecc. Devono essere assolutamente assenti materiali dannosi, sia in forma pellicolare che come aggregati indipendenti.

Nel suo insieme il materiale deve soddisfare le seguenti caratteristiche:

- dimensione massima del singolo clasto:71 mm;
- fuso granulometrico compreso nei seguenti limiti:

Crivelli e setacci UNI mm	% passante in peso
71	100

40	75-100
25	60-85
10	35-65
5	25-55
2	15-40
0,4	7-22
0,075	2-10

- rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 : $\leq 2/3$;
- limite liquido e indice di plasticità alla frazione passante al setaccio 0,4: inferiori rispettivamente a 25 e 6;
- indice di portanza CBR, dopo 4 giorni di imbibizione in acqua, su campioni costipati in laboratorio con procedura AASHTO Modificata: ≥ 50 ;
- indice di portanza CBR su campioni costipati in laboratorio con procedura AASHTO Modificata per un valore in eccesso del 2% rispetto all'umidità ottimale: ≥ 50 .

Per il costipamento deve essere impiegato un rullo liscio vibrante di peso compreso tra 6 e 8 t, agente sulla superficie da trattare ad una velocità massima di 1,5 Km/h. Ogni singola striscia deve essere rullata con un minimo di 6 passate, con una percentuale di ricoprimento maggiore o uguale al 25%, iniziando dai bordi esterni per terminare con la fascia centrale. Il costipamento viene considerato accettabile quando la densità in sito, per entrambi gli strati costituenti il livello, risulta maggiore o uguale al 95% della densità massima di riferimento (AASHTO Modificata) ed il modulo di deformazione "Md", ottenuto mediante prova di carico con piastra rigida, risulta uguale o maggiore a 40 MPa, relativamente al primo strato di fondazione, e a 70 MPa relativamente allo strato di base.

Strato di Finitura

Qualora in progetto, non sia previsto il manto bituminoso, al di sopra dello strato di base deve essere messo in opera uno strato di finitura per uno spessore finito non minore di 10 cm, che si distingue dallo strato di base in quanto caratterizzato dal seguente fuso granulometrico:

Crivelli e setacci UNI	% passante in peso
30	100
15	70-100
10	50-85
5	35-65
2	25-60
0,4	15-30
0,075	5-15

Natura e caratteristiche del misto, modalità di stesa e di costipamento, densità e moduli "limite", rimangono gli stessi definiti per lo strato di fondazione. Unica eccezione l'indice di portanza CBR, che deve essere uguale o maggiore di 80.

4. SEZIONE II- PIAZZOLE DI MONTAGGIO DEI COMPONENTI DEGLI AEROGENERATORI

4.1 Piazzole di montaggio

Per consentire il montaggio degli aerogeneratori dovranno essere previste una piazzola per ogni aerogeneratore di dimensioni massime pari a 40x60 ml e superficie pari a circa 2400 mq ciascuna, che comportano le attività di seguito descritte.

Qualora l'orografia consenta di ricavare l'area necessaria in una porzione di terreno pianeggiante, dovrà predisporre lo scotico superficiale, la spianatura, il riporto di materiale vagliato e la compattazione di una superficie di circa 2400 mq, comprendente l'area della piazzola definitiva adiacente alla sede stradale. A montaggio ultimato, solamente l'area attorno alle macchine (piazzola aerogeneratore) sarà mantenuta piana e sgombra da piantumazioni, prevedendone il solo riporto di terreno vegetale per manto erboso, allo scopo di consentire di effettuare le operazioni di controllo e/o manutenzione. L'area eccedente sarà invece ripristinata come ante operam, prevedendo il riporto di terreno vegetale, la posa in opera di gestuoia, la semina e l'eventuale piantumazione di cespugli ed essenze tipiche della flora locale.

Qualora si dovesse operare in un terreno in pendenza, la piazzola stessa sarà realizzata in scavo rinterro e sarà ovviamente collegata alla sede stradale adiacente.

La realizzazione della piazzola di montaggio dell'aerogeneratore intesa come ubicazione e dimensionamento, avverrà secondo prescrizioni fornite dal costruttore e di comune accordo fra la DD.LL., l'appaltatore e la società che effettuerà i trasporti ed i sollevamenti per ottimizzare l'intervento e limitare l'eccessiva movimentazione di terreno intesa sia come scavo che come rilevato. Piccole variazioni possono essere consentite, soprattutto per quel che riguarda la consistenza del corpo stradale che potrebbe subire delle riduzioni dello spessore (stimato mediamente in 0,60 ml), ove la consistenza del terreno lo consente. Altre minime modifiche, rispetto a ciò che è previsto nel progetto esecutivo, possono essere consentite nel posizionamento, sia planimetricamente che altimetricamente, al fine di ottimizzare il lavoro, ma garantendo sempre solidalmente:

- l'esecuzione ed il completamento di tutte le attività all'interno del campo;
- la funzionalità della piazzola senza cedimenti e deformazioni localizzate;
- l'occupazione dei soli terreni contrattualizzati dalla Committente.

La realizzazione della piazzola potrà avvenire con l'utilizzo di qualsiasi tipo di mezzo meccanico che l'appaltatore riterrà opportuno, senza l'utilizzo di mine ed esplosivi e secondo le seguenti specifiche e fasi:

1. la prima fase prevede l'asportazione di un primo strato di terreno dello spessore di circa 50 cm che rappresenta l'asportazione dello strato di terreno vegetale, che l'appaltatore provvederà ad accantonare in un apposito sito all'interno dell'area di cantiere, per poter essere successivamente riutilizzato secondo quanto descritto successivamente, se necessario e previa autorizzazione della Direzione Lavori, provvederà al taglio delle piante, all'estirpazione delle ceppaie, radici ed arbusti ed al loro trasporto fuori dall'area di cantiere;
2. la seconda fase prevede l'eventuale asportazione dello strato inferiore di terreno fino al raggiungimento della quota del piano di posa della massicciata stradale secondo le indicazioni della Direzione Lavori. e/o del geologo designato dalla committenza; questa massa di terreno, nel caso in cui non dovesse essere riutilizzata nelle quantità e nei modi stabiliti dalla Direzione Lavori

- in qualunque altra attività del cantiere stesso, dovrà essere conferita a discarica autorizzata o comunque smaltita secondo legge;
3. la terza fase prevede, qualora la quota di terreno scoticato sia ad una quota inferiore a quella del piano di posa della massicciata stradale, la realizzazione di un rilevato con materiale proveniente da cave di prestito o con materiale di risulta del cantiere previa autorizzazione ed accertamento dell'idoneità del materiale stesso da parte della Direzione Lavori;
 4. la quarta fase consisterà nella preventiva compattazione del piano di posa della massicciata. La superficie di posa deve essere priva di acque stagnanti e quale che sia la natura dei terreni costituenti il sottofondo, esso deve essere opportunamente costipato ricorrendo ai più idonei rulli di costipamento, poiché per il sottofondo visto la mole di carichi che transiteranno e stazioneranno sulla stessa, si richiede un grado di costipamento maggiore o uguale al 95% della densità massima di riferimento (AASHTO Modificato), per uno spessore dell'ordine di 20 ÷ 40 cm. Qualora la natura del sottofondo sia tale per cui nonostante il corretto trattamento dello stesso non è possibile il raggiungimento del modulo suddetto si potrà ricorrere all'uso di materiale geotessile o di quant'altro l'appaltatore dovesse ritenere più opportuno;
 5. la quinta ed ultima fase prevede la realizzazione dello strato di fondazione o massicciata di tipo stradale come già indicata nel paragrafo apposito.

Per quanto non descritto e non specificato si rinvia alle "norme tecniche DM 11/3/88".

Le piazzole dovranno comunque essere capaci di resistere alle sollecitazioni derivanti dallo stazionamento e funzionamento delle autogrù e dei mezzi di trasporto necessarie ai sollevamenti ed ai montaggi dei vari componenti dell'aerogeneratore.

Tale funzionalità della singola piazzola dovrà essere confermata dalle ditte che provvederanno ai trasporti ed ai montaggi degli aerogeneratori e che comunque è garantita dal rispetto del progetto.

L'appaltatore dovrà inoltre provvedere, a propria cura e spese alla realizzazione e manutenzione delle opere necessarie affinché la acque eventualmente scorrenti sulla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi negli scavi, togliendo ogni impedimento che si oppone al regolare deflusso delle acque, anche ricorrendo all'apertura di fossi di guardia, di canali fagatori, scoline, ecc., il tutto senza provocare danni ad altri manufatti ed opere, e senza causare interruzioni nei lavori in genere.

I materiali accantonati per un successivo riutilizzo non dovranno in alcun modo creare danni o impedimenti ai lavori ed alle altre attività del cantiere, alle proprietà pubbliche e private ed il libero deflusso delle acque scorrenti di superficie.

Se durante gli scavi saranno rinvenute opere, canalizzazioni, tubazioni, cunicoli o qualunque altro manufatto, previsto o imprevisto, l'appaltatore deve fare quanto necessario perché le opere suddette restino nella situazione originaria e non risultino danneggiate dai lavori in corso. La Direzione Lavori deve essere immediatamente avvisata dei suddetti rinvenimenti, sia per dare le istruzioni del caso, che per disporre, eventualmente, le opportune varianti del progetto. L'appaltatore è comunque responsabile dei danni che dovessero derivare dalla manomissione delle stesse. L'eventuale riparazione delle opere rinvenute e danneggiate ed i danni conseguenti sono a totale carico dell'appaltatore.

In caso di scavi in presenza d'acqua, si devono eseguire tutte le opere provvisorie necessarie e sufficienti, per il deflusso naturale delle acque freatiche degli scavi. Qualora risulti impossibile esaurire le acque con opere provvisorie, si devono utilizzare pompe o altri mezzi idonei, nel numero e con le portate

e prevalenze tali da garantire la continuità dei lavori. Inoltre si dovranno adottare tutti gli accorgimenti atti ad evitare il dilavamento delle malte e dei calcestruzzi durante l'esecuzione dei getti di fondazione. In ogni caso qualora l'acqua venga eliminata mediante opere provvisionali o con l'utilizzo delle pompe, lo scavo è considerato all'asciutto ai fini della contabilità, e tutte le opere provvisionali ed eventuali noli saranno contabilizzati a parte. Qualora la committenza decida di non eseguire l'aggottamento delle acque, gli scavi sono considerati ai fini della contabilità come scavi in presenza d'acqua, purchè il livello medio dell'acqua stabilito in contraddittorio sia superiore a 20cm.

Al termine dei lavori di montaggio degli aerogeneratori e del cablaggio della parte elettrica, si dovrà procedere al rinterro del plinto di fondazione con i materiali di risulta degli scavi preventivamente accantonati nell'area di cantiere, procedendo in due successive fasi. La prima prevede il rinterro con il terreno non vegetale della parte inferiore dello scavo del plinto, la seconda prevede il riutilizzo del terreno vegetale preventivamente accantonato per riempire la parte superiore dello scavo. L'ultima fase costituisce la rinaturalizzazione delle aree circostanti l'aerogeneratore, pertanto nel rinterro del terreno vegetale si dovrà ricostituire il naturale andamento del terreno ante-opera, utilizzando tutti quei sistemi e mezzi che si ritengono necessari all'esecuzione dell'opera. Si dovrà garantire la necessaria stabilità dei pendii e delle quote del terreno per tutta la durata dell'impianto e contemporaneamente l'attecchimento e lo sviluppo della vegetazione ante-operam.

Questa fase di rinaturalizzazione riguarderà anche le piazzole di montaggio, che resteranno in opera per tutta la durata dell'impianto.

4.2 Oneri, prescrizioni esecutive per particolari tipi di opere connesse alla realizzazione delle piazzole

Per quanto riguarda la realizzazione delle piazzole, vale tutto quanto richiamato nel paragrafo 1.2 della SEZIONE I, che raccoglie le prescrizioni tecniche specifiche relative alle Strade di accesso al parco eolico e di collegamento tra gli aerogeneratori.

5. SEZIONE III-LAVORI DI SCAVO PER LA REALIZZAZIONE DEL PIANO DI POSA DEI PLINTI DEGLI AEROGENERATORI E RIPRISTINO FINALE

5.1 Opere di scavo per l'esecuzione dei plinti

Per tale categoria di opere si intende: la realizzazione degli scavi di fondazione per far posto ai plinti degli aerogeneratori; (ad esecuzione del plinto avvenuta) il ricoprimento, il costipamento e la regolarizzazione delle aree scavate, per consentire il montaggio degli aerogeneratori; La rinaturalizzazione delle aree interessate al termine dei lavori di montaggio delle torri eoliche.

Le fondazioni degli aerogeneratori (le specifiche tecniche saranno meglio descritte nella SEZIONE IV) sono previste del tipo indiretto su pali, non escludendo la possibilità di ricorrere a fondazioni del tipo diretto, laddove si riscontra la presenza di roccia sana sotto la coltre superficiale.

In corrispondenza di ciascun aerogeneratore è prevista l'esecuzione di una superficie pressoché piana di circa 1000 mq, dove troveranno sistemazione la torre di sostegno dell'aerogeneratore, le relative fondazioni, i dispersori di terra e le necessarie vie cavo interrato.

Lo scavo necessario per alloggiare ciascun plinto degli aerogeneratori, essendo la base della fondazione di forma quadrata o comunque poligonale, interessa un'area di mq 400, e un'altezza media pari a circa 3,0 ml, misurata alla base della zattera di fondazione. Il volume di terreno da scavare per ciascun

aerogeneratori, risulta quindi pari a circa 1200 mc.

Gli scavi prevedono una fascia di rispetto all'intradosso adeguata alla profondità degli stessi ed alla tipologia di lavorazione prevista e non necessitano di opere di contenimento perché la pendenza delle pareti di scavo prevista è adeguata all'auto-portanza dei terreni interessati.

Lo scavo di sbancamento per far posto ai plinti di fondazione avverrà dopo il picchettamento in sito degli stessi ad opera della DD.LL., e potrà avvenire con qualsiasi tipo di mezzo meccanico che l'appaltatore riterrà opportuno, escludendo l'utilizzo di mine ed esplosivi e secondo le seguenti specifiche fasi:

1. la prima fase prevede l'asportazione di un primo strato di terreno dello spessore di circa 50 cm che rappresenta l'asportazione dello strato di terreno vegetale, che l'appaltatore provvederà ad accantonare in un apposito sito all'interno dell'area di cantiere, per poter essere successivamente riutilizzato secondo quanto descritto successivamente; se necessario, la Direzione Lavori potrà disporre, previa autorizzazione dell'Ispettorato Forestale, il taglio delle piante, l'estirpazione delle ceppaie, radici ed arbusti ed al loro trasporto fuori dall'area di cantiere;
2. la seconda fase prevede l'asportazione dello strato inferiore di terreno fino al raggiungimento della quota del piano di posa delle fondazioni secondo le indicazioni della DD.LL. e/o del geologo designato dalla committenza; questa massa di terreno in parte verrà riutilizzata per il rinterro del plinto di fondazione una volta realizzato, mentre la restante parte, nelle quantità e nei modi stabiliti dalla DD.LL. potrà essere riutilizzata in qualunque altra attività del cantiere stesso; qualora ciò non fosse possibile il terreno dovrà essere conferito a discarica autorizzata o comunque smaltito secondo legge.

5.2 Oneri, prescrizioni esecutive per particolari tipi di opere connesse alla realizzazione degli scavi

5.2.1 Scavi di sbancamento a sezione ampia

Le seguenti specifiche valgono anche per le categorie di lavoro relative alla viabilità di servizio (vedi SEZIONE I) e per la realizzazione delle eventuali parti delle piazzole ricavate in scavo e riporto (vedi SEZIONE II).

Si definiscono scavi di sbancamento quelli eseguiti con qualunque mezzo meccanico a qualunque profondità, in terreni di qualsiasi natura e consistenza compresa la roccia tenera e dura, in presenza o meno di acqua, occorrenti per:

- spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere i manufatti;
- scotico dello strato superficiale di humus;
- tagli di terrapieni;
- formazione di piazzali, strade, rampe incassate;
- apertura di trincee stradali, compresi cassonetti e cunette;
- formazione ed approfondimento di fossi e canali di vasta superficie, ecc.;
- scavo delle platee di fondazione e fondazioni di particolari dimensioni.

In generale sono considerati di sbancamento tutti quegli scavi nei quali possono operare, all'interno degli stessi, mezzi di scavo e di trasporto di qualsiasi tipo.

Gli scavi per piani di appoggio per platee di fondazione sono considerati scavi di sbancamento quando la loro superficie è superiore a 150 m², e sempre che in essi possano operare direttamente escavatori e mezzi

di trasporto di qualsiasi tipo sia pure con la formazione, di rampe provvisorie.

Sono pure considerati scavi di sbancamento quelli sopra definiti e che l'Appaltatore, per qualsiasi ragione, esegue a mano oppure con mezzi meccanici operanti al di fuori dell'area dello scavo, ma che avrebbero potuto essere eseguiti con mezzi meccanici operanti all'interno dell'area di scavo.

5.2.2 Prescrizioni esecutive

Le prescrizioni che seguono sono valide qualunque sia la natura geologica delle terre, in presenza o meno d'acqua.

5.2.2.1 Prescrizioni generali per scavi di sbancamento ed a sezione obbligata

Gli scavi per qualsiasi genere di lavoro, eseguiti a mano e/o con mezzi meccanici, in terreni di qualsiasi natura e consistenza, sia all'asciutto che in acqua, devono essere eseguiti fino alla quota di progetto e con le dimensioni prescritte, e secondo le eventuali prescrizioni particolari fornite per iscritto dalla Committente all'atto dell'esecuzione. L'Appaltatore può, per cagioni particolari di lavoro, e comunque previa autorizzazione scritta della Committente, approfondire gli scavi oltre la quota di progetto, o estenderli oltre le dimensioni prescritte; in tali casi però non gli verrà riconosciuto il maggior scavo eseguito e l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese, oltre al normale rinterro, al riempimento della maggior sezione di scavo ed al relativo compattamento, impiegando materiale idoneo approvato dalla Direzione Lavori.

Si deve inoltre provvedere, a propria cura e spese, alla realizzazione e manutenzione delle opere necessarie affinché le acque eventualmente scorrenti sulla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi negli scavi, togliendo ogni impedimento che si oppone al regolare deflusso delle acque ed ogni causa di rigurgito, anche ricorrendo all'apertura di fossi di guardia, di canali fugatori, scoline, pozzi perdenti, ecc.; il tutto senza provocare danni ad altri manufatti ed opere, e senza causare interruzione nei lavori in genere.

Si possono utilizzare i materiali stessi per l'esecuzione di tutte quelle opere per le quali essi siano ritenuti idonei, previa autorizzazione scritta della Direzione Lavori.

Detti materiali potranno essere depositati, a cura e spese dell'Appaltatore, in un luogo opportunamente scelto entro l'area di cantiere, per essere poi ripresi e utilizzati a tempo opportuno. I materiali provenienti da scavi in roccia possono essere utilizzati, se ritenuti idonei dalla Direzione Lavori, per murature e fondazioni stradali e, in subordine, per formazione di rilevati. I materiali non utilizzabili o non ritenuti idonei per altri impieghi nei lavori, devono essere portati a rifiuto fuori dall'area di cantiere; in ogni caso i materiali depositati non devono provocare impedimenti o danni ai lavori, alle proprietà pubbliche e private ed al libero deflusso delle acque scorrenti in superficie.

Particolare cura si deve usare durante i lavori di scavo, nei riguardi di fabbricati ed opere limitrofe e delle relative fondazioni. L'Appaltatore deve adottare, a sua cura e spese, tutti i provvedimenti atti ad evitare danni ed a garantire l'incolumità di persone e cose, assumendosene la totale responsabilità.

Se durante gli scavi vengono rinvenute opere, canalizzazioni, cunicoli, cavi di qualsiasi tipo, tubazioni in genere ed altri manufatti, previsti o imprevisi, l'Appaltatore deve fare quanto necessario perché le opere suddette restino nella situazione originaria e non risultino danneggiate dai lavori in corso,

La Direzione Lavori deve essere immediatamente avvisata dei suddetti rinvenimenti, sia per dare le

istruzioni del caso, che per disporre, eventualmente, le opportune varianti del progetto. L'Appaltatore è comunque responsabile dei danni alle opere interessate dai lavori, nonché dei danni che dovessero derivare dalla manomissione delle stesse.

L'eventuale riparazione delle opere rinvenute e danneggiate ed i danni conseguenti sono a totale carico dell'Appaltatore.

Nel caso di rinvenimento di materiali contenenti sostanze nocive, l'Appaltatore deve preventivamente chiedere alla Committente istruzioni sul loro trattamento e destinazione, istruzioni alle quali deve poi attenersi scrupolosamente. I relativi costi saranno oggetto di apposita trattativa.

5.2.2.2 Prescrizioni per scavi di sbancamento

Gli scavi di sbancamento in terra o in roccia tenera devono essere eseguiti esclusivamente a macchina. Eccezione è prevista unicamente in caso di presenza di

opere interrato di tale dislocazione da rendere impraticabile l'uso di mezzi meccanici.

Se l'appaltatore, nel caso di scavo in roccia tenera, dopo aver accertato l'impossibilità materiale di eseguire lo scavo con il solo mezzo meccanico come sopra detto, dovesse ritenere che gli scavi debbano essere eseguiti con l'ausilio di esplosivo, ne chiederà preventivamente l'autorizzazione scritta alla Direzione Lavori.

L'Appaltatore deve informare la Direzione Lavori circa le scarpate necessarie e più opportune che esso intende adottare in relazione alla natura del terreno, e solamente dopo l'ottenimento della approvazione, può procedere nei lavori, restando comunque responsabile di eventuali danni alle persone, alle cose ed alle opere. Provvederà anche, a sua cura e spese, alla rimozione e allontanamento del materiale eventualmente franato.

Per quanto sopra non specificato si farà riferimento alle "**norme tecniche DM 11/3/88**".

5.2.3 Oneri compresi

Oltre agli oneri derivanti dalle prescrizioni di cui ai precedenti paragrafi, l'Appaltatore deve considerare compresi nei prezzi per gli scavi di sbancamento e per gli scavi a sezione obbligata i seguenti oneri:

- a) pulizia del terreno, consistente nel taglio di alberi, cespugli, arbusti, ecc. ed estirpazione di radici, ceppaie ed altro materiale deperibile, fino alla distanza di 1 m intorno all'area dello scavo;
- b) trasporto e scarico totale o parziale del materiale scavato, asciutto o bagnato, dal luogo di scavo fino al luogo o ai luoghi di scarico, all'interno dell'area di cantiere, scelti dalla Direzione Lavori entro un raggio di 1000 m.
- c) livellamento del fondo degli scavi, regolarizzazione delle pareti e/o delle scarpate e formazione di eventuali gradoni;
- d) eventuali opere provvisorie a sostegno delle pareti degli scavi, costituite da semplici sbadacchiature in legno e/o in ferro, puntellamenti, armature di qualsiasi materiale, tute provvisorie in legno e/o ferro, ecc., nonché gli oneri derivanti dalla presenza di dette opere provvisorie. Nessun compenso spetta all'Appaltatore per il mancato recupero, parziale o totale, del materiale impiegato in dette sbadacchiature, armature, tute, ecc. Tali oneri si intendono compresi nei prezzi degli scavi eseguiti fino a profondità dei primi 3 m sotto il piano di scavo generale e di sbancamento e/o da un piano comunque raggiungibile con i mezzi meccanici di trasporto;

- e) per scavi in roccia, eseguiti a qualunque profondità, con uso di esplosivi, compressori, martelli demolitori, punte e fioretti, ecc., qualsiasi costo sostenuto per ottenere dalle Autorità competenti i permessi per l'impiego di esplosivi. L'impiego di esplosivi deve comunque essere approvato dalla Direzione Lavori e dalla Committente e deve avvenire adottando tutte le precauzioni e cure necessarie in relazione alla natura delle rocce da rimuovere, allo scopo di evitare il disgregamento della roccia stessa oltre il perimetro di scavo previsto dal progetto, e sul fondo. Gli scavi aggiuntivi che si rendessero necessari per l'eliminazione di parti disgregate e il risanamento delle pareti o del fondo, i relativi rinterri con materiale approvato dalla Direzione Lavori, eventuali danni provocati dagli esplosivi alle opere adiacenti, nonché i relativi rifacimenti, sono a completo carico dell'Appaltatore;
- f) formazione di rampe di accesso al piano di sbancamento ed eventuale successivo ripristino dell'area;
- g) rinterro degli scavi e loro costipamento. I rinterri devono essere eseguiti collocando il materiale a strati di spessore non superiore ai 30 cm scartando, nel caso di materiale roccioso, quelle pezzature che non consentono di raggiungere un'adeguata compattazione. Il materiale impiegato per il rinterro di scavi deve essere sano e privo di sostanze putrescibili, e comunque di qualità idonea e caratteristiche preventivamente approvate. Qualora il materiale proveniente dallo scavo, a giudizio della Direzione Lavori, non sia ritenuto idoneo per i rinterri, deve essere impiegato materiale proveniente da cave di prestito o da altri luoghi. In questo caso l'Appaltatore ha diritto ad essere compensato per la fornitura, il carico, il trasporto e lo scarico, con esclusione della posa e sistemazione in opera del nuovo materiale, essendo queste ultime operazioni già comprese nel prezzo dello scavo. Il volume contabilizzato per il rinterro delle singole opere è inteso come differenza tra il volume contabilizzato per lo scavo ed il volume dell'opera stessa entro i limiti dello scavo;
- h) demolizioni/asportazioni di trovanti di volume non superiore a 0,25 m³.

6. SEZIONE IV-REALIZZAZIONE DEI PLINTI DI FONDAZIONE DELLE TORRI

6.1 Opere connesse all'esecuzione dei plinti

Le opere preliminari necessarie per eseguire i plinti di fondazione sono le seguenti:

- il trasporto e lo scarico delle armature dei conci in acciaio di fissaggio degli aerogeneratori, e il loro posizionamento in aree prossime alle posizioni di definitivo montaggio;
- lo scotico del terreno vegetale e lo scavo di sbancamento del terreno necessario al raggiungimento della quota stabilita dalla DD.LL. del piano di posa dei plinti di fondazione, per realizzare le fondazioni delle torri eoliche;
- la regolarizzazione e la messa in sicurezza delle pareti di scavo;
- la sistemazione in area prossima allo scavo di fondazione del terreno rimosso, previo vaglio e separazione del terreno vegetale dal materiale arido, al fine di riutilizzare il terreno vegetale per il ripristino e il ricoprimento delle aree di servizio da effettuarsi dopo la fase di montaggio degli aerogeneratori (vedi sezione III);
- lo spargimento di pietrisco calcareo e il costipamento dello stesso, per realizzare una base di

fondazione perfettamente complanare;

- la predisposizione delle tubazioni che consentiranno l'alloggiamento dei cavi elettrici e la posa in opera di un materassino di polistirene ad alta densità (circa 8 mq) in corrispondenza della base di fissaggio della torre eolica;
- l'armatura della zattera di fondazione, la casseratura e il susseguente getto di cls, opportunamente additivato con materiali ritardanti e antigelo;
- la posa in opera del gruppo tirafondi e del concio di fondazione dell'aerogeneratore, compreso l'esatto posizionamento nonché il controllo e la verifica della sua perfetta orizzontalità; Il concio in acciaio è di forma tronco conica, con la base inferiore di 4,60 ml di diametro, la base superiore di diametro pari a 4 ml, un'altezza pari a 2,00 ml e un peso complessivo di 105 q.li.
- la posa in opera dei ferri di armatura del plinto di fondazione; per quest'opera;
- la casseratura, il getto di cls della classe C 28/35 e il susseguente disarmo delle casseforme (che possono essere previste anche del tipo auto-vibrante e compattante).

6.2 Organizzazione, oneri, prescrizioni esecutive per particolari tipi di opere connesse alla realizzazione dei plinti di fondazione, e criteri di misurazione

In linea generale in ciascun plinto dovrà essere ammarato un basamento in acciaio cilindrico, fornito dal costruttore del generatore eolico; detto basamento dovrà risultare posato in ottemperanza alle tolleranze dimensionali e di posizionamento date dal progetto e dovrà essere collegato all'armatura secondo quanto prescritto dal progetto stesso. La realizzazione del getto dovrà essere programmata e coordinata, dipendendo l'opera dalla presenza in cantiere del basamento in acciaio, e quindi dalla consegna del manufatto da parte del costruttore del generatore eolico.

Sono comprese inoltre tutte le opere principali inerenti ed accessorie, quali la posa in opera delle casseforme, di eventuali materiali speciali da predisporre al di sotto del plinto (materassini in polistirene ad alta densità, geostuoie ...), palificazioni, il tutto in conformità a quanto previsto dal progetto, dai calcoli strutturali e secondo quanto disposto dalla Direzione Lavori.

Il getto del singolo plinto può essere effettuato solo a condizione che la ditta appaltatrice abbia a disposizione sul cantiere le seguenti attrezzature e il seguente personale:

2 pompe (1 di riserva) , 5 vibratori (1 di riserva), 6 persone per i vibratori, un telo verde per la copertura del plinto a fine getto.

6.2.1 Palificazioni costruite in opera

6.2.1.1 Pali speciali di conglomerato cementizio costruiti in opera (tipo Simplex, Franki, ecc.)

La preparazione dei fori destinati ad accogliere gli impasti dovrà essere effettuata senza alcuna asportazione di terreno mediante l'infissione del tubo-forma, secondo le migliori norme tecniche d'uso della fattispecie.

Lo spostamento planimetrico della posizione teorica dei pali non potrà superare 10 cm e l'inclinazione finale, rispetto all'asse teorico, non dovrà superare il 3%. Per valori degli spostamenti superiori a quelli indicati, la Direzione dei lavori potrà richiedere che i pali siano rimossi e sostituiti.

Ultimata l'infissione del tubo-forma si procederà anzitutto alla formazione del bulbo di base in conglomerato cementizio mediante energico costipamento dell'impasto e successivamente alla confezione del fusto, sempre con conglomerato cementizio energicamente costipato. Il costipamento del getto sarà

effettuato con i procedimenti specifici per il tipo di palo adottato.

Il conglomerato cementizio impiegato sarà del tipo prescritto negli elaborati progettuali e dovrà risultare esente da porosità od altri difetti. Il cemento sarà pozzolanico o d'altoforno.

L'introduzione del conglomerato nel tubo-forma dovrà avvenire in modo tale da ottenere un getto omogeneo e compatto, senza discontinuità o segregazione; l'estrazione del tubo-forma dovrà essere effettuata gradualmente, seguendo man mano l'immissione e il costipamento del conglomerato cementizio e adottando comunque tutti gli accorgimenti necessari per evitare che si creino distacchi, discontinuità o inclusioni di materiali estranei del corpo del palo.

Durante il getto dovrà essere tassativamente evitata l'introduzione di acqua all'interno del tubo, e si farà attenzione che il conglomerato cementizio non venga trascinato durante l'estrazione del tubo-forma; si avrà cura in particolare che l'estremità inferiore di detto tubo rimanga sempre almeno 100 cm sotto il livello raggiunto dal conglomerato.

Dovranno essere adottati inoltre tutti gli accorgimenti atti a evitare la separazione dei componenti del conglomerato cementizio e il suo dilavamento da falde freatiche, correnti subacquee, ecc. Quest'ultimo risultato potrà essere ottenuto mediante arricchimento della dose di cemento, oppure con l'adozione di particolari additivi o con altri accorgimenti da definire di volta in volta con la Direzione dei lavori. Qualora i pali siano muniti di armatura metallica i sistemi di getto e di costipamento dovranno essere, in ogni caso, tali da non danneggiare l'armatura né alterarne la posizione rispetto ai disegni di progetto. Il copriferro sarà di almeno 5 cm.

La profondità massima raggiunta da ogni palo sarà verificata prima del getto dalla Direzione dei lavori e riportata su apposito registro giornaliero.

6.1.2.2 Pali trivellati in cemento armato

Lo scavo per la costruzione dei pali trivellati verrà eseguito asportando il terreno corrispondente al volume del fusto del palo.

Il sostegno delle pareti dello scavo, in dipendenza della natura del terreno e delle altre condizioni cui l'esecuzione dei pali può essere soggetta, sarà assicurato in uno dei seguenti modi:

- a) mediante infissione di rivestimento tubolare provvisorio in acciaio;
- b) con l'ausilio di fanghi bentonitici in quiete nel cavo o in circolazione tra il cavo e una apparecchiatura di separazione dei detriti.

Per i pali trivellati su terreno sommerso d'acqua si farà ricorso, per l'attraversamento del battente d'acqua, all'impiego di un rivestimento tubolare di acciaio opportunamente infisso nel terreno di imposta, avente le necessarie caratteristiche meccaniche per resistere agli sforzi e alle sollecitazioni indotte durante l'infissione anche con uso di vibratorii; esso sarà di lunghezza tale da sporgere dal pelo d'acqua in modo da evitare invasamenti e consentire sia l'esecuzione degli scavi sia la confezione del palo.

Tale rivestimento tubolare costituirà cassero a perdere per la parte del palo interessata dal battente d'acqua. L'infissione del tubo-forma dovrà, in ogni caso, precedere lo scavo. Nel caso in cui non si impieghi il tubo di rivestimento il diametro nominale del palo sarà pari al diametro dell'utensile di perforazione.

Qualora si impieghi fango di perforazione per il sostegno delle pareti del foro, si procederà con le modalità stabilite per i diaframmi in calcestruzzo armato.

Raggiunta la quota fissata per la base del palo, il fondo dovrà essere accuratamente sgombrato dai detriti di perforazione, melma, materiale sciolto smosso dagli utensili di perforazione, ecc.

L'esecuzione del getto del conglomerato cementizio sarà effettuata con impiego del tubo di convogliamento, munito di imbuto di caricamento.

Il cemento sarà del tipo pozzolanico o d'altoforno.

In nessun caso sarà consentito di porre in opera il conglomerato cementizio precipitandolo nel cavo direttamente dalla bocca del foro.

L'Appaltatore dovrà predisporre impianti ed attrezzature per la confezione, il trasporto e la posa in opera del conglomerato cementizio di potenzialità tale da consentire il completamento delle operazioni di getto di ogni palo, qualunque ne sia il diametro e la lunghezza senza interruzioni. Nel caso di impiego del tubo di rivestimento provvisorio, l'estrazione dello stesso dovrà essere eseguita gradualmente adottando tutti gli accorgimenti necessari per evitare che si creino distacchi, discontinuità od inclusioni di materiali estranei al corpo del palo.

Le armature metalliche dovranno essere assemblate fuori opera e calate nel foro prima dell'inizio del getto del conglomerato cementizio; nel caso in cui il palo sia armato per tutta la lunghezza, esse dovranno essere mantenute in posto nel foro, sospendendole dall'alto e non appoggiandole sul fondo.

Le armature dovranno essere provviste di opportuni dispositivi distanziatori e centratori atti a garantire una adeguata copertura di conglomerato cementizio sui ferri che sarà di 5 cm. inoltre tutte le gabbie dovranno essere munite di staffe circolari interne di irrigidimento con interasse non superiore a ml 2,00 e di diametro non inferiore a 20mm. All'interno della gabbia saranno predisposti tre tubi (diametro paria 2 pollici) in acciaio o ferro ricotto con giunzioni filettate, per tutta la lunghezza del palo e gli stessi dovranno essere disposti a triangolo per la esecuzione delle prove non distruttive

I sistemi di getto dovranno essere in ogni caso tali da non danneggiare l'armatura nè alterarne la posizione, rispetto ai disegni di progetto e per la perfetta esecuzione delle letture delle prove non distruttive.

A giudizio della Direzione dei lavori, i pali che ad un controllo, anche con trivellazione in asse, risultassero comunque difettosi, dovranno essere rifatti.

6.2.2 Disposizioni vevoli per ogni palificazione portante.

6.2.2.1 Controlli non distruttivi.

I pali saranno sottoposti a prove non distruttive quali cross all, down all, prove soniche, edometriche a seconda delle prescrizioni della D.L., in relazione alle condizioni ed alle caratteristiche del suolo e secondo la normativa stabilita dal D.M. 11 marzo 1988 e comunque in numero non inferiore a quattro per ogni plinto.

Oltre alle prove di resistenza dei calcestruzzi e sugli acciai impiegati,previsti dalle vigenti norme per le opere in conglomerato cementizio armato, la direzione dei lavori richiederà prove secondo il metodo dell'eco o carotaggi sonici in modo da individuare gli eventuali difetti e controllare la continuità strutturale trasversale e longitudinale per ogni singolo palo. Le suddette prove saranno effettuate da un laboratorio ufficiale.

6.2.2.3 Requisiti per materiali e componenti

Per l'acqua, la calce, il cemento, gli agglomerati cementizi, le pozzolane e i gessi, vedere l'articolo sulle

murature. Per il calcestruzzo e l'acciaio in barre tonde, vedere l'articolo sulle strutture in cemento armato.

6.2.3 Strutture di cemento armato normale

6.2.3.1 Descrizione delle lavorazioni

Nell'esecuzione delle opere di cemento armato normale l'Appaltatore dovrà attenersi alle norme tecniche per le costruzioni di cui al **D.M. 17 gennaio 2018**:

- a) Gli impasti devono essere preparati e trasportati in modo da escludere pericoli di segregazione dei componenti o di prematuro inizio della presa al momento del getto. Il getto deve essere convenientemente compatto; la superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno tre giorni. Non si deve mettere in opera il conglomerato a temperature minori di 0°C, salvo il ricorso ad opportune cautele.
- b) Le giunzioni delle barre in zona tesa, quando non siano evitabili, si devono realizzare possibilmente nelle regioni di minor sollecitazione, in ogni caso devono essere opportunamente sfalsate. Le giunzioni di cui sopra possono effettuarsi mediante:
 - saldature eseguite in conformità delle norme in vigore sulle saldature;
 - manicotto filettato;
 - sovrapposizione calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra.

In ogni caso la lunghezza di sovrapposizione in retto deve essere non minore di 20 volte il diametro e la prosecuzione di ciascuna barra deve essere deviata verso la zona compromessa. La distanza mutua (interferro) nella sovrapposizione non deve superare 6 volte il diametro.

- c) Le barre piegate devono presentare, nelle piegature, un raccordo circolare di raggio non minore di 6 volte il diametro. Gli ancoraggi devono rispondere a quanto prescritto dal **D.M. 17 gennaio 2018**. Per barre di acciaio incrudito a freddo le piegature non possono essere effettuate a caldo.
- d) La superficie dell'armatura resistente deve distare dalle facce esterne del conglomerato di almeno 0,8 cm nel caso di solette, setti e pareti e di almeno 2 cm nel caso di travi e pilastri. Tali misure devono essere aumentate, e al massimo rispettivamente portate a 2 cm per le solette ed a 4 per le travi ed i pilastri, in presenza di salsedine marina, ed altri agenti aggressivi. Copri ferri maggiori richiedono opportuni provvedimenti intesi ad evitare il distacco (per esempio reti). Le superfici delle barre devono essere mutuamente distanziate in ogni direzione di almeno una volta il diametro delle barre medesime e, in ogni caso, non meno di 2 cm. Si potrà derogare a quanto sopra raggruppando le barre a coppie ed aumentando la mutua distanza minima tra le coppie ad almeno 4 cm. Per le barre di sezione non circolare si deve considerare il diametro del cerchio circoscritto.
- e) Il disarmo deve avvenire per gradi ed in modo da evitare azioni dinamiche. Esso non deve inoltre avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive; la decisione è lasciata al giudizio del Direttore dei lavori.
- f) Qualora il calcestruzzo sia destinato ad ospitare elementi metallici di ancoraggio di struttura da connettere ci si atterrà a quanto prescritto nell'articolo sulla struttura di acciaio.

6.2.3.2 Specificazione delle prescrizioni tecniche

Inerti per conglomerati cementizi e per malte

Gli aggregati per conglomerati cementizi, naturali e di frantumazione devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di getto, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature. La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature.

La sabbia per malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, ed avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue: fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti-acceleranti; antigelo-superfluidificanti.

Per le modalità di controllo ed accettazione il Direttore dei lavori potrà far eseguire prove o, per i prodotti industriali, accettare l'attestazione di conformità alle norme rilasciate dal produttore sulla base d'idonea documentazione.

I conglomerati cementizi per strutture in cemento armato dovranno rispettare tutte le prescrizioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

Impasti di conglomerato cementizio

Gli impasti di conglomerato cementizio dovranno essere eseguiti in conformità di quanto previsto nell'allegato apposito del D.M. 17 gennaio 2018.

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto, devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto e al procedimento di posa in opera del conglomerato.

Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti. Partendo dagli elementi già fissati il rapporto acqua-cemento, e quindi il dosaggio del cemento, dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato. L'impiego degli additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività.

L'impasto deve essere fatto con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto in sede di progetto. Per i calcestruzzi preconfezionati si fa riferimento alla norma UNI 7163; essa precisa le condizioni per l'ordinazione, la confezione, il trasporto e la consegna. Fissa inoltre le caratteristiche del prodotto soggetto a garanzia da parte del produttore e le prove atte a verificarne la conformità.

Armature per calcestruzzo

Gli acciai per l'armatura del calcestruzzo normale devono rispondere alle prescrizioni contenute nel vigente **D.M. 17 gennaio 2018**.

E' fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine.

Modalità di prova, controllo, collaudo

Per i controlli sul conglomerato e la sua resistenza caratteristica a compressione ci si atterrà a quanto previsto dal **D.M. 17 gennaio 2018**.

La resistenza caratteristica del conglomerato dovrà essere non inferiore a quella richiesta dal progetto. Il controllo di qualità del conglomerato si articola nelle seguenti fasi: studio preliminare di qualificazione, controllo di accettazione, prove complementari.

I prelievi dei campioni necessari per i controlli delle fasi suddette avverranno al momento della posa in opera dei casseri.

7. SEZIONE V - REALIZZAZIONE DELLA SOTTOSTAZIONE DI TRASFORMAZIONE E CONSEGNA (30/150 KV)

La sottostazione AT/MT è costituita dai seguenti componenti:

- trasformatore elevatore 30/150 kV ;
- terna di scaricatori AT;
- riduttori di tensione e di corrente AT;
- interruttore AT;
- sezionatori AT;
- servizi ausiliari lato MT (trasformatore 30 kV/400 V, 100 kVA).

La stazione di trasformazione riceverà energia dagli aerogeneratori attraverso la rete di media tensione. La rete è progettata in modo da prevedere che l'entrata dei cavi di rete avvenga in sotterraneo e l'uscita, a 150 kV, per linea in cavo.

Tutti i componenti della sottostazione saranno ubicati all'interno di una recinzione, di altezza 2.50 m, insieme con gli apparati di controllo e protezione della sottostazione; un edificio chiuso ospiterà le celle di media tensione e i quadri di misura, controllo e protezione.

Per l'esecuzione del progetto, oltre ai fabbricati, sono necessarie le seguenti opere civili:

- recinzione dell'area della sottostazione con pannelli di rete metallica galvanizzata, di altezza pari a 2.50 ml, su fondazioni in calcestruzzo;
- strutture di fondazione degli apparati elettromeccanici che saranno costituite da travi, platee e plinti in cemento armato;
- reti di cavidotti interrati;
- pavimentazioni dei piazzali con bitume per le parti carrabili e inghiaiate per le restanti.

Dimensionamento della sottostazione lato AT

I dati generali utilizzati per il dimensionamento delle sottostazione sono indicati nel seguente schema:

Tensione di esercizio del sistema:	150 kV
Tensione massima del sistema:	170 kV
Frequenza nominale:	50 Hz
Tensione di tenuta a frequenza industriale:	325 kV
Tensione di tenuta ad impulso atmosferico:	750 kV
Corrente nominale di breve durata:	31.5 KA per 1 s
Corrente di guasto monofase a terra :	10 kA

Le apparecchiature AT saranno posizionate in accordo con la norma CEI 11-1 rispettando in particolare i

seguenti requisiti:

- altezza minima da terra delle parti in tensione: 4500 mm
- distanza tra gli assi delle fasi delle apparecchiature: 2500 mm

Le caratteristiche tecniche e funzionali alla base della progettazione della stazione di interconnessione rispondono ai criteri generali stabiliti da Terna S.p.A..

Di seguito sono riportate le distanze minime da rispettare, per una stazione a 150 kV, al fine di ridurre al minimo le indisponibilità per manutenzione.

Distanze minime per stazione

- Distanza tra le fasi per le sbarre, le apparecchiature e i conduttori in sorpasso: 2.2 m
- Distanza tra le fasi per l'amarro linee: 3 m
- Lunghezza degli stalli: 11 m
- Larghezza dello stallo dell'interruttore di parallelo (del tipo ad U senza sorpasso sbarre): 22 m
- Distanza tra le fasi adiacenti di due sistemi di sbarre: 6 m
- Altezza dei conduttori di stallo (asse morsetti sezionatori di sbarra): 4.5 m
- Quota asse sbarre: 7 m
- Quota amarro linee ("ad interruttori sfalsati"): 9 m
- Distanza tra le sbarre e l'interruttore: 6,5 m
- Distanza tra l'interruttore ed il TA: 7,5 m
- Distanza tra il TA ed il sezionatore di linea: 3,5 m
- Distanza tra il sezionatore di linea ed il TV: 3 m
- Distanza tra il TV ed il traliccio/portale di amarro: 4,5 m

Interruttore tripolare AT

Gli interruttori sono dimensionati per una tensione nominale di 150 kV. La tabella seguente ne riassume le principali caratteristiche:

- Norme di riferimento: IEC 56.1
- Mezzo di estinzione dell'arco: gas SF6
- Tensione nominale: 150 kV
- Corrente nominale: 1250 A
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Numero di poli: 3
- Livello di isolamento nominale: 170 kV
- Tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico sul sezionamento: 860 kV
- Tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico verso massa: 750 kV
- Tensione nominale di tenuta a frequenza industriale sul sezionamento: 375 kV
- Tensione nominale di tenuta a frequenza industriale verso massa: 325 kV
- Corrente nominale di corto circuito: 31,5 kA
- Potere di stabilimento nominale di corto circuito: 50 kA
- Durata nominale di corto circuito: 1

Sequenza nominale di operazioni: O – 0.3” – CO – 1’ - CO
Potere di interruzione nominale in discordanza di fase: 5 - 8 kA
Potere di interruzione nominale su linee a vuoto: 63 A
Potere di interruzione nominale su cavi a vuoto: 160 A
Potere di interruzione nominale su batteria di condensatori: 600 A
Potere di interruzione nominale di correnti magnetizzanti: 15 A
Durata massima di interruzione: 60 ms
Durata massima di stabilimenti/interruzione: 80 ms
Durata massima di chiusura: 150 ms
Massima non contemporaneità tra i poli in chiusura: 5 ms
Massima non contemporaneità tra i poli in apertura: 3.3 ms

Sezionatori AT

Al fine di garantire il massimo livello di sicurezza (durante le operazioni di manutenzione sui sezionatori di sbarra), la migliore visibilità del sezionamento, il minimo ingombro in senso longitudinale, si adottano sezionatori di sbarra di tipo verticale (a pantografo), le cui caratteristiche nominali sono qui riportate:

Norme di riferimento: IEC 129
Tensione nominale: 150 kV
Corrente nominale: 2000 A
Frequenza nominale: 50 Hz
Numero di poli: 3
Corrente nominale di breve durata (valore efficace): 31.5 kA
Corrente nominale di breve durata (valore di cresta): 80 kA
Durata ammissibile della corrente di breve durata: 1 s
Corrente nominale commutazione di sbarra: 1600 A
Tensione di prova ad impulso atmosferico verso massa: 650 kV
Tensione di prova ad impulso atmosferico sul sezionamento: 750 kV
Tensione di prova a frequenza di esercizio verso massa: 275 kV
Tensione di prova a frequenza di esercizio sul sezionamento: 315 kV
Sforzi meccanici nominali sui morsetti (orizzontale longitudine): 1250 N
Sforzi meccanici nominali sui morsetti (orizzontale trasversale): 400 N
Tempo di apertura/chiusura: 15 s

Trasformatori di corrente

Norme di riferimento: IEC 185
Tensione massima: 170 kV
Frequenza: 50 Hz
Rapporto trasformazione: 400/5 A
Numero nuclei: 3
Corrente massima permanente: 1.2 p.u.
Corrente termica di corto circuito: 31.5 kA
Impedenza secondaria 2° e 3° nucleo a 75°C: 0.4 Ω
Reattanza secondaria alla frequenza industriale: Trascurabile

Prestazione e classe di precisione 1° nucleo: 30/0.2 50/0.5 VA

Prestazione e classe di precisione 2° e 3° nucleo: 30/5P30

Fattore sicurezza nucleo misure: 10

Tensione di tenuta a frequenza industriale per 1 minuto: 325 kV

Tensione di tenuta ad impulso atmosferico: 750 kV

Trasformatori di tensione

Si tratta di trasformatori di tensione capacitivi, le cui caratteristiche sono qui riportate:

Norme di riferimento: IEC 185

Tensione massima: 170 kV

Rapporto di trasformazione: $(150000/\sqrt{3})/(100/\sqrt{3})$

Frequenza nominale: 50 Hz

Capacità nominale: 4000 pF

Prestazioni nominali: 40/0.2

Fattore di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s: 1.5

Tensione di tenuta a frequenza industriale per 1 minuto: 325 kV

Tensione di tenuta ad impulso atmosferico: 750 kV

Scarti dalla capacità equivalente serie in AF dal valore nominale a frequenza di rete: -20% 50%

Resistenza equivalente in AF: 40 Ω

Capacità parassite del terminale di bassa tensione a frequenza compresa tra 40 e 500 kHz, compresa l'unità elettromagnetica di misura: $300+0.05C_n$ pF

Conduttanza parassita del terminale di bassa tensione a frequenza compresa tra 40 e 500 kHz, compresa l'unità elettromagnetica di misura: 50 S

Sforzi meccanici nominali sui morsetti orizzontali, applicato a 600 mm sopra la flangia B: 2000 N

Sforzi meccanici nominali sui morsetti verticali, applicato a 600 mm sopra la flangia B: 5000 N

Scaricatori di sovratensione

Norme di riferimento: IEC 99-4

Tipo di isolamento: normale

Tipo costruttivo: ad ossido di zinco

Tensione di servizio continuo: 110 kV

Frequenza nominale: 50 Hz

Massima tensione temporanea per 1 s: 158 kV

Tensione residua con impulsi atmosferici di corrente (alla corrente nominale 8/20 s): 396 kV

Tensione residua con impulsi di corrente di manovra (500 A 30/60 S): 318 kV

Corrente nominale di scarica: 10 kA

Valore di cresta degli impulsi di forte corrente: 10 kA

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: 31.5 kA

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 CEI 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.

8. SEZIONE VI - OPERE CIVILI RELATIVE ALLE OPERE ELETTRICHE

Cavidotti

Saranno eseguiti scavi a sezione ridotta e obbligata di profondità 150 cm o 120 cm a seconda del tipo di attraversamento e di larghezza variabile in funzione dei cavidotti da porre in opera. Si procederà quindi con:

- posizionamento allettamenti in sabbia di cava lavata,
- posa dei cavi MT o AT ad elica e del conduttore di terra,
- riempimento con sabbia di cava lavata,
- posizionamento di eventuali tegolini di tipo prefabbricato in C.A.V. di protezione e individuazione,
- posa di tritubo in PHED per disposizione cavo di controllo,
- riempimento con sabbia di cava lavata,
- posa di uno o più nastri segnalatori,
- rinterro con materiale arido proveniente dagli scavi, preventivamente approvato dalla D.L., per gli attraversamenti di terreni agricoli; rinterro con conglomerato cementizio classe Rck 150 con inerti calcarei o di fiume nel caso di attraversamenti zone carrabili,
- eventuale ripristino della pavimentazione stradale nel caso di attraversamenti di strade asfaltate.

Opere di elettrificazione

Tutti i materiali impiegati nella realizzazione dei lavori dovranno essere conformi alle prescrizioni indicate nella presente specifica tecnica, nelle norme CEI, alle dimensioni unificate secondo le tabelle UNEL e provvisti del marchio IMQ (quando ammessi al regime del marchio) e marchio CE.

Essi dovranno essere nuovi di costruzione e dovranno inoltre essere scelti per qualità e provenienza di primarie case costruttrici e fra quanto di meglio il mercato sia in grado di fornire.

Particolare attenzione dovrà essere posta nella scelta delle apparecchiature in considerazione anche della continuità del servizio e della facilità di manutenzione.

Elettrodotti MT Cavi

Tutti i cavi da utilizzare per la rete MT devono essere tripolari cordati ad elica visibile tipo ARG7HIRX 17/30 kV. Essi sono costituiti dalla riunione di tre cavi unipolari cordati fra loro a elica, con conduttori di alluminio rivestito da un primo strato di semiconduttore, da un isolante primario in gomma etilenpropilenica ad alto modulo elastico (G7), da un successivo strato di semiconduttore, da uno schermo a fili di rame e da una guaina esterna protettiva in PVC rosso. Sia il semiconduttore (che ha la funzione di uniformare il campo elettrico) che l'isolante primario sono di tipo estruso. Il semiconduttore è asportabile a freddo.

Il cavo suddetto è definito a campo radiale in quanto, essendo ciascuna anima rivestita da uno schermo metallico, le linee di forza elettriche risultano perpendicolari agli strati dell'isolante.

Giunzioni e terminazioni MT

Per le giunzioni elettriche si devono utilizzare connettori di tipo a compressione diritti in alluminio adatti alla giunzione di cavi in alluminio ad isolamento estruso con ripristino dell'isolamento con giunti diritti adatti al tipo di cavo in materiale retraibile. Per la terminazione dei cavi scelti e per l'attestazione sui quadri in cabina si devono applicare terminali unipolari per interno con isolatore in materiale retraibile e capicorda di sezione idonea.

Tubazioni

In casi particolari e secondo la necessità la protezione meccanica potrà essere realizzata mediante tubazioni di materiale plastico (PVC), flessibili, di colore rosso, di diametro nominale 160 mm o 200 mm, a doppia parete con parete interna liscia, rispondenti alle norme CEI EN 50086-1 e CEI EN 50086-2-4 e classificati come normali nei confronti della resistenza all'urto.

Norme di riferimento

I quadri e le apparecchiature saranno progettate, costruite e collaudate in conformità alle Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano), IEC (International Electrical Code) in vigore ed in particolare le seguenti:

- Quadro:
 - CEI Norma 17-21 CEI EN 60694
 - IEC Norma 694
 - CEI Norma 17-6 CEI EN 60298
 - IEC Norma 298
- Interruttori:
 - CEI Norma 17-1
 - IEC Norma 56
- IMS:
 - CEI Norma 17-9 CEI EN 60265
 - IEC Norma 265
- Sezionatori:
 - CEI Norma 17-4
 - IEC Norma 129
- IMS combinato con fusibili:
 - CEI Norma 17-46
 - IEC Norma 420
- Trasn. di corrente :
 - CEI Norma 38-1
 - IEC Norma 185
- Trasn. di tensione :
 - CEI Norma 38-2
 - IEC Norma 186
- Conformità alle regolamentazioni e normative previste dalla Legislazione Italiana per la prevenzione degli infortuni;
- Conformità al D.P.R. 547 del 27-04-1955 e successive modifiche;

Cella apparecchiature M.T.

La cella apparecchiature MT sarà sistemata nella parte inferiore frontale dell'unità con accessibilità tramite porta incernierata o pannello asportabile.

La cella, in base alle diverse funzioni, potrà contenere:

- Interruttore in SF6 tipo SF1 o SFset, montato su carrello, in esecuzione asportabile, connesso al circuito principale con giunzioni flessibili imbullonate e completo di blocchi e accessori, con polo in pressione secondo il concetto di "sistema sigillato a vita" in accordo alla normativa IEC 56 allegato EE con pressione relativa del SF6 di primo riempimento a 20 °C uguale a 0,5 bar;
- IMS o sezionatore rotativo a 3 posizioni (chiuso sulla linea, aperto e messo a terra) isolato in SF6, contenuto in un involucro "sigillato a vita", (IEC 56 allegato EE) di resina epossidica con pressione relativa del SF6 di primo riempimento a 20 °C uguale a 0.4 Bar; il potere di chiusura della messa a terra dell'IMS sarà uguale a 2.5 volte la corrente nominale ammissibile di breve durata;
- Fusibili di media tensione tipo FUSARC – CF;
- Terna di derivatori capacitivi, installati in corrispondenza dei terminali cavi;
- Attacchi per l'allacciamento dei cavi di potenza;
- Trasformatori di misura tipo ARM3 (TA) e VRQ2-VRC2 (TV)
- Canalina riporto circuiti ausiliari in eventuale cella BT;
- Comando e leverismi dei sezionatori;
- Sbarra di messa a terra;
- Sbarre principali e derivazioni, realizzate in tondo di rame rivestito con isolanti termorestringenti e dimensionate per sopportare le correnti di corto circuito fino a 25 kA per 1 secondo.

Impianto di terra

L'impianto di terra principale di ciascuna unità sarà realizzato con corda di rame di sezione non inferiore a 70 mm² al quale saranno collegati con conduttori o sbarre di rame i morsetti di terra dei vari apparecchi, i dispositivi di manovra ed i supporti dei terminali dei cavi. In prossimità di tali supporti sarà previsto un punto destinato alla messa a terra delle schermature dei cavi stessi.

La sbarra di terra sarà predisposta al collegamento all'impianto di messa a terra della cabina.

Interblocchi

Le unità saranno dotate di tutti gli interblocchi necessari per prevenire errate manovre che potrebbero compromettere oltre che l'efficienza e l'affidabilità delle apparecchiature, la sicurezza del personale addetto all'esercizio dell'impianto.

In particolare saranno previsti i seguenti interblocchi:

- 1) blocco a chiave tra l'interruttore e il sezionatore di linea, l'apertura del sezionatore di linea sarà subordinata all'apertura dell'interruttore

- 2) blocco meccanico tra sezionatore di linea e sezionatore di terra. La chiusura del sezionatore di terra sarà subordinata all'apertura del sezionatore di linea e viceversa
- 3) blocco meccanico tra il sezionatore di terra e la portella di accesso. Sarà possibile aprire la porta solo a sezionatore di terra chiuso.

Le serrature di interblocco saranno a matrice non riproducibile tipo Profalux in unica copia.

Apparecchiature ausiliarie ed accessori

Il quadro sarà completo di tutti gli apparecchi di comando e segnalazione indicati e necessari per renderlo pronto al funzionamento.

Sul fronte di ciascuna unità saranno presenti i seguenti cartelli:

- a) Targa indicante il nome del costruttore, il tipo dell'unità l'anno di fabbricazione, la tensione nominale, la corrente nominale, corrente di breve durata nominale e il numero di matricola.
- b) Schema sinottico
- c) Indicazioni del senso delle manovre
- d) Targa monitoria

Isolatori

Gli isolatori portanti per il sostegno delle sbarre principali e di derivazione saranno in materiale organico per tensione nominale fino a 36 KV.

9. SEZIONE VII -AEROGENERATORI

9.1 Requisiti tecnici minimi degli aerogeneratori

Gli aerogeneratori saranno ad asse orizzontale, costituiti da un sistema tripale, con generatore di tipo asincrono o sincrono. Il tipo di generatore da utilizzare verrà scelto in fase di progettazione esecutiva dell'impianto.

Le dimensioni previste per la macchina tipo sono: diametro del rotore 110 m, altezza mozzo 95 m.

La tipica configurazione di un aerogeneratore ad asse orizzontale è la seguente: il sostegno costituito da una torre tubolare che, in genere, porta alla sua sommità la navicella, costituita da un basamento e da un involucro esterno; nella navicella sono contenuti l'albero di trasmissione lento, il moltiplicatore di giri, l'albero veloce, il generatore elettrico e i dispositivi ausiliari.

All'estremità dell'albero lento, corrispondente all'estremo anteriore della navicella, è fissato il rotore costituito da un mozzo sul quale sono montate le pale.

Il rotore può essere posto sia sopravento che sottovento rispetto al sostegno. La navicella può ruotare rispetto al sostegno in modo tale da tenere l'asse della macchina sempre parallela alla direzione del vento (movimento di imbardata).

L'aerogeneratore tipo Vestas V110 o similare da 2.00 MW è costituito da un rotore, ad asse orizzontale, azionato da 3 pale con controllo di apertura. Le pale sono costituite in fibra di vetro rinforzata.

E' dotato di un sistema di controllo che, in corrispondenza di alta velocità del vento, mantiene la produzione di potenza al suo valore nominale indipendentemente dalla temperatura e dalla densità dell'aria, in corrispondenza, invece, di bassa velocità del vento, il sistema a passo variabile e quello di controllo ottimizzano la produzione di potenza scegliendo la

combinazione tra velocità del rotore e angolo di orientamento in modo da avere il massimo del rendimento e riducono le emissioni di rumore. Il funzionamento dell'aerogeneratore è continuamente monitorato e controllato da una unità a microprocessore.

Il sistema di controllo dell'aerogeneratore assolve alle seguenti funzioni:

- sincronizzazione del generatore elettrico con la rete prima di effettuarne la connessione, in modo da contenere il valore della corrente di cut-in (corrente di inserzione);
- mantenimento della corrente di cut-in ad un valore inferiore alla corrente nominale;
- orientamento della navicella in linea con la direzione del vento;
- monitoraggio della rete;
- monitoraggio del funzionamento dell'aerogeneratore;
- arresto dell'aerogeneratore in caso di guasto;

garantendo, così, l'ottenimento dei seguenti vantaggi:

- generazione di potenza ottimale per qualsiasi condizione di vento;
- limitazione della potenza di uscita a 2.00 MW;
- livellamento della potenza di uscita fino ad un valore di qualità elevata e quasi priva di effetto flicker;
- nessun avviamento del motore;
- possibilità di arresto della turbina senza fare ricorso ad alcun freno di tipo meccanico;
- minimizzazione delle oscillazioni del sistema di trasmissione meccanico;

L'albero principale trasmette la potenza al generatore tramite un sistema di riduzione. Da questo la potenza è trasmessa tramite l'accoppiamento a giunto cardanico al generatore. Il sistema frenante principale è costituito dal blocco totale delle pale mentre quello secondario è un sistema di emergenza a disco attivato idraulicamente e montato sull'albero del sistema di riduzione.

Ciascun aerogeneratore può essere schematicamente suddiviso, dal punto di vista elettrico, nei seguenti componenti:

- generatore elettrico;
- interruttore di macchina BT;
- trasformatore di potenza MT/BT;
- cavo MT di potenza;
- quadro elettrico di protezione MT;
- servizi ausiliari;
- rete di terra.

Si precisa che, al fine di mitigare l'impatto visivo degli aerogeneratori, si utilizzeranno torri di acciaio di tipo tubolare e non "tralicci", con impiego di vernici antiriflettenti e di colore grigio perla.

Da ogni generatore viene prodotta energia elettrica a bassa tensione (BT) di 690 V e a frequenza variabile se la macchina è asincrona (l'aggancio alla frequenza di rete avviene attraverso un convertitore di frequenza ubicato nell'area di cabina).

All'interno di ogni torre l'impianto di trasformazione BT/MT, consentirà l'elevazione della tensione al valore di trasporto 30kV (tensione in uscita dal trasformatore).

L'energia prodotta verrà vettoriata in prossimità della rete nazionale tramite cavidotti interrati che saranno ubicati preferibilmente lungo la rete viaria esistente.

La scelta dell'aerogeneratore è una scelta tecnologica che dipende dalle caratteristiche delle macchine di serie disponibili sul mercato al momento della fornitura, per cui in questa fase viene preservata la possibilità che il tipo di

macchina venga cambiata a causa di eventuali innovazioni tecnologiche prodotte sino alla messa in opera del progetto.

La macchina prescelta è ad asse orizzontale in cui il sostegno (torre) porta alla sua sommità la navicella, costituita da un basamento e da un involucro esterno.

All'interno di essa sono contenuti l'albero di trasmissione lento, il moltiplicatore di giri (eventuale), l'albero veloce, il generatore elettrico ed i dispositivi ausiliari.

All'esterno della gondola, all'estremità dell'albero lento, è montato il rotore, costituito da un mozzo in acciaio, su cui sono montate le tre pale in vetroresina.

La navicella è in grado di ruotare allo scopo di mantenere l'asse della macchina sempre parallelo alla direzione del vento (imbardata).

Opportuni cavi convogliano al suolo, in un box all'interno della torre in cui è ubicato il trasformatore BT/MT, l'energia elettrica prodotta e trasmettono i segnali necessari per il controllo remoto del sistema aerogeneratore. Dalle informazioni fornite dalla ditta fornitrice è stato possibile sviluppare il seguente quadro tecnico della singola macchina.

Le pale sono in fibra di vetro rinforzata con resina epossidica e fibre di carbonio.

Ogni pala consta di due gusci, collegati ad una trave portante.

Gli aerogeneratori di tipo Vestas o similari sono provvisti di sistema di regolazione del passo; inoltre lo stesso ottimizza la produzione di energia e i livelli di rumorosità.

A velocità del vento elevate, la produzione di energia viene mantenuta alla potenza nominale.

L'aerogeneratore è dotato di impianto frenante che, all'occorrenza, arresta la rotazione.

In caso di ventosità pericolosa per la tenuta meccanica delle pale, l'aerogeneratore dispone di un sistema in grado di pilotare le pale che vengono portate a posizionarsi in modo da offrire la minima superficie all'azione del vento; la macchina ovviamente viene arrestata.

Tutte le funzioni dell'aerogeneratore sono monitorate e controllate da un'unità di controllo basata su microprocessori.

Il sistema di regolazione del passo viene azionato da 3 cilindri idraulici, uno per ciascuna pala. L'unità idraulica è installata nella navicella e fornisce pressione idraulica sia al sistema del passo che all'impianto frenante.

I sistemi sono dotati di accumulatori idraulici che garantiscono lo spegnimento in sicurezza in caso di assenza di rete.

La calotta della navicella rinforzata in fibra di vetro protegge tutti i componenti da pioggia, neve, polvere, sole, ecc.

L'accesso alla navicella dalla torre avviene attraverso un passaggio centrale. All'interno della stessa è installato il paranco a catena da 800 kg.

Il paranco può essere potenziato per sollevare fino a 9.500 kg.

Tutte le apparecchiature elettromeccaniche del generatore saranno conformi alla direttiva "macchine", alle norme CEI e UNI vigenti.