



COMUNE DI APRICENA

PROVINCIA DI FOGGIA



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO

**RICHIESTA DI AUTORIZZAZIONE UNICA**

D.Lgs. 387/2003

**PROCEDIMENTO UNICO AMBIENTALE (PUA)**

**Valutazione di Impatto Ambientale  
(V.I.A.)**

D.Lgs. 152/2006 ss.mm.ii. (Art.27)  
*"Norme in materia ambientale"*

PROGETTO

PROCINA

DITTA

AIP1 srl

A 6

PAGG.

Titolo dell'allegato:

**FASE DI CANTIERE**

1	EMISSIONE	01/07/2022
REV	DESCRIZIONE	DATA

**CARATTERISTICHE GENERALI D'IMPIANTO**

GENERATORE - Altezza mozzo: fino a 140 m.

Diametro rotore: fino a 180 m.  
Potenza unitaria: fino a 8 MW.

IMPIANTO - Numero generatori: 18

Potenza complessiva: fino a 144 MW.

Il proponente:

AIP1 srl  
P.zza Giovanni Paolo II, 8  
71017 Torremaggiore (FG)  
0882/393197 aip1vento@pec.it

Il progettista:

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

Ingegnere responsabile:

Ing. Eugenio Di Gianvito  
atsing@atsing.eu

Il tecnico ambientale  
Naturalista e Faunista:

Michele Zullo  
zullomichele@yahoo.it

## INDICE

1. GENERALITA' .....	4
1.1 Premessa .....	4
1.2 Natura del terreno .....	4
2. Vegetazione .....	5
3 Opere di progetto .....	22
3.1 Scavi .....	22
3.2 Demolizioni di murature, calcestruzzi, pavimentazioni .....	22
3.3 Rilevati aridi .....	22
3.4 Bonifica di sottofondi .....	24
3.5 Rinterro di scavo per opere d'arte .....	24
3.6 Ossatura di sottofondo .....	25
3.7 Strato superficiale .....	25
3.8 Ripristino pavimentazioni bitumate.....	26
3.9 Rimessa in pristino dei terreni .....	26
3.9.1 Trincee drenanti .....	27
3.9.2 Drenaggi contro-muro .....	28
3.9.3 Geotessile.....	28
3.9.3.1 Geotessile per drenaggi .....	28
3.9.3.2 Geotessile di separazione.....	28
3.9.4 Gabbionate e mantellate .....	29
4 Calcestruzzo, opere in calcestruzzo, acciaio per c.a. ....	30
4.1 Requisiti dei materiali da impiegare, contenuto d'acqua .....	30
4.2 Leganti idraulici.....	30
4.3 Calcestruzzi .....	30
4.4 Additivi per calcestruzzi .....	31
4.5 Acciaio per cemento armato .....	34
4.6 Palificate in calcestruzzo armato .....	35
4.6.1 Gabbie di armatura per i pali .....	35
4.6.2 Calcestruzzo per pali .....	36
4.6.3 Pali di piccolo diametro (micropali) .....	37
5 Murature .....	38

5.1 Murature in Laterizio.....	38
5.2 Murature di Pietrame .....	38
5.3 Esecuzione di Tracce .....	38
6 Impermeabilizzazioni ed isolanti.....	39
6.1 Materiali .....	39
6.2 isolanti .....	39
6.3 Malte e intonaci .....	41
7 Sottofondi e pavimenti.....	41
7.1 Sottofondi .....	41
7.2 Pavimenti in genere .....	42
7.3 Pavimenti in calcestruzzo .....	42
7.4 Ancoraggi, ammarri.....	43
7.5 Malta o betoncino espansivi .....	43
7.6 Vani alloggiamento inserti.....	43
7.7 Piastre in acciaio.....	43
8 Canalizzazioni elettriche e di segnalazione .....	44
8.1 Canalizzazioni in terreno naturale o in sede stradale.....	44
8.2 Tubazioni posate in manufatti di calcestruzzo.....	44
8.3 Pozzetti .....	44
8.3.1 Pozzetti realizzati in opera.....	45
8.3.2 Pozzetti prefabbricati.....	45
8.3.3 Chiusini e griglie per pozzetti.....	45
9 Stazione Di Utenza .....	46
10 Strade e piazzole.....	46
11 Ingressi e recinzioni.....	46
12 Smaltimento acque meteoriche e fognarie.....	47
13 DISMISSIONE E RIPRISTINO .....	48
13.1 <i>Aerogeneratore in tutte le sue componenti</i> .....	48
13.2 <i>Le pale</i> .....	48
13.3 <i>La navicella</i> .....	49
13.4 <i>Il mozzo</i> .....	50
13.5 <i>L'asse di bassa velocità</i> .....	51
13.6 <i>Il moltiplicatore</i> .....	51
13.7 <i>L'asse di alta velocità</i> .....	52

13.8	<i>Il generatore</i> .....	53
13.9	<i>Motori di giro e riduttori</i> .....	53
13.10	<i>Gruppo o sistema idraulico</i> .....	54
13.11	<i>Gruppo di pressione</i> .....	54
13.12	<i>Condotti idraulici</i> .....	55
13.13	<i>Valvole di controllo</i> .....	55
13.14	<i>Trasformatore</i> .....	55
13.15	<i>Telaio anteriore e posteriore</i> .....	56
13.16	<i>Carcassa</i> .....	57
13.17	<i>Componenti elettrici e di controllo</i> .....	57
13.18	<i>Minuteria</i> .....	58
13.19	<i>Oli ed altri liquidi refrigeranti (idraulici e meccanici)</i> .....	58
13.20	<i>Torri</i> .....	59
13.21	<i>Fondazione</i> .....	60
13.22	<i>Linee elettriche ed apparati elettrici e meccanici della sottostazione</i> .....	61
14	<b>DESCRIZIONE DELLE OPERE DI DISMISSIONE</b> .....	63
14.1	<i>Possibili utilizzi dei materiali derivanti dalla dismissione</i> .....	63
14.1.1	<i>Riciclaggio di materiali ferrosi in forni di Arco Elettrico</i> .....	64
14.1.2	<i>Compositi nella produzione di cemento</i> .....	65
14.1.3	<i>Riciclaggio dei materiali e dei componenti elettrici</i> .....	65
14.2	<i>Mercati emergenti degli aerogeneratori usati</i> .....	66
14.3	<i>Smantellamento degli aerogeneratori</i> .....	67
14.3.1	<i>Mezzi impiegati</i> .....	67
14.3.2	<i>Fasi di smontaggio</i> .....	67
14.4	<i>Ritiro del materiale smantellato</i> .....	69
14.5	<i>Selezione e separazione dei componenti ritirati</i> .....	70
15	<b>RIPRISTINO DELLO STATO ESISTENTE DEI LUOGHI</b> .....	71
15.1	<i>Interventi di rivestimento</i> .....	73
15.2	<i>Manutenzione</i> .....	74

## **1. GENERALITA'**

### **1.1 Premessa**

L'area interessata dall'installazione dell'impianto eolico, è collocata nel territorio comunale di Apricena, con opere di connessione ricadenti nei comuni di Apricena e San Severo, in provincia di Foggia, localizzato nel comprensorio nel Tavoliere delle Puglie, è caratterizzato da un andamento prevalentemente pianeggiante spezzato di rado da lievi colline di origine tettonica, dai profili arrotondati che raramente superano i 250m s.l.m. L'escursione altimetrica dell'area di interesse, compresa tra 60m s.l.m e 250m s.l.m, è distribuita in maniera regolare e non permette la presenza di elevate pendenze.

Il parco sarà costituito da n° 18 aerogeneratori sviluppati ciascuno una potenza max nominale fino a 8 MW e quindi la potenza totale massima è fino a 144 MW.

### **1.2 Natura del terreno**

Le aree interessate dall'impianto eolico sono state oggetto di studi ed indagini per l'inquadramento geologico-geotecnico, con conseguente analisi di stabilità globale dei pendii sia nella condizione antecedente che in quella successiva agli interventi di costruzione.

## 2.Vegetazione

Il progetto in esame ricade, come accennato nella premessa, nel comune di Apricena per quanto riguarda l'impianto eolico e nel comune di San Severo per le opere connessioni.

Nel seguente paragrafo verrà illustrata nel dettaglio l'incidenza del progetto in esame sulla vegetazione e nello specifico, verranno conteggiati il numero di alberi da tagliare se previsto.

### Torri 1-2



*Inquadramento torri 1-2*

DETTAGLIO IMPIANTO	NUMERO ARBUSTI TAGLIATI
AEROGENERATORE 1	0
AEROGENERATORE 2	0
COLLEGAMENTO MT TORRI 1-2	0

Nell'immagine precedente si vede il posizionamento delle torri 1-2 nei campi, e il loro collegamento avviene con il cavidotto di bassa tensione che utilizza la strada provinciale SP 36, strade vicinale e parti seminative, prive di ogni forma di arbusto.



Torre numero 1



Torre numero2

**Per la realizzazione delle torri 1 e 2 e il rispettivo collegamento non vengono tagliati arbusti.**

## Torri 3-4

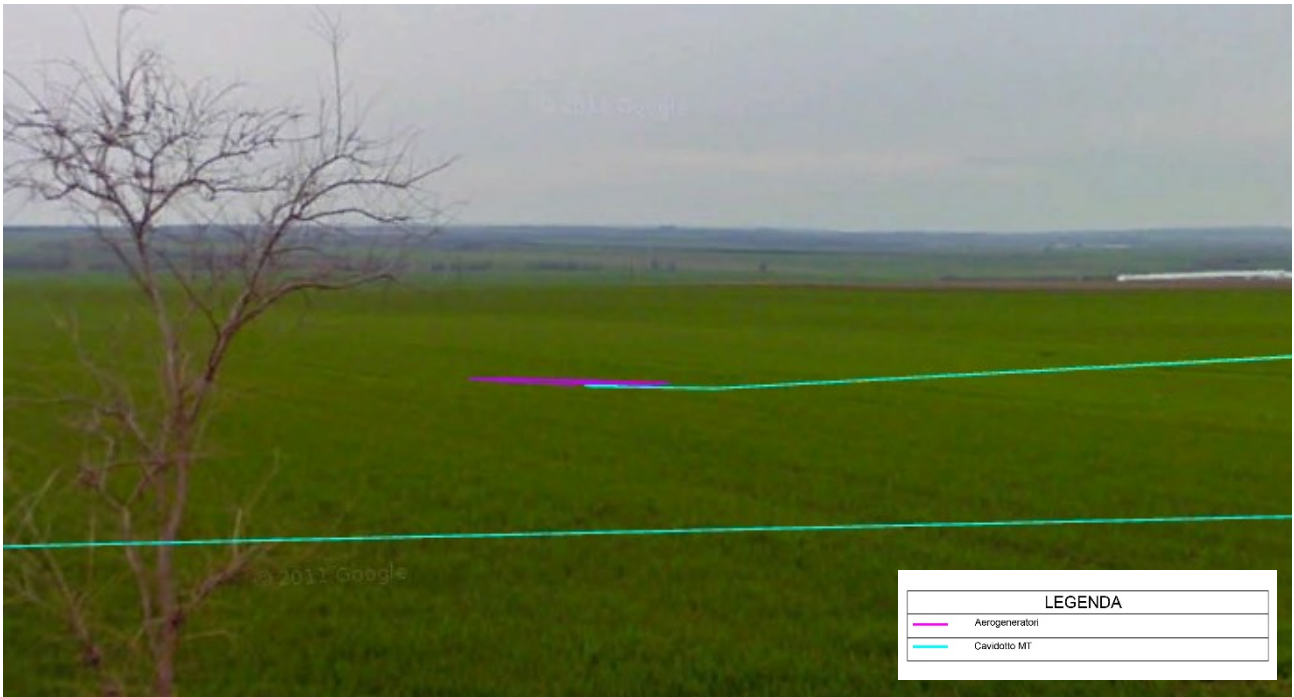


*Inquadramento torri 3-4*

DETTAGLIO IMPIANTO	NUMERO ARBUSTI TAGLIATI
AEROGENERATORE 3	0
AEROGENERATORE 4	0
CAVIDOTTO MT DI COLLEGAMENTO TORRI 3-4	0

Nell'immagine precedente si vede il posizionamento delle torri 3-4 nei campi, e il loro collegamento avviene con il cavidotto di bassa tensione che utilizza la strada provinciale SP 33, strade vicinali e parti seminative, prive di ogni forma di arbusto.





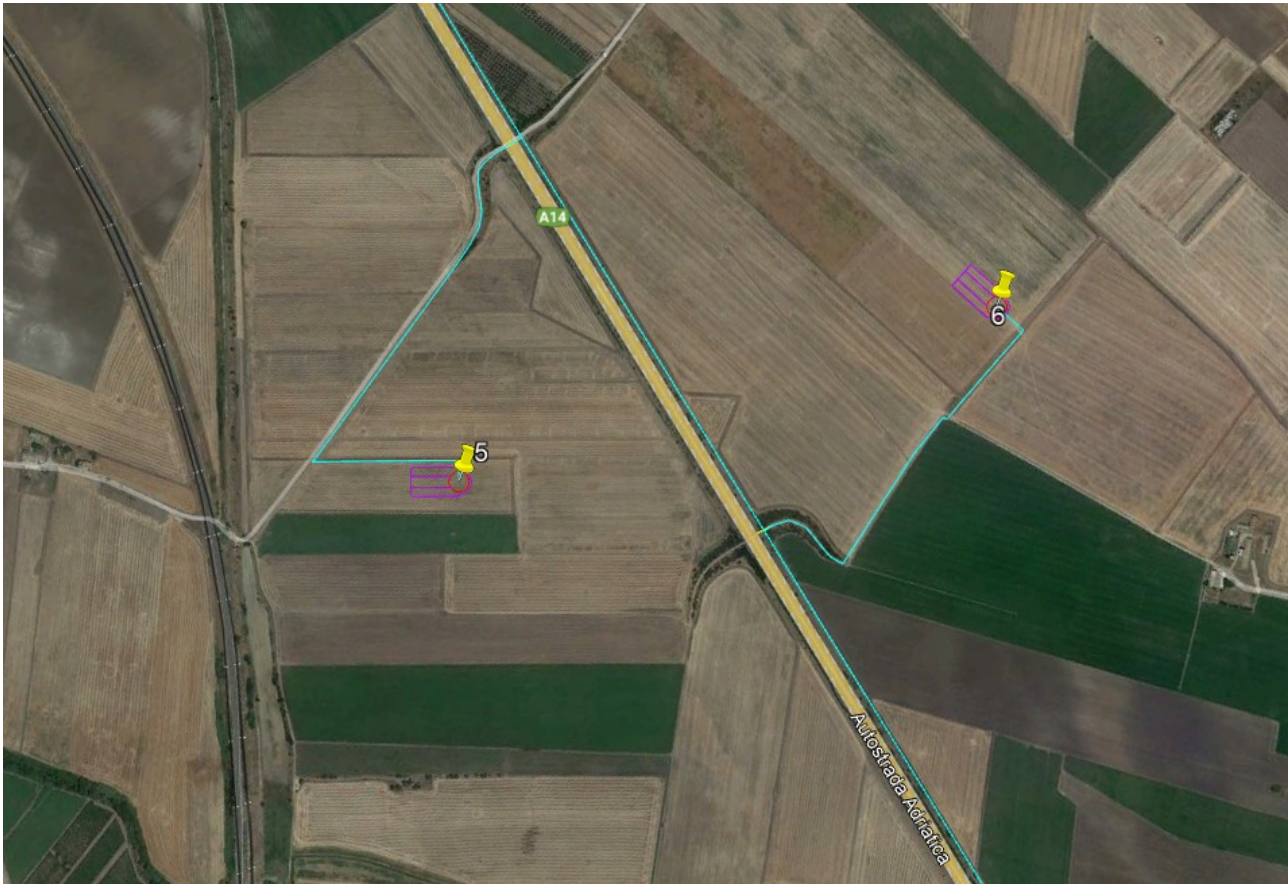
*Torre numero 3*



*Torre numero 4*

**Per la realizzazione delle torri 3 e 4 e il rispettivo collegamento non vengono tagliati arbusti.**

## Torri 5-6



*Inquadramento torri 5-6*

<b>DETTAGLIO IMPIANTO</b>	<b>NUMERO ARBUSTI TAGLIATI</b>
AEROGENERATORE 5	0
AEROGENERATORE 6	0
CAVIDOTTO MT DI COLLEGAMENTO TORRI 5-6	0

Nell'immagine precedente si vede il posizionamento delle torri 5-6 nei campi, e il loro collegamento avviene con il cavidotto di bassa tensione che utilizza strade vicinale e parti seminative, prive di ogni forma di arbusto.



*Torre numero 5*



*Torre numero 6*

**Per la realizzazione delle torri 5 e 6 e il rispettivo collegamento non vengono tagliati arbusti.**

## Torri 7-8-9-10



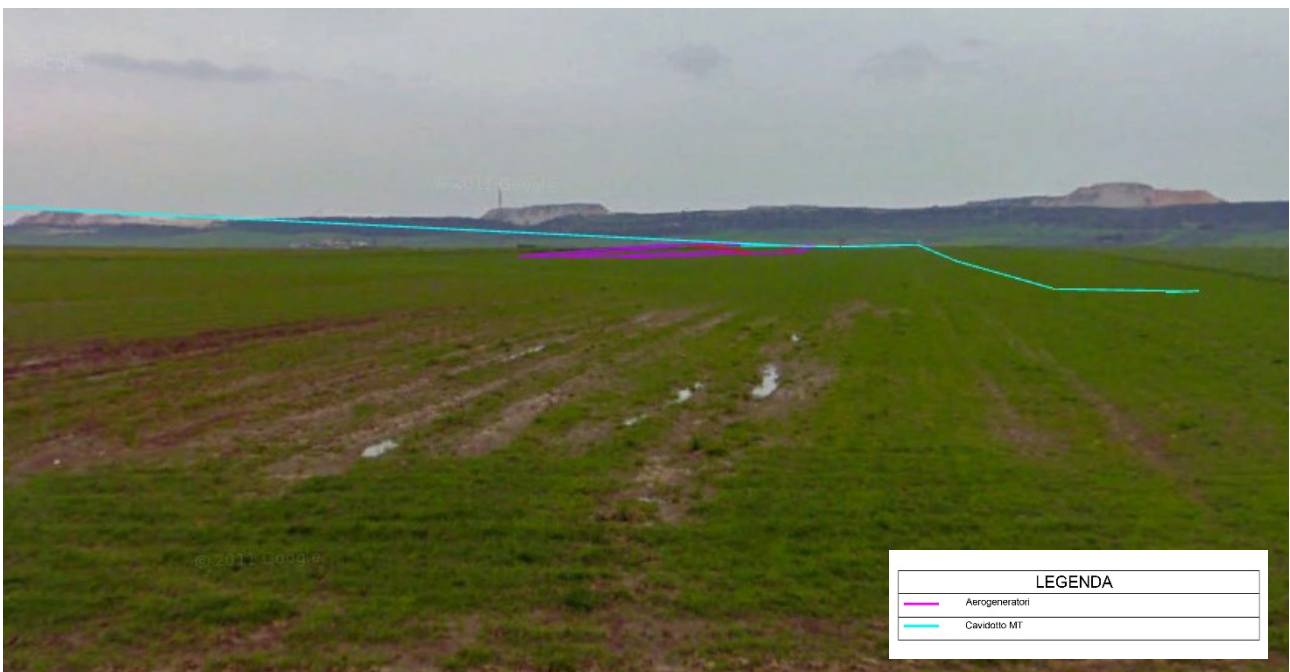
*Inquadramento torri 7-8-9-10*

<b>DETTAGLIO IMPIANTO</b>	<b>NUMERO ARBUSTI TAGLIATI</b>
AEROGENERATORE 7	0
AEROGENERATORE 8	0
AEROGENERATORE 9	0
AEROGENERATORE 10	0
CAVIDOTTO MT DI COLLEGAMENTO TORRI7-8-9-10	0

Nell'immagine precedente si vede il posizionamento delle torri 7-8-9-10 nei campi, e il loro collegamento avviene con il cavidotto di bassa tensione che utilizza strade vicinale e parti seminative, prive di ogni forma di arbusto.



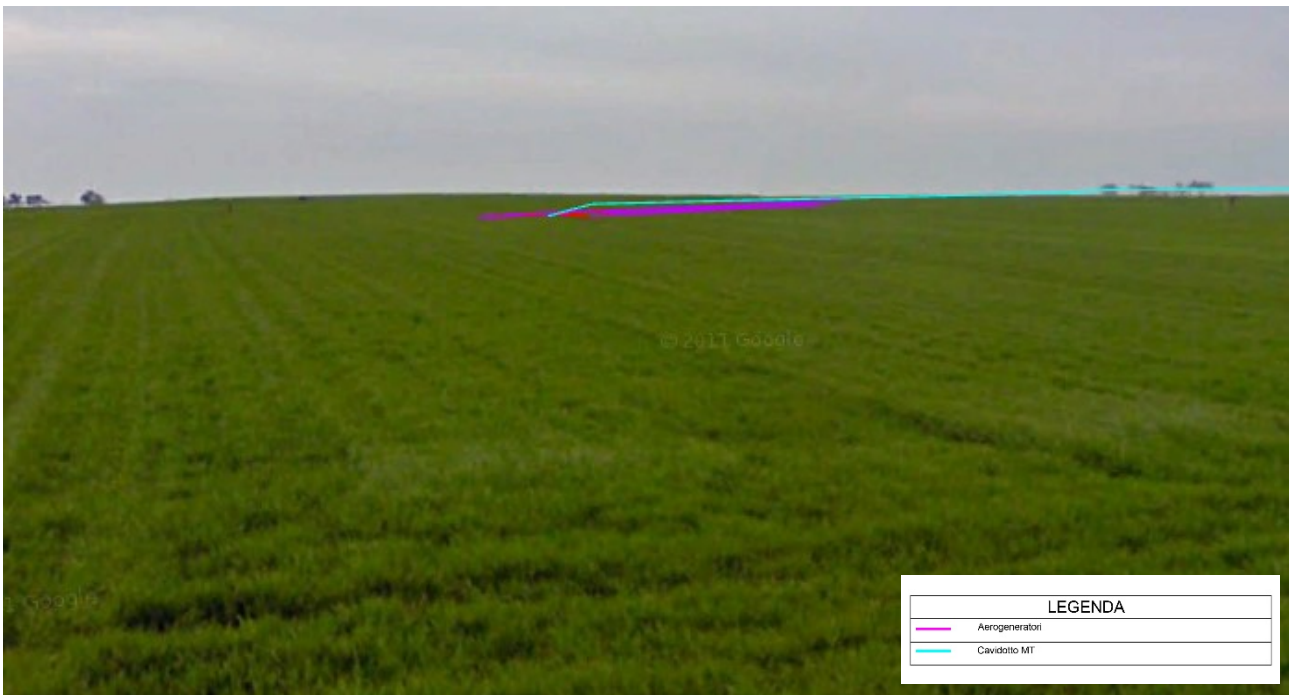
*Torre numero 7*



*Torre numero 8*



Torre numero 9



Torre numero10

**Per la realizzazione delle torri 7-8-9-10 e il rispettivo collegamento non vengono tagliati arbusti.**

## Torri 11-12-13-14



*Inquadramento torri 11-12-13-14*

<b>DETTAGLIO IMPIANTO</b>	<b>NUMERO ARBUSTI TAGLIATI</b>
AEROGENERATORE 11	0
AEROGENERATORE 12	0
AEROGENERATORE 13	0
AEROGENERATORE 14	0
CAVIDOTTO MT DI COLLEGAMENTO TORRI 11-12-13-14	0

Le torri in esame, come le precedenti sono posizionate in campi aperti e la loro realizzazione non prevede l'abbattimento di arbusti, stesso discorso vale per il loro collegamento rappresentato dal cavidotto MT che utilizza strade vicinali e parti seminative.



Torre numero 11



Torre numero 12





Torre numero 13



Torre numero 14

**Per la realizzazione delle torri 11-12-13-14 e il rispettivo collegamento non vengono tagliati arbusti.**

## Torri 15-16-18



*Inquadramento torri 15-16-18*

<b>DETTAGLIO IMPIANTO</b>	<b>NUMERO ARBUSTI TAGLIATI</b>
AEROGENERATORE 15	0
AEROGENERATORE 16	0
AEROGENERATORE 18	0
CAVIDOTTO MT DI COLLEGAMENTO TORRI 15-16-18	0

Il collegamento dei tre aerogeneratori in esame avviene con cavidotto MT che utilizza la strada provinciale SP34 e le strade vicinali senza ad andare a modificare la flora presente. Stesso discorso vale per il posizionamento degli aerogeneratori.



Torre numero 15



Torre numero 18



*Torre numero 16*

**Per la realizzazione delle torri 15-16-18 e il rispettivo collegamento non vengono tagliati arbusti.**

## Torre 17 e stazione di utenza



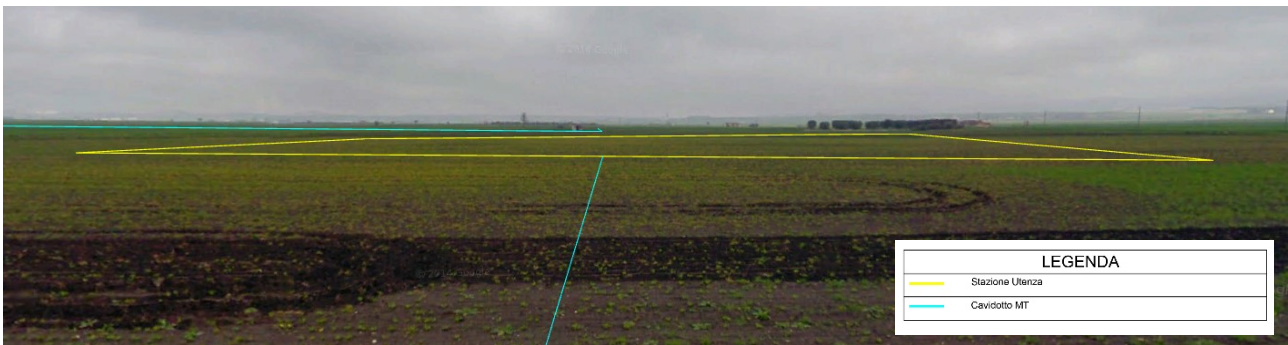
*Inquadramento torre 17 e stazione di utenza*

<b>DETTAGLIO IMPIANTO</b>	<b>NUMERO ARBUSTI TAGLIATI</b>
AEROGENERATORE 17	0
STAZIONE UTENZA	0
CAVIDOTTO MT DI COLLEGAMENTO	0

I collegamenti dovuti al cavidotto e la stazione utenza prevista non vanno a interferire con gli arbusti.



*Torre numero 17*



*Stazione Utanza*

**Per la realizzazione della torre 17, della stazione di utenza e dei relativi collegamenti non vengono tagliati gli arbusti.**

**In tutta la documentazione ad oggi inviata e quanto evidenziato con rilievi fotografici in questo documento è evidente che nessuna forma vegetativa autoctona viene compromessa. È irrilevante il numero di arbusti tagliati.**

### **3 Opere di progetto**

#### **3.1 Scavi**

È prevista l'esecuzione di scavi di vario genere e di qualsiasi forma e dimensione, in terreni di qualsiasi natura e consistenza, compresa la roccia dura da mina, secondo le sagome di progetto e/o quelle richieste dalla D.L.

I materiali provenienti dallo scavo ove non siano utilizzabili o che a giudizio insindacabile della D.L. ritenuti non adatti per il rinterro, dovranno essere portati a discarica.

#### **3.2 Demolizioni di murature, calcestruzzi, pavimentazioni**

Le demolizioni di murature, calcestruzzi semplici o armati, pavimentazioni stradali in macadam o in conglomerato bituminoso dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni onde prevenire qualsiasi infortunio agli addetti ai lavori ed a terzi e dovranno strettamente limitarsi alle opere previste in progetto e/o prescritte dalla D.L..

Saranno eseguite con martelli demolitori applicati ad escavatore o a mano e comunque con modalità idonee e concordate con la D.L.; i materiali di risulta non riutilizzabili in cantiere saranno caricati, trasportati a discarica.

#### **3.3 Rilevati aridi**

L'esecuzione dei corpi di rilevato per le strade e per le piazzole di alloggiamento degli aerogeneratori deve avvenire coerentemente ai disegni ed alle prescrizioni di progetto, nonché alle disposizioni impartite in loco dalla D.L.

È richiesta particolare attenzione nella preliminare gradonatura dei piani di posa e nella profilatura esterna dei rilevati stessi. Qualora la compattazione del terreno dei piani di posa non raggiunga il valore prefissato, ed ove lo richieda la D.L., si deve procedere alla bonifica del sottofondo stesso mediante sostituzione del materiale, come previsto al successivo punto Bonifica di sottofondi.

Per la formazione dei rilevati devono essere utilizzati i materiali appartenenti al gruppo A1, come risulta dalla norma CNR-UNI 10006:

L'esecuzione dei rilevato può iniziare solo quando i piani di posa risulteranno costipati con uso di rullo compressore adatto alle caratteristiche del terreno; il costipamento può ritenersi sufficiente quando viene raggiunto il valore di capacità portante corrispondente ad un Modulo di deformazione "Md" di almeno 300 kg/cmq per i sopracitati piani di posa o di bonifica e pari ad un "Md" di almeno 600 kg/cmq per piani ottenuti con rilevato, da determinarsi mediante prove di carico su piastra, con le modalità riportate nel seguito, e con frequenza di una prova ogni 500 mq di area trattata o frazione di essa.

Nell'esecuzione dei rilevati, il materiale deve essere steso a strati di 25 cm di altezza compattati, tenendo presente che l'ultimo strato costipato consenta il deflusso delle acque meteoriche verso le zone di compluvio, e sia rifilato secondo progetto.

Il costipamento di ogni strato di materiale deve essere eseguito con adeguato rullo compressore previo eventuale innaffiamento o ventilazione fino all'ottimo della umidità. Il corpo di materiale può dirsi costipato quando ai vari livelli viene raggiunto il valore di "Md" pari almeno a quello richiesto, da determinarsi mediante prova di carico su piastra con le modalità di seguito descritte.

Il controllo delle compattazioni in genere deve essere eseguito su ogni strato mediante una prova di carico su piastra ogni 500 mq di area trattata o frazione di essa, e comunque con almeno n. 4 prove per strato di materiale. A costipamento avvenuto, se i controlli risultano favorevoli, si può dar luogo a procedere allo stendimento ed alla compattazione dello strato successivo.

La determinazione del Modulo di deformazione deve essere effettuata in corrispondenza del primo ciclo di carico ed i valori di "MD" vengono valutati in corrispondenza dell'intervallo 0,5÷3,5 kg/cmq per il terreno in sito (scotico) e 2,5÷3,5 kg/cmq per il rilevato. Gli incrementi successivi di carico, nelle prove di tutti gli strati, devono essere di 0,5 kg/cmq iniziando da 0,5 e proseguendo fino a 3,5 kg/cm. Il passaggio al carico immediatamente superiore a quello in esame è consentito quando il cedimento sia inferiore a 0,05 mm dopo 3 minuti di applicazione del carico. Le prove effettuate vengono rappresentate mediante diagramma pressioni-cedimenti. Il peso di contrasto per le prove deve essere di ca. 5 t.

La formula adottata per determinare il "Md" sarà:

$Md = f_o \times \varphi \times D_p / D_s$ , dove:

$f_o = 1$  per piastre circolari

$p$  = carico unitario trasmesso dalla piastra al terreno (kg/cm)

$s$  = cedimento della piastra di carico circolare sottoposta alla pressione "p" (in cm.)

$D_p$  = differenza di carico unitario fra due successivi incrementi di carico (in kg/cmq)

$D_s$  = differenza di cedimento della piastra di carico circolare, sottoposta all'incremento di

carico  $D_p$  (in cm)  $\varphi$  = diametro della piastra (cm 30) Per le misure dei cedimenti si impiegheranno 3 comparatori centesimali disposti a 120°, ancorati a profilati di rinvio, appoggiati ad almeno 1 metro di distanza dalla piastra e dagli appoggi del carico di contrasto. Il dinamometro del martinetto dovrà essere sufficientemente sensibile per apprezzare con precisione i valori dei gradini di carico.

Nell'esecuzione della prova la piastra deve essere posta su superficie piana e orizzontale.

In aggiunta a quanto precedentemente detto, se le caratteristiche e le dimensioni degli elementi costituenti il materiale lo consentono, il corpo di materiale può dirsi costipato quando la



percentuale di costipamento rispetto alla densità secca max A.A.S.H.T.O. modificata raggiunge il 95% in ogni punto dei rilevato o della soprastruttura.

Il controllo viene effettuato confrontando la densità secca in sito dei rilevato o della soprastruttura con la densità secca max dei materiale ottenuta con la prova A.A.S.H.T.O.

modificata in relazione alla massima dimensione degli elementi costituenti il materiale. Questo controllo viene eseguito su ogni strato, in contraddittorio, a richiesta della D.L. con le seguenti modalità:

- n. 4 prove di Densità in sito
- n. 2 prove di Densità max A.A.S.H.T.O. modificata

### 3.4 Bonifica di sottofondi

Le zone di piazzole, di strade di accesso alle piazzole degli aerogeneratori ottenute per mezzo di scavo di sbancamento ed atte a ricevere la soprastruttura, allorché il terreno di sottofondo non raggiunge nella costipazione il valore di "Md" pari a 300 kg/cmq, nonché le aree interessate dalla viabilità esistente di accesso ai siti eolici la cui pavimentazione risultasse ammalorata, devono essere oggetto di trattamento di "bonifica" mediante la sostituzione di uno strato di terreno o di massicciata stradale dello spessore indicato in progetto o in loco dalla D.L. con equivalente in misto granulare arido **selezionato tra gli scarti di estrazione nelle cave locali**.

Detto materiale apparterrà al gruppo al come risulta dalla norma CNR-UNI 10006 e dovrà essere steso a strati e compattato con criteri e modalità già definiti al precedente punto "Rilevati aridi". La bonifica può ritenersi accettabile quando a costipamento avvenuto viene raggiunto il valore di capacità portante corrispondente ad un "Md" di almeno 300 kg/cmq, da determinarsi mediante prove di carico su piastra, con le modalità già definite in precedenza, con la frequenza di una prova ogni 500 mq di area bonificata, o frazione di essa.

### 3.5 Rinterro di scavo per opere d'arte

Gli spazi residui degli scavi di fondazione che non saranno occupati da strutture o rinfianchi di sorta, ad opera ultimata dovranno essere riempiti (rinterrati) utilizzando i materiali provenienti dagli scavi stessi sino alla quota prevista dagli elaborati di progetto. Qualora però il materiale di scavo non risultasse idoneo, la D.L., a propria discrezione, potrà disporre l'esecuzione dei rinterrati con materiale diverso precisandone tipo e provenienza.

Il materiale per i rinterrati dovrà essere steso a strati orizzontali di spessore non superiore a 25 cm di altezza e compattato. A completamente dei rinterrati fino al raggiungimento della quota del piano finito, si procederà secondo quanto descritto al precedente punto 2.4.1 L'ultimo strato costipato dovrà

consentire il deflusso delle acque meteoriche verso la zona di compluvio tramite profilatura, secondo quote e pendenze longitudinali e trasversali previste in progetto o disposte in loco dalla D.L.; si dovrà evitare la formazione di contropendenze, di sacche e di ristagni.

### 3.6 Ossatura di sottofondo

Per la formazione dell'ossatura di sottofondo di massicciate, dello spessore di 15 cm dopo compattazione, da effettuare con battitore meccanico o con rullo compressore, si impiegheranno ghiaie e pietrischi costituiti da elementi omogenei provenienti dalla spezzatura di rocce durissime, preferibilmente silicee, o calcari puri e di alta resistenza alla compressione, all'urto, all'abrasione, al gelo.

Il pietrisco sarà di tipo 40171 UNI 2710 e la ghiaia di tipo 40/71 UNI 2710.

Il materiale dovrà essere scevro di materie terrose o comunque materie eterogenee.

Agli effetti dei requisiti di caratterizzazione e di accettazione, i pietrischi avranno una resistenza a compressione di almeno 1200 Kg/cmq, un potere legante non inferiore a 30 per l'impiego in zone umide e non inferiore a 40 per l'impiego in zone aride, un coefficiente di qualità per prova DEVAL non inferiore a 12.

Qualora non sia possibile ottenere il pietrisco da cava di roccia, è consentita, previo parere favorevole della D.L., l'utilizzazione di:

- ✓ massi provenienti dagli scavi, ridotti a dimensioni idonee;
- ✓ ciottoli o massi ricavabili da fiumi o torrenti semprechè siano provenienti da rocce di qualità idonea;

Il materiale dovrà essere steso a strati di spessore non superiore ai 20 cm e cilindrato per ogni strato onde, ottenere una efficace compattazione atta a garantire il transito degli automezzi pesanti ed un  $M_d > 800 \text{ kg/cmq}$ .

### 3.7 Strato superficiale

Sulle superfici dell'ossatura di sottofondo destinate al transito verrà steso uno strato di stabilizzato di cava tipo "A1-b" ( $D < 30 \text{ mm}$ ) UNI 10006, dello spessore di 10 cm dopo compattazione, da effettuare con battitore meccanico o con rullo compressore, con  $M_d > 1000$  o, se richiesto dalla D.L., pietrisco di frantoio 10120 UNI 2710.

Le caratteristiche tecnologiche di accettazione dei pietrisco saranno tali da garantire un coefficiente di frantumazione non superiore a 120, resistenza alla compressione non inferiore a 1400 Kg/cm<sup>2</sup> ed infine una resistenza all'usura minima di 0,8.

### **3.8 Ripristino pavimentazioni bitumate**

Il cassonetto sarà ripristinato con materiale stabilizzato di cava di Tipo "A1 -a" oppure "A1 -b" in accordo con la norma CNR-UNI 10006, a strati ben costipati da comprimere con battitore meccanico o con rullo compressore, fino a circa 10cm dal piano di progetto.

Sopra lo stabilizzato di cava, a seguito di trattamento di semipenetrazione tramite lo spandimento di emulsione bituminosa in due successive passate, dovrà essere steso uno strato di conglomerato bituminoso (binder) a grossa granulometria (5÷20mm) dello spessore di 10cm dopo compressione.

Dopo un periodo di assestamento di 10÷15 giorni, sui riporti eseguiti dovrà essere steso il tappetino bituminoso d'usura dello spessore medio di 3cm.

Il tappetino, accuratamente rifilato ai bordi, sarà confezionato con impasto bituminoso di graniglia, con granulometria 3÷5mm, con sabbia, additivo minerale e con tenore dell'8% di bitume, di penetrazione media 130÷150mm.

### **3.9 Rimessa in pristino dei terreni**

I terreni interessati dall'occupazione temporanea dei mezzi d'opera o dal deposito provvisorio dei materiali di risulta o di quelli necessari alle varie lavorazioni, dovranno essere rimessi in pristino. Quando trattasi di terreno agricolo, il terreno dovrà essere dissodato e rilavorato effettuando la lavorazione esistente al momento dell'apertura della pista.

Quando trattasi di incolto agricolo il terreno dovrà essere dissodato e regolarizzato.

In tutti i casi si dovrà:

- provvedere al ripristino del regolare deflusso delle acque di pioggia attraverso la rete idraulica costituita dalle fosse campestri, provvedendo a ripulirle ed a ripristinarne la sezione originaria;
- eliminare dalla superficie della pista e dell'area provvisoria di lavoro, ogni residuo di lavorazione o di materiali;
- dare al terreno la pendenza originaria al fine di evitare ristagni

### 3.9.1 Trincee drenanti

Allo scopo di smaltire le acque superficiali convogliate e/o abbattere e regimare il livello di falda dal piano di campagna, ove previsto negli elaborati di progetto e comunque in accordo con la D.L., si ricorrerà all'uso di drenaggi di superficie, costituiti da trincee drenanti, sviluppate generalmente in direzione monte-valle, scaricante direttamente in compluvi naturali od in altre analoghe opere di raccolta e di scarico acque.

Le trincee saranno realizzate mediante scavo a sezione obbligata, con mezzo meccanico, della larghezza di 50÷70 cm e profondità e lunghezza, secondo i profili di progetto; quando il sistema di drenaggio interessa aree sedi di rilevato, l'escavazione delle trincee sarà successiva aviazione di scotico di tutta l'area di impronta del rilevato stesso.

Il fondo della trincea, previa accurata pulizia dello scavo, dovrà risultare costantemente in pendenza secondo i valori di progetto.

All'interno della trincea, con la dovuta cura e con tutti gli accorgimenti atti ad impedire l'ingresso di terre nella stessa, sarà disposto il geotessile avente funzione di filtro contro il passaggio delle particelle solide all'interno del corpo drenante. Il telo sarà posto in opera con sovrapposti di almeno 25 cm lungo l'asse della trincea, e di almeno 40 cm sul corpo del materiale arido drenante, nel senso trasversale della trincea.

Sul fondo della trincea già rivestita di geotessile sarà stesa, qualora prevista in progetto o secondo disposizioni della D.L., la tubazione atta a captare ed a convogliare le acque drenate allo scarico. La tubazione, che dovrà essere del tipo "fessurato" o "forato", in barre rigide di lamiera ondulata in acciaio zincato o, di altro idoneo materiale, dovrà avere il diametro e lo spessore risultanti dagli elaborati di progetto o secondo le disposizioni impartite dalla D.L.

Le tubazioni saranno depositate sul fondo della trincea in posizione allineata e con le estremità a contatto.

Le trincee saranno riempite con materiale arido **selezionato nelle cave locali**, con pezzatura max 100 mm, pezzatura minima pari ad almeno 1,5 volte il diametro dei fori della tubazione di scolo, ma non minore comunque di 15 mm. Al fine di evitare danneggiamenti alla tubazione di scolo si prescrive che il primo strato di materiale, almeno fino a 15 cm oltre l'estradosso della tubazione, sia di pezzatura meno grossolana, e che la successiva posa in opera del materiale di pezzatura maggiore avvenga senza caduta dall'alto.

Nella fase di riempimento delle trincee si dovranno rispettare fedelmente le quote progettuali di chiusura del geotessile o quantomeno l'altezza minima di quest'ultimo dal fondo scavo. Ad avvenuta chiusura del telo, nelle aree sedi di rilevato la trincea sarà ulteriormente riempita, fino al piano di scotico o di

gradonatura a seconda delle disposizioni impartite dalla D.L. con il medesimo materiale arido selezionato o con terreno vegetale nel caso in cui le trincee drenanti siano poste in sedi naturali.

### 3.9.2 Drenaggi contro-muro

Sul paramento interno di muri o di altre opere in calcestruzzo, ed ovunque lo richieda la D.L., verranno eseguiti drenaggi per la captazione e l'evacuazione delle acque provenienti dai terreni.

I drenaggi saranno realizzati con materiale **selezionato nelle cave locali**, di pezzatura minima 30 mm e massima 100 mm.

L'acqua drenata si convoglierà nelle canalette appositamente predisposte nei getti, oppure nelle tubazioni forate o fessurate in p.v.c. collocate a tergo delle pareti verticali, oppure defluirà dalle estremità delle opere stesse e/o delle tubazioni in p.v.c. collocate nei getti trasversalmente alle pareti delle strutture. Se richiesto, il drenaggio dovrà essere alloggiato entro un geotessile drenante con tipologia e prescrizioni di posa in opera cui al successivo Art. 2.8 "Geotessile".

### 3.9.3 Geotessile

Per la realizzazione di opere specifiche quali drenaggi, scogliere, separazione, ecc., ove previsto dal progetto, e dovunque la D.L. ne ritenga necessario l'utilizzo, è richiesta la fornitura e posa in opera di geotessile adatto all'uso specifico richiesto. Detto materiale, che dovrà essere posto in opera secondo metodologie ed istruzioni riportate nei documenti progettuali o, se non previsto in progetto, secondo disposizioni impartite dalla D.L., sarà costituito da tessuto in fibra di polipropilene o da "tessuto non tessuto" in fibra di poliestere a filamenti continui coesionati meccanicamente, senza uso di collanti o componenti chimici.

#### 3.9.3.1 Geotessile per drenaggi

Per esecuzione di trincee drenanti e per drenaggi a tergo di opere in muratura od in calcestruzzo devono essere utilizzati geotessili aventi funzione di filtro contro il passaggio di particelle solide all'interno del corpo drenante. Il telo deve avere peso non inferiore a 200 g/mq, resistenza a trazione trasversale, su striscia di 5 cm, non inferiore a 500 N, allungamento 50÷70%, permeabilità verticale all'acqua (con battente 100 mm d'acqua) non inferiore a 30 l/mq sec.

#### 3.9.3.2 Geotessile di separazione

Per la separazione di rilevati o delle soprastrutture dai relativi piani di posa, qualora questi presentino il rischio di contaminare con argille o limi il materiale arido di riporto e dove

previsto in progetto, debbono essere utilizzati geotessili aventi funzione di separazione e quindi di trattenimento delle particelle più fini del terreno in sito. Il telo avrà peso non inferiore a 400 g/mq, resistenza a trazione trasversale, su striscia di 5 cm, non inferiore a 900 N, resistenza alla perforazione non inferiore a 3000 N. I teli devono essere stesi in opera con sovrapposti minimi di 30 cm, curando di evitare il contatto con ciottoli spigolosi o di dimensioni notevoli rispetto alla granulometria dominante.

#### **3.9.4 Gabbionate e mantellate**

Per la sistemazione di aree connesse alla viabilità, alle piazzole degli aerogeneratori e/o per la regimazione idraulica di fossi limitrofi, potrà essere richiesta la realizzazione di gabbionate o mantellate in varie forme e dimensioni, secondo necessità.

La D.L. procederà al prelievo di campioni ed ai collaudi della zincatura sia dei fili della rete che del filo delle cuciture secondo le norme previste dalla succitata circolare.

La costruzione dei manufatti dovrà avvenire poggiando gli stessi su superfici regolarizzate e consolidate, atte a sostenere il peso delle opere ed a non essere svuotate ed erose dalle acque in movimento.

## 4 Calcestruzzo, opere in calcestruzzo, acciaio per c.a.

### 4.1 Requisiti dei materiali da impiegare, contenuto d'acqua

I materiali che verranno usati dovranno essere tutti perfettamente idonei ed approvati dalla D.L.. In ogni caso tutti i materiali dovranno corrispondere a quanto prescritto dalle 'Norme Tecniche' approvate con Decreto Ministeriale dei 9/01/96 al quale si fa riferimento per il tipo ed il numero dei controlli e le prove sui materiali da eseguire, salvo quanto diversamente specificato nel presente Capitolato Tecnico.

Il rapporto acqua cemento dovrà essere scelto opportunamente in modo da consentire la realizzazione di calcestruzzi di elevata impermeabilità e compattezza e da migliorare la resistenza alla carbonatazione ed all'attacco dei cloruri; dovrà essere comunque utilizzato un rapporto acqua/cemento non superiore a:

*f* 0,45 per tutti gli elementi strutturali in c.a.

*f* 0,50 per tutti gli altri elementi

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

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

### 4.2 Leganti idraulici

I leganti idraulici da impiegare devono essere conformi alle prescrizioni e definizioni contenute nella Legislazione vigente ed alla norma UNI 9858 e UNI ENV 197-1. Per le opere destinate ad ambiente umido deve essere utilizzato cemento tipo pozzolanica. Il dosaggio minimo di cemento per mc di calcestruzzo deve essere determinato in funzione del diametro minimo degli inerti, secondo la Norma UNI 8981, Parte Seconda, sulla durabilità dei calcestruzzo, il tutto come riportato negli elaborati di progetto o secondo le disposizioni impartite dalla D.L..

Sarà usato generalmente cemento tipo 325 ma dove richiesto specificatamente dalla D.L. sarà utilizzato cemento ad alta resistenza tipo 425.

### 4.3 Calcestruzzi

Tutte le strutture per fondazioni, platee, pozzetti, muri ecc. saranno realizzate con calcestruzzo della classe specificata sugli elaborati progettuali per ogni singola opera e/o indicata dalla D.L.

I cls magri per getti di imposta delle fondazioni (magroni di sottofondazione), dovranno essere dosati con non meno di 1,5 ql di cemento tipo R325 per ogni mc di impasto.

#### 4.4 Additivi per calcestruzzi

Per ottenere la necessaria lavorabilità con i rapporti acqua/cemento prescritti, la D.L. può autorizzare o richiedere che nella confezione dei cls sia fatto uso di additivi fluidificanti e/o superfluidificanti riduttori del quantitativo d'acqua (Rheobuild della MAC S.p.A., Sikament o Piastiment BV40 della SIKA, o prodotti aventi caratteristiche equivalenti) purché conformi alle prescrizioni delle Norme UNI 7101, UNI 7120 e UNI 8145 ed in generale fino alla quantità massima del 3% della massa di cemento. In casi particolari, previa specifica approvazione della D.L., può essere autorizzato l'uso di additivi con agenti espansivi per la limitazione del ritiro volumetrico (Stabilmac della MAC S.p.A. o equivalente).

TABELLA - UNI 11104: VALORI LIMITE PER LA COMPOSIZIONE E PROPRIETA' DEL CALCESTRUZZO



## CLASSI DI ESPOSIZIONE E DURABILITA'

*La durabilità del calcestruzzo è la capacità di durare nel tempo, resistendo alle azioni aggressive dell'ambiente, agli attacchi chimici, all'abrasione o ad ogni altro processo di degrado che coinvolga oltre alla pasta cementizia anche le eventuali armature metalliche.*

Classi di esposizione per calcestruzzo strutturale, in funzione delle condizioni ambientali secondo norma UNI 11104:2004 e UNI EN 206-1:2006

Classe esposizione norma UNI 9858	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206-1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
<b>1 Assenza di rischio di corrosione o attacco</b>						
1	<b>X0</b>	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici: in ambiente molto asciutto.	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico.	-	C 12/15	
<b>2 Corrosione indotta da carbonatazione</b>						
Nota - Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copritetto o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente.						
2 a	<b>XC1</b>	Asciutto o permanentemente bagnato.	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o immerse in acqua.	0,60	C 25/30	
2 a	<b>XC2</b>	Bagnato, raramente asciutto.	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.	0,60	C 25/30	
5 a	<b>XC3</b>	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità da moderata ad alta.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	<b>XC4</b>	Ciclicamente asciutto e bagnato.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette a alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. Superfici a contatto con l'acqua non comprese nella classe XC2.	0,50	C 32/40	
<b>3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare</b>						
5 a	<b>XD1</b>	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenenti cloruri.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	<b>XD2</b>	Bagnato, raramente asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in elementi strutturali totalmente immersi in acqua anche industriale contenente cloruri (Piscine).	0,50	C 32/40	
5 c	<b>XD3</b>	Ciclicamente bagnato e asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria. Parti di ponti, pavimentazioni e parcheggi per auto.	0,45	C 35/45	

Classe esposizione norma UNI 9858	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206 -1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
<b>4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare</b>						
4 a 5 b	<b>XS1</b>	Esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità.	0,50	C 32/40	
	<b>XS2</b>	Permanentemente sommerso.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immersi in acqua.	0,45	C 35/45	
	<b>XS3</b>	Zone esposte agli spruzzi o alle marea.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali esposti alla battigia o alle zone soggette agli spruzzi ed onde del mare.	0,45	C 35/45	
<b>5 Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti *</b>						
2 b	<b>XF1</b>	Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante.	Superfici verticali di calcestruzzo come facciate e colonne esposte alla pioggia ed al gelo. Superfici non verticali e non soggette alla completa saturazione ma esposte al gelo, alla pioggia o all'acqua.	0,50	C 32/40	
3	<b>XF2</b>	Moderata saturazione d'acqua, in presenza di agente disgelante.	Elementi come parti di ponti che in altro modo sarebbero classificati come XF1 ma che sono esposti direttamente o indirettamente agli agenti disgelanti.	0,50	C 25/30	3,0
2 b	<b>XF3</b>	Elevata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante	Superfici orizzontali in edifici dove l'acqua può accumularsi e che possono essere soggetti ai fenomeni di gelo, elementi soggetti a frequenti bagnature ed esposti al gelo.	0,50	C 25/30	3,0
3	<b>XF4</b>	Elevata saturazione d'acqua, con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare.	Superfici orizzontali quali strade o pavimentazioni esposte al gelo ed ai sali disgelanti in modo diretto o indiretto, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature in presenza di agenti disgelanti o di acqua di mare.	0,45	C 28/35	3,0
<b>6 Attacco chimico**</b>						
5 a	<b>XA1</b>	Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Contenitori di fanghi e vasche di decantazione. Contenitori e vasche per acque reflue.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	<b>XA2</b>	Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi.	0,50	C 32/40	
5 c	<b>XA3</b>	Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di acque industriali fortemente aggressive. Contenitori di foraggi, mangimi e liquame provenienti dall'allevamento animale. Torri di raffreddamento di fumi di gas di scarico industriali.	0,45	C 35/45	
<p>*) Il grado di saturazione della seconda colonna riflette la relativa frequenza con cui si verifica il gelo in condizioni di saturazione:  - moderato: occasionalmente gelato in condizione di saturazione;  - elevato: alta frequenza di gelo in condizioni di saturazione.</p> <p>**) Da parte di acque del terreno e acque fluenti.</p>						

TABELLA - I 27 prodotti della famiglia dei cementi comuni (UNI 197-1:2001)

Tipi principali	Denominazione dei 27 prodotti (tipi di cemento comuni)	Composizione (percentuale in massa) <sup>a)</sup>													Costituenti secondari			
		Costituenti principali																
		Clinker K	Lappa di allumino S	Fumi di silice D <sup>b)</sup>	naturale P	Pozzolana naturale Q	siliceo V	calcina W	Scisto calcinato T	Calcare L	LL	LL	LL					
CEM I	Cemento Portland	95-100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
	Cemento Portland alla lappa	80-94	6-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
	Cemento Portland ai fumi di silice	65-79	21-35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
CEM II	Cemento Portland alla pozzolana	90-94	-	6-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
	Cemento Portland alle cenere volanti	CEM IIA-P	-	-	-	6-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM IIB-P	-	-	-	21-35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM IIA-Q	-	-	-	-	6-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
	Cemento Portland allo scisto calcinato	CEM IIB-Q	-	-	-	-	21-35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM IIA-V	-	-	-	-	-	6-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM IIB-V	-	-	-	-	-	-	21-35	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
	Cemento Portland al calcare	CEM IIA-W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6-20	-	-	-	-	-	0-5
		CEM IIB-W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21-35	-	-	-	-	0-5
		CEM IIA-T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6-20	-	-	-	0-5
	CEM III	Cemento d'allumino	CEM IIB-T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21-35	-	-	0-5
			CEM IIA-L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6-20	-	0-5
CEM IIB-L			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21-35	-	0-5
CEM IIA-LL			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6-20	0-5
CEM IIB-LL			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21-35
CEM IV	Cemento pozzolanico <sup>c)</sup>	CEM IIA-M	-	-	-	-	-	-	-	-	6-20	-	-	-	-	-	0-5	
		CEM IIB-M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21-35	-	-	-	0-5	
		CEM IIA	36-65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM IIB	66-80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM IIC	81-95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
CEM V	Cemento composito <sup>c)</sup>	CEM IIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM IIB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM IIC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
CEM V	Cemento composito <sup>c)</sup>	CEM IIA	18-30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM IIB	31-50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM IIC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5

a) I valori del prospetto si riferiscono alla somma dei costituenti principali e secondari.  
 b) La proporzione di fumi di silice è limitata al 10%.  
 c) Nei cementi Portland composti CEM IIA-M e CEM IIB-M, nei cementi pozzolanici CEM IIA e CEM IIB e nei cementi composti CEM IIA e CEM IIB (vedere esempio in 5).

### 4.5 Acciaio per cemento armato

L'acciaio dovrà corrispondere alle caratteristiche specifiche dalle Norme Tecniche cui al D.M. 09/01/96. Sarà impiegato acciaio in barre ad aderenza migliorata del tipo Fe B 38k o Fe B 44k a seconda di quanto previsto negli elaborati di progetto, per tutte le opere, e rete elettrosaldata in vari diametri e maglie, del tipo conforme alle specifiche dei D.M. sopracitato.

#### **4.6 Palificate in calcestruzzo armato**

Il ricorso a palificate in calcestruzzo armato è previsto, se contemplato negli elaborati del progetto esecutivo, per le fondazioni degli aerogeneratori. I pali di fondazione, disposti generalmente in gruppo, saranno utilizzati in caso di scadenti caratteristiche geomeccaniche dei terreni, il cui miglioramento, mediante interventi di bonifica, non risulta conveniente od efficace. I pali saranno in calcestruzzo armato gettato in opera, nel numero, diametro e disposizione planimetrica risultante dagli elaborati di progetto esecutivo. Saranno eseguiti con le tecnologie e i metodi propri dell'esecuzione di pali di medio e grande diametro trivellati con sonda a rotazione, sia all'asciutto che in presenza di acqua di falda, in terreni di qualsiasi natura e consistenza, con presenza di trovanti lapidei anche di notevoli dimensioni, secondo le disposizioni e le normative in materia.

Preliminarmente alla realizzazione delle palificate di fondazione dovranno essere eseguite indagini geognostiche per la definizione delle caratteristiche locali dei terreni presso ciascuna postazione di macchina, e realizzato uno o più pali di prova tecnologici per la messa a punto dei procedimenti esecutivi e la valutazione in via sperimentale del comportamento sotto carico (prova di carico su un solo paio tecnologico). I risultati delle indagini geognostiche e della prova di carico sul paio tecnologico concorreranno ad una più puntuale definizione del progetto dei pali di fondazione (diametro lunghezza, geometria della palificata) già definito nelle sue linee generali nel progetto esecutivo.

##### **4.6.1 Gabbie di armatura per i pali**

Le armature metalliche saranno in acciaio FeB38k o FeB44k, controllato in stabilimento, come prescritto negli elaborati progettuali. Dette armature dovranno essere assemblate fuori opera con le seguenti modalità: le barre longitudinali saranno collegate tra loro da spirale metallica esterna e da anelli di irrigidimento interni, utilizzando, legature per il collegamento delle barre con la spirale e, punti di saldatura elettrica, per l'unione con gli anelli di irrigidimento.

La messa in opera delle armature dovrà essere preceduta da una accurata pulizia del fondo pozzo e da un controllo sulla lunghezza dei pozzi. Le gabbie di armatura dovranno essere poste in opera prima della esecuzione dei getti; la loro posa in opera dovrà essere effettuata con procedure ed accorgimenti atti a mantenere le gabbie stesse in posto e centrate durante i getti, evitando che vadano ad appoggiare sul fondo del pozzo o vengano in contatto con le pareti dello stesso, ricorrendo a dispositivi distanziatori e centratrici non metallici in modo da garantire lungo tutto il paio il copriferro netto minimo previsto negli elaborati di progetto esecutivo.

Ove previsto nel progetto della "rete di terra" si dovrà provvedere a cortocircuitare la gabbia di armatura come indicato nelle apposite successive prescrizioni.

#### 4.6.2 Calcestruzzo per pali

Il calcestruzzo impiegato nel getto dei pali dovrà avere una classe di resistenza non inferiore a Rck 250; L'impasto dovrà essere preparato con una quantità di cemento tipo 325 non inferiore a 300 kg per metro cubo di impasto, mentre il rapporto acqua cemento non dovrà superare il valore di 0,50 comprendendo nel peso dell'acqua l'umidità degli inerti. L'impasto dovrà risultare sufficientemente fluido e lavorabile, ma non tale da favorire la segregazione dei componenti.

Gli inerti dovranno essere accuratamente lavati e la loro granulometria totale dovrà corrispondere al fuso granulometrico di Fulier; il diametro massimo degli inerti non dovrà essere superiore a 25÷30 mm. Al momento del getto, il calcestruzzo dovrà avere consistenza tale da permettere una buona lavorabilità e nello stesso tempo da limitare al massimo i fenomeni di ritiro, nel rispetto del rapporto acqua/cemento.

valori dello "slump" richiesti, da verificare con prove al cono di Abrams, dovranno essere compresi tra 12 e 15 cm; per ottenere tali requisiti si potrà ricorrere solo ad additivi fluidificanti, ma non aeranti. E' ammesso l'impiego di ritardanti di presa o di fluidificanti con effetto ritardante.

Nella scelta del tipo di cemento e degli additivi si dovrà tenere conto delle caratteristiche chimiche dei terreni attraversati, dell'acqua del sottosuolo e dei fanghi di perforazione; salvo particolari contrarie condizioni rilevabili in fase esecutiva, si prescrive l'uso di cemento pozzolanico.

Per tutto ciò che riguarda la scelta, l'accettazione, la preparazione, il dosaggio, la miscelazione ed i controlli degli inerti e dei cementi si rimanda alla normativa vigente, al precedente articolo 2.11 "Calcestruzzi, opere in calcestruzzo, acciaio per c.a." ed alle eventuali prescrizioni impartite dalla D.L. nel corso dei lavori.

L'intervallo di tempo tra la fine della perforazione ed il getto di calcestruzzo dovrà essere ridotto al minimo possibile per ogni paio; il getto dovrà avvenire con continuità, ad iniziare dal fondo foro, e la velocità dovrà essere mantenuta costantemente tra i 15 ed i 20 metri cubi di calcestruzzo fresco per ora. Il getto dovrà raggiungere almeno la quota di 60÷80 cm oltre quella prevista per l'imposta delle fondazioni degli aerogeneratori, tale maggior volume sarà successivamente eliminato mediante demolizione (scapitozzatura).

Le modalità per la posa in opera del conglomerato cementizio dovranno essere tali da evitare la segregazione degli inerti; in nessun caso sarà consentito porre in opera il conglomerato cementizio precipitandolo direttamente dalla bocca del foro. Si dovrà quindi prevedere l'uso di un tubo convogliatore in acciaio, ad elementi giuntati a tenuta stagna, di diametro interno non inferiore a 20 cm. Particolare attenzione dovrà essere posta soprattutto nell'avviare i getti, impiegando opportuni accorgimenti atti alla separazione del primo conglomerato dai fanghi (quando presenti), evitando che questi ultimi possano dilavarlo risalendo dalla tubazione.

Durante il getto, l'estremità del tubo convogliatore dovrà sempre rimanere immersa nel calcestruzzo già posto in opera, per una lunghezza di almeno un metro; occorrerà assicurarsi della continuità del paio in fondazione, tenendo sotto controllo il volume di calcestruzzo già immesso nel pozzo (da paragonarsi con quello teorico) ed il livello raggiunto dal calcestruzzo stesso, facendo attenzione soprattutto alle sue variazioni improvvise. Il costipamento del getto dovrà essere eseguito con sistemi idonei approvati preventivamente dalla D.L.

#### **4.6.3 Pali di piccolo diametro (micropali)**

Saranno realizzati ove previsto dagli elaborati di progetto, mediante perforazioni verticali o sub-verticali fino a 101, in terreni di qualsiasi natura e consistenza o rocce di media durezza, eseguite con attrezzatura a rotazione o a rotopercolazione in presenza di fluidi di perforazione, a rotopercolazione con circolazione di aria, o con altri sistemi idonei, in relazione alla natura del terreno, con contemporaneo inserimento del tubo forma a corona circolare e, a trivellazione ultimata, successivo getto a pressione di malta cementizia formata da 1 mc di sabbia e 600 kg di cemento ad alta resistenza.

## 5 Murature

Tutte le murature devono essere eseguite con malta cementizia.

### 5.1 Murature in Laterizio

I laterizi da impiegare per l'esecuzione dei lavori saranno conformi ai requisiti delle norme UNI vigenti, nonché alle prescrizioni di cui al R.D. 16/11/1939 n. 2233 e successivi.

Prima dei loro impiego i mattoni saranno bagnati fino a saturazione mediante immersione prolungata e mai per aspersione. Essi dovranno porsi in opera con connesure alternate, in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna. Lo spessore delle connesure risulterà compreso fra 5 e 8 mm. Di tutte le murature deve essere curato il mantenimento dei filo delle superfici, onde evitare forti spessori di intonaco.

I paramenti delle murature saranno mantenuti bagnati per almeno 10 gg. dalla loro ultimazione. Le murature, qualora la loro altezza fosse superiore a m 3, saranno interrotte da cordoli in calcestruzzo armato dello spessore della muratura e di pari altezza, collegati a pilastri mediante ferri già predisposti in questi ultimi.

### 5.2 Murature di Pietrame

Nelle murature di pietrame, le singole pietre saranno poste in opera con una quantità di malta sufficiente ad involuppare in ogni direzione i singoli elementi in modo che risultino collegate fra di loro in tutti i sensi. Il pietrame sarà dei tipo indicato o comunque approvato dalla D.L., sarà accuratamente pulito, avrà le massime dimensioni possibili compatibili con lo spessore delle murature stesse.

Gli interstizi tra pietra e pietra saranno chiusi con scaglie battute con il martello. Le murature dovranno essere elevate a strati orizzontali con corsi da  $20\pm 30$  cm di altezza.

Nelle facce a vista delle murature, per le quali non è previsto particolare paramento, si dovrà avere cura di disporre verso l'esterno le facce più piane e più regolari, se necessario lavorate e ridotte con il martello in modo da ottenere un paramento con la minima quantità di scaglie; negli angoli si poseranno le pietre più grosse e più regolari.

I giunti saranno sempre rabboccati diligentemente con malta previa raschiatura, pulizia e lavaggio delle connesure fino a conveniente profondità. L'eventuale stilatura sarà eseguita quando la malta abbia fatto conveniente presa.

### 5.3 Esecuzione di Tracce

Nelle murature, ove richiesto, saranno eseguite delle tracce. Tali tracce potranno avere sia andamento orizzontale che verticale e serviranno a contenere tubazioni per cavetterie.

Nell'esecuzione delle tracce non è ammesso l'uso dei martelli meccanici. La sezione delle tracce di norma non dovrà superare quella strettamente necessaria alle tubazioni e cavetterie;

maggiori scassi, comunque compresi nel prezzo delle tracce medesime, si realizzeranno in corrispondenza di scatole di derivazione, per apparecchi a terra ecc. Le tracce saranno successivamente chiuse mediante l'utilizzo di scaglie di laterizio e malta cementizia, evitando sempre l'impiego di gesso.

## 6 Impermeabilizzazioni ed isolanti

### 6.1 Materiali

I materiali impiegati saranno di prima qualità e comunque conformi alle norme ed ai requisiti di seguito menzionati. Sono inoltre date indicazioni di prodotti commerciali utilizzabili. Non saranno utilizzati e/o posati in opera materiali che possano influire e/o modificare la naturale permeabilità di tutte le superfici utilizzate.

### 6.2 isolanti

*Pannelli isolanti in polistirene estruso*

Densità 30 - 40 Kg/m<sup>3</sup>

Reazione al fuoco classe 1

Conducibilità termica <0,030 Kcal/mh°C Prodotti:

STIRODUR (BASF)

STIROMAT (Gema)

ROOFMATE (Dow)

*Pannelli in polistirene espanso*

Uso come protezione di membrane su pareti interrato. Densità 20 Kg/m<sup>3</sup>

Reazione al fuoco Classe 1

UNI 7819

Prodotto: ISOFORM (Cabox)

*Pannelli isolanti in poliuretano espanso*

Conducibilità termica <0,019 Kcal/mh°C

Densità > 30 Kg/m<sup>3</sup>

UNI 7819

Reazione al fuoco Classe 2 Prodotto: ISOSTIF (S.T.I.F)

*Pannelli isolanti in roccia vulcanica espansa*

Reazione al fuoco Classe 1

Densità 150 Kg/m<sup>3</sup>

Conducibilità termica 0,041 Kcal/mh°C Resistenza all'incollaggio a bitume fuso (200°C)



Prodotto: FESCO BOARD V (Manville)

*Pannelli isolanti in vetro cellulare*

Reazione al fuoco Classe 0

Densità 125 kg/m<sup>3</sup>

Prodotto: FOAMGLAS T2 (Habitema) MEMBRANE DI TENUTA

*Membrane in PVC*

PVC plastificato armato con velo vetro spessore 1,2 o 1,5 mm Peso specifico > 1,2 t/m<sup>3</sup>

Resistenza allo strappo > 13 N/mm<sup>2</sup> Allungamento a rottura 250 %

Flessibilità a freddo sino a -25 °C Resistente agli UV

Norme UNI 8818 - 8629 - 8202 - 8178 Prodotti:

SARNAFIL G (Sarna fil)

ALKORPLAN (Adriaplast)

*Membrane impermeabili prefabbricate BPP*

Membrane bitume-polimero plastomerico (a base per es. di polipropilene atattico APP)

Spessore 4 mm (tolleranza 7%)

Armatura in poliestere non tessuto da filo continuo

Rottura a trazione: L>800N/5cm

T>500N/5cm

Allungamento a rottura >40%

Resistenza al punzonamento PS4/PD4

Flessibilità a freddo < -10 °C

Flessibilità a freddo dopo invecchiamento (UNI EN 1109) = 0° C Stabilità dimensionale = +/- 0,5 %

Norme UNI 8818 - 8629 - 8202 -8178- 9307/1 Certificazione ICITE

Prodotti:

PARALON (Imper)

VIAPOL (Vetroasfalto)

NOVATOP S/A(Novaglass)

DERBIGUM (Derbit)

GEDAGOM (Gedaco)

FLEXTER (Index)

POLYFLEX (Polyglass)

*Membrane impermeabili prefabbricate BPE*

Membrane bitume - polimero elastomerico (a base per es. di stirolo butadiene-stirolo SBS)

Spessore 4 mm (tolleranza 7%)

Armatura in poliestere non tessuto da filo continuo Norme UNI 8818 - 8629 - 8202 -8178-9307/1 Rottura a trazione :L>800N/5cm, T>700N/5cm Allungamento a rottura >45%,

Resistenza al punzonamento PS3/PS4/PD4 Certificazione ICITE

### **6.3 Malte e intonaci**

Le malte per le murature, per le stuccature e per gli intonaci, confezionate con sabbia lavata, vagliata e scevra da sostanze terrose, organiche, cloruri ed altre impurità, dovranno essere dei seguenti tipi:

*f* tipo a) - malta cementizia con cemento tipo 325, dosata a 400 kg/mc di impasto;

*f* tipo b) - malta di calce idraulica con kg 400 di calce idraulica per mc di impasto;

*f* tipo c) - malta bastarda eseguita con kg 250 di calce idraulica e kg 150 di cemento tipo 325 per mc di impasto

Potrà essere richiesta la esecuzione di intonaci sia su murature di nuova realizzazione che su preesistenti, di qualunque tipo e dimensione. L'intonaco grezzo, prima dell'applicazione

dell'ultimo strato di malta fine (velo di stabilitura) deve risultare ben stagionato. La malta per il velo dovrà essere confezionata con sabbia a granulometria molto fine.

Gli intonaci esterni dovranno essere eseguiti con la malta bastarda sopraindicata (tipo c).

## **7 Sottofondi e pavimenti**

### **7.1 Sottofondi**

Il piano destinato alla posa di un qualsiasi tipo di pavimento dovrà essere opportunamente spianato mediante un sottofondo in modo che la superficie di posa risulti regolare e parallela a quella del pavimento da eseguire ed alla profondità necessaria.

Il sottofondo potrà essere costituito, a seconda che verrà ordinato dalla Direzione dei Lavori, da un massetto di conglomerato cementizio (caldana) o da un gretonato, che dovrà essere gettato in opera a tempo debito per essere lasciato stagionare per almeno 10 giorni. Prima della posa in opera del pavimento le lesioni eventualmente manifestatesi nel sottofondo saranno riempite e stuccate con boiaccia di calce o cemento.

## 7.2 Pavimenti in genere

La posa in opera dei pavimenti di qualsiasi tipo o genere dovrà essere perfetta in modo da ottenere piani esatti e nel collocamento in opera degli elementi saranno scrupolosamente osservate le disposizioni che, di volta in volta, saranno impartite dalla Direzione dei Lavori.

I singoli elementi dovranno combaciare esattamente tra di loro, dovranno risultare perfettamente fissati al sottostrato e non dovrà verificarsi nelle connessioni dei diversi elementi a contatto la benché minima ineguaglianza.

I pavimenti dovranno essere consegnati diligentemente finiti, lavorati e puliti senza macchie di sorta.

## 7.3 Pavimenti in calcestruzzo

La pavimentazione sarà realizzata sul sottofondo precedentemente descritto mediante getto di calcestruzzo Classe 250, armato con rete elettrosaldata di diametro e maglie come da disegni di progetto o secondo le prescrizioni della D.L. Potrà essere divisa in riquadri, separati da appositi giunti, ed avrà lo spessore definito negli elaborati di progetto in funzione anche delle eventuali canalette per le vie cavo o per la raccolta oli.

Il calcestruzzo dovrà essere opportunamente vibrato con l'utilizzo di stagge vibranti del peso proporzionale allo spessore della pavimentazione da realizzare o se autorizzato dalla D.L. mediante l'utilizzo di vibratori ad ago. Il perimetro esterno della pavimentazione in calcestruzzo e tutti i giunti con manufatti interni verranno realizzati con cartongesso bitumato dello spessore di 2mm perfettamente aderente alle pareti previa spalmatura di una mano di bitume per tutta l'altezza della pavimentazione; i giunti saranno successivamente sigillati all'estradosso con silicone. I giunti strutturali fra i riquadri, qualora previsti negli elaborati di progetto, saranno realizzati mediante interposizione di lastra di polistirolo espanso dello spessore di 1÷3cm ed eseguiti come di seguito specificato.

I ferri di armatura dovranno essere interrotti sui giunti; ogni 50cm saranno posti in opera, a cavallo del giunto, spezzoni di acciaio di lunghezza e del diametro specificato negli elaborati di progetto vincolati all'armatura di uno solo dei riquadri adiacenti; la parte di spezzone non vincolata verrà opportunamente inguainata da un tubo in p.v.c. liscio o corrugato, lungo almeno 30 cm, chiuso alle estremità o trattato con bitume. Al termine delle operazioni di getto e ad avvenuta maturazione del calcestruzzo i giunti strutturali verranno completati mediante le sottospecificate lavorazioni:

- esportazione del polistirolo per la profondità di almeno 1 cm all'estradosso della pavimentazione;
- spalmatura di primer da cls. tipo Sikaflex 1a, o prodotto equivalente, sui due fronti della fuga precedentemente ottenuta, previa rimozione di polvere ed untuosità delle superfici di cls;

- intasamento a riempimento con mastice tipo Sikaflex la o prodotto equivalente, mediante estrusione da siringa con apposita pistola;

La superficie di estradosso della pavimentazione in calcestruzzo dovrà avere la caratteristica di superficie rigata antiscivolo.

#### **7.4 Ancoraggi, ammarri**

Per la predisposizione delle opere in c.a. al successivo montaggio di strutture metalliche in elevazione o macchinari, si dovranno fornire ed inserire nei getti di calcestruzzo, ove previsto e secondo i disegni di progetto i seguenti inserti:

- gabbie di tirafondi in acciaio;
- piastre di acciaio zincate;
- inserti in polistirolo o tronchetti di tubi in lamierino ondulato metallico per successiva installazione di tirafondi in acciaio.

#### **7.5 Malta o betoncino espansivi**

Per l'ancoraggio di tirafondi o imbottiture fra piastre metalliche e basamenti, ecc. saranno utilizzate malte premiscelate tipo SIKA GROUT 212 della SIKA S.p.A. o prodotti equivalenti.

Tali prodotti, che dovranno essere privi di ritiro sia in fase plastica (UNI 8996) che in fase indurita (UNI 8147), dovranno essere preparati secondo le prescrizioni della ditta produttrice.

#### **7.6 Vani alloggiamento inserti**

Le forme per l'installazione di tirafondi od altro, passanti o meno, da inserire nei getti di calcestruzzo, ove richiesto dalla D.L., saranno eseguite con casseforme in rete d'acciaio a maglia tipo Pernervo-Metal o simili.

#### **7.7 Piastre in acciaio**

La posa in opera di piastre, zincate o meno, avverrà mediante collegamento ai ferri di armatura dei c.a. nelle posizioni indicate dalla D.L.; la tolleranza ammissibile sarà, a getti eseguiti, di 1 mm in tutte le direzioni spaziali, salvo diversa indicazione in loco della D.L.

## **8 Canalizzazioni elettriche e di segnalazione**

### **8.1 Canalizzazioni in terreno naturale o in sede stradale**

I cavi elettrici, rispetto ai piani finiti di strade o piazzali e alla quota del piano campagna, saranno posati negli scavi alla profondità definita negli elaborati del progetto o secondo indicazioni impartite in loco dalla D.L.

Detti cavi saranno allettati su strato di materiale sabbioso (pezzatura massima: 5 mm) e saranno ricoperti da appositi coppi (tegoli) copricavo di cemento armato vibrocompresso o in resina. A copertura dei suddetti tegoli, verrà steso uno strato di sabbia del tipo precedentemente descritto dello spessore totale di 20÷30 cm, salvo diverse indicazioni riportate negli elaborati del progetto; in particolare per quanto riguarda i tratti prospicienti le piazzole di macchina il ricoprimento dei tegoli dovrà essere effettuato con un getto di cls magro di 20 cm di spessore. Un nastro segnalatore od una rete, posti all'estradosso dello strato di sabbia e ad opportuna distanza dai cavi stessi, segnerà la presenza del cavidotto. Il rimanente volume dello scavo sarà riempito con il materiale precedentemente scavato, con la prescrizione che, qualora il cavidotto percorra tracciati in aperta campagna, lo strato di riempimento a piano campagna sarà, per uno spessore di almeno 30 cm, in terreno vegetale precedentemente accantonato nell'esecuzione degli scavi.

### **8.2 Tubazioni posate in manufatti di calcestruzzo**

Saranno impiegati tubi spiratati in PE o PVC con interno liscio; dovranno essere dotati di apposita certificazione sia sul tipo di materiale che sui metodi di impiego.

I suddetti tubi dovranno essere scelti con dimensione interna maggiore o uguale a quanto indicato sui disegni ed in accordo con la D.L..

Durante la posa in opera dei suddetti tubi, i raggi di curvatura dovranno rispettare le prescrizioni del costruttore e le modalità di posa dei cavi da contenere; detti raggi di curvatura, non dovranno comunque essere inferiori a 5 volte il diametro della tubazione stessa.

Per la loro giunzione, dovranno essere utilizzati esclusivamente i giunti previsti dalla ditta produttrice.

### **8.3 Pozzetti**

Saranno predisposti i pozzetti in calcestruzzo, sia da gettare in opera che di tipo prefabbricato, da utilizzare per canalizzazioni elettriche, per ispezioni di dispersori di terra, ecc., secondo i disegni del progetto o le disposizioni impartite in loco dalla D.L.. La loro profondità sarà legata a quella delle canalizzazioni elettriche e sposteranno dal terreno, qualora ubicati in terreni agricoli, di circa 40 cm per impedire il transito su di essi di macchine agricole.

### **8.3.1 Pozzetti realizzati in opera**

Saranno realizzati in calcestruzzo Classe 250, secondo le indicazioni riportate nei disegni progettuali o fornite indicazioni, dimensioni interne nette di cm. 50x50, 70x70, 80x80, 100x100 e saranno provvisti sul fondo di tubo per il drenaggio dell'eventuale acqua di infiltrazione.

### **8.3.2 Pozzetti prefabbricati**

Dovranno essere forniti e posti in opera pozzetti in c.a.v. di dimensioni nette interne da cm 40x40 a cm 100x100, compatibilmente con le disposizioni previste nei disegni di progetto o quelle impartite dalla D.L., sia dei tipo ad elemento unico con profondità standard e sia dei tipo ad anelli. I pozzetti, che dovranno essere provvisti di lapidino in c.a.v. con relativo chiusino, dovranno essere allestiti su sottofondo in calcestruzzo Classe 200 dello spessore minimo di 10 cm. I pozzetti con dimensioni interne maggiori di 50x50 cm dovranno avere spessore delle pareti non inferiore a 10 cm. I pozzetti prefabbricati verranno generalmente impiegati in zone non carrabili per la derivazione ed il raccordo delle vie cavo.

### **8.3.3 Chiusini e griglie per pozzetti**

Dovranno essere forniti e posti in opera, secondo le indicazioni imposte dalla D.L., chiusini e griglie in ghisa dei tipo unificato e conforme alle normative vigenti. I chiusini dovranno avere coperchio antisdrucchiolevole con nervature portanti, piani di chiusura rettificati, telaio bullonato smontabile ed essere adatti al carico di transito di 6 ton. per asse; dovranno essere dati in opera completi di verniciatura con due mani di vernice bituminosa nera. I chiusini avranno dimensioni tali da poter essere posti direttamente sulle pareti sia dei pozzetti aventi dimensioni interne di cm 50x50 sia di quelli aventi dimensioni interne di cm 70x70; per i pozzetti con dimensioni interne superiori la posa dei chiusini richiederà la esecuzione di apposito cordolo in calcestruzzo armato solidale con le pareti. Ove previsto dai disegni progettuali o richiesto specificatamente dalla D.L., i chiusini in ghisa per pozzetti con dimensioni interne cm 70x70, potranno essere dei tipo ermetico (tipo Lamperti o similari). I chiusini in ghisa dei pozzetti ubicati fuori delle aree di transito pesante (autocarri ecc.), potranno essere sostituiti, previa approvazione da parte della D.L., con chiusini prefabbricati in cemento armato vibrato, purché il loro spessore minimo non sia inferiore a 10 cm.

## 9 Stazione Di Utenza

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

Sostanzialmente possono presentarsi due casi:

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

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

Per il campo eolico "Procina", il Gestore prescrive che l'impianto debba essere collegato in antenna con la sezione a 150 kV della Stazione Elettrica 380/150 kV di "San Severo". Il collegamento alla RTN necessita della realizzazione di una stazione AT/MT di utenza che serve ad elevare la tensione di impianto al livello di 150 kV, per il successivo smistamento alla Stazione di Rete, che sarà realizzato con un cavo interrato isolato a 150kV.

La stazione elettrica di utenza è ubicata nel comune di San Severo (FG). L'impianto occupa un'area di circa 4.400 m<sup>2</sup>.

L'accesso alla stazione è previsto dalla Provinciale n°11 tramite la strada vicinale che porta all'aerogeneratore WTG39, l'ingresso è situato sul lato ovest della stazione stessa. La suddetta viabilità è in parte esistente ed in parte da realizzare (circa 250 m).

La stazione sarà costituita da una sezione a 150 kV con isolamento in aria.

## 10 Strade e piazzole

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

## 11 Ingressi e recinzioni

Il collegamento dell'impianto alla viabilità ordinaria sarà garantito dalla strada di accesso all'aerogeneratore WTG54, che avrà una larghezza di almeno 7,00 metri e sarà realizzata con caratteristiche idonee per qualsiasi tipo di mezzo di trasporto su strada.

Per l'ingresso alla stazione, è previsto un cancello carrabile largo m 7,00 di tipo scorrevole ed un cancello pedonale, ambedue inseriti fra pilastri e pannellature in conglomerato cementizio armato. La recinzione perimetrale deve essere conforme alla norma CEI 11-1.

## **12 Smaltimento acque meteoriche e fognarie**

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

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



## 13 DISMISSIONE E RIPRISTINO

Qui di seguito verranno analizzati i componenti di un aerogeneratore e le relative opere accessorie in maniera da identificare le operazioni necessarie alla dismissione e allo smaltimento dei componenti degli stessi.

### *13.1 Aerogeneratore in tutte le sue componenti*

Ogni aerogeneratore è costituito da un numero elevato di componenti sia strutturali, sia elettrici, sia di controllo. La tipologia, la forma e i materiali dei differenti componenti è comunque diversa, essendo fondamentalmente materiali di carattere riciclabile per la maggior parte e con un valore aggiunto considerevole, come l'acciaio e i differenti metalli, che lo rendono interessante dal punto di vista del riciclaggio.

Il peso degli aerogeneratori varia in funzione del modello, da 100 a 400 tonnellate, senza tener conto della base degli aerogeneratori.

In seguito allo sviluppo nella ricerca nel settore eolico, attualmente gli aerogeneratori sono costituiti da materiali innovatori, anche se allo stato attuale non sono state ancora trovate tecniche di riutilizzo di tutti i componenti, come ad esempio la fibra di vetro delle pale.

In attesa che lo sviluppo tecnologico permetta di trovare tecniche utili di sfruttamento, questi materiali dovranno essere trattati come rifiuti, pertanto verranno trattati in accordo alla normativa vigente applicabile.

Ogni componente dell'aerogeneratore è fabbricato con un materiale e comunque con materiali adeguati alle caratteristiche strutturali e alle funzioni che devono assolvere.

Qui di seguito verranno descritti i principali componenti e materiali dell'aerogeneratore, così come il codice assegnato dalla Lista Europea dei Rifiuti ai materiali in seguito alla dismissione. Inoltre verrà descritta la pericolosità ed il codice delle operazioni di eliminazione e valorizzazione per ciascuno dei materiali.

### *13.2 Le pale*

Ogni aerogeneratore dispone di tre pale di dimensioni prestabilite e caratteristiche strutturali particolari, adatte alla potenza dell'aerogeneratore installato.

Le pale sono realizzate in fibra di vetro, come componente principale, a cui si aggiungono altri componenti della famiglia delle resine. Oltre alla fibra di vetro, in determinati modelli di pale, si utilizza la fibra di carbonio per alleggerire il peso delle stesse.

Le pale si compongono di due parti: una interna (l'anima della pala) e una esterna che rappresenta la parte visibile della pala. Entrambe sono realizzate principalmente in fibra di vetro e carbonio.

Le pale sono gli elementi esteriori che più soffrono il deterioramento dovuto agli effetti negativi delle scariche elettriche e anche lo sforzo strutturale dovuto alla continua tensione alle quali sono sottoposte. A volte si rende necessaria la sostituzione di qualche pala durante la vita utile. Vengono quindi inviate a discarica autorizzata dei rifiuti inerti, data la non pericolosità degli stessi.

Si pianificano due alternative per l'eliminazione o il riciclaggio delle pale fabbricate in fibra di vetro e carbonio che riducano l'impatto generato dalla loro eliminazione alla discarica degli inerti.

Queste alternative sono:

- 1) *Valorizzazione* come combustibile e materia prima di processo nella produzione industriale di Cemento Clinker. Questo processo richiede un trattamento fisico a monte che permetta la sua introduzione in forma controllata nei forni di produzione del Clinker;
- 2) *Riciclaggio* del materiale per la fabbricazione di altri componenti attraverso il processo di separazione dei differenti componenti (processo di *pirolisi*). Attraverso questo processo si ottiene di nuovo la fibra di vetro da una parte e la resina dall'altra sebbene la fibra di vetro recuperata in questo forma non conservi la totalità delle proprietà iniziali. Infatti, per questa ragione in funzione delle caratteristiche dei materiali recuperati, si determinano le vie di recupero degli stessi.

### 13.3 La navicella

La navicella o gondola costituisce il nucleo centrale dell'aerogeneratore. In essa si opera la trasformazione in energia elettrica a partire dal movimento delle pale per la forza del vento. E' la parte più complessa dell'aerogeneratore, dato l'elevato numero di componenti, unità e diversi sistemi installati.

I principali componenti della navicella sono:

- 1) Mozzo;
- 2) Generatore;
- 3) Asse;
- 4) Moltiplicatore;
- 5) Trasformatore;

- 6) Gruppo idraulico;
- 7) Telaio anteriore e posteriore;
- 8) Quadro elettrico e di controllo;
- 9) Cassa;
- 10) Minuteria;
- 11) Oli e grassi (idraulici e meccanici).

La maggior parte dei componenti della navicella sono fabbricati in diversi tipi di acciaio e leghe. Poi ci sono i componenti e il materiale elettrico, composto per circuiti, placche di controllo, materiali metallici e non metallici di diversa purezza ma in minore proporzione rispetto al totale.

Il numero dei componenti della navicella è elevato, pertanto si analizzeranno soltanto i componenti di maggiore importanza e dimensione.

#### *13.4 Il mozzo*

Il mozzo unisce le pale solidali all'asse lento. E' accoppiato all'asse di bassa velocità dell'aerogeneratore attraverso il quale viene trasmesso il movimento di rotazione generato dalla forza del vento nelle pale.

Il materiale utilizzato per la fabbricazione del mozzo è acciaio lavorato meccanicamente e il tappo con il cono di chiusura sono realizzati in lamiera di acciaio rivettato.

Il riutilizzo come componenti di seconda mano è particolarmente ristretto per il mozzo, data la necessità di resistenza strutturale che si esige per questo componente. Questi componenti alla fine vengono riciclati come rottame di acciaio.



*Foto 1. Mozzo*

### *13.5 L'asse di bassa velocità*

L'asse di bassa velocità dell'aerogeneratore collega il mozzo del rotore al moltiplicatore. All'interno dell'asse scorrono condotti del sistema idraulico o elettrico.

Tale asse è fabbricato totalmente in acciaio, pertanto alla fine della vita utile sarà riciclato come rottame.

A causa delle sue dimensioni e della sua forma specifica differente per ogni modello di aerogeneratore e, poiché è un componente sottoposto a continua usura, non è possibile il suo riutilizzo in applicazioni parallele.



*Foto 2. Asse di bassa velocità*

### *13.6 Il moltiplicatore*

Il moltiplicatore è costruito in acciaio ed il suo formato dipende dal modello della macchina. Il moltiplicatore installa altri componenti del sistema idraulico come valvole, condotti di olio e filtri. Inoltre per il suo funzionamento richiede una determinata quantità di olio lubrificante, che viene periodicamente sostituita durante lo sfruttamento del parco.

Una volta smantellato il moltiplicatore, se si trova in buono stato, si potrà riutilizzare come ricambio per gli altri aerogeneratori. Nel caso in cui dovesse rimanere inutilizzato, si procederà allo smantellamento dei blocchi più piccoli che verranno riciclati come rottami.

Prima dello smantellamento, si ritirerà in maniera completamente controllata la totalità dell'olio idraulico e lubrificante all'interno del moltiplicatore, così come i condotti e i filtri idraulici. Sia gli oli che i filtri dell'olio si ricicleranno tramite un gestore autorizzato mediante processi di valorizzazione energetica.



*Foto 3. Moltiplicatore*

### *13.7 L'asse di alta velocità*

L'asse di alta velocità gira approssimativamente a 1500 rpm e ciò consente il funzionamento del generatore elettrico. E' dotato di un freno a disco di emergenza. E' fabbricato in acciaio, ma si trova protetto da una cassa metallica. La totalità dei componenti è fabbricata in acciaio e alla fine verranno riciclati come rottame.

L'asse lento, il moltiplicatore e l'asse di alta velocità formano il sistema di trasmissione. Come già si è detto questi componenti hanno tutti un alto grado di usura dovuto al loro movimento giratorio continuo. Per questa ragione, quando questi componenti vengono smantellati sono destinati a diventare rottame.

Nel caso in cui qualche pezzo di questi componenti si trovi in buono stato si può pensare al loro riutilizzo in componenti simili.



*Foto 4. Asse di alta velocità*

### *13.8 Il generatore*

Il generatore è l'elemento della turbina che ha il compito di convertire l'energia meccanica in energia elettrica. L'elettricità prodotta nel generatore scende dai cavi fino alla base della torre per essere trasformata (elevamento di tensione e abbassamento di corrente) e inviata alla rete.

I generatori elettrici si compongono principalmente di una carcassa e di un supporto interno di acciaio. All'interno di questa struttura si trova un avvolgimento di cavo di rame.

Tanto l'acciaio quanto il rame sono destinati al riciclaggio come rottame. Bisogna prestare particolare attenzione al recupero del rame, a causa del suo elevato costo sul mercato.



*Foto 5. Generatore*

### *13.9 Motori di giro e riduttori*

Il meccanismo di posizionamento della turbina a favore di vento si realizza tramite movimento circolare. Si ottiene con dei motori e riduttori fissi alla gondola che fanno presa sull'ingranaggio della corona di orientamento della torre.

Il segnale di posizionamento corretto viene ricevuto dal sistema di controllo della turbina, insieme alla veletta e all'anemometro installati in ogni turbina.

Sia i motori elettrici di giro sia i riduttori sono fabbricati in acciaio e ferro. Nel caso dei motori, grazie alla loro grande resistenza e durata, si possono utilizzare come ricambi in altre macchine simili.

D'altro canto, grazie alla loro compatibilità in altre applicazioni al di fuori del settore eolico, questi motori potranno essere utilizzati in un mercato di macchine usate.

Nel caso in cui tali componenti si trovino in forte stato di deterioramento verranno riciclati come

rottame.



*Foto 6. Motori di giro e riduttori*

### *13.10 Gruppo o sistema idraulico*

E' composto da un gruppo di pressione, valvole di controllo e un sistema di condotti idraulici che distribuiscono il liquido idraulico (olio idraulico) tra il rotore e la navicella.

### *13.11 Gruppo di pressione*

Ha il compito di somministrare fluido idraulico ad una determinata pressione per consentire l'azionamento del sistema di captazione, orientazione e trasmissione. Lo stesso dispone di un deposito di azoto. Il sistema è fabbricato totalmente in acciaio e viene riciclato come rottame.

Nel caso in cui si trovi in buono stato potrà essere riutilizzato come ricambio.



*Foto 7. Gruppo di pressione*

### *13.12 Condotti idraulici*

Canalizzano il fluido idraulico fino al punto di utilizzo nei componenti che si trovano sottoposti a movimenti continui di rotazione come rotore, assi, moltiplicatori, motori di giro e posizionamento dell'aerogeneratore.

Fondamentalmente ed in funzione delle esigenze tecniche, questi condotti sono fabbricati in polimeri sintetici e caucciù, ed alcuni sono rinforzati internamente con una maglia di filo d'acciaio. Dal momento che nel materiale e nella struttura sono molto simili ai pneumatici delle automobili, verranno valorizzati da un gestore autorizzato come combustibile energetico o come materia prima per la fabbricazione dell'arredo urbano.

### *13.13 Valvole di controllo*

Adattano la pressione e la portata del fluido idraulico che circola attraverso i differenti sistemi installati nella navicella.

Nella maggior parte dei casi sono fabbricati in acciaio ed altre leghe. Vengono inviate al riciclaggio come rottame.

### *13.14 Trasformatore*

Inizialmente si installava al di fuori dell'aerogeneratore, nelle vicinanze dello stesso. Attualmente tuttavia, con l'aumento della potenza delle macchine, si installa all'interno della navicella.

I trasformatori installati allo stato attuale da Gamesa sono di tipo a secco.

La loro principale caratteristica è che sono raffreddati in aria con isolamento classe F, utilizzando la resina epoxi come mezzo di protezione degli avvolgimenti, non essendo necessaria qualsiasi manutenzione successiva all'installazione.

Fondamentalmente sono costituiti da un'installazione di placche e avvolgimenti di piattini di rame. I trasformatori, come parte del sistema elettrico dell'aerogeneratore si devono considerare nel momento dell'eliminazione degli stessi in maniera controllata.

I materiali costituenti l'armatura e la carcassa esteriore verranno rottamati, così come il rame generato che si recupererà per la sua rifusione.





*Foto 8. Trasformatore*

### *13.15 Telaio anteriore e posteriore*

Il telaio anteriore si compone di un pezzo e il telaio posteriore di due pezzi. Tutti questi pezzi si assemblano tra di loro per formare la base sulla quale si posiziona la totalità dei componenti meccanici, elettrici ed idraulici che formano la navicella.

Allo stesso modo, al telaio anteriore si assembla la corona di giro e gli ancoraggi di supporto alla torre di appoggio dell'aerogeneratore.

I telai sono fabbricati in acciaio meccanizzato saldato e la sua struttura è progettata specificatamente per il supporto della struttura della navicella, pertanto una volta arrivati alla fine della vita utile dell'aerogeneratore vengono riciclati come rottame.



*Foto 9. Telaio anteriore e posteriore*

### 13.16 *Carcassa*

Tutta la navicella si trova ricoperta dalla carcassa esteriore.

Questa carcassa si compone generalmente di uno o due pezzi (inferiore e superiore).

Così come le pale, la carcassa è costituita da fibre di vetro, come componente principale, al quale si aggiungono le resine, pertanto si ottiene un materiale con una sufficiente resistenza strutturale ed isolamento contro la corrosione prodotta dai fenomeni meteorologici.

Visto che le necessità di resistenza strutturale sono molto minori per la carcassa rispetto a quelle richieste per le pale, il materiale della carcassa è più povero di fibra di vetro.

Come per le pale, per l'eliminazione di questi componenti prima di provvedere alla dismissione completa di un parco eolico si pianificano due alternative per l'eliminazione o il riciclaggio delle carcasse, che riducano l'impatto generato dall'eliminazione di queste strutture in una discarica di inerti.

Le principali alternative sono due:

- 1) *Valorizzazione* come combustibile e materia prima di processo nella produzione industriale di Cemento Clinker. Questo processo richiede un trattamento fisico a monte che permetta la sua introduzione in forma controllata nei forni di produzione del Clinker;
- 2) *Riciclaggio* del materiale per la fabbricazione di altri componenti attraverso il processo di separazione dei differenti componenti (processo di *pirolisi*). Attraverso questo processo si ottiene di nuovo la fibra di vetro da una parte e la resina dall'altra, sebbene la fibra di vetro recuperata in questa forma non conservi la totalità delle proprietà iniziali. Infatti, per questa ragione, in funzione delle caratteristiche dei materiali recuperati, si determinano le vie di recupero degli stessi.

### 13.17 *Componenti elettrici e di controllo*

In tutto l'aerogeneratore e, in particolare all'interno della navicella, si installa un elevato numero di cavi e dispositivi di controllo. Da un lato si trovano i cavi che evacuano l'energia generata all'esterno e dall'altro i cavi appartenenti al sistema di controllo dell'aerogeneratore. Questi cavi connettono i differenti meccanismi all'unità di controllo dell'aerogeneratore, nella quale si gestiscono tutte le informazioni dei molteplici sensori installati.

La maggior parte dei cavi installati sono fabbricati in rame, sebbene si trovino anche cavi in alluminio. L'isolamento esterno nella maggior parte dei casi è in PVC, polietilene (PE) o altri polimeri.

Quasi tutto il cavidotto è recuperabile per il riutilizzo dei metalli, che risultano essere importanti visto che il rame e l'alluminio hanno un elevato valore di mercato.

Il processo per il recupero del cavidotto è basato sulla triturazione iniziale del cavo e sulla separazione del conduttore metallico e dell'isolante plastico.

La parte isolante di PVC e PE è sfruttabile in diverse applicazioni come materia prima per la fabbricazione di strumenti e applicazione per il giardinaggio, ecc.

Inoltre si dovrà tenere conto di tutti quei componenti del sistema di controllo che sono fabbricati con piombo in una matrice di vetro o ceramica.

Allo stesso modo le lampade di scarica e gli schermi degli strumenti si dovranno gestire in maniera controllata visto il contenuto di metalli pesanti come piombo e mercurio.

### *13.18 Minuteria*

Come la maggior parte dei componenti della navicella, gli elementi di assemblaggio, supporto, armatura di supporto della carcassa esterna, elementi di protezione dei componenti mobili sono fabbricati in acciaio, alluminio ed altre leghe.

Nel caso della dismissione del parco eolico il volume di questi piccoli pezzi sarà considerevole per cui si dovrà stabilire una metodologia o procedimento per lo stoccaggio e la gestione degli stessi.

L'uso finale di questi componenti dovrà essere il riutilizzo come rottame per la sua rifusione successivamente allo stoccaggio degli stessi in funzione del materiale.

### *13.19 Oli ed altri liquidi refrigeranti (idraulici e meccanici)*

Gli olii meccanici vengono utilizzati principalmente per la lubrificazione degli elementi di giro, installati all'interno e all'esterno della navicella, come il rotore, l'asse principale ed il moltiplicatore. L'olio del sistema idraulico si estende per quasi la totalità della navicella, attraverso condotti per l'azionamento dei vari sistemi installati.

Vista la composizione degli stessi, questi oli sono considerati pericolosi e la loro eliminazione è sottoposta a controllo: devono essere rimossi in forma controllata prima dell'inizio dei lavori di smontaggio di uno dei componenti o dello smantellamento dell'aerogeneratore.

Gli oli esausti, una volta recuperati adeguatamente, hanno la possibilità di essere reimpiegati come combustibile in impianti di generazione dell'energia.

I liquidi di refrigerazione devono essere, allo stesso modo, rimossi in forma controllata specialmente quando contengano cromo esavalente.

A causa della loro grande tossicità queste soluzioni saranno trattate in impianti speciali per l'eliminazione di componenti pericolosi.

### 13.20     T torri

Le torri di sostegno ed i conchi di fondazione di ancoraggio alla base degli aerogeneratori si fabbricano interamente a partire dalle piastre di acciaio e, sia all'interno sia all'esterno, sono ricoperte da vari strati di pittura.

Le loro dimensioni e caratteristiche strutturali variano in funzione della potenza della macchina da installare. In generale le torri installate si compongono di tre trami assemblati tra di loro ed ancorati alla base di cemento.

All'interno delle torri si installano vari componenti come scale, cavi elettrici di connessione dell'aerogeneratore, porta della torre e casse di connessione. Tali torri sono fabbricate con piastre di acciaio di spessore tra i 16 e i 36 mm, che alla fine sono ricoperte al loro esterno e al loro interno da strati di pittura per proteggerli dalla corrosione. All'interno delle torri si installano una serie di piattaforme, scale e linee di vita per l'accesso degli operai all'interno della navicella. Tali componenti sono fabbricati in acciaio o ferro galvanizzato visto che all'interno sono protetti dalla corrosione.



*Foto 10. Interno di una torre*

Nel caso in cui questi componenti vengano smantellati, il loro riutilizzo nell'ambito nel settore eolico si presenta poco fattibile, a causa delle esigenze di resistenza strutturale che richiede l'installazione degli aerogeneratori. Allo stesso modo, i nuovi aerogeneratori installati richiedono strutture più grandi e resistenti, per cui non è fattibile lo sfruttamento di strutture obsolete.



*Foto 11. Torri*

L'opzione più attuabile relativamente alla gestione finale dei trami che costituiscono le torri è il riciclaggio come rottame.

### *13.21 Fondazione*

La fondazione sarà costituita da un plinto ottagonale circoscritto ad un circonferenza di diametro 21 m; la scelta definitiva sarà comunque effettuata, in fase esecutiva, a valle di una dettagliata indagine geognostica, che consisterà nell'esecuzione di almeno una perforazione con prelievo di campioni e relative indagine di laboratorio. Nel caso in cui le caratteristiche geotecniche dei terreni interessati dalla fondazione, non fossero tali da garantire il trasferimento dei carichi con una fondazione superficiale di tipo diretto si opterà per una fondazione su pali.

Lo smantellamento della fondazione dell'aerogeneratore coincide esclusivamente con lo smantellamento completo del parco. Per questi casi, come norma generale, si stabilisce il ritiro parziale della parte superiore della base, che rimane in vista (30 o 40 cm dalla base).

Nel caso in cui venga richiesto il ripristino allo stato iniziale dello spazio occupato dagli aerogeneratori, si realizzerà il taglio della struttura metallica sporgente. Poi si procederà all'estrazione con martello idraulico della parte superiore della fondazione costruita in calcestruzzo. Come risultato si ottiene materiale di calcestruzzo mescolato a ferro appartenente all'armatura della piazzola. Per il taglio dei ferri dell'armatura si avrà bisogno di macchinari addetti al taglio.

Si ottiene, pertanto, una parte metallica composta dal concio di fondazione e dai resti dell'abbattimento della piazzola. Questa parte metallica è destinata al riciclo come rottame.

La base in calcestruzzo si può eliminare tramite il deposito in discarica dei rifiuti inerti o può essere riciclata come agglomerato per usi nelle costruzioni civili. In quest'ultimo caso, è meglio

quando il volume generato dal rifiuto è elevato.



*Foto 12. Fondazione*

### *13.22 Linee elettriche ed apparati elettrici e meccanici della sottostazione*

I cavi elettrici sia quelli utilizzati all'interno dell'impianto eolico per permettere il collegamento tra le varie turbine con la cabina di raccolta, sia quelli utilizzati all'esterno dell'impianto per permettere il collegamento della cabina con la sottostazione, sono posati tutti sotto il manto stradale esistente.

L'operazione di dismissione prevede le seguenti operazioni:

- 13.22.1** scavo a sezione ristretta lungo la trincea dove sono stati posati i cavi,
- 13.22.2** rimozione in sequenza di nastro segnalatore, tubo corrugato, tegolino protettivo, conduttori;
- 13.22.3** rimozione dello strato di sabbia cementata e asfalto ove presente.

Dopo aver rimosso in sequenza i materiali, saranno ripristinati i manti stradali utilizzando il più possibile i materiali di risulta dello scavo stesso.

Naturalmente, dove il manto stradale sarà di tipo sterrato sarà ripristinato allo stato originale mediante un'operazione di costipatura del terreno, mentre dove il manto stradale è in materiale asfaltato sarà ripristinato l'asfalto asportato.

I materiali da smaltire, sono relativi ai componenti prima descritti, ovvero escludendo i conduttori che hanno un loro valore commerciale, restano da eliminare il nastro segnalatore, il tubo corrugato, la coppella protettiva, i pozzetti di ispezione ed i materiali edili di risulta dello scavo e precisamente la sabbia cementata e l'asfalto, se presente.

La cabina di raccolta sarà costruita secondo l'architettura del luogo, pertanto il manufatto edilizio sarà recuperato e servirà come luogo per contenere gli attrezzi di lavoro per l'agricoltura. Gli elementi da smontare e smaltire sono solo i quadri elettrici presenti all'interno.

La sottostazione è costituita da un manufatto edilizio che prevede un piazzale con recinzione e sala quadri. Dentro il piazzale saranno disposte le apparecchiature per esterno e relative al livello di tensione 150 kV e dentro la sala quadri saranno poste le apparecchiature a media tensione e tutti i quadri di segnalazione, controllo e comando.

Per il ripristino bisogna considerare la rimozione dei quadri elettrici e di tutte le apparecchiature elettromeccaniche relative al livello di tensione 150 kV. In particolare saranno smontati i trasformatori di misura amperometri, quelli volumetrici, il sezionatore e l'interruttore. Sarà asportato inoltre il trasformatore MT/AT.

Per quanto riguarda la parte civile, sarà recuperata come ricovero di attrezzi la sola sala quadri mentre sarà abbattuta la recinzione di protezione e trasportati a discarica i residui. Le parti delle fondazioni relative alle apparecchiature elettromeccaniche saranno ricoperte con terreno vegetale. Saranno altresì rimosse le pavimentazioni in calcestruzzo presenti sul piazzale e trasportate presso discariche autorizzate.

## 14 DESCRIZIONE DELLE OPERE DI DISMISSIONE

Le azioni che verranno intraprese sono le seguenti:

- a) Rimozione degli aerogeneratori: questa operazione verrà eseguita da ditte specializzate, preposte anche al recupero dei materiali. Infatti un indubbio vantaggio degli impianti eolici è rappresentato dalla natura delle opere principali che li compongono, essendo in prevalenza costituite da elementi in materiale metallico facilmente riciclabile o riutilizzabile. Le torri degli aerogeneratori, comprese le parti elettriche, saranno smontate e ridotte in pezzi per consentirne il trasporto e lo smaltimento presso specifiche aziende di riciclaggio.
- b) Demolizioni di porzioni di fondazioni degli aerogeneratori emergenti rispetto alla quota del piano di campagna, con trasporto a discarica del materiale in calcestruzzo di risulta.
- c) Sistemazione piazzole a servizio degli aerogeneratori: per le piazzole sono previsti i seguenti interventi:
  - ✓ rimozione di parte del terreno di riporto per le piazzole in rilevato. Il materiale di risulta sarà trasportato a discarica;
  - ✓ disfacimento della pavimentazione, costituita da uno strato di fondazione con misto granulare naturale di 30 cm e dal soprastante strato di misto artificiale di cm 20, per le piazzole in sterro. Trasporto a discarica del materiale;
  - ✓ rinverdimento con formazione di un tappeto erboso con preparazione meccanica del terreno erboso, concimazione di fondo, semina manuale o meccanica di specie vegetali autoctone.
- d) Rimozione della sottostazione elettrica

La stazione di consegna del parco eolico sarà dismessa. Verranno pertanto smontati e smaltiti tutti gli apparati elettromeccanici, demolite le fondazioni nella loro interezza e tutte le strutture ad essa appartenente con successivo invio a discarica autorizzata. Infine verrà intrapresa un'azione di rinverdimento dell'area.

### *14.1 Possibili utilizzi dei materiali derivanti dalla dismissione*

La destinazione finale dei componenti derivanti dallo smantellamento di ogni aerogeneratore dipenderà dalle caratteristiche descritte nei paragrafi precedenti e dal loro stato di conservazione finale. La valutazione finale terrà conto di questi due fattori:

- ✓ i tempi di riutilizzo dei materiali che costituiscono questi componenti;
- ✓ valutazione dei componenti nel mercato attuale. Sarà pertanto il bilancio economico



ottenuto alla fine della gestione che determinerà la destinazione finale di ognuno dei componenti dell'aerogeneratore.

Le possibilità di gestione dei componenti sono le seguenti:

- ✓ riutilizzo dei componenti in buono stato e garanzia di funzionamento in macchine simili o con componenti simili;
- ✓ riutilizzo di macchine e componenti e di macchine interi ed in buono stato per la vendita ai Paesi di maggiore esigenza tecnologica e minore possibilità economica e successiva installazione per continuare il processo produttivo;
- ✓ riciclaggio dei componenti che grazie al loro materiale e alla loro valutazione economica rendono possibile la loro trasformazione per altri usi;
- ✓ valorizzazione dei componenti che per le loro dimensioni, forma o struttura rende impossibile una gestione vantaggiosa degli stessi per cui si effettuano operazioni di adeguamento del componente per facilitarne la gestione;
- ✓ eliminazione. Si tratta dell'ultima delle operazioni di gestione ed è indicata per quei componenti per i quali non si dispone di una via di approvvigionamento o che, per la loro natura pericolosa, devono essere eliminati in maniera controllata.

#### *14.1.1 Riciclaggio di materiali ferrosi in forni di Arco Elettrico*

Il rottame di materiali ferrosi viene ritrasformato in prodotto attraverso un'unica operazione in forni ad arco elettrico. Come risultato la scoria formata può essere reintrodotta nel processo o eliminata in forma controllata.

Questa operazione è caratterizzata da un recupero di metalli dato che il rifiuto (rottame) è trasformato quasi completamente in prodotto.

Il risultato del processo (acciaio) ha caratteristiche simili a quelle del prodotto iniziale e ciò è una delle condizioni necessarie per considerare questo processo come riciclaggio.

E' una semplice catena di produzione di acciaio (in origine minerale, ferro, acciaio liquido e prodotto finale), il rottame è introdotto nel ciclo di produzione nel livello di pre-prodotti evitando l'elevato consumo energetico che porta dalla materia prima minerale al ferro bruto.

Il riciclaggio del rottame di acciaio ha attualmente un elevato valore di mercato ed il suo valore si è duplicato negli ultimi due anni.

Ai valori ottenuti dalla vendita dell'acciaio è necessario sottrarre i costi del trasporto e della trasformazione. In questo caso si presterà particolare importanza ai trasporti a causa del loro elevato costo.

### *14.1.2 Compositi nella produzione di cemento*

Le plastiche rinforzate con fibre minerali (compositi) possono essere introdotte nel processo di produzione del cemento Clinker. La ragione dell'introduzione dei compositi in questo processo è dovuta alla loro composizione. Da una parte, quando il materiale utilizzato come rinforzo è la fibra di vetro, questa parte inorganica formata fundamentalmente da composti di silicio sostituisce le materie prime naturali di silicio, alluminio e calcio.

I restanti elementi che costituiscono il composito sono costituiti esclusivamente da composti organici, che contribuiscono come combustibili, agendo da forma di energia necessaria per parte del processo di produzione del Clinker.

La parte organica dei composti varia dal 10% al 70%. L'utilizzo dei compositi come fonte di energia o come materia prima minerale dipenderà da aspetti puramente quantitativi e da parametri fisici e chimici che controllano il processo.

Dal punto di vista ambientale e del recupero dei rifiuti, la via di valorizzazione attraverso il processo del Clinker sembra essere la forma più positiva.

In tal senso, al completamento della gestione attraverso la via del Clinker, si produrranno unicamente emissioni in atmosfera provenienti dalla combustione dei componenti organici.

Il resto del materiale non sottoposto a combustione si incorpora nel materiale del Clinker. D'altronde l'invio a discarica richiede la costruzione di infrastrutture di grandi dimensioni e con elevati impatti sul suolo dove si impianta.

### *14.1.3 Riciclaggio dei materiali e dei componenti elettrici*

Il materiale e i componenti elettrici, anche se in minore proporzione, rivestono una grande importanza nel bilancio economico finale della gestione dell'intero aerogeneratore.

Da un lato, la maggior quantità si trova nel cavidotto di potenza e di connessione dei diversi strumenti, realizzato in rame e alluminio.

La via di gestione per questi componenti è il riciclaggio attraverso i processi di rifusione dei metalli, dopo aver separato il materiale plastico che forma l'isolante.

Il processo di riciclaggio di questi componenti ha un alto rendimento e il prodotto finale ottenuto è di alta qualità ed è utilizzabile in tutte le applicazioni.

Dall'altro lato, all'interno dei componenti elettrici si trovano i pannelli di controllo, gli schermi, la circuiteria e uno svariato numero di componenti specifici. Il riciclo di questi componenti si realizza sia a partire dal componente completo, sia a partire dal triturato.

Il valore di questo materiale si trova in metalli come il rame, lo stagno, il piombo, l'oro, il platino, che si trovano in diverse proporzioni e che apportano un alto valore aggiunto alla gestione.

Il processo per il riciclaggio di questi componenti elettrici consiste nella rifusione del materiale bruto utilizzando il materiale plastico come combustibile per raggiungere una maggiore temperatura e come agente riduttore, così come da composto organico viene distrutto nella combustione.

A causa della differente composizione dei metalli, il materiale fuso viene sottoposto ad una serie di diversi processi nei quali si separeranno tutti i metalli. Alla fine ogni metallo ottenuto dalla forma bruta viene sottoposto ad un processo di raffinazione attraverso il quale si possono raggiungere elevati gradi di purezza fino al 98%.

#### *14.2 Mercati emergenti degli aerogeneratori usati*

La tecnologia si è evoluta a tal punto negli ultimi anni che, allo stato attuale, gli aerogeneratori hanno una potenza 30 volte superiore ai loro “antenati” di 2 decenni indietro e i proprietari dei parchi stanno operando il ripotenziamento con macchine di ultima generazione per modernizzare le loro installazioni. Tuttavia, la stragrande maggioranza delle “vecchie” macchine continua a funzionare perfettamente, il che sta dando vita ad un mercato eolico di seconda mano vedendo nei paesi con economie emergenti il suo principale cliente. Parliamo dell'Est europeo e anche del Sud Est asiatico.

Il prezzo ridotto di questi componenti li rende estremamente appetibili nei paesi che si addentrano in queste tecnologie.

Allo stato attuale questo mercato si realizza attraverso le imprese che operano tramite i portali di internet. Le macchine vengono vendute con tutte le garanzie, infatti vengono fornite dettagliate indicazioni sui dati tecnici e fotografie che mostrano il loro stato di conservazione.

Questo mercato, d'altronde, ha l'incertezza relativa al rischio che hanno le macchine di aver avarie ed altri problemi nella loro nuova ubicazione, soprattutto se le nuove condizioni di ubicazioni sono diverse dalle precedenti.

Questa opzione, nonostante sia poco sviluppata attualmente, offrirebbe una grande convenienza per quegli aerogeneratori che, essendo in buono stato, potrebbero essere riutilizzati.

### *14.3 Smantellamento degli aerogeneratori*

Una volta conclusa la vita utile del parco si procede a ritirare tutti i componenti dell'aerogeneratore partendo dalle pale fino ad arrivare alle torri.

La tecnica di smantellamento dei componenti è simile alle operazioni di montaggio, ma con una sequenza inversa.

Nel caso in cui venga richiesta la rigenerazione completa dello spazio dove era installato il parco si procederà al ritiro della parte superficiale della base dell'aerogeneratore.

Lo smantellamento di un aerogeneratore consiste nel ritiro dei componenti vecchi dall'area di installazione del parco. Come per il montaggio, il ritiro dei componenti più voluminosi si realizza attraverso trasporti speciali.

#### *14.3.1 Mezzi impiegati*

Qui di seguito verranno elencati gli strumenti necessari per lo smontaggio dell'aerogeneratore:

- 1 gru principale tralicciata modello da 350 e 450 tonnellate;
- 2 gru idrauliche di carico da 90 tonnellate;
- Camion con braccio da 12 tonnellate con piattaforma.

L'operazione di smantellamento di tutti i componenti dell'aerogeneratore, tranne la base costruita, necessita di 8 operai più un supervisore.

#### *14.3.2 Fasi di smontaggio*

Così come durante il processo di montaggio di tutti i componenti dell'aerogeneratore, anche nel caso dello smontaggio si procede con gru e operai.

Precedentemente e durante la realizzazione dei lavori si prenderanno tutte quelle misure preventive per la realizzazione del lavoro nella massima sicurezza per gli operai.

Inoltre si prenderanno tutte quelle misure preventive relativamente ai liquidi potenzialmente contaminati.

Qui di seguito un elenco passo passo delle operazioni di smantellamento:

##### **14.3.1.1** Ritiro dei cavi di rete e di connessione, quadri e armadi;

**14.3.1.2** Ritiro dei liquidi, oli idraulici e condotti di trasmissione degli stessi;

**14.3.1.3** Smontaggio dell'asse di Pitch;

**14.3.1.4** Smontaggio del rotore dalla navicella per poi essere posta in terra;

**14.3.1.5** Una volta a terra, si realizza lo smontaggio delle bielle del rotore;

**14.3.1.6** Smontaggio delle pale dal rotore;

**14.3.1.7** Smontaggio della navicella dalla torre, carico e trasporto;

**14.3.1.8** Smontaggio dei trami che compongono la torre, dei pezzi di snodo dalla base, carico e trasporto.

Nel caso in cui sia richiesto il restauro dell'area di installazione degli aerogeneratori sarà necessario, a seconda dei casi, ritirare in parte o totalmente le fondazioni. Il ritiro della struttura di calcestruzzo e ferro si realizza con macchinari pesanti, come martelli e cesoie idrauliche.

Il primo passo è l'abbattimento della mole di calcestruzzo e ferro utilizzando martelli idraulici, così da ottenere la frammentazione del materiale.



*Foto 13. Trivellazione*

Il passo seguente sarà il taglio, mediante cesoie idrauliche, dei cavi di ferro forgiato, in modo tale che si possano separare ed essere facilmente maneggiabili. Una volta realizzato questo processo ci sono due opzioni per il ritiro e la gestione dei residui provenienti dalla demolizione.

*Caricamento* diretto sul camion dei rifiuti generati per poterli trasportare ad un gestore autorizzato.

*Valorizzazione* del rifiuto in sito attraverso impianti mobili di riciclaggio dei rifiuti di calcestruzzo e ferro forgiato.



*Foto 14. Demolizione*

#### *14.4 Ritiro del materiale smantellato*

Sia nelle operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria, sia durante lo sfruttamento del parco, sia allo smantellamento finale dello stesso, alla fine della sua vita utile, una volta che si sia sostituito o smantellato integralmente il parco o parte dei componenti dell'aerogeneratore, si procederà al ritiro in maniera controllata dell'area di installazione del parco.

Questa attività si realizzerà con mezzi uguali a quelli utilizzati per il montaggio iniziale. Il trasporto dei componenti ritirati deve coordinarsi il più possibile con il trasporto dei nuovi componenti per la sostituzione dei vecchi, per i RETROFITS compiuti durante la vita dell'aerogeneratore.

Quando l'obiettivo è lo smantellamento totale del parco e l'eliminazione di tutti gli aerogeneratori, è necessario prestare particolare attenzione alla gestione dei trasporti. Considerato l'elevato costo dei trasporti speciali è necessario applicare misure aggiuntive che permettano di minimizzare al massimo il costo di questa operazione.

La minimizzazione dell'impiego dei trasporti speciali si realizza intervenendo sui componenti da trasformare, nel limite del possibile si ridurrà il volume e le dimensioni dei componenti, in accordo con le proprie caratteristiche materiali e strutturali e, per ultimo, in funzione della destinazione finale che si sia decisa (eliminazione, ripristino o riciclo).

#### *14.5 Selezione e separazione dei componenti ritirati*

Il ritiro di uno o più componenti generati sia in operazioni di manutenzione sia di smantellamento degli aerogeneratori, il cui destino sia l'eliminazione (come rifiuti) del ciclo produttivo eolico, si realizzerà in funzione delle caratteristiche materiali e d'accordo a quanto stabilito dalla normativa vigente.

Come in tutto il sistema di gestione dei rifiuti, l'identificazione, la selezione e la separazione di ognuno dei componenti o rifiuti generati saranno operazioni necessarie per una gestione efficace. Queste operazioni si realizzeranno durante la manutenzione, nello sfruttamento ed in particolar modo durante lo smantellamento finale dell'aerogeneratore.

In base ai dati che descrivono le caratteristiche per ognuno dei componenti o gruppo di componenti, si realizzerà una classifica dei componenti stessi. I componenti si classificheranno in base alla naturalezza del materiale nel quale sono fabbricati.

## 15 RIPRISTINO DELLO STATO ESISTENTE DEI LUOGHI

Gli obiettivi principali di questa forma riabilitativa sono i seguenti:

- ✓ riabilitare, mediante attenti criteri ambientali, le zone soggette ai lavori che hanno subito una modifica rispetto alle condizioni pregresse;
- ✓ consentire una migliore integrazione paesaggistica dell'area interessata dalle modifiche.

Per il compimento degli obiettivi sopra citati il programma dovrà contemplare i seguenti punti:

- si dovrà prestare particolare attenzione durante la fase di adagiamento della terra vegetale, facendo prima un' adeguata sistemazione del suolo che dovrà riceverla;
- effettuare una attenta e mirata selezione delle specie erbacee, arbustive ed arboree maggiormente adatte alle differenti situazioni. Inoltre, particolare cura si dovrà porre nella scelta delle tecniche di semina e di piantumazione, con riferimento alle condizioni edafiche ed ecologiche del suolo che si intende ripristinare;
- si dovrà procedere alla selezione di personale tecnico specializzato per l'intera fase di manutenzione necessaria durante il periodo dei lavori di riabilitazione.

Le azioni necessarie per l'attuazione di tali obiettivi sono le seguenti:

- **Trattamento dei suoli:** le soluzioni da adottare riguardano la stesura della terra vegetale, la preparazione del suolo secondo le tecniche classiche. Il carico e la distribuzione della terra si realizza generalmente con una pala meccanica e con camion da basso carico, che la scaricheranno nelle zone d'uso. Quando le condizioni del terreno lo permettono si effettueranno passaggi con un rullo prima della semina. Queste operazioni si rendono necessarie per sgretolare eventuali ammassi di suolo e per prepararlo alle fasi successive.
- **Opere di semina di specie erbacee:** una volta terminati i lavori di trattamento del suolo si procede alla semina di specie erbacee con elevate capacità radicanti in maniera tale da poter fissare il suolo. In questa fase è consigliata, per la semina delle specie erbacee, la tecnica dell'idrosemina. In particolare, si consiglia di adottare un manto di sostanza organica triturata (torba e paglia), spruzzata insieme ad un legante bituminoso ed ai semi; tale sistema consente un'immediata protezione dei terreni ancor prima della crescita delle



specie seminate ed un rapido accrescimento delle stesse. Questa fase risulta di particolare importanza ai fini di:

- ✓ mantenere una adeguata continuità della copertura vegetale circostante;
- ✓ proteggere le superfici rese particolarmente più sensibili dai lavori di cantiere e dall'erosione;
- ✓ consentire una continuità dei processi pedogenetici, in maniera tale che si venga a ricostituire un orizzonte organico superficiale che permetta successivamente la ricolonizzazione naturale senza l'intervento dell'uomo.

L'evoluzione naturale verso forme più evolute di vegetazione (arbustive e successivamente arboree) può avvenire in tempi medio-lunghi a beneficio della flora autoctona. Per questo motivo le specie erbacee selezionate dovranno essere caratterizzate da una crescita rapida, una capacità di rigenerazione elevata, "rusticità" elevata e adattabilità a suoli poco profondi e di scarsa evoluzione pedogenetica, sistema radicale potente e profondo ad alta proliferazione. Per realizzare un'alta percentuale di attecchimento delle specie, dovranno essere adottate misure particolarmente rigorose quali la delimitazione delle aree di semina ed il divieto di accesso e/o controllo di automezzi e personale. La scelta delle specie da adottare per la semina dovrà comunque essere indirizzata verso le essenze autoctone e già presenti nell'area di studio.

Per la scelta delle tecniche e delle specie da adottare sono stati seguiti i seguenti tre criteri:

- ✓ obiettivo primario degli interventi;
- ✓ ecologia delle specie presenti;
- ✓ ecologia delle specie da inserire e provenienza (biogeografia) delle stesse.

L'ecologia delle specie presenti è stata dedotta dallo studio delle associazioni vegetali presenti nell'area. È infatti chiaro come l'ecologia delle specie presenti sia espressione delle condizioni stazionali. Poiché, nelle opere di sistemazione previste, dovranno essere impiegate unicamente specie vegetali che si trovano su stazioni analoghe, la successiva scelta sulle specie da adottare è possibile mediante l'analisi sulla vegetazione. Le associazioni individuate nell'area soggetta ad indagine mostrano una certa variabilità nei gradienti ecologici, che pone la progettazione del verde di fronte a scelte che mirino a obiettivi polifunzionali.

L'ecologia delle specie da inserire dovrà essere molto simile a quella delle specie già presenti. Non saranno dunque ammissibili scelte di specie con le seguenti caratteristiche:

- ✓ specie invasive con forti capacità di espansione in aree degradate;
- ✓ specie alloctone con forte capacità di modifica dei gradienti ecologici;
- ✓ specie autoctone ma non proprie dell'ambiente indagato.

Inoltre, poiché si lavorerà su aree prodotte artificialmente e/o su aree fortemente modificate dall'uomo, sprovviste spesso di uno strato umifero superficiale e dunque povero di sostanze nutritive, è chiaro che in tali condizioni estreme sia consigliabile utilizzare solo associazioni pioniere, compatibili dal punto di vista ecologico. Tali associazioni dovranno rispondere inoltre alle seguenti caratteristiche:

- larga amplitudine ecologica;
- facoltà di colonizzare terreni grezzi di origine antropogenica e capacità edificatrici;
- resistenza alla sollecitazione meccanica;
- azione consolidante del terreno.

Nella scelta delle metodiche da adoperare si è dunque dovuto far fronte a tutte le esigenze sopra riportate. Per tale motivo, e seguendo la sistematica introdotta da Schiechl (1973) che prevede quattro differenti tecniche costruttive (interventi di rivestimento, stabilizzanti, combinati, complementari), sono stati scelti interventi di rivestimento in grado di proteggere rapidamente il terreno dall'erosione superficiale mediante la loro azione di copertura esercitata sull'intera superficie.

### *15.1 Interventi di rivestimento*

L'utilizzo di interventi di rivestimento permetterà un'azione coprente e protettiva del terreno. In questo caso, l'impiego di un gran numero di piante, di semi, o di parti vegetali per unità di superficie, permette la protezione della superficie del terreno dall'effetto dannoso delle forze meccaniche. Inoltre, tali interventi, permetteranno un miglioramento del bilancio dell'umidità e del calore favorendo dunque lo sviluppo delle specie vegetali. Tali interventi sono inoltre mirati ad una rapida protezione delle superfici spoglie.

Per l'esecuzione di tali interventi è stata scelta la metodica dell'idrosemina. Infatti, nei terreni particolarmente poveri di sostanze nutritive e facilmente erodibili dalle acque meteoriche, l'idrosemina, adottata in periodi umidi (autunno), si rivela un'ottima metodica per la protezione di

tali aree. Il materiale da adottare è un prodotto in miscuglio pronto composto da semente, concimi, sostanze di miglioramento del terreno, agglomerati e acqua. La miscela prevede differenti dosi per ettaro che verranno adeguatamente scelte in fase di realizzazione delle opere di rinverdimento. Qualora si osservi una crescita troppo lenta, rada o nulla si dovrà procedere ad un nuovo trattamento in modo da evitare una eccessiva presenza delle aree di radura. Inoltre, almeno nei primi due-tre mesi verrà interdetto qualsiasi passaggio sulla aree trattate, che eventualmente dovranno essere recintate, e che andranno protette con frammenti di paglia sparsi da appositi macchinari.

### *15.2 Manutenzione*

Le operazioni di manutenzione e conservazione dovranno perseguire prevalentemente l'obiettivo di funzionalità ed estetica. In particolare, si dovrà mantenere una copertura vegetale continua così da prevenire ogni forma di erosione, si dovrà limitare il rischio di incendi e la loro propagazione. Infine, sarà necessario evitare un'antropizzazione delle forme di vegetazione per errata gestione nelle semine, per questo motivo è importante ribadire il concetto della semina casuale visto precedentemente.