



# REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PROVINCE DI NUORO E SASSARI



COMUNE DI BITTI



COMUNE DI BUDDUSO



## PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DEL PARCO EOLICO "BITTI - TERENCESSA"

Potenza complessiva 56 MW

### PROGETTO DEFINITIVO DELL'IMPIANTO, DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI

PA-R.15

### DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE

COMMITTENTE

**GREEN  
ENERGY  
SARDEGNA 2  
S.r.L.**

**Piazza del Grano 3  
39100 Bolzano, Italia**

### GRUPPO DI LAVORO

Ing. Giorgio Floris: Coordinatore e progettista opere civili, elettriche e sottostazione

Ing. Matteo Floris: Collaborazione progettazione parte civile, elettrica e sottostazione

Geom. Francesco Troncia: rilievi, elaborazioni grafiche e progettazione

Dott. Geol. Fausto Pani: relazione paesaggistica - Sia - studio geologico  
simulazioni fotografiche

Dott. Maurizio Medda: relazione faunistica e piano di monitoraggio faunistico

Dott. Agr. Paolo Callioni - Dott. For. Carlo Poddi:

relazione pedo agronomica e vegetazionale

Dott. For. Carlo Poddi: relazione impatto acustico ante operam e bassa frequenza

Dott.ssa Archeo. Giuseppina Manca di Mores: relazione archeologica

Ing. Vincenzo Pinna: calcoli strutturali

Ing. Michele Losito, consulente scientifico Prof. Gianluca Gatto:  
relazione sui principali ponti radio nell'area del parco

Ce.Pi.Sar.: piano monitoraggio chiroterri

SCALA:

FIRME



Dr. Ing. Giorgio Floris

Rev.	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato	Data
00	Prima emissione				Luglio 2020



## INDICE

<b>1</b>	<b>Descrizione delle opere</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Area di cantiere e di trasbordo</b> .....	<b>4</b>
2.1	Area di Cantiere .....	4
2.2	Area di trasbordo .....	5
<b>3</b>	<b>Opere da eseguire</b> .....	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Ripristino del sito</b> .....	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>Piano di sicurezza e coordinamento</b> .....	<b>7</b>
<b>6</b>	<b>Macchinari e attrezzature</b> .....	<b>7</b>
<b>7</b>	<b>Rinterri</b> .....	<b>7</b>
<b>8</b>	<b>Lavori preparatori</b> .....	<b>7</b>
<b>9</b>	<b>Lavori di scavo</b> .....	<b>7</b>
9.1	Opere al livello dello strato superficiale del terreno e simili.....	8
9.2	Scavi a sezione obbligata .....	8
9.3	Scavi per i plinti di fondazione .....	8
9.4	Scavi per l'interramento dei cavi.....	8
9.5	Reti interrate esistenti .....	9
9.5.1	<i>Reti di cavi esistenti</i> .....	9
9.5.2	<i>Posa dei cavi sopra le condotte esistenti</i> .....	9
9.5.3	<i>Posa dei cavi sotto le condotte esistenti</i> .....	9
9.6	Scavi di fondazione e altre opere interrate .....	9
9.7	Eliminazione del manto esistente .....	9
<b>10</b>	<b>Riempimenti e rinterri – Terrapieni e fondazioni per le Sovrastrutture</b> .....	<b>10</b>
10.1	Riempimenti e rinterri.....	10
10.2	Terrapieni e fondazioni per le sovrastrutture per le piattaforme per le gru e le strade .....	10
10.3	Terrapieni.....	10
10.4	Sovrastrutture per le piattaforme delle gru e delle strade .....	10
<b>11</b>	<b>Realizzazione dello strato superficiale delle piattaforme per le gru</b> .....	<b>11</b>
<b>12</b>	<b>Calcestruzzo</b> .....	<b>11</b>
12.1	Mix design e contenuto d'acqua .....	11
12.2	Leganti .....	11
12.3	Inerti.....	11
12.4	Classe di resistenza del calcestruzzo a compressione .....	11
12.5	Calcestruzzo magro.....	11
12.6	Prova di resistenza alla compressione .....	12
12.7	Calcestruzzo preconfezionato .....	12
12.8	Getto del calcestruzzo .....	12
12.9	Getto di calcestruzzo su opere preesistenti in calcestruzzo .....	12
12.10	Preparazione dei fori, delle tracce e delle cavità .....	12
<b>13</b>	<b>Additivi fluidificanti per il calcestruzzo</b> .....	<b>12</b>
<b>14</b>	<b>Casserature</b> .....	<b>13</b>



<b>15</b>	<b>Giunti strutturali</b> .....	<b>13</b>
15.1	Separazione strutturale .....	13
<b>16</b>	<b>Acciaio di armatura</b> .....	<b>13</b>
<b>17</b>	<b>Piastre di fissaggio e collegamenti</b> .....	<b>13</b>
17.1	Inserimento di strutture metalliche di collegamento tra la torre e le fondazioni .....	13
17.2	Piastre di fissaggio e collegamenti .....	13
<b>18</b>	<b>Scavi per l'interramento dei cavi, collegamenti e terminali di media tensione</b> .....	<b>14</b>
18.1	Descrizione generale .....	14
18.2	Cavi di fase e media tensione (in condotti interrati) .....	14
<b>19</b>	<b>Tubi in PVC inseriti nelle opere in calcestruzzo</b> .....	<b>15</b>
<b>20</b>	<b>Messa a terra</b> .....	<b>15</b>
20.1	Interramento del cavo di messa a terra .....	15
20.2	Misurazioni.....	15
<b>21</b>	<b>Raccolta delle acque di superficie e opere di convogliamento</b> .....	<b>15</b>
21.1	Canali di scolo .....	15
21.2	Attraversamenti stradali .....	15
<b>22</b>	<b>Architettura del paesaggio</b> .....	<b>16</b>
22.1	Rimozione di rocce .....	16
22.2	Banchine.....	16
22.3	Conformazione delle scarpate.....	16
<b>23</b>	<b>Opere civili - sottostazione</b> .....	<b>16</b>
<b>24</b>	<b>Cavi di Media Tensione</b> .....	<b>16</b>
24.1	Generalità .....	16
24.2	Linee .....	16
24.3	Condizioni ambientali e di posa .....	17
24.4	Protezioni contro le sovracorrenti .....	17
24.5	Compatibilità elettromagnetica .....	17
24.6	Scavi .....	17
<b>25</b>	<b>Caratteristiche dell'aerogeneratore</b> .....	<b>18</b>



## 1 Descrizione delle opere

Il parco eolico di "BITTI TERENASS", situato nei comuni di Bitti (NU) e Buddusò (SS), rispettivamente nella province di Nuoro e Sassari, sarà costituito da 11 aerogeneratori della potenza massima di 6,2 MW (limitata a 5,09 MW) ciascuno per una potenza totale complessiva di 56,00 MW.

La sottostazione di trasformazione MT/AT sarà situata nel comune di Buddusò, nella provincia del Sassari. I cavidotti interrati di collegamento tra gli aerogeneratori e la sottostazione attraverseranno i comuni di Bitti e Buddusò.

L'area di installazione degli aerogeneratori presenta un terreno con un'orografia collinare caratterizzata da dolci pendii e vasti pianori nelle sommità con un'altezza sul livello medio del mare di poco superiore ai 600 m.

La scelta di un singolo modello commerciale di aerogeneratore è da considerarsi antieconomica ed inopportuna dal punto di vista progettuale e tecnologico, pertanto l'aerogeneratore di riferimento per il progetto è una turbina eolica che rappresenti l'inviluppo tecnico dimensionale di più modelli così come chiarito nell'elaborato progettuale "PA-R1.1 ELEMENTI TECNICI TURBINA DI RIFERIMENTO".

L'aerogeneratore di progetto prevede un rotore di diametro massimo pari a 170 m, costituito da tre pale in fibra di vetro e resina epossidica rinforzata con fibra di carbonio, da una navicella in cui è alloggiato il sistema di trasmissione dell'energia al generatore, il generatore stesso ed il trasformatore da bassa a media tensione.

La torre dell'aerogeneratore di progetto è una torre tubolare in più sezioni e tale per cui l'altezza massima dell'asse del rotore è pari a 119 m.

L'altezza complessiva massima fuori terra dell'aerogeneratore è pari a 200 m.

Una serie di piste assicurerà l'accesso alle piazzole all'interno delle quali verranno installati gli aerogeneratori.

Le torri tronco-coniche in acciaio saldato sono formate da quattro sezioni flangiate e da una sezione di fondazione. Quest'ultima verrà annegata nella fondazione in calcestruzzo armato e costituirà la base su cui verrà montata la torre a sostegno della turbina. L'energia in bassa tensione prodotta dalle turbine verrà trasformata in energia in media tensione (il trasformatore sarà collocato all'interno della navicella) e trasferita alla sottostazione da 150kV/30kV dove avverrà la conversione in alta tensione.

La corrente in media tensione verrà trasferita attraverso delle linee interrate posate entro uno scavo a sezione obbligata della profondità media di 1,40 m, i cavi saranno posati su letto di sabbia e successivamente ricoperti con ulteriore strato di sabbia.

La sottostazione da 150kV/30kV per il tramite di un trasformatore di taglia opportuna fornirà la corrente prodotta alla rete di trasmissione nazionale.

## 2 Area di cantiere e di trasbordo

### 2.1 Area di Cantiere

Verrà realizzata una zona recintata di dimensioni opportune dove verranno installati i container adibiti a uffici e che servirà come area di stoccaggio per le attrezzature e i materiali, compreso il deposito delle terre di scavo da reimpiegare e/o smaltire. La zona verrà dapprima sbancata rimuovendo lo strato di copertura vegetale e quindi si procederà alla posa di un primo strato di materiale misto di cava (di spessore 35 cm) su cui verrà steso un secondo strato superficiale di materiale inerte stabilizzato dello spessore di 5 cm circa.

L'area conterrà inizialmente:

n°. 4 container uffici, servizi e spogliatoi;

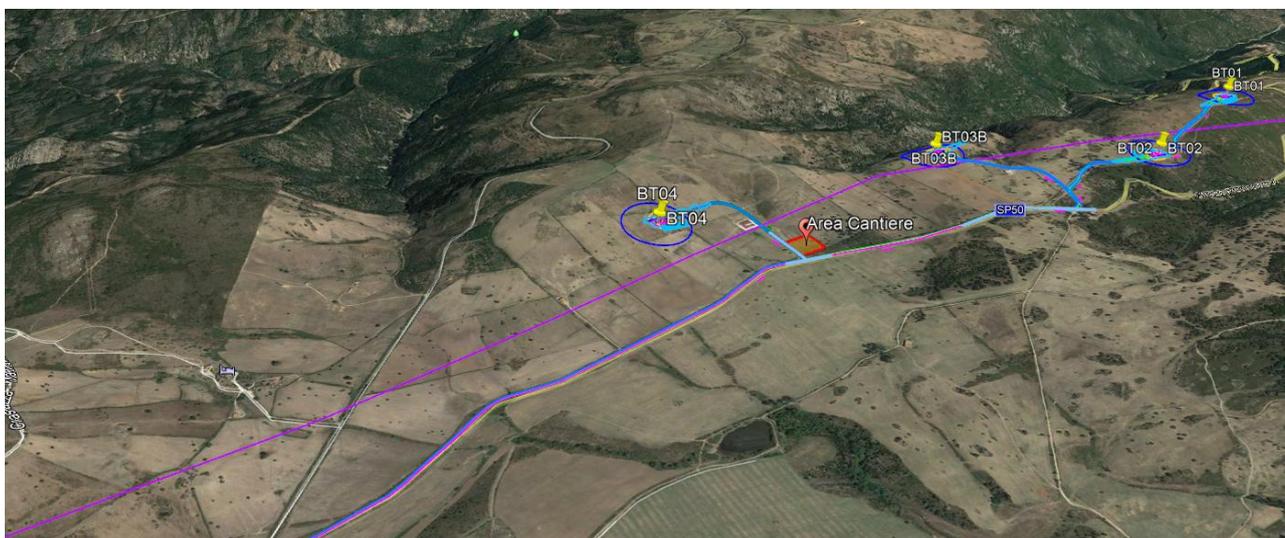
n°. 1 container mensa;



- n°. 1 container spogliatoi;
- n°. 2 container servizi igienici e docce;
- n°.6 container materiali vari
- un'area parcheggi operatori
- un'area deposito materiali vari;
- un'area stoccaggio rifiuti non terrosi;
- un'area destinata al parco mezzi di cantiere;
- un'area per operazioni di rifornimento e manutenzione mezzi con porzione pavimentata in cls.

Successivamente in base alle esigenze specifiche potranno essere aggiunti una serie di container da destinare al personale addetto al montaggio delle turbine e degli ingegneri civili ed elettromeccanici.

La posizione dell'area di circa 6500 mq è individuata in prossimità dell'aerogeneratore BT04 con accesso lungo la SP 50, così come riportato nell'immagine sotto riportata, sarà dotata di allaccio elettrico, alimentazione idrica e vasca di raccolta acque nere da svuotare periodicamente.



**Figura 1 - Individuazione area di cantiere**

## 2.2 Area di trasbordo

Per quanto riguarda la viabilità esterna, a seconda di quale sarà il porto di attracco delle navi tra Oristano o Olbia, saranno interessati anche i seguenti comuni: nel caso in cui il porto sarà Oristano, il comune di Pattada (SS) se le pale saranno trasportate dal porto con il mezzo di trasporto eccezionale standard, altrimenti il comune di Osidda (NU) se le pale dovessero essere trasportate sin dal porto con il mezzo di trasporto eccezionale speciale "blade lifter"; nel caso in cui il porto sarà Olbia, il comune di Bitti (NU). In questi comuni verrà realizzata un'area temporanea per lo stoccaggio ed il trasbordo dei tronchi di torre e, a seconda del caso, delle pale da mezzi di trasporto eccezionali standard a mezzi di trasporto eccezionali speciali. Nell'elaborato progettuale PA-R.5 si produce una dettagliata descrizione del percorso previsto e degli adattamenti necessari per tutti gli scenari descritti.

Anche tale area, così come quella di cantiere, verrà dapprima sbancata rimuovendo lo strato di copertura vegetale e quindi si procederà alla posa di un primo strato di materiale misto di cava (di spessore 35 cm) su cui verrà steso un secondo strato superficiale di materiale inerte stabilizzato dello spessore di 5 cm.

Per le torri tubolari l'esigenza del cambio mezzo deriva dal fatto che lungo la viabilità ordinaria su S.S. e S.P., l'elevato diametro del tronco di torre, per il transito sotto alcuni ponti, richiede l'uso di carrelli con asse ribassato non idonei al successivo transito nelle strade interne.



Per le pale, al fine di ridurre le dimensioni della viabilità interna con particolare riferimento al raggio di curvatura, si prevede per il percorso della viabilità interna, il trasferimento dal carrello ordinario al mezzo dotato del sistema di "blade lifter" che consente, salvo la presenza di impedimenti aerei, il sollevamento della pala con una percorribilità decisamente più agevole.

### 3 Opere da eseguire

Le opere descritte nelle presenti specifiche includono la costruzione di piste di accesso alle postazioni, di piazzole, la messa in opera di cavi sotterranei, il livellamento delle superfici, i lavori di convogliamento e smaltimento delle acque, la fornitura di cavi di media tensione, terminali, fibre ottiche e cavi equipotenziali. I lavori di costruzione includeranno:

- ✓ realizzazione di fondazioni in calcestruzzo armato per le turbine eoliche, formate da plinti diretti;
- ✓ miglioramento dell'attuale rete stradale e realizzazione delle strade di accesso al sito per i mezzi pesanti adibiti al trasporto delle attrezzature e dei componenti degli aerogeneratori sulle piazzole e per le gru necessarie all'assemblaggio;
- ✓ montaggio dei componenti della turbina.
- ✓ realizzazione delle aree in cui verranno innalzate le torri, in conformità al progetto delle turbine eoliche (in funzione della sequenza di montaggio delle turbine);
- ✓ scavo dei condotti interrati per i cavi a media tensione, le fibre ottiche e la messa terra, i giunti e i cavi di connessione ai pannelli di controllo;
- ✓ reti di terra equipotenziali e collegamenti agli edifici in sito;
- ✓ realizzazione delle piazzole provvisorie per le gru, realizzate in conformità al progetto (in funzione della sequenza di montaggio delle turbine), insieme ad un'area di servizio (formata da una parte in terra di almeno 5 metri di larghezza con sviluppo di circa 105 metri di lunghezza misurata a partire dalla ralla della gru principale, da utilizzata per il montaggio del braccio principale della gru tralicciata;
- ✓ eliminazione delle aree temporanee al termine del montaggio dell'aerogeneratore;
- ✓ ripristino del sito in funzione dei requisiti di carattere ambientale.

Le suddette opere saranno realizzate allo scopo di:

- a) consentire il trasporto e il montaggio delle turbine eoliche e l'avvio dell'impianto;
- b) procedere ai lavori in modo rispettoso dell'ambiente.

Per raggiungere l'obiettivo a), le opere includeranno fondazioni in calcestruzzo armato, vie d'accesso permanenti con pavimentazione, piattaforme per le gru con vie di accesso, condotti interrati per i cavi e reti di terra equipotenziali e relativi collegamenti.

Per quanto riguarda l'obiettivo b), considerato lo stato del sito successivo al montaggio delle turbine eoliche e le relative operazioni di avviamento, le opere includeranno la sistemazione delle vie di accesso e delle aree destinate alle gru, l'esecuzione di banchine e canali di scolo, le opere di convogliamento delle acque superficiali, la pulizia del sito e tutte le opere di ripristino necessarie per riportare il sito nelle condizioni "ante operam".

### 4 Ripristino del sito

Tutte le aree utilizzate come vie di accesso temporanee al sito dovranno essere riportate allo stato originario alla fine dei lavori. I terreni agricoli dovranno essere ripristinati nell'uso originario, mentre i terreni non coltivati andranno spianati e bonificati. In ogni caso:

- ✓ verrà ripristinato il sistema di scarico delle acque piovane, i canali di scolo verranno puliti e riportati alle dimensioni originarie;
- ✓ il materiale indesiderato verrà rimosso dalle vie di accesso e/o dalle piazzole temporaneamente necessarie alle attività di cantiere;
- ✓ il terreno verrà riportato alla pendenza originaria in modo da evitare la saturazione d'acqua del terreno.



## 5 Piano di sicurezza e coordinamento

Le attività di cantiere dovranno essere eseguite in conformità alle disposizioni contenute nel Piano di Sicurezza e Coordinamento - elaborato ai sensi del D. Lgs. 81/2008 (e succ. modificazioni ed integrazioni) – relativo all'identificazione dei pericoli in cantiere e alla valutazione dei rischi, alla prevenzione degli incidenti e alla sicurezza delle attività svolte.

## 6 Macchinari e attrezzature

Per l'esecuzione puntuale e a regola d'arte delle opere in generale, e dei lavori di scavo in particolare, è necessario l'impiego di macchinari di potenza e capacità adeguate, che garantiscano la necessaria flessibilità e la possibilità di realizzare le opere entro i tempi stabiliti. I macchinari utilizzati in cantiere dovranno essere conformi alle disposizioni previste dalla normativa vigente in materia. L'accesso al sito verrà limitato ai macchinari e alle attrezzature in possesso del certificato di conformità CE e contrassegnate dal marchio CE ben visibile, conformemente all'articolo 5 della legge 459/96. I macchinari dovranno inoltre essere conformi alle disposizioni previste dal D.P.C.M. 1.3.1991

## 7 Rinterri

I materiali rivenienti dagli scavi e dalle demolizioni, per quanto possibile, andranno utilizzati in loco per compensare il volume di terra scavata e per i rinterri.

I materiali scavati, una volta vagliati, mescolati e/o frantumati in loco potranno essere utilizzati per la realizzazione dei terrapieni delle strade e delle piazzole. Come detto, il materiale estratto dovrà essere utilizzato per i rinterri o per altri scopi collegati alle opere da realizzare, qualora la qualità del materiale sia idonea allo scopo.

Le operazioni da eseguire in tal senso sono il carico, il trasporto, lo scarico e la collocazione di detto materiale. I materiali non idonei dovranno essere identificati, rimossi e trasportati in discarica autorizzata. Tutte le procedure adottate saranno comunque conformi a quanto previsto dal D.P.R. 120/2017 e succ. modifiche ed integrazioni. Per maggiori dettagli si rimanda all'apposito Piano di Utilizzo allegato al progetto (relazione PA-R. 13).

## 8 Lavori preparatori

Prima di iniziare i lavori: va definita la posizione delle opere da realizzare, in particolare la posizione:

- ✓ delle vie di accesso al sito;
- ✓ dei condotti interrati per i cavi;
- ✓ delle fondazioni delle turbine eoliche e delle piattaforme per le gru;
- ✓ andranno utilizzati dei picchetti di riferimento in loco per indicare le posizioni delle opere da realizzare e definire le aree in cui andranno realizzate le vie di accesso, gli scavi, i terrapieni e le piattaforme delle gru in modo da evitare impatti non necessari su aree al di fuori del cantiere di lavoro;
- ✓ andranno realizzate le strade di accesso e dovranno essere eseguite le seguenti operazioni:
- ✓ rimozione dello strato superficiale del terreno;
- ✓ rimozione di massi isolati;
- ✓ spianamento del terreno per facilitare l'accesso dei mezzi pesanti e dei macchinari al cantiere.

## 9 Lavori di scavo

I lavori di scavo verranno realizzati su qualsiasi tipo di terreno, compresa la roccia, secondo le specifiche di progetto e/o secondo le disposizioni del Direttore Lavori.

Le fasi di scavo e le dimensioni dell'area in cui realizzare gli scavi sono una priorità tecnica vincolante e hanno la precedenza rispetto a qualsiasi altro aspetto logistico ed operativo.

Di conseguenza, l'appaltatore dovrà eseguire i lavori di scavo tenendo in considerazione tale aspetto. L'appaltatore dovrà adottare tutte le misure necessarie per garantire la sicurezza dei lavori di scavo, ivi inclusi, se necessario, puntellamenti e rinforzi e tutte le altre misure studiate in modo specifico per impedire il distacco di frane, il cedimento del terreno o movimenti di terra. La



superficie dello scavo dovrà essere spianata e rifinita secondo la forma e la pendenza prescritta. Tutto il materiale di disturbo deve essere eliminato.

Il fondo va sempre uniformato togliendo del materiale e non aggiungendo del materiale di riempimento. La profondità dello scavo specificata nel progetto andrà adeguata a quella indicata dal Direttore Lavori, in base alle caratteristiche del terreno incontrato durante le fasi di scavo. Prima di avviare i lavori di scavo le eventuali piante di quercia presenti andranno sradicate e reimpiantate nelle aree appositamente destinate.

Gli eventuali ristagni d'acqua dovranno essere in ogni caso eliminati dal luogo dello scavo, con l'ausilio di pompe, con il convogliamento nei tubi, con la realizzazione di barriere, ecc.

Il materiale estratto inutilizzabile andrà eliminato e smaltito secondo le specifiche indicate nella sezione "Rinterri". Il materiale estratto che può essere utilizzato per la realizzazione dei terrapieni o per i rinterri andrà accumulato ad una distanza adeguata dal sito in modo da non ostacolare le operazioni di scavo, non danneggiare aree pubbliche o private o impedire il normale flusso dell'acqua di superficie

### **9.1 Opere al livello dello strato superficiale del terreno e simili**

Le opere a livello di strato superficiale (o di sbancamento) del suolo indicano i lavori di scavo eseguiti sopra il piano indicato nel progetto. Nel caso di strade e piattaforme per le gru, tale piano corrisponde al piano su cui verranno realizzate le sovrastrutture.

Se non altrimenti specificato, il piano di sbancamento corrisponderà al piano orizzontale che passa attraverso il punto più basso lungo il perimetro degli scavi.

Opere "simili" includono i lavori di scavo per la realizzazione dei terrapieni, il livellamento del fondo, i lavori preliminari per i gabbioni, la realizzazione di aree in pendenza o scarpate secondo le specifiche di progetto e/o le disposizioni del Direttore Lavori, sottostanti all'area di sbancamento sopra indicata o che non sono ad essa direttamente collegate, anche se eseguiti in una fase successiva.

Le fondazioni per i terrapieni andranno scavate alla profondità specificata nel progetto e in ogni caso secondo le prescrizioni del Direttore Lavori e saranno eseguite dopo aver eliminato la vegetazione superficiale. Opere "analoghe" possono indicare, se il caso, i lavori di scavo per l'ampliamento della sede stradale per consentire il transito di mezzi pesanti necessari per il trasporto delle attrezzature in loco. Le opere a livello di strato superficiale del terreno dovranno essere eseguite con mezzi meccanici secondo le specifiche indicate nel progetto e le disposizioni del Direttore Lavori.

### **9.2 Scavi a sezione obbligata**

Gli scavi a sezione obbligata indicano i lavori di scavo per le fondazioni, la posa di cavi interrati, i sistemi di scarico e fognari, i gabbioni, ecc.

Se non diversamente richiesto dal Direttore Lavori, le pareti degli scavi dovranno avere l'inclinazione prescritta nel piano di sicurezza e coordinamento.

L'appaltatore si assume la piena responsabilità per l'adeguatezza, la stabilità e la sicurezza di tutte le operazioni di scavo compiute in loco. Al termine dei lavori di scavo, il materiale estratto inutilizzabile andrà eliminato e, nel caso di scavi per l'interramento dei cavi, le pareti dello scavo andranno realizzate in modo perfettamente verticale, senza incrinature e bordi sporgenti e senza sottoscavare rispetto al materiale da mantenere.

### **9.3 Scavi per i plinti di fondazione**

Gli scavi per i plinti di fondazione dovranno essere a sezione obbligata, con dimensioni e profondità conformi al calcolo delle fondazioni e ai disegni di progetto. Andrà realizzato un rivestimento permanente in catrame sulle superfici in calcestruzzo a contatto con il suolo, nel caso in cui il terreno presenti particolari caratteristiche di aggressività.

### **9.4 Scavi per l'interramento dei cavi**

Gli scavi per la realizzazione dei condotti interrati per i cavi dovranno essere a sezione obbligata (di larghezza dipendente dal numero di cavi e profondità di 140 cm) come indicato nelle sezioni trasversali specificate nei disegni.



Va fatta particolare attenzione nel caso di interrimento di cavi nella zona compresa tra la spalla della piattaforma della gru e i plinti delle turbine.

Gli scavi per l'interrimento dei cavi vanno eseguiti con escavatori idonei in grado di operare su ogni tipo di terreno.

Il materiale estratto andrà raccolto e accumulato lungo i bordi dello scavo, in modo da velocizzare le operazioni di successivo riempimento senza ostacolare la posa dei cavi.

Nel caso di scavi lungo i bordi delle strade, dove il materiale non può essere rimosso con un escavatore senza danneggiare lo strato di asfalto, la trincea andrà scavata utilizzando una sega circolare idonea, in modo da garantire una qualità adeguata dei bordi degli scavi.

## **9.5 Reti interrate esistenti**

Nelle zone in cui vi siano già altre reti interrate in prossimità delle condotte per i cavi, i lavori di scavo dovranno essere conformi alle specifiche di progetto.

L'appaltatore dovrà garantire la sicurezza dei lavori di scavo ed evitare interferenze con le reti di servizi già esistenti, secondo le disposizioni del Direttore Lavori. Potrebbe essere necessario eseguire gli scavi manualmente, per evitare di danneggiare le reti esistenti. Eventuali danni causati durante l'installazione devono essere riparati.

### **9.5.1 Reti di cavi esistenti**

Nelle zone in cui vi siano già altre reti interrate in prossimità delle nuove condotte per i cavi, i lavori di scavo dovranno essere conformi alle specifiche illustrate nelle sezioni "Lavori di scavo/Scavi a sezione obbligata/Scavi per l'interrimento di cavi/Reti interrate esistenti" ed avere la profondità indicata nel progetto e in genere inferiore ai cavi esistenti. Le nuove condotte (per i cavi di media tensione, le fibre ottiche e la messa a terra) dovranno essere posate sul fondo dello scavo. Lo strato di fondo ed il ricoprimento dei cavi per complessivi 40 cm deve essere realizzato con sabbia setacciata. Qualora si debba passare sotto a strade pubbliche, va realizzato uno strato di calcestruzzo armato (calcestruzzo con classe di resistenza 20, gabbia d'armatura a rete elettrosaldata con Ø6-10x10 cm) ad una profondità di circa 10 cm. Lo scavo va quindi riempito con materiale arido fino al livello del terreno.

### **9.5.2 Posa dei cavi sopra le condotte esistenti**

Per questo tipo di attraversamento, le condutture devono essere posate come descritto nella sezione "Installazione dei cavi sopra i pozzetti e le condotte" ed essere collegate a pozzetti per cavi prefabbricati.

La posa deve essere conforme alle disposizioni generali per la posa dei cavi nei pozzetti e deve essere integrata con la realizzazione di blocchi in calcestruzzo trasversali rispetto all'asse delle condutture. I tubi vanno posati in modo che sia possibile inserire i cavi successivamente alla posa.

### **9.5.3 Posa dei cavi sotto le condotte esistenti**

Nelle aree in cui i nuovi condotti vanno posati al di sotto delle reti esistenti, i tubi che non richiedono l'impiego di attrezzature speciali verranno forniti e posati secondo le disposizioni del Direttore Lavori.

## **9.6 Scavi di fondazione e altre opere interrate**

Anche gli scavi per la posa dei tubi di drenaggio e dei sistemi di scarico, per la realizzazione di pozzetti, serbatoi, gabbioni, ecc. dovranno essere realizzati a sezione obbligata di diverse dimensioni. Gli scavi dovranno essere realizzati con l'ausilio di macchinari e rifiniti manualmente, se necessario.

## **9.7 Eliminazione del manto esistente**

Il manto stradale esistente deve essere tagliato nel caso in cui una nuova pavimentazione debba essere integrata nelle opere esistenti o quando si richiede un ampliamento e/o sia previsto il ripristino delle piattaforme per le gru. Il manto esistente deve essere scavato ad una profondità di 10-25 cm per rinforzare la struttura sottostante, preparare la superficie esposta per le successive sovrapposizioni o rimuovere parti della pavimentazione.



Il materiale di disturbo e/o legante deteriorato, terra e sedimenti di fango, erba, cespugli e tutto il materiale inutilizzabile, ivi incluse le rocce frantumate depositate lungo il bordo della strada, andranno eliminati. L'eliminazione del manto esistente va eseguita con adeguati mezzi meccanici e, se necessario, manualmente.

## **10 Riempimenti e rinterri – Terrapieni e fondazioni per le Sovrastrutture**

### **10.1 Riempimenti e rinterri**

Gli scavi per i sistemi fognari, le tubazioni, ecc, rimasti vuoti devono essere riempiti fino all'altezza specificata nei disegni con il materiale estratto durante lo scavo, qualora il Direttore Lavori lo consideri adatto. In circostanze particolari, il Direttore Lavori può richiedere che il riempimento venga eseguito con altro materiale importato, dichiarandone l'origine e il tipo.

Il materiale di riempimento va steso in strati e compattato in modo da consentire all'acqua piovana di scorrere e/o steso secondo la pendenza specificata nei disegni o dal Direttore Lavori. Va impedita la formazione di contropendenze, che possono provocare sacche e ristagni d'acqua. Durante il riempimento attorno ai plinti delle turbine, va posta particolare cura alla posa di cavi interrati da inserire nei plinti.

I rinterri di protezione per le piattaforme delle gru vanno sovradimensionati in modo da soddisfare le specifiche previste nei disegni dopo l'assestamento del materiale.

### **10.2 Terrapieni e fondazioni per le sovrastrutture per le piattaforme per le gru e le strade**

I terrapieni e le fondazioni per le sovrastrutture per le piattaforme delle gru e le strade vanno realizzati secondo le specifiche di progetto e come prescritto dal Direttore Lavori.

Particolare attenzione va posta durante la gradonatura preliminare e la formazione dei terrapieni e per la configurazione delle sovrastrutture sopra le piattaforme.

### **10.3 Terrapieni**

Per i terrapieni andranno utilizzati i seguenti materiali di tipo A1:

a) Misto di cava:

- Granulometria tipo "A" (da 40 a 70 mm);
- Granulometria tipo "B" (da 70 a 300 mm);
- Materiale stabilizzato per lo strato finale;

b) Il materiale di scavo, ad eccezione di quello dello strato superficiale, va vagliato con cura e dichiarato idoneo dal Direttore Lavori prima di essere utilizzato come materiale di riempimento per i terrapieni. Il materiale di dimensioni superiori al necessario andrà frantumato e approvato dal Direttore Lavori, prima dell'impiego.

Prima di iniziare con la costruzione dei terrapieni, il terreno dovrà essere spianato e compattato con dei rulli.

### **10.4 Sovrastrutture per le piattaforme delle gru e delle strade**

Durante la realizzazione delle sovrastrutture sulle piattaforme delle gru e delle strade va utilizzato unicamente materiale misto di cava di tipo "A", come indicato al punto a) per i terrapieni.

La sovrastruttura va eseguita successivamente al livellamento e al compattamento e alla rimozione del materiale di disturbo dallo strato sottostante.

Il materiale per i terrapieni e per le sovrastrutture va steso in strati e compattato in modo da agevolare il flusso dell'acqua verso i pozzetti e sagomato con la pendenza richiesta dalle specifiche di progetto.

Il compattamento di ciascuno strato deve essere eseguito con rulli e le fondazioni dei terrapieni devono essere leggermente bagnate o prosciugate per mantenere il grado di umidità specificato.

Al termine del montaggio delle turbine e dell'avviamento, devono essere eseguiti lavori di livellamento e compattamento in modo da dare al terreno la forma prevista.

Lo stesso dicasi per le strade esistenti con manto irregolare, in modo da migliorarne la praticabilità.



## 11 Realizzazione dello strato superficiale delle piattaforme per le gru

Le piattaforme temporanee per le gru necessarie all'installazione degli aerogeneratori andranno realizzate secondo lo specifico progetto e dovranno avere un'ampiezza minima di 27 x 40 m.

Accanto alle piattaforme temporanee dovrà essere realizzata un'area di servizio spianata, per il montaggio del braccio principale della gru.

Al termine del montaggio delle turbine, le piattaforme dovranno essere spianate in modo da ridurre al minimo l'impatto visivo delle opere e ripristinare le condizioni originarie del sito.

Va posta particolare attenzione alle opere di ripristino, in modo da ottenere il migliore risultato possibile dal punto di vista ambientale.

L'area finale permanente attorno alla torre avrà le dimensioni indicate nel progetto. Di norma, queste operazioni devono essere supervisionate dal Direttore dei Lavori.

## 12 Calcestruzzo

### 12.1 Mix design e contenuto d'acqua

I componenti da utilizzare nella composizione del calcestruzzo devono essere adeguati e approvati dal Direttore dei Lavori.

I componenti devono essere in ogni caso conformi ai requisiti previsti dalla normativa vigente che definisce il tipo e il numero di prove da eseguire, se non diversamente indicato nelle presenti specifiche. Il rapporto acqua-cemento deve essere scelto con attenzione (v. UNI 9858) in modo da ottenere un mix impermeabile e compatto.

Il rapporto acqua-cemento utilizzato non deve in alcun caso essere superiore a:

- 0,45 per opere in calcestruzzo strutturale
- 0,50 per opere in calcestruzzo non strutturale.

### 12.2 Leganti

I leganti devono essere conformi alle definizioni e disposizioni delle normative vigenti (UNI 9858 e UNI ENV 197-1).

### 12.3 Inerti

Il materiale inerte deve provenire da cave di prestito o dalla frantumazione di rocce. Può essere siliceo o calcareo, a condizione che abbia un'elevata resistenza alle sollecitazioni meccaniche. Il materiale inerte va setacciato con cura e lavato, deve essere privo di particelle poco resistenti o vegetali e derivare da rocce non scistose, adeguatamente mescolate con sabbia di fiume silicea grezza di diversa granulometria. Il materiale inerte deve soddisfare i requisiti stabiliti dalla normativa vigente e le specifiche relative alla classe A in UNI 8520.

La granulometria del materiale inerte deve consentire il getto e il compattamento del calcestruzzo attorno all'armatura senza che vi sia segregazione dei componenti (UNI 9858), e deve rientrare nelle seguenti classi:

- D15 per spessore del calcestruzzo fino a 15 cm;
- D30 per spessore del calcestruzzo superiore a 15 cm.

### 12.4 Classe di resistenza del calcestruzzo a compressione

La classe di calcestruzzo prevista per le opere strutturali, come fondazioni, basamenti, platee, pareti, ecc. deve essere indicata nelle specifiche di progetto e/o dal Direttore dei lavori, nel rispetto di quanto previsto dal calcolo strutturale specifico.

### 12.5 Calcestruzzo magro

Lo strato di calcestruzzo magro per le fondazioni di notevoli dimensioni, sistemi di drenaggio, casseri scivolanti, cassature, ecc. deve contenere 1,5-2,0 quintali di cemento (tipo: II/III/IV, classe: 32.5 N/mm<sup>2</sup>) per m<sup>3</sup> di impasto.

In particolari circostanze, il Direttore Lavori può chiedere che lo strato di calcestruzzo magro contenga 0,50 quintali di cemento (tipo: II/III/IV, classe: 32.5N/mm<sup>2</sup>) e abbia una granulometria



massima di 10 mm per lavori di riempimento. La consistenza dello strato di calcestruzzo deve essere tale da evitare la frattazzatura manuale.

## 12.6 Prova di resistenza alla compressione

Durante il getto del calcestruzzo, vanno prelevati dei campioni di calcestruzzo come da specifica (3 prelievi, ognuno comprendente due cubetti, per 100 m<sup>3</sup> di calcestruzzo) in modo da verificarne la conformità rispetto ai requisiti stabiliti dalla normativa vigente. I cubetti di calcestruzzo, con indicazione della data e marchiati, vanno conservati per essere sottoposti su richiesta alla prova di schiacciamento da un laboratorio autorizzato dopo 28 giorni.

## 12.7 Calcestruzzo preconfezionato

Il calcestruzzo preconfezionato deve essere miscelato in una centrale di betonaggio in conformità ai requisiti previsti dalla normativa vigente in materia.

## 12.8 Getto del calcestruzzo

Il calcestruzzo deve essere gettato in modo uniforme nell'area interessata, compattato e vibrato con l'ausilio di un vibratore meccanico o pneumatico ad immersione per rimuovere eventuali vuoti e bolle d'aria e impedire la segregazione dei componenti.

Non ci devono essere interruzioni durante il getto del calcestruzzo, se non diversamente specificato. In questi casi, prima di riprendere con il getto, la superficie sottostante deve essere preparata adeguatamente.

Con l'autorizzazione del Direttore Lavori, il calcestruzzo deve essere gettato utilizzando una pompa, in modo da impedire la caduta libera della miscela da un'altezza superiore a 1,5 metri.

Il calcestruzzo a faccia vista deve essere frattazzato. Il calcestruzzo non deve essere gettato in presenza di temperature inferiori a 0 °C. Durante il getto, il calcestruzzo deve non solo essere conforme alla classe di resistenza alla compressione specificata, ma anche avere una consistenza tale da assicurare una buona lavorabilità e ridurre al minimo il ritiro, in conformità al rapporto acqua-cemento summenzionato.

Il calcestruzzo preconfezionato va trasportato in loco con betoniere, in modo da impedire la segregazione dei materiali e ridurre al minimo la perdita di lavorabilità. Non devono trascorrere più di 2 ore tra la preparazione del calcestruzzo e il getto e va assicurato che la miscela venga costantemente mescolata durante il tragitto. L'impiego di additivi fluidificanti o antiritiro deve avvenire secondo le istruzioni del produttore e le specifiche riportate nella sezione "ADDITIVI PER IL CALCESTRUZZO".

## 12.9 Getto di calcestruzzo su opere preesistenti in calcestruzzo

Il getto di calcestruzzo sopra opere in calcestruzzo preesistenti deve avvenire dopo un'accurata pulizia delle superfici. Le iniezioni di cemento ("EMACO 88" o equivalente) vanno eseguite prima del getto. Il calcestruzzo fresco deve essere gettato entro i tempi previsti nei dati tecnici del prodotto, in funzione della temperatura ambientale. Il getto di calcestruzzo su opere preesistenti che non sia espressamente richiesto dalle specifiche di progetto deve essere preventivamente concordato con il Direttore Lavori.

## 12.10 Preparazione dei fori, delle tracce e delle cavità

La preparazione dei fori, delle cavità, delle tracce, degli alloggiamenti dei cavi, ecc. deve essere eseguita in conformità ai disegni o come richiesto dal Direttore Lavori.

## 13 Additivi fluidificanti per il calcestruzzo

Per ottenere la lavorabilità necessaria con il rapporto acqua-cemento specificato, il Direttore Lavori può autorizzare o richiedere l'impiego di additivi fluidificanti e/o superfluidificanti [Rheobuild di MAC S.p.A., Sikament o Plastiment BV40 di SIKA, o prodotti equivalenti] a condizione che siano conformi alle disposizioni delle normative UNI 7101, UNI 7120 e UNI 8145 e fino ad un massimo del 3% della pasta di cemento. In condizioni particolari, il Direttore Lavori può inoltre autorizzare l'impiego di additivi antiritiro (Stabilmac di MAC S.p.A. o prodotti equivalenti).



## 14 Casserature

Le casserature vanno realizzate per contenere il getto di calcestruzzo, con l'impiego di dispositivi opportuni per l'assemblaggio, la ferramenta e gli irrigidimenti necessari per sostenere il peso delle opere e resistere a urti e vibrazioni. La superficie delle casserature deve essere accuratamente pulita e l'acciaio d'armatura deve essere privo di scorie di laminazione e altri corpi estranei che potrebbero impedire l'aderenza tra l'acciaio e il calcestruzzo. Per il procedimento di smontaggio delle casserature fare riferimento alle specifiche tecniche previste dalla normativa vigente in materia. Le casserature possono essere realizzate in metallo, legno e/o assi in abete aventi uno spessore minimo di 2,5 cm. Va prestata particolare attenzione alla preparazione delle casserature esterne per pareti, in modo da soddisfare anche i requisiti di carattere estetico.

## 15 Giunti strutturali

I giunti dovranno essere collocati come descritto nella sezione seguente per separare le opere strutturali di diversa natura e consentire gli spostamenti differenziali, la dilatazione delle strutture, con o senza sigillatura.

### 15.1 Separazione strutturale

Le separazioni verticali tra opere in calcestruzzo adiacenti dovrà essere ottenuta inserendo dei pannelli in polistirolo espanso (spessore 1-3 cm) tra le strutture da separare o unire.

## 16 Acciaio di armatura

L'acciaio utilizzato per le opere in calcestruzzo deve essere conforme ai requisiti previsti dalla normativa vigente in materia.

Per i lavori principali e, su richiesta del Direttore Lavori, per i lavori minori, andranno utilizzate barre d'acciaio ad aderenza migliorata (tipo B450C), controllate in stabilimento. Le reti elettrosaldate dovranno essere conformi ai relativi requisiti previsti dalla normativa vigente. Ciascun lotto di acciaio fornito dovrà avere il certificato di collaudo originale e una copia conforme all'originale dello stesso, ai sensi dell'articolo 14 della Legge n. 15 del 4/01/1968. Il Direttore dei lavori farà eseguire delle prove meccaniche e chimiche sui campioni d'acciaio, come stabilito dalla circolare n. 29010, 1/09/1987 emessa dal ministero per i lavori pubblici. I campioni di acciaio dovranno essere inviati ad un laboratorio autorizzato per l'analisi.

L'assemblaggio e il posizionamento della gabbia d'armatura dovrà essere conforme ai relativi requisiti stabiliti dai regolamenti in materia di lavori in calcestruzzo armato. Le gabbie dovranno essere collocate nelle posizioni indicate nei disegni e va posta particolare attenzione al ricoprimento delle barre esterne con il copriferro prescritto.

## 17 Piastre di fissaggio e collegamenti

### 17.1 Inserimento di strutture metalliche di collegamento tra la torre e le fondazioni

Per consentire il montaggio della turbina eolica sul plinto di fondazione in calcestruzzo armato, deve essere realizzato un collegamento metallico, come specificato nei disegni. Tale elemento di collegamento (generalmente definito "sezione di fondazione") consisterà in un elemento cilindrico con flange di fissaggio, piastre in acciaio e tutti gli elementi ritenuti necessari per garantire il corretto posizionamento e le prestazioni statiche della stessa. Durante il getto di calcestruzzo va posta particolare attenzione a coprire tutti gli elementi e evitare la formazione di sacche d'aria.

### 17.2 Piastre di fissaggio e collegamenti

Per consentire il montaggio dei vari elementi, andranno inserite piastre in acciaio di diverse dimensioni e tipo, bulloni di fissaggio con o senza piastra, flange e tutti gli altri elementi metallici necessari. L'inserimento andrà realizzato con dei giunti alle barre o come stabilito dal Direttore dei lavori.

L'inserimento di elementi in metallo dovrà essere eseguito come descritto al paragrafo precedente, a seconda del tipo di elemento da inserire. L'inserimento dovrà essere preceduto dall'accurata



pulizia/assemblaggio/montaggio di tutti gli articoli accessori (bulloni a staffa, dadi, rondelle, dischi, guaine, ecc.) e lubrificazione, se necessaria. Può essere necessario rimuovere temporaneamente o spostare le barre già inserite.

## **18 Scavi per l'interramento dei cavi, collegamenti e terminali di media tensione**

Durante i lavori di scavo (descritti in precedenza nelle sezioni "SCAVI/Scavi a sezione obbligata/Scavi per l'interramento di cavi) vanno posati i cavi e i sistemi necessari per garantire la fornitura di energia elettrica e il collegamento informatico delle turbine eoliche alle stazioni/unità. La realizzazione delle condotte interrate dovrà essere conforme ai disegni o alle disposizioni del Direttore dei lavori, con l'impiego di diversi tipi di cavi.

La realizzazione dei condotti per i cavi interrati per i collegamenti di media e bassa tensione e le fibre ottiche richiederà:

- la posa dei cavi (cavi per media tensione, cavi di messa a terra, fibre ottiche) sopra – uno strato di sabbia, come specificato nei paragrafi successivi;
- la fornitura e installazione di formelle per la protezione dei cavi;
- il riempimento dello scavo con materiale adeguato estratto durante gli scavi e materiale di cava;
- il collegamento della messa a terra con i tondini dei plinti e le strutture metalliche;
- il collaudo delle opere e dei materiali.

Segue una breve descrizione degli scavi necessari per la posa dei cavi.

### **18.1 Descrizione generale**

Per ottimizzare le operazioni di cantiere, i condotti per i cavi dovranno essere realizzati in una fase precedente, prima di costruire i plinti delle turbine eoliche per i quali vanno realizzati i collegamenti. Gli scavi per l'interramento dei cavi dovranno essere eseguiti fino a 10 metri circa dall'area in cui verranno realizzati i plinti delle turbine, come descritto in dettaglio nei successivi paragrafi.

### **18.2 Cavi di fase e media tensione (in condotti interrati)**

Lo scavo per eventuali pozzetti comprenderà le seguenti operazioni:

- scavi a sezione obbligata di ampiezza e profondità specificata nei disegni;
- posa dei cavi di messa a terra.

Particolare attenzione va posta nella posa del cavo di messa a terra che dovrà essere coperto con lo strato superficiale del terreno;

- riempimento con sabbia setacciata;
- installazione dei condotti in cui inserire le fibre ottiche;
- posa di uno strato di sabbia setacciata sopra il condotto;
- installazione di formelle di protezione per i cavi;
- rinterro dello scavo con materiale adeguato estratto durante gli scavi e materiale di cava;
- posizionamento di picchetti di segnalazione (se richiesti).

I cavi dovranno essere posati in uno strato di 40 cm di sabbia setacciata (granulometria massima 5 mm), che dovrà essere steso e spianato in precedenza, e coperti con elementi di protezione in resina.

Uno strato di 20÷30 cm di materiale precedentemente scavato dovrà essere utilizzato per la copertura, se non diversamente specificato nei disegni. I picchetti di segnalazione andranno inseriti alla profondità specificata nelle sezioni trasversali per segnalare la presenza dei cavi interrati.

Lo scavo deve essere riempito con il materiale estratto. Nel caso in cui i cavi attraversino la campagna, lo strato finale di riempimento di 30 cm dovrà essere formato dal materiale dello strato superficiale del terreno precedentemente rimosso. I condotti dovranno essere puliti e ispezionati prima di inserire i cavi. I condotti dovranno essere dotati di dispositivo di protezione per evitare possibili danni alla guaina dei cavi.



## 19 Tubi in PVC inseriti nelle opere in calcestruzzo

Vanno utilizzati tubi in PVC corrugato. Le dimensioni interne dei tubi devono essere maggiori o uguali a quelle specificate nei disegni. I tubi andranno forniti e inseriti prima di gettare il calcestruzzo per le opere in calcestruzzo normale o armato (bordi, sbarramenti, pareti, ecc.) di qualsiasi forma o dimensione, alla pendenza indicata nel progetto o stabilita dal direttore dei lavori. Durante l'installazione dei tubi, il raggio di curvatura deve essere conforme alle disposizioni del produttore e al metodo di posa dei cavi previsto. Il raggio di curvatura non deve in ogni caso essere inferiore a 5 volte il diametro dei tubi e conforme ai disegni. Vanno utilizzati unicamente i raccordi indicati dal produttore.

## 20 Messa a terra

La messa a terra comprende una serie di conduttori elettrici collegati, definiti come conduttore di terra, e deve essere conforme ai regolamenti vigenti e ai disegni di progetto. La messa a terra dovrà:

- a) limitare la tensione sulle componenti del sistema elettrico (motori, pannelli elettrici, attrezzature elettriche, ecc.) o sulle strutture metalliche (carpenteria, condotti, impalcature, ecc.) che in genere non sono sotto tensione ma che potrebbero esserlo a causa di guasti;
- b) assicurare il funzionamento regolare e sicuro del sistema elettrico e delle sue componenti, collegando il conduttore di terra a determinati punti del circuito elettrico e/o alle attrezzature. La configurazione dettagliata del sistema di terra è allegata ai documenti di progetto.

### 20.1 Interramento del cavo di messa a terra

Il cavo di messa a terra dovrà essere interrato alla profondità specificata nei disegni o stabilita dal Direttore Lavori rispetto alle strade, alle piattaforme delle gru o al livello del terreno.

Il cavo di messa a terra dovrà essere posato in uno strato di terreno superficiale steso sul fondo dello scavo. Lo strato di terreno superficiale dovrà essere coperto da 30÷40 cm di materiale di scavo, se non diversamente specificato nei disegni. Lo scavo rimanente dovrà essere riempito con il materiale di scavo. Nel caso in cui il conduttore di terra passi attraverso la campagna, lo strato finale di 30 cm dovrà essere formato da terreno superficiale precedentemente raccolto.

### 20.2 Misurazioni

Al completamento della messa a terra vanno eseguite delle misurazioni per verificare la conformità alle norme CEI 11-1 e CEI 64-14. Le misurazioni dovranno essere debitamente certificate. Qualora la resistenza misurata sia superiore ad un dato valore specificato nel progetto del sistema di messa a terra, su richiesta del Direttore Lavori deve essere misurata la differenza di potenziale di contatto, nei punti concordati con il Direttore Lavori e in conformità ai requisiti della CEI 11-1, con relativa certificazione della misurazione.

## 21 Raccolta delle acque di superficie e opere di convogliamento

In qualsiasi fase dei lavori, va eseguita la raccolta delle acque di superficie e vanno realizzate opere di convogliamento delle acque nel sistema di fossi di raccolta, come specificato nei disegni o come da richiesta del Direttore Lavori, in modo da evitare eventuali danni causati dalle acque piovane.

### 21.1 Canali di scolo

Con canali di scolo si intendono canali trapezoidali poco profondi in terra o argilla realizzati secondo la forma e la pendenza specificata nei disegni che conducono ai sistemi di raccolta. I canali di drenaggio sono considerati sinonimi dei canali di scolo.

### 21.2 Attraversamenti stradali

Se non altrimenti specificato, l'attraversamento stradale deve essere realizzato con tubi colati per centrifugazione di diametro appropriato o tubi in acciaio corrugato inseriti in un getto di calcestruzzo di classe 200 o materiale di scavo compattato.



## 22 Architettura del paesaggio

Per proteggere il terreno spoglio esposto dai lavori di scavo e dai terrapieni e ripristinare l'area in cui verrà realizzato il parco eolico, le opere di ripristino dovranno essere eseguite ponendo particolare attenzione agli aspetti ambientali. Tutti gli interventi dovranno essere realizzati ad hoc, secondo le tecniche più avanzate e essere conformi ai requisiti stabiliti nelle specifiche tecniche e nel piano generale per l'area. Le opere di ripristino dovranno essere eseguite in modo coordinato, secondo i programmi di esercizio del sito e le disposizioni del Direttore Lavori.

### 22.1 Rimozione di rocce

Nelle zone in cui il terreno di superficie è stato risteso o siano stati realizzati scavi/rinterri/vie d'accesso e operazioni di cantiere in genere e sul terreno vi siano rocce isolate sparse, il Direttore Lavori può chiedere la rimozione meccanica delle rocce in profondità. Questa operazione servirà ad eliminare le rocce ad una profondità di almeno 25÷30 cm, finché il suolo apparirà uniforme e livellato.

### 22.2 Banchine

Le banchine dovranno essere eseguite eliminando una striscia di terreno di 50-125 cm di larghezza e 20÷30 cm di profondità o come richiesto dal Direttore Lavori. La parte superficiale del terreno deve essere pulita e vanno eliminati residui di vegetazione e radici, il terreno va risteso e compattato secondo l'altezza della strada adiacente.

### 22.3 Conformazione delle scarpate

Le scarpate dovranno essere realizzate meccanicamente e rifinite manualmente secondo la pendenza specificata dal Direttore Lavori. La superficie va spianata e compattata in modo da evitare la lisciviazione.

## 23 Opere civili - sottostazione

Si rimanda al disciplinare tecnico appositamente predisposto.

## 24 Cavi di Media Tensione

### 24.1 Generalità

Gli 11 aerogeneratori del parco eolico sono suddivisi in 2 gruppi i quali, mediante 2 linee in MT interrate, convogliano l'energia elettrica al punto di trasformazione MT/AT in comune di Buddusò e conseguentemente sulla Rete elettrica Nazionale attraverso il punto di consegna assegnato dal Gestore.

### 24.2 Linee

La trasmissione dell'energia elettrica al punto di trasformazione MT/AT e conseguente immissione sulla Rete elettrica nazionale di proprietà di Terna SpA avviene tramite cavidotto totalmente interrato ad una profondità minima di 120 cm, opportunamente protetto dal punto di vista meccanico, con lastra piana o tegolo in cav. La norma CEI a cui la presente fa riferimento è la 11-17 del luglio 2007, Edizione III, Fascicolo 8402.

Le caratteristiche del sistema elettrico di riferimento sono le seguenti:

- categoria impianto 2 (impianti a tensione tra 1.000 e 30.000 V c.a.);
- sistema trifase;
- frequenza 50 Hz;
- tensione nominale 30kV;
- neutro isolato;
- funzionamento a terra solo per breve tempo (Cat. A).

La valutazione delle condizioni di carico (analisi dei carichi) è il punto di partenza per la scelta degli apparecchi di protezione e per il dimensionamento dei cavi.

I cavi sono stati scelti in base ai seguenti criteri generali:



- tipo di funzionamento (permanente);
  - condizioni di posa (interrata);
  - numero massimo di cavi e loro raggruppamento;
  - tensioni di isolamento dei cavi;
- e verificati secondo le seguenti condizioni:
- $K^2S^2 \geq (I^2t)$ , verifica alla corrente di corto circuito,
  - $K^2S^2 \geq \int I^2t$  con estremi di integrazione da  $t = a$  a  $t$ , che è il tempo di durata del transitorio.
  - $\Delta V = KIL(R\cos\phi + X\sin\phi)100/V$ , verifica alla caduta di tensione

A valle dei calcoli di cui sopra si è prevista una fornitura di cavi in Alluminio (ARE4H5E o equivalente – 18/30 kV) unipolari aventi una sezione variante tra i 185 mm<sup>2</sup> ed i 630 mm<sup>2</sup> a seconda del tipo di tratta e del numero di aerogeneratori che tale tratta va a raccogliere. Per maggiori dettagli si rimanda alla tavola PA-Tav.15c allegata al progetto.

### 24.3 Condizioni ambientali e di posa

Le regole per una corretta installazione dei cavi dovranno rispettare i seguenti criteri:

1. Temperatura di posa: per i cavi scelti la temperatura ambientale di posa e di movimentazione non deve essere inferiore a 0°C;
2. Raggi di curvatura: per il tipo di cavo scelto "ARE4H5E o equivalente – 18/30 kV" il raggio di curvatura, tale da non provocare danni allo stesso deve non inferiore a 30 volte il diametro esterno del cavo e comunque altri tipi di cavo risponderanno a quanto previsto al punto 4.3.03 della norma CEI 11-17;
3. Sollecitazione di trazione: durante la fase di posa in opera dei cavi la sollecitazione di trazione non deve superare i 60 N per mmq per i cavi in rame e i 50 mmq per i cavi in alluminio;
4. Cavi interrati: devono essere muniti di guaina protettiva e di armatura metallica, la profondità minima di interrimento è di 110 cm dal p.c. ed è consigliabile che i percorsi interrati siano segnalati.

### 24.4 Protezioni contro le sovracorrenti

Per la protezione contro gli effetti termici e dinamici della corrente si utilizzeranno dispositivi di protezione:

- contro i sovraccarichi,
- contro i corto circuiti,
- contro entrambi i tipi di sovracorrente

Tutti i rivestimenti e le armature dei cavi verranno messi a terra almeno alle estremità della linea. Qualora i rivestimenti dei cavi verranno interrotti per qualsiasi motivo, la guaina non metallica di protezione del cavo deve avere un grado di isolamento tale da sopportare la massima tensione verso terra del sistema.

Per quanto concerne l'impianto di terra ed i relativi collegamenti essi verranno eseguiti conformemente a quanto previsto dalla norma CEI 11.8.

Non essendo prevista nessun tratto di linea elettrica aerea, non è prevista nessuna protezione di origine atmosferica.

Per eventuali altre disposizioni si farà riferimento alla norma CEI 11-17 sopra richiamata.

### 24.5 Compatibilità elettromagnetica

Il livello dei campi elettromagnetici indotti dai cavidotti sarà sicuramente inferiore al livello previsto dalla normativa regionale a riguardo. Tale valore si otterrà con la posa in opera di cavi MT schermati e messi francamente a terra e ad una profondità di scavo opportuna.

Eventuali altri accorgimenti potranno essere messi in opera per abbattere maggiormente tale limite; comunque durante l'esercizio saranno effettuate campagne di monitoraggio atte a prevenire l'insorgenza di situazioni di possibili esposizioni a valori maggiori di induzione elettromagnetica.

### 24.6 Scavi

Gli scavi saranno eseguiti con mezzo meccanico su terreno e/o asfalto a seconda del percorso individuato sugli elaborati grafici di progetto. Le dimensioni minime saranno pari a 40 cm di



larghezza e 140 cm di profondità. I cavidotti saranno posati previa stesura di un letto di sabbia inerte che sarà usata anche per coprire le tubazioni con uno strato di almeno 20 cm. I cavi verranno protetti con elemento in resina ed alla fine dello strato di sabbia sarà posato il nastro segnalatore con l'indicazione della tipologia dei cavidotti presenti. La chiusura dello scavo sarà realizzata con materiale inerte di risulta e sarà completata con la regolarizzazione del piano di campagna e/o dello strato di asfalto.

## 25 Caratteristiche dell'aerogeneratore

Il tipo di aerogeneratore previsto per l'impianto in oggetto (aerogeneratore di progetto) è un aerogeneratore ad asse orizzontale con rotore tripala e una potenza massima di 6,2 MW (limitata a 5,09 MW), le cui caratteristiche principali sono di seguito riportate:

- rotore tripala a passo variabile, di diametro massimo pari a 170 m, posto sopravvento alla torre di sostegno, costituito da 3 pale generalmente in resina epossidica rinforzata con fibra di Vetro e da mozzo rigido in acciaio;
- navicella in carpenteria metallica con carenatura in vetroresina e lamiera, in cui sono collocati il generatore elettrico, il moltiplicatore di giri, il trasformatore BT/MT e le apparecchiature idrauliche ed elettriche di comando e controllo;
- torre di sostegno tubolare troncoconica in acciaio, avente altezza fino all'asse del rotore pari a massimi 119 m;
- altezza complessiva massima fuori terra dell'aerogeneratore pari a 200,0 m;
- diametro massimo alla base del sostegno tubolare: 4,7 m;
- area spazzata massima: 22.698 mq

Nello specifico i modelli di aerogeneratore considerati, dei quali a seguire si allega la documentazione tecnica di dettaglio, risultano i seguenti:

1. Vestas V162-119 m HH-5.6 MW
2. Siemens-Gamesa SG170-115 m HH-6.2 MW

Per entrambi i modelli si considera la limitazione della curva di potenza ad una potenza pari a quella massima dell'aerogeneratore di progetto, ossia 5,09 MW.

Per la consultazione delle caratteristiche tecniche di ciascuno dei 2 aerogeneratori si rimanda all'elaborato progettuale "PA-R.1.1 ELEMENTI TECNICI DELLE TURBINE".

ING. GIORGIO FLORIS